

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

# **A eficiência energética na reabilitação de edifícios**

Maria Amaro Matoso Aguiar Ferreira

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais

**ORIENTADOR:** Professor Doutor João Joanaz de Melo

Lisboa 2009



## Agradecimentos

No desenvolvimento deste trabalho pude contar com a colaboração e a dedicação de várias pessoas, a quem devo os meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Doutor João Joanaz de Melo, meu orientador, pela inteira disponibilidade e excelente método de trabalho, pela deposição de confiança e entusiasmo demonstrado ao longo de todo o meu trabalho.

À Arquitecta Lúvia Tirone, pela disponibilidade e interesse na realização de uma entrevista, na condição de especialista na temática da construção sustentável.

Ao Engenheiro Vítor Córias e Silva, por me ter recebido para uma entrevista técnica, na condição de especialista na área da patologia e da reabilitação de edifícios e outras construções.

Ao Engenheiro Luís Silva, perito qualificado, pelos esclarecimentos na utilização do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

Ao Engenheiro João Rocha, perito qualificado, pelo auxílio na utilização do programa SolTerm (versão 5.0), para o dimensionamento dos sistemas solares térmicos.

Ao Prof. Doutor Collares Pereira, da AO SOL, pela explicação sobre o investimento e períodos de retorno de equipamentos solares térmicos.

A todas as empresas e entidades nacionais que participaram voluntariamente no estudo de mercado sobre reabilitação de edifícios, identificadas no Apêndice 1.

Às associações que colaboraram para a obtenção de um maior número de respostas aos inquéritos e consistência dos dados:

- Associação Portuguesa de Promotores e Investidores Imobiliários (API);
- Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores (APPC).

Aos meus colegas e amigos que sempre me encorajaram ao longo destes meses.

Aos meus queridos pais de quem sempre tive um apoio incondicional e a quem devo o meu sucesso.

Em especial, ao meu pai pela transmissão dos seus conhecimentos em arquitectura e total revisão da dissertação.



## Sumário

Os riscos associados às alterações climáticas e a aproximação do pico do petróleo expõem a crise energética mundial que se avizinha. Em Portugal, o mercado da construção está em crise, associado a indicadores muito negativos de envelhecimento, desocupação e de ineficiência energética do edificado existente. Esta realidade pode representar uma oportunidade para o segmento da reabilitação de edifícios, capaz de estimular e de valorizar este mercado, com o incremento de estratégias de eficiência energética.

Pretende-se identificar soluções técnicas de reabilitação de edifícios capazes de optimizarem o seu desempenho energético e avaliar o resultado de diferentes níveis de intervenção. A análise das principais tendências do mercado português estabelece o segundo objectivo.

As vantagens dos processos de reabilitação de edifícios são aqui evidenciadas através da vertente construtiva e sistemas energéticos activos, utilizando dois casos-estudo com características construtivas dos anos 50 e 70, do tipo residencial. É demonstrado que o potencial de redução da factura energética de climatização e AQS, pela aplicação de medidas passivas, é superior a 50%, enquanto a instalação do solar térmico atinge os 10%. Quanto ao potencial de redução de emissões de GEE, o sistema solar térmico apresenta-se como a solução mais favorável. Foi comprovada a eficácia das propostas de intervenção de reabilitação na melhoria do desempenho energético, as quais envolvem um esforço financeiro significativo, pelo que a plena concretização deste potencial requer mecanismos de incentivo.

Para esclarecer os principais entraves ao desenvolvimento do mercado da reabilitação de edifícios, foram realizados inquéritos a empresas nacionais de construção, promoção e mediação imobiliária, projectistas e peritos qualificados na certificação energética. Para estes agentes, a estagnação do mercado da construção constitui uma oportunidade de negócio no segmento da reabilitação, com a tripla virtude de promover a eficiência energética, o ordenamento e requalificação urbana, e o sector da construção (em especial o segmento das pequenas e médias empresas).

## **Abstract**

The risks associated with the climate change and the approach of the oil peak expose the world energy crisis ahead. In Portugal, the building construction business is in crisis, associated with the very negative indicators of aging, uninhabited and energy inefficient buildings. This reality can be an opportunity for the refurbishing of buildings, capable of stimulate and enhance this market, by increasing energy efficiency strategies.

The aim of this dissertation is to identify technical solutions able to optimize energy performance and evaluate the result of different levels of intervention in the refurbishing market. The analysis of the key trends of the Portuguese building construction business sets the second goal.

The advantages of refurbishing processes are highlighted here through constructive techniques and active energy systems, using two case studies of residential type with design features of the 50's and 70's. It is shown that the potential for reducing energy costs with cooling and active systems for generating hot water, through the implementation of passive measures, is higher 50%, while the installation of solar heat systems can reach up to 10%. As for the potential for reducing GHG emissions, the optimal solution proved to be the solar thermal system. The energy performance proposals in refurbishing, which involve a significant financial effort, were proven, but the full realization of this potential requires incentive mechanisms.

To clarify the main obstacles in the refurbishing development, surveys were carried out among national firms of building construction and real estate promotion, as well as designers and experts in the energy certification. For these agents, the stagnation of the building construction market is a business opportunity in the segment of refurbishing, with the triple virtue of promoting energy efficiency, planning and urban regeneration, and building construction (especially the segment of small and medium-sized enterprises).

## Acrónimos

ADENE – Agência para a Energia

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

AQS – Águas quentes sanitárias

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive

EUROSTAT - Gabinete de Estatísticas da União Europeia

GEE – Gases de efeito de estufa

GN – Gás natural

GPL – Gás de petróleo liquefeito

INE – Instituto Nacional de Estatística

INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

IRS – Imposto sobre rendimento de pessoa singular

IVA – Imposto sobre o valor acrescentado

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MW – Megawatt

PIB – Produto Interno Bruto

PNAEE – Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética

PQ – Perito Qualificado

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSCese – Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios

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

UE – União Europeia



# Índice de matérias

Agradecimentos .....	iii
Sumário.....	v
Abstract.....	vi
Acrónimos .....	vii
Índice de matérias .....	ixiii
Índice de figuras .....	xiii
Índice de quadros.....	xvii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objectivos e âmbito .....	5
1.3 Organização da dissertação.....	5
2 Revisão da literatura .....	7
2.1 Caracterização do parque edificado.....	7
2.2 Mercado da reabilitação de edifícios .....	12
2.2.1 Reabilitação urbana.....	12
2.2.2 Programas de reabilitação .....	14
2.2.3 Novo regime jurídico .....	16
2.3 Especificidades do processo de reabilitação .....	17
2.3.1 Exigência na intervenção .....	17
2.3.2 Qualificação das empresas e profissionais.....	18
2.4 Política de eficiência energética em edifícios.....	19
2.5 Soluções passivas na reabilitação .....	21
2.5.1 Estratégias de climatização .....	21
2.5.2 Isolamento térmico.....	23
2.5.3 Coberturas verdes.....	32

2.5.4	Caixilharias e vãos envidraçados .....	32
2.5.5	Sombreamento pelo exterior .....	37
2.5.6	Parede de Trombe .....	41
2.5.7	Ventilação natural e arrefecimento passivo .....	42
2.6	Soluções activas na reabilitação .....	46
2.6.1	Sistemas solares térmicos .....	46
2.6.2	Sistemas de micro-produção .....	51
2.7	Certificação energética como estratégia .....	61
2.7.1	Legislação aplicável.....	61
2.7.2	Sistemas voluntários .....	63
3	Metodologia.....	65
3.1	Âmbito .....	65
3.2	Análise de soluções construtivas no sector habitacional .....	66
3.2.1	Metodologia de cálculo.....	66
3.2.2	Moradia unifamiliar .....	67
3.2.3	Fracção autónoma .....	69
3.3	Estudo do mercado dos principais agentes no processo de reabilitação.....	72
3.3.1	Especificações do método de análise .....	72
3.3.2	Sector da construção .....	72
3.3.3	Sector da promoção e mediação imobiliária.....	73
3.3.4	Projectistas .....	74
3.3.5	Peritos qualificados .....	75
4	Análise do desempenho de casos-estudo.....	77
4.1	Desempenho face ao RCCTE .....	77
4.2	Desempenho ambiental.....	89
4.3	Desempenho económico .....	91
4.4	Representatividade no mercado e perspectivas globais.....	96

5 Inquérito aos agentes do mercado da reabilitação .....	99
5.1 Dimensão da amostra do estudo .....	99
5.2 Análise dos resultados do inquérito por agente .....	99
5.2.1 Sector da construção .....	99
5.2.2 Sector da promoção e mediação imobiliária.....	102
5.2.3 Projectistas .....	105
5.2.4 Peritos qualificados .....	109
5.3 Análise comparativa dos agentes .....	110
5.4 Entrevistas técnicas.....	114
5.4.1 Arquitecta Lívia Tirone.....	114
5.4.2 Engenheiro Vítor Córias e Silva.....	115
6 Conclusões.....	119
6.1 Principais resultados .....	119
6.1.1 Potencial de requalificação .....	119
6.1.2 Inquérito aos agentes.....	122
6.2 Recomendações .....	124
6.3 Desenvolvimentos futuros .....	125
Referências bibliográficas .....	127
Apêndice 1 .....	137
Apêndice 2.....	139
A. 2.1 Inquérito ao sector da construção .....	139
A. 2.2 Inquérito ao sector da promoção e mediação.....	141
A. 2.3 Inquérito a projectistas.....	144
A. 2.4 Inquérito a peritos qualificados.....	147
Apêndice 3.....	150
A. 3.1 Sector da construção .....	150
A. 3.2 Sector da promoção e mediação imobiliária.....	152

A. 3.3 Projectistas .....	155
A. 3.4 Peritos qualificados .....	158

## Índice de figuras

Figura 1.1. Relação entre o consumo de energia final, o PIB da economia nacional e a intensidade energética, entre 1990 e 2007, em Portugal (Adaptado da DGEG) .....	2
Figura 1.2. Evolução e distribuição do consumo de energia final por sector de actividade, em Portugal, entre 1990 e 2007 (Adaptado da DGEG).....	3
Figura 2.1. Evolução da distribuição do stock habitacional na UE-25 (Fonte: European Commission, Institute for Prospective Technological Studies, 2008).....	7
Figura 2.2. Número de famílias e número de fogos segundo as categorias: <i>stock</i> habitacional, segunda habitação e habitações vagas, entre 2004 e 2010 (* previsão) (Adaptado do Euroconstruct, 2008 e do INE, 2009).....	8
Figura 2.3. Evolução do número de edifícios concluídos em Portugal e do seu desenvolvimento demográfico, entre 1970 e 2007 (Adaptado do INE).....	9
Figura 2.4. Distribuição do número de edifícios concluídos em construções novas por destino, em Portugal, 2007 (Fonte: INE, 2007) .....	10
Figura 2.5. Evolução da variação percentual do investimento nacional e da Europa Ocidental em nova construção e renovação residencial, entre 2004 e 2010 (* previsão) (Adaptado do Euroconstruct, 2008) .....	11
Figura 2.6. Sistema de ganho directo num edifício orientado a Sul durante o Inverno (a) e durante o Verão (b) (Fonte: Gonçalves e Cabrito, 2006) .....	22
Figura 2.7. Evolução das fachadas em Portugal, desde a década de 40 à década de 90 .....	26
Figura 2.8. Isolamento térmico aplicado na caixa-de-ar em paredes duplas (imagem do lado esquerdo) e aplicado pelo exterior em paredes simples (imagem do lado direito) (Fonte: Peixoto de Freitas, 2002).....	27
Figura 2.9. Solução de isolamento térmico em cobertura inclinada (Fonte: <a href="http://www.imperialum.com">www.imperialum.com</a> ).....	29
Figura 2.10. Solução de isolamento térmico em cobertura tradicional, mantendo a acessibilidade.....	30
Figura 2.11. Solução de isolamento térmico em cobertura invertida, com acessibilidade.....	30

Figura 2.12. Evolução dos materiais utilizados na caixilharia ao longo do tempo (Fonte: Chaves, 2004) .....	34
Figura 2.13. Movimento Solar (Fonte: Garrido, 2008) .....	38
Figura 2.14. Lamelas fixas em plano horizontal (Fonte: <a href="http://www.hunterdouglascontract.com">www.hunterdouglascontract.com</a> ) ..	39
Figura 2.15. Malhas metálicas (Fonte: <a href="http://guiademateriais.construir.pt">http://guiademateriais.construir.pt</a> ).....	39
Figura 2.16. Fachada Sul com estores de lâminas, reguláveis individualmente, abertos durante o Inverno (a) e fechados durante o Verão (b) (Fonte: Gonçalves e Cabrito, 2006) .....	40
Figura 2.17. Exemplo de aplicação de lamelas de sombreamento em chapa de alumínio, com ângulo máximo de abertura de 120° (Fonte: Cruzfer) .....	40
Figura 2.18. Parede de Trombe com orientação Sul (Fonte: <a href="http://www.ikaza.com.pt">http://www.ikaza.com.pt</a> ) .....	42
Figura 2.19. Exemplo de uma solução de arrefecimento evaporativo no Lagoas Park, em Oeiras.....	44
Figura 2.20. Sistema de aquecimento e arrefecimento Solar: a procura e a oferta num edifício típico .....	46
Figura 2.21. Área de colectores solares a instalar por sector até 2010 tendo por base o conceito.....	48
Figura 2.22. Evolução anual da área instalada de colectores solares em Portugal (Fonte: ADENE, 2009) .....	49
Figura 2.23. Distribuição do mercado global fotovoltaico em 2008 (Fonte: EPIA, 2009) .....	53
Figura 2.24. Evolução histórica da potência total instalada em fotovoltaica, em Portugal Continental .....	54
Figura 2.25. Sistema fotovoltaico em cobertura inclinada, Thyrnau/Áustria (Fonte: <a href="http://ertex-solar.at">http://ertex-solar.at</a> ) .....	55
Figura 2.26. Efeito gerado pela utilização de células solares cristalinas semi-transparentes, University of East Anglia, Norwich/Reino Unido (Fonte: European Photovoltaic Technology Platform, 2007).....	56
Figura 2.27. Painéis fotovoltaicos com funcionalidades de sombreamento e produção de electricidade, Sunbury Building, Ashford/Reino Unido (Fonte: European Photovoltaic Technology Platform, 2007).....	56

Figura 2.28. Exemplo de uma micro-turbina eólica, em posição vertical, fixada à parede de um edifício em Camberwell/Londres (Fonte: English Heritage, 2008) .....	58
Figura 2.29. Curva de eficiência eléctrica das diferentes tecnologias de micro-eólicas .....	59
Figura 2.30. Classificação energética (Fonte: ADENE, 2009).....	62
Figura 3.1. Metodologia do primeiro objectivo.....	65
Figura 4.1. Resultado do SolTerm da energia anual fornecida pelo sistema solar térmico da moradia unifamiliar, localizada em Oeiras.....	82
Figura 4.2. Gráfico comparativo dos indicadores energéticos de cada cenário de reabilitação da moradia unifamiliar, localizada em Oeiras .....	84
Figura 4.3. Integração do solar térmico em varandas (Fonte: <a href="http://www.inbalance-energy.co.uk">www.inbalance-energy.co.uk</a> ).86	
Figura 4.4. Resultado do SolTerm da energia anual fornecida pelo sistema solar térmico da fracção autónoma, com orientação N/S e E/O, localizada no Porto.....	87
Figura 4.5. Gráfico comparativo dos indicadores energéticos de cada cenário de reabilitação da fracção autónoma, segundo as orientações: N/S e E/O, localizada no Porto.....	89
Figura 4.6. Gráfico comparativo das emissões anuais de gases de efeito estufa,.....	90
Figura 4.7. Resultado do SolTerm da análise económica do sistema solar térmico seleccionado.....	92
Figura 4.8. Análise dos benefícios económicos e ambientais resultantes de cada intervenção proposta para a moradia unifamiliar, localizada em Oeiras .....	95
Figura 5.1. Volume de negócio das principais áreas de trabalho desenvolvidas pelas construtoras nacionais, em 2008.....	100
Figura 5.2. Volume de negócio das principais áreas de trabalho das empresas de construção, previsto para 2009 .....	101
Figura 5.3. Volume de negócio das principais áreas de trabalho desenvolvidas pelos promotores e mediadores imobiliários, em 2008 .....	103
Figura 5.4. Volume de negócio das principais áreas de trabalho dos promotores e mediadores imobiliários, previsto para 2009 .....	104
Figura 5.5. Volume de negócio das principais áreas de trabalho desenvolvidas pelos projectistas, em 2008 .....	107

Figura 5.6. Volume de negócio das principais áreas de trabalho dos projectistas, previsto para 2009 .....	107
Figura 5.7. Considerações dos diferentes agentes de mercado sobre a reabilitação e classificação.....	111
Figura 5.8. Maiores obstáculos ao mercado da reabilitação de edifícios apontados pelos projectistas, promotores e mediadores imobiliários, e construtoras.....	112
Figura 5.9. Considerações sobre a actual regulamentação para a eficiência energética em edifícios existentes: RCCTE e RSECE .....	113
Figura 5.10. Grau de conhecimento dos clientes relativamente à aplicação dos regulamentos: RCCTE e RSECE .....	113

## Índice de quadros

Quadro 2.1. Características térmicas do parque imobiliário europeu (Fonte: ECOFYS, 2005) .....	25
Quadro 2.2. Soluções de execução do isolamento térmico em pavimentos .....	31
Quadro 2.3. Propriedades dos materiais de caixilharia (Fonte: <a href="http://www.efficientwindows.org">www.efficientwindows.org</a> )..	35
Quadro 2.4. Incentivos e benefícios fiscais à aquisição de equipamentos de energia solar .....	50
Quadro 2.5. Tarifa de microprodução em regime bonificado segundo o tipo de energia renovável .....	52
Quadro 2.6. Características de alguns sistemas de cogeração .....	60
Quadro 3.1. Características das soluções construtivas que compõem o cenário 0.....	67
Quadro 3.2. Características dos materiais e soluções de construção que compõem o cenário 1 .....	68
Quadro 3.3. Características das soluções construtivas que compõem o cenário 0.a.....	70
Quadro 3.4. Características das soluções construtivas que compõem o cenário 1.a.....	71
Quadro 4.1. Coeficientes de transmissão térmica da envolvente .....	77
Quadro 4.2. Coeficientes de transmissão térmica linear .....	78
Quadro 4.3. Factores solares admitidos pela presença de protecções solares activadas a 100% .....	78
Quadro 4.4. Designação dos cenários do caso-estudo da moradia unifamiliar, .....	79
Quadro 4.5. Indicadores de necessidades energéticas da moradia unifamiliar, localizada em Oeiras.....	80
Quadro 4.6. Designação dos cenários dos casos-estudo da fracção autónoma .....	84
Quadro 4.7. Indicadores de necessidades energéticas da fracção autónoma, localizada no Porto, .....	85
Quadro 4.8. Potencial de redução de emissões de GEE da moradia unifamiliar e da fracção autónoma, .....	90
Quadro 4.9. Custo de cada intervenção proposta nos cenários 1; 2 e 3 (IVA incluído).....	91

Quadro 4.10. Consumo anual (custo em euros) de energia eléctrica no aquecimento e arrefecimento e de gás natural, em AQS, na moradia unifamiliar localizada em Oeiras.....	93
Quadro 4.11. Período de retorno do capital investido nas soluções de melhoria da eficiência energética na moradia unifamiliar, localizada em Oeiras.....	94
Quadro 4.12. Aspectos construtivos, custo da construção nova, preço médio de oferta no mercado .....	96
Quadro 4.13. Custo da reabilitação e relação entre o custo da construção nova e do custo de mercado com o da reabilitação, para cada cenário de intervenção.....	97
Quadro 5.1. Estatísticas de resposta aos inquéritos .....	99
Quadro 5.2. Técnicas requeridas pelo cliente, em reabilitação de edifícios.....	102
Quadro 5.3. Técnicas promovidas em projectos de reabilitação de edifícios.....	105
Quadro 5.4. Técnicas aplicadas em projectos de reabilitação .....	108
Quadro 5.5. Medidas de melhoria propostas pelo perito qualificado.....	110
Quadro 5.6. Resultados da entrevista à Arquitecta Lívia Tirone .....	114
Quadro 5.7. Resultados da entrevista ao Engenheiro Vítor Córias e Silva .....	116
Quadro A. 1.1. Agentes de mercado que participaram no estudo sobre eficiência energética na manutenção e reabilitação de edifícios.....	137

# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

A problemática da dependência energética tem conduzido ao desenvolvimento de directivas comunitárias e outras políticas com potencial para melhorar a sua eficiência, reduzir a sobreexploração dos recursos energéticos disponíveis e consequentemente, mitigar os impactes económicos, sociais e ambientais.

Segundo o *World Energy Council*, a melhoria da eficiência energética em todos os domínios da economia dever-se-á tornar uma questão prioritária na política europeia, tornando obrigatória a aplicação de regulamentos e normas de eficiência energética em todos os sectores (WEC, 2008).

Actualmente, a União Europeia (UE-27) importa 53% da energia que consome e as previsões apontam para o aumento desta dependência, causada pela elevada ineficiência no uso da energia (Eurostat, 2008). Segundo dados do Eurostat, Portugal apresentou em 2006 uma dependência energética extrema de 83%, quando comparado com outros países da UE, chegando a atingir 87% no ano de 2005.

Em 2005, o Eurostat revelou que a intensidade energética portuguesa foi superior à média da UE dos 25 países em 17,8% e superior em 30,6% à dos 15 países mais desenvolvidos. De acordo com a estimativa do Banco de Portugal, a economia portuguesa registou em 2007 um crescimento de 1,9% do seu Produto Interno Bruto (PIB), evidenciando uma trajectória claramente crescente.

Contudo, a actividade económica em Portugal tem desacelerado desde finais de 2007, impulsionado pelo fraco investimento e diminuição das exportações, justificados pela estagnação da procura. A frágil situação financeira global torna a economia portuguesa particularmente sensível a este cenário (Comissão Europeia, Interim Forecast, 2009).

A figura 1.1 descreve a relação entre o consumo de energia final em Portugal e o PIB, entre os anos 1990 e 2007.

A intensidade energética da economia nacional é um indicador de desperdício por baixa eficiência de utilização, e excessiva utilização não produtiva de energia final, determinado pelo rácio entre o consumo energético e a produção económica. As tendências de eficiência energética identificadas por este indicador, permitem auxiliar os responsáveis nas tomadas de decisão.

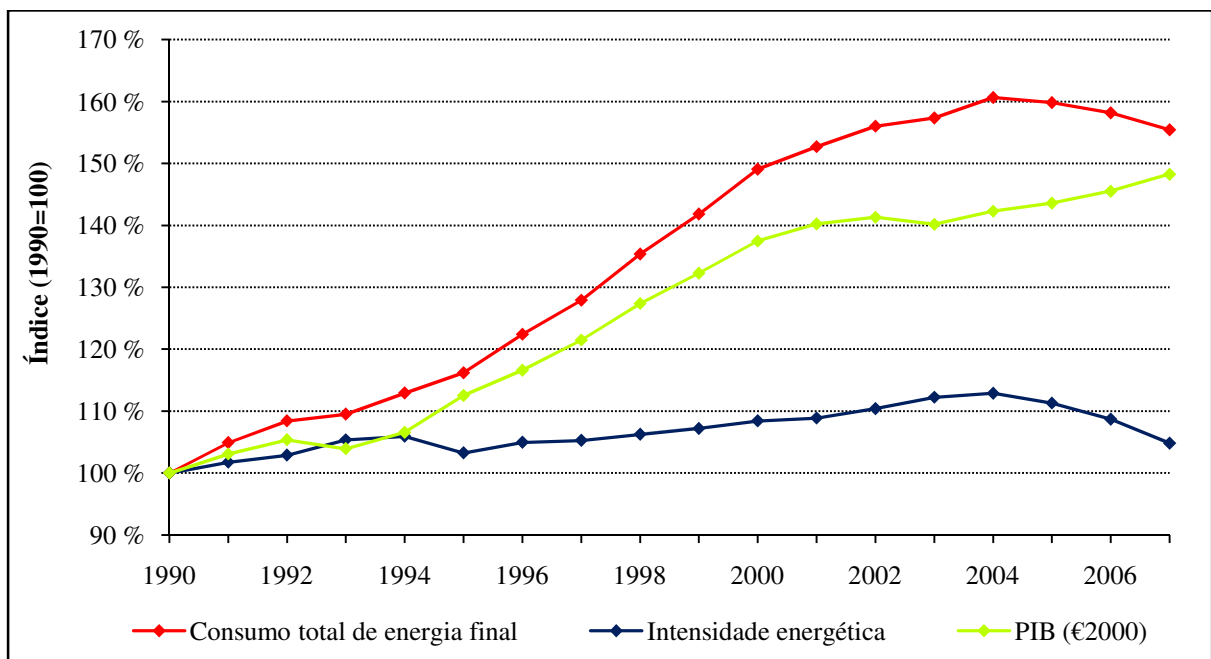


Figura 1.1. Relação entre o consumo de energia final, o PIB da economia nacional e a intensidade energética, entre 1990 e 2007, em Portugal (Adaptado da DGEG)

Neste período, de 1990 a 2007, é possível constatar que até 2001 o consumo total de energia final e o indicador de riqueza nacional apresentaram uma evolução semelhante, só a partir desse ano o consumo de energia cresceu mais rapidamente do que o PIB, provocando o aumento da intensidade energética até 2005.

Um estudo realizado pela Comissão Europeia, *2020 vision: Saving our energy*, estima o potencial de poupança energética da UE para 2020, em cerca de 27% e 30% do consumo total de energia final nos edifícios residenciais e comerciais, respectivamente (Comissão Europeia, 2007). Porém, é de salientar que a poupança prevista dependerá da melhoria da intensidade energética, provocada não só por factores estruturais, como também por políticas anteriores, pela substituição natural da tecnologia, ou ainda por variações nos preços da energia.

De acordo com os balanços energéticos, publicados pela DGEG, em Portugal o consumo de energia final aumentou 55% num período de dezassete anos, entre 1990 e 2007.

A figura 1.2. indica que até 2005 esta tendência persistiu em todos os sectores de actividade, com excepção do da agricultura e pescas. Contudo, entre 2004 e 2007 verificou-se uma crescente melhoria (diminuição) no nível de intensidade energética do país, e uma redução pouco acentuada do consumo energético final em todos os sectores.

Os sectores dos transportes e da indústria são grandes consumidores de energia, no entanto, os edifícios são responsáveis por mais de 40% do consumo de energia final na Europa e por 29% em Portugal (DGEG, 2007). No ano de 2007, o sector residencial representou 17% do consumo de energia final do país, correspondente a 133 812 TJ, e o

sector dos serviços 12%, tendo vindo a ganhar maior representatividade ao longo dos últimos dez anos.

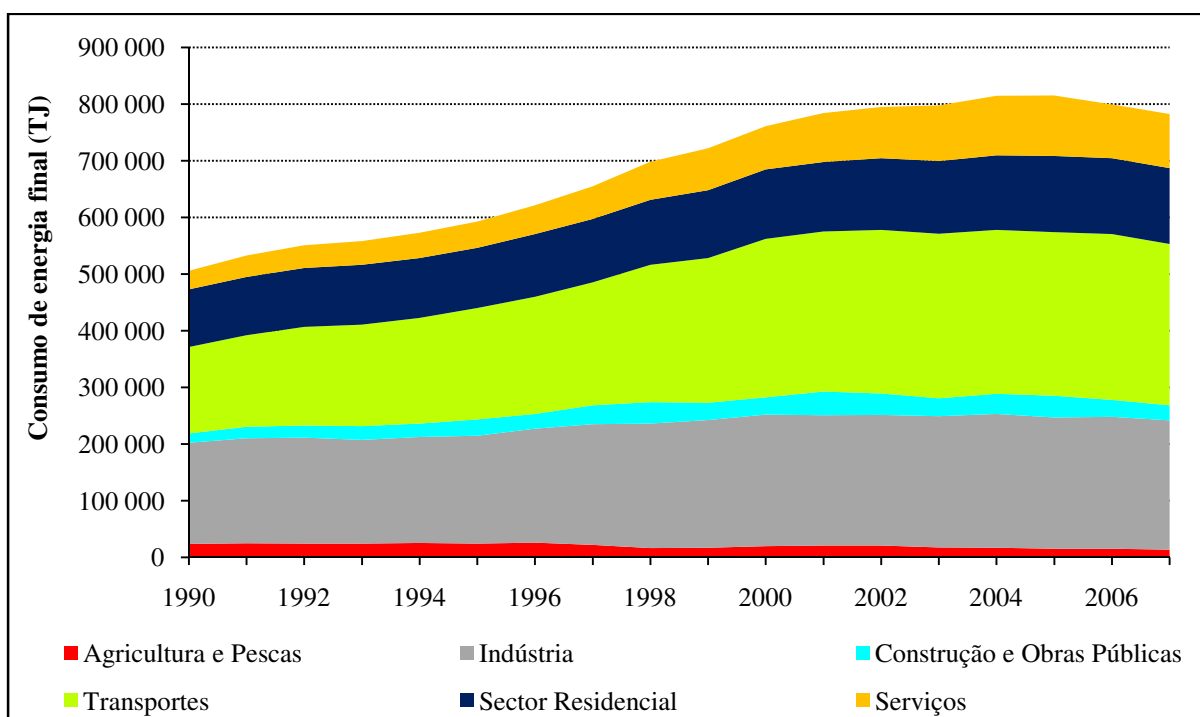


Figura 1.2. Evolução e distribuição do consumo de energia final por sector de actividade, em Portugal, entre 1990 e 2007 (Adaptado da DGEG)

Está claro que o sector dos edifícios (residencial e serviços), durante a sua exploração e utilização ao longo dos anos, contribui significativamente para o problema das alterações climáticas e portanto, deve ser elemento central para uma solução. A fase de utilização dos edifícios é responsável por 85% dos impactes ambientais associados a este sector, sendo merecedora de uma maior atenção (Tirone e Nunes, 2009).

As alterações climáticas extremas são um dos factores que conduzem ao progressivo aumento da procura de conforto, aliado a um maior nível de bem-estar económico, pelo que será de prever o crescimento acentuado das necessidades energéticas locais. Todavia, esta tendência poderá ser colmatada através da adopção de comportamentos que reduzam a pressão sobre os recursos, cada vez mais visível nas sociedades modernas.

Em condições normais, o aquecimento e o arrefecimento de um imóvel são os factores de maior consumo de energia final e têm uma forte relação com a concepção dos edifícios. Embora em menor escala, o consumo energético inerente à produção material, transporte, construção e demolição de edifícios, também deverá ser contabilizado e discutido durante todo o seu ciclo de vida (Gu, 2007).

Da mesma forma que os edifícios enfraquecem os níveis globais de sustentabilidade económica, social e ambiental, constituem por si só um elevado potencial de poupança, em

termos energéticos, com implicações na redução da factura energética e de emissões de gases de efeito de estufa (GEE).

É desejável que o sector da construção assuma um papel fundamental no desenvolvimento sustentável da economia nacional e assim, o desempenho energético dos edifícios torna-se um alvo de análise e de intervenção prioritário. A importância do sector da construção na economia nacional é também evidenciada pelo peso que representa no PIB, correspondente a 16,2% (Euroconstruct, 2008). A reabilitação do parque edificado existente tem potencial para se tornar um dos grandes dinamizadores da economia.

A grave crise económico-financeira veio expor a fragilidade de um mercado já em queda, o da construção, constituindo-se um dos sectores mais penalizados desde 2001, com sinais de agravamento (INE, 2008). Em 2008, e pelo sétimo ano consecutivo, a produção do sector da construção voltou a registar uma quebra de 3,1% (FEPICOP, 2009).

Uma vez que, a renovação do actual parque construído em Portugal é de cerca de 2% ao ano, existe um enorme potencial de melhoria na economia do sector energético e na integração de energias renováveis em relação às necessidades de reabilitação dos edifícios existentes (Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia, 2002). Tendencialmente, a requalificação urbana ganhará espaço nos investimentos dos mercados imobiliários e os consumidores serão confrontados com um sector adaptado às circunstâncias da realidade económica do país.

A reabilitação do parque edificado já existente constitui uma via privilegiada para atingir os objectivos de sustentabilidade, baseados na definição de um limite de exploração de recursos. Como alternativa à construção nova, evita a ocupação de território, o consumo desnecessário de recursos, a produção em larga escala de resíduos e efluentes, bem como a alteração de ecossistemas naturais. Em complemento, aumenta a vida útil dos edifícios, rentabilizando os recursos já aplicados (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2007), e representa uma oportunidade para a integração de estratégias de eficiência energética nos edifícios.

A evidência de que o investimento inicial de uma reabilitação é recuperável num período de tempo relativamente curto, considerando o tempo de vida útil de um edifício, será também um dos fundamentos para a sua concretização. Outros, como a redução do impacto do consumo energético dos edifícios sobre o ambiente, a melhoria da qualidade do ar interior dos edifícios e consequente melhoria da saúde dos seus ocupantes, serão aqueles que mais dificilmente estarão na base duma decisão deste tipo, visto a sua tradução monetária ser de mais difícil apreensão pelo utilizador do edifício ou pelo investidor (ITIC, 2008).

## 1.2 Objectivos e âmbito

O quadro da actividade da construção e a sua relevância para o equilíbrio da economia, colocam a reabilitação de edifícios como uma janela de oportunidade de negócio a explorar pelas empresas. Este investimento insere-se num panorama desfavorável de excesso de oferta de construção nova, planos de urbanismo desajustados que conduziram a um crescimento desordenado e centros urbanos esvaziados. A reabilitação surge assim como uma alternativa viável para a valorização do parque edificado e estrutura urbana, promovida por políticas nacionais e da UE. Simultaneamente, a definição de critérios de qualidade na reabilitação inclui um carácter prioritário na melhoria da eficiência energética.

O primeiro objectivo do presente estudo consiste em promover o investimento em reabilitação, com uma componente de melhoria do desempenho energético, por parte dos agentes interessados no sector da construção e imobiliário, destacando-se as empresas construtoras, agentes imobiliários, autarquias e promotores da reabilitação urbana.

O âmbito deste trabalho remete para uma avaliação cuidada de todas as soluções que possam constituir oportunidades na optimização do desempenho energético dos edifícios, bem como, no alargamento do seu tempo de vida útil, com benefícios ambientais.

A metodologia utilizada pretendeu desenvolver modelos de reabilitação capazes de identificar diferentes níveis de intervenção, custos e benefícios resultantes. Simultaneamente, através dos principais agentes do mercado da construção, pretendeu-se descrever e explicar a actual situação do mercado português, avaliar as tendências de melhoria da eficiência energética do parque edificado, e discutir com os parceiros estratégias para transformar os potenciais de melhoria em oportunidades de negócio.

Interessa ainda, estimular a responsabilidade ambiental a par de uma maior modernização no processo de renovação dos edifícios existentes.

## 1.3 Organização da dissertação

No primeiro capítulo, a título de enquadramento, fez-se referência ao estado de dependência energética europeia e nacional, e à importância do consumo energético nos edifícios, em termos económicos, ambientais e sociais.

A estrutura do parque edificado português é descrita no segundo capítulo, através da dimensão do *stock* habitacional, do tipo de utilização dos edifícios, da evolução do sector da construção e actuais dificuldades deste sector. As orientações do mercado de reabilitação de edifícios são igualmente tratadas neste capítulo, através da identificação do potencial de actuação, descrição das oportunidades económicas e ambientais e intenções do Governo, ao nível de programas legislativos e de apoio à reabilitação de edifícios. Também são

esclarecidos os aspectos que se relacionam com a especificidade das intervenções de reabilitação, através do nível de exigência nos procedimentos e de competências técnicas. São igualmente definidos os planos decorrentes da política europeia e nacional, que apoiam a requalificação do edificado existente. Ainda no capítulo dois, são descritas individualmente soluções construtivas energeticamente eficientes, diferenciando as passivas das activas, considerando as vantagens e desvantagens de cada uma no contexto da reabilitação. Os sistemas de certificação obrigatória e voluntária dos edifícios são analisados como estratégia de promoção à actividade de reabilitação.

A metodologia do estudo desenvolvido divide-se em duas secções, tratadas no capítulo três. A primeira caracteriza cada caso-estudo e descreve os cenários de reabilitação e as estratégias de intervenção desenvolvidas. Na segunda, é apresentada a estrutura da análise dos principais agentes do mercado da reabilitação.

No capítulo quatro são divulgados e discutidos os resultados das intervenções de reabilitação de cada caso-estudo face ao RCCTE, incluindo o desempenho ambiental e económico.

Os resultados do estudo de mercado da reabilitação são apresentados detalhadamente, por sector de actividade, no capítulo cinco, assim como a publicação de duas entrevistas técnicas a especialistas do sector.

No capítulo seis são apresentadas as conclusões, recomendações e desenvolvimentos futuros para a consolidação dos resultados obtidos.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Caracterização do parque edificado

A idade do parque edificado pode auxiliar a identificação das características físicas dos edifícios e dar uma indicação sobre o actual estado da construção, incluindo a sua qualidade térmica. No entanto, esta qualidade depende também se, e em que medida, o *stock* de edifícios foi renovado (Itard, *et al.*, 2008).

Um estudo realizado pela Comissão Europeia apresenta a evolução da distribuição do *stock* de edifícios residenciais na UE-25, conforme representado na figura 2.1., a qual evidencia um aumento generalizado após a década de 60, em Portugal e nos restantes países da Europa.

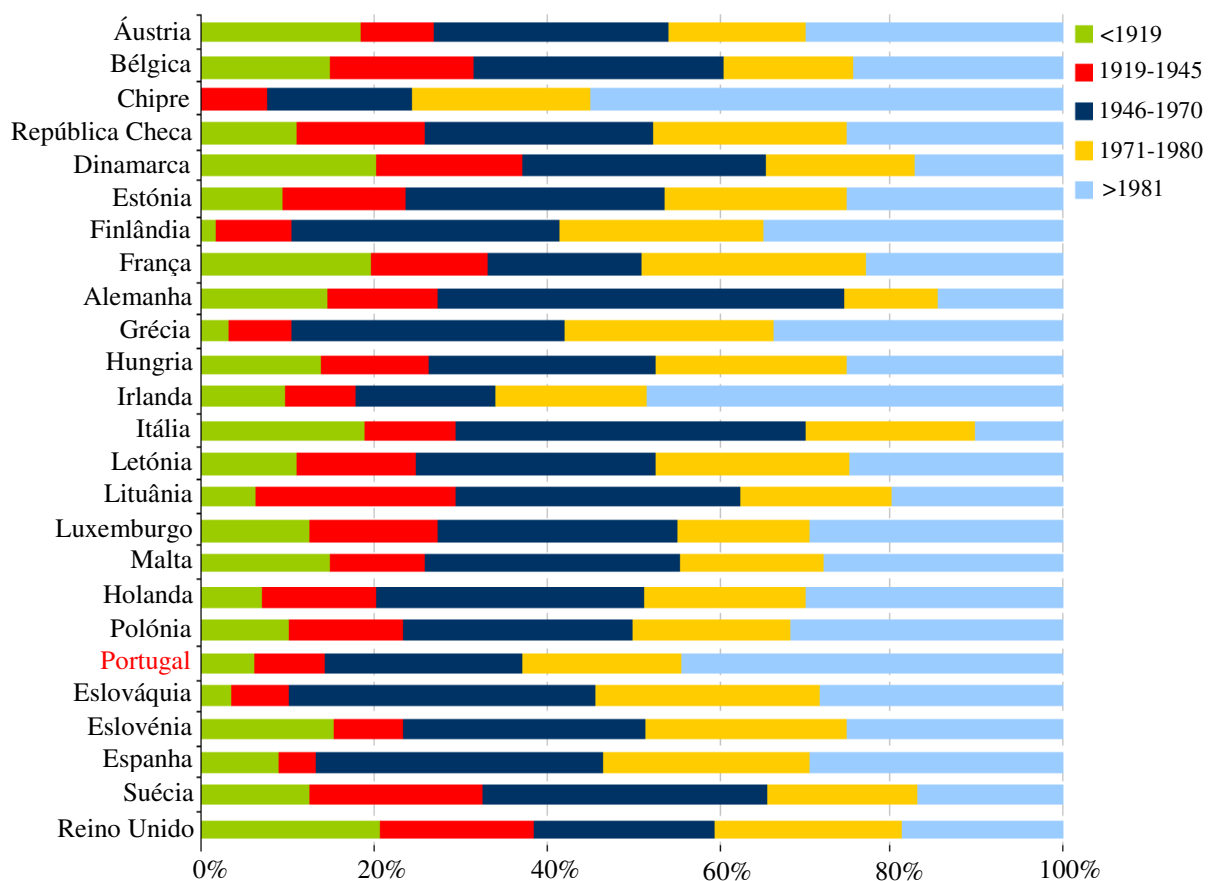


Figura 2.1. Evolução da distribuição do stock habitacional na UE-25 (Fonte: European Commission, Institute for Prospective Technological Studies, 2008)

Dependendo do país, na Europa o alojamento em habitação própria representa 35% a 62% do *stock* total, especialmente com uma elevada percentagem em Inglaterra, 70% (Itard, *et al.*, 2008). De acordo com o Euroconstruct, Portugal apresenta um elevado *stock* de habitações e prevê o seu crescimento para 2009 e 2010, o que significa que existe um desajustamento entre a potencial oferta e a real procura de habitação em Portugal no contexto

da crise actual (Euroconstruct, 2008). Esta situação remete para uma preocupação adicional, como seja o consumo de importantes recursos e a ocupação valiosa do solo urbano.

Com base nas ‘Estatísticas da Construção e Habitação – 2007’, o parque habitacional português, em 2007, representava perto de 3,4 milhões de edifícios para habitação familiar clássica e aproximadamente 5,6 milhões de fogos (INE, 2008). Este valor poderá ser traduzido em número de fogos destinados à primeira habitação, segunda habitação ou habitações vagas.

O termo “habitação vaga” diz respeito a qualquer imóvel residencial que se encontra para venda, arrendamento, ou demolição. Também os edifícios que não têm qualquer utilização, os devolutos, têm um peso significativo nesta categoria; aqueles que se encontram desocupados por um período superior a um ano, e que não tenham contratos activos com empresas de serviços (Decreto-Lei n.º 159/2006, 8 de Agosto).

A figura 2.2. caracteriza o parque habitacional português, entre os anos 2004 e 2010, segundo o tipo de utilização dos fogos existentes.

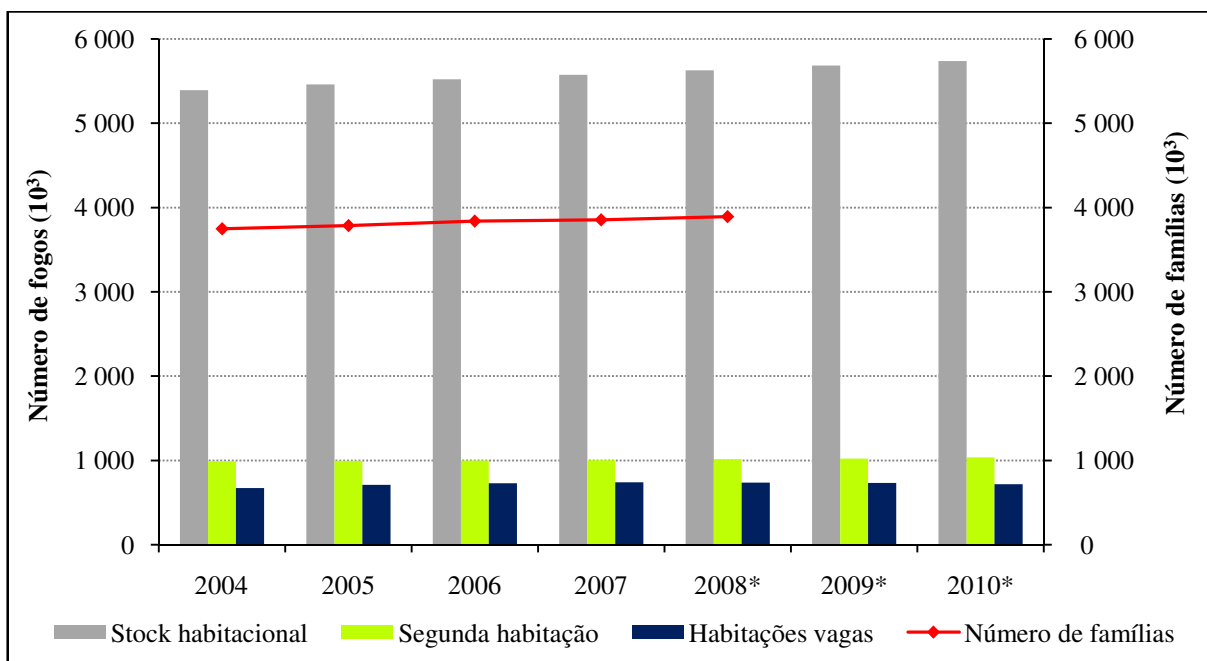


Figura 2.2. Número de famílias e número de fogos segundo as categorias: *stock* habitacional, segunda habitação e habitações vagas, entre 2004 e 2010 (\* previsão) (Adaptado do Euroconstruct, 2008 e do INE, 2009)

Em 2007 o território nacional compreendia 741 mil habitações vagas e mais de 1 milhão de segundas habitações. Na cidade de Lisboa, em 2001, já existiam 40 mil fogos devolutos, perto de 14% do total de alojamentos clássicos do parque habitacional (INE, Censos, 2001). Os edifícios devolutos têm despertado a preocupação pelo cenário de degradação e abandono, em especial nos centros antigos da cidade, não sendo, por isso, atractivos para novos residentes e investimentos, contribuindo para o declínio económico da área de influência (EPUL, 2007).

Tendo como referência o ano 2007 e conhecendo o número total de famílias residentes em Portugal, facilmente se determina o número de habitações em excesso, relativamente ao que seria necessário. Consta-se que o número de habitações existentes supera em 45% as necessidades reais das famílias, ou seja, as residências destinadas a segunda habitação e aquelas que se encontram totalmente desocupadas (vagas) contribuem significativamente para a sobrelotação do actual parque habitacional. Em 2007 já existiam 1,45 habitações por família.

Embora o número de edifícios destinados a habitação familiar representem uma tendência crescente ao longo do tempo, importa estudar a sua variação e compreender os factos que conduziram a esta evolução.

A figura 2.3. relaciona a evolução da ocupação populacional com o número de edifícios para habitação construídos em território nacional, desde a década de 70 ao ano 2007.

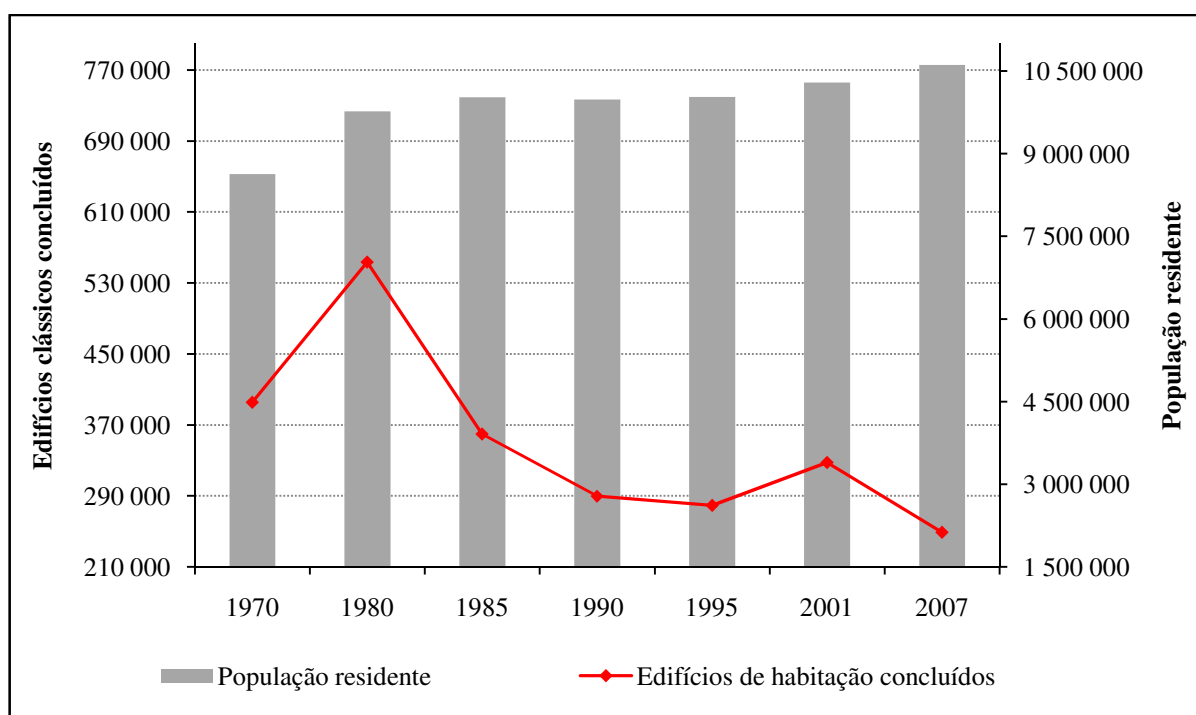


Figura 2.3. Evolução do número de edifícios concluídos em Portugal e do seu desenvolvimento demográfico, entre 1970 e 2007 (Adaptado do INE)

A forte redução da procura de habitação foi a principal limitação ao investimento deste sector, que logicamente se relaciona com a condição financeira das famílias e com a actual conjuntura económica, caracterizada pela instabilidade e incerteza (FEPICOP, 2009).

Também o indicador demográfico apoia as principais linhas de evolução do sector da construção, evidenciando a sua instabilidade após a década de 80. As transformações demográficas deixaram de ser explicadas pelo movimento natural (diferença entre nascimentos e óbitos), mas sim pela influência dos movimentos migratórios, em especial a imigração após o 25 de Abril de 1974 (INE, 2004).

Os indicadores da mudança económica e social dos últimos trinta anos são revistos na condição de ordenamento do território existente, traduzida na excessiva concentração de construção nos centros urbanos e assimetrias regionais na distribuição da população.

As dinâmicas políticas, económicas e demográficas em Portugal, desde meados da década de 70, tiveram forte influência na alteração dos padrões de utilização do território, com implicações no desordenamento, consequências ambientais e sociais. Na actualidade, a ausência de um mercado de arrendamento e de um sistema fiscal que favoreça objectivamente o crescimento urbano são factores que propiciam o desordenamento urbano (Cunha e Melo, 2007).

A dificuldade no acesso ao crédito, como resultado da subida das taxas de juro, representa uma das causas da redução do acesso à habitação própria, impulsionando o arrendamento de imóveis em Portugal. No entanto, a descapitalização dos senhorios sobre os edifícios antigos tem contribuído para o agravamento do estado de degradação do parque habitacional arrendado, com repercussão nos escalões de renda muito baixos (Paiva, *et al.*, 2006). Conforme citado pelo ‘Diário Económico’, segundo dados do Ministério da Justiça, em 2008 a crise no sector imobiliário provocou uma quebra de 18% na venda de imóveis, não tendo sido registado valor tão baixo desde há 15 anos.

Ainda que a actividade da nova construção seja responsável pela maior fatia do tipo de obras concluídas (80,5% em 2007), a reabilitação de edifícios tem ganho maior representatividade ao longo dos últimos anos, designadamente a execução de ampliações e alterações, com um contributo de 16,7% em 2007 (INE, 2007). Globalmente a parte da reparação e modernização, em particular do parque residencial, é ainda bastante inferior à do residencial novo, da engenharia civil e do edificado não residencial (Bordalo, *et al.*, 2005).

A habitação familiar apresenta-se como o tipo de ocupação mais predominante no mercado da nova construção, conforme evidenciado na figura 2.4..

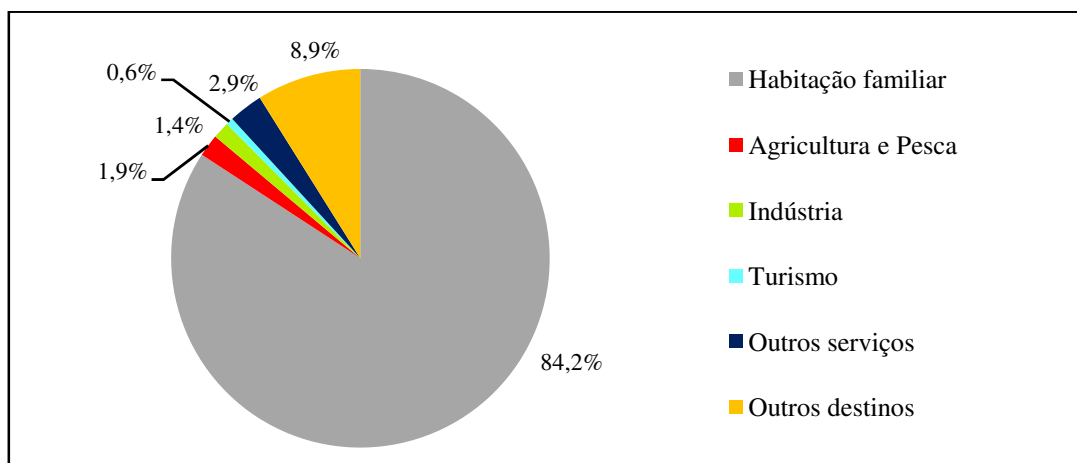


Figura 2.4. Distribuição do número de edifícios concluídos em construções novas por destino, em Portugal, 2007 (Fonte: INE, 2007)

Embora a estrutura actual (condições do mercado da habitação, custos de produção da construção nova, tendências dos rendimentos familiares, crescimento dos núcleos familiares), não comporte o seu desenvolvimento, a expansão do parque habitacional ainda é preponderante, ficando para trás um maior investimento sobre o parque edificado já existente, com potencialidades equiparadas à da nova construção e outras vantagens.

A figura 2.5. permite analisar a variação percentual, em termos reais, do investimento realizado em nova construção e renovação residencial em Portugal, por comparação com a média dos países da Europa Ocidental, entre 2004 e 2010.

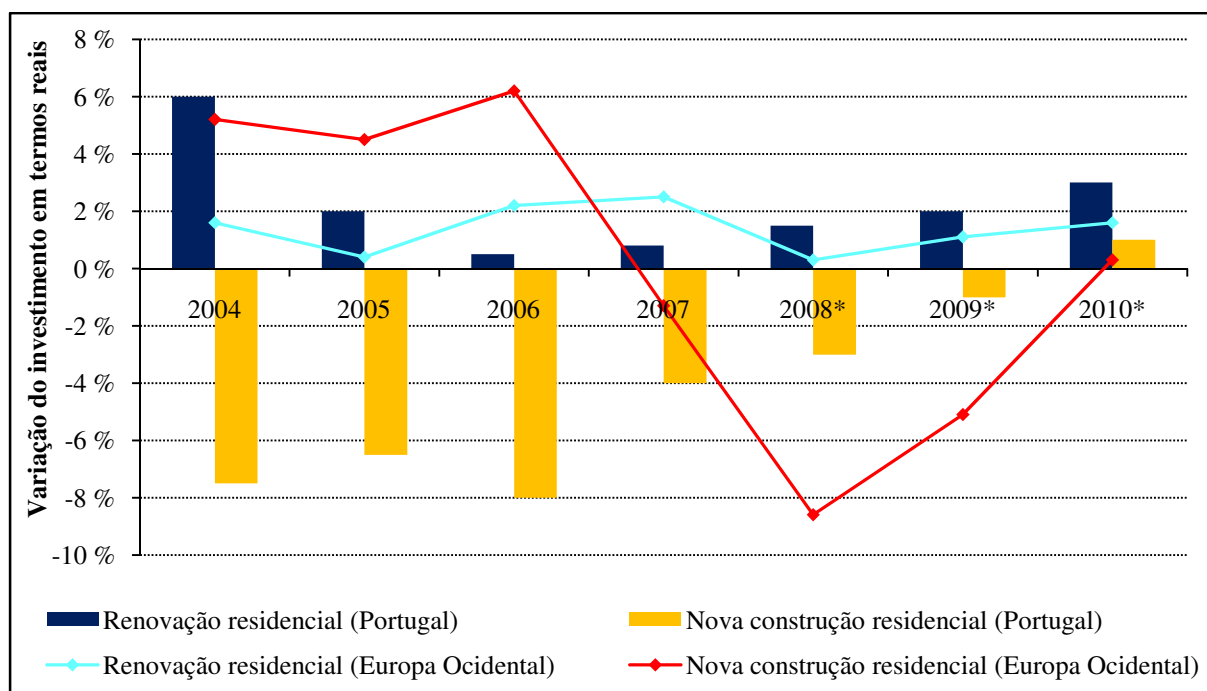


Figura 2.5. Evolução da variação percentual do investimento nacional e da Europa Ocidental em nova construção e renovação residencial, entre 2004 e 2010 (\* previsão) (Adaptado do Euroconstruct, 2008)

Estes valores permitem inferir sobre o mercado da nova construção residencial, comprovando-se que o cenário económico não tem sido favorável ao seu crescimento, com resultado na quebra da procura de nova construção em Portugal, ao contrário do que se verificou nos restantes países da Europa. A partir de 2007 verifica-se a coincidência de recessão em Portugal e na Europa, com a previsão de recuperação apenas em 2010.

Acompanhando este decréscimo, o segmento da renovação residencial em Portugal perde intensidade até 2006, vindo a recuperar com o sector da nova construção a partir de 2007. A actividade de renovação nacional, em 2006 e 2007, representou 23% e 32% desta actividade na Europa Ocidental, tendo vindo ganhar maior representatividade.

Neste contexto, a recuperação de imóveis degradados ou subutilizados, através da integração de materiais e tecnologias que melhorem o seu desempenho energético, poderá potenciar a abertura de um novo mercado dotado de novas competências, capaz de

acompanhar a evolução do mercado da nova construção. As edificações que apresentem necessidades de intervenção, seja ao nível da reabilitação ou da manutenção, poderão constituir uma aposta competitiva ao nível dos clientes e do mercado imobiliário em geral.

As alterações dos planos de actividade dos diferentes agentes envolvidos, e a orientação das mentalidades para um maior investimento na área do ambiente e urbanismo, com ganhos económicos e sociais, constituem um processo moroso, no entanto, os resultados poderão ser visíveis a curto e médio prazo.

Naturalmente que os instrumentos económicos terão um papel preponderante na conservação do património edificado, com capacidade de proporcionarem um incentivo às melhores práticas construtivas e energéticas. Em particular, os instrumentos fiscais, para além da recolha de fundos para o Estado e equidade dos contribuintes, devem integrar objectivos de uma política de desenvolvimento sustentável, nomeadamente no domínio da salvaguarda dos recursos e ordenamento do território (Melo, *et al.*, 1997).

## **2.2 Mercado da reabilitação de edifícios**

### **2.2.1 Reabilitação urbana**

Reabilitar tornou-se uma prática corrente e um conceito instrumental aplicável não só ao património arquitectónico e ao tradicional urbano, mas também a muito do património edificado e urbano ainda recente que, pela sua deficiente qualidade construtiva, sofre de patologias inesperadas face ao seu curto tempo de vida (Cabrita, *et al.*, 1992).

É nos grandes centros urbanos que se concentra o maior número de edifícios em estado avançado de degradação. Atendendo também ao grande número de habitações devolutas, é de fácil entendimento que, dada a excessiva ocupação do solo, aí a oferta da nova construção seja menor.

Pelo facto das áreas de construção nas grandes cidades serem cada vez mais restritas, e o sector económico para a reabilitação dos edifícios (em condições de serem vendidos ou arrendados) não ter a projecção suficiente no mercado imobiliário, assiste-se à descentralização cada vez mais acentuada da população.

Como consequência, as zonas limítrofes dos maiores centros têm sido alvo de um crescimento acentuado de construção pelo tecido empresarial e habitacional, cuja oferta, sustentada por preços mais baixos, consegue suprir as necessidades da procura (CML, 2005).

Esta evolução não tem estrutura física para ser suportada de forma ilimitada e portanto, a reabilitação e a renovação constituem-se actividades de futuro ascendente. Também a demolição dos edifícios existentes, para dar lugar a novos, contribui para a

progressiva descaracterização e desvalorização das cidades, assumindo-se como uma má solução ao nível da gestão do património construído (Cóias e Fernandes, 2007).

Beneficiando do momento de estagnação do mercado da construção e enfrentando a presente conjuntura económica, dever-se-á reflectir sobre uma estratégia pró-activa que responda às necessidades urgentes da estrutura urbana e, particularmente, a edificada. Acresce ainda que a reabilitação é uma oportunidade valiosa para intervir na eficiência energética.

Preservar uma construção existente apresenta, pelo menos, as seguintes vantagens económicas por comparação com as actividades de demolição ou de reconstrução do edificado (Appleton, 2009):

- Menores custos de demolição;
- Menores custos em licenças e taxas;
- Aprovação mais fácil do projecto;
- Menores custos de estaleiro;
- Menor consumo de novos materiais.

João Appleton salienta ainda como uma vantagem económica o custo final de uma reabilitação, defendendo que mesmo quando o preço unitário dos trabalhos de reabilitação é superior ao da nova construção, o custo total da intervenção de reabilitação pode ser menor do que o da construção de um edifício novo, com a certeza de que a sua sustentabilidade ficará garantida.

Considerando como intervenções de reabilitação a colocação de vidros duplos nos vãos envidraçados e o isolamento térmico das coberturas e paredes, estima-se que o potencial alvo de realização de obras de requalificação energética seja de 43% de alojamentos familiares existentes em Portugal, num universo de 5,6 milhões (ITIC, 2008).

É neste sentido que o parque edificado apresenta um forte potencial de actuação para a actividade de reabilitação, nomeadamente a que concerne à melhoria do conforto pela envolvente, com redução dos impactes resultantes do excesso de ocupação do solo, da dependência energética nacional e da intensidade energética da economia do país.

Também o cumprimento do protocolo de Quioto e o desagramento do orçamento das famílias serão impulsionados através da reabilitação. A optimização da envolvente de um edifício ineficiente pode permitir economias de energia até 30% (EnerBuilding, 2008).

Perante o quadro energético Europeu, é imperativo que cada Estado-Membro desenvolva planos estratégicos capazes de ampliar o número de edifícios de baixo consumo energético ou até mesmo de consumo zero. Importa referir que, por diversos factores, o nível de investimento em eficiência energética na construção é muito variável entre os diferentes

Estados-Membros da UE e ainda, dentro de cada país ou região (Klinckenberg consultants, 2006).

Particularmente em Portugal, existem condicionantes à evolução do mercado de reabilitação do parque habitacional, que não dependem apenas das necessidades que se foram acumulando ao longo dos anos, e que estão relacionadas com:

- A evolução da economia, pela disponibilidade financeira das famílias;
- As medidas públicas de apoio à reabilitação do parque habitacional;
- A resolução do problema do arrendamento.

Num mercado em crise como é o da construção, as empresas têm vindo a desenvolver estratégias de crescimento que lhes permitam enfrentar as dificuldades, embora ainda pouco sedimentadas no que concerne ao investimento em actividades de reabilitação. Espera-se que a eficiência energética venha a assumir o papel de “catalisador” da taxa de crescimento de reabilitação, no mercado da habitação (ANEOP, 2008).

O acesso a mecanismos adequados de financiamento representa um obstáculo para a modernização rápida do parque imobiliário de muitos países da UE. Se existir maior compreensão por parte dos decisores sobre os benefícios financeiros quando se aposta em eficiência energética, aliada a um maior conhecimento específico, o investimento em eficiência energética tornar-se-á mais forte (Klinckenber consultants, 2006).

## **2.2.2 Programas de reabilitação**

Actualmente existem programas de apoio e incentivo à reabilitação de edifícios, cujos objectivos passam pela intervenção dos privados no património construído, pela resolução de deficiências físicas e anomalias construídas, ambientais e funcionais acumuladas ao longo do tempo, e ainda, pela procura da modernização e beneficiação dos imóveis, no que respeita à melhoria do seu desempenho funcional.

Em 2008, foi apresentado pelo Governo o programa Proreabilita, sobre a responsabilidade do Instituto de Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU), que, apesar de ainda não ter entrado em vigor, pretende concentrar num único, os programas até então existentes:

- RECRIA - Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados; regulado pelo Decreto-Lei n.º 329-C/2000, de 22 de Dezembro, visa apoiar a execução de obras que permitam a recuperação de fogos e imóveis arrendados em estado de degradação, mediante a concessão de incentivos pelo Estado e Municípios.
- 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 visa apoiar financeiramente as câmaras municipais na recuperação de zonas urbanas antigas.

- SOLARH - Programa de Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação; regulado pelo Decreto-Lei n.º 39/2001, de 9 de Fevereiro, visa financiar, sob a forma de empréstimo, a realização de obras de conservação ordinária ou extraordinária e de beneficiação de imóveis degradados ou devolutos.

- RECRIPH - Regime Especial de Participação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal; regulado pelo Decreto-Lei n.º 106/96, de 31 de Julho, tem como objectivo apoiar a execução de obras de conservação ordinária, extraordinária e beneficiação nas partes comuns de imóveis degradados.

O Proreabilita pretende estabelecer as condições financeiras para que os proprietários, que à partida não poderiam reabilitar o seu edifício o possam fazer, tornando os processos de reabilitação mais simples e céleres.

O primeiro regime deste programa destina-se aos senhorios que pretendam realizar obras, de forma a actualizar faseadamente as rendas dos imóveis de acordo com o Novo Regime de Arrendamento Urbano (NRAU).

O segundo regime atribui aos municípios um papel fundamental, visto serem eles a definir as áreas geográficas onde a reabilitação é concentrada: obras em fracções que sejam habitação própria e permanente de proprietários com poucos recursos; obras em prédios em propriedade horizontal; e o apoio à aquisição ou realização de obras em edifícios ou fracções devolutas que se destinem exclusivamente ao mercado de arrendamento.

Também sobre a responsabilidade do IHRU foi implementado o Plano Estratégico de Habitação 2008/2013 que permite às autarquias nacionais participarem na regulação do mercado de habitação, através dos programas locais incluídos. Este programa irá penalizar a nível fiscal os proprietários de casas devolutas e edifícios degradados, e beneficiar quem os reabilitar. Para o Secretário de Estado do Ordenamento do Território, o tipo de comportamento será determinante para a atribuição de penalizações a situações como estas (LUSA, 2008).

Contudo, tem-se verificado a inadequação destes instrumentos à realidade, uma vez que não têm demonstrado suficiente capacidade para inverter o processo de degradação dos nossos edifícios, quer históricos, ou outros. O insuficiente grau de concretização destes instrumentos apresenta diversos motivos, destacando-se a descapitalização dos proprietários e baixos rendimentos dos inquilinos.

Em 2008, apenas 2 500 casas foram recuperadas com o apoio dos programas de financiamento da reabilitação urbana (Diário Económico, citado por TSF, 2009).

### **2.2.3 Novo regime jurídico**

A desadequação da legislação à especificidade da reabilitação, bem como os largos prazos de licenciamento daí decorrentes, são alguns dos factores que criaram um desequilíbrio económico desfavorável à reabilitação do património edificado.

O novo regime jurídico da reabilitação urbana, aprovado em Conselho de Ministros em 2009, integra no conceito de reabilitação a recuperação e qualificação de edifícios, e a modernização de todo o tecido urbano (equipamentos públicos, infra-estruturas e espaço público). O regime propõe a existência de reciprocidade entre a Administração e os privados no dever de reabilitar: promove o equilíbrio entre o esforço de investimento da Administração e o dever de reabilitar que se impõe aos proprietários.

Prevê-se neste regime a agilização do processo de licenciamento das operações de reabilitação, através da regulamentação da figura de 'Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana', cuja aplicação é facultativa (dependente da decisão do município).

É intenção submeter a discussão pública o acto de delimitação da área de reabilitação urbana e os instrumentos programáticos da operação, assegurando o envolvimento activo dos proprietários e a mobilização dos investidores privados. Neste sentido, deseja-se reforçar o papel dos diversos actores na execução das operações de reabilitação urbana, através de diferentes formas de parceria: com entidades privadas, com a administração conjunta entre a entidade gestora e os proprietários, já possível actualmente, até à utilização da figura da "concessão da reabilitação urbana", prevista na actual proposta.

Está igualmente prevista a elaboração de novos instrumentos de execução para os casos em que os proprietários não participem na reabilitação. Nestes casos, além da expropriação, introduz-se o mecanismo da venda forçada de imóveis em hasta pública, desde que inseridos numa área de reabilitação urbana sistemática, quando os seus proprietários não realizarem as obras e trabalhos previstos, permitindo a sua substituição por outros que estejam na disponibilidade de realizar a função social da propriedade.

O conceito de "obrigação de reabilitar" está bem presente no novo diploma, com o proprietário do imóvel a poder ser obrigado a proceder a trabalhos de restituição das características de segurança funcional e estrutural do mesmo, num prazo determinado (AECOPS, 2009).

A criação de regimes especiais de tributação do património, em áreas de reabilitação urbana, permitirá um regime especial de taxas municipais para incentivar a realização de operações urbanísticas, e a instalação, dinamização e modernização, de actividades económicas em áreas de reabilitação urbana.

## 2.3 Especificidades do processo de reabilitação

### 2.3.1 Exigência na intervenção

A reabilitação e manutenção do edificado deverão contemplar soluções adequadas a cada situação, dependendo da tipologia funcional dos edifícios, do estado de degradação, da integração com a envolvente, dos ganhos solares, entre outras variáveis de igual relevância, que poderão influenciar o grau de intervenção.

O objectivo de uma reabilitação consiste em resolver as deficiências físicas e as anomalias construtivas, ambientais e funcionais, acumuladas ao longo dos anos, procurando ao mesmo tempo uma modernização e uma beneficiação geral do imóvel, tornando-o apto para a sua completa e actualizada reutilização (Cabrita, *et al.*, 1997).

Quanto à reabilitação energética, esta constitui uma das vertentes de maior interesse (Vasconcelos de Paiva, 2003). No processo de renovação dever-se-á garantir a identidade dos edifícios e, em simultâneo, fazer uso da tecnologia ao serviço da eficiência energética.

Dos factores que mais determinam e caracterizam o estado actual das construções e tipos de intervenção para a sua reabilitação, destacam-se (Ferreira Santo, EPUL, 2003):

- A concepção dos projectos, através dos materiais e das soluções escolhidas;
- O modo de execução;
- O estado de conservação dos edifícios.

Anterior a qualquer operação, a construção existente deverá ser sujeita a uma avaliação que possibilite conhecer o seu sistema construtivo e a génese das suas patologias (Costa Manso, LNEC, 2003). A concepção de uma estratégia de planeamento, eficaz e adequada ao comportamento individual de cada edifício, deve ser sempre precedida de uma análise cuidada que permita elaborar um correcto diagnóstico.

O plano de intervenção deverá incluir as medidas correctivas, entre as quais as que visam a melhoria da eficiência energética, respeitando uma hierarquização, de acordo com o resultado de uma análise custo-benefício.

Os edifícios residenciais e de serviços assumem características de consumo muitos distintas e como tal, são sujeitos a diferentes abordagens na melhoria do seu desempenho energético. A principal característica que os distingue é o tempo de permanência dos utilizadores; actualmente 90% do tempo é passado em espaços confinados, principalmente edifícios (Murakami, 2003).

Os padrões de utilização do edifício (diários, sazonais e estacionais) condicionam os requisitos ambientais, assim como a escolha do tipo de construção e dos sistemas (Ordem dos Arquitectos, 2001).

A relação existente entre o consumo de energia final dos edifícios, a qualidade da construção e a aplicação de soluções energeticamente eficientes, traduz-se simultaneamente em necessidades para aquecimento, arrefecimento e iluminação. Também a preparação de águas quentes sanitárias (AQS), especialmente em edifícios residenciais, é significativa na análise do consumo total de energia final.

Porém, é o vector da climatização que apresenta uma taxa de crescimento elevada, explicada pela maior exigência do conforto térmico, sendo o aquecimento o tipo de climatização mais generalizado em Portugal. O arrefecimento ambiente (ar condicionado) tem vindo a ter uma taxa de penetração crescente nos últimos anos, sendo o aumento anual cerca de 8%, tornando-se um contributo importante para o consumo de electricidade.

Importa referir que quanto maior for o grau de profundidade de uma intervenção de reabilitação, maior deverá ser o grau de conformidade com o previsto nos actuais regulamentos.

### **2.3.2 Qualificação das empresas e profissionais**

À mudança de paradigma está inerente um elevado investimento ao nível de competências técnicas e dificuldades acrescidas a serem ultrapassadas pelo sector da construção e respectivos agentes, dada a sua vocação para a construção nova. Uma das grandes lacunas centra-se na falta de *know-how* por parte dos projectistas e entidades licenciadoras, é urgente a introdução de critérios de qualificação e de responsabilização.

A diversidade de tipologias de construção e a incapacidade de reconhecimento das causas das anomalias existentes, por vezes proporcionam intervenções incorrectas e aplicação de soluções desajustadas, que poderão contribuir, a curto prazo, para o agravamento do estado de conservação dos edifícios (Alegre, *et al.*, 1999).

O exercício da actividade de construção é regulado pelo Decreto-Lei n.º 12/2004, de 9 de Janeiro, a ‘Lei dos Alvarás’, sendo o quadro mínimo de pessoal das empresas classificadas fixado pela Portaria n.º 16/2004, de 10 de Janeiro. Actualmente, as categorias e subcategorias da constituição do quadro técnico das empresas não são diferenciadas, referindo apenas o grau de engenheiros, engenheiros técnicos e encarregados.

Vítor Córias e Silva, representante do Gecorpa, considera que a actual ‘Lei dos Alvarás’, que estabelece os requisitos de qualificação das empresas para obras de diverso tipo e dimensão e regula a emissão de “alvarás”, constitui um sistema rudimentar de certificação. As linhas de actuação encontram-se orientadas quase exclusivamente para a construção corrente, apresentando insuficiências no que respeita aos trabalhos de reabilitação das construções existentes (Córias, 2007).

Também no domínio da arquitectura bioclimática não só existe falta de qualificação, como o percurso a seguir pelo pessoal qualificado, que pretende promover a área, é bastante dificultado pela inexistência de mecanismos adequados (Lanham, *et al.*, 2004). A aprendizagem de todos os intervenientes e responsáveis pela qualidade da construção será parte da solução dos problemas da degradação do construído, dada a dimensão e os diferentes interesses que predominam na sociedade.

Através da mudança dos padrões de consumo energético, associados à construção/operação de edifícios, podem advir vantagens às empresas de construção e/ou de promoção imobiliária que desenvolvem os projectos, e aos investidores e/ou utilizadores dos edifícios.

## **2.4 Política de eficiência energética em edifícios**

O Plano de Acção para a Eficiência Energética da Comissão Europeia visa o controlo e redução da procura de energia, a fim de se obter até 2020 uma poupança de 20% no que respeita ao consumo anual de energia primária (comparativamente às previsões de consumo para 2020), bem como, a redução de 20% das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), comparativamente aos níveis de 1990, e ainda um aumento para 20% da proporção de energias renováveis no consumo total de energia (EEA, 2008).

Este plano de acção abrange um período de 6 anos (de 1 de Janeiro de 2007 a 31 de Dezembro de 2012), que a Comissão considera suficiente para permitir a adopção e a transposição da maioria das medidas propostas.

A concretização do objectivo de 20% de poupança, permitirá reduzir o impacte das alterações climáticas e a dependência da UE, no que respeita às importações de combustíveis fósseis. O plano de acção contribuirá igualmente para fortalecer a competitividade industrial, o desenvolvimento das exportações de novas tecnologias e terá repercussões positivas sobre o emprego. Além disso, as poupanças obtidas compensarão os investimentos em tecnologias inovadoras (EEA, 2008).

Neste sentido, a Europa assumiu o protocolo de Quioto e reconheceu que a segurança no abastecimento de combustíveis fósseis pode constituir uma fragilidade, tendo em atenção que, se nada fosse feito até 2020, passaria a importar 80% da energia que consome (Freitas, 2007).

Com a aprovação, em 2008, do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), o Governo lançou um importante conjunto de medidas com vista a diminuir o consumo energético, com particular incidência nos edifícios, na indústria e nos transportes (Ministério da Economia e da Inovação, 2008). Até 2015, têm como meta alcançar 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.

A utilização racional de energia requer acções particulares sobre cada parte constituinte do edifício: envolvente, instalações e sistemas, estrutura e fundações e interiores; as quais apresentam um carácter quer tecnológico, quer de política energética (por via da regulamentação ou incentivos fiscais).

Consciente da importância do sector dos edifícios no plano energético, a União Europeia apostou na reformulação do seu desempenho, através da Directiva 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002.

Esta Directiva impõe aos Estados-Membros a emissão de Certificados Energéticos nos seguintes casos:

- Na obtenção de licenças de utilização em edifícios novos;
- Aquando de uma reabilitação importante de edifícios existentes;
- Aquando da locação ou venda de edifícios de habitação e de serviços existentes (validade do certificado: máximo 10 anos);
- Edifícios públicos (de serviços) com mais de 1 000 m<sup>2</sup>.

Fornece igualmente orientações aos Estados-Membros para que apliquem e comuniquem programas relativos à eficiência energética dos seus edifícios, com vista a materializar o grande potencial não consumado de economias de energia, e reduzir as grandes diferenças entre cada um, no que respeita aos resultados deste sector.

A Directiva sobre o desempenho energético dos edifícios constitui um passo significativo no sentido da valorização do desempenho energético a longo prazo. Porém, esta abordagem deverá ser progressivamente alargada a edifícios de menor dimensão, e ainda ponderar a inclusão de outros parâmetros ambientais e de sustentabilidade, tais como os níveis de ruído, o conforto, a qualidade ambiental dos materiais, o custo de vida dos edifícios, a resistência a riscos ambientais (inundações, sismos, etc.) conforme a sua localização, entre outros de igual interesse (Pinheiro, 2006).

Actualmente, Portugal tem acesso a um conjunto de instrumentos de relevância significativa sobre o desempenho global dos edifícios, os quais contêm disposições dirigidas aos edifícios existentes.

A 4 de Abril de 2006, foram publicados em Diário da República três Decretos-Lei que constituem 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) e as respectivas regras de funcionamento (artigos 7 e 10 da Directiva);
- Decreto-Lei n.º 79/2006: versão revista do RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios), inclui disposições para a inspecção regular de caldeiras e equipamentos de ar condicionado (artigos 8 e 9 da Directiva);
- Decreto-Lei n.º 80/2006: versão revista do RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) - artigos 3 a 6 da Directiva. Vem revogar e alargar o anterior Decreto-Lei n.º 40/90 de 6 de Fevereiro (menos exigente, onde se pretendia apenas limitar potenciais consumos), é aplicável às grandes intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias dos edifícios de habitação. Este regulamento entende por ‘grande remodelação ou alteração’ intervenções com custo superior a 25% do valor do edifício (com a referência actual de 630 €·m<sup>-2</sup>).

Estes instrumentos jurídicos fomentam a gestão racional da energia, com geração de benefícios a níveis nacional e global.

## **2.5 Soluções passivas na reabilitação**

### **2.5.1 Estratégias de climatização**

Paralelamente às características construtivas próprias de cada edifício, a dimensão do nível de exposição solar é um factor decisivo na avaliação das necessidades de aquecimento e arrefecimento, representando um contributo valioso na definição das medidas correctivas a aplicar, podendo ser mais ou menos profundas. Neste contexto, a arquitectura bioclimática em Portugal apresenta-se como extremamente vantajosa, dadas as características mediterrânicas do país.

A figura 2.6., ilustra os benefícios de uma construção voltada a Sul, em que os ganhos solares directos são optimizados durante o Inverno para o aquecimento, e durante o Verão, através de dispositivos de sombreamento exterior, interrompe-se a passagem dos raios solares para o interior do edifício. Na estação quente, também a ventilação natural deverá ser eficientemente promovida, tal como representa a figura 2.6. b).

A dimensão dos vãos deve ser adequada à sua exposição solar de modo a reduzir transferências térmicas e assegurar simultaneamente uma eficaz iluminação natural. Estes aspectos estão naturalmente condicionados com a latitude do lugar e o clima local.

Em reabilitação, a orientação das fachadas envidraçadas, relativamente à trajectória do sol, e a inércia térmica da construção original, condicionam o tipo de intervenção neste

domínio da climatização. Dependendo da orientação das principais fachadas dos edifícios, assim são projectadas as estratégias de protecção solar ou de maximização da captação solar, variando segundo as estações do ano, Verão e Inverno.

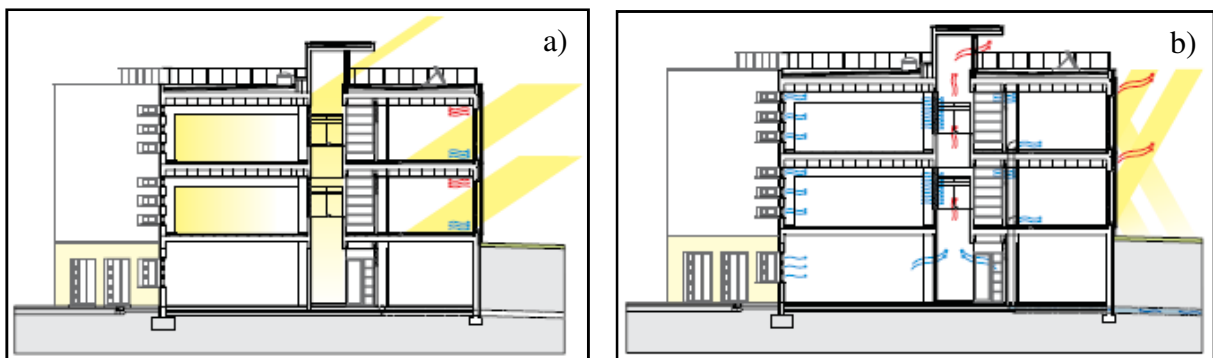


Figura 2.6. Sistema de ganho directo num edifício orientado a Sul durante o Inverno (a) e durante o Verão (b)  
(Fonte: Gonçalves e Cabrito, 2006)

Assumindo as perdas e ganhos térmicos a que os edifícios estão permanentemente sujeitos, é possível identificar diversas estratégias bioclimáticas que promovam o seu aquecimento e arrefecimento (Gonçalves e Graça, 2004):

#### ▪ Estratégias de aquecimento

- Aplicação de materiais isolantes nos elementos construtivos (paredes, coberturas, pavimentos e vãos envidraçados) para restringir perdas por condução;
- Aplicação de caixilharias com vedação eficiente nas janelas e de barreiras de protecção para reduzir perdas por infiltração e o efeito da acção do vento no exterior do edifício;
- Aplicação de maiores vãos envidraçados preferencialmente no quadrante Sul de forma a promover ganhos solares (ganho directo);
- Aplicação de sistemas que promovam o ganho indirecto ou desfasado, como por exemplo, paredes de trombe, paredes massivas e colunas de água. Durante o período de Verão deverão ser activados dispositivos móveis de sombreamento de forma a evitar condições de sobreaquecimento;
- Construção de espaços estufa ou colectores a ar (sistemas de ganho isolado) com o propósito de aquecer o ar exterior a insuflar no edifício, através da captação solar. No período de Verão, sempre que desejável, os sistemas de colector a ar permitem a extracção do calor do interior para o exterior.

#### ▪ Estratégias de arrefecimento

- Aproveitamento da inércia térmica através do isolamento das paredes pelo exterior;
- Criação de aberturas bem posicionadas e dimensionadas de forma a activarem uma boa ventilação natural, que pode classificar-se em ventilação transversal ou ventilação unilateral. Caso não seja suficiente, deve recorrer-se a sistemas de arrefecimento por ventilação;

- Aplicação de sistemas de sombreamento para restringir ganhos solares, através da protecção solar pelo exterior.
- Construção de fontes, piscinas ou lagos artificiais, constituem uma estratégia de arrefecimento evaporativo. Estes elementos permitem que o ar exterior seja arrefecido por evaporação da água ainda antes de entrar no edifício;
- Utilização de estratégias de arrefecimento por radiação, através das coberturas. Esta prática é limitada aos últimos pisos dos edifícios.

A utilização de sistemas de climatização eficientes e o seu correcto dimensionamento permitem manter as condições de temperatura, humidade e velocidade do ar, dentro dos parâmetros de conforto desejáveis (Canha da Piedade, *et al.*, 2003).

Para se usufruir durante todo o ano de boas condições interiores, não será suficiente actuar apenas sobre a envolvente do edifício. Quando a temperatura exterior perturba o equilíbrio térmico interior, será necessário recorrer a sistemas mecânicos de climatização. No entanto, para que a sua utilização seja equilibrada, é fundamental assegurar uma boa resistência à passagem de calor entre o meio exterior e o interior, através do aumento da inércia térmica dos materiais constituintes (Canha da Piedade, *et al.*, 2003).

Os problemas relacionados com a presença de água no invólucro dos edifícios, infiltrações e condensações, podem ser fortes indicadores de uma inadequada exposição solar, ventilação, aquecimento e excesso de produção de humidade no seu interior. As temperaturas excessivamente baixas, a elevada humidade e presença de bolores, são factores que comprometem a qualidade de vida dos ocupantes (Lourenço, 2003).

## **2.5.2 Isolamento térmico**

A estratégia mais eficiente para reduzir o consumo de energia nos edifícios é a optimização do isolamento térmico. Esta solução permite diminuir a perda de calor devido à transmissão e, portanto, é a condição necessária para reduzir a procura energética destinada ao aquecimento (IEEA, 2008).

Um bom isolamento conduz a uma diminuição de perdas de calor para o exterior no Inverno e reduz os ganhos de calor no Verão. Estima-se que cerca de 60% da energia usada para aquecimento é desperdiçada devido às fugas relacionadas com a ausência ou insuficiência de isolamento dos elementos opacos como: paredes, coberturas e pavimentos, e ainda, devido à fraca utilização de vidros duplos nos vãos envidraçados (EDP, ECO - Programa de Eficiência Energética).

As linhas gerais do PNAEE compreendem uma medida designada por 'Isolamento Eficiente' cujo objectivo passa pela reabilitação do isolamento de cerca de 80 mil fogos até

2015, com a instalação de 4 milhões de m<sup>2</sup> de materiais isolantes eficientes no parque edificado com necessidades de reparação (estimado em cerca de 1,7 milhões de fogos). O potencial de poupança energética estimado para esta medida é de 82,8 TJ até 2015, abrangendo anualmente cerca de 10 000 fogos (Lisboa E-Nova, 2009).

O modo de aplicação do material isolante é diverso, dependendo do grau de isolamento que se pretende obter, do volume do edifício a reabilitar, da disponibilidade económica e logicamente do tipo de material utilizado.

A capacidade de isolamento térmico de um elemento da envolvente é traduzida pelo respectivo coeficiente de transmissão térmica, U, sendo que, quanto maior for o coeficiente, menor capacidade de isolamento terá o elemento. Ou seja, a redução de U, resultante do aumento da espessura de isolamento térmico, corresponde a um maior investimento inicial e a menores consumos energéticos durante a exploração do edifício.

Num relatório elaborado pela ECOFYS para a *European Insulation Manufacturers Association* (EURIMA), foram estudadas diferentes medidas de redução das necessidades energéticas para aquecimento, considerando a Directiva Europeia, EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*), e as previsões estimadas para o conjunto do parque imobiliário europeu. Estas previsões baseiam-se numa avaliação a um determinado número de imóveis, classificados por épocas de construção, e em simples estimativas sobre o valor de U de cada elemento construtivo.

O quadro 2.1. apresenta os valores de U, reportados no documento da EURIMA, segundo duas zonas climáticas. O número de edifícios incluídos no estudo não é publicamente conhecido.

Como seria espectável, o grau de exigência de conforto nas zonas climáticas frias faz variar o tipo de construção, resultando na aplicação de materiais com capacidade térmica superior aos das zonas climáticas moderadas.

O edificado anterior ao ano 1975 está subdividido em edifícios energeticamente já reabilitados (após 1975) e a sua condição inicial (antes de 1975, não reabilitados).

É evidente que a qualidade dos elementos construtivos da envolvente dos edifícios europeus evoluiu termicamente desde 1975 até aos dias de hoje. Não é possível distinguir a variação de coeficientes térmicos nos edifícios mais recentes, em virtude do *know-how* ser equivalente entre edifícios novos e reabilitados.

Quadro 2.1. Características térmicas do parque imobiliário europeu (Fonte: ECOFYS, 2005)

U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	< 1975 Condição inicial	> 1975 Reabilitados	1975-1990	1991-2002	2003-2006 Novos edifícios & Reabilitados	> 2006 Novos edifícios & Reabilitados
<b>Zonas climáticas frias</b>						
Coberturas	0,5	0,2	0,2	0,15	0,15	0,13
Paredes exteriores	0,5	0,3	0,3	0,2	0,18	0,17
Pavimentos	0,5	0,2	0,2	0,18	0,18	0,17
Vãos envidraçados	3,0	1,6	2,0	1,6	1,42	1,33
<b>Zonas climáticas moderadas</b>						
Coberturas	1,5	0,5	0,5	0,4	0,25	0,23
Paredes exteriores	1,5	1,0	1,0	0,5	0,41	0,38
Pavimentos	1,2	0,8	0,8	0,5	0,44	0,415
Vãos envidraçados	3,5	2,0	3,5	2,0	1,84	1,68

Um sistema de isolamento térmico com as características técnicas e espessura adequadas e de forma contínua pelo exterior dos edifícios (paredes, pavimento térreo e coberturas), permite obter as seguintes vantagens, dificilmente superáveis por sistemas alternativos (Tirone e Nunes, 2007):

- Eliminação de todas as pontes térmicas que causam o aparecimento de condensações e consequentemente de fungos no interior, devendo os pormenores de execução garantir a verdadeira continuidade do isolamento térmico. Este sistema garante permeabilidade ao vapor e impermeabilidade à água;
- Sucesso na execução do assentamento do sistema de isolamento térmico, facilitado pela colocação ser visível;
- Protecção estrutural do edifício das diferenças térmicas e adversidades climáticas, bem como de todos os materiais pesados que compõem a envolvente (alvenaria de pedra, tijolo maciço, entre outros). Assim é assegurada a integridade física dos edifícios, evitando-se sinais de envelhecimento típicos da construção tradicional (micro fissuras, deterioração dos materiais);
- Conservação da inércia térmica dos materiais pesados, contribuindo para o equilíbrio das temperaturas no interior dos edifícios, independentemente das amplitudes térmicas,

características do clima mediterrânico. O equilíbrio térmico do interior do edifício não é afectado uma vez que os materiais não estão em contacto directo com o ar exterior;

- Manutenção da ocupação dos edifícios durante as obras de remodelação.

### ***Paredes exteriores***

O grau de transmissão de temperatura entre dois ambientes está dependente da capacidade de carga térmica do elemento separador e das suas características de isolamento. Esta carga térmica é proporcional à sua capacidade de absorção de temperatura, sendo maior em ‘paredes pesadas’ (paredes maciças de alvenaria ou betão) (Oliveira Fernandes e Maldonado, 1990).

Em edifícios existentes, a aplicação do isolamento térmico nas paredes faz-se preferencialmente pelo exterior, permitindo aproveitar a inércia térmica das paredes e beneficiar dos ganhos de eficiência energética, através da irradiação do calor acumulado para o interior do edifício. Geralmente em edifícios antigos, anteriores ao século XX, a carga térmica do elemento separador tem uma grande relevância, em virtude das suas dimensões (paredes de alvenaria largas e reduzidos vãos), assegurando por si só uma lenta transferência térmica entre os dois ambientes (Peixoto de Freitas, 2002).

Conforme demonstrado na figura 2.7., em Portugal tem-se assistido a uma evolução significativa da forma como se executam as fachadas dos edifícios.

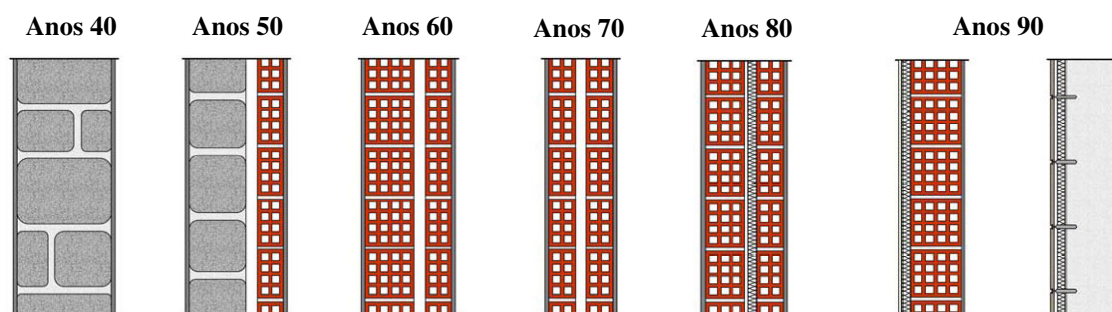


Figura 2.7. Evolução das fachadas em Portugal, desde a década de 40 à década de 90  
(Fonte: Peixoto de Freitas, 2002)

Nos anos 60 caiu em desuso a alvenaria de pedra ou de tijolo maciço, substituindo-se por tijolo vazado, sendo que este material detém menor capacidade de carga térmica. Já na década de 70, a qualidade de construção viu-se diminuída, tendo sido igualladas as espessuras das paredes exterior e interior. Finalmente, na década de 80, foi introduzido o isolamento térmico no interior das paredes duplas; esta prática assume uma importância considerável na conservação térmica do ambiente interior. Na actualidade, a construção nova apresenta características térmicas superiores, conseguidas através da utilização de isolamento térmico pelo exterior da parede ou pelo interior do edifício, sendo este último aplicado maioritariamente em situações de reabilitação.

Em paredes exteriores, o isolamento aplicado, pelo exterior ou pelo interior, causa constrangimentos arquitectónicos e de ordem técnica, pois envolvem, respectivamente, a alteração da aparência das fachadas ou a limitação da área útil destinada ao exercício das actividades no interior.

Os aspectos plásticos das fachadas, ditados pelas suas características arquitectónicas, podem condicionar o processo de aplicação do isolamento térmico e impossibilitar a sua execução pelo exterior, eventualmente com implicações de vária ordem, designadamente, tratando-se de edifícios classificados (património histórico) ou de relevante interesse arquitectónico. A irregularidade ou o mau estado da superfície podem também dificultar o processo, mas não constituem um impedimento.

Tratando-se de paredes duplas (figura 2.8.), o acesso ao seu interior, em reabilitação, torna-se mais dispendioso e complexo. Embora termicamente esta solução não resulte tão eficazmente, utiliza-se o isolamento térmico no interior das paredes duplas, funcionando o pano exterior como protecção mecânica, sendo de considerar apenas em situações de demolição total ou parcial das paredes interiores.

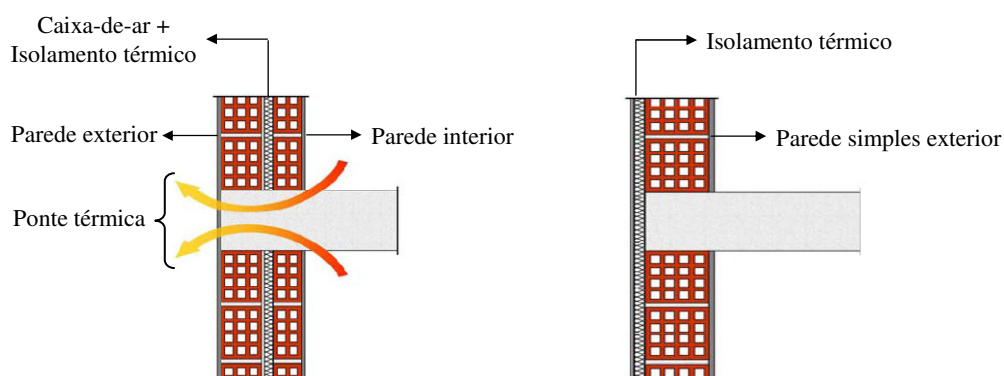


Figura 2.8. Isolamento térmico aplicado na caixa-de-ar em paredes duplas (imagem do lado esquerdo) e aplicado pelo exterior em paredes simples (imagem do lado direito) (Fonte: Peixoto de Freitas, 2002)

Os materiais de isolamento térmico vulgarmente utilizados consistem em materiais porosos e de baixa densidade, tais como o EPS (poliestireno expandido), o XPS (poliestireno extrudido), a PUR (espuma de poliuretano), o ICB (aglomerado negro de cortiça) e a MW (lã mineral), aplicados segundo as funcionalidades mais apropriadas (EnerBuilding, 2008). A espessura de isolamento a utilizar deverá ser definida pelo cálculo térmico (Peixoto de Freitas, 2002).

A execução destes isolamentos, se incorrectamente realizada, poderá causar pontes térmicas, evidenciadas pelo aparecimento de condensações, não produzindo integralmente o efeito de protecção desejado. Este facto é provocado pela existência localizada de materiais de diferentes condutibilidades térmicas e/ou por uma modificação na geometria da envolvente, como é o caso das ligações entre diferentes elementos construtivos (CSTB, citado por Peixoto

de Freitas, 2002). A colmatação deste problema resume-se à correcta aplicação do isolamento, de forma a respeitar a sua continuidade em todas as situações.

### ***Coberturas***

Em complementaridade, o isolamento das coberturas, inclinadas ou horizontais, é uma medida importante a que deve ser dada especial atenção em todos os edifícios, uma vez que esta estrutura é responsável pela maioria das flutuações térmicas.

Devido à ascensão do ar quente, a temperatura do ar nas camadas superiores das divisões aquecidas é sempre mais elevada, o que propicia grandes perdas de calor através da cobertura e torna a utilização de isolamento térmico fundamental (IEEA, 2008). Em condições de reabilitação faz todo o sentido adoptar esta prática, uma vez que em qualquer momento pode ser executada, não induzindo outro tipo de intervenção.

As soluções mais correntes em isolamento de coberturas inclinadas são (Henriques, 2007):

- **Na laje**

- Em posição superior:

Aplicado de forma contínua, por simples deposição. Para o efeito, utiliza-se mantas de isolamento, placas de poliuretano extrudido ou de aglomerado negro de cortiça, ou grânulos de material isolante (p.e. leca solta, grânulos de cortiça).

- Em posição inferior:

No caso de placas de poliuretano ou aglomerado negro de cortiça, é aplicado de forma descontínua pelas compartimentações existentes. Também é possível a aplicação de poliestireno expandido no caso de se tratar de lajes de betão ou alvenaria. A criação de tectos falsos possibilita igualmente a utilização do isolamento térmico na sua face superior, podendo ser considerados tectos com isolamento incorporado ou por deposição sobre os elementos constituintes.

O isolamento da laje pela face superior apresenta vantagens ao nível da protecção da estrutura contra variações térmicas e condensações internas, ou seja, a forma contínua de aplicação cria uma maior defesa a eventuais pontes térmicas. Também a facilidade de execução e maior aproveitamento do material, conduz a economias na intervenção.

- **Nas vertentes** (reservado a situações em que o desvão seja habitável)

- Em posição superior:

Verifica-se essencialmente em casos de nova construção ou em intervenções que envolvem a total remoção da cobertura. Do ponto de vista energético, o isolamento executado nas vertentes é preferível, sobretudo quando existe uma estrutura de laje (DGEG, 2004).

Tal como a figura 2.9. representa, o procedimento deverá assegurar a existência de uma lâmina de ar ventilada, entre o revestimento exterior da cobertura (p.e. telha) e o isolante térmico, de modo a evitar a degradação dos materiais.

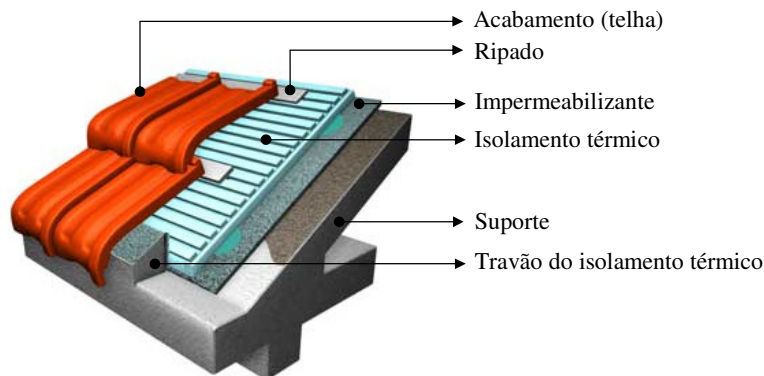


Figura 2.9. Solução de isolamento térmico em cobertura inclinada (Fonte: [www.imperialum.com](http://www.imperialum.com))

Existe também uma solução de painéis isolantes especiais, vulgarmente denominados por painéis *sandwich*, os quais integram: varas, forro inferior e o próprio isolamento térmico de poliestireno extrudido. Estes apresentam boa resistência mecânica e climática, leveza e fácil utilização. A disposição ininterrupta das placas evita a ocorrência de pontes térmicas.

- Em posição inferior:

Ocorre em reabilitação de edifícios quando não é possível a remoção do revestimento exterior da cobertura. A protecção térmica não engloba a estrutura da cobertura, o que impede de tirar partido da inércia térmica, em caso de laje, e dificulta a resolução das pontes térmicas. Como soluções de isolamento mais eficazes para esta solução, salientam-se as placas de poliuretano extrudido (mediante a utilização de um adesivo adequado) e espumas isolantes.

Em situações de estruturas de cobertura em madeira, não sendo aconselhável a substituição do telhado, poderá recorrer-se, como alternativa, à aplicação do isolamento térmico entre as varas da cobertura (poliuretano extrudido) não se conseguindo contudo, a desejável continuidade do isolamento.

Em isolamento de coberturas horizontais as soluções mais frequentes são:

- **Sistema tradicional**

A impermeabilização da cobertura executa-se sobre o isolamento térmico. A figura 2.10. ilustra um exemplo de recuperação de isolamento de uma cobertura existente.

O isolamento térmico fica sujeito a uma diminuição de qualidade das suas propriedades devido à exposição de humidade armazenada sob a impermeabilização, procedente de chuva durante a instalação, da própria humidade dos materiais de construção, ou de condensação intersticial.

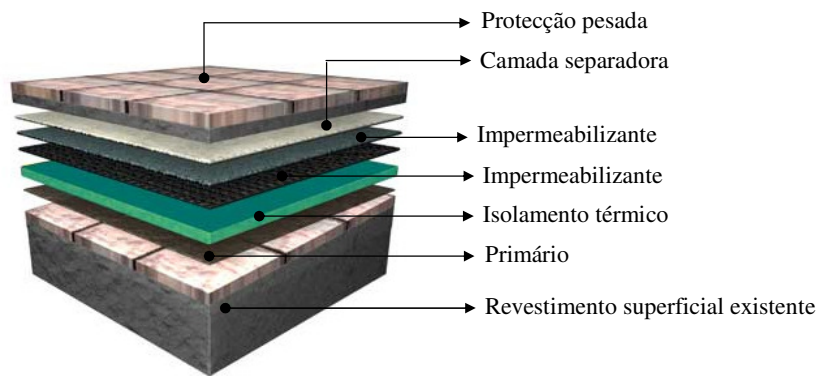


Figura 2.10. Solução de isolamento térmico em cobertura tradicional, mantendo a acessibilidade  
(Fonte: [www.imperialum.com](http://www.imperialum.com))

#### ▪ Sistema invertido

O isolamento térmico é aplicado sobre duas camadas de impermeabilização e na face superior, aplica-se uma protecção pesada (figura 2.11.).

Este procedimento tem a capacidade de aumentar a vida útil da impermeabilização ao protegê-la de amplitudes térmicas significativas, além de que, aquando a sua aplicação em reabilitação, permite aproveitar a impermeabilização já existente (DGEG, 2004). Actualmente, as placas de poliestireno extrudido são o isolante térmico mais adequado para realizar esta solução (Dow Building Solutions, 2006).

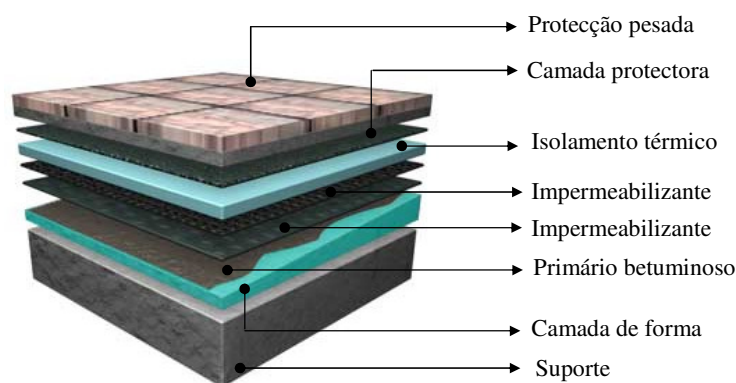


Figura 2.11. Solução de isolamento térmico em cobertura invertida, com acessibilidade  
(Fonte: [www.imperialum.com](http://www.imperialum.com))

Relativamente aos efeitos de protecção térmica, as duas soluções de isolamento em coberturas horizontais são equivalentes, sendo que, em coberturas invertidas a vantagem está na longevidade do material isolante.

### ***Pavimentos***

As perdas de calor, através desta componente, poderão atingir 20% das perdas totais. A temperatura superficial do solo poderá ser bastante inferior à temperatura ambiente interior de conforto, o que provoca, em edifícios com pavimentos não isolados, falta de conforto e aumenta consideravelmente o risco de condensação superficial (Dow Building Solutions,

2006). A aplicação do isolamento térmico em pavimentos poderá ser executada mediante três opções: na face inferior, numa zona intermédia (limitado a situações de pavimentos com vazios), ou na face superior.

Os pavimentos a reabilitar podem estar em contacto com espaços exteriores (vazados), espaços interiores não aquecidos (garagens, arrecadações, armazéns, varandas ou marquises fechadas), espaços não aquecidos e não ventilados (caixas-de-ar sobre o terreno), ou podem ser pisos térreos (Henriques, 2007). No quadro 2.2. são apresentadas as alternativas de execução.

Quadro 2.2. Soluções de execução do isolamento térmico em pavimentos

<b>Sobre a laje</b>	<p>Solução frequentemente utilizada em reabilitação. É somente aplicada quando não existe outra possibilidade pois a aplicação do isolamento é interrompida nas paredes divisórias, impossibilitando o aproveitamento da inércia térmica da laje inferior.</p> <p>O isolamento térmico é colocado directamente sobre a laje e na face superior é utilizada uma placa separadora (camada de betonilha) entre o próprio isolamento e o revestimento. Os factores de compressão e condutibilidade do tipo de isolamento deverão ser considerados na sua selecção, dada a exposição a que fica sujeito.</p>
<b>Sob a laje</b>	<p>Desde que o espaço subjacente ao pavimento seja acessível, a solução de isolamento térmico inferior é preferível porque, para além de ser mais eficiente do ponto de vista térmico, é de fácil aplicação e envolve menores custos (DGEG, 2004). Esta solução é sobretudo direccionada para pisos vazados.</p>
<b>Sobre o terreno</b>	<p>É condição que o terreno esteja bem compactado para que se proceda à colocação do isolamento térmico debaixo da laje da soleira e da camada impermeabilizante. Em edifícios existentes, a intervenção necessita da remoção do pavimento existente e estrutura de apoio, o que conduz a um sobrecusto. Termicamente os ganhos previstos são equivalentes aos do isolamento sobre a laje.</p>

Em termos de custo-benefício, traduzidos no período de retorno do investimento ou na respectiva taxa interna de rendibilidade, de entre as medidas de reabilitação térmica anteriormente caracterizadas, as mais favoráveis são as que incidem nas coberturas, seguidas das que respeitam aos pavimentos e, finalmente, as relativas às paredes exteriores (Vasconcelos de Paiva, 2003).

Os estudos técnico-económicos auxiliam a escolha da melhor opção, na medida em que exigem uma previsão da evolução do custo da energia, e do conhecimento do custo do isolamento térmico e do processo de aplicação (Peixoto de Freitas, 2007).

### **2.5.3 Coberturas verdes**

Para além dos sistemas de isolamento tradicionais, através da vegetação é possível transformar coberturas horizontais em verdadeiras coberturas naturais. De um modo simples e económico, os terraços podem tornar-se espaços verdes a serem utilizados como jardins, benéficos na absorção da poluição atmosférica e na protecção do sol e do vento.

Esta prática contribui positivamente para o arrefecimento passivo, o aumento do conforto nos espaços adjacentes e ainda para a redução do efeito ilha de calor. A camada de terra tem um efeito eficaz de isolante sonoro e térmico na protecção dos espaços inferiores, ao mesmo tempo que a vegetação regula o microclima na envolvente do edifício, humedecendo e arrefecendo naturalmente o ar (Tirone e Nunes, 2007).

Devido à humidade a preparação da cobertura é de extrema importância, pelo que é sujeita a uma boa impermeabilização e isolamento térmico, bem como à selecção específica da terra e espécies vegetais de acordo com o respectivo uso. A protecção natural do sistema de impermeabilização potencia também o aumento da vida útil deste sistema e melhor desempenho da cobertura (Tirone e Nunes, 2007).

Porém, este tipo de cobertura envolve um sobrecusto considerável, o qual não se afigura recuperável pelas economias de energia que pode permitir (Ordem dos Arquitectos, 2001). Uma vez que o benefício das coberturas verdes é essencialmente estético e muitas vezes as intervenções são limitadas por um orçamento, em reabilitação outras medidas deverão ser prioritárias.

### **2.5.4 Caixilharias e vãos envidraçados**

#### ***Relevância na reabilitação***

Os elementos de separação entre o ambiente exterior e o interior, que formam discontinuidades na envolvente dos edifícios, assumem responsabilidades ao nível da prevenção de deficientes condições de habitabilidade e degradação das próprias edificações (Delgado, 2007). Assim, o tipo de caixilharias e a qualidade dos vãos envidraçados exercem funções importantes na optimização do desempenho energético e ambiental dos edifícios, devendo cumprir os valores recomendados nas publicações técnicas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e nas normas e regulamentos nacionais e internacionais aplicáveis.

O *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB) foi uma das primeiras entidades europeias certificadoras de produtos de construção, sendo que na sua actividade incluem ensaios a caixilharias, as quais são submetidas a testes climáticos extremos e a ensaios de envelhecimento, e os produtos poderão ser voluntariamente certificados.

Relativamente ao sistema composto pela caixilharia e vãos envidraçados, o CSTB oferece a certificação de qualidade baseada nos seguintes critérios de exigência: resistência ao vento e ao choque, resistência sísmica, choque térmico, coeficiente de transmissão térmica, coeficiente de transmissão luminosa, factor solar, coeficiente de sombreamento, resistência ao fogo, estanquidade à água, permeabilidade ao ar, isolamento acústico e resistência à corrosão.

Neste sentido, interessa analisar as soluções de materiais existentes para caixilharia, sendo que a sua utilização depende de homologação de certificação que garanta a sua caracterização técnica. Por outro lado, os vãos envidraçados têm uma significativa influência no balanço energético dos edifícios.

Em Portugal, estima-se que 20 a 35% das necessidades de aquecimento são devidas a perdas de calor com origem nos envidraçados (EnerBuilding, 2008).

No âmbito do PNAEE, a medida ‘Janela Eficiente’ visa o tratamento de superfícies envidraçadas, quer na utilização de vidro duplo, quer na utilização de estruturas de suporte com corte térmico, quer na utilização de vidros eficientes (de baixa emissividade).

O objectivo desta medida passa pela reabilitação das superfícies envidraçadas de cerca de 160 mil fogos até 2015, com a instalação de 1,6 milhões de m<sup>2</sup> de vidros mais eficientes, em detrimento da utilização do vidro simples no parque edificado com necessidades de reparação. O potencial de poupança energética estimado para esta medida é de 156,2 TJ até 2015, abrangendo anualmente cerca de 20 000 fogos e a instalação anual de cerca de 200 000 m<sup>2</sup> de vidros eficientes (Lisboa E-Nova, 2009).

O correcto dimensionamento dos vãos, a baixa emissividade dos vidros, a adopção de vidros duplos ou triplos e respectiva espessura da lâmina de ar, entre outras propriedades específicas, são aspectos que importa estudar de acordo com as alternativas existentes no mercado e com as tipologias de habitabilidade dos edifícios.

### ***Caixilharias de qualidade***

Com o despoletar do sector da construção, durante o século XX assistiu-se à crescente necessidade de criar novas soluções à sustentação dos vãos envidraçados, impulsionada pelo desenvolvimento de construções em altura (Chaves, 2004).

Actualmente, as exigências regulamentares assumem um papel preponderante na criação de novas tecnologias e soluções eficazes, capazes de reduzir o desperdício energético através da eliminação de pontes térmicas. Neste contexto, os materiais clássicos que compõem ainda caixilharias antigas, como a madeira, tendem a ser substituídos por outros de melhor desempenho, como por exemplo as ligas metálicas e plásticos (Chaves, 2004).

A figura 2.12. descreve a evolução dos materiais utilizados na caixilharia ao longo do tempo.

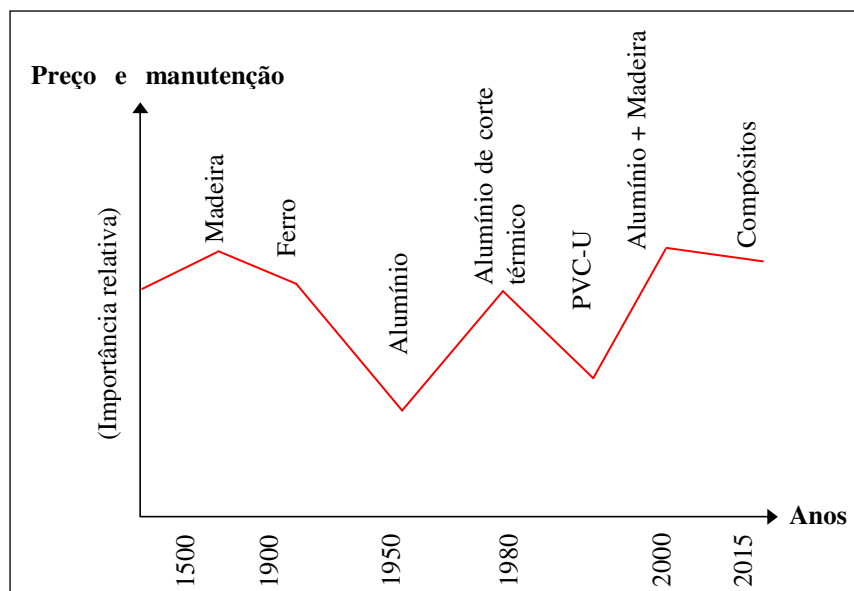


Figura 2.12. Evolução dos materiais utilizados na caixilharia ao longo do tempo (Fonte: Chaves, 2004)

O material utilizado na composição das caixilharias regula as características físicas da janela, tais como a espessura da moldura, o peso e a durabilidade, mas também tem influência sobre as suas características térmicas. As propriedades desta componente certamente que, para além dos envidraçados, influenciam o desempenho total da janela (EWC, 2009).

No meio edificado ainda é comum a evidência de caixilharias de madeira, as quais, numa maioria, apresentam um estado generalizado de má conservação. A sua deterioração deve-se sobretudo à falta de conservação da pintura, à humidade, ao mau funcionamento da drenagem existente nos peitoris/parapeitos, ao envelhecimento do material, assim como à degradação dos materiais de assentamento, vedação dos vidros e degradação dos fechos e ferragens (Simões, 2007). Desta forma, a reabilitação das caixilharias depende do estado de conservação em que se encontram, de forma a considerar a sua reparação ou substituição (Fraga Pimentel e Guerra Martins, 2005).

Quando as caixilharias de madeira apresentam um estado de conservação admissível, pode-se optar por uma protecção adicional de alumínio no exterior que permite uma fácil manutenção e ao mesmo tempo defende a superfície de madeira da exposição ao vento e às condições meteorológicas (NBT, 2008). Caso esta possibilidade não ocorra, devido ao avançado estado de degradação da madeira, dever-se-á optar por eliminar a caixilharia existente e colocar uma nova de PVC, favorecendo uma melhor solução técnica.

Em edifícios de património histórico muitas vezes as características arquitectónicas prevalecem e nestes casos, a reabilitação deve respeitar a dissonância entre os elementos através da manutenção das caixilharias existentes (reparação, tratamento e pintura) ou da sua substituição por outras com características compatíveis. A realização de intervenções pontuais, tal como, a calafetagem das caixilharias através da renovação do sistema de vedantes,

não se assume como medida favorável à melhoria do desempenho de barreira térmica, simplesmente atenua o problema sem o resolver por completo.

No caso da renovação de caixilharias metálicas, a necessidade surge não só devido ao seu estado de conservação, mas porque as propriedades do material constituinte deixaram de cumprir as normas vigentes.

O *Center for Sustainable Building Research (CSBR)*, a *Alliance to Save Energy (ASE)*, e o *Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)*, distinguem as propriedades dos materiais de caixilharia existentes no mercado, conforme o quadro 2.3..

Quadro 2.3. Propriedades dos materiais de caixilharia (Fonte: [www.efficientwindows.org](http://www.efficientwindows.org))

<b>Alumínio</b>	Duradouro, facilmente extrudido e requer pouca manutenção. A maior desvantagem é a elevada condutividade térmica. Em climas frios, uma caixilharia de alumínio simples conduz à condensação de humidade ou formação de gelo.
<b>Alumínio com corte-térmico</b>	Assume benefícios aos níveis do conforto, económico e estético. A condução de calor é reduzida através da “ruptura térmica” da caixilharia. Genericamente, uma janela de alumínio com vidro duplo pode apresentar uma variação de -25% do coeficiente de transmissão térmica, face à mesma janela sem vidro duplo. Já os perfis de alumínio com corte-térmico promovem uma redução da transmissão térmica entre 40 a 60%.
<b>Madeira</b>	Aparência tradicional e excelente desempenho térmico. Em oposição, o prazo de longevidade é limitado pela susceptibilidade ao apodrecimento e empeno, o que requer uma contínua e cuidada manutenção. A caixilharia em madeira lamelada colada garante prestações superiores quanto à durabilidade e desempenho térmico, estando ao nível de uma caixilharia de alumínio com ruptura térmica.
<b>Madeira composta</b>	O pano exterior da caixilharia é revestido por PVC ou alumínio, constituindo uma superfície resistente durante o tempo de vida útil. Reduz os custos de manutenção relativamente à caixilharia tradicional de madeira e mantém uma aparência atractiva no interior, proporcionada pelo acabamento em madeira.
<b>PVC</b> Policloreto de Vinilo	Melhor isolamento térmico e acústico e estanquidade perfeita, comparativamente com as caixilharias tradicionais. A resistência do material cria vantagens ao nível da longevidade e não exige necessidades de conservação. Pode ser comparável à madeira em termos de desempenho térmico.
<b>Híbrido/ Compósito</b>	Proporciona menores custos, no entanto, dada a diversidade de materiais utilizados na sua composição, dificulta estimar as propriedades térmicas da caixilharia.
<b>PVC isolado</b>	O preenchimento das cavidades ocas da caixilharia com isolamento térmico torna-as superiores relativamente às caixilharias clássicas de PVC e até às de madeira.

Quadro 2.3. Propriedades dos materiais de caixilharia (Fonte: [www.efficientwindows.org](http://www.efficientwindows.org))

<b>Fibra de vidro</b>	Caixilharias dimensionalmente estáveis e, tal como as de PVC, dispõem de cavidades de ar que permitem o preenchimento com isolamento, aumentando o seu desempenho térmico.
-----------------------	--

São evidentes as vantagens e desvantagens de cada tipo de material de caixilharia. Contudo, destacam-se o PVC, a madeira, a fibra de vidro e alguns materiais compósitos, por proporcionarem às caixilharias uma resistência térmica superior à das ligas metálicas, como é exemplo o alumínio sem corte térmico.

### ***Envidraçados exteriores***

As áreas envidraçadas são os pontos de maior contacto entre o interior dos edifícios e as condições climáticas exteriores; este facto tem conduzido à inovação destes elementos construtivos, concedendo-lhes benefícios ao nível da qualidade, com resultados favoráveis à optimização do desempenho energético-ambiental.

A dimensão dos vãos e a especificação dos vidros são aspectos determinantes, no entanto, quer em projecto quer em reabilitação, a evolução tecnológica faz considerar outras características: o coeficiente de transmissão térmica dos vãos envidraçados, o factor solar, o coeficiente de transmissão luminosa do vidro, a resistência mecânica e propriedades de segurança (Tirone e Nunes, 2007).

Os vidros de baixa emissividade, também designados por vidros *Low-E*, proporcionam um elevado isolamento térmico devido ao processo de revestimento do vidro. A sua aplicação ocorre com maior frequência em países de clima frio e, devido aos baixos valores de transmissão térmica, este é um produto de eleição para projectos de energia solar passiva. O preenchimento da câmara-de-ar com gases raros, de baixa condutividade térmica, como o árgon ou o cripton, é um método que melhora a qualidade de isolamento, dada a condução reduzida do gás e a transferência de calor entre os meios interior e exterior que se vê assim reduzida (Center for Sustainable Building Research, Alliance to Save Energy, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2009).

Correntemente, o investimento em vidros com características de isolamento térmico reforçadas dificilmente é rentabilizado em termos económicos. Note-se que o custo dos vidros duplos de baixa emissividade é actualmente cerca do dobro de um vidro duplo de características normais. No entanto, à semelhança do que se verificou em relação ao vidro duplo, cujo custo se foi aproximando do custo do vidro simples, é esperado que o mercado siga a mesma tendência e que o custo dos vidros com características de isolamento térmico

reforçado se torne cada vez mais atractivo em relação ao vidro duplo normal, aumentando assim a potencial adopção no parque edificado (DGEG, 2004).

A utilização de vidro triplo é especialmente recomendada para climas onde as necessidades de aquecimento e arrefecimento são muito significativas. Das três camadas de vidro que o compõem, duas são revestidas pelas propriedades de baixa emissividade (*Low-E*) e preenchidas pelos gases raros que promovem baixa condutividade. Algumas janelas envidraçadas utilizam já quatro camadas (duas camadas de vidro e dois filmes de plástico).

Sendo tão evidentes os elevados custos das componentes das janelas, caixilharias e envidraçados, facilmente se conclui que estes, na generalidade dos edifícios correntes, não cumprem as exigências expectáveis, razão pela qual a sua durabilidade e eficiência no desempenho têm vindo a demonstrar serem bastante reduzidas.

### **2.5.5 Sombreamento pelo exterior**

A orientação dos vãos envidraçados, bem como as obstruções à radiação solar directa, são factores que afectam os níveis de insolação dos edifícios. A aplicação de dispositivos de sombreamento pelo exterior e/ou pelo interior dos edifícios, possibilitam assegurar condições razoáveis de conforto, pela obstrução da radiação solar directa.

Os dispositivos interiores são de reduzida eficácia e podem desempenhar, sobretudo, a função de protecção complementar dos dispositivos exteriores, bem como de controlo de admissão de luz natural e de privacidade. Tal como consta no RCCTE, os dispositivos exteriores garantem melhor protecção, pois permitem que a energia solar seja absorvida e reflectida no exterior do edifício, deixando de ser necessário eliminar este calor através de sistemas de ventilação e refrigeração.

Anterior à aplicação destes mecanismos, a orientação solar do edificado e a construção existente na periferia dos vãos, deverão ser estudadas em conjunto de modo a perceber as verdadeiras necessidades de sombreamento.

No contexto climático nacional, a colocação de protecções exteriores (palas, estores, persianas), as saliências resultantes da própria construção do edifício, ou a utilização de vegetação para sombreamento das superfícies (para redução da temperatura do ar em volta do edifício através da evaporação), têm a finalidade de minimizar a insolação dos vãos envidraçados nos períodos quentes e minimizá-la nos períodos frios.

O correcto e eficaz dimensionamento dos elementos de sombreamento, depende por isso do grau de exactidão do conhecimento da trajectória aparente do Sol, ao longo do ano, em cada ponto do planeta (Ferreira da Cunha, 2005).

Conforme representado na figura 2.13., o ângulo no qual o Sol incide sobre a superfície da Terra é totalmente previsível, embora varie consoante o horário local e a correspondente estação do ano.

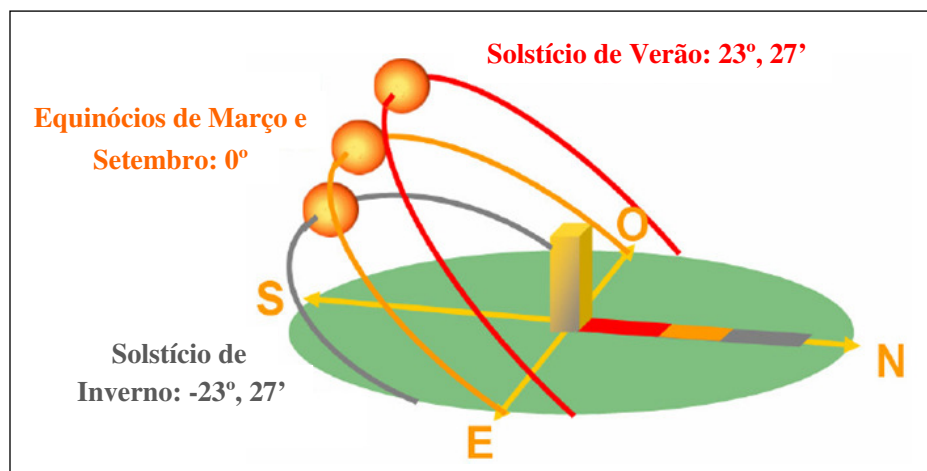


Figura 2.13. Movimento Solar (Fonte: Garrido, 2008)

A situação preferencial, em latitudes mais elevadas (hemisfério norte), será de orientar a Sul os espaços de maior permanência numa habitação, bem como, os vãos envidraçados, de modo a receberem o máximo de radiação solar no Inverno e terem fraca incidência no Verão. Em contrapartida, a fachada Norte deve ser bem isolada e ter poucas aberturas.

Nos países de latitudes mais elevadas, as necessidades de aquecimento são correntemente superiores às de arrefecimento e portanto, os edifícios carecem de maiores ganhos solares durante o Inverno. Por sua vez, durante as estações quentes, os sistemas de sombreamento permitem controlar o excesso de incidência de raios solares. Nas orientações Nascente e Poente o Sol permanece sempre baixo, por nascer e se pôr ao nível do horizonte. Em Portugal, os vãos envidraçados orientados a Poente são alvo de maior sobreaquecimento. Assim, interessa aplicar sistemas de sombreamento exterior somente nas janelas orientadas a Nascente, Sul e Poente (Tirone e Nunes, 2007).

Uma vez que em processo de reabilitação a orientação do edifício é uma variável dependente e incontornável, apresentam-se as melhores soluções de sombreamento:

- **Sistemas fixos**

As protecções fixas não apresentam possibilidade alguma de regulação, razão pela qual a sua influência se prolonga durante todo o ano. Porém, se o seu comportamento for satisfatório face às exigências térmicas, isto é, se estiverem correctamente posicionadas e dimensionadas, apresentarão vantagens no custo de manutenção e no desempenho, visto não dependerem da utilização adequada por parte dos utilizadores.

Em reabilitação, quando existem palas de sombreamento, verticais, horizontais ou mistas, derivadas de saliências da própria construção, devem ser conservadas caso cumpram estes requisitos.

As grelhas metálicas, representadas na figura 2.14, também executam o sombreamento de fachadas e são compostas por lamelas fixas em chapa de alumínio e aplicadas em plano vertical ou horizontal. Os sistemas de fixação permitem regular a orientação das lâminas em função da incidência solar, bem como, definir uma distância otimizada entre elas.

Outra alternativa, dada pela figura 2.15., é a utilização de malhas metálicas em aço inox, as quais transformam a estética e geometria das fachadas dos edifícios. A sua aplicação permite a criação de uma “segunda pele de fachada” e uma correcta especificação no que respeita a segurança, redução acústica e design do edifício.



Figura 2.14. Lamelas fixas em plano horizontal  
(Fonte: [www.hunterdouglascontract.com](http://www.hunterdouglascontract.com))



Figura 2.15. Malhas metálicas  
(Fonte: <http://guiademateriais.construir.pt>)

#### ▪ **Sistemas móveis**

A vantagem destes sistemas, relativamente aos anteriores, é de poderem ser controlados pelos utilizadores, proporcionando condições ideais de conforto independentemente do ambiente em que se inserem. A aplicação de estores exteriores orientáveis (figura 2.16.) permite controlar a penetração da luz através de lamelas com regulação progressiva e reflectir 80% dos raios solares (Cruzfer).

No mercado existem inúmeros produtos de características variáveis, nomeadamente: estores angulares, de dupla orientação, em lamelas de alumínio orientáveis, entre outros. O estore de dupla orientação combina a projecção solar com o aproveitamento da reflexão dos raios solares, através da diferente orientação das lamelas superiores e inferiores do estore.

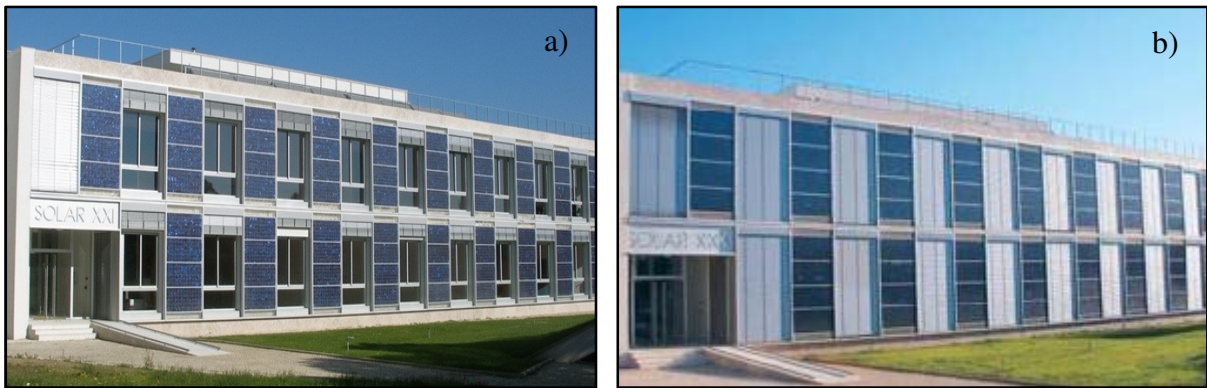


Figura 2.16. Fachada Sul com estores de lâminas, reguláveis individualmente, abertos durante o Inverno (a) e fechados durante o Verão (b) (Fonte: Gonçalves e Cabrito, 2006)

Igualmente eficazes são as lamelas de sombreamento em perfil de alumínio extrudido, lacado ou anodizado (figura 2.17.), normalmente instalados nas fachadas de qualquer edifício.

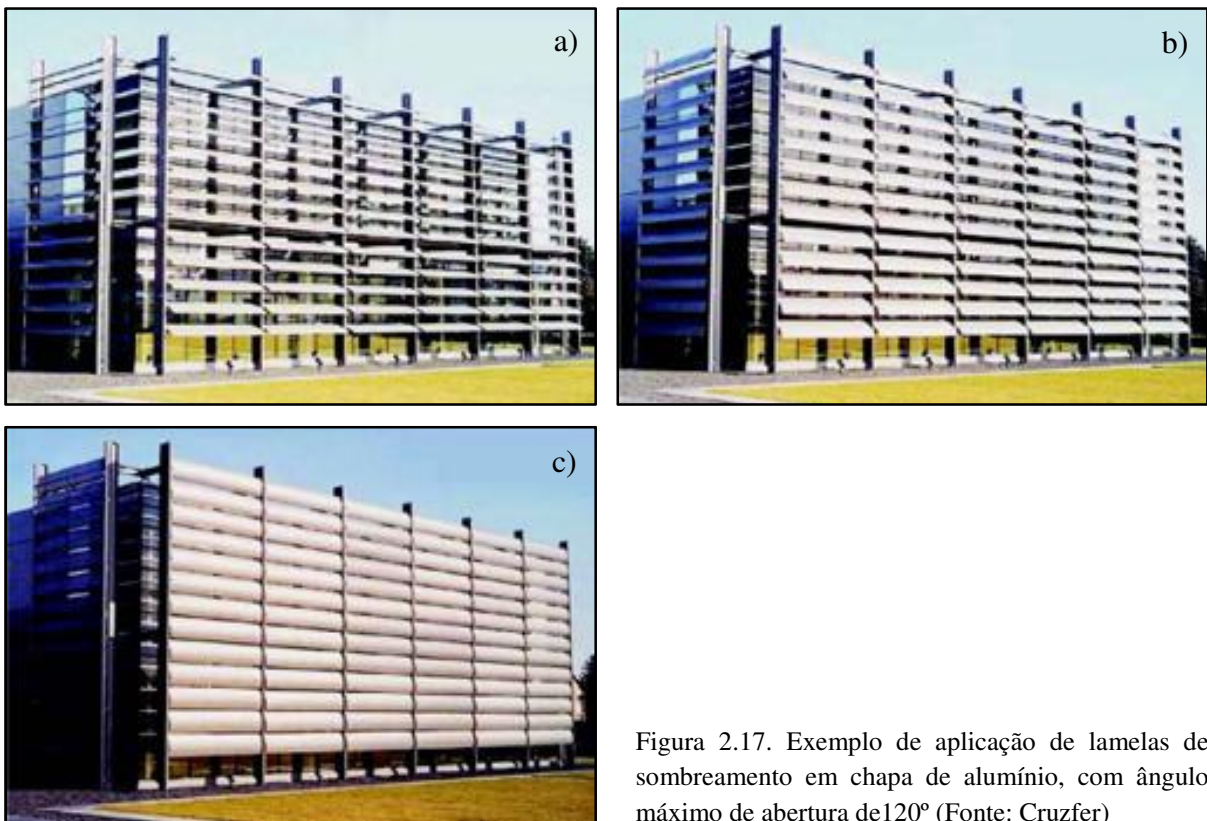


Figura 2.17. Exemplo de aplicação de lamelas de sombreamento em chapa de alumínio, com ângulo máximo de abertura de 120° (Fonte: Cruzfer)

A regulação do sistema faz-se através de um comando manual por manivela articulada, ou eléctrico por interruptor, ou ainda por comando central com células de medição solar ou eólica, demonstrando um elevado desempenho ao nível da protecção. Quando as condições climáticas são favoráveis ao aproveitamento da reflexão da luz para iluminar o interior dos edifícios (p.e. em períodos nublados), as lamelas efectuem o máximo de abertura. Quando o Sol está numa posição baixa, o ângulo das lamelas é quase vertical (de manhã e à noite) e quando o Sol se eleva, o ângulo das lamelas será menos acentuado.

Também as persianas externas constituem elementos de sombreamento dinâmicos, devido à total abertura que oferecem e possibilidade de orientação das lâminas, cujo funcionamento é similar ao dos estores supramencionados.

Embora não tenham flexibilidade de orientação, os estores de rolo aço inox ou alumínio (telas de filtro solar), as telas verticais de fachada e os toldos horizontais, são alternativas que igualmente beneficiam o ambiente interior. As telas de filtro solar são a última inovação mundial no domínio da protecção solar, o tecido metálico filtra a radiação solar e oferece grande poder de reflexão térmica (até 94%) durante os meses mais quentes do ano, ao mesmo tempo que corta o excesso de luminosidade interior (Cruzfer).

### **2.5.6 Parede de Trombe**

A parede de Trombe constitui uma solução de construção passiva (de ganho indirecto), capaz de reduzir a factura energética através da captação de energia solar durante os dias de Inverno e da transmissão de calor acumulado durante a noite, para os espaços interiores.

No Verão, esta parede tem a sua funcionalidade desactivada uma vez que o Sol atinge uma altura suficientemente elevada e os raios solares não incidem sobre o vão envidraçado que a protege, resultando a reflexão da maior parte da radiação (Torcellini e Pless, 2004).

A sua aplicação é por isso restrita a alçados orientados a Sul e a espaços onde se pretende receber ganhos solares indirectos durante os meses frios do ano, aproveitando durante a noite o calor acumulado durante o dia. Esta orientação favorece a baixa altitude solar sem prejudicar o conforto durante o Verão; quando bem dimensionada, esta solução pode satisfazer 15% das necessidades de aquecimento no período do Inverno (Tirone e Nunes, 2007).

O processo de aquecimento inicia-se quando os raios solares de Inverno atravessam o vão envidraçado da parede de Trombe e ocorre o fenómeno designado por ‘Efeito de Estufa’: as radiações solares de onda curta atravessam o vidro e aquecem a parede. Por sua vez, as radiações de onda larga emitidas pela parede são impossibilitadas de voltar a atravessar o vidro e acumulam-se na caixa-de-ar, promovendo o aquecimento progressivo da parede de alvenaria, cujas temperaturas podem atingir entre 30 a 60°C (Gonçalves e Graça, 2004). Passado algumas horas, este calor é transferido para o espaço interior.

Quando se pretende um aquecimento mais rápido poderão existir aberturas de ventilação nas zonas superiores e inferiores da parede, possibilitando, por convecção, a circulação do calor para o interior. Contudo, durante o período nocturno estas aberturas deverão ser fechadas a fim de se evitar a inversão do ciclo, ou seja, a perda de calor para o exterior.

A estrutura da parede de Trombe (figura 2.18.) é composta por um vão envidraçado duplo, com uma caixa-de-ar de aproximadamente 20 mm, por uma parede de alvenaria com 150 a 500 mm de espessura e a superfície exterior da parede é pintada de cor escura para potenciar a absorção dos raios solares.



Figura 2.18. Parede de Trombe com orientação Sul (Fonte: <http://www.ikaza.com.pt>)

A obstrução de luz natural associada à construção de uma parede de Trombe apresenta-se como uma desvantagem, pelo que, como forma de minimizar esta consequência, a sua construção a meia altura deve ser considerada, favorecendo a maior penetração de luz natural no espaço interior.

Para que este sistema seja realmente eficaz, também deve ser incorporado sobre o vidro um dispositivo exterior de protecção solar de modo a impedir a incidência solar do Verão, que é bastante mais vertical que a do Inverno, evitando-se condições de sobreaquecimento.

## **2.5.7 Ventilação natural e arrefecimento passivo**

### ***Ventilação natural***

Nas construções existentes, a melhoria da ventilação natural confronta-se com limitações na estrutura e disposição dos edifícios, e na integração na envolvente exterior. As elevadas amplitudes térmicas na estação quente, características do clima português, incitam a exploração da ventilação natural sempre que possível (Godish, 2001).

Todos os edifícios estão sujeitos a forças naturais que resultam da transferência de ar entre o interior e o ambiente exterior. A ventilação natural depende por isso do fluxo de ar como resultado de (Godish, 2001):

- Diferenças de pressão que provocam transferências de ar quando um edifício está sujeito a aquecimento ou arrefecimento;
- Fluxos de pressão provocados pela abertura dos vãos;

- Contínua circulação de ar causada por algumas aberturas do edifício, ou outras que possam existir nas componentes constituintes (frinchas, janelas e portas).

A movimentação do ar quente que se encontra no interior (mais leve) é impelido para o exterior, sendo renovado pelo ar fresco e mais pesado. A acção térmica só poderá promover uma ventilação eficaz quando a temperatura média no interior do edifício apresentar, em relação à temperatura exterior, um diferencial superior a 8°C (Viegas, LNEC).

Também o facto de existirem divisões com dupla orientação, com aberturas opostas, promove o fenómeno de depressão, isto é, a fachada que está directamente exposta ao vento sofre uma forte pressão, enquanto a que se encontra do lado oposto é envolvida numa depressão. A diferença de pressão desenvolvida entre as duas fachadas é suficiente para provocar a ventilação natural entre divisões, este processo é correntemente designado por ventilação transversal (Godish, 2001).

O vento é a acção mais importante a considerar na ventilação, a qual depende da exposição do edifício; quando existe apenas uma fachada exposta, a capacidade de fazer uso da ventilação natural é bastante mais reduzida. Em reabilitação, esta condição poderá ser contornada através da selecção da caixilharia exterior, da área dos vãos envidraçados e do seu controlo de abertura, ou de grelhas de ventilação criteriosamente colocadas.

Para manter a boa qualidade do ar interior do edifício é fundamental considerar uma taxa de renovação de ar mínima, a qual está dependente de vários factores: a intensidade de ocupação do espaço, tipo de actividades desenvolvidas, uso de tabaco, combustão dos aparelhos de aquecimento e a preparação dos alimentos (Godish, 2001).

Segundo o RCCTE, todos os edifícios que se encontrem em conformidade com as disposições da norma NP 1037-1, relativa à ventilação natural em edifícios de habitação, a taxa de renovação do ar a adoptar é de 0,6 h<sup>-1</sup>, sendo que nestes edifícios não podem existir quaisquer mecanismos de extracção de ar ou meios mecânicos de insuflação.

Infelizmente, recorrendo exclusivamente a processos de ventilação natural, é difícil assegurar o cumprimento da renovação de ar em projecto, num determinado instante. Por este motivo, em algumas situações particulares de ocupação ou em alguns locais confinados, recomenda-se o recurso simultâneo a processos de ventilação mecânica.

### ***Arrefecimento evaporativo e radiativo***

Ambos os processos constituem sistemas de arrefecimento passivo e baseiam-se na utilização de fontes frias existentes para reduzir a temperatura nos espaços interiores do edificado. As aplicações de arrefecimento passivo, para além de promoverem a melhoria das condições de conforto térmico, permitem a redução da factura energética dos edifícios no que

respeita à parcela de arrefecimento, comparativamente aos convencionais sistemas de climatização (Public Interest Energy Research Program).

A estratégia de arrefecimento evaporativo baseia-se na diminuição de temperatura associada à mudança de fase da água do estado líquido ao estado de vapor. Quando o decréscimo é acompanhado de um aumento do conteúdo do vapor de água, trata-se de um arrefecimento evaporativo directo. Neste caso, o ar exterior é arrefecido por evaporação da água, antes de entrar no edifício (Gonçalves e Graça, 2004). Quando o processo é induzido por via indirecta, o arrefecimento do interior do edifício é conseguido por condução de calor através das superfícies exteriores (expostas à radiação solar ou ao ar quente do interior) que são arrefecidas por uma massa de água.

A existência de fontes, lagos, piscinas, colunas de água, ou outro elemento de água, designados por espaços de atenuação climática, devem ser preservados aquando de uma reabilitação, uma vez que contribuem positivamente para a redução das necessidades de arrefecimento do edifício. A figura 2.19. é um exemplo de aplicação da estratégia de arrefecimento evaporativo em edifícios de serviços. Este complexo de edifícios está também sujeito a uma maior ventilação natural, promovida pelo arrefecimento do ar exterior.



Figura 2.19. Exemplo de uma solução de arrefecimento evaporativo no Lagoas Park, em Oeiras  
(Fonte: [www.lagoaspark.pt](http://www.lagoaspark.pt))

Existem inúmeras soluções que podem também ser praticadas, sobretudo num clima mediterrânico, entre as quais estão as *roof-ponds* ou sistemas de *roof-spraying*, que permitem o arrefecimento do telhado e a dissipação do calor através da evaporação de água (Lanham, *et al.*, 2004).

Embora pouco utilizado, o sistema de arrefecimento radiativo proporciona o arrefecimento interior de forma eficiente, actuando sobre a temperatura das paredes ou coberturas, sendo utilizado preferencialmente na cobertura. A emissão de radiação por parte

destes elementos é convertida em energia para o arrefecimento do próprio edifício, a qual ocorre continuamente. No entanto, é durante o período nocturno que se propicia uma maior intensidade do efeito radiativo, activada pela ausência de radiação solar directa.

Este sistema é aconselhável em locais de clima seco e de baixo ângulo de incidência solar (Jaffer, 2006). Em construções de climas mediterrânicos, como o de Portugal, as necessidades de arrefecimento são na sua maioria superadas pelas de aquecimento e a existência de isolamento térmico nos elementos da envolvente, como a cobertura, são prática comum, o que inviabiliza este sistema de arrefecimento. A solução poderá estar na aplicação de isolamento móvel que poderá ser activado durante o dia, possibilitando a redução dos ganhos solares e o arrefecimento radiativo nocturno.

Os sistemas de arrefecimento natural apresentam potencialidades que devem ser exploradas em virtude da melhoria das condições de conforto, tais como: a redução dos ganhos solares e internos, a possibilidade de aumentar a ventilação natural nos picos de temperatura e os reduzidos custos de operação e de manutenção que envolvem.

### ***Arrefecimento pelo solo***

Neste processo a temperatura da terra é o factor determinante para a sua eficiência. Nos períodos de maior calor, a temperatura do solo atinge valores inferiores à do ar exterior; na Europa, a variação térmica é de 8 a 14°C (Ordem dos Arquitectos, 2001). Também devido à forte inércia térmica e à condutibilidade baixa do solo, o calor do edifício pode ser aí armazenado.

A transferência de calor pode ocorrer por processos directos ou indirectos, definidos pela construção do edifício. Caso o edifício esteja em contacto directo com o solo o arrefecimento do ar ocorre por condução, com maior eficiência em climas temperados.

O método de arrefecimento indirecto envolve a aplicação de condutas subterrâneas (com um a três metros de profundidade) de diâmetro e comprimento apropriados. Na prática, o ar interior é aspirado pelas tubagens e o arrefecimento do ar está sujeito às condições de temperatura do ar à entrada, da temperatura do solo em torno dos tubos, da condutibilidade térmica e dimensões das condutas, da difusibilidade térmica do solo e da velocidade do ar. Em climas frios, este processo é praticado de modo inverso no sentido de se reduzirem as necessidades de aquecimento através do solo.

Para além da dependência directa do clima, da natureza do local e do edifício em questão, em reabilitação o último processo é de viabilidade muito reduzida, uma vez que obriga a perfurações do terreno subjacente ao edifício.

## 2.6 Soluções activas na reabilitação

### 2.6.1 Sistemas solares térmicos

#### *Descrição da tecnologia*

A energia solar térmica é uma das formas mais rentáveis de energia renovável e tem um enorme potencial de crescimento, dentro e fora da Europa (ESTIF, 2007). Em edifícios pode reduzir até 70 a 80% o consumo de energia convencional (electricidade, gás natural, gás propano, etc.) para o aquecimento de água (ESTIF, 2007).

Um painel solar térmico, ou também comumente designado por colector solar térmico, é um dispositivo que converte a energia solar em energia térmica e o seu funcionamento permite (BCSD Portugal, 2005):

- Produção de Água Quente Sanitária (AQS);
- Aquecimento de piscinas;
- Aquecimento ambiente;
- Arrefecimento ambiente: é possível produzir frio combinando energia solar com máquinas de absorção ou sistemas híbridos (solar-gás);
- Produção de água a elevadas temperaturas destinada a uso industrial;
- Aplicações de baixa ou intermédia temperatura, como estufas e secadores.

A figura 2.20. é explicativa do nível de utilização destes sistemas em edifícios típicos da Europa Central, durante o período de um ano.

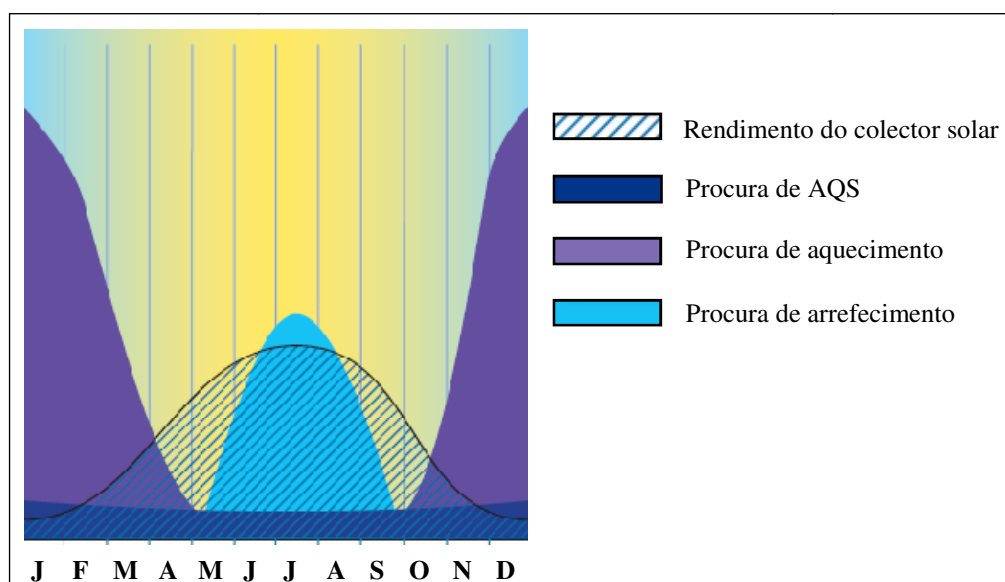


Figura 2.20. Sistema de aquecimento e arrefecimento Solar: a procura e a oferta num edifício típico da Europa Central, durante um ano (Fonte: ESTIF, 2007)

Embora o sistema solar térmico não seja ainda economicamente competitivo no auxílio dos processos de climatização do ambiente interior, esta tecnologia constitui um

enorme potencial de utilização por parte dos edifícios onde o estado de permanência seja maior, e com elevadas exigências térmicas (ESTIF, 2007). Para mais, o investimento numa solução conjunta (instalação solar e aquecimento central) não é apoiado pelo programa do Governo Português, o qual envolve áreas de painel e volumes de água francamente insuficientes para sistemas de aquecimento central.

A viabilidade de instalação de um sistema solar térmico depende de alguns parâmetros mínimos exigíveis, entre os quais:

- A orientação e inclinação dos colectores solares;

A inclinação ideal depende da sua localização geográfica (latitude) e do período do ano em que se pretende maximizar a energia obtida. A regra prática apresentada no Guia para Instaladores de Colectores Solares (DGEG, 2004), é de inclinação igual à latitude menos cinco graus para utilização durante todo o ano e de mais ou menos 15 graus conforme se pretenda favorecer a captação no Inverno ou no Verão, respectivamente. A orientação ideal dos colectores é o Sul geográfico. Refira-se ainda que um desvio de até 20 graus para Este ou Oeste e/ou de até 15 graus na inclinação não prejudicam mais do que 5% na captação.

- Dimensão das áreas a aquecer;
- Número de módulos instalados (geralmente cada radiador tem vários módulos);
- Dimensão dos módulos instalados (a potência varia em função da dimensão);
- Grau de utilização dos compartimentos.

No actual parque imobiliário a aplicação da tecnologia solar, embora já muito desenvolvida, é ainda condicionada pelo invólucro dos edifícios e pelo acesso às redes de energia.

A integração estética destes sistemas por vezes causa algum constrangimento no património construído. Também a sua instalação em edifícios com diferentes proprietários, pode originar desentendimentos entre os utilizadores. Em caso de edifícios existentes, estes factores poderão constituir barreiras à aplicação do solar térmico.

O valor convencional previsto para os edifícios abrangidos pelo RCCTE está na base de 1 m<sup>2</sup> de colector por ocupante. Contudo, este é um objectivo balizado pela necessária optimização económica do investimento.

O investimento inicial ainda constitui uma barreira à utilização destes sistemas, contudo, num curto período de tempo torna-se compensador para o investidor, uma vez que a factura energética vê-se reduzida face ao consumo de combustíveis convencionais ao longo de todo o sistema (ESTIF, 2007).

## ***Quadro europeu e nacional***

Em edifícios reabilitados, o objectivo para 2030 será cobrir as necessidades de aquecimento em mais de 50% através da energia solar térmica (ESTTP, 2006). Esta solução oferece uma elevada garantia de sustentabilidade aos edifícios existentes e apresenta a melhor relação custo-eficácia na sua reabilitação (ESTTP, 2006).

Em Portugal Continental o número médio anual de horas solares é variável entre 2 200 e 3 000 horas, e os arquipélagos dos Açores e Madeira dispõem de 1 700 e 2 200 horas, respectivamente. Na Alemanha, por exemplo, este indicador varia entre 1 200 e 1 700 horas (DGEG, 2009).

Em Portugal, desde Abril de 2006 todas as novas construções, ampliações ou grandes reabilitações de edifícios, que utilizem águas quentes sanitárias, integram sistemas solares térmicos de forma a facilitar um acesso equitativo ao aumento do desempenho energético, de acordo com a obrigatoriedade imposta pelo Decreto-Lei n.º 80/2006.

Esta medida (aplicada aos edifícios abrangidos pelo RCCTE) assenta sobretudo no facto de Portugal ser dos países da Europa com maior incidência de radiação solar, e cujo potencial deste recurso renovável está longe de alcançar o seu máximo aproveitamento para o aquecimento de águas sanitárias.

Segundo o relatório do FORUM “Energias Renováveis em Portugal”, o valor total de instalação de sistemas solares térmicos, considerado exequível até 2010, foi estimado em  $2,8 \times 10^6$  m<sup>2</sup>. A esta área de instalação corresponde uma energia útil produzida de 6 908 TJ e uma energia final de 8 917 TJ no ano horizonte de 2010.

A partir da figura 2.21. e tendo por base o potencial exequível para 2010, é possível analisar a distribuição da instalação de colectores solares em Portugal, de acordo com a funcionalidade dos edifícios.

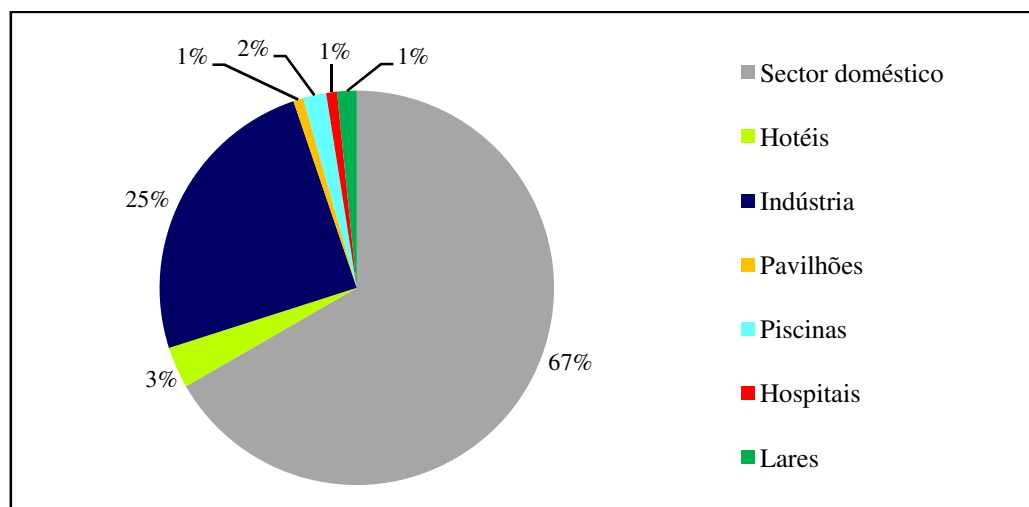


Figura 2.21. Área de colectores solares a instalar por sector até 2010 tendo por base o conceito de potencial exequível (Fonte: ADENE, 2001)

A aposta nesta tecnologia apresenta-se mais incisiva no sector doméstico, seguindo-se o da indústria e em menor enfoque o sector hoteleiro, pavilhões, piscinas, hospitais e lares. Esta tendência assenta numa política de incentivos fiscais, direccionada para o investimento e expansão do mercado da energia solar térmica.

A meta da UE visa a instalação de  $100 \times 10^6$  de  $m^2$  de colectores solares até 2010 (DGEG, 2009). Juntamente com os dois maiores mercados de energia solar térmica, Chipre e Áustria, também a Grécia se apresenta como líder do número de instalações solares térmicas, por habitante. No final de 2007, Chipre detinha uma capacidade térmica solar de  $562 \text{ kW}_{\text{th}}/1\ 000 \text{ hab.}$ , equivalente ao somatório das capacidades da Áustria e Grécia, com a Áustria a deter  $244 \text{ kW}_{\text{th}}/1\ 000 \text{ hab.}$ , superando em oito vezes, a média europeia de  $30,7 \text{ kW}_{\text{th}}/1\ 000 \text{ hab.}$  (ESTIF, 2008).

A nível nacional, entre 2006 e 2007, verificou-se um crescimento de 25% do mercado da energia solar térmica, resultando uma produção de  $144\ 165 \text{ kW}_{\text{th}}$  em 2007 (ESTIF, 2008). Esta evolução ainda está muito aquém de alcançar um valor óptimo face à realidade do resto da Europa.

A figura 2.22. permite avaliar a evolução anual da instalação de painéis solares em Portugal, relativamente à área de ocupação.

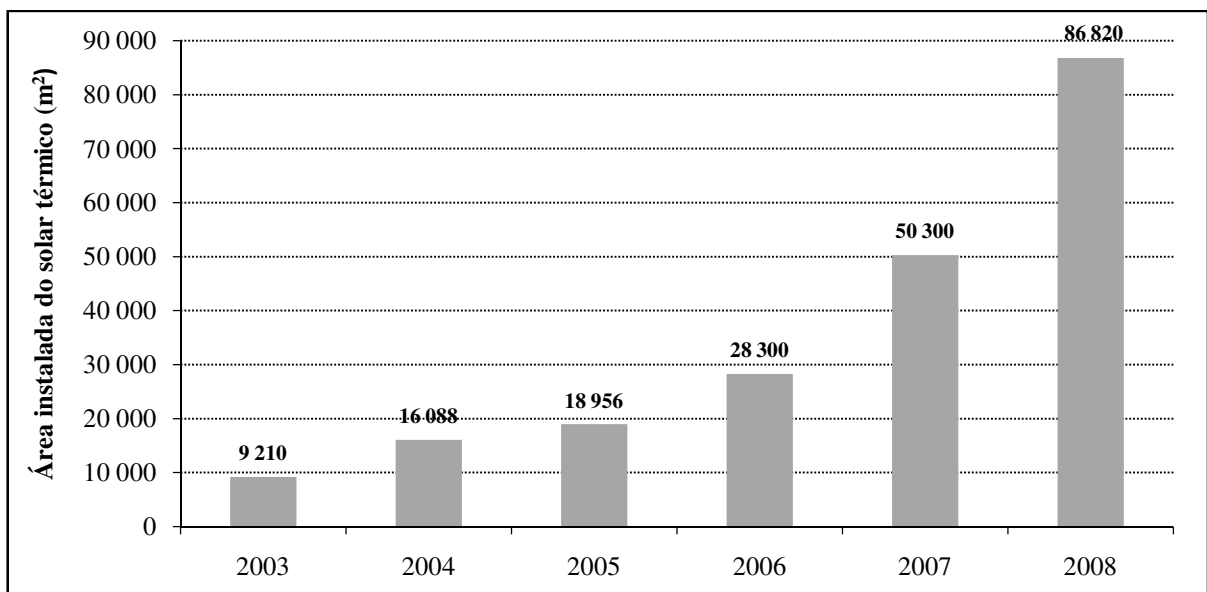


Figura 2.22. Evolução anual da área instalada de colectores solares em Portugal (Fonte: ADENE, 2009)

Embora bastante ambicioso o objectivo de atingir  $1 \times 10^6$   $m^2$  de painéis solares, instalados até 2010, o cumprimento da meta estabelecida dependerá da adesão massiva destes sistemas pelos edifícios de habitação (Tirone e Nunes, 2007).

De acordo com um estudo realizado pela ADENE, em 2004, existiam apenas  $16\ 088 \text{ m}^2$  de colectores solares instalados em Portugal, 44% dos quais em sistemas

domésticos. Considerando o ano 2006, o mercado triplicou como resultado do aumento de 67,4% da área de ocupação por sistemas solares térmicos até 2008.

Note-se que este crescimento teve início com a obrigatoriedade de instalação de painéis solares térmicos em novos edifícios residenciais ou remodelados, introduzida com as alterações feitas ao RCCTE, indo assim de encontro à exequibilidade da meta definida para o solar térmico.

Neste domínio, o Estado Português apresenta-se como actor determinante na política energética para a concretização de um sector energético mais forte, com vista à redução das emissões de CO<sub>2</sub> e da dependência energética exterior, aumentando simultaneamente a competitividade da economia nacional (Ministérios das Finanças e da Administração Pública e da Economia e Inovação).

### ***Incentivos e benefícios fiscais***

Actualmente existe um conjunto de benefícios fiscais e garantias financeiras, válidos na aquisição de equipamentos certificados, para empresas e particulares, que constituem importantes incentivos à sua aquisição (quadro 2.4.):

Quadro 2.4. Incentivos e benefícios fiscais à aquisição de equipamentos de energia solar

<b>IRS</b> Imposto sobre o Rendimento Singular	Nos termos do artigo 85º n.º 2 a) do Código do IRS, com a redacção que lhe foi dada pelo Orçamento de Estado para 2009 (Lei n.º 64-A/2008, de 31 de Dezembro), são dedutíveis à colecta 30% das importâncias despendidas 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, com o limite máximo de 796 €.
<b>IRC</b> 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.
<b>IVA</b> Imposto de Valor Acrescentado	A Lei n.º 109-B/2001, de 27 de Dezembro, define que os equipamentos específicos para a captação e aproveitamento da energia solar estão sujeitos à taxa intermédia de 12%.
<b>Crédito Bancário</b>	Instituições bancárias oferecem crédito individual para a compra de sistemas solares.

## 2.6.2 Sistemas de micro-produção

### *Enquadramento jurídico*

A produção descentralizada de energia, ou microgeração, define-se como a produção de electricidade, com recurso a tecnologias de aproveitamento de energias renováveis, no local ou próximo do local de utilização, independentemente do tamanho, da tecnologia ou do recurso utilizado, fora ou dentro da rede (WADE, 2009)

Actualmente, a expansão das tecnologias de produção de energia, com incidência na produção descentralizada, tem desenvolvido um novo interesse por parte dos produtores-consumidores. Do ponto de vista global, este interesse foi motivado pela alteração das condições económicas e ambientais, e sustentado pela evolução tecnológica.

A IEA defende que os factores contributivos para esta evolução foram (IEA, 2002):

- A liberalização do mercado energético;
- Questões ambientais relacionadas com as alterações climáticas;
- O desenvolvimento das tecnologias de produção de energia em pequena escala;
- Dificuldades na construção de novas redes de transporte de energia eléctrica;
- O aumento da procura eléctrica com elevada fiabilidade.

Em Portugal, a 2 de Novembro de 2007 foi publicado em Diário da República o Decreto-Lei n.º 363/2007, o qual estabelece o regime jurídico aplicável ao exercício da actividade de microprodução de electricidade num quadro legal específico de licenciamento simplificado, exclusivamente aplicável à actividade de microprodução de electricidade.

Esta diligência faz parte da Estratégia Nacional para a Energia, definida pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005 de 24 de Outubro (igualmente designada por “Renováveis na Hora”), e incorpora o Programa de Simplificação Administrativa e Legislativa SIMPLEX 2007. O objectivo é promover a instalação de 50 mil sistemas fotovoltaicos ou micro-eólicas até 2010, com especial incentivo à instalação de colectores solares para aquecimento de água em habitações existentes.

Nos termos do Decreto-Lei n.º 363/2007, o produtor encontra-se no pleno direito de instalar um equipamento de microgeração com uma potência máxima de 50% da potência contratada e de vender à Rede Eléctrica de Serviço Público (RESP) toda a energia que produz, devendo para isso registar-se no Sistema de Registo de Microprodução (SRM).

O regime remuneratório definido pelo Decreto-Lei n.º 363/2007 é atribuído somente à energia activa entregue à RESP, podendo variar entre dois tipos:

- **Condições em Regime Geral**

- Qualquer produtor de baixa tensão (BT) que instale unidades de produção de electricidade monofásica com potência de ligação até 5,75 kW;

- A tarifa de venda de electricidade é igual à que é aplicada pelo comercializador de último recurso no fornecimento de electricidade à rede.

▪ **Condições em Regime Bonificado**

- Produtor com unidades de microgeração com potências de ligação até 3,68 kW que utilizem fontes de energia renovável: solar, eólica, hídrica, cogeração a biomassa ou pilhas de combustível, com base em hidrogénio proveniente de microprodução renovável;

- Quando instaladas unidades de cogeração a biomassa, deverão ser integradas no aquecimento do edifício;

- As unidades de microprodução renovável abrangidas por este regime, com a excepção das unidades de cogeração a biomassa, só poderão ser instaladas desde que a entidade produtora disponha de colectores solares térmicos para aquecimento de água na instalação de consumo, com um mínimo de 2 m<sup>2</sup> de área de colector;

- A aplicação das unidades de microgeração em condomínios obriga a que estes realizem uma auditoria energética prévia ao edifício e que as medidas de eficiência energética identificadas, com período de retorno até dois anos, sejam aplicadas;

- Cada produtor terá uma tarifa única garantida nos primeiros cinco anos após a instalação, sendo a tarifa sucessivamente reduzida nos 10 anos seguintes. Após este período é aplicada a tarifa do regime geral de remuneração;

- A tarifa de referência é de 650 €/MWh e varia segundo o tipo de energia renovável, mediante a aplicação das percentagens indicadas no quadro 2.5. à tarifa de referência;

Quadro 2.5. Tarifa de microprodução em regime bonificado segundo o tipo de energia renovável (adaptado de Decreto-Lei n.º 363/2007)

Fonte	Taxa (%)
Solar	100
Eólica	70
Hídrica	30
Cogeração a biomassa	30
Pilhas de combustível com base em hidrogénio proveniente de microprodução renovável	Varia de acordo com o tipo de energia renovável utilizada para a produção de hidrogénio.
Combinação das fontes de energia	Média ponderada das percentagens individuais aplicáveis utilizando como factor de ponderação os limites máximos de energia entregue à rede.

- A venda de electricidade produzida através de tecnologia fotovoltaica é limitada a 2,4 MWh/ano, e a 4 MWh/ano, no caso das restantes fontes renováveis;

- O registo de potência no SRM está também limitado a 10 MW no primeiro ano de entrada em vigor deste Decreto-Lei, sendo anualmente alargado em 20% nos anos seguintes.

A facturação e o relacionamento comercial ocorrem de forma simplificada, sem a participação dos particulares no processo de emissão de facturas e acertos de IVA. O microprodutor simplesmente recebe ou paga através de uma única transacção (receitas relativas à produção de electricidade e pagamentos relativos ao consumo de electricidade).

O mercado da produção descentralizada oferece ao consumidor-produtor maior flexibilidade em termos operacionais, de dimensão e possibilidade de expansão dos sistemas, e vantagens económicas muito aliciantes após o período de recuperação do investimento, através da geração de receitas mensais.

Agora, importa analisar a integração da tecnologia solar fotovoltaica e dos sistemas micro-eólicos nos edifícios existentes. A micro-cogeração apresenta-se ainda em fase embrionária com fracas garantias económicas para o produtor-consumidor.

### ***Solar fotovoltaica***

O mercado nacional de sistemas solares fotovoltaicos constitui-se por aplicações executadas à escala nacional (territorial) com uma capacidade fotovoltaica igual ou superior a 40 W (Bründlinger, *et al.*, 2008). Um sistema fotovoltaico é composto por módulos, inversores, baterias e por todos os componentes de instalação e controlo (Bründlinger, *et al.*, 2008).

Em 2007 a UE instalou 1 541 MWp, aumentando a capacidade instalada Europeia para 4 690 MWp, ainda que uma larga parte deste mercado seja atribuída ao mercado Alemão (Observ'ER; Jozef Stefan Institute, 2008). Já em 2008, a Associação Europeia da Indústria Fotovoltaica (EPIA) declarou que a capacidade anual instalada em fotovoltaica, a nível mundial, cresceu 119%, passando de 2,7 GWp para 5,8 GWp (Observ'ER; Jozef Stefan Institute, 2009). Tal como indica a figura 2.23., a UE continua a ser a principal força motriz do mercado mundial fotovoltaico, com 81% da capacidade instalada do mundo.

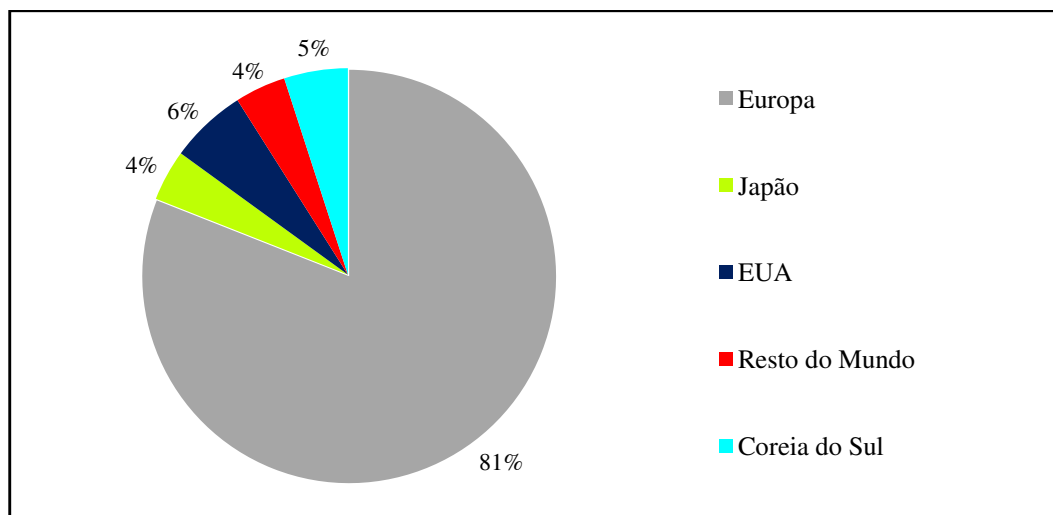


Figura 2.23. Distribuição do mercado global fotovoltaico em 2008 (Fonte: EPIA, 2009)

Em 2008, a UE duplicou a instalação de sistemas fotovoltaicos relativamente ao ano anterior, declarando um crescimento de 151,6%. A expansão do mercado espanhol, o crescimento do mercado alemão, embora em menor escala, e a disseminação dos mercados da Itália, República Checa, Portugal, Bélgica e França contribuíram também para este desempenho (Observ'ER; Jozef Stefan Institute, 2009). Nesse ano, o rácio da capacidade fotovoltaica por habitante da UE foi de 19,2 Wp/hab..

Em território nacional, a meta a atingir em 2010 na área da produção de energia fotovoltaica é de 150 MW. De acordo com os dados estatísticos publicados pela DGEG, em 2007, Portugal instalou 14,5 MW em energia fotovoltaica, da qual 14,3 MW está ligada à rede.

Conforme representa a figura 2.24., Portugal, embora muito aquém dos níveis de aplicação registados noutros Estados-Membros da União Europeia, tem assegurado o crescimento deste mercado ao longo dos últimos anos, impulsionado por um sistema de incentivo estabelecido em Junho de 2007 (Decreto-Lei n.º 363/2007), que visa facilitar o processo de licenciamento de sistemas fotovoltaicos ou micro-eólicas.

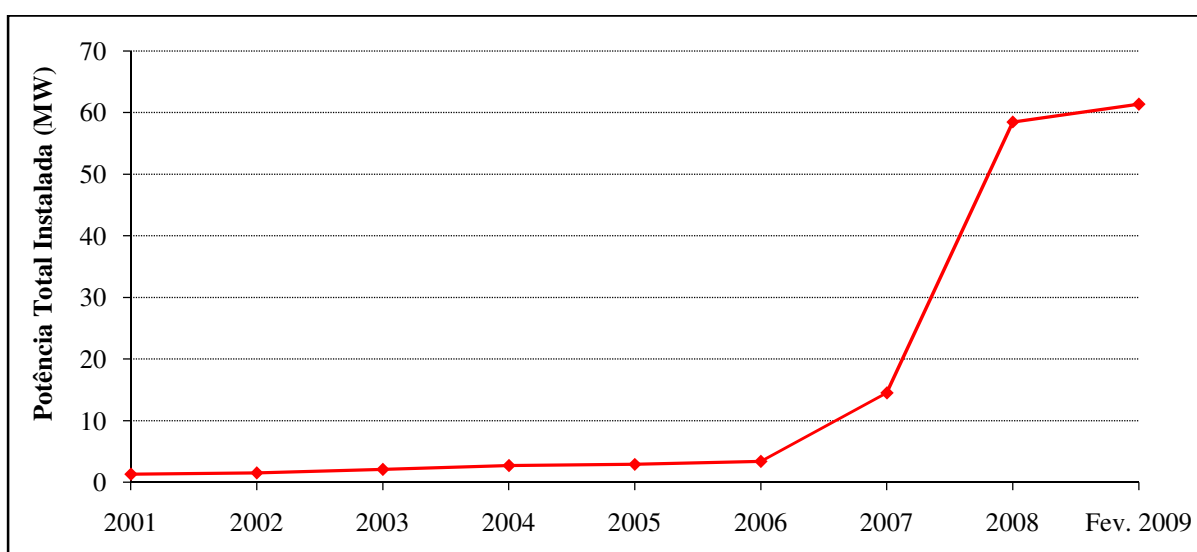


Figura 2.24. Evolução histórica da potência total instalada em fotovoltaica, em Portugal Continental (Fonte: DGEG, 2009)

Entre 2002 e 2008, em Portugal Continental, verificou-se uma taxa de crescimento média anual de 72,3% da potência total instalada em fotovoltaica (DGEG, 2009). De acordo com os dados da EPIA, em 2008, Portugal deteve uma potência instalada por habitante de 6,4 Wp/hab., assumindo o quinto lugar do ranking dos Estados-Membros da EU (Observ'ER; Jozef Stefan Institute, 2009).

A instalação dos sistemas fotovoltaicos no invólucro do construído pode, adicionalmente, proporcionar maior protecção climática, isolamento térmico, protecção à incidência solar e ao ruído, modulação da luz natural e ainda a segurança do edifício

(European Photovoltaic Technology Platform, 2007). No parque edificado existente a aplicação destes sistemas poderá ser executada tanto em coberturas como em paredes exteriores, fachadas semi-transparentes, clarabóias, ou em sistemas de sombreamento.

As coberturas são o elemento construtivo ideal para a integração de painéis fotovoltaicos, onde a ocorrência de sombreamento é menos vulgar. A superfície necessária para a integração é igualmente uma vantagem.

Ainda assim, a instalação em coberturas inclinadas e em coberturas planas é realizada de forma diferente. No primeiro caso, os módulos dos painéis fotovoltaicos são facilmente fixados sobre a telha ou poderão mesmo substituir a própria telha e desempenhar a sua função (figura 2.25.). Em terraços, a acessibilidade, facilidade de instalação e a livre escolha da orientação de cada painel constituem as principais vantagens.



Figura 2.25. Sistema fotovoltaico em cobertura inclinada, Thyrnau/Áustria (Fonte: <http://ertex-solar.at>)

Os módulos fotovoltaicos podem proporcionar uma melhoria estética da fachada ao serem adicionados às paredes existentes.

Estes sistemas podem ser parte integrante da fachada do edifício através da utilização do vidro fotovoltaico laminado, pela substituição dos materiais convencionais de revestimento, apresentando uma cor idêntica a qualquer vidro com coloração. Estes vidros proporcionam uma protecção climática prolongada, podendo variar a dimensão, cor e padrão.

Quando se pretende alcançar a transparência das janelas, garantindo a semi-transparência da fachada, o vidro laminado fotovoltaico é sujeito a um dos seguintes métodos:

- As células fotovoltaicas podem ser tão finas ao ponto de permitirem a observação para o exterior. A espessura fina dos módulos, semi-transparente, é utilizada especialmente quando não se pretende obstruir a visão do interior para o exterior do edifício;
- As células solares cristalinas semi-transparentes são assentes no vidro laminado de forma espaçada, para que os filtros de luz parcial atravessem o módulo fotovoltaico e

iluminem a divisão pretendida. Os efeitos de luz obtidos produzem um padrão de sombras inconstante (figura 2.26.).



Figura 2.26. Efeito gerado pela utilização de células solares cristalinas semi-transparentes, University of East Anglia, Norwich/Reino Unido (Fonte: European Photovoltaic Technology Platform, 2007)

Também as clarabóias são estruturas interessantes para a aplicação de sistemas fotovoltaicos, por combinarem a vantagem de difusão de luz no interior dos edifícios ao mesmo tempo que dispõem de uma superfície livre para a instalação dos módulos ou vidros laminados fotovoltaicos. Este tipo de aplicação assegura ao edifício tanto a electricidade como a luminosidade de que precisa.

Simultaneamente, os painéis fotovoltaicos podem ser utilizados como elementos de sombreamento, quando aplicados sobre os vãos envidraçados ou incorporados em estruturas próprias de sombreamento (figura 2.27.).



Figura 2.27. Painéis fotovoltaicos com funcionalidades de sombreamento e produção de electricidade, Sunbury Building, Ashford/Reino Unido (Fonte: European Photovoltaic Technology Platform, 2007)

Alguns edifícios estão providos deste tipo de estruturas, que poderão ser aproveitadas para incluir painéis fotovoltaicos. Tem a vantagem da inclinação dos sistemas de

sombreamento fotovoltaicos poder ser regulada de forma a maximizar o seu rendimento, ao mesmo tempo que permite variar o grau de sombreamento do interior do edifício.

As variações da produtividade da energia solar fotovoltaica são um aspecto importante que deve ser tido em conta no momento da integração dos painéis solares nos edifícios. A orientação solar, o ângulo de inclinação dos painéis, a sombra existente na envolvente (árvores e edifícios vizinhos), a temperatura e latitudes do local, constituem variáveis significativas a considerar.

Em Portugal, a maior produtividade consegue-se com inclinações entre 25 e 35 graus, voltados a Sul. Caso os sistemas sejam colocados na vertical, a produção de energia eléctrica diminui em cerca de 30%, e variações a Este ou Sudoeste, de mais ou menos 20 graus, provocam também diminuições entre 3 a 5% na produção de energia eléctrica (Ribeiro, 2007).

### ***Micro-eólica***

As turbinas eólicas, também designadas por aerogeradores, assumem a função de converter a energia cinética do vento em energia mecânica e consequentemente em energia eléctrica (CEEETA, 2001b).

O micro-aerogerador é uma solução inovadora, baseada num gerador eléctrico com potência nominal de 1kW, e que, através da conversão da energia cinética do vento, é capaz de gerar entre 1 500 a 3 000 kWh de energia eléctrica por ano, nas condições meteorológicas típicas do território português (Pires e Pincante, 2007).

Desde 2004 que se assiste ao aumento exponencial do mercado da energia eólica, sendo que no final de 2007 se verificou uma capacidade global instalada de 93 864 MW. Este desenvolvimento foi liderado pelos Estados Unidos da América, China e Espanha e envolveu um aumento de 31% do mercado, relativamente ao ano anterior, 2006 (EWEA, 2009).

Importa salientar que mais de 1 000 MW instalados pertencem somente a oito países europeus, entre os quais a Alemanha, Espanha, Dinamarca, Itália, França, Reino Unido, Portugal e os Países Baixos (EWEA, 2009). Perante este cenário, até ao final de 2007, a Europa representava 60% da capacidade mundial instalada (EWEA, 2009).

Contudo, estes valores são pouco expressivos no que respeita ao aproveitamento da energia eólica em edifícios, para fins de microgeração. As micro-eólicas constituem um sector tecnológico relativamente diferente, dirigido a mercados sectoriais específicos, com aplicações que requerem soluções técnicas simplificadas e especificamente desenhadas.

A variável dependente do sistema eólico é sem dúvida o vento, apesar de ser um recurso inteiramente disponível na Natureza, esta variável apresenta limitações, como a irregularidade da sua intensidade em determinados locais. Uma vez que os limites de concepção das turbinas eólicas não podem ser ultrapassados, em particular os aspectos

relacionados com a rotação limite de velocidade, torna-se necessário a existência de sistemas de conservação da energia, através de baterias, permitindo garantir a segurança do abastecimento (Zamora *et al.*, 2005).

As microturbinas eólicas podem ser fixadas sobre o edifício ou posicionadas na sua periferia. Recomenda-se geralmente que as pás sejam colocadas a pelo menos 0,5 metros acima do telhado, para que se usufrua de uma maior velocidade do vento e minimize a turbulência do telhado.

Um estudo estrutural realizado por uma especialista em conservação de edifícios históricos refere a necessidade de se garantir que o edifício seja capaz de suportar a micro-turbina eólica, entre 15 kg e 30 kg, e caso se opte pela sua fixação à parede (figura 2.28.), que se garanta também a força exercida sobre a turbina por uma rajada de  $50 \text{ m.s}^{-1}$ , durante um período de 10 minutos (English Heritage, 2008).



Figura 2.28. Exemplo de uma micro-turbina eólica, em posição vertical, fixada à parede de um edifício em Camberwell/Londres (Fonte: English Heritage, 2008)

Actualmente o mercado apresenta dois tipos de microturbinas eólicas, com eixo vertical e eixo horizontal, fazendo variar o número de hélices conforme o modelo em questão. Apesar das microturbinas com 3 hélices serem as mais comuns, a eficiência deste tipo de equipamentos está directamente relacionada com a área de varrimento e não com o número de hélices (CEEETA, 2001b).

A vantagem apresentada pela turbina vertical, face à horizontal, está relacionada com o facto de o gerador se encontrar na base, facilitando a captação dos ventos sem necessidade de um mecanismo de orientação.

O nível de rendimento de uma turbina foi introduzido pela teoria de Betz, através da definição do coeficiente de potência ( $C_p$ ). O limite de Betz indica que, mesmo para os melhores aproveitamentos eólicos (turbinas de 2 ou 3 pás de eixo horizontal), recupera-se

apenas um máximo de 59% da energia do vento, o que significa que o  $C_p$  máximo (teórico) é, aproximadamente, 0,59. Para uma aplicação real, este coeficiente é da ordem de 0,3 a 0,4 no máximo (Brizon, et al.). A figura 2.29. permite comparar os coeficientes de potência ( $C_p$ ) das diferentes tecnologias micro-eólicas, num ângulo fixo de incidência do vento.

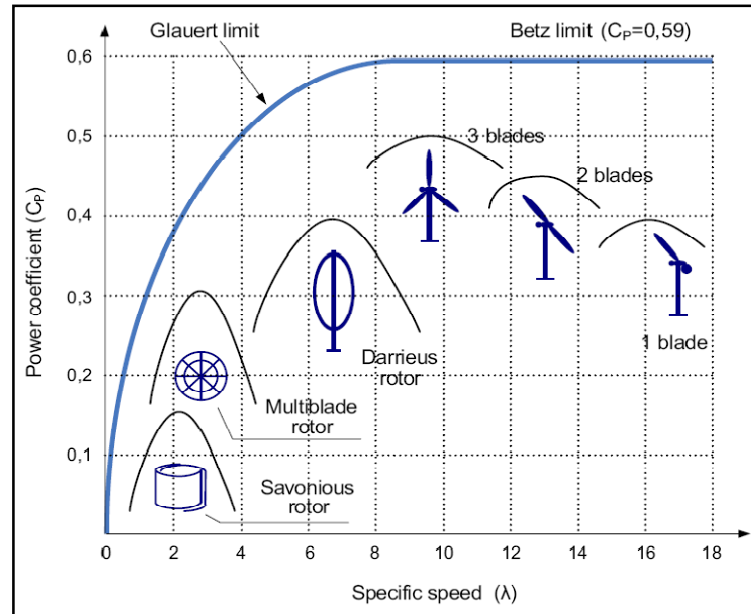


Figura 2.29. Curva de eficiência eléctrica das diferentes tecnologias de micro-eólicas (Fonte: Zamora et al., 2005)

O Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI) foi pioneiro na produção das primeiras microturbinas eólicas em Portugal, com uma potência de 2,5 kW, a serem integradas em ambiente urbano no âmbito do projecto TURBan, desenvolvido em 2007. Segundo a directora da Unidade de Energia Eólica e dos Oceanos do INETI, a micro-eólica tem ainda um grande caminho a percorrer na melhoria das condições técnicas e comerciais dos geradores eólicos. Também associa os melhores rendimentos desta tecnologia às zonas rurais de montanha ou do litoral, características do território nacional.

O principal obstáculo ao investimento nas micro-eólicas está inequivocamente associado à incerteza de energia produzida devido à elevada variabilidade do vento em meio urbano, exigindo uma caracterização prévia do potencial eólico nas áreas construídas.

### **Micro-cogeração**

O conceito de micro-cogeração refere-se à geração descentralizada de energia mecânica e/ou eléctrica e calor em simultâneo. Tecnicamente, consiste na produção e exploração consecutiva (simultânea) de duas fontes de energia, eléctrica (ou mecânica) e térmica, a partir de um sistema que utiliza o mesmo combustível primário, permitindo a optimização e o acréscimo de eficiência nos sistemas de conversão e utilização de energia.

Este é um processo maioritariamente aplicado quando ocorrem elevadas exigências de procura de calor ao longo do ano (Schulz, 2006).

A energia térmica pode ser igualmente utilizada para produzir frio, através de um ciclo de absorção, sendo o processo “alargado” conhecido por trigeriação ou produção combinada de electricidade, calor e frio. O equipamento responsável por esta conversão é designado por chiller de absorção.

A Directiva Europeia 2004/8/CE define unidade de micro-cogeração como “unidade de cogeração cuja capacidade máxima seja inferior a 50 kW<sub>e</sub>”. A micro-cogeração é aplicada a instalações com uma potência inferior a 1 MW, geralmente utilizada em edifícios de escritórios, residências, centros comerciais, hospitais, hotéis, entre outros.

Segundo o Engenheiro João Salema, da Equipa Técnica Self Energy, é feita a distinção entre instalações de micro-cogeração doméstica, para instalações de potência inferior a 10 kW (apartamentos, moradias, piscinas, etc.), e não doméstica, para instalações de potência superior a 10 kW (Salema, 2007). Defende ainda, que o reaproveitamento do calor residual permite uma eficiência de 80% dos sistemas de cogeração.

O quadro 2.6. apresenta os sistemas mais vulgarizados de cogeração, assim como, os rendimentos eléctricos e térmicos de cada um deles (Salema, 2007).

Quadro 2.6. Características de alguns sistemas de cogeração  
(Fonte: adaptado de Salema, in Mercado Eléctrico, 2007)

Tecnologia	Turbinas a gás	Motores de explosão a GN	Motores de compressão interna	Turbinas a vapor	Microturbinas	Pilhas de combustível
Rendimento eléctrico (%)	15 - 35	22 - 40	25 - 45	10 - 40	18 - 27	35 - 45
Rendimento térmico (%)	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	20 - 50
Rendimento global (%)	60 - 85	70 - 80	70 - 85	60 - 85	55 - 75	55 - 90
Combustíveis	GN, biogás, propano	GN, biogás, propano	Diesel, óleo residual	Todos	GN, biogás, propano	Hidrogénio, GN, propano, metano

Os projectos de cogeração/ trigeriação são altamente flexíveis e não há soluções rígidas para cada tipo de consumidor energético (Brandão, 2004). Torna-se imperativo a realização de um estudo preliminar rigoroso de viabilidade do projecto, com o objectivo de identificar o sistema mais adequado para as necessidades do consumidor e determinar se é atractivo economicamente ou não. Para que a sua instalação seja rentável ao produtor-consumidor, a procura de calor deverá ser elevada e contínua ao longo da maior parte do ano.

Neste estudo, esta forma de geração descentralizada não é considerada uma medida sustentável em processos de reabilitação de edifícios.

## **2.7 Certificação energética como estratégia**

### **2.7.1 Legislação aplicável**

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios entrou em vigor a 1 de Junho de 2007, no âmbito da legislação de eficiência energética dos edifícios em Portugal, publicada em 2006. A Agência para a Energia (ADENE) apresenta-se como a entidade gestora deste processo, bem como a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e a Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Numa primeira fase, a aplicação do SCE cingiu-se aos novos edifícios, residenciais e não residenciais, com área superior a 1 000 m<sup>2</sup>, e perante os pedidos de licenciamento ou autorização de edificação por parte da entidade competente a partir de 1 de Julho de 2007. Numa segunda fase, com entrada em vigor a partir de 1 de Julho de 2008, o SCE passou a abranger todos os edifícios novos, independentemente da sua área.

Mais recentemente, a partir de 1 de Janeiro de 2009, todos os edifícios e/ou fracções autónomas passaram a estar abrangidos pelo sistema: edifícios novos, grandes remodelações de edifícios existentes, grandes edifícios não residenciais existentes e todos os imóveis transaccionados (vendidos ou arrendados).

O SCE funciona conjuntamente com o RCCTE e o RSECE, através da emissão do certificado de desempenho energético e da qualidade do ar interior, requerido pelo promotor ou proprietário. Este documento é emitido por peritos qualificados (PQ) e constitui o comprovativo da classe de eficiência energética atribuída ao imóvel, informando sobre as emissões de CO<sub>2</sub> e as necessidades de energia sob a forma desagregada: aquecimento, arrefecimento e águas quentes sanitárias.

São igualmente apresentadas medidas de melhoria do desempenho energético e informações relativas a estas, tais como, a estimativa do potencial de redução de energia, do investimento e do *pay-back* simples, incluindo a nova classe energética, caso se concretize a sua aplicação (ADENE, 2009).

A certificação energética pode conduzir a economias médias de 30% aos 40% no consumo de energia, resultantes de pelo menos cinco áreas: renováveis, isolamentos, pontes térmicas, superfícies envidraçadas e sombreamentos (Lisboa E-Nova, 2009). O impacto da certificação sobre o consumo de energia final deverá ser de 1 309 kWh ano/fogo. Assumindo um custo da energia de 0,1143 €/kWh, a poupança para o utilizador estima-se em 150 €/ano, ou seja, 12,50 €/mês (ITIC, 2008).

A classe energética é atribuída mediante uma escala de eficiência que varia entre 9 classes, de A+ (alta eficiência) a G (baixa eficiência), sendo que aos novos edifícios não poderão corresponder classes inferiores à B-, conforme indica a figura 2.30..

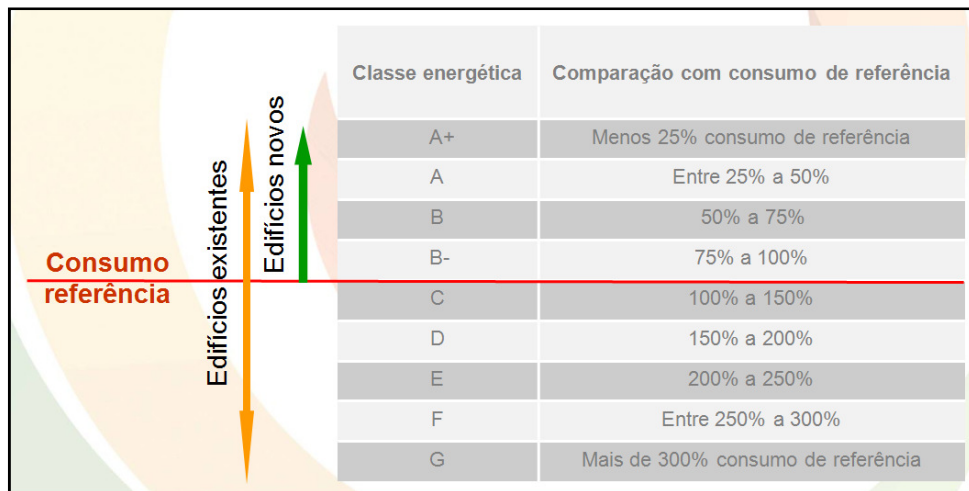


Figura 2.30. Classificação energética (Fonte: ADENE, 2009)

Existe também um incentivo fiscal directamente relacionado com o processo de certificação. A Lei n.º 67-A/2007 do Orçamento de Estado para 2008, atribui uma majoração de 10% nas deduções à colecta (IRS) dos encargos relacionados com juros e amortizações de crédito à habitação, a todos os imóveis classificados na categoria A+ ou A.

Relativamente aos edifícios do Estado, o objectivo, até 2015, passa pela certificação energética de todos os edifícios, com classificação superior a B. O exemplo já foi adoptado tanto pelo ministério da Economia como pelo do Ambiente (Santos, *in* Mercado Eléctrico, 2009).

Segundo informação divulgada pela ADENE, até Abril de 2009 a proporção de edifícios residenciais e de serviços já certificados, entre novos e existentes, era idêntica: 93% de edifícios residenciais e 7% de edifícios de serviços, resultando um total de 50 mil certificados energéticos emitidos até à data. Note-se que a atribuição da classe energética C é predominante no edificado existente, 34%, enquanto 44% dos novos edifícios assumem a classe de desempenho A.

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+, representando 15% dos edifícios projectados (ADENE, 2009).

Esta realidade sugere que, no domínio da reabilitação, a certificação energética quando direccionada para os sistemas activos pode ser problemática, na medida em que dissimula as verdadeiras lacunas construtivas, de onde advêm as principais necessidades de aquecimento e arrefecimento do edificado existente.

Em comunicação pública, o Dr. Paulo Santos, Director de Auditorias em Edifícios da ADENE, deixou claro que, para a Agência, o desenvolvimento de um mercado de reabilitação mais forte faz parte de uma das expectativas da certificação energética dos edifícios existentes (nas condições de obrigatoriedade), apoiada pela actual conjuntura económica e pelo desacelerar do mercado da nova construção, tanto ao nível do consumidor como do produtor.

Prevê-se que a certificação energética se torne num importante factor de mercado, com a oferta de edifícios de melhor qualidade e maior valor comercial, e de um novo campo de acção para engenheiros, arquitectos e empresas de engenharia e de inspecção.

## **2.7.2 Sistemas voluntários**

As formas práticas de avaliar e reconhecer a construção sustentável tornaram-se cada vez mais presentes nos diferentes países. Em reabilitação, a promoção de imóveis com certificação ambiental em sistemas voluntários tem o objectivo último de assegurar uma mais-valia económica e ambiental, com benefício mútuo para as empresas promotoras e potenciais proprietários. Na promoção de projectos de construção sustentável, ou de consumo zero, a adopção destes sistemas é fundamental para fomentar a competitividade do mercado.

Actualmente, estão implementados no Reino Unido, o sistema com o acrónimo de BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), nos Estados Unidos da América (EUA) o LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design* do USGB), na Austrália o NABERS (*National Australian Buildings Environmental Rating System*), no Canadá o BEPAC (*Building Environmental Performance Assessment Criteria*), em França o HQE (*Haute Qualité Environnementale des bâtiments*) e o CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) no Japão.

O sistema voluntário de certificação ambiental dos edifícios designado por BREEAM, e explorado pelo *Building Research Establishment* (BRE) no Reino Unido, foi constituído em 1991 com o objectivo de proporcionar uma vasta gama de considerações ambientais sobre o desempenho dos novos edifícios destinados a escritórios (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2002). Actualmente, o sistema abrange edifícios (novos e existentes) de escritórios e residenciais, áreas comerciais e escolas.

Entre 1991 e 2001, os critérios de avaliação para os novos edifícios de escritórios aumentaram de 20 para 120, abrangendo uma ampla gama de avaliação do desempenho ambiental: a gestão do edifício, a utilização de energia, factores externos e internos que afectam a saúde e o bem-estar, poluição do ar e da água, emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao transporte, ocupação e uso do solo, valor ecológico local, implicações ambientais dos materiais de construção, e consumo eficiente de água (Organization for Economic Co-

operation and Development, 2002). Para cada uma das categorias definidas o desempenho do edifício é avaliado, sendo-lhe atribuído um prémio sobre a forma de ‘créditos’. O resultado geral é traduzido na escala: suficiente, bom, muito bom ou excelente.

Nos EUA, o *U.S. Green Buildings Council* (USGBC) desenvolveu em 1998 o LEED, programa voluntário de certificação de edifícios. Este sistema permite igualmente avaliar o desempenho ambiental dos edifícios, e divulgar aos proprietários e promotores imobiliários informação sobre a implementação prática das medidas de melhoria de eficiência, durante a sua concepção (fase de projecto), construção e operações manutenção.

A abordagem de sustentabilidade promovida pelo programa faz o reconhecimento do desempenho ambiental dos edifícios, considerando as seguintes áreas-chave: localização e vias de transporte, uso eficiente da água, utilização de energia, materiais e recursos utilizados nas fases da construção e manutenção, qualidade do ambiente interior, grau de sensibilização e educação dos utentes, inovação no *design*, e prioridade regional (USGBC, 2008).

Os critérios definidos são avaliados numa escala de 100 pontos, sendo que a sua ponderação deve reflectir os potenciais impactes ambientais do edifício em questão, com a seguinte classificação geral: prata, ouro, ou platina (USGBC, 2008).

Em Portugal, no ano 2000, foi desenvolvido pelo Professor Doutor Manuel Duarte Pinheiro um sistema de avaliação e reconhecimento voluntário da construção sustentável e do ambiente construído, designado por LiderA.

Trata-se de um sistema de certificação que orienta, avalia e certifica a sustentabilidade na construção, considerando, quer no plano e projecto, quer na construção e operação, as seguintes áreas de abordagem: localização e integração, eficiência dos consumos, impactes das cargas, conforto interior, durabilidade e adaptabilidade, inovação e gestão ambiental (Pinheiro, 2004). Os níveis de desempenho do LiderA assentam em dois pontos: a prática actual (classe E) e os níveis de desempenho efectivamente sustentáveis (classe A+++).

A *Building Environmental Assessment* (BEA) é um método que incentiva os clientes a desenvolver edifícios energeticamente mais eficientes tendo em vista os benefícios económicos decorrentes (Gu, 2007). A BEA apresenta um papel fundamental na criação de mercados de construção sustentável, sendo o seu principal objectivo a transposição dos modelos teóricos para a realidade. É susceptível que os efeitos da certificação de mais projectos imobiliários com maior eficiência energética, possam vir a influenciar todo o mercado (Gu, 2007).

## 3 Metodologia

### 3.1 Âmbito

No cumprimento do primeiro objectivo, foi avaliado o desempenho de diferentes soluções construtivas, através da elaboração de cenários de reabilitação do sector residencial. As tipologias de construção, para o efeito, encontram-se em conformidade com as características gerais do parque edificado nacional, garantindo uma maior abrangência de aplicação do estudo. O organograma da figura 3.1. é referente à metodologia adoptada para a concretização deste objectivo.

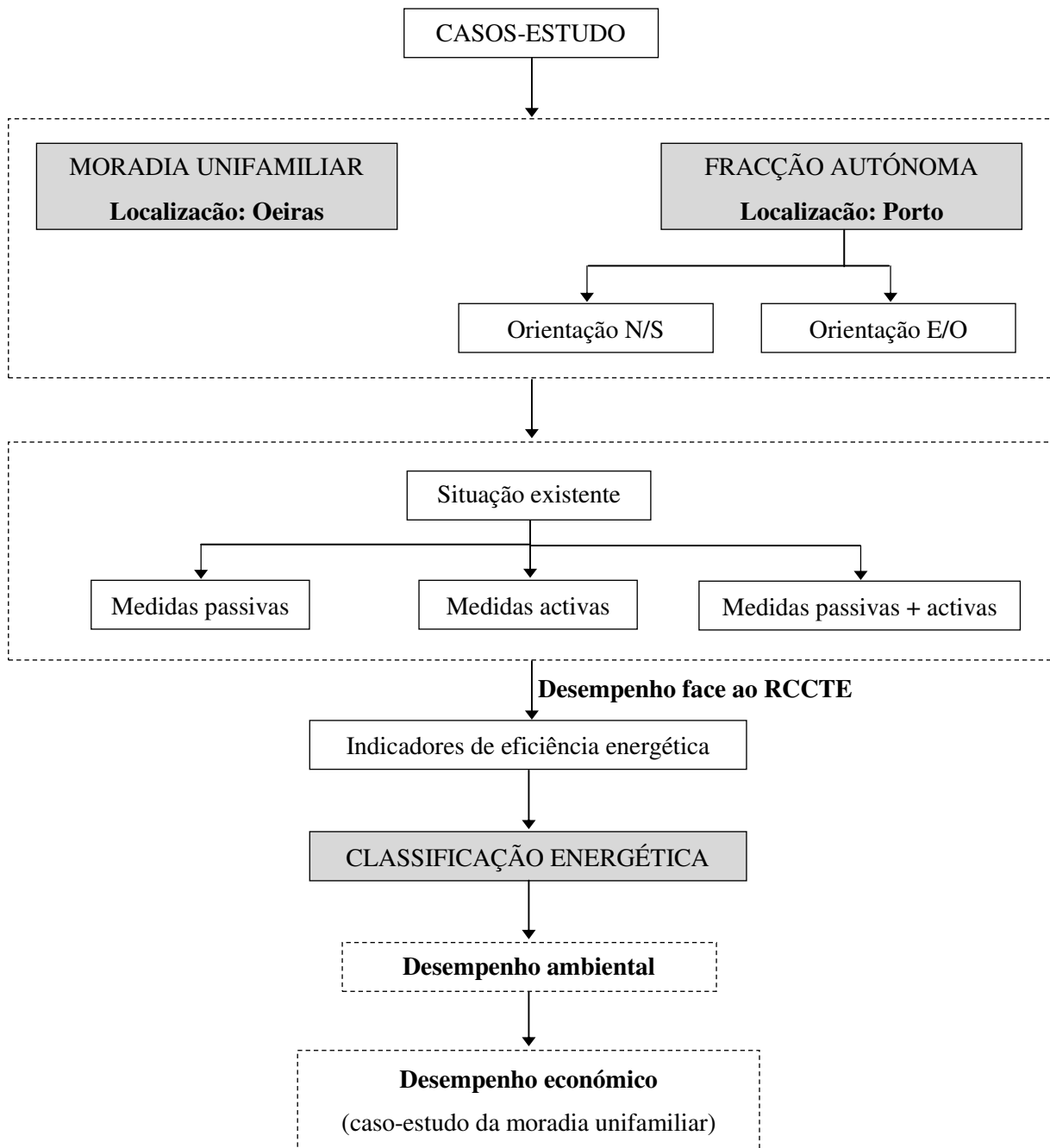


Figura 3.1. Metodologia do primeiro objectivo

O segundo objectivo, o qual compreende a análise do mercado dos principais intervenientes e decisores nos processos de reabilitação de edifícios, foi concretizado através da elaboração de inquéritos dirigidos a empresas nacionais de construção, de promoção e mediação imobiliária, a projectistas e a peritos qualificados para a certificação energética de edifícios. Este método permitiu:

- Caracterizar os actuais investimentos em reabilitação de edifícios que visam a sua eficiência energética;
- Identificar as oportunidades de melhoria no domínio da reabilitação de edifícios, e eventuais limites à expansão deste mercado, com incidência nos três sectores de actividade: construção, promoção e mediação imobiliária e projectistas;
- Conhecer o estado actual e as tendências futuras da certificação energética do parque edificado existente.

Foram ainda realizadas duas entrevistas técnicas a agentes intervenientes no mercado da construção sustentável e da patologia e reabilitação de edifícios, com o objectivo último de compreender algumas das dificuldades e oportunidades de um mercado ainda pouco explorado, como o da reabilitação.

## **3.2 Análise de soluções construtivas no sector habitacional**

### **3.2.1 Metodologia de cálculo**

Os resultados desta análise encontram-se em conformidade com o RCCTE, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril, e com a Nota Técnica NT-SCE-01, emitida pela ADENE, respeitante ao método de cálculo simplificado para a certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE. O processo de cálculo estipulado pelo RCCTE foi aplicado por intermédio das folhas de cálculo disponíveis, com o objectivo de apurar os seus indicadores de eficiência energética.

As características de cada residência constituem pressupostos fictícios, desenvolvidos para a concretização do estudo, entre os quais dizem respeito a sua localização, exposição, tipologia, condições de utilização (ocupação e permanência), factor de orientação e grau de intervenção. Estas variáveis permitiram formular cenários de reabilitação que abrangem diferentes níveis de intervenção, fazendo compreender os aspectos determinantes de cada material incorporado ou elemento construtivo, e ainda delinear estratégias mais eficazes, isto é, energeticamente eficientes a um custo económico aliciante.

A caracterização dos elementos da envolvente no que diz respeito aos coeficientes de transmissão térmica foi realizada de acordo com o ITE 50 do Laboratório Nacional de

Engenharia Civil. A escolha das diferentes soluções construtivas foi baseada no desempenho térmico de cada uma, ajustando-se às características próprias dos objectos de estudo.

A aferição do desempenho final permitirá obter resultados traduzidos na melhoria do conforto pela envolvente e/ou dos sistemas energéticos. O investimento económico e os benefícios ambientais associados a cada cenário constituem variáveis igualmente determinantes, a considerar numa análise de desempenho.

### 3.2.2 Moradia unifamiliar

Os cenários estabelecidos constituem estratégias de intervenção orientadas para a reabilitação de uma situação existente com elevado potencial de intervenção (**cenário 0**). A primeira é direccionada para a melhoria do conforto térmico através da envolvente do edifício (**cenário 1**), a segunda centrada na melhoria dos sistemas energéticos, através da instalação de um sistema solar térmico para preparação de águas quentes sanitárias (**cenário 2**), e a terceira pretende avaliar o desempenho resultante da aplicação conjunta das medidas passivas e activas (**cenário 3**).

De acordo com o Censos 2001, publicado pelo INE, a idade média dos edifícios do concelho de Lisboa é de 53,8 anos e de 33,9 anos em todo o território nacional. Neste contexto, o cenário 0, relativo à situação de referência, apresenta características específicas de uma construção dos anos 50, reflectindo parte da realidade do parque habitacional existente (quadro 3.1.).

Quadro 3.1. Características das soluções construtivas que compõem o cenário 0

CENÁRIO 0 – situação existente		
Orientação	Norte/Sul/Este/Oeste	
Tipologia	T4	
Número de ocupantes	5	
Caixilharia	Madeira; sem quadrícula	
Vãos envidraçados simples exteriores	Vidro simples corrente: incolor (4 mm)	
Elementos opacos	Paredes exteriores	Simples, alvenaria de pedra com 45 cm de espessura, sem isolamento térmico
	Cobertura exterior	Inclinada, desvão não habitado, sem isolamento térmico
	Pavimento	Térreo
Ventilação	Natural	
Protecção interior	Portadas de madeira de cor clara na fachada Sul	
Sistema de AQS	Esquentador a gás natural	

Este cenário permite o reconhecimento das principais lacunas de uma construção com mais de 50 anos e distingue a inércia térmica, própria da construção, como um factor favorável à sua reabilitação. A total ausência de isolamento térmico na envolvente do edifício é apontada como a principal oportunidade de melhoria.

O cenário 1 é resultado de alterações sujeitas ao cenário 0, sobre o qual se pretende quantificar os efeitos de melhoria do conforto térmico. A intervenção cingiu-se às seguintes modificações na envolvente do edifício (quadro 3.2.):

- Substituição do tipo de caixilharia;
- Envidraçados mais eficientes;
- Aplicação de isolamento térmico pelo exterior nas paredes simples de fachada (ETICS – *External Thermal Insulation Composite Systems*) e na cobertura exterior;
- Presença de sombreamento exterior nas fachadas Sul, Este e Oeste.

Quadro 3.2. Características dos materiais e soluções de construção que compõem o cenário 1

<b>CENÁRIO 1 – melhoria do conforto térmico através da envolvente</b>		
Orientação	Norte/Sul/Este/Oeste	
Tipologia	T4	
Número de ocupantes	5	
Caixilharia	PVC; com quadrícula	
Vãos envidraçados simples exteriores	Vidro duplo: incolor (4 mm) + incolor (5 mm) com caixa-de-ar de 16 mm	
Elementos opacos	Paredes exteriores	Simples, alvenaria de pedra com 45 cm de espessura, com isolamento térmico pelo exterior (EPS 40 mm)
	Cobertura exterior	Isolamento térmico na esteira horizontal (XPS 60 mm, em duas camadas de 30 mm, cruzadas)
	Pavimento	Térreo
Ventilação	Natural	
Protecção exterior	Estore veneziano com lâminas metálicas na fachada Sul, Este e Oeste, cor média	
Sistema de AQS	Esquentador a gás natural	

Naturalmente que as soluções construtivas que estabelecem as variáveis deste cenário, são o principal vector para a concretização das oportunidades de melhoria identificadas em auditoria prévia, onde o perfil construtivo do edificado existente é definido (cenário 0).

A reabilitação térmica de carácter passivo, isto é, orientada para os aspectos construtivos da envolvente, irá suprimir as necessidades energéticas da habitação resultantes das perdas e/ou ganhos térmicos pela envolvente, em benefício de resultados favoráveis à

redução da factura energética. As consequentes melhorias, decorrentes da intervenção, irão ser quantificadas pelo RCCTE, através dos seguintes indicadores energéticos:

- Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (Nic), expressas em kWh/(m<sup>2</sup>.ano);
- Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (Nvc); expressas em kWh/(m<sup>2</sup>.ano);
- Necessidades nominais anuais de energia para aquecimento de águas sanitárias (Nac); expressas em kWh/(m<sup>2</sup>.ano);
- Necessidades nominais globais de energia primária (Ntc); traduzidas em kgep/(m<sup>2</sup>.ano).

Por sua vez, o cenário 2 mantém as características de conforto térmico da condição existente (cenário 0), com substituição apenas do sistema de aquecimento de águas sanitárias. Este cenário tem como finalidade evidenciar a melhoria da classe energética de um edifício existente através de um apoio de compensação activo.

Assim, o cenário 1 representará a primeira fase do processo de reabilitação e o cenário 2 permitirá avaliar o contributo da energia solar térmica para a produção de AQS na residência, objecto de estudo.

O programa SolTerm (versão 5.0, do INETI) foi a ferramenta utilizada no cálculo da contribuição do sistema solar térmico ( $E_{\text{solar}}$ ) para o aquecimento de águas sanitárias.

Para cumprir este objectivo foram seleccionados dois colectores solares térmicos do tipo plano (4,26 m<sup>2</sup>), com depósito exterior de 300 litros, devidamente certificados e com garantia de manutenção. O esquentador a gás natural existente no cenário 2 servirá de apoio ao novo sistema de AQS.

Relativamente ao cenário 3, este descreve um tipo de intervenção que compreende não só a melhoria das soluções construtivas, mas também a implementação de um sistema energético activo, permitindo avaliar o desempenho global após a aplicação conjunta dos cenários 1 e 2.

### **3.2.3 Fracção autónoma**

A estratégia aplicada no ponto anterior foi adaptada a um novo objecto de estudo, uma fracção autónoma de habitação, cujas características construtivas, que definem o cenário da situação existente, correspondem aos modelos dos anos 70.

O boletim ‘Estatísticas da Construção e Habitação 2007’, publicado pelo INE, divulga o T3 como a tipologia de habitação residencial mais comum em Portugal no ano 2007 e, como tal, assumiu-se esta dimensão como pressuposto para análise.

A importância de direccionar a mesma metodologia para este modelo de habitação está em determinar a influência do grau de exposição solar, sobre a classe energética atribuída, segundo a determinação do RCCTE, reflectindo-se sobre os ganhos e as perdas totais, expressos em unidades de energia.

Também o factor orientação será incluído na análise, através da elaboração de dois estudos paralelos que o definem como única variável. O primeiro apresenta as principais fachadas da residência (objecto de estudo) orientadas a Norte/Sul, e o segundo, utilizando o mesmo modelo habitacional, com orientação predominantemente a Este/Oeste.

Este procedimento permitirá avaliar a influência da orientação, nos ganhos e perdas solares pela envolvente da fracção autónoma, e demonstrar a importância de adaptar a estratégia de obstrução solar a cada caso.

▪ **Orientação Norte/Sul:**

O cenário 0.a é representativo da situação existente e assume características construtivas com elevado potencial de optimização térmica (quadro 3.3.), as quais estabelecem o suporte para a análise detalhada das principais necessidades de climatização da habitação.

Quadro 3.3. Características das soluções construtivas que compõem o cenário 0.a

<b>CENÁRIO 0.a – situação existente</b>		
Orientação	Norte/Sul	
Tipologia	T3	
Número de ocupantes	4	
Caixilharia	Madeira; sem quadrícula	
Vãos envidraçados simples exteriores	Vidro simples corrente: incolor (4 mm)	
Elementos opacos	Paredes exteriores	Duplas, tijolo furado (0,11 + 0,11 m) com caixa-de-ar de 0,05 m, espessura total de 30 cm, sem isolamento térmico
	Cobertura	Interior
	Pavimento	Interior
Ventilação	Natural	
Protecção exterior	Persianas com réguas plásticas na fachada Sul, cor clara	
Sistema de AQS	Esquentador a gás natural	

De forma análoga ao ponto 3.2.2., o cenário 1.a (caracterizado no quadro 3.4.) reflecte as medidas de melhoria implementadas ao cenário representativo da situação existente, com incidência sobre os seguintes elementos construtivos da envolvente do objecto de estudo:

- Paredes duplas de fachada com isolamento térmico aplicado pelo interior;

- Vãos envidraçados com melhor desempenho térmico.

Quadro 3.4. Características das soluções construtivas que compõem o cenário 1.a

CENÁRIO 1.a – melhoria do conforto térmico através da envolvente		
Orientação	Norte/Sul	
Tipologia	T3	
Número de ocupantes	4	
Caixilharia	Alumínio; com quadrícula	
Vãos envidraçados simples exteriores	Vidro duplo: incolor (4 mm) + incolor (5 mm) com caixa-de-ar de 16 mm	
Elementos opacos	Paredes exteriores	Duplas, tijolo furado (0,11 + 0,11 m) com caixa-de-ar de 0,05 m, com isolamento térmico pelo interior e revestimento de gesso cartonado
	Cobertura	Interior
	Pavimento	Interior
Ventilação	Natural	
Protecção exterior	Persianas com réguas plásticas na fachada Sul, cor clara	
Sistema de AQS	Esquentador a gás natural	

O recurso a um sistema solar térmico para o aquecimento de águas quentes sanitárias, foi avaliado isoladamente, constituindo o cenário 2.a, com o devido reconhecimento dos constrangimentos que a sua instalação envolve em edifícios multifamiliares.

Tal como no anterior caso-estudo, o cenário 3.a compreende todas as características enunciadas no cenário 1.a, com o incremento de um colector solar térmico (certificado e com contrato de manutenção válido) devidamente dimensionado e cuja contribuição, para o aquecimento de águas sanitárias, foi determinada através do programa de cálculo SolTerm, do INETI, versão 5.0.

O equipamento escolhido, para satisfazer as necessidades de AQS, foi um colector solar térmico plano, com dois módulos de 1,87 m<sup>2</sup> e depósito de 200 litros.

- **Orientação Este/Oeste:**

A análise da mesma fracção autónoma, fazendo variar unicamente a orientação das principais fachadas para as coordenadas Este/Oeste, foi realizada sob as mesmas condições construtivas dos cenários 0.a; 1.a; 2.a e 3.a. Os cenários homólogos tomam a seguinte designação: 0.b; 1.b; 2.b e 3.b.

A influência do sombreamento exterior foi corrigida segundo esta orientação, fazendo aplicar os elementos de protecção exterior quer na fachada Este, quer na fachada Oeste.

## **3.3 Estudo do mercado dos principais agentes no processo de reabilitação**

### **3.3.1 Especificações do método de análise**

O estudo incidiu sobre os sectores de actividade que apresentam um papel preponderante no desenvolvimento do mercado da reabilitação. O método adoptado para alcançar resultados que expressem o panorama real ou as verdadeiras tendências, consistiu na elaboração de inquéritos tendo presente as acções que cada agente exerce, assim como os principais interesses que os movem.

Neste sentido, foram realizados quatro inquéritos específicos para cada sector representativo e enviados sob o formato electrónico.

As empresas e/ou entidades particulares envolvidas no estudo foram inquiridas sob reserva de confidencialidade. A maioria dos contactos foi obtida através de bases de dados disponíveis nas páginas *web*, das seguintes associações e agência:

- Associação das Empresas de Construção e Obras Públicas (AECOPS);
- Associação Portuguesa de Promotores e Investidores Imobiliários (API);
- Associação dos Profissionais e Empresas de Mediação Imobiliária de Portugal (APEMIP);
- Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores (APPC);
- Agência para a Energia (ADENE).

Reconhecendo a limitação do método utilizado, pois o grau de fiabilidade dos resultados está dependente da quantidade de respostas aos inquéritos, propôs-se a estas associações uma cooperação. O interesse foi o de promover o preenchimento dos inquéritos pelos agentes, através do conhecimento do estudo por parte de cada associação. Contudo, apenas a API e a APPC deram o seu contributo.

Outros contactos utilizados, que não constam nestas bases de dados, tiveram origem em directórios nacionais de empresas.

### **3.3.2 Sector da construção**

Apresenta-se como principal alvo de análise dado o contexto da conjuntura económica, com impacte diferenciado nos vários segmentos de actividade. Em particular na habitação, a produção sofreu um decréscimo de quase 40% entre 2002 e 2008 (FEPICOP, 2009). O facto das necessidades de habitação do país estarem colmatadas, sugere que a actividade do sector tenda a deslocar-se, progressivamente, da nova construção para a manutenção e reabilitação do construído.

Contudo, a generalizada desadaptação do sector e dos seus agentes, vocacionados sobretudo para a construção nova, constitui uma forte condicionante à reabilitação, obrigando ao investimento na formação de quadros técnicos especializados. Também as receitas geradas pela nova construção, face às da reabilitação, são um vector limitativo para a diversificação da actividade das empresas.

Na óptica do construtor, interessa criar maior valor com a aplicação mínima de recursos, no entanto, para muitos dos consumidores a eficiência energética começa a fazer parte integrante dos requisitos mínimos exigíveis, como factor de valorização.

Perante a estagnação do sector, as exigências legais, a dimensão do stock habitacional e respectivo estado de degradação, o inquérito realizado a estes agentes permitiu determinar:

- A sua posição relativamente à orientação do mercado para a reabilitação do edificado, tornando-o energeticamente mais eficiente;
- As técnicas, construtivas e energéticas, adoptadas em casos de reabilitação;
- A sua posição face aos regulamentos de certificação energética para edifícios existentes;
- O volume de negócios que é atribuído às actividades de construção nova e às de reabilitação energética;
- Os seus principais clientes.

### **3.3.3 Sector da promoção e mediação imobiliária**

O mercado da construção é igualmente servido pela promoção e mediação imobiliária, desenvolvendo neste sector o interesse por um mercado cuja oferta lhe proporcione maiores garantias de consumo.

As estratégias de marketing dos agentes que coordenam este sector visam, essencialmente, a obtenção de resultados favoráveis ao nível das vendas, com garantias sobre as mais altas taxas de comissão.

O facto do sector imobiliário ser naturalmente motivado por objectivos de lucro, tanto em construção nova como em reabilitação, conduz à necessidade do desenvolvimento de incentivos que tornem a actividade da reabilitação um negócio tão apelativo como o da construção nova, com a reafecção dos investimentos.

A incerteza encontra-se associada às exigências do lado da procura, sendo a eficiência energética um requisito de valorização que actualmente começa a ser incorporado na estratégia de venda.

Tendo presente os critérios deste sector, o questionário que lhe foi dirigido teve como principais objectivos, determinar:

- A sua posição relativamente à orientação do mercado para a reabilitação do edificado, tornando-o energeticamente mais eficiente;
- As soluções construtivas e energéticas mais evidenciadas na promoção do edifício reabilitado;
- A sua posição face aos regulamentos de certificação energética para edifícios existentes;
- O volume de negócios que é atribuído às actividades de venda ou arrendamento, de construção nova e de reabilitação;
- A sua perspectiva relativamente aos edifícios antigos devolutos ou subutilizados;
- Se a existência de incentivos financeiros às actividades de reabilitação teria capacidade de influenciar o seu volume de negócio.

### 3.3.4 Projectistas

Ainda que apenas 3% dos custos totais envolvidos na construção e exploração de um edifício correspondam à concepção, projecto e fiscalização, a qualidade do projecto constitui uma das principais vias para a redução dos custos ao longo da vida útil do edifício (Cóias e Silva e Soares).

Alguns estudos, aplicados a diversos países onde o controlo de projecto é mais apertado, concluíram que 40 a 50% dos custos necessários à reabilitação de construções novas dizem respeito a situações originadas por erros ou omissões de projecto (Couto e Couto, 2007).

Apesar das recentes políticas de promoção à eficiência energética, ainda subsiste uma qualidade de construção associada à imagem exterior e aos sinais de diferenciação. As pressões regulamentares e a consciência dos custos que a ineficiência da construção afecta os proprietários, são factores determinantes para a mudança de paradigma.

Prevê-se a curto prazo que a qualidade das estruturas, os isolamentos térmicos e acústicos, as preocupações com a estanquidade das impermeabilizações, os sistemas de ventilação, entre outras medidas técnicas, sejam integrados em qualquer projecto. A grande limitação nesta área está relacionada com as encomendas de projectos por parte dos donos de obra e promotores, os quais seguem as oportunidades e tendências do mercado.

Também neste sector, o nível de especialização poderá interferir sobre o grau de eficiência a alcançar num projecto de reabilitação, estando em causa os bons e maus procedimentos do projectista. Em reabilitação, os projectos são geralmente mais complexos do que em obra nova, pela necessidade de *know-how* para compatibilizar soluções construtivas de diferentes épocas com as actuais.

Estes factos remetem para um maior conhecimento das dificuldades dos projectistas na reabilitação de edifícios, assim como, do seu empenho no cumprimento da legislação em vigor. Neste âmbito, o questionário foi desenvolvido com o intuito de determinar:

- A sua posição relativamente à orientação do mercado para a reabilitação do edificado, tornando-o energeticamente mais eficiente;
- As técnicas, construtivas e energéticas, mais utilizadas em projectos de reabilitação;
- Os principais motivos para a não concretização das soluções construtivas previstas em projecto;
- As considerações sobre os regulamentos de certificação energética para edifícios existentes;
- Como faz aplicar os regulamentos: RCCTE e RSCese;
- O nível de conhecimento dos clientes relativamente a esta regulamentação;
- A solicitação de projectos, em 2008 e 2009, de nova construção e de reabilitação;
- A classe de eficiência energética que ambiciona em projectos de reabilitação.

### **3.3.5 Peritos qualificados**

A actividade destes profissionais requer formação específica, no âmbito do SCE. No final de 2008 a ADENE comunicou a existência de 822 peritos, únicos responsáveis pela certificação energética dos edifícios e/ou fracções autónomas.

Através do reconhecimento do princípio base da certificação energética, e sabendo que a sua aplicação prática começa a ganhar reputação comercial, constitui-se uma oportunidade de negócio que, pelo surgimento de empresas com ligações imobiliárias nesta actividade, poderá desvirtuar o processo de certificação (Barrento da Costa, *in* Mercado Eléctrico, 2009).

O preço que é exigido aos proprietários pela emissão de um certificado de desempenho energético pode, na perspectiva do presidente do Instituto Nacional da Construção e do Imobiliário (INCI), criar uma barreira ao mercado da reabilitação (Sequeira, *in* Público, 2009).

Em oposição, Martin Elsberger, responsável pelo processo de implementação da Directiva 2002/91/CE, distingue Portugal como um dos cinco países da UE com o melhor processo de certificação energética de edifícios, a par da Dinamarca, Holanda, Alemanha e Irlanda. Considera ainda que a certificação em Portugal tem capacidade de estimular o mercado da renovação de edifícios, centrando-se no objectivo fixado pelo Governo: o de reduzir o consumo de energia em dez por cento até 2015 (APEA, 2009).

A certificação energética obrigatória do edificado existente é uma matéria que tem desencadeado alguma celeuma na sua aceitação, sendo os seus objectivos, que se traduzem em diversos benefícios, o garante da sua concretização.

O inquérito dirigido a estes profissionais pretende identificar as dificuldades de um mercado ainda recente e com alguma vulnerabilidade no que concerne aos edifícios existentes. Neste sentido, determinou-se:

- A sua posição relativamente à orientação do mercado para a reabilitação do edificado, tornando-o energeticamente mais eficiente;
- As considerações sobre os regulamentos de certificação energética para edifícios existentes;
- O nível de conhecimento dos clientes relativamente a esta regulamentação;
- As técnicas, construtivas e energéticas, propostas como medidas de melhoria de edifícios existentes e as dificuldades que podem existir para a sua execução;
- Os principais motivos para a não concretização das soluções construtivas previstas em projecto;
- O prazo máximo para a certificação energética de 90% do parque edificado existente.

## 4 Análise do desempenho de casos-estudo

### 4.1 Desempenho face ao RCCTE

Para melhor entendimento dos resultados, descrevem-se as características do comportamento térmico atribuídas a cada cenário do estudo da moradia unifamiliar e da fracção autónoma, segundo o ITE 50 do LNEC, o RCCTE e a nota técnica NT-SCE-01 emitida pela ADENE.

O quadro 4.1. apresenta os coeficientes de transmissão térmica (U), e os valores máximos recomendados pelo RCCTE para edifícios novos, atribuídos a cada elemento da envolvente, segundo os casos-estudo e cenários estabelecidos.

Quadro 4.1. Coeficientes de transmissão térmica da envolvente

Caso-estudo	Cenários	Elementos da envolvente	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	U <sub>máx</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
Moradia unifamiliar	0; 2	Paredes exteriores	2,9	1,8
		Cobertura interior	3,4	-
		Vãos envidraçados exteriores	5,1	-
	1; 3	Paredes exteriores	0,74	1,8
		Cobertura interior	0,52	-
		Vãos envidraçados exteriores	2,7	-
Fracção autónoma	0.a; 2.a e	Paredes exteriores	0,96	1,60
		Vãos envidraçados exteriores	5,1	-
	0.b; 2.b	Paredes em contacto com caixa de escadas/elevador	0,96	2
		1.a; 3.a e	Paredes exteriores	0,5
	1.b; 3.b	Vãos envidraçados exteriores	2,7	-
		Paredes em contacto com caixa de escadas/elevador	0,5	2

No caso-estudo da moradia unifamiliar a solução construtiva garante total ausência de pontes térmicas planas, pelo facto da constituição das paredes exteriores ser em alvenaria de pedra e da designada zona corrente da envolvente ser, unicamente, interrompida pelos vãos envidraçados.

Pela nota técnica da ADENE dirigida aos edifícios existentes, na determinação das pontes térmicas lineares, foram desprezadas as ligações de fachada com caixa de estore, padieira, ombreira ou peitoril e as ligações entre duas paredes verticais.

A intervenção ao nível da fracção autónoma, não inclui a integração de isolamento térmico pelo exterior, uma vez que num edifício multifamiliar esta solução envolve o

consenso de todo o condomínio. Daí que, com a aplicação do isolamento térmico pelo interior nas paredes exteriores, a actuação ao nível das pontes térmicas planas não foi possível.

Para contabilizar as pontes térmicas planas e lineares foi igualmente utilizada a NT-SCE-01 da ADENE, a qual simplifica o cálculo das pontes térmicas planas através da majoração do valor de U da zona corrente em 35%.

No quadro 4.2. são identificadas as pontes térmicas lineares e respectivo valor convencional dos dois casos-estudo.

Quadro 4.2. Coeficientes de transmissão térmica linear

<b>Caso-estudo</b>	<b>Cenários</b>	<b>Pontes térmicas lineares</b>	<b><math>\Psi</math> [W/(m.°C)]</b>
Moradia unifamiliar	0; 2	Fachada com os pavimentos térreos; Fachada com pavimentos intermédios	0,75
	1; 3	Fachada com os pavimentos térreos; Fachada com pavimentos intermédios	0,75
Fracção autónoma	0.a; 2.a <b>e</b> 0.b; 2.b	Fachada com pavimentos intermédios; Fachada com varanda	0,75
	1.a; 3.a <b>e</b> 1.b; 3.b	Fachada com pavimentos intermédios; Fachada com varanda	0,75

A existência de protecções solares nos vãos envidraçados, quando activadas a 100% em situação de arrefecimento, permite a redução do seu factor solar (quadro 4.3.). Este índice traduz o quociente entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado, com o respectivo dispositivo de protecção, e a energia da radiação solar que nele incide.

Quadro 4.3. Factores solares admitidos pela presença de protecções solares activadas a 100%

<b>Caso-estudo</b>	<b>Cenários</b>	<b>Factor solar</b> (protecção solar a 100%)
Moradia unifamiliar	0; 2	0,30
	1; 3	0,09
Fracção autónoma	0.a; 2.a <b>e</b> 0.b; 2.b	0,07
	1.a; 3.a <b>e</b> 1.b; 3.b	0,04

Relativamente ao cálculo dos ganhos solares através dos vãos envidraçados, nas estações de aquecimento e arrefecimento, considerou-se a existência de sombreamento

‘normal/standard’ (segundo a NT-SCE-01 da ADENE) nas fachadas Este e Oeste da moradia unifamiliar. No caso da fracção autónoma, devido à existência de varandas sobrejacentes, o factor de obstrução solar foi afectado nas fachadas Norte e Sul (nos cenários com orientação Norte/Sul) e nas fachadas Este e Oeste (nos cenários com orientação Este/Oeste). Para o efeito, foi atribuído o valor simplificado correspondente ao sombreamento ‘normal/standard’.

Nos dois casos-estudo assumiu-se a classe média de inércia térmica, tendo por base os pressupostos apresentados na NT-SCE-01 e, para efeitos do RCCTE, pressupôs-se a existência de ventilação natural.

No cálculo das taxas de renovação de ar, admitiu-se que o edifício unifamiliar e a fracção autónoma:

- Não obedecem à norma NP-1037-1;
- Apresentam caixilharias sem classificação;
- Integram-se na classe 1 de exposição ao vento no interior de uma zona urbana.

Através do processo de cálculo previsto pelo RCCTE, a taxa de renovação horária nominal para a moradia unifamiliar apresenta o valor de  $0,99 \text{ h}^{-1}$  (incluindo o agravamento de  $0,1 \text{ h}^{-1}$ , uma vez que a área de envidraçados é superior a 15% da área útil de pavimento). No caso da fracção autónoma, a taxa de renovação horária nominal atribuída foi de  $1,1 \text{ h}^{-1}$  (incluindo o agravamento de  $0,1 \text{ h}^{-1}$ ).

Seguidamente são apresentados os resultados do desempenho energético de cada cenário estabelecido para os diferentes modelos habitacionais.

#### ▪ **Moradia unifamiliar**

Os resultados do comportamento térmico deste caso-estudo têm como principal objectivo avaliar os efeitos de cada intervenção sobre os diferentes indicadores energéticos.

No quadro 4.4. são identificados os cenários de reabilitação desenvolvidos para o presente caso-estudo.

Quadro 4.4. Designação dos cenários do caso-estudo da moradia unifamiliar, localizada em Oeiras

<b>Cenário 0</b>	Situação existente
<b>Cenário 1</b>	Aplicação de medidas passivas
<b>Cenário 2</b>	Aplicação de medidas activas
<b>Cenário 3</b>	Aplicação de medidas passivas e activas

A metodologia de cálculo do RCCTE permitiu quantificar os indicadores de cumprimento dos requisitos energéticos dos quatro cenários, em necessidades de

aquecimento, arrefecimento, aquecimento de águas sanitárias e de energia primária. O Quadro 4.5. facilita a análise comparativa destes indicadores de desempenho energético.

De acordo com o documento NT-SCE-01, os requisitos mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios podem ser atingidos no edificado existente, encontrando-se em conformidade com o regulamento actual. Tais requisitos prendem-se com os coeficientes de transmissão térmica das soluções construtivas e com o factor solar admissível para os vãos envidraçados.

Numa primeira análise ao quadro 4.5. verifica-se que as necessidades nominais anuais para aquecimento, nos cenários 0 e 2, ultrapassam largamente o estipulado, resultando um rácio ( $N_{ic}/N_i$ ) superior ao do consumo de referência. A aplicação das medidas de melhoria ao nível do conforto térmico (cenário 1) permite reduzir o valor do coeficiente de transmissão térmica dos elementos opacos e envidraçados, ainda que a um nível insuficiente para suprir as necessidades energéticas respeitantes à parcela de aquecimento.

Quadro 4.5. Indicadores de necessidades energéticas da moradia unifamiliar, localizada em Oeiras

Indicadores energéticos		Cenários			
		0 Situação existente	1 Medidas Passivas	2 Medidas Activas	3 Medidas Passivas + Activas
Aquecimento Inverno	<b>N<sub>ic</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	196	72,6	196	72,6
	<b>N<sub>i</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	62,2			
	<b>N<sub>ic</sub>/N<sub>i</sub></b> (%)	316	117	316	117
Arrefecimento Verão	<b>N<sub>vc</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	3,42	3,45	3,42	3,45
	<b>N<sub>v</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	22,0			
	<b>N<sub>vc</sub>/N<sub>v</sub></b> (%)	16			
AQS	<b>N<sub>ac</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	37,2		19,5	
	<b>N<sub>a</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	37,4			
	<b>N<sub>ac</sub>/N<sub>a</sub></b> (%)	99		52	
Energia primária	<b>N<sub>tc</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	8,92	5,34	3,13	2,23
	<b>N<sub>t</sub></b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	5,81			
	<b>N<sub>tc</sub>/N<sub>t</sub></b> (%)	154	92	54	38
Classe energética		D	B-	B	A

A reabilitação energética, para além da orientação do edifício, tem como condicionante a própria estrutura física do mesmo que, neste caso, se apresenta como a maior limitação para sua eficiência. A solução poderá estar no aumento da espessura do isolamento

térmico das paredes exteriores, embora limitado pelas cantarias de pedra existentes na fachada do edifício.

A área de exposição é outro factor de afectação das necessidades de aquecimento. A existência de quatro fachadas expostas às condições climáticas locais faz por si só agravar as necessidades de conforto, quer ao nível do aquecimento como do arrefecimento.

Contrariamente, as necessidades de arrefecimento identificadas no cenário 0 não levantam cuidados especiais, deixando o processo de redução das necessidades de aquecimento com maior margem de execução.

Da implementação de medidas estratégicas de aquecimento, pode resultar simultaneamente a inibição do arrefecimento. A aplicação do isolamento térmico e vãos envidraçados de protecção térmica mais eficiente poderá dificultar a transferência do calor gerado no interior do edifício para o exterior, sendo fundamental promover a ventilação natural, preferencialmente nocturna, durante as estações quentes. Este é um parâmetro que está directamente relacionado com as práticas do utilizador e constitui uma boa estratégia de redução das necessidades de arrefecimento.

No quadro 4.5. são identificadas as necessidades energéticas para arrefecimento da moradia unifamiliar, as quais não sofreram um agravamento expressivo após a intervenção ao nível das medidas passivas, uma vez que a metodologia de cálculo do RCCTE não compreende as boas práticas que poderão advir do utilizador.

Na concretização do cenário 2 tomou-se como pressuposto que este caso-estudo se enquadra no disposto do artigo 7.º n.º 2 do RCCTE, que declara que o recurso a sistemas de colectores solares térmicos para AQS é obrigatório sempre que haja uma exposição solar adequada, prevendo uma base convencional de 1 m<sup>2</sup> de colector por ocupante.

A área de painéis solares térmicos necessária para a moradia unifamiliar foi dimensionada por intermédio do software previsto no RCCTE, tal como o seu contributo, resultando 4,26 m<sup>2</sup> de colectores. Esta área foi atribuída por aproximação (por defeito) uma vez que, de acordo com o quadro 4.5., as necessidades nominais anuais de energia para AQS estão à partida satisfeitas no cenário 0 e o investimento inicial pode ver-se reduzido.

Para o efeito, através da base de dados existente no SolTerm, foi seleccionado um colector solar genérico com as seguintes características:

- Colector plano;
- Área = 2,13 m<sup>2</sup>;
- Rendimento:  $\eta_0 = 0,77$ ;
- Características térmicas:  $a_1 = 3,800 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;  $a_2 = 0,015 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Para edifícios residenciais a metodologia de cálculo do RCCTE define, para o consumo de água quente, 40 litros por ocupante à temperatura de 45°C. De acordo com estas características, a figura 4.1. ilustra o resultado dado pelo software onde se pode observar a quantidade de energia anual fornecida pelo sistema ( $E_{\text{solar}}$  do RCCTE).

Tal influência reflectir-se-á também nas necessidades de energia primária, por parte dos cenários 2 e 3, conforme apresentado no quadro 4.5..

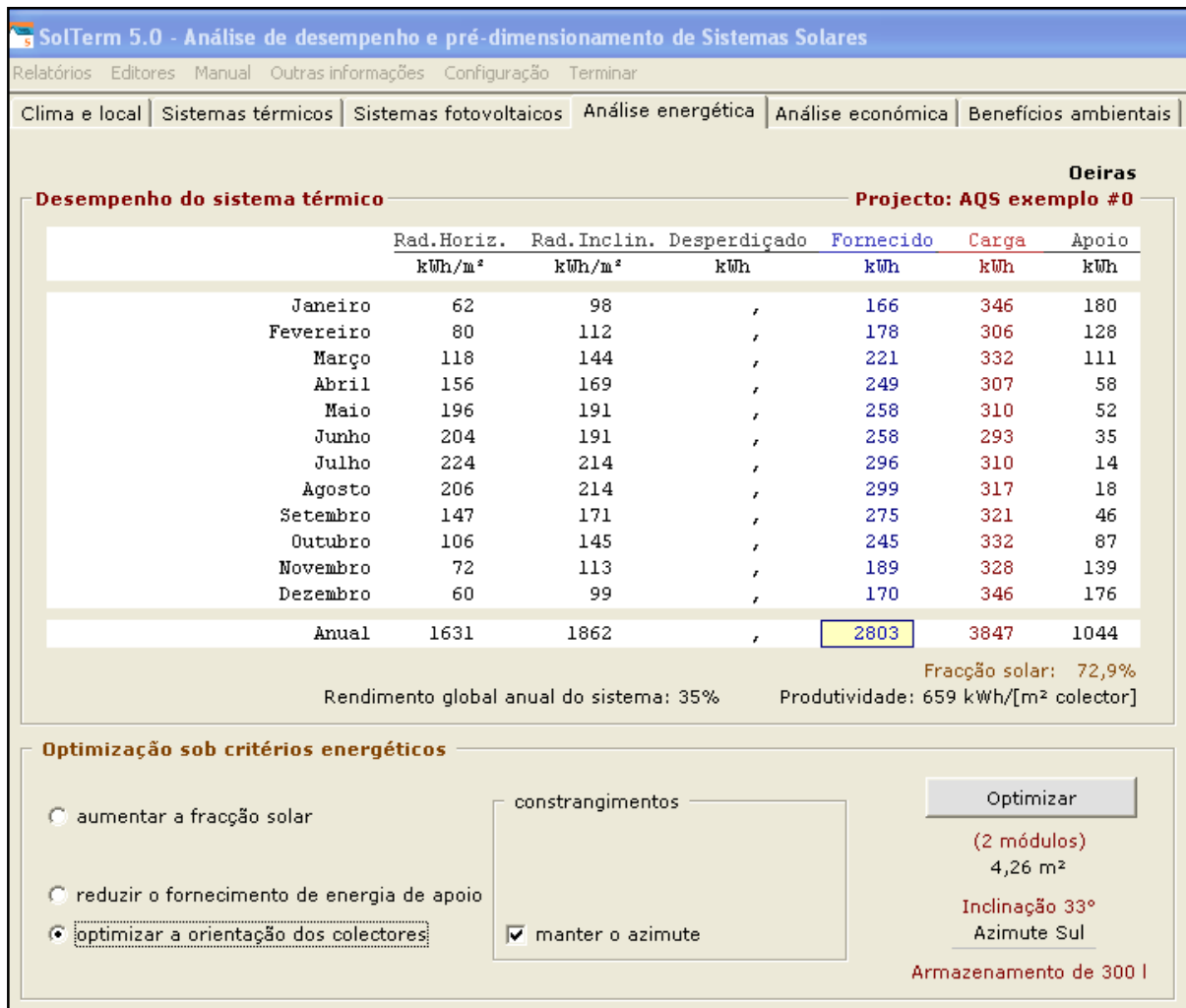


Figura 4.1. Resultado do SolTerm da energia anual fornecida pelo sistema solar térmico da moradia unifamiliar, localizada em Oeiras

As necessidades de energia primária da residência reflectem o seu desempenho energético global, o qual é traduzido numa classe energética que servirá de parâmetro de avaliação da estratégia de reabilitação. Esta informação é vulgarmente dirigida ao consumidor.

Pelo facto de o índice  $N_{tc}/N_t$  não exceder o valor dos 100% nos cenários 1; 2 e 3, não implica necessariamente o cumprimento do RCCTE, uma vez que são impostos requisitos mínimos para a qualidade térmica da envolvente dos edifícios (coeficientes de transmissão

térmica da envolvente e factores solares para os envidraçados). Porém, tratando-se de um edifício existente, os limites impostos pelo regulamento não são de cumprimento obrigatório.

No cenário representativo da situação existente, as necessidades nominais globais de energia primária (Ntc) excedem em 54% o valor máximo (Nt), sendo-lhe atribuída a classe energética D.

A estratégia de reabilitação que compreende a aplicação das medidas passivas (cenário 1) permitiu reduzir as necessidades de aquecimento de 316% para 117%, embora a um nível insuficiente para alcançar o limiar dos 100%.

Por outro lado, a análise sobre o contributo do sistema solar térmico, representado pelo cenário 2, permitiu verificar a redução das necessidades energéticas para AQS, passando de 99% para 52%.

Atendendo aos resultados do índice Ntc/Nt, verificou-se que a intervenção ao nível do conforto térmico, através da envolvente do edifício (cenário 1), permitiu a sua redução em 40% face ao cenário 0; e a reabilitação ao nível dos sistemas activos (cenário 2) promoveu uma redução de 65% face à situação existente, porém, mantém condições de conforto térmico muito desfavoráveis.

O cenário conjunto, representativo das medidas passivas e activas (cenário 3), possibilita o melhor desempenho energético a alcançar, com resultados de melhoria das necessidades nominais globais de energia primária relativamente ao cenário da situação existente, verificando-se a redução de 75% do rácio Ntc/Nt.

Neste caso-estudo, a aplicação das medidas passivas promove a subida de duas classes energéticas, passando de D para B-. Enquanto isso, a instalação de um sistema solar térmico potencia o aumento de três classes (classe B), demonstrando a sua influência sobre o indicador das necessidades nominais globais de energia primária.

Como seria de se esperar, o cenário 3, através da conjugação dos dois tipos de medidas, potencia o maior aumento da classe energética, passando da classe D para a classe energética superior, A.

Em complemento, a figura 4.2. apresenta a síntese de cada estratégia de reabilitação analisada para o presente caso-estudo.

Conforme demonstrado anteriormente, o cenário 3 apresenta o melhor desempenho, permitindo que a etiqueta energética do edifício residencial apresente a letra A, ainda que com limitações na parcela que concerne às necessidades de aquecimento.

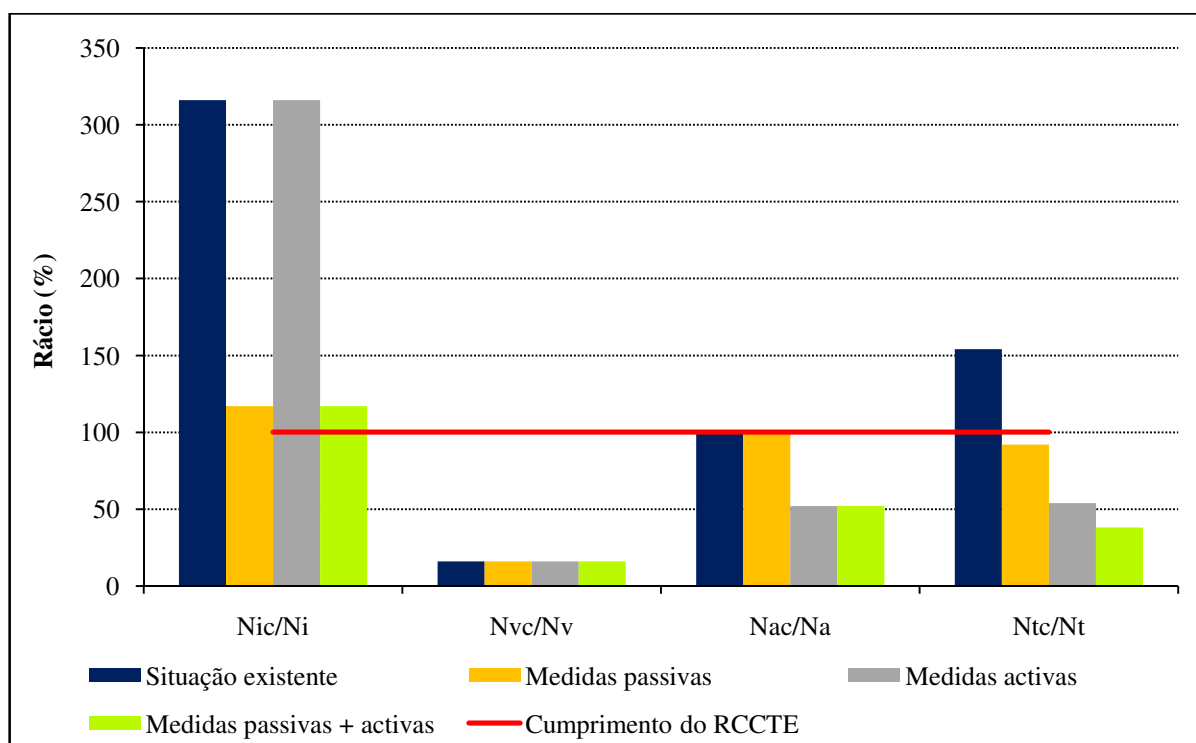


Figura 4.2. Gráfico comparativo dos indicadores energéticos de cada cenário de reabilitação da moradia unifamiliar, localizada em Oeiras

#### ▪ Fração autónoma

O processo de cálculo do RCCTE permitiu, da mesma forma que no ponto anterior, quantificar os indicadores de desempenho energético inerentes a cada um dos cenários desenvolvidos, segundo duas orientações: Norte/Sul e Este/Oeste. A estratégia de análise assenta na avaliação do desempenho energético dos cenários de intervenção expressos no quadro 4.6. e caracterizados detalhadamente no capítulo anterior:

Quadro 4.6. Designação dos cenários dos casos-estudo da fracção autónoma com orientação N/S e E/O, localizada no Porto

N/S	E/O	
<b>Cenário 0.a</b>	<b>Cenário 0.b</b>	Situação existente
<b>Cenário 1.a</b>	<b>Cenário 1.b</b>	Aplicação de medidas passivas
<b>Cenário 2.a</b>	<b>Cenário 2.b</b>	Aplicação de medidas activas
<b>Cenário 3.a</b>	<b>Cenário 3.b</b>	Conjugação de medidas passivas e activas

O quadro 4.7. traduz discriminadamente as necessidades energéticas respeitantes a cada cenário, segundo o tipo de orientação da fracção autónoma em estudo.

Ao contrário do anterior caso-estudo, este assume uma situação existente em total conformidade com o RCCTE (apesar de cumprimento não obrigatório). Também os

indicadores que expressam as necessidades energéticas não excedem o consumo mínimo de referência para novos edifícios (100%).

Pelo facto do fogo se inserir num edifício em altura com áreas envolventes aquecidas, e existir menor área de fachadas exteriores e vãos envidraçados, por comparação com o edifício da moradia unifamiliar já analisado, o desempenho energético global, provável, será superior.

As orientações a analisar da mesma fracção autónoma sugerem à partida diferentes desempenhos ao nível das necessidades energéticas de aquecimento e arrefecimento. A principal condição que estabelece estas diferenças é o nível de exposição solar que, no caso de a orientação ser predominantemente N/S, traz vantagens sobre a orientação E/O.

Na reabilitação térmica, por via da aplicação de medidas passivas, a estratégia de obstrução solar foi a principal variável entre as duas orientações.

Quadro 4.7. Indicadores de necessidades energéticas da fracção autónoma, localizada no Porto, segundo as orientações N/S e E/O

Indicadores energéticos		Cenários							
		0		1		2		3	
		Situação existente		Medidas Passivas		Medidas Activas		Medidas Passivas + Activas	
		a	b	a	b	a	b	a	b
Aquecimento Inverno	<b>Nic</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	65,9	66,3	44,4	44,7	65,9	66,3	44,4	44,6
	<b>Ni</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	115							
	<b>Nic/Ni</b> (%)	57	58	39		57	58	39	
Arrefecimento Verão	<b>Nvc</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	0,96	1,56	1,26	1,82	0,96	1,56	1,26	1,82
	<b>Nv</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	22,0							
	<b>Nvc/Nv</b> (%)	4	7	6	8	4	7	6	8
AQS	<b>Nac</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	41,7				23,8			
	<b>Na</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	41,9							
	<b>Nac/Na</b> (%)	99				57			
Energia primária	<b>Ntc</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	5,51	5,52	4,88	4,90	2,53	2,54	2,38	
	<b>Nt</b> [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	6,89							
	<b>Ntc/Nt</b> (%)	80		71		37		35	
Classe energética		B-		B		A		A	

Nos cenários representativos da situação existente, embora a diferença seja pouco significativa, a orientação Norte/Sul compreende menores necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento. A aplicação das medidas passivas propostas nos cenários 1.a e

1.b, permitiu a redução das necessidades anuais de aquecimento de 57 e 58%, respectivamente, para 39%.

Note-se que mesmo com a existência de pontes térmicas, planas e lineares, não evitadas devido à colocação do isolamento térmico pelo interior das paredes, este caso-estudo admite um bom desempenho térmico por parte da envolvente.

Novamente, constata-se que a parcela respeitante às necessidades energéticas para arrefecimento é praticamente desprezível quando comparada com as de aquecimento.

O indicador das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento sofreu um aumento pouco expressivo nas duas orientações, ainda que permita evidenciar o efeito do isolamento promovido para a redução das necessidades de aquecimento. Este facto apoia a premissa de que o incremento do calor gerado no espaço interior não é tão facilmente extraído pelos elementos da envolvente como nos cenários representativos da situação existente.

Esta condição deixa patente a incapacidade dos dispositivos de sombreamento exterior em suprir as necessidades de arrefecimento sem apoios mecânicos de ventilação, ou garantias de ventilação natural eficiente.

Os cenários 2.a e 2.b são representativos do estudo da integração de um sistema solar térmico (com depósito de 200 litros) na estratégia de reabilitação, apoiados por um sistema a gás natural.

Tratando-se de uma fracção autónoma, são evidentes os constrangimentos visuais, na cobertura ou varandas (figura 4.3.), e eventuais dificuldades de aceitação por parte do condomínio. A integração técnica e arquitectónica deverá ser sujeita a uma análise prévia por parte da equipa instaladora. Ainda assim, considerou-se relevante o estudo da sua contribuição energética para a quantificação da influência das diversas tecnologias no desempenho final aferido.



Figura 4.3. Integração do solar térmico em varandas (Fonte: [www.inbalance-energy.co.uk](http://www.inbalance-energy.co.uk))

Para alcançar os resultados expressos no quadro 4.7., referentes aos cenários 2.a e 2.b, o método de dimensionamento do sistema solar foi o mesmo que para o caso-estudo da moradia unifamiliar. A base de dados do SolTerm auxiliou a escolha do tipo de colector solar, com as seguintes características:

- Colector plano;
- Área = 1,87 m<sup>2</sup>;
- Rendimento:  $\eta_0 = 0,81$ ;
- Características térmicas:  $a_1 = 4,340 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;  $a_2 = 0,023 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

A figura 4.4. é indicativa do resultado obtido pelo software, de onde se extraiu o valor da energia anual fornecida pelo sistema, utilizado na determinação do índice Nac/Na através do RCCTE.



Figura 4.4. Resultado do SolTerm da energia anual fornecida pelo sistema solar térmico da fracção autónoma, com orientação N/S e E/O, localizada no Porto

Os cenários 3.a e 3.b, relativos à aplicação conjunta das medidas passivas e activas, permitem inferir sobre o resultado final de uma reabilitação que inclui na sua estratégia a

melhoria do conforto térmico pela envolvente e, simultaneamente, a melhoria dos sistemas energéticos activos da fracção autónoma.

Após a determinação dos três indicadores energéticos fundamentais para o cálculo das necessidades nominais globais de energia primária, é possível realizar uma análise comparativa do desempenho energético dos diferentes cenários de intervenção, segundo as orientações N/S e E/O da fracção autónoma.

As duas orientações estudadas não tiveram forte influência sobre os indicadores energéticos analisados, sendo que as medidas de reabilitação térmica ensaiadas demonstraram afectar estes indicadores de forma similar. Deste modo, a etiqueta energética associada a cada cenário desenvolvido mantém-se igual, mesmo com a variação da orientação do fogo.

A metodologia de cálculo do RCCTE não foi suficientemente clarificadora no que respeita à relação entre a orientação da fracção autónoma e os ganhos térmicos que advêm da exposição solar.

A classificação atribuída a cada cenário, segundo os resultados do índice  $N_{tc}/N_t$ , comprova que os cenários 0.a e 0.b são representativos do nível mínimo de desempenho energético, exigível nos novos edifícios (B-).

A reabilitação direccionada para os sistemas passivos permitiu a redução do índice  $N_{tc}/N_t$  de 80% para 71%, segundo as orientações Norte/Sul e Este/Oeste, elevando a classe energética para a classe B.

Por sua vez, a integração do solar térmico (cenários 2.a e 2.b) promoveu o aumento de duas classes energéticas, alcançando-se a classe A em resultado da redução das necessidades nominais globais de energia primária de 80% para 37%. A solução conjunta representada pelos cenários 3.a e 3.b mantém a classificação energética A, face aos cenários 2.a e 2.b.

O gráfico representado na figura 4.5. é indicativo do cumprimento do RCCTE e ilustra o valor médio de cada indicador energético das duas orientações, referente aos cenários de reabilitação estabelecidos.

A reabilitação promovida reflecte a importância dos sistemas activos no modelo de cálculo do RCCTE, comparativamente com os trabalhos de aplicação dos sistemas passivos.

Mais uma vez, a orientação da fracção autónoma, variável do caso-estudo analisado, deve ser referida como pouco determinante para a obtenção de um melhor desempenho energético, sendo restringida pelos parâmetros do regulamento e respectiva metodologia de cálculo.

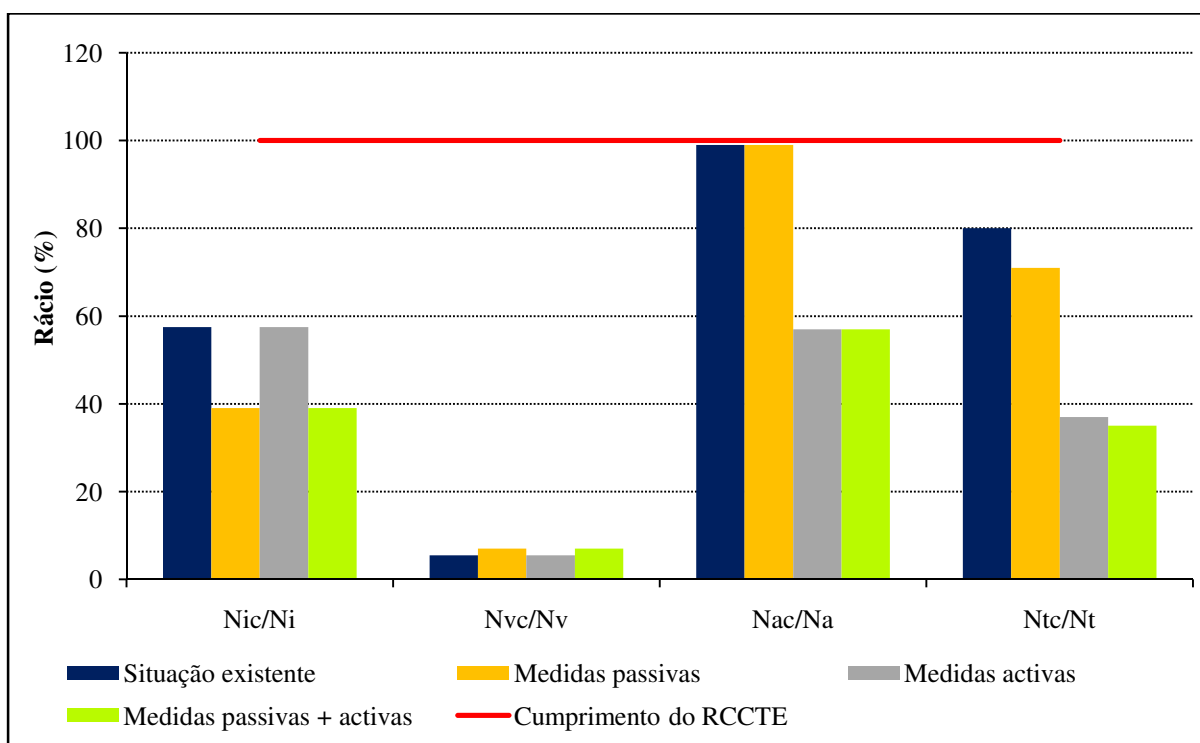


Figura 4.5. Gráfico comparativo dos indicadores energéticos de cada cenário de reabilitação da fracção autónoma, segundo as orientações: N/S e E/O, localizada no Porto

## 4.2 Desempenho ambiental

Para suportar esta análise importa definir os custos e/ou benefícios ambientais resultantes dos cenários de reabilitação de cada caso-estudo. Conhecendo as inúmeras facetas de uma análise de desempenho ambiental, centrou-se este estudo numa estratégia de gestão e redução de emissões de CO<sub>2</sub>.

Note-se que, pela maior dificuldade de quantificação, as emissões indirectas consequentes da produção dos novos materiais constituintes das medidas de melhoria e da eliminação dos existentes, foram desprezadas nesta análise.

As emissões directas contabilizadas dizem respeito às emissões anuais de gases de efeito de estufa associadas à energia primária para climatização e águas quentes sanitárias, representadas em emissões de CO<sub>2</sub> equivalente.

Estas emissões traduzem a quantidade anual estimada de GEE que podem ser libertados em resultado da conversão de uma quantidade de energia primária igual às respectivas necessidades anuais globais estimadas para os edifícios, usando o factor de conversão de 0,0012 toneladas equivalente de CO<sub>2</sub> por kgep.

A figura 4.6. representa a evolução do nível de emissões segundo a implementação de cada cenário de reabilitação da moradia unifamiliar e fracção autónoma.

As elevadas necessidades anuais de aquecimento da moradia unifamiliar verificadas no cenário 0, referente à situação existente, explica o nível de redução de emissões de GEE

resultante da aplicação das medidas passivas. Comparativamente com o nível de redução de emissões da fracção autónoma, cujas necessidades de aquecimento se encontram dentro do limite estabelecido pelo RCCTE, apenas a reabilitação através das medidas activas consegue um resultado significativo na redução das emissões.

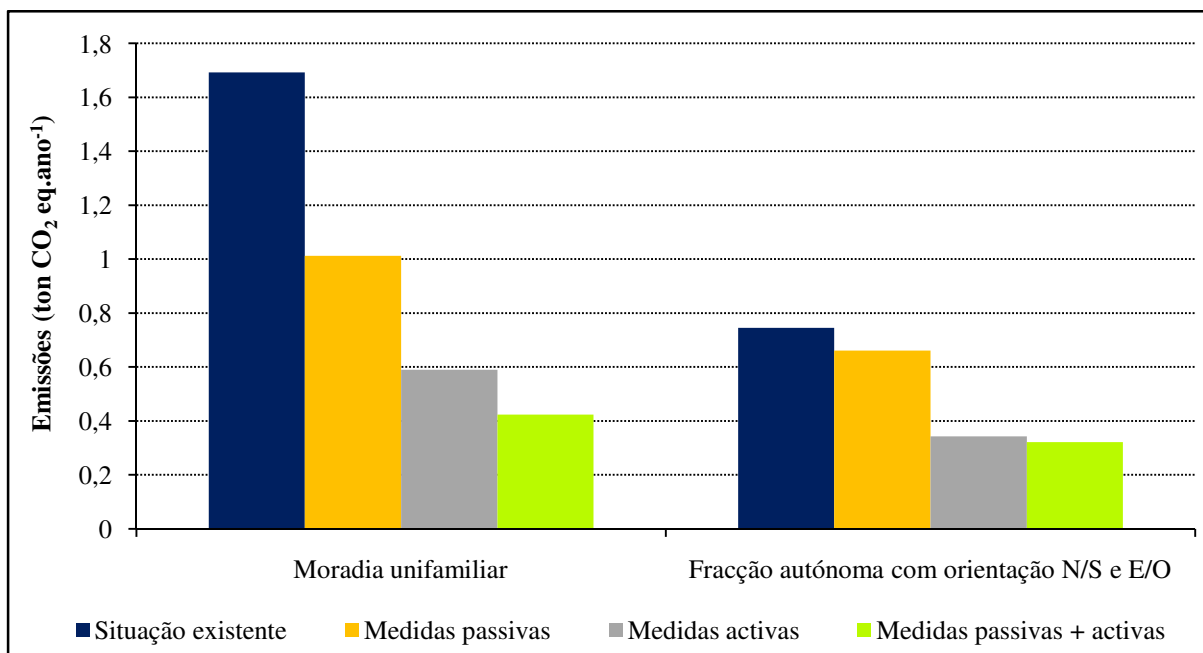


Figura 4.6. Gráfico comparativo das emissões anuais de gases de efeito estufa, nos diferentes cenários de cada caso-estudo

O quadro 4.8. apoia a análise relativa ao potencial de redução das emissões de GEE após cada tipo de intervenção e tendo como referência a situação existente dos dois casos-estudo.

Quadro 4.8. Potencial de redução de emissões de GEE da moradia unifamiliar e da fracção autónoma, face aos cenários representativos da situação existente

	Emissões de GEE evitadas	
	Moradia unifamiliar	Fracção autónoma (N/S e E/O)
<b>Cenários 1; 1.a; 1.b</b> Medidas passivas	40%	11%
<b>Cenários 2; 2.a; 2.b</b> Medidas activas	65%	53%
<b>Cenários 3; 3.a; 3.b</b> Medidas passivas + activas	75%	57%

A redução de emissões promovida pelas medidas passivas e activas é evidente nos dois casos-estudo, com maior preponderância na moradia unifamiliar cujo potencial de redução é de 75%. Por sua vez, na condição inicial, a fracção autónoma (com orientação N/S e E/O) é responsável pela emissão de 0,75 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, sendo que a

aplicação conjunta das medidas passivas e do sistema solar térmico, permitirá reduzir este nível até 57%, com principal responsabilidade sobre as medidas activas.

Tal como os indicadores de eficiência energética, as emissões quantificadas permitem inferir sobre a fraca influência da orientação dos fogos no desempenho energético global do edifício.

### 4.3 Desempenho económico

A caracterização e quantificação dos benefícios e custos económicos são igualmente tarefas essenciais para a fundamentação da estratégia de reabilitação estabelecida.

A análise do desempenho económico foi unicamente direccionada ao caso de estudo da moradia unifamiliar, cujo esforço de investimento será superior, impulsionado pelo fraco desempenho caracterizado pela condição existente (cenário 0). No caso da fracção autónoma a metodologia a seguir seria idêntica, constituindo-se este procedimento como um modelo indispensável de avaliação do custo/benefício do desempenho energético de edifícios.

Os custos económicos envolvidos compreendem a implementação das medidas de reabilitação passivas e activas, podendo ser diferenciados nas componentes do consumo, evidenciado pelas necessidades energéticas, e pelas soluções de melhoria energética adoptadas. Através desta análise, pretende-se cruzar as duas informações e identificar o investimento inicial de cada medida e respectivo período de retorno, pela avaliação da redução das necessidades energéticas para o aquecimento e arrefecimento, tal como, para as de AQS.

O quadro 4.9. apresenta uma estimativa de custo, com IVA incluído, de cada solução proposta nos cenários de reabilitação, 1; 2 e 3.

Quadro 4.9. Custo de cada intervenção proposta nos cenários 1; 2 e 3 (IVA incluído)

Intervenção	Descrição	Custo total
Paredes exteriores	Isolamento térmico pelo exterior: EPS 40 mm	8 480 € (1)
Cobertura	Isolamento térmico na esteira horizontal: XPS 60 mm, em duas camadas de 30 mm, cruzadas	2 604 € (1)
Envidraçados + caixilharias	Caixilharias em PVC, brancas, com vidros duplos (4/16/4) mm	9 635 € (2)
Dispositivos de sombreamento exterior	Estores brisa solar: accionados por manivela, em cor alumínio, com guias laterais em alumínio termolacado	2 620 € (3)
Colectores solares térmicos	Área total do sistema: 4,26 m <sup>2</sup> Fracção solar: 72,9% Produtividade: 659 kWh/(m <sup>2</sup> colector)	3 479 € (4)

Quadro 4.9. Custo de cada intervenção proposta nos cenários 1; 2 e 3 (IVA incluído)

**Fonte:**

- 1) Tabela de preços de 2009 editada pela Imperialum e preços médios de mercado;  
2) Por solicitação: Ferrodiver; 3) Por solicitação: Estores Martins; 4) Resultado da análise económica do SolTerm.

Na obtenção do custo da substituição dos vidros simples por duplos correntes, bem como da substituição das caixilharias existentes, solicitou-se a três empresas do ramo orçamentos para a sua concretização. Foi seleccionada a que apresentou condições orçamentais mais favoráveis. Para os dispositivos de sombreamento exterior realizou-se o mesmo procedimento.

O software do programa SolTerm, utilizado na análise energética do colector solar térmico escolhido, permitiu a concretização da análise económica, estabelecendo o preço do sistema, o período de retorno desse investimento e o preço do gás natural que servirá de apoio (figura 4.7.).

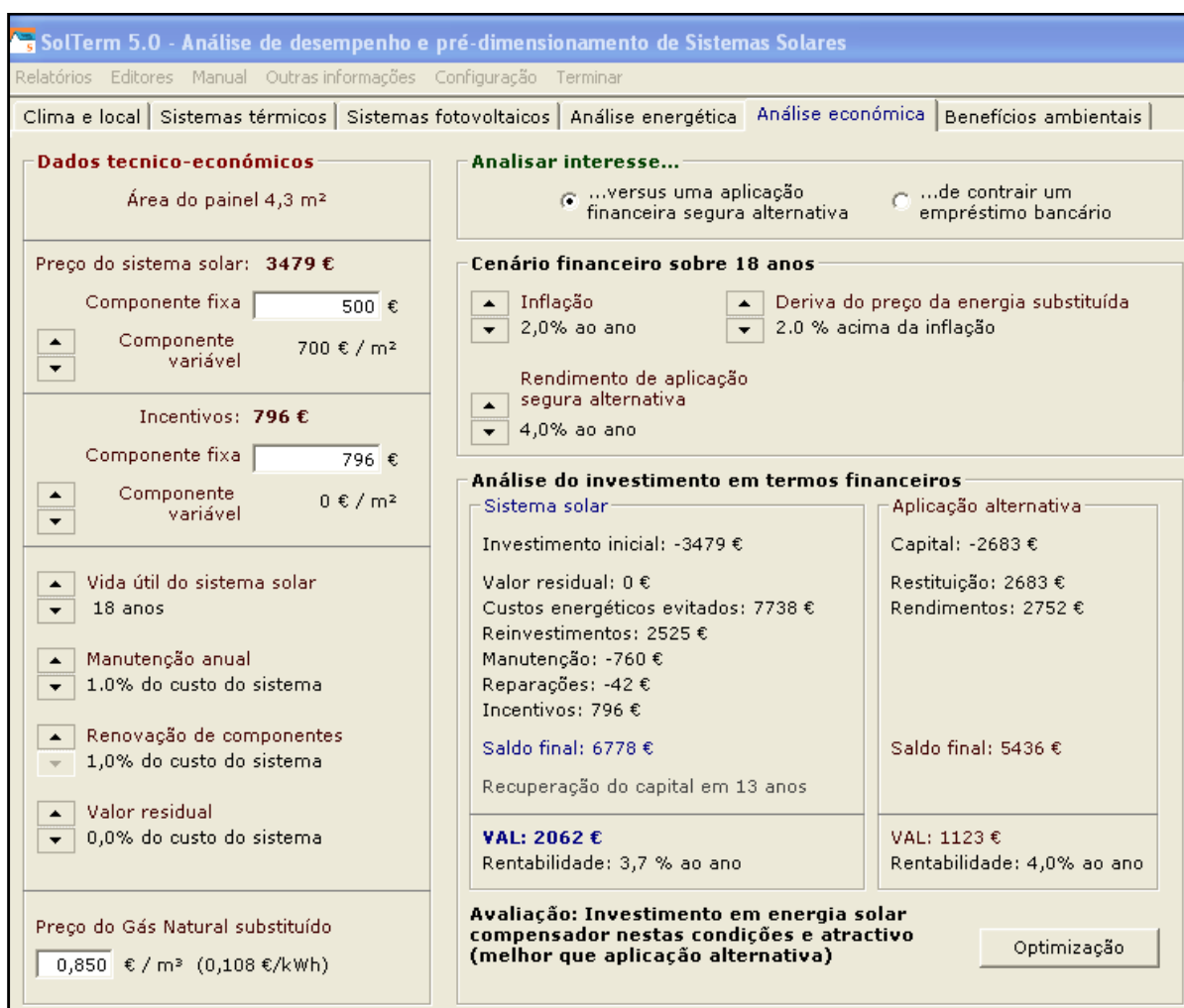


Figura 4.7. Resultado do SolTerm da análise económica do sistema solar térmico seleccionado

Estes resultados, originários do SolTerm, apresentam um carácter arbitrário, condicionado pelos parâmetros do programa seleccionados, ainda que constituam um ponto de partida da informação que possa chegar ao consumidor (Aguiar e Carvalho, 2007).

Através das necessidades energéticas, já identificadas na secção 4.1., procedeu-se à sua conversão em unidades de energia (kWh.ano<sup>-1</sup>) para unidades económicas (€.ano<sup>-1</sup>), admitindo como referência o ano de 2009.

O preço do quilowatt hora assumido para a energia eléctrica tem como fonte a tarifa simples de baixa tensão praticada pelo Grupo EDP e o preço do quilowatt hora, respeitante ao gás natural, é o valor médio definido pelo programa SolTerm:

- Custo da electricidade: 0,115 €/kWh
- Custo do GN: 0,108 €/kWh

O quadro 4.10. apresenta o custo anual associado ao consumo energético do caso-estudo da moradia unifamiliar, determinado através das necessidades energéticas para aquecimento, arrefecimento e AQS (resultantes do cálculo do RCCTE) e pela análise de custos realizada pelo SolTerm, para o aquecimento de águas sanitárias através de um sistema solar térmico.

Quadro 4.10. Consumo anual (custo em euros) de energia eléctrica no aquecimento e arrefecimento e de gás natural, em AQS, na moradia unifamiliar localizada em Oeiras

			<b>Cenário 0</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
			Situação existente	Medidas passivas	Medidas activas	Medidas passivas + activas
<b>Consumo anual</b> (€.ano <sup>-1</sup> )	Energia eléctrica	Aquecimento	3 570	1 321	3 570	1 321
		Arrefecimento	62	63	62	63
	Gás natural	AQS	635	635	205	205
	Total		4 267	2 019	3 837	1 589

Estes resultados permitem clarificar a análise dos indicadores energéticos, na medida em que o custo económico resultante da parcela de aquecimento vê-se reduzido em 63% após a primeira intervenção, evidenciada no cenário 1. O impacte desta redução sobre a totalidade da factura energética, torna a intervenção ao nível das medidas passivas determinante numa reabilitação, tendo-se verificado a possibilidade de redução de mais de 50% do custo económico anual.

Por sua vez, a instalação do sistema solar térmico permite reduzir o custo económico associado ao AQS em 68%, porém, conduz a uma redução do custo total de apenas 10%, face ao cenário 0.

A estratégia de reabilitação que envolve a concretização dos dois tipos de medidas (passivas e activas) apresenta um potencial de redução do consumo energético anual de 63%.

Consequentemente, através dos custos anuais da factura energética foi possível determinar o período de retorno do capital investido nas medidas de melhoria (quadro 4.11.).

Quadro 4.11. Período de retorno do capital investido nas soluções de melhoria da eficiência energética na moradia unifamiliar, localizada em Oeiras

Cenários	Medidas de melhoria	Custo do investimento (€)	Poupança anual (€)	Período de retorno (anos)
1	Paredes exteriores Cobertura Envidraçados + caixilharias Dispositivos de sombreamento exterior	23 339	2 248	10,4
2	Colectores solares térmicos	3 479	430	13
3	Paredes exteriores Cobertura Envidraçados + caixilharias Dispositivos de sombreamento exterior Colectores solares térmicos	26 818	2 678	13

A reabilitação proposta ao nível da melhoria do conforto térmico (cenário 1) garante uma poupança anual de 2 248 €, com a recuperação do capital investido num período de dez anos e meio. Por sua vez, a intervenção ao nível dos sistemas energéticos (cenário 2) permite uma poupança anual de 430 €, com um período de retorno de 13 anos (incluindo custos de manutenção e outros, considerados pelo SolTerm).

O período de recuperação do capital previsto para cada um dos cenários constitui o maior entrave à sua concretização, pelo que o valor apresentado para a instalação do sistema solar térmico não está em conformidade com a informação divulgada pelo ‘Programa de incentivos à utilização de energias renováveis – solar térmico 2009’: “Dependendo da dimensão e do uso da instalação, o painel solar térmico é amortizado em 6 a 7 anos. Considerando o incentivo existente, o tempo de retorno poderá ser de apenas 4 anos”. Porém, a análise efectuada compreendeu inúmeros ensaios no dimensionamento do sistema, utilizando o programa SolTerm (único recomendado pelo RCCTE), sendo a solução que se apresenta neste estudo a mais favorável ao investimento.

Dado o valor do investimento e período de retorno das melhorias propostas, foi delineado um procedimento de acções com vista a um menor esforço financeiro e maior

rentabilidade, considerando as alterações de conforto do caso-estudo da moradia unifamiliar e reconhecendo o investimento económico como uma limitação.

Dependendo do objectivo, a estratégia de reabilitação poderá constituir prioridades diferentes. O investimento inerente aos três cenários de intervenção, com um elevado esforço inicial e período de recuperação do capital pouco interessante, traduz-se no imediato em poupanças energéticas que deverão ser devidamente avaliadas no seu aspecto financeiro.

No presente caso-estudo, a linha estratégica deveria ser orientada para a intervenção faseada entre as medidas passivas e activas.

De carácter prioritário, devido às elevadas necessidades de aquecimento já identificadas, considera-se a intervenção do cenário 1 dirigida à melhoria do conforto térmico pela envolvente do edifício. Importa salientar que uma intervenção faseada apenas ao nível do conforto pela envolvente ficaria muito aquém do limite regulamentar, uma vez que a situação de referência não respeita as necessidades energéticas para a climatização do edifício. Assim, propõe-se um investimento global das medidas passivas, uma vez que aplicadas isoladamente não são suficientes para a obtenção de resultados significativos.

Numa segunda fase, deverá ser ponderado o investimento num sistema solar térmico. A sua instalação, para o aquecimento de águas sanitárias, não constitui uma acção prioritária e, neste edifício em particular, não existem impedimentos de ordem técnica para a sua aquisição em qualquer oportunidade de negócio.

Neste âmbito interessa analisar a figura 4.8., a qual caracteriza a relação directa entre os benefícios económicos e ambientais decorrentes da estratégia de reabilitação da moradia unifamiliar, que servirá de apoio à tomada de decisões.

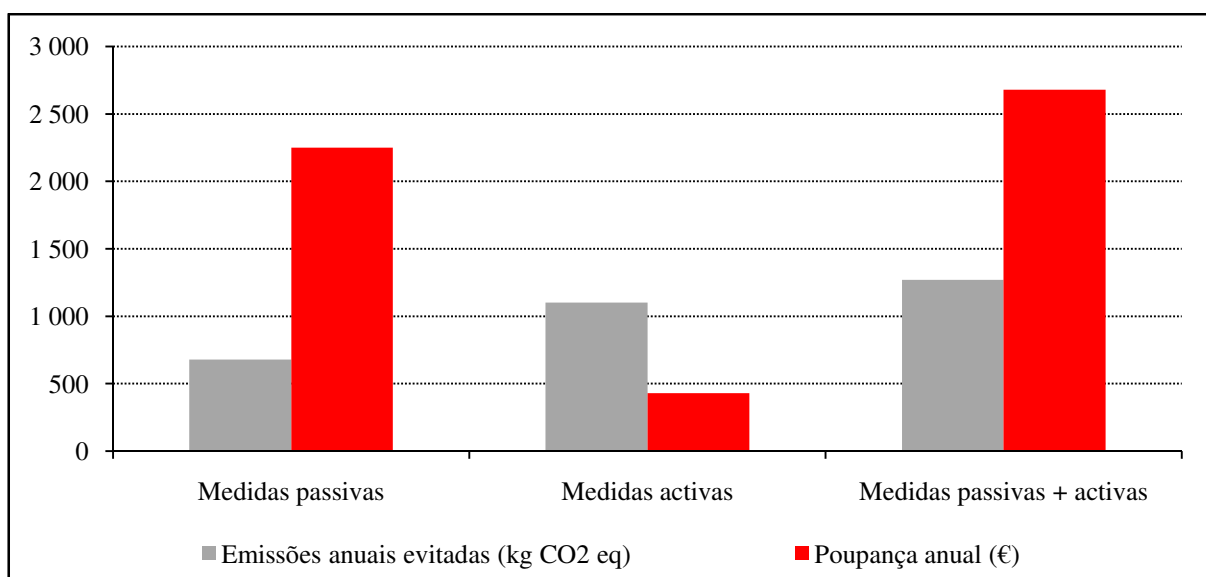


Figura 4.8. Análise dos benefícios económicos e ambientais resultantes de cada intervenção proposta para a moradia unifamiliar, localizada em Oeiras

A intervenção proposta do cenário 1 (medidas passivas) é claramente favorável no que respeita à poupança anual da factura de climatização, assim como na redução das emissões de GEE. Por sua vez, o cenário 2 (medidas activas) comprova a eficácia do sistema solar térmico, permitindo evitar anualmente 65% destas emissões e, simultaneamente, acresce uma poupança anual de 430 €.

## 4.4 Representatividade no mercado e perspectivas globais

Centrando este ponto no caso-estudo da moradia unifamiliar, para o qual foi realizada a análise do desempenho económico, pretende-se comparar o custo económico dos três cenários de reabilitação com o custo real que é atribuído a uma construção nova e respectivo preço médio de oferta no mercado.

O preço de construção da habitação atribuído ao ano de 2009, por metro quadrado, é definido pela Portaria n.º 1240/2008 de 31 de Outubro, sob a responsabilidade do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, o qual varia consoante a zona do país, sendo que para o concelho de Oeiras é de 741,48 €. $m^{-2}$ .

Como preço de oferta no mercado, admitiu-se o preço médio por metro quadrado de 50 moradias (consultadas no mercado imobiliário *online*) com igual tipologia e localização à do caso-estudo em análise. Assim, assumiu-se o preço médio de oferta de mercado de 1 633 €. $m^{-2}$ . Tendo em conta que o preço médio de transacção pode ser inferior, este foi afectado por utilização do percentil 20, considerando-se para o efeito 1 317 €. $m^{-2}$ .

O quadro 4.12. apresenta os aspectos construtivos da moradia unifamiliar necessários para a determinação do custo da nova construção, bem como do preço médio de oferta no mercado e de transacção, a preços de 2009.

Quadro 4.12. Aspectos construtivos, custo da construção nova, preço médio de oferta no mercado do caso-estudo da moradia unifamiliar

<b>Localização</b>	Oeiras
<b>Tipologia</b>	T4
<b>Área bruta</b>	190 $m^2$
<b>Custo da construção nova</b>	140 881 €
<b>Preço médio de oferta no mercado</b>	310 252 €
<b>Preço de transacção no mercado (percentil 20)</b>	250 207 €

A diferença entre o custo da construção nova e o preço médio de oferta no mercado pode ser explicada pelo acréscimo do valor do terreno e margem de lucro do investidor.

O quadro 4.13. apresenta a relação entre o custo da reabilitação, o custo da construção nova e os preços médios de oferta e de transacção no mercado, para cada cenário de intervenção.

Quadro 4.13. Custo da reabilitação e relação entre o custo da construção nova e do custo de mercado com o da reabilitação, para cada cenário de intervenção

	<b>Cenários</b>		
	<b>1</b> Medidas passivas	<b>2</b> Medidas activas	<b>3</b> Medidas passivas + activas
<b>Custo da reabilitação</b>	<b>23 339 €</b>	<b>3 479 €</b>	<b>26 818 €</b>
Relação entre o custo da reabilitação e o custo da construção nova	17%	3%	19%
Relação entre o custo da reabilitação e o preço médio de oferta no mercado	8%	1%	9%
Relação entre o custo da reabilitação e o preço médio de transacção no mercado	9%	1%	11%

Por conseguinte, é possível conhecer a diferença de investimentos entre a actividade de reabilitação, de construção nova e o preço médio no mercado imobiliário.

A aplicação conjunta das medidas passivas e activas compreende 19% do custo da nova construção e 9% do preço médio de oferta no mercado. Esta evidencia coloca o investimento em actividades de reabilitação, passíveis de melhorar o desempenho energético residencial, numa posição mais favorável do que a aquisição de um novo imóvel.

A orientação do mercado para este segmento de actividade poderá beneficiar da forte atractividade de negócio para os investidores (proprietários). Em especial para as pequenas e médias empresas, a reabilitação de edifícios poderá constituir um importante segmento dinamizador das suas economias.

Numa perspectiva mais abrangente do mercado, para além do desenvolvimento de receitas para as empresas, o resultado poderá traduzir-se numa poupança global dos recursos energéticos e, do lado da procura, na consequente redução da factura.



## 5 Inquérito aos agentes do mercado da reabilitação

### 5.1 Dimensão da amostra do estudo

O quadro 5.1. apresenta a dimensão da amostra do estudo, resultante da elaboração de inquéritos individuais a cada agente e da taxa de resposta obtida. A estrutura dos inquéritos é apresentada no Apêndice 2.

Quadro 5.1. Estatísticas de resposta aos inquéritos

Agentes	Número de inquiridos	Número de respondentes	Taxa de resposta
Empresas de construção	145	5	3,4%
Empresas de promoção e mediação imobiliária	910	14	1,5%
Projectistas	181	9	5,0%
Peritos qualificados	679	26	3,8%

### 5.2 Análise dos resultados do inquérito por agente

#### 5.2.1 Sector da construção

A estagnação do sector é vista como o momento oportuno para a exploração do segmento da reabilitação por 4/5 dos respondentes e 3/5 reconhecem o elevado potencial de negócio que a actividade de reabilitação, com vista à melhoria da eficiência energética do edificado, representa para a empresa.

Foram apontados como maiores obstáculos ao mercado da reabilitação de edifícios: a falta de procura (preferência pela nova construção), a fraca atractividade económica, o facto de o investimento superar o das novas habitações, o excesso de burocracia envolvida no processo, a falta de quadros técnicos especializados nas empresas, dificuldade de entendimento entre moradores e outras dificuldades técnicas relacionadas com as próprias infra-estruturas.

No âmbito do SCE, 3/5 dos respondentes desacreditam na certificação energética como factor impulsionador do mercado da reabilitação, considerando, contudo, a sua eficácia no que respeita à melhoria da eficiência energética do edificado, em especial ao nível dos equipamentos.

As figuras 5.1 e 5.2 são representativas da proporção aproximada do volume de negócio das principais áreas de trabalho, desenvolvidas em 2008 e previstas para 2009 pelas empresas.

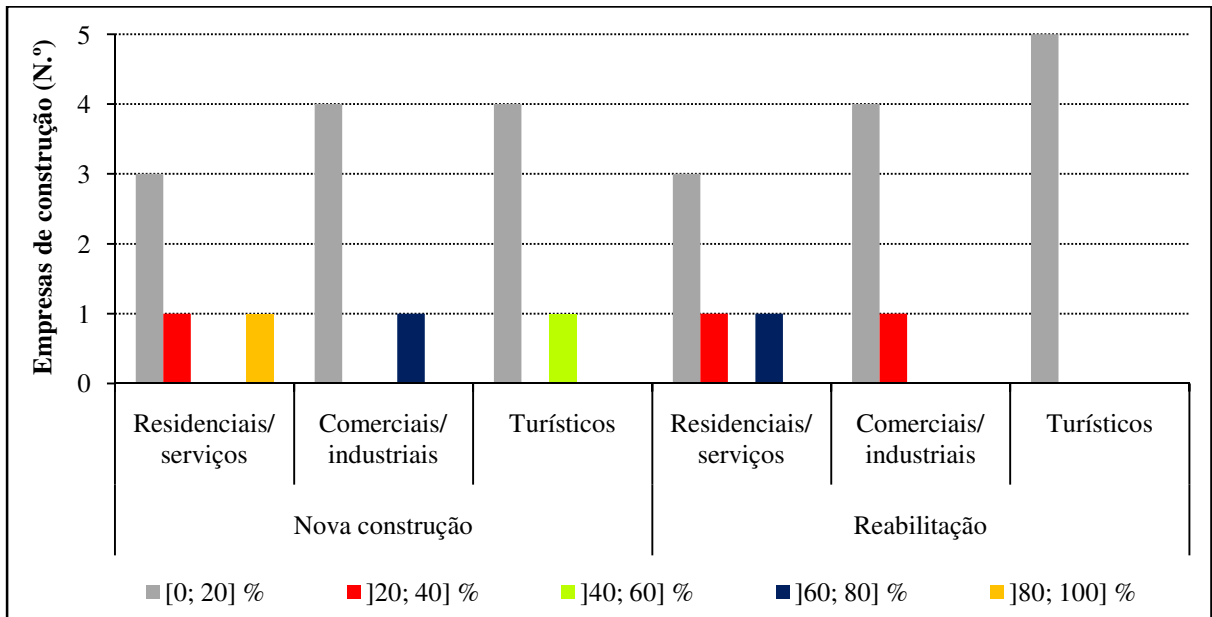


Figura 5.1. Volume de negócio das principais áreas de trabalho desenvolvidas pelas construtoras nacionais, em 2008

Em 2008, ficou patente que as obras de reabilitação de edifícios turísticos não ultrapassaram os 20% do volume total de negócios das construtoras. Numa das empresas, a reabilitação do sector residencial/serviços teve uma importância aproximada de 60 a 80% do seu volume total de negócios. Também a reabilitação de edifícios comerciais/industriais representou 20 a 40% do volume de negócios de uma das construtoras nacionais que participaram no estudo.

É possível constatar a predominância da nova construção no mercado, sendo que uma das construtoras admitiu um volume de negócio entre os 60 a 80% para edifícios comerciais/industriais e de 40 a 60% para novos edifícios turísticos. A construção de novos edifícios residenciais e serviços é a maior área de actividade de uma destas empresas, responsável por 80 a 100% do volume de negócios desenvolvido em 2008.

Em 2009, e relativamente ao ano anterior, prevê-se a redução das actividades de reabilitação em edifícios comerciais/industriais, não ultrapassando os 20% do volume de negócios das empresas, tal como as actividades de reabilitação em edifícios turísticos.

Apenas uma das construtoras aponta para a redução da nova construção de edifícios comerciais/industriais e de edifícios turísticos, entre 40 a 60% e 20 a 40%, respectivamente, do seu volume de negócio.

É sobre a nova construção, para fins habitacionais e serviços, que as empresas pretendem incidir o maior volume de negócio em 2009; duas delas prevêem pelo menos 20% de volume de actividade neste segmento, outras duas apontam entre 20 a 40% do seu volume de negócio e a outra espera alcançar 80 a 100% do volume total de negócio destinado à nova construção.

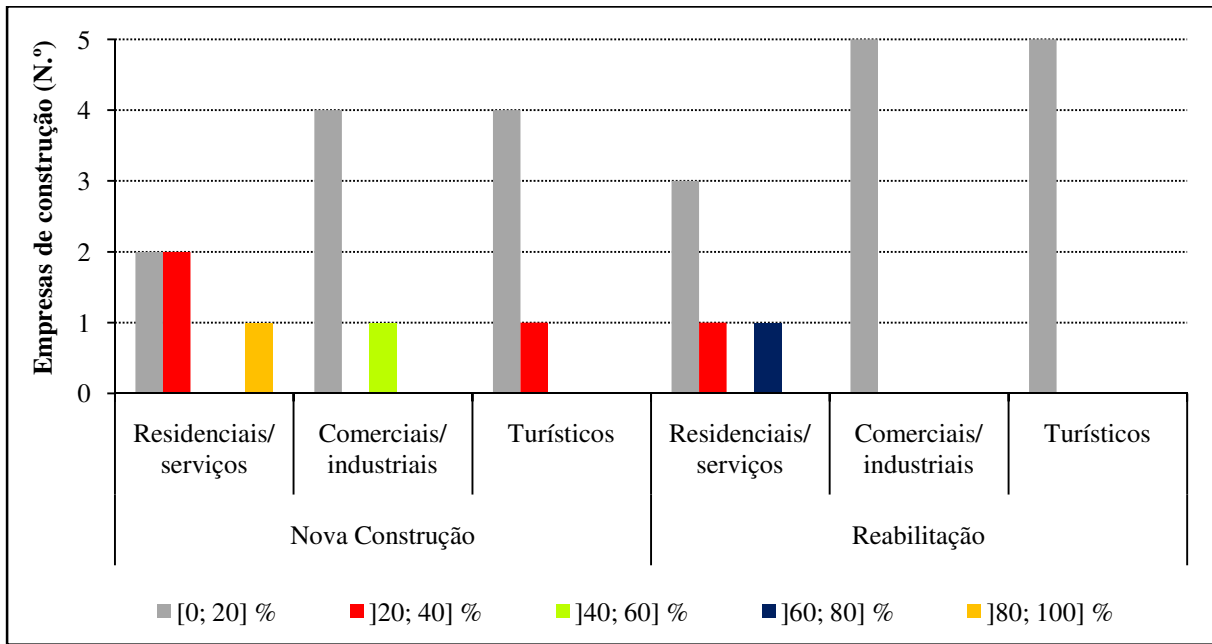


Figura 5.2. Volume de negócio das principais áreas de trabalho das empresas de construção, previsto para 2009

Esta análise permitiu a verificação das orientações de um mercado assente sobretudo na nova construção, cuja estratégia de negócio para 2009 tende apenas para o crescimento da nova construção residencial e serviços, com abrandamento nos segmentos comercial/industrial e turístico.

Como maiores clientes da reabilitação de edifícios, foram identificadas as entidades particulares, seguindo-se as instituições públicas e promotores imobiliários, e por último o sector industrial e grandes áreas comerciais.

São estes agentes que também interferem na qualidade da reabilitação, com exigências ao nível da eficiência energética dos edifícios, através da aplicação de diversas técnicas que promovem esse resultado. Esta é a forma de como a sociedade pode recompensar as empresas que apostam numa clara estratégia de construção de edifícios mais eficientes.

Importa assim fazer o reconhecimento das técnicas mais solicitadas pelo cliente no exercício da reabilitação, categorizando-as por grau de requisição, conforme consta no quadro 5.2.. O projectista foi referenciado por 3/5 das empresas como o principal responsável pela iniciativa da aplicação destas soluções construtivas.

Note-se que, em reabilitação, a maior aposta está na melhoria dos vãos envidraçados exteriores e que a aplicação de isolamento térmico na cobertura é mais comum do que nas paredes, dada a sua eficácia comprovada e facilidade de execução.

Para a maioria destas empresas o sistema solar térmico para AQS, é ainda um requisito raramente aplicado em trabalhos de reabilitação.

Quadro 5.2. Técnicas requeridas pelo cliente, em reabilitação de edifícios

Solicitação	Soluções técnicas
Sempre	<b>Vãos exteriores:</b> vidros duplos
Frequente	<b>Isolamento térmico:</b> cobertura <b>Aquecimento central:</b> gás natural ou GPL <b>Sombreamento exterior:</b> fixo; móvel manual <b>Ventilação natural:</b> grelhas de ventilação Ventilação mecânica Ar condicionado Sistemas AVAC
Raro	<b>Vãos exteriores:</b> caixilharia com corte térmico <b>Isolamento térmico:</b> paredes interiores; paredes exteriores <b>Sombreamento exterior:</b> móvel automático Eliminação de pontes térmicas Materiais com elevada inércia térmica Painéis solares térmicos (AQS) <b>Microgeração:</b> fotovoltaica; eólica <b>Ventilação natural:</b> chaminés de ventilação
Nunca	Paredes de trombe <b>Aquecimento central:</b> biomassa; gásóleo <b>Microgeração:</b> cogeração

### 5.2.2 Sector da promoção e mediação imobiliária

Tal como o sector da construção, este também considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio de interesse (12/14 dos projectistas). Também a melhoria da eficiência energética dos edifícios, através da sua reabilitação é vista por 9/14 dos respondentes como uma potencial estratégia de negócio para as empresas imobiliárias.

Como factores limitadores do progresso do mercado da reabilitação do edificado existente, foram sobretudo apontados a fraca atractividade económica do negócio, os custos a superarem os dos novos edifícios e a burocracia que lhe é inerente. Todos os outros aspectos, que se incluem no inquérito que lhes foi dirigido, foram igualmente assinalados, embora com menor importância atribuída.

Contrariamente à visão do sector da construção, 8/14 das empresas vêem o processo de certificação energética do edificado existente, imposto em 2009, como uma oportunidade para o desenvolvimento do mercado da reabilitação.

Relativamente à existência de edifícios antigos devolutos ou subutilizados, 12/14 das empresas indicam uma posição a favor da sua reabilitação, sendo que apenas 1/14 considera a sua demolição com o fim de dar espaço à nova construção.

Outra questão levantada ao sector imobiliário prende-se com o possível aumento do negócio, no domínio da reabilitação, através de incentivos financeiros mais atractivos. As respostas foram consensuais (12/14 das empresas) revigorando a sua posição face à margem de lucro pretendida nas acções de venda.

As figuras 5.3. e 5.4. expressam o resultado da questão 6., a qual pretende conhecer a distribuição do volume de negócio das empresas, pelas diferentes áreas de actividade do sector. Esta questão não foi respondida por três das empresas que se incluem na amostra do estudo.

A figura 5.3. reflecte que nas onze empresas o volume de negócio respeitante ao arrendamento, venda de edifícios reabilitados turísticos e comerciais/industriais e à venda de edifícios novos turísticos, não ultrapassou os 20% no ano de 2008.

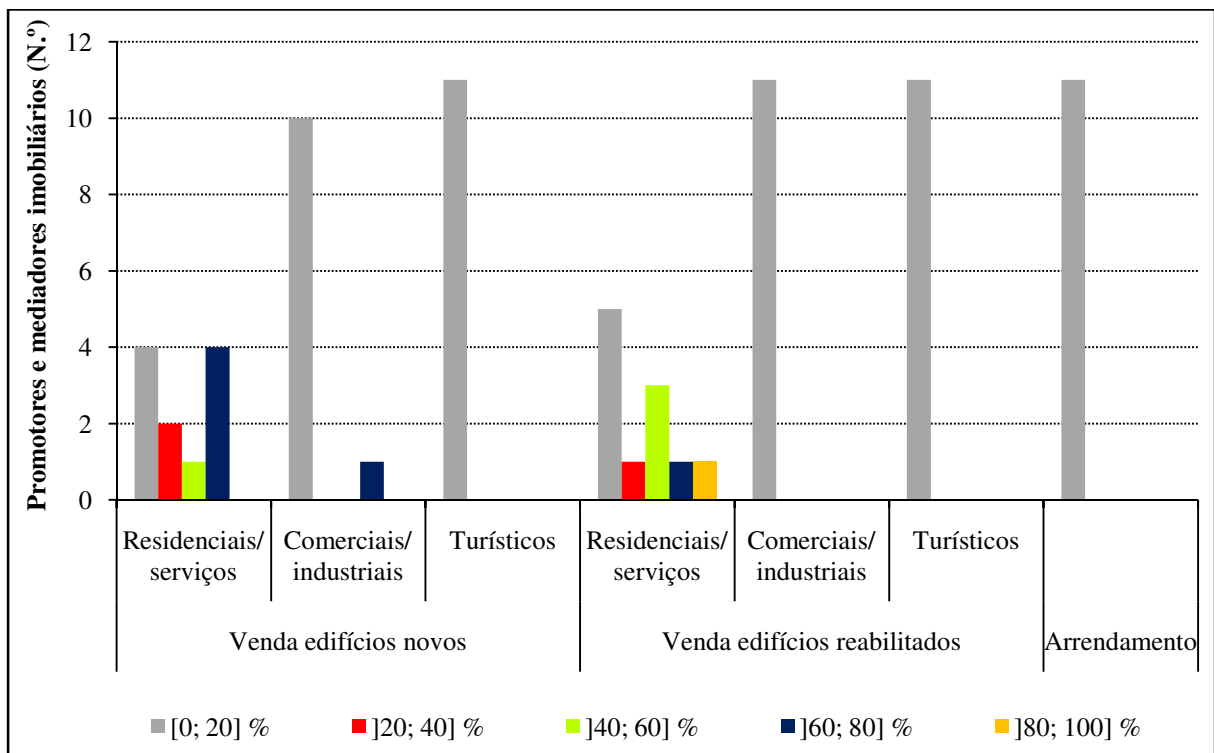


Figura 5.3. Volume de negócio das principais áreas de trabalho desenvolvidas pelos promotores e mediadores imobiliários, em 2008

O processo de venda de edifícios reabilitados ganha maior representatividade quando estes se destinam a habitação ou serviços. Este segmento de actividade representa 60 a 80% do volume de negócio de uma das empresas, outra regista um volume total de negócio entre os 80 e 100%, e três empresas atribuem a esta actividade 40 a 60% do seu volume de negócio.

A venda de nova construção, do tipo residencial ou serviços, é a actividade mais representativa deste sector, correspondendo entre 60 a 80% do volume total de negócio de quatro empresas.

Neste sector, o volume de negócio das principais áreas de trabalho previsto para 2009 (figura 5.4.) é muito similar ao quadro de 2008 apresentado.

A principal diferença está no aumento do volume de negócio respeitante à venda de edifícios reabilitados, residenciais ou serviços, e na redução da dimensão do negócio direccionado para a venda de construção nova, residencial ou serviços e comercial ou industrial.

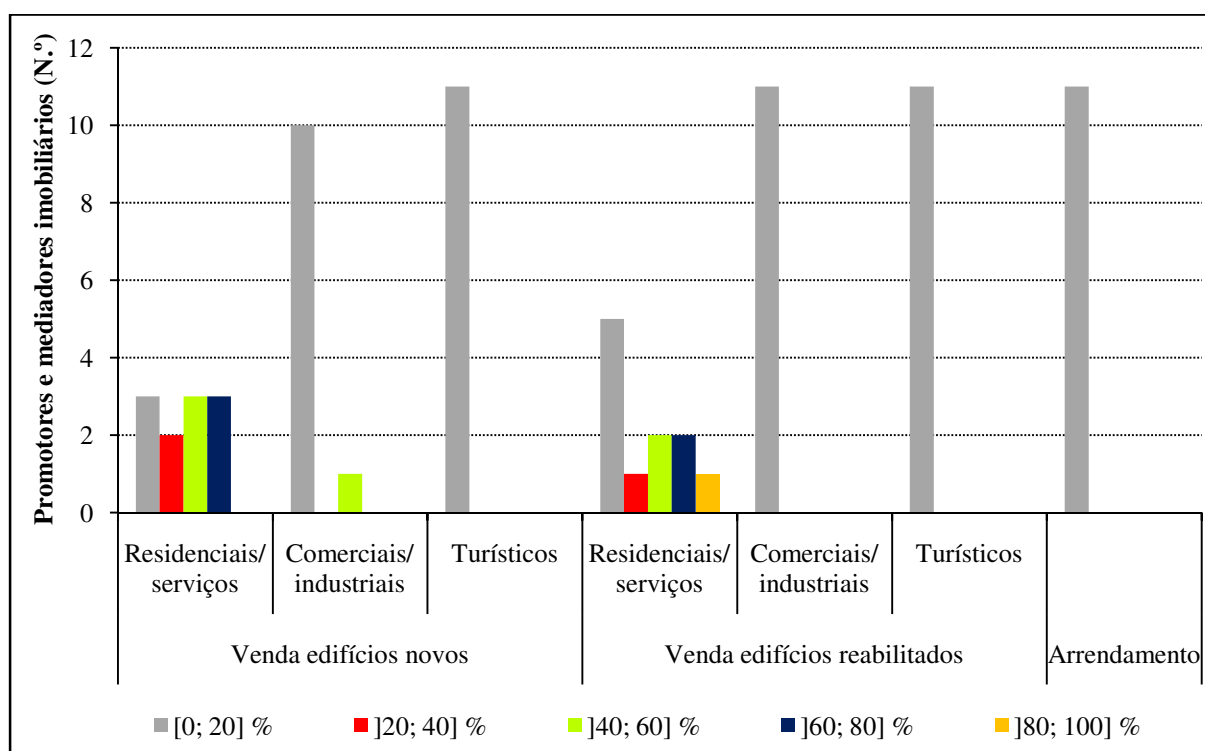


Figura 5.4. Volume de negócio das principais áreas de trabalho dos promotores e mediadores imobiliários, previsto para 2009

Esta informação clarifica a tendência destes agentes de mercado, os quais seguem as orientações da maior oferta e procura. No ano corrente, a actividade relacionada com a venda de edifícios reabilitados poderá vir a intensificar o negócio do sector de promoção e mediação imobiliária.

A incidência do sector nesta actividade, permite promover as melhores soluções que vão de encontro à eficiência energética do edificado existente.

Face a um mercado altamente competitivo, as empresas precisam de definir estratégias de longo prazo a fim de se precaverem para eventuais derivações que dele possam advir. A reputação que a empresa ganha como sinónimo da sua preocupação com o ambiente e com o conforto dos seus clientes, tende a ser reconhecida como um factor de competitividade.

As técnicas construtivas e energéticas seleccionadas pela amostra inquirida são apresentadas no quadro 5.3., por níveis de promoção.

As principais medidas passivas que asseguram o conforto térmico e a qualidade do ar interior nos edifícios, representam factores de valorização dos imóveis, verificando-se que a sua promoção ocorre na maioria das empresas.

Quadro 5.3. Técnicas promovidas em projectos de reabilitação de edifícios

Promoção	Soluções técnicas
Sempre	<p><b>Vãos exteriores:</b> vidros duplos</p> <p><b>Isolamento térmico:</b> cobertura; paredes exteriores</p> <p><b>Aquecimento central:</b> gás natural ou GPL</p> <p>Eliminação de pontes térmicas</p> <p><b>Ventilação natural:</b> chaminés de ventilação; grelhas de ventilação</p>
Frequente	<p><b>Vãos exteriores:</b> caixilharia com corte térmico</p> <p>Materiais com elevada inércia térmica</p> <p>Ventilação mecânica</p> <p>Ar condicionado</p> <p>Sistemas AVAC</p>
Raro	<p><b>Sombreamento exterior:</b> móvel manual</p> <p>Painéis solares térmicos (AQS)</p>
Nunca	<p><b>Isolamento térmico:</b> paredes interiores</p> <p>Paredes de trombe</p> <p><b>Aquecimento central:</b> biomassa; gasóleo</p> <p><b>Sombreamento exterior:</b> fixo; móvel automático</p> <p><b>Microgeração:</b> fotovoltaica; eólica; cogeração</p>

### 5.2.3 Projectistas

Ao contrário dos sectores anteriormente analisados, este apresenta-se totalmente do lado da reabilitação de edifícios, distinguindo-a como área de negócio de interesse; 8/9 consideram que, num futuro próximo, a procura pela eficiência energética poderá constituir um factor importante para a promoção de obras de reabilitação.

Na óptica dos projectistas, os maiores entraves ao desenvolvimento deste mercado são comuns aos dos promotores imobiliários, acrescentando a falta de qualificação dos quadros das empresas, responsáveis pelo processo de reabilitação.

A maioria dos respondentes (7/9 dos projectistas) aprova a actual classificação energética direccionada ao edificado existente, considerando-a um ponto estratégico para a

consolidação do mercado de reabilitação. Ainda consideram que, para além da exigência do consumidor, a actual legislação encontra-se capaz de condicionar a qualidade construtiva, recente ou existente.

Porém, 5/9 dos projectistas caracterizam a regulamentação para a eficiência energética em edifícios (RCCTE e RSECE) como sendo pouco exigente. A insuficiente fiscalização técnica foi uma das lacunas apontada. Foi igualmente sugerido uma maior integração de sistemas passivos em detrimento de sistemas activos no método de cálculo utilizado. Somente 2/9 dos projectistas considera a actual regulamentação adequada à realidade portuguesa, e os restantes, demasiado exigente.

A aceitação dos regulamentos (RCCTE e RSECE) pelos clientes pode ser intuitivamente determinada através do seu grau de conhecimento face à aplicação dos mesmos. Através deste sector de actividade, foram obtidos os seguintes resultados: 5/9 afirmam que os clientes estão informados e consideram uma oportunidade de melhoria, somente 1/9 assegura que os clientes estão informados mas encaram-na como desnecessária e 3/9 consideram que os clientes não se encontram se quer informados.

Para o cumprimento destes regulamentos, a escolha de materiais construtivos mais eficientes é uma das opções considerada por todos os respondentes. Para além desta, 7/9 aplicam conceitos de arquitectura bioclimática e 5/9 optam por integrar energias renováveis nos edifícios.

Verificou-se também que a exigência dos projectistas em reabilitação encontra-se ao nível da execução de projectos de novos edifícios. A classe energética mínima exigível por 5/9 dos projectistas, em projectos de reabilitação, é a classe B-, pelo que 7/9 admitem cumprir frequentemente a meta à partida estabelecida.

A análise recaiu igualmente na apreciação da tendência do volume de negócio deste sector nos anos 2008 e 2009. As figuras 5.5. e 5.6 representam o resultado dessa análise, distinguindo por cada área de actividade o volume de negócio divulgado pelos projectistas, sendo que 2/9 da amostra a analisar não cedeu estes dados.

Em 2008, a execução de projectos de reabilitação de edifícios turísticos não foi além dos 20% do volume total de negócio dos projectistas. Apesar disso, a sua actividade em reabilitação de edifícios apresenta-se similar à do sector da construção.

No que concerne à reabilitação de edifícios comerciais ou industriais, 2/7 dos projectistas admitem um volume de negócio entre os 20 e 40% e 1/7 associa à reabilitação de edifícios residenciais ou serviços, um volume de negócio entre os 20 e 40%.

Os trabalhos de nova construção reflectem-se sobretudo no segmento residencial/serviços: 2/7 atribuem a esta área de actividade entre 80 a 100% do seu volume de negócio e 1/7 entre 60 a 80%.

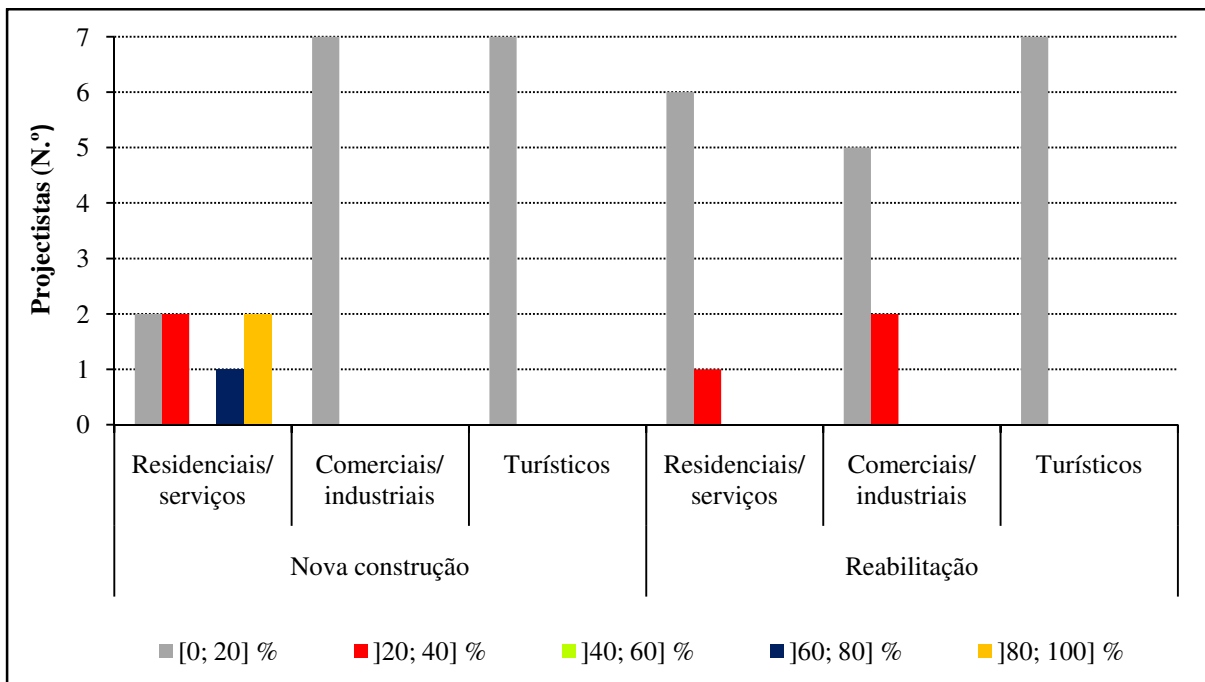


Figura 5.5. Volume de negócio das principais áreas de trabalho desenvolvidas pelos projectistas, em 2008

Tal como consta na figura 5.6., o mercado está sobretudo orientado para a nova construção para fins habitacionais ou serviços, embora se preveja para 2009 uma redução da sua intensidade. Apenas 1/7 dos projectistas afirma que 80 a 100% dos seus projectos, em carteira para 2009, se destinam à nova construção residencial ou serviços.

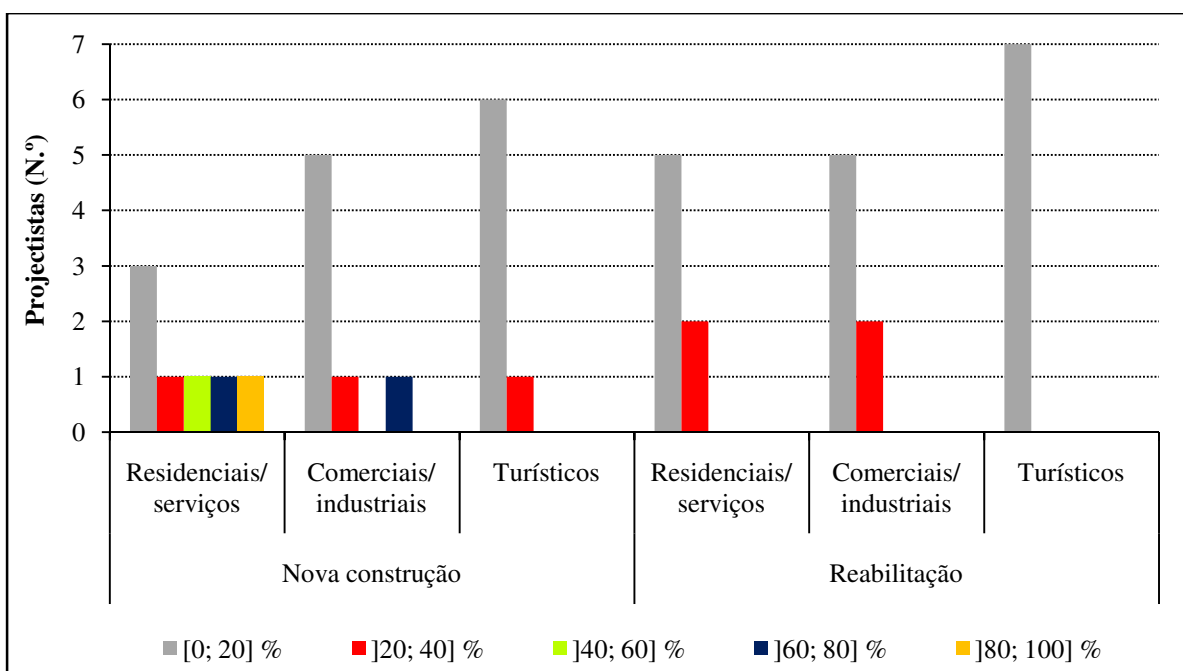


Figura 5.6. Volume de negócio das principais áreas de trabalho dos projectistas, previsto para 2009

Por vezes o nível de eficiência energética a atingir num projecto, quer de reabilitação quer de nova construção, fica condicionado pela escolha do cliente, ou pela falta de *know-how* sobre a aplicação de determinadas técnicas construtivas ou simplesmente porque, por razões de orçamento, estas não são aplicadas no momento da construção. A primeira hipótese foi seleccionada por 5/9 dos projectistas e a última por 4/9.

As técnicas referidas apresentam-se no quadro 5.4. de forma discriminada e por nível de aplicação nos projectos executados pela amostra.

Ao contrário dos sectores da construção e de promoção e mediação imobiliária, a maioria dos projectistas contempla frequentemente nos projectos de reabilitação sistemas solares térmicos para AQS. Novamente, as principais medidas passivas capazes de reduzirem as necessidades de conforto térmico, são sempre praticadas por uma maioria.

Quadro 5.4. Técnicas aplicadas em projectos de reabilitação

Aplicação	Soluções técnicas
Sempre	<p><b>Vãos exteriores:</b> vidros duplos</p> <p><b>Isolamento térmico:</b> cobertura; paredes exteriores</p> <p>Eliminação de pontes térmicas</p> <p>Materiais com elevada inércia térmica</p>
Frequente	<p><b>Vãos exteriores:</b> caixilharia com corte térmico</p> <p><b>Aquecimento central:</b> gás natural ou GPL</p> <p><b>Sombreamento exterior:</b> fixo; móvel manual</p> <p>Painéis solares térmicos (AQS)</p> <p><b>Ventilação natural:</b> chaminés de ventilação; grelhas de ventilação</p> <p>Ar condicionado</p>
Raro	<p><b>Isolamento térmico:</b> paredes interiores</p> <p>Paredes de trombe</p> <p><b>Aquecimento central:</b> biomassa</p> <p><b>Sombreamento exterior:</b> móvel automático</p> <p><b>Microgeração:</b> fotovoltaica</p> <p>Ventilação mecânica</p> <p>Sistemas AVAC</p>
Nunca	<p><b>Aquecimento central:</b> gasóleo</p> <p><b>Microgeração:</b> fotovoltaica; eólica; cogeração</p>

## 5.2.4 Peritos qualificados

A reabilitação do edificado existente é vista por 21/26 destas entidades certificadoras como premente na actual conjuntura do sector da construção.

A classificação energética dos edifícios é considerada, por 20/26 da amostra respondente, um contributo para o desenvolvimento do mercado da reabilitação, tendo por base a melhoria da eficiência energética do construído. A dúvida de que o actual modelo de certificação possa incentivar a procura pela eficiência energética nos edifícios, ainda subsiste em 2/26 dos peritos qualificados (PQ).

A forma como a informação sobre os dados energéticos é divulgada no certificado, é apontada como tendo pouco ou nenhum significado para o proprietário comum. Os resultados expressos em kgep ou toneladas de CO<sub>2</sub> não clarificam totalmente o utilizador sobre a factura energética que poderá ver reduzida.

A questão levantada sobre a criação de duas categorias distintas no processo de certificação, uma direccionada unicamente para o conforto térmico através da vertente construtiva e outra para os sistemas energéticos, foi assumida positivamente por 18/26 dos PQ.

Verifica-se que uma maioria defende que a actual regulamentação privilegia essencialmente a adopção de equipamentos energeticamente mais eficientes. Por exemplo, na avaliação de duas fracções iguais, em que a envolvente de uma apresenta coeficientes de transmissão térmica bastante baixos e não inclui sistemas de climatização, e outra, cujo comportamento térmico da envolvente é inferior e com incorporação de sistemas de climatização eficientes, o resultado da classificação energética será diferente, sendo que a segunda fracção será beneficiada.

Ainda que um tanto desajustada, na perspectiva do perito qualificado a actual regulamentação constitui uma ferramenta de análise adequada à realidade portuguesa de momento.

Para a maioria da amostra de PQ, 19/26, o valor comercial dos edifícios existentes poderá ser condicionado pela classificação que lhe é atribuída, ou seja, no caso de o proprietário ter expectativas de qualidade, a classificação energética será um parâmetro de análise a seguir. O aumento da procura por edifícios mais eficientes aumentará, naturalmente, o seu valor comercial. Outros, 6/26, consideram que para já existem outros factores de peso na atribuição do valor comercial.

O desinteresse pelo processo de certificação por parte dos proprietários é notório por 24/26 dos peritos, os quais revelam que a maioria não está informada ou consideram-no desnecessário.

As medidas de melhoria propostas no certificado emitido variam de acordo com as necessidades urgentes de cada fracção e o respectivo custo de investimento. O quadro 5.5. resume as técnicas propostas pela amostra de peritos, segundo o critério de frequência.

Quadro 5.5. Medidas de melhoria propostas pelo perito qualificado

Proposta	Soluções técnicas
Frequente	<p><b>Vãos exteriores:</b> vidros duplos</p> <p><b>Isolamento térmico:</b> cobertura; paredes exteriores</p> <p><b>Aquecimento central:</b> gás natural ou GPL</p> <p><b>Sombreamento exterior:</b> móvel manual</p> <p>Eliminação de pontes térmicas</p> <p>Painéis solares térmicos (AQS)</p> <p>Ar condicionado</p>
Raro	<p><b>Vãos exteriores:</b> caixilharia com corte térmico</p> <p><b>Isolamento térmico:</b> paredes interiores</p> <p><b>Sombreamento exterior:</b> fixo</p> <p>Materiais com elevada inércia térmica</p> <p><b>Ventilação natural:</b> grelhas de ventilação</p>
Nunca	<p>Paredes de trombe</p> <p><b>Aquecimento central:</b> biomassa; gasóleo</p> <p><b>Sombreamento exterior:</b> móvel automático</p> <p><b>Microgeração:</b> fotovoltaica; eólica; cogeração</p> <p><b>Ventilação natural:</b> chaminés de ventilação</p> <p>Ventilação mecânica</p> <p>Sistemas AVAC</p>

Como maiores obstáculos à concretização das propostas de melhoria supramencionadas, foram sobretudo considerados: a fraca atractividade económica, por 22/26 dos respondentes, eventuais dificuldades técnicas com as infra-estruturas (17/26), falta de unanimidade entre moradores (15/26) e ainda, a preferência pela nova construção (8/26).

A maioria dos peritos qualificados respondentes prevê a certificação energética de 90% do parque edificado existente, num prazo de 20 anos.

### 5.3 Análise comparativa dos agentes

Interessa analisar com maior profundidade em que aspectos os agentes de cada sector convergem ou divergem, fundamentando a sua orientação.

A figura 5.7. permite demonstrar que são os projectistas aqueles que mais acreditam no progresso do mercado da reabilitação, e que a procura pela melhoria da eficiência energética nos edifícios poderá constituir uma estratégia de desenvolvimento desse mercado.

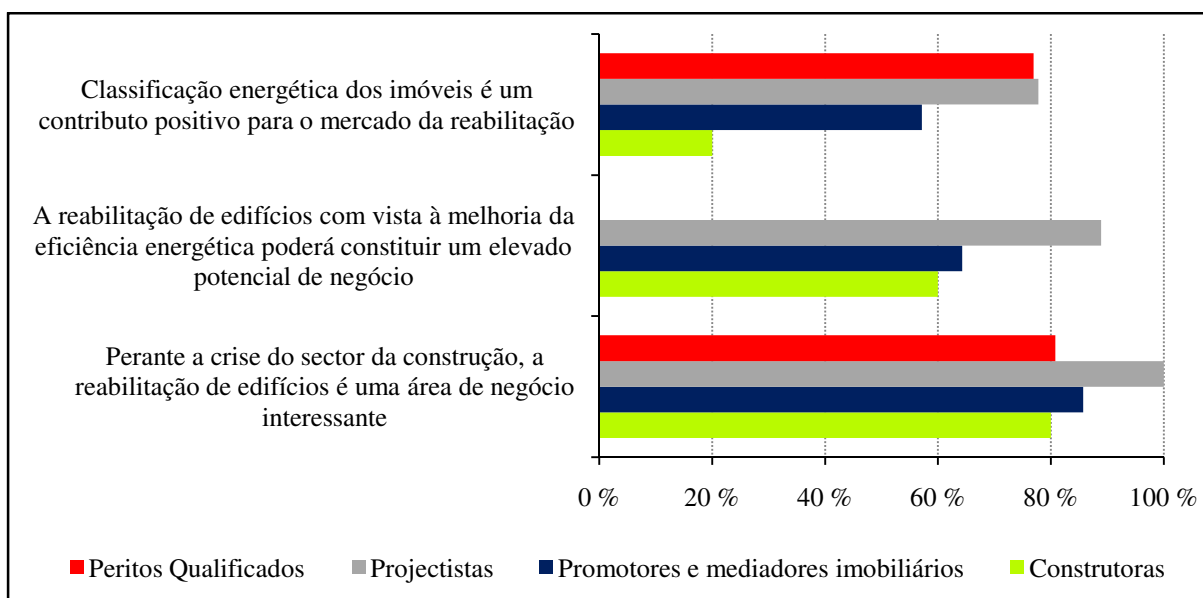


Figura 5.7. Considerações dos diferentes agentes de mercado sobre a reabilitação e classificação energética dos imóveis

Tanto o sector da promoção e mediação imobiliária como o da construção reconhecem, na sua maioria, a reabilitação como uma área de negócio de interesse, embora nem todos considerem a procura pela melhoria da eficiência energética nos edifícios um factor impulsionador do mercado da reabilitação. Esta constatação poderá ser fundamentada pelo volume de receitas que advêm da nova construção face às de reabilitação, que naturalmente desincentiva a aposta no mercado da reabilitação. Também a insuficiência de quadros especializados nesta actividade favorece esta realidade.

A classificação energética dos imóveis existentes é, do ponto de vista dos projectistas e peritos qualificados, uma oportunidade para o crescimento do segmento da reabilitação, garantido a melhoria do desempenho energético do parque edificado. Por sua vez, o sector da construção desconsidera o contributo do sistema nacional de certificação energética e da qualidade do ar interior, referindo nas suas observações a despesa documental e a fraca representatividade no mercado da reabilitação em geral. A única construtora que respondeu positivamente acredita que a classificação energética apoiará a opção de escolha do cliente, sendo por isso mais positiva do que a imposição de determinado desempenho energético.

Na figura 5.8. apresentam-se os principais obstáculos ao mercado da reabilitação indicados pelas empresas de construção, de promoção e mediação imobiliária e projectistas.

É possível verificar a conformidade entre estes agentes no que respeita ao excesso de burocracia no processo de reabilitação, ao envolvimento de custos superiores aos da nova construção e à fraca atractividade que o negócio representa para as empresas.

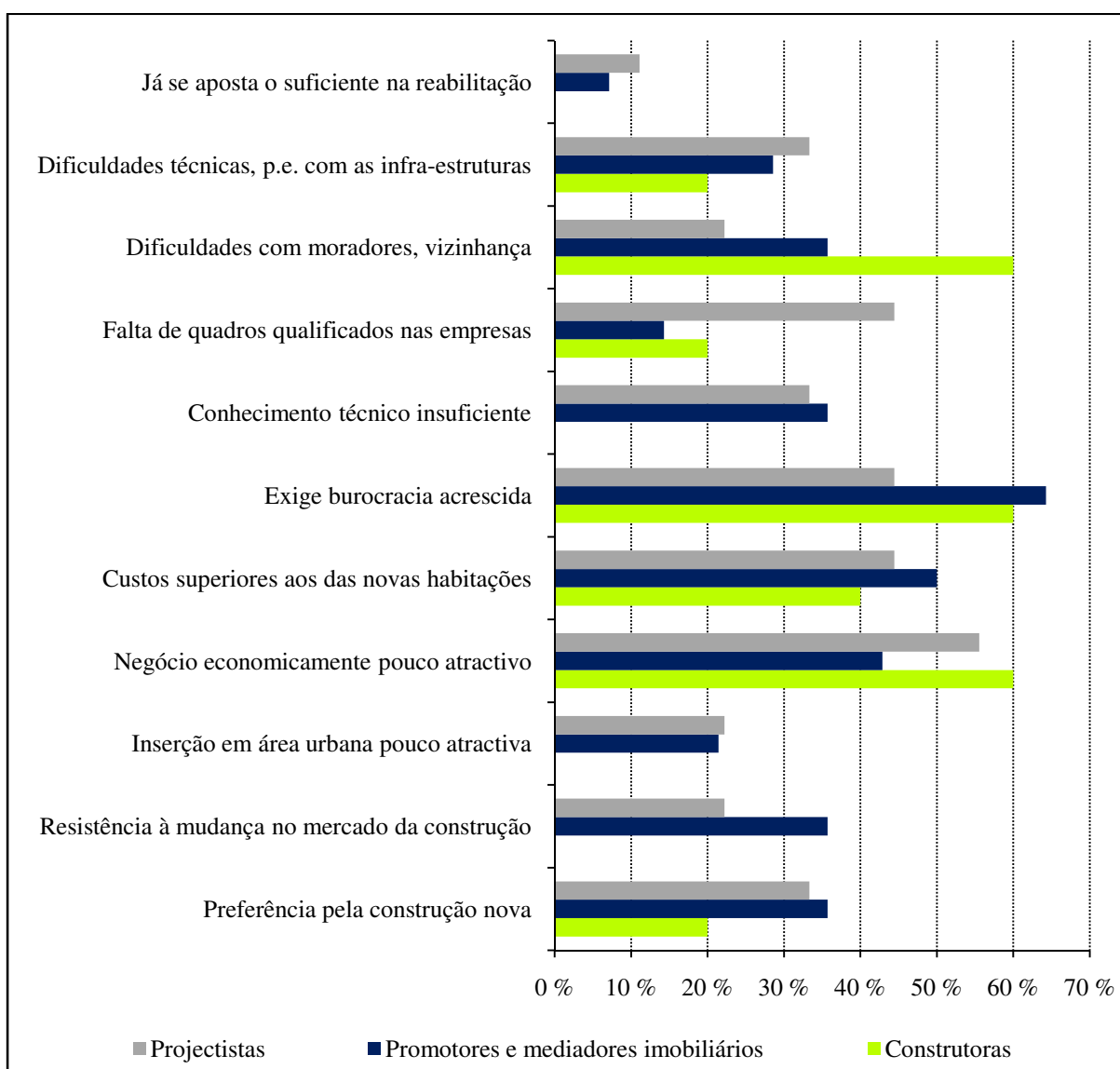


Figura 5.8. Maiores obstáculos ao mercado da reabilitação de edifícios apontados pelos projectistas, promotores e mediadores imobiliários, e construtoras

A actual regulamentação que caracteriza o desempenho energético dos edifícios existentes, RCCTE e RSECE, é alvo de diferentes apreciações pelos projectistas e peritos qualificados. A figura 5.9. permite distinguir essas diferenças.

Ao contrário do que os peritos qualificados entendem, 55,6% dos projectistas considera esta regulamentação pouco exigente, confiantes de que se poderia ir mais longe. Alguns justificaram-se expondo as seguintes razões:

- Método de cálculo demorado;
- Deveria existir uma maior integração dos sistemas passivos em detrimento dos sistemas activos;

- Necessidade de maior fiscalização técnica.

Apenas uma minoria dos actores responsáveis quer pelo cumprimento da regulamentação quer pela aferição do desempenho energético final dos imóveis, considera os actuais regulamentos demasiado exigentes.

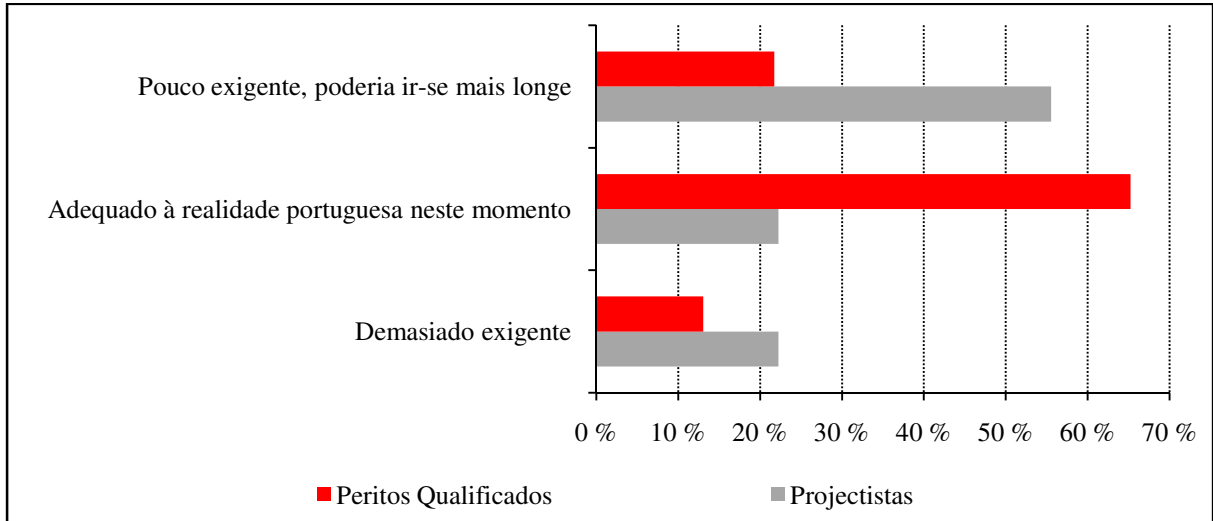


Figura 5.9. Considerações sobre a actual regulamentação para a eficiência energética em edifícios existentes: RCCTE e RSECE

Através da proximidade com os clientes é de fácil entendimento o seu nível de conhecimento sobre a aplicação e exigência do RCCTE e RSECE. A figura 5.10. apresenta a opinião dos projectistas e peritos qualificados relativamente a esta questão.

A distribuição das respostas destes agentes é um indício de que os clientes que procuram os serviços de um projectista estão na sua maioria informados sobre os regulamentos existentes e, os que procuram certificar os seus imóveis, ou não estão informados ou encaram o processo como desnecessário.

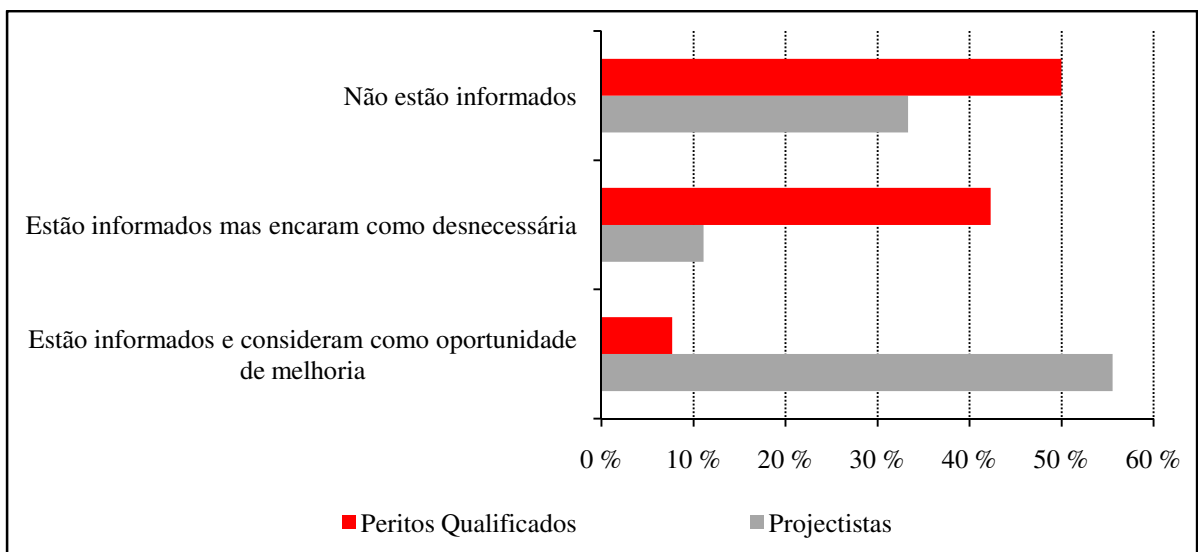


Figura 5.10. Grau de conhecimento dos clientes relativamente à aplicação dos regulamentos: RCCTE e RSECE

## 5.4 Entrevistas técnicas

### 5.4.1 Arquitecta Livia Tirone

Com uma vasta experiência em construção sustentável, a arquitecta Livia Tirone é actualmente uma figura de referência na divulgação das melhores práticas de arquitectura bioclimática e de soluções energeticamente eficientes. Da sua experiência, faz parte a participação na *Task Force Environment and Sustainable Architecture* para o Conselho de Arquitectos da Europa, que contribuiu para a elaboração da directiva para a eficiência energética dos edifícios.

O quadro 5.6. apresenta a sua posição relativamente ao desenvolvimento de um mercado de reabilitação assente na melhoria da eficiência energética dos edifícios.

Quadro 5.6. Resultados da entrevista à Arquitecta Livia Tirone

<p><b>A reabilitação de edifícios como alternativa real ao mercado da nova construção e com capacidade de melhorar a eficiência energética do actual parque edificado.</b></p>	<p>Demonstra optimismo face aos novos regulamentos e reconhece uma vontade à escala nacional, passíveis de combater o empobrecimento do país através da construção energeticamente mais eficiente.</p> <p>Salienta os pontos dinamizadores de um mercado pequeno mas de muita gente, como por exemplo os incentivos financeiros, referindo o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) como potencial dinamizador da reabilitação urbana.</p> <p>Releva a importância da consolidação do processo de melhoria da qualidade de construção do meio edificado, através de uma ligação directa entre o perito qualificado, o proprietário do imóvel e as empresas idóneas com boas práticas. Indicando para esse efeito uma plataforma <i>online</i>, como é a da ‘Casa Certificada’.</p> <p>A reabilitação energética é assumida como actividade determinante para a recuperação da economia, aumentando simultaneamente as condições de salubridade e de conforto e reduzindo os custos de operação para os proprietários dos imóveis.</p>
--	---

Quadro 5.6. Resultados da entrevista à Arquitecta Lúvia Tirone

<b>Maiores obstáculos ao mercado da reabilitação.</b>	Falta de informação e de qualificação de competências. Apesar de considerar a existência de um bom enquadramento para a melhoria das práticas comuns de construção, o processo evolutivo é lento.
<b>Certificação energética obrigatória dos edifícios existentes como contributo para o mercado da reabilitação.</b>	Mais um factor impulsionador para a abertura deste mercado, aliciando os proprietários dos imóveis à concretização das medidas de melhoria propostas pelo perito qualificado, a favor de um melhor desempenho energético e consequente redução da factura. A classificação energética atribuída apresenta-se capaz de se tornar num parâmetro de diferenciação.  Embora ainda recente, a exigência da metodologia de cálculo do RCCTE é adequada ao edificado existente.
<b>Constrangimentos resultantes da integração de novas tecnologias no edificado existente.</b>	Neste tipo de edificado, para além da integração arquitectónica dos sistemas activos (colectores solares térmicos, painéis fotovoltaicos, micro-eólicas), deverão ser estudados os efeitos sobre a estabilidade dos edifícios.

### 5.4.2 Engenheiro Vítor Cóias e Silva

Especialista na área da patologia e da reabilitação de edifícios e outras construções, o engenheiro Vítor Cóias e Silva, fundador e presidente do Gecorpa, é membro activo de várias associações nacionais e internacionais do seu campo de especialização, entre as quais: W086 “*Building Pathology*”, do CIB (*International Council for Building*), e da comissão Iscarsah, “*International Scientific Committee for the Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage*”, do ICOMOS (*International Council on Monuments and Sites*).

Pelo seu percurso profissional nesta temática, importa apresentar a sua visão sobre as dificuldades e vantagens do mercado da reabilitação de edifícios, com foco na melhoria do desempenho energético, conforme disposto no quadro 5.7..

Quadro 5.7. Resultados da entrevista ao Engenheiro Vítor Córias e Silva

<p><b>A reabilitação de edifícios como alternativa real ao mercado da nova construção e com capacidade de melhorar a eficiência energética do actual parque edificado.</b></p>	<p>Através da reabilitação e conservação do construído advêm vantagens nas dimensões: económica, social e ambiental. Permite gerir adequadamente o <i>stock</i> construído, preserva a competitividade do país e não envolve maior esforço financeiro. Simultaneamente, promove maior qualidade de vida às populações, gera emprego e contraria a exclusão. Por último, evita a ocupação de solo virgem, o consumo de materiais e de energia e a deposição de resíduos</p>
<p><b>Maiores obstáculos ao mercado da reabilitação.</b></p>	<p>O património edificado é alvo de um regime jurídico desequilibrado ao ponto de deixar o proprietário e o Governo descapitalizados, e de manter as rendas dos imóveis desactualizadas.</p> <p>A ausência de fundos, os instrumentos de gestão territorial desproporcionados bem como, os prazos extensivos para o licenciamento de obras de reabilitação, constituem-se factores desfavoráveis à expansão deste mercado.</p> <p>O novo regime jurídico da reabilitação urbana, recentemente apresentado pelo Governo e aprovado em Conselho de Ministros a 3 de Setembro de 2009, poderá, caso entre em vigor, ser um vector impulsionador da procura de obras de reabilitação do edificado.</p>
<p><b>Certificação energética obrigatória dos edifícios existentes como contributo para o mercado da reabilitação.</b></p>	<p>É vista com muito interesse e acredita que o benefício estará na preferência de um mercado atento e informado sobre o desempenho energético dos imóveis e melhores práticas para o melhorar.</p> <p>A metodologia de cálculo do RCCTE e a escala de classificação energética ajustam-se com flexibilidade aos edifícios existentes, não podendo ser considerada demasiado exigente.</p>

Quadro 5.7. Resultados da entrevista ao Engenheiro Vítor Córias e Silva

<p><b>Estado do mercado da reabilitação no que respeita à mão-de-obra qualificada.</b></p>	<p>Afirma existir um enorme desconhecimento da construção existente, aumentando a especificidade da reabilitação, isto é, saber fazer tradicional conjugado com as novas tecnologias.</p> <p>Defende que, para alcançar a qualidade nas actividades de reabilitação, as empresas devem dispor de técnicos superiores, técnicos intermédios e profissionais operários, com competências adequadas aos trabalhos especializados a que se propõem.</p> <p>Enfatiza o facto da fraca qualidade e durabilidade decorrente da nova construção, pôr em causa as competências dos quadros técnicos e a sua vocação para intervenções de reabilitação, as quais utilizam produtos e tecnologias específicas.</p> <p>Como forma de contrariar esta tendência, aponta a adopção de critérios de selecção das empresas, adjudicatárias de obras de reabilitação, diferentes dos da construção corrente, impondo um nível de qualidade às actividades de reabilitação.</p>
--	---



## 6 Conclusões

### 6.1 Principais resultados

No contexto da actual conjuntura económica, o sector da construção em Portugal apresenta fragilidades de mercado e, simultaneamente, o parque edificado existente encontra-se envelhecido, desocupado e energeticamente pouco atractivo. Neste sentido, a sua reabilitação representa uma oportunidade de recuperação do mercado imobiliário e de renovação do parque edificado, com definição de objectivos de sustentabilidade.

#### 6.1.1 Potencial de requalificação

Analisados os aspectos construtivos no sector imobiliário, o consumo de energia apresenta, como variáveis relevantes para o planeamento de uma estratégia de reabilitação, o isolamento térmico de edifícios e a aplicação de novas tecnologias de poupança energética. Aliado ao aumento do grau de exigência de conforto e de bem-estar, deverá incentivar-se a procura de melhores soluções técnicas e práticas de utilização dos edifícios, a favor da redução da factura de consumo e da dependência energética.

Os casos-estudo desenvolvidos permitiram determinar os potenciais de poupança energética, económica e de emissões de GEE, decorrentes de diferentes intervenções de reabilitação. A metodologia adoptada poderá ser executada de forma análoga para outros casos-estudo de interesse.

A maior área de exposição da moradia unifamiliar, em análise, inevitavelmente conduz a elevadas perdas de calor pela envolvente, comprovadas pelas necessidades nominais anuais de aquecimento, as quais ultrapassaram largamente o consumo de referência do RCCTE. Como resultado da intervenção ao nível das medidas passivas, verificou-se a redução de 63% destas necessidades de aquecimento e de 40% das necessidades nominais globais de energia primária, o que impulsionou a subida de duas classes energéticas, passando da classe D para a classe B-.

O cenário de reabilitação destinado a avaliar isoladamente o contributo do sistema solar térmico, comprova a sua eficácia no que respeita à redução das necessidades nominais globais de energia primária. A redução resultante foi de 65%, com efeito na subida de três classes energéticas, passando a assumir a classe B.

O cenário da reabilitação global da moradia unifamiliar, por via das medidas passivas e activas, promove a subida de quatro classes energéticas (para a classe A), como consequência da redução de 75% das necessidades nominais globais de energia primária, relativamente ao cenário representativo da situação inicial.

A incidência do estudo sobre a fracção autónoma permitiu apresentar uma reabilitação direccionada a imóveis integrados em edifícios multifamiliares, e reflectir sobre as limitações decorrentes. Fez parte desta análise uma abordagem de intervenção diferenciada segundo a orientação das principais fachadas do imóvel; para tal, fez-se variar a orientação segundo as coordenadas geográficas Norte/Sul e Este/Oeste.

Através da metodologia de cálculo do RCCTE os resultados entre as duas orientações foram similares, sendo que a estratégia de sombreamento (parâmetro de diferenciação) não revelou ser determinante na evolução do desempenho energético.

Neste caso-estudo, comparativamente com os resultados da moradia unifamiliar, o grau de exposição veio beneficiar os indicadores energéticos respeitantes às necessidades de climatização e de preparação de AQS, sendo que o cenário representativo da condição existente apresenta, à partida, o nível mínimo de desempenho energético exigível nos novos edifícios (classe energética B-).

O aumento do conforto térmico nas estações frias, pela aplicação das medidas passivas, permitiu a redução de 33% das necessidades nominais anuais de aquecimento nas orientações N/S e E/O. A intervenção a este nível contribuiu para a redução de 9% do índice  $N_{tc}/N_t$ , em ambas as orientações, resultando na subida de uma classe energética, para a classe B.

Por sua vez, a reabilitação através dos sistemas energéticos, pela aplicação do sistema solar térmico, consegue como resultado a elevação de duas classes energéticas (para a classe A), através da redução de 43% do índice  $N_{tc}/N_t$  face ao cenário da condição existente.

O investimento conjunto dos sistemas passivos e activos permite beneficiar o imóvel, quer do ponto de vista do conforto térmico como dos sistemas energéticos, embora o resultado da classificação energética seja o mesmo que o apresentado pela intervenção das medidas activas. A fraca influência das medidas passivas sobre as necessidades nominais globais de energia primária pode justificar esta evidência.

Os benefícios ambientais resultantes de cada intervenção foram avaliados através do potencial de redução de emissões de CO<sub>2</sub> equivalente, para os dois casos-estudo. A redução das necessidades de energia primária identificada em cada cenário de reabilitação, realizado à luz do RCCTE, foi convertida em emissões de GEE evitadas. Assim, conclui-se que a integração de um sistema solar térmico na estratégia de reabilitação, em qualquer um dos imóveis, potencia um melhor desempenho ambiental por comparação com a aplicação isolada das medidas passivas.

No caso-estudo da moradia unifamiliar, o potencial de redução de emissões de GEE face à condição existente, é de 65% após a aplicação dos colectores solares, e de 75% quando

o processo de reabilitação inclui as medidas passivas e activas. Por sua vez, a cenário representativo da condição existente do caso-estudo da fracção autónoma (para as duas orientações) apresenta um potencial de redução de emissões de GEE de 57% aquando da aplicação conjunta das medidas passivas e activas.

O facto da moradia unifamiliar apresentar necessidades de conforto térmico muito superiores ao caso-estudo da fracção autónoma, faz com que a redução das necessidades de energia primária seja maior quando executada a intervenção das medidas passivas, e consequentemente, o potencial de redução de emissões seja superior.

A relação entre as diferentes estratégias de reabilitação da moradia unifamiliar e o custo económico envolvido (consumo energético anual e investimento das medidas propostas) permitiu o desenvolvimento de uma análise do desempenho económico das diferentes intervenções propostas para este caso-estudo.

Reconhecendo como principais limitações o período de recuperação do capital investido, bem como a disponibilidade de capital por parte do investidor, é necessário realizar um estudo técnico-económico que suporte as tomadas de decisão. A este tipo de intervenção está implícito um elevado esforço financeiro, que poderá ser comportado através de incentivos económicos, como seja a existência de créditos bancários bonificados, com o apoio complementar do Estado.

Para além do custo inicial do investimento, interessa definir os benefícios económicos resultantes de cada intervenção, capazes de estimular a concretização do processo de reabilitação e relacioná-los também com os benefícios ambientais anteriormente referidos.

Através das medidas de melhoria de carácter passivo, prevê-se um potencial de redução de mais de 50% do total do custo económico anual, e de 10% quando aplicado isoladamente o sistema solar térmico. Já o cenário de reabilitação, que compreende a execução conjunta das medidas passivas e activas, apresenta um potencial de redução de 63% do total do custo económico anual. A realização deste cenário de reabilitação representa uma poupança anual de 2 678 €, com a recuperação do capital investido após um período de 13 anos.

Estes resultados permitem concluir que as medidas passivas promovem uma maior poupança económica do que a aplicação dos sistemas activos (solar térmico). Por sua vez, em cada caso-estudo, o nível de emissões evitadas através dos sistemas activos é superior ao conseguido por via das medidas passivas, fazendo elevar com facilidade a classe energética atribuída, como resultado da redução das necessidades nominais globais de energia primária. Acresce ainda a simplicidade de execução de cada intervenção, em fase de obra.

Idealmente, o plano de negócio assenta numa base de aplicação conjunta das medidas passivas, atendendo primeiramente às necessidades de climatização, proporcionando um conforto acrescido e, num segundo plano, após a recuperação do capital investido nas medidas passivas, aconselha-se a instalação de um sistema solar térmico, passível de cobrir a maioria das necessidades energéticas para a preparação de AQS e de melhorar expressivamente o desempenho energético da residência.

Atendendo a que a melhoria da classificação energética pode ser obtida apenas com a instalação do sistema solar térmico, para AQS, é geralmente relegado para segundo plano a concretização de obras de reabilitação ao nível do isolamento térmico, mais onerosas. Esta é a visão generalizada dos investidores que desprezam as vantagens resultantes de uma intervenção a favor do bem-estar dos ocupantes.

Alguns agentes do mercado da construção referem que os custos relacionados com as actividades de reabilitação fazem desse segmento um negócio pouco interessante e de facto, o resultado sobre essa análise atribui as maiores vantagens ao lado da procura. Contudo, atendendo aos benefícios comprovados para os proprietários dos imóveis, os principais agentes deste mercado poderão tirar proveito da sua actividade para a geração de receitas através da reabilitação, compatibilizando-as com a actividade de nova construção.

Tendo presente o valor do custo da nova construção e o preço médio de oferta no mercado, a preços de 2009, conclui-se que a proposta de reabilitação para a moradia unifamiliar corresponde a 19% do custo da nova construção e a 9% do preço médio de oferta no mercado, assumindo a intervenção conjunta das medidas passivas e activas.

## **6.1.2 Inquérito aos agentes**

Pela elaboração de inquéritos individuais aos sectores de actividade mais influentes, foi analisada a especificidade do mercado da reabilitação.

Através dos sectores da construção, promoção e mediação imobiliária, e projectistas, ficou patente que a estagnação do sector da construção criou o momento oportuno para a exploração do segmento de mercado da reabilitação, impulsionando o interesse pela melhoria do desempenho energético do edificado existente.

Contudo, 3/5 das construtoras respondentes não considera a certificação energética obrigatória dos edifícios existentes um factor contributivo para o desenvolvimento do mercado da reabilitação. Pelo contrário, mais de metade dos promotores e mediadores imobiliários têm uma perspectiva positiva sobre o processo de certificação do construído, admitindo que constitui uma valência para o desenvolvimento do mercado da reabilitação.

Do ponto de vista dos projectistas, a certificação obrigatória dos imóveis, em condições de transacção, representa uma estratégia capaz de dinamizar o mercado da reabilitação, aumentando o potencial de melhoria da qualidade de construção, tanto nos novos edifícios como nos existentes. Na execução dos projectos de reabilitação a classe mínima exigível para os novos edifícios (classe energética B-) constitui a meta estabelecida por 5/9 da amostra de projectistas.

Como um dos principais obstáculos ao incremento do mercado da reabilitação, a maioria dos projectistas e construtoras apontam a fraca atractividade económica do negócio.

O volume de negócio acusado pelos protagonistas do mercado identifica as tendências próprias de cada sector e permite inferir sobre os objectivos de concretização de cada um deles.

A avaliação do volume de negócio do sector da construção permite constatar que o mercado assenta sobretudo na nova construção, sendo que uma das empresas aponta ainda para o crescimento de 20% do volume de negócio direccionado para a nova construção residencial e serviços, em 2009, face ao ano anterior.

Quanto ao sector da promoção e mediação imobiliária, apenas uma das empresas prevê para 2009 o aumento de 20% do volume de negócio respeitante à venda de imóveis residenciais/serviços reabilitados, e a redução de 20% do volume de negócio correspondente à venda de novos imóveis residenciais/serviços. As restantes empresas declaram, para 2009, a estagnação do volume de negócio respeitante às suas actividades.

Por sua vez a maioria dos projectistas admite a redução do volume de negócio orientado para a nova construção residencial/serviços e a estagnação do desenvolvimento de projectos de reabilitação para 2009. Apenas um prevê o aumento de 20% do volume de negócio no segmento da reabilitação residencial/serviços.

No contexto actual da economia, a tendência apontada pelos projectistas no processo de construção, afigura-se como a mais ajustada.

Ao contrário dos projectistas, as entidades certificadoras consideram a actual regulamentação (RCCTE e RSCese) adequada à realidade portuguesa e com potencial para o desenvolvimento do mercado da reabilitação. Porém, uma das limitações apontada pelos peritos qualificados é ainda a ignorância e a falta de compreensão por parte dos proprietários, dos resultados emitidos no certificado energético.

Pelo facto da metodologia de cálculo do RCCTE privilegiar os sistemas activos, 18/26 dos peritos qualificados incluídos no estudo consideram relevante a diferenciação da classificação energética em duas categorias (sistemas passivos e sistemas energéticos). Para

19/26 dos peritos qualificados o processo de certificação do parque edificado existente constitui uma componente importante na atribuição do valor comercial dos imóveis.

Num horizonte de 20 anos, 11/26 dos peritos qualificados admite que 90% do parque edificado existente estará certificado. Este período de tempo poderá ser traduzido pela intensidade de transacções de imóveis no mercado.

## 6.2 Recomendações

No âmbito da melhoria do desempenho energético dos edifícios, a transposição da Directiva Europeia ocorreu muito positivamente, com a adaptação de todo o mercado português. Contudo, a metodologia de cálculo do RCCTE apresenta-se desadaptada à implementação das medidas passivas, pelo que se supõe necessária uma formulação equitativa dos parâmetros de avaliação das soluções passivas e activas.

O actual regulamento não fomenta a importância de orientar o principal investimento sobre as medidas passivas (isolamento térmico do edificado), mas antes estimula a instalação de sistemas energéticos activos, garantindo uma classificação energética superior.

Conforme sugerido por especialistas em certificação, propõe-se a criação de um processo de fiscalização das certificações energéticas dos edifícios, no sentido de assegurar a qualidade do trabalho prestado e desta forma garantir a sua idoneidade, estabelecendo um grau de confiança entre os intervenientes do processo.

Os investimentos em eficiência energética têm conduzido ao desenvolvimento de estratégias, como é exemplo o PNAEE que valoriza o financiamento da reabilitação urbana. Neste sentido, e tal como apoia a arquitecta Lívia Tirone, é imperativo fazer valer o seu cumprimento e continuidade, sobre a certificação energética de todos os edifícios do Estado (impondo exigências ao seu desempenho), o desenvolvimento de um fundo de eficiência energética, incentivos fiscais à micro-produção e alinhamento progressivo da fiscalidade com o sistema de certificação energética dos edifícios (p.e. benefício em IRS a habitações com classe A/A+).

Por outro lado, a ‘Lei dos Alvarás’ estabelece os requisitos de qualificação das empresas para a execução de obras, essencialmente adaptados à construção corrente, constituindo um sistema de regulação deficitário no que respeita aos trabalhos de reabilitação das construções existentes e, sobretudo, de intervenções de conservação de edifícios históricos. Neste contexto, e conforme sustenta o engenheiro Vítor Córias e Silva, a aposta na qualificação técnica dos projectistas e empreiteiros deverá ser uma responsabilidade atendida pelas próprias empresas.

A melhoria da realidade actual do sector implicará uma mudança cultural ao nível de todos os actores, desde os promotores, projectistas e construtores, passando pelos licenciadores e fiscalizadores, até aos utilizadores finais, os utentes dos edifícios. É imperativo que exista um envolvimento ajustado de todos os *stakeholders*.

Urge o desenvolvimento de estratégias para o fortalecimento de um mercado de valorização do sector da construção e a todos os que se relacionam de alguma forma com este. A optimização energética no património novo e no já edificado, o desenvolvimento de soluções tecnologicamente aptas para responder aos desafios do futuro, a geração de emprego qualificado e a criação de um motor de desenvolvimento económico sustentado, são alguns dos objectivos a alcançar.

Como estratégia de sensibilização, os benefícios ambientais e económicos resultantes dos processos de reabilitação dos edifícios do Estado deveriam ser divulgados publicamente.

### **6.3 Desenvolvimentos futuros**

Para aprofundar a informação resultante do estudo, seria desejável a realização de cenários de reabilitação compreendendo as épocas de construção que envolveram alterações significativas nas práticas de execução em Portugal. Deste projecto resultariam diversos modelos e soluções ajustados às características construtivas e necessidades de cada época, com eventual utilização nas actividades de reabilitação e nova construção, tirando partido dos melhores resultados encontrados.

A simulação do conforto térmico em edificações com recurso a outras metodologias de cálculo, como o *EnergyPlus* e *DesignBuilder* (software integrado no *EnergyPlus*), permitiriam uma segunda análise dos resultados obtidos pela metodologia de cálculo do RCCTE. O *EnergyPlus* é uma ferramenta de modelação energética para a avaliação do desempenho do edificado, desenvolvida pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, que permite simular os sistemas de aquecimento, iluminação e ventilação, de forma a quantificar o seu consumo energético. Em complementaridade, o *DesignBuilder* contabiliza os recursos que constituem a envolvente, o qual detém uma base de dados de materiais de construção e dispositivos de sombreamento.

A prospecção a nível global de soluções energeticamente eficientes, em utilização efectiva e com resultados já comprovados, com potencial de serem integradas no edificado nacional, permitiria identificar outras oportunidades nas vertentes económica, energética e ambiental.

Considerando o tempo de vida útil dos edifícios numa perspectiva de tratamento de informação dos materiais aplicados na sua reabilitação, seria interessante promover uma

avaliação integrada de todos os impactes ambientais associados a esta actividade, com identificação das oportunidades para a sua minimização. A Análise do Ciclo de Vida (ACV) dos processos de reabilitação dos edifícios existentes, permite identificar a origem dos impactes ambientais e possibilitar a sua mitigação através de um uso mais eficiente de materiais e energia. Deste modo, seria possível identificar os pontos de actuação passíveis de melhoria, com a consequente redução do consumo de recursos e das emissões ambientais, com economia de custos.

## Referências bibliográficas

- ADENE. (2009). *Certificação Energética e Ar Interior*. Portugal: Agência para a Energia.
- ADENE. (2004). *Caracterização da actividade das empresas do Solar Térmico em Portugal*. Algés: Agência para a Energia.
- ADENE. (2009). *Caracterização do Solar Térmico em Portugal 2008*. Algés: Agência para a Energia.
- ADENE. (2001). *FORUM “Energias Renováveis em Portugal” - Relatório Síntese*. Lisboa: Agência para a Energia/ INETI.
- ADENE. (2009). Nota Técnica: NT-SCE-01. *Método de cálculo simplificado para a certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE*. Portugal: Agência para a Energia.
- AECOPS. (2009). *Lei de reabilitação urbana pode ser inconstitucional*. Obtido em 4 de Agosto de 2009, de Associação de Empresas de Construção, Obras Públicas e Serviços - notícias: <http://www.aecops.pt>
- Aguiar, R.; Carvalho, M. J. (2007). *Manual de Instalação e Utilização do software SolTerm*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P.
- Alegre, A. N.; Appleton, J.; Heitor, T. V. (1999). Boletim Municipal de Planeamento e Gestão Urbanística da CML. *A Reabilitação das Casa de Rendias Económicas das Células I e II do Bairro de Alvalade* .
- Almaça, I. (2009). O ano da certificação energética. *Mercado Eléctrico*, pp. 20-24.
- ANEOP. (2008). *Cadernos da Construção, 2.º Semestre 2007*. Portugal: Associação Nacional de Empreiteiros de Obras Públicas.
- APEA. (2009). *Notícias: Certificação Energética*. Obtido em 20 de Julho de 2009, de Associação Portuguesa de Engenharia do Ambiente: <http://www.apea.pt>
- Appleton, J. (2009). Congresso LiderA 09: Novas oportunidades para a construção sustentável. *Reabilitação Sustentável*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- BCSD Portugal. *Eficiência Energética em Edifícios - Realidades empresariais e oportunidades*. Lisboa: Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável.

- BCSD Portugal: Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. (2005). *Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética*. Lisboa, Portugal: BCSD Portugal.
- Bordalo, A.; Mateus, D.; Moutinho, M. (2005). Malha Urbana - Revista Lusófona de Urbanismo. *A Qualidade Urbanística como recurso estratégico para o desenvolvimento de Portugal*. Universidade Lusófona.
- Brandão, S. S. (2004). Cogeração. *Produção e Planeamento de Energia Eléctrica*. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra.
- Bründlinger, R.; Glück, N.; Fechner, H. (2008). *National Survey Report of PV Power Applications in Austria*. Viena, Áustria: International Energy Agency.
- Cabrita, A. R.; Aguiar, J.; Appleton, J. (1997). *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais* (Vol. I). Lisboa: LNEC.
- Cabrita, A. R.; Aguiar, J.; Appleton, J. (1992). *Manual de apoio à reabilitação dos edifícios do Bairro Alto*. Lisboa: LNEC.
- CAD. (s.d.). *Paredes de Trombe*. Obtido em 21 de Abril de 2009, de Companhia de Arquitectura e Design: <http://www.ikaza.com.pt>
- Canha da Piedade, A.; Moret Rodrigues, A.; Roriz, L. F. (2003). *Climatização em Edifícios - Envolvente e Comportamento Térmico*. Alfragide, Portugal: Edições Orion.
- CAT. (2007). *Glazing over*. Machynlleth: Centre for Alternative Technology.
- CEEETA. (2001b). 5 – Micro-turbinas Eólicas. *Tecnologias de Micro-Geração e Sistemas*. 42-47: Centro de Estudos em Economia da Energia, dos Transportes e do Ambiente.
- CEEETA. (2001a). 6 – Painéis Solares Fotovoltaicos. *Tecnologias de Micro-Geração e Sistemas*, 48-52. Centro de Estudos em Economia da Energia, dos Transportes e do Ambiente.
- Center for Sustainable Building Research; Alliance to Save Energy; Lawrence Berkeley National Laboratory. (2009). *Window Technologies*. Obtido em 19 de Abril de 2009, de Efficient Windows Collaborative: <http://www.efficientwindows.org>
- Centro de Gestão da Rede Informática do Governo. (2009). *Apresentação do novo regime de Reabilitação Urbana*. Obtido em 17 de Julho de 2009, de Governo de Portugal: <http://www.portugal.gov.pt>
- Chaves, F. (2004). Gestão da Inovação. *Inovação na Indústria da Caixilharia*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- CML. (2005). *Habitação e Mercado Imobiliário na Área Metropolitana de Lisboa*. Lisboa, Portugal: Câmara Municipal de Lisboa.
- Cóias e Silva, V.; Soares, I. (s.d.). *A Revisão dos Projectos como Forma de Reduzir os Custos da Construção e os Encargos da Manutenção de Edifícios*. Lisboa, Portugal.
- Cóias, V. (2007). *Requisitos complementares a satisfazer pelas empresas que executam as intervenções de reabilitação do edificado e de conservação e restauro do património arquitectónico*. Lisboa, Portugal: Gecorpa.
- Cóias, V.; Fernandes, S. (2007). Reabilitação Energética dos Edifícios. *Pedra & Cal*, p. 8.
- Couto, J. P.; Couto, A. M. (2007). *Importância da Revisão dos Projectos na Redução dos Custos de Manutenção das Construções*. Portugal: Universidade do Minho.
- Cruzfer - Representações, Materiais e Ferragens, Lda. (s.d.). *Fachadas - malhas metálicas de aço inox*. Obtido em 18 de Abril de 2009, de Guia de Materiais e Equipamentos: <http://guiademateriais.construir.pt>
- Cruzfer - Representações, Materiais e Ferragens, Lda. (s.d.). *Protecção Solar*. Obtido em 19 de Abril de 2000, de Cruzfer: <http://www.cruzfer.pt>
- Cunha, A.; Melo, J. J. (2007). Ordenamento do território e finanças locais. *Indústria e Ambiente*, 47, pp. 36-40.
- DGEG. (2004). *Guia para Instaladores de Colectores Solares*. Direcção Geral de Energia e Geologia, Lisboa.
- DGEG. (2004). *Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais*. Direcção Geral de Energia e Geologia, Lisboa.
- DGEG. (2009). *Energia Solar*. Obtido em 4 de Maio de 2009, de DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia: <http://www.dgge.pt/>
- Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia. (2002). *Eficiência Energética nos Edifícios*. Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia, Portugal.
- Dow Building Solutions. (2006). *Isolamento Térmico*. Obtido em 10 de Março de 2009, de Dow Building Solutions - Portugal: <http://building.dow.com>
- ECOFYS GmbH. (2005). *Cost-Effective Climate Protection in the EU Building Stock*. Alemanha.
- EDP - Energias de Portugal. (s.d.). *Vai comprar casa?* Obtido de ECO - Programa de eficiência energética : <http://www.eco.edp.pt>

- EEA. (2008). *Energy and environment report 2008*. Copenhaga: European Environment Agency.
- EnerBuilding. (2008). *A utilização racional de energia em edifícios públicos*. DECO, Lisboa.
- EnerBuilding. (2008). *Eficiência Energética nos Edifícios Residenciais*. DECO, Lisboa.
- English Heritage. (2008). *Micro wind generation and traditional buildings*. Londres: English Heritage.
- EPIA. (2009). *Global market outlook for photovoltaics until 2013*. European Photovoltaic Industry Association, Bruxelas.
- EPUL. (2007). *Propostas para dinamizar a colocação dos fogos devolutos no mercado imobiliário*. Empresa Pública de Urbanização de Lisboa, Lisboa.
- Ertex Solar. (s.d.). *Roof - Projects*. Obtido em 11 de Maio de 2009, de Ertex Solar: <http://www.ertex-solar.at>
- ESTIF. (2007). *Solar Thermal Action Plan for Europe: Heating & Cooling from the Sun*. European Solar Thermal Industry Federation, Bruxelas.
- ESTIF. (2008). *Solar Thermal Markets in Europe: Trends and Market Statistics 2007*. European Solar Thermal Industry Federation, Bruxelas.
- ESTTP. (2006). *Solar Thermal Vision 2030*. European Solar Thermal Technology Platform, Bruxelas.
- Euroconstruct. (2008). *European construction market trends to 2010. 65th Euroconstruct Conference 2008*. CRESME Ricerche Spa, Roma.
- European Commission, Directorate-General for Economic and Financial Affairs. (2009). *Interim Forecast: January 2009*. European Commission, Bruxelas.
- European Commission, Directorate-General for Energy and Transport. (2007). *2020 vision: Saving our energy*. European Commission, Bruxelas.
- European Commission, Institute for Prospective Technological Studies. (2008). *Environmental Improvement Potentials of Residential Buildings (IMPRO-Building)*. European Communities, Luxemburgo.
- European Photovoltaic Technology Platform. (2007). *Building Integrated Photovoltaics: a new design opportunity for architects*. European SUNRISE Project, Bruxelas.
- Eurostat. (2008). *Energy: Yearly statistics 2006*. European Communities, Luxemburgo.

- Eurostat. (2008). *EU27 energy dependence rate at 54% in 2006*. Eurostat.
- EWEA. (2009). *The Economics of Wind Energy*. Bruxelas: European Wind Energy Association.
- FEPICOP. (2009). *Investir em construção, ultrapassar a crise: construção 2008/2009*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, Porto.
- Ferreira da Cunha, M. M. (Junho de 2005). Vãos Envidraçados. *Geometria de Insolação - Optimização do Dimensionamento de Elementos de Protecção Solar*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Fraga Pimentel, A.; Guerra Martins, J. (2005). *Reabilitação de Edifícios Tradicionais*. Portugal.
- Garrido, J. (2008). *Sistemas Energéticos para o Sector Edifícios em Portugal: Sustentabilidade e Potencial de Inovação*. Monte de Caparica, Portugal.
- Godish, T. (2001). *Indoor Environmental Quality*. Florida, United States of America: CRC Press LLC.
- Gonçalves, H.; Cabrito, P. (2006). *Edifício Solar XXI: Um Edifício Energeticamente Eficiente em Portugal*. Lisboa, Portugal.
- Gonçalves, H.; Graça, J. M. (2004). *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*. Direcção Geral de Energia e Geologia, Lisboa.
- Gu, Z. (2007). *Approaches to Energy Efficient Building Development - Studying under Chinese Contexts*. Estocolmo, Suécia: Royal Institute of Technology, School of Industrial Engineering and Management.
- Henriques, F. (2007). *Reabilitação térmica de edifícios*. Portugal.
- Hunter Douglas. (2009). *Solar Control*. Obtido em 15 de Abril de 2009, de Hunter Douglas Contract: <http://www.hunterdouglascontract.com/solarcontrol/>
- IEA. (2002). *Distributed Generation in Liberalised Electricity Markets*. França: OCDE/International Energy Agency.
- IEEA. (2008). *Guidebook on energy intelligent retrofitting*. Intelligent Energy Europe Agency, Bruxelas.
- Imperialum. (2009). *Tabela de preços*. Portugal.
- Imperialum. (s.d.). *Soluções - Projectos de Isolamento Térmico*. Obtido em 14 de Março de 2009, de Imperialum: <http://www.imperialum.com>

- INE. (2004). *30 anos de 25 de Abril: um retrato estatístico*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- INE. (2008). *Estatísticas da Construção e Habitação 2007*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- INE. (s.d.). *Portal de Estatísticas Oficiais*. Obtido em 6 de Dezembro de 2008, de Instituto Nacional de Estatística: <http://www.ine.pt>
- ITIC. (2008). *O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios*. Instituto Técnico para a Indústria da Construção, Portugal.
- Itard, L.; Meije, F.; Vrins, E.; Hoiting, H. (2008). *Building Renovation and Modernisation in Europe: State of the art review*. OTB Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies. Delft University of Technology, Delft.
- ITIC. (2008). *O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios: oportunidades para o sector da construção, segmento residencial*. Instituto Técnico para a Indústria da Construção, Lisboa.
- Jaffer, A. (2006). *Radiative Cooling in Hot Humid Climates*.
- Kleinkauf, W.; Haas, O.; Raptis, F.; Schmid, J.; Strauss, P.; Zacharias, P. (1998). *Decentralized Grid-Compatible PV Power Supply: Strategy for Electrification and Integration Concepts with Modular Technology*. Kassel, Alemanha.
- Klinckenberg consultants. (2006). *Investing in Building Energy Efficiency in the Enlarged European Union*. EuroACE, Holanda.
- Lagoas Park. (s.d.). *Imagens - exterior*. Obtido em 4 de Maio de 2009, de Lagoas Park - Oeiras: <http://www.lagoaspark.pt>
- Lanham, A.; Gama, P.; Braz, R. (2004). *Seminários de Inovação - Instituto Superior Técnico. Arquitectura Bioclimática: perspectivas de inovação e futuro*. Lisboa.
- Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia e Ambiente. (2009). *Breve resumo com as medidas do PNAEE (Resolução Conselho de Ministros n.º 80/2008) relevantes para reabilitação*. Lisboa E-Nova, Lisboa.
- Lourenço, P. (2003). 2º Simpósio internacional sobre patologia, durabilidade e reabilitação de edifícios. *Defeitos e soluções para paredes de alvenaria não-estrutural* (pp. 361-370). LNEC, Lisboa.

- LUSA - Agência de Notícias de Portugal. (2008). *Plano Estratégico vai penalizar casas devolutas e edifícios degradados*. Obtido em 14 de Março de 2009, de RTP: <http://tv1.rtp.pt>
- Melo, J. J.; Torres, A.; Veloso, P. (1997). Os impostos relacionados com o uso da terra como instrumento de ordenamento do território. *O Economista*, 10, pp. 206-212. APEC/Polimeios, Lisboa.
- Ministério da Economia e da Inovação - Direcção Geral de Energia e Geologia. (s.d.). *Balanços energéticos - Indicadores Económicos, Quadro II*. Obtido em 20 de Novembro de 2008, de Direcção Geral de Energia e Geologia: <http://www.dgge.pt/>
- Ministério da Economia e da Inovação. (2008). *Portugal Eficiência 2015: Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética*. Lisboa, Portugal.
- Ministério da Economia e da Inovação. (2007). *Caracterização Energética Nacional*. Obtido em 4 de Dezembro de 2008, de DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia: <http://www.dgge.pt/>
- Ministério da Economia e da Inovação, Direcção Geral de Energia e Geologia. (s.d.). *Estatísticas-Balanços Energéticos*. Obtido em 20 de Novembro de 2008, de Direcção Geral de Energia e Geologia: <http://www.dgge.pt/>
- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. (2007). *Portugal SB07: Sustainable Construction, Materials and Practices – Challenge of the Industry for the New Millennium*. Gabinete do Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Lisboa.
- Murakami, S. (2003). *CASBEE; New Assessment tools based on environmental efficiency and designed to fit all lifecycle stages*. Yokohama, Japão.
- NBT. (2008). Technical Manual Passivhaus. *Timber Frame Systems*. Natural Building Technologies, Oakley, Inglaterra.
- Observ'ER; Jozef Stefan Institute. (2008). Baromètre Photovoltaïque. *Systèmes Solaires, le Journal des Énergies Renouvelables*, pp. 50-70.
- Observ'ER; Jozef Stefan Institute. (2009). Baromètre Photovoltaïque. *Systèmes Solaires, le journal du photovoltaïque*, pp. 72-103.
- Oliveira Fernandes, E.; Maldonado, E. (1990). *Manual de Apoio: Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*. INEGI, Lisboa.
- Ordem dos Arquitectos. (2001). *A Green Vitruvius - Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável*. Ordem dos Arquitectos, Lisboa.

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2002). Working Party on National Environmental Policy. *Case studies on policy instruments for instruments for environmentally sustainable buildings*. OCDE.
- Paiva, J. V. (2003). *Medidas de reabilitação energética em edifícios*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- Paiva, J. V.; Aguiar, J.; Paiva, A. (2006). *Guia técnico de reabilitação habitacional* (Vol. II). LNEC-INH, Lisboa.
- Peixoto de Freitas, V. (2002). *Isolamento térmico de fachadas pelo exterior*. MaxitGroup, Porto.
- Peixoto de Freitas, V. (2007). Seminário sobre Paredes de Alvenaria. *Implicações construtivas no RCCTE na concepção de paredes de alvenaria*. Portugal.
- Peixoto, M. (2009). Venda de casas em Portugal sofre maior queda em 15 anos. *Diário Económico*.
- Pereira, V. S. (2006). *Tendências na reabilitação de fachadas - a contribuição da indústria de materiais de construção*. Aveiro, Portugal.
- Pina dos Santos, C. A.; Matias, L. (2009). Edifícios - ITE 50. *Coefficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios*. LNEC, Lisboa.
- Pinheiro, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora: Instituto do Ambiente.
- Pires, B.; Pincante, N. (2007). Microgeração. *Planeamento e Produção de Energia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Public Interest Energy Research Program. (s.d.). *The Next Stage in Evaporative Cooling*. California Energy Commission, Califórnia, Estados Unidos da América.
- Ribeiro, F. (2007). *Energia Solar Fotovoltaica: Integração em Edifícios*. Portugal.
- Salema, J. (2007). Produção combinada de electricidade e calor. *Mercado Eléctrico*, pp. 46-47.
- Schulz, E. (2006). *What's the importance of cogeneration?* Alemanha.
- Sequeira, I. (2009). Casas: Preços dos certificados de desempenho energético travam reabilitação urbana. *O Público*. Lisboa.
- Tirone, L.; Nunes, K. (2007). *Construção Sustentável*. Portugal: Tirone Nunes, SA.

- Torcellini, P.; Pless, S. (2004). *Trombe Walls in Low-Energy Buildings: Practical Experiences*. National Renewable Energy Laboratory, Denver, Colorado.
- TSF. (2009). *Governo admite obrigar senhorios a vender casas degradadas*. Obtido em 2 de Abril de 2009, de TSF - Rádio Notícias: <http://tsf.sapo.pt>
- U.S. Green Building Council. (2008). *LEED Rating Systems*. Obtido em 10 de Agosto de 2009, de U.S. Green Building Council: <http://www.usgbc.org>
- Viegas, J. C. (s.d.). *Ventilação natural em edifícios de habitação*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- WADE - The World Alliance for Decentralized Energy. (2009). *Decentralized Energy*. Obtido em 7 de Maio de 2009, de WADE: <http://www.wadecanada.ca>
- WEC. (2008). *Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation*. World Energy Council, Londres.
- Zamora, I.; San Martin, J. I.; Javier Mazón, A. (2005). Emergent Technologies In Electrical Microgeneration. *International Journal of Emerging Electric Power Systems*.



# Apêndice 1

Lista de empresas e entidades particulares que voluntariamente participaram no estudo de mercado sobre eficiência energética na manutenção e reabilitação de edifícios, através do preenchimento de inquéritos:

Quadro A. 1.1. Agentes de mercado que participaram no estudo sobre eficiência energética na manutenção e reabilitação de edifícios

<b>Construtoras</b>	Construtora Abrantina, SA Lovarte – Comércio e Industria de Construção, Lda. Sociedade de Construções Soares da Costa, SA TecReab – Tecnologias de Reabilitação de Edifícios e Estruturas, Lda. Teixeira Duarte, S.A.
<b>Promotores e mediadores imobiliários</b>	Jaime Ouro – Sociedade de Mediação Imobiliária Unipessoal, Lda. Jill – Sociedade de Mediação Imobiliária Unipessoal, Lda. Maria Matos – Mediação Imobiliária Unipessoal, Lda. Miranda e Nunes – Sociedade de Mediação Imobiliária, Lda. MSF TUR.IM SGPS, S.A. N Propriedades – Sociedade de Mediação Imobiliária, Lda. Opway Imobiliária Planbelas - Sociedade Imobiliária, S.A. Frames, Sociedade de Mediação Imobiliária, Lda. RAR Imobiliária, S.A. Retoque, LDA Rockbuilding – Soluções Imobiliárias, S.A. RUSTIÉVORA – Sociedade de Mediação Imobiliária, Lda. Turiprojecto – Investimentos imobiliários, S.A.
<b>Projectistas</b>	Água-Mestra, Lda. Arqwork Arquitectura Garcia Vazquez - Engenharia e Gestão de Projectos, Lda. Jorge Graça Costa – Arquitecto Unipessoal, Lda. Madureira & Madureira – Estudos e Projectos Lda. Miguel Ferreira Mendes – Arquitecto MUGA, Serviços de Arquitectura, Sociedade Unipessoal, Lda. Nuno França – Engenharia Civil, Lda. Paulo Pereira - Serviços de Engenharia Civil, Lda.

Quadro A. 1.1. Agentes de mercado que participaram no estudo sobre eficiência energética na reabilitação e manutenção de edifícios

<b>Peritos qualificados</b>	Alfredo Costa Pereira
	Ana Sofia Martins Galhofas
	António Marques Ferreira da Silva
	Carlos A. Lopes Simões
	Carlos Costa
	Cristina Esteves Pires da Silva
	Elson Silva Almeida
	Fernando Ciríaco Ferreira
	João Lino Silva Costa
	João Miguel Ribeiro Durães
	João Paulo Lopes
	Jorge Alves Lopes
	Jorge Manuel Vieira Vaz
	Jorge Nascimento
	José Campos Marinho
	Luís Emílio da Silva
	Luís Filipe Martins Colho
	Luís Miguel Veríssimo
	Manuel Teixeira Fernandes
	Marco José Fernandes Silva
	Noel Franco
Nuno Marcelo Correia Silva Coelho	
Nuno Ricardo de Castro Ferreira da Silva	
Pedro Manuel da Silva Faria	
Pedro Quintas	
Rita Isabel Rosa Nunes	

## Apêndice 2

Estrutura dos inquéritos sobre práticas e perspectivas em matéria de eficiência energética nos edifícios, dirigidos, distintamente, a cada sector de actividade: construção, promoção e mediação imobiliária, projectistas e peritos qualificados.

### A. 2.1 Inquérito ao sector da construção

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

Sim	Não	Não sabe
-----	-----	----------

Porquê?
Que outras perspectivas vê para o sector?

2. Considera que, num futuro próximo, a reabilitação de edifícios, com vista à melhoria da eficiência energética, poderá constituir um elevado potencial de negócio?

Sim	Não	Não sabe
-----	-----	----------

Porquê?
---------

3. No exercício da reabilitação de edifícios são aplicadas técnicas, requeridas pelo cliente, que visam a melhoria da eficiência energética?

		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Vidros duplos				
	Caixilharia com corte térmico				
Isolamento térmico	Coberturas				
	Paredes interiores				
	Paredes exteriores				
Paredes de Trombe					
Aquecimento central	Biomassa				
	Gás natural ou GPL				
	Gasóleo				
Sombreamento exterior	Fixo				
	Móvel manual				
	Móvel automático				
Eliminação de pontes térmicas					
Materiais com elevada inércia térmica					
Painéis solares térmicos (AQS)					

		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Microgeração	Fotovoltaica				
	Eólica				
	Cogeração				
Ventilação natural	Chaminés de ventilação				
	Grelhas de ventilação				
Ventilação mecânica					
Ar condicionado					
Sistemas AVAC					
Outra:					

4. Quais os maiores obstáculos que vê ao mercado da reabilitação de edifícios?  
(escolha no máximo quatro opções)

Falta de procura, dada a preferência pela construção nova	
Existe grande resistência à mudança no mercado da construção	
Inserção em área urbana pouco atractiva	
Negócio economicamente pouco atractivo	
Custos superiores aos das novas habitações	
Exige burocracia acrescida	
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	
As empresas não dispõem de quadros qualificados para esse efeito	
Dificuldades com moradores, vizinhança	
Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	
Quais?	
Já se aposta o suficiente na reabilitação	
Não sabe	

5. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

Sim     
  Não     
  Não sabe

Porquê?

6. Quais as principais áreas de trabalho desenvolvidas e que proporção aproximada representam no volume de negócio (2008 e previsto para 2009)?

	2008 (%)	2009 (%)
Construção de novos edifícios residenciais/ serviços		
Construção de novos edifícios comerciais/ industriais		

	2008 (%)	2009 (%)
Construção de novos edifícios turísticos		
Reabilitação de edifícios residenciais/ serviços		
Reabilitação de edifícios comerciais/ industriais		
Reabilitação de edifícios turísticos		
Outra:		

7. Quando aplica as técnicas construtivas supramencionadas na questão 3, geralmente, de quem é a iniciativa?

Cliente

Projectista

Empresa de construção

8. Quais os principais clientes na reabilitação de edifícios? (escolha uma ou mais opções)

Instituições Públicas	<input type="checkbox"/>
Particulares	<input type="checkbox"/>
Serviços e pequeno comércio	<input type="checkbox"/>
Indústria, grandes áreas comerciais	<input type="checkbox"/>
Promotores imobiliários	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>
Quais?	

9. Observações/ Sugestões

## A. 2.2 Inquérito ao sector da promoção e mediação

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

Sim

Não

Não sabe

Porquê?  
Que outras perspectivas vê para o sector?

2. Considera que, num futuro próximo, a reabilitação de edifícios, com vista à melhoria da eficiência energética, poderá constituir um elevado potencial de negócio?

Sim

Não

Não sabe

Porquê?

3. Em projectos de reabilitação que promove, que tipo de técnicas, que visam a melhoria da eficiência energética, faz aplicar?

		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Vidros duplos				
	Caixilharia com corte térmico				
Isolamento térmico	Coberturas				
	Paredes interiores				
	Paredes exteriores				
Paredes de Trombe					
Aquecimento central	Biomassa				
	Gás natural ou GPL				
	Gasóleo				
Sombreamento exterior	Fixo				
	Móvel manual				
	Móvel automático				
Eliminação de pontes térmicas					
Materiais com elevada inércia térmica					
Painéis solares térmicos (AQS)					
Microgeração	Fotovoltaica				
	Eólica				
	Cogeração				
Ventilação natural	Chaminés de ventilação				
	Grelhas de ventilação				
Ventilação mecânica					
Ar condicionado					
Sistemas AVAC					
Outra:					

4. Quais os maiores obstáculos que vê ao mercado da reabilitação de edifícios?

(escolha no máximo quatro opções)

Falta de procura, dada a preferência pela construção nova	
Existe grande resistência à mudança no mercado da construção	
Inserção em área urbana pouco atractiva	
Negócio economicamente pouco atractivo	
Custos superiores aos das novas habitações	
Exige burocracia acrescida	
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	
As empresas não dispõem de quadros qualificados para esse efeito	
Dificuldades com moradores, vizinhança	

Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	<input type="text"/>
Quais?	
Já se aposta o suficiente na reabilitação	<input type="text"/>
Não sabe	<input type="text"/>

5. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

Sim	<input type="text"/>	Não	<input type="text"/>	Não sabe	<input type="text"/>
-----	----------------------	-----	----------------------	----------	----------------------

Porquê?

6. Quais as principais áreas de trabalho desenvolvidas e que proporção aproximada representam no volume de negócio (2008 e previsto para 2009)?

	2008 (%)	2009 (%)
Venda de edifícios novos residenciais/ serviços	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Venda de edifícios novos comerciais/ industriais	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Venda de edifícios novos turísticos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Venda de edifícios reabilitados residenciais/ serviços	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Venda de edifícios reabilitados comerciais/ industriais	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Venda de edifícios reabilitados turísticos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Arrendamento de edifícios	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Outra:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

7. Qual a posição da empresa relativamente aos edifícios antigos devolutos ou subutilizados?

Estão a ocupar áreas com potencial de construção e deveriam ser demolidas, dando espaço para a nova construção	<input type="text"/>
Deveria ser promovida a sua reabilitação	<input type="text"/>
Não sabe	<input type="text"/>
Outras:	<input type="text"/>

8. Se houvesse incentivos financeiros à reabilitação de edifícios aumentaria o seu negócio neste domínio?

Sim	<input type="text"/>	Não	<input type="text"/>	Não sabe	<input type="text"/>
-----	----------------------	-----	----------------------	----------	----------------------

Porquê?

9. Observações/ Sugestões

## A. 2.3 Inquérito a projectistas

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

Sim	Não	Não sabe
-----	-----	----------

Porquê?
Que outras perspectivas vê para o sector?

2. Considera que, num futuro próximo, a reabilitação de edifícios, com vista à melhoria da eficiência energética, poderá constituir um elevado potencial de negócio?

Sim	Não	Não sabe
-----	-----	----------

Porquê?
---------

3. Em projecto de reabilitação, quais as soluções de materiais e técnicas construtivas que mais utiliza de modo a tornar o edifício energeticamente mais eficiente?

		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Vidros duplos				
	Caixilharia com corte térmico				
Isolamento térmico	Coberturas				
	Paredes interiores				
	Paredes exteriores				
Paredes de Trombe					
Aquecimento central	Biomassa				
	Gás natural ou GPL				
	Gasóleo				
Sombreamento exterior	Fixo				
	Móvel manual				
	Móvel automático				
Eliminação de pontes térmicas					
Materiais com elevada inércia térmica					
Painéis solares térmicos (AQS)					
Microgeração	Fotovoltaica				
	Eólica				
	Cogeração				
Ventilação natural	Chaminés de ventilação				
	Grelhas de ventilação				
Ventilação mecânica					
Ar condicionado					

	Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Sistemas AVAC				
Outra:				

4. Quais os maiores obstáculos que vê ao mercado da reabilitação de edifícios?

(escolha no máximo quatro opções)

Falta de procura, dada a preferência pela construção nova	
Existe grande resistência à mudança no mercado da construção	
Inserção em área urbana pouco atractiva	
Negócio economicamente pouco atractivo	
Custos superiores aos das novas habitações	
Exige burocracia acrescida	
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	
As empresas não dispõem de quadros qualificados para esse efeito	
Dificuldades com moradores, vizinhança	
Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	
Quais?	
Já se aposta o suficiente na reabilitação	
Não sabe	

5. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

Sim

Não

Não sabe

Porquê?

6. Que tipo de projectos têm sido solicitados e qual o volume de negócios que representaram na empresa em 2008 e estão em carteira para 2009?

	2008 (%)	2009 (%)
Novos edifícios residenciais/ serviços		
Novos edifícios comerciais/ industriais		
Novos edifícios turísticos		
Reabilitação de edifícios residenciais/ serviços		
Reabilitação de edifícios comerciais/ industriais		
Reabilitação de edifícios turísticos		
Outra:		

7. Quando não se aplica as técnicas construtivas, supramencionadas na questão 3, o principal motivo é:  
(selecione no máximo duas opções)

Não são solicitadas pelo cliente	
O projectista propõe mas o cliente rejeita	
Não existe know-how suficiente dos construtores sobre a aplicação de algumas técnicas	
O projecto inclui as melhores técnicas, mas no momento da construção não são aplicadas	
Outra:	

8. Considera que a actual regulamentação para a eficiência energética em edifícios (RCCTE e RSECE) é:  
(selecione uma ou mais opções)

Demasiado exigente	
Adequado à realidade portuguesa neste momento	
Pouco exigente, poderia ir-se mais longe	
Justifique:	

9. Qual o grau de conhecimento dos clientes relativamente à aplicação dos regulamentos RCCTE e RSECE?

Estão informados e consideram como oportunidade de melhoria	
Estão informados mas encaram como desnecessária	
Não estão informados	

10. Como aplica os regulamentos: RCCTE e RSECE? (selecione uma ou mais opções)

Procura sempre materiais construtivos mais eficientes	
Aplica conceitos de arquitectura bioclimática	
Integra energias renováveis no edifício	
Outras formas	
Quais?	

11. Nos projectos de reabilitação, qual a classificação energética mínima que procura assegurar nos edifícios? (selecione apenas uma opção)

A+  A  B  B-  C  D  E  F  G

Com que frequência consegue cumprir esta meta?

Sempre  Frequentemente  Raramente  Nunca

12. Observações/ Sugestões

## A. 2.4 Inquérito a peritos qualificados

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

Sim

Não

Não sabe

Porquê?  
Que outras perspectivas vê para o sector?

2. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

Sim

Não

Não sabe

Porquê?

3. Acharia pertinente a existência de duas categorias distintas na certificação de edifícios, sendo uma direccionada para a vertente construtiva e outra para os sistemas energéticos?

Sim

Não

Não sabe

Porquê?

4. Considera que a actual regulamentação para a eficiência energética em edifícios existentes (RCCTE e RSECE) é: **(selecione uma ou mais opções)**

Demasiado exigente	<input type="checkbox"/>
Adequado à realidade portuguesa neste momento	<input type="checkbox"/>
Pouco exigente, poderia ir-se mais longe	<input type="checkbox"/>
Justifique:	

5. O valor comercial dos edifícios existentes poderá ser condicionado pela classificação energética atribuída?

Sim

Não

Não sabe

Porquê?

6. Na certificação energética de edifícios existentes, que tipo de medidas de melhoria do desempenho propõe com maior frequência?

	Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vidros duplos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Caixilharia com corte térmico				
Isolamento térmico	Coberturas				
	Paredes interiores				
	Paredes exteriores				
Paredes de Trombe					
Aquecimento central	Biomassa				
	Gás natural ou GPL				
	Gasóleo				
Sombreamento exterior	Fixo				
	Móvel manual				
	Móvel automático				
Eliminação de pontes térmicas					
Materiais com elevada inércia térmica					
Painéis solares térmicos (AQS)					
Microgeração	Fotovoltaica				
	Eólica				
	Cogeração				
Ventilação natural	Chaminés de ventilação				
	Grelhas de ventilação				
Ventilação mecânica					
Ar condicionado					
Sistemas AVAC					
Outra:					

7. Quais os maiores obstáculos que vê à prática das medidas propostas pelo PQ, no certificado energético, no caso de edifícios existentes? (escolha no máximo quatro opções)

Preferência pela construção nova	
Economicamente pouco atractivas	
Custos superiores aos das novas habitações	
Exige burocracia acrescida	
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	
Dificuldades com moradores, vizinhança	
Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	
Quais?	
Não sabe	

8. Qual o grau de conhecimento dos clientes relativamente à aplicação dos regulamentos RCCTE e RSECE?

Estão informados e consideram como oportunidade de melhoria	
Estão informados mas encaram como desnecessária	
Não estão informados	

9. Qual o período de tempo que prevê para a certificação energética de 90% do parque edificado existente?

Entre 5 a 10 anos	
Entre 10 a 20 anos	
Superior a 20 anos	
Nunca	

10. Observações/ Sugestões

## Apêndice 3

Síntese de respostas aos inquéritos dos agentes dos diferentes sectores de actividade: construção, promoção e mediação imobiliária, projectistas e peritos qualificados.

### A. 3.1 Sector da construção

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

	Número de respostas
Sim	4
Não	1

2. Considera que, num futuro próximo, a reabilitação de edifícios, com vista à melhoria da eficiência energética, poderá constituir um elevado potencial de negócio?

	Número de respostas
Sim	3
Não	1
Não sabe	1

3. No exercício da reabilitação de edifícios são aplicadas técnicas, requeridas pelo cliente, que visam a melhoria da eficiência energética?

		Número de respostas			
		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Vidros duplos	4	-	1	-
	Caixilharia com corte térmico	-	2	3	-
Isolamento térmico	Coberturas	2	2	1	-
	Paredes interiores	-	-	4	1
	Paredes exteriores	-	2	3	-
Paredes de Trombe		-	-	1	4
Aquecimento central	Biomassa	-	-	-	5
	Gás natural ou GPL	1	3	-	1
	Gasóleo	-	1	1	3
Sombreamento exterior	Fixo	1	2	1	1
	Móvel manual	-	5	-	-
	Móvel automático	-	2	2	1
Eliminação de pontes térmicas		-	-	4	1
Materiais com elevada inércia térmica		-	1	3	1
Painéis solares térmicos (AQS)		-	2	2	1

		Número de respostas			
		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Microgeração	Fotovoltaica	-	-	4	1
	Eólica	-	-	3	2
	Cogeração	-	-	1	4
Ventilação natural	Chaminés de ventilação	-	2	3	-
	Grelhas de ventilação	-	4	1	-
Ventilação mecânica		-	5	-	-
Ar condicionado		-	4	-	1
Sistemas AVAC		-	4	-	1

4. Quais os maiores obstáculos que vê ao mercado da reabilitação de edifícios?  
(escolha no máximo quatro opções)

	Número de respostas
Falta de procura, dada a preferência pela construção nova	1
Existe grande resistência à mudança no mercado da construção	-
Inserção em área urbana pouco atractiva	-
Negócio economicamente pouco atractivo	3
Custos superiores aos das novas habitações	2
Exige burocracia acrescida	3
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	-
As empresas não dispõem de quadros qualificados para esse efeito	1
Dificuldades com moradores, vizinhança	3
Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	1
Já se aposta o suficiente na reabilitação	-
Não sabe	-

5. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

	Número de respostas
Sim	1
Não	3
Não sabe	1

6. Quais as principais áreas de trabalho desenvolvidas e que proporção aproximada representam no volume de negócio (2008 e previsto para 2009)?

		Volume médio de negócio (%)	
		2008	2009
Nova construção	Edifícios residenciais/ serviços	25,2	35,2

		Volume médio de negócio (%)	
		2008	2009
Nova construção	Edifícios comerciais/ industriais	19	16
	Edifícios turísticos	12,4	10,2
Reabilitação	Edifícios residenciais/ serviços	26,8	28,4
	Edifícios comerciais/ industriais	10,2	7,2
	Edifícios turísticos	6,4	3

7. Quando aplica as técnicas construtivas supramencionadas na questão 3, geralmente, de quem é a iniciativa?

	Número de respostas
Cliente	1
Projectista	3
Empresa de construção	1

8. Quais os principais clientes na reabilitação de edifícios? (escolha uma ou mais opções)

	Número de respostas
Instituições Públicas	2
Particulares	4
Serviços e pequeno comércio	-
Indústria, grandes áreas comerciais	1
Promotores imobiliários	2

## A. 3.2 Sector da promoção e mediação imobiliária

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

	Número de respostas
Sim	12
Não	1
Não sabe	1

2. Considera que, num futuro próximo, a reabilitação de edifícios, com vista à melhoria da eficiência energética, poderá constituir um elevado potencial de negócio?

	Número de respostas
Sim	9
Não	3
Não sabe	2

3. Em projectos de reabilitação que promove, que tipo de técnicas, que visam a melhoria da eficiência energética, faz aplicar?

		Número de respostas			
		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Vidros duplos	10	2	-	-
	Caixilharia com corte térmico	4	5	1	2
Isolamento térmico	Coberturas	8	3	1	-
	Paredes interiores	4	2	-	5
	Paredes exteriores	5	2	2	2
Paredes de Trombe		-	-	-	6
Aquecimento central	Biomassa	1	-	1	7
	Gás natural ou GPL	6	4	2	-
	Gasóleo	1	-	1	8
Sombreamento exterior	Fixo	2	2	2	4
	Móvel manual	1	3	3	2
	Móvel automático	-	3	3	4
Eliminação de pontes térmicas		5	1	3	2
Materiais com elevada inércia térmica		-	6	2	2
Painéis solares térmicos (AQS)		4	2	4	1
Microgeração	Fotovoltaica	2	1	2	6
	Eólica	-	-	4	6
	Cogeração	-	-	3	7
Ventilação natural	Chaminés de ventilação	6	3	1	-
	Grelhas de ventilação	4	3	1	1
Ventilação mecânica		2	4	1	3
Ar condicionado		2	7	3	-
Sistemas AVAC		1	6	1	2

4. Quais os maiores obstáculos que vê ao mercado da reabilitação de edifícios?

(escolha no máximo quatro opções)

	Número de respostas
Falta de procura, dada a preferência pela construção nova	5
Existe grande resistência à mudança no mercado da construção	5
Inserção em área urbana pouco atractiva	3
Negócio economicamente pouco atractivo	6
Custos superiores aos das novas habitações	7
Exige burocracia acrescida	9
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	5
As empresas não dispõem de quadros qualificados para esse efeito	2

	<b>Número de respostas</b>
Dificuldades com moradores, vizinhança	5
Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	4
Já se aposta o suficiente na reabilitação	1
Não sabe	-

5. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

	<b>Número de respostas</b>
Sim	8
Não	5
Não sabe	1

6. Quais as principais áreas de trabalho desenvolvidas e que proporção aproximada representam no volume de negócio (2008 e previsto para 2009)?

		<b>Volume médio de negócio (%)</b>	
		2008	2009
Venda de novos edifícios	Residenciais/ serviços	41,5	43,7
	Comerciais/ industriais	7,4	4,9
	Turísticos	-	0,1
Venda de edifícios reabilitados	Residenciais/ serviços	35	38,4
	Comerciais/ industriais	0,5	2,6
	Turísticos	-	0,1
Arrendamento de edifícios		8,3	7,5

7. Qual a posição da empresa relativamente aos edifícios antigos devolutos ou subutilizados?

	<b>Número de respostas</b>
Estão a ocupar áreas com potencial de construção e deveriam ser demolidas, dando espaço para a nova construção	1
Deveria ser promovida a sua reabilitação	12
Não sabe	1

8. Se houvesse incentivos financeiros à reabilitação de edifícios aumentaria o seu negócio neste domínio?

	<b>Número de respostas</b>
Sim	12
Não	-
Não sabe	2

## A. 3.3 Projectistas

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

Número de respostas	
Sim	9
Não	-

2. Considera que, num futuro próximo, a reabilitação de edifícios, com vista à melhoria da eficiência energética, poderá constituir um elevado potencial de negócio?

Número de respostas	
Sim	8
Não	1

3. Em projecto de reabilitação, quais as soluções de materiais e técnicas construtivas que mais utiliza de modo a tornar o edifício energeticamente mais eficiente?

		Número de respostas			
		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Vidros duplos	8	1	-	-
	Caixilharia com corte térmico	3	5	1	-
Isolamento térmico	Coberturas	8	1	-	-
	Paredes interiores	1	-	6	2
	Paredes exteriores	6	2	1	-
Paredes de Trombe		-	1	3	2
Aquecimento central	Biomassa	-	1	6	2
	Gás natural ou GPL	-	7	2	-
	Gasóleo	-	-	4	5
Sombreamento exterior	Fixo	2	6	1	-
	Móvel manual	2	4	3	-
	Móvel automático	-	2	4	3
Eliminação de pontes térmicas		7	1	1	-
Materiais com elevada inércia térmica		5	4	-	-
Painéis solares térmicos (AQS)		4	4	1	
Microgeração	Fotovoltaica	-	-	7	2
	Eólica	-	-	4	5
	Cogeração	-	-	3	6
Ventilação natural	Chaminés de ventilação	1	4	3	-
	Grelhas de ventilação	1	5	1	1
Ventilação mecânica		-	4	5	-

	Número de respostas			
	Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Ar condicionado	-	4	2	3
Sistemas AVAC	-	3	5	1

4. Quais os maiores obstáculos que vê ao mercado da reabilitação de edifícios?

(escolha no máximo quatro opções)

	Número de respostas
Falta de procura, dada a preferência pela construção nova	3
Existe grande resistência à mudança no mercado da construção	2
Inserção em área urbana pouco atractiva	2
Negócio economicamente pouco atractivo	5
Custos superiores aos das novas habitações	4
Exige burocracia acrescida	4
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	3
As empresas não dispõem de quadros qualificados para esse efeito	4
Dificuldades com moradores, vizinhança	2
Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	3
Já se aposta o suficiente na reabilitação	1
Não sabe	-

5. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

	Número de respostas
Sim	7
Não	1
Não sabe	1

6. Que tipo de projectos têm sido solicitados e qual o volume de negócios que representaram na empresa em 2008 e estão em carteira para 2009?

		Volume médio de negócio (%)	
		2008	2009
Nova construção	Edifícios residenciais/ serviços	52,1	42,9
	Edifícios comerciais/ industriais	10,0	22,1
	Edifícios turísticos	6,4	5,7
Reabilitação	Edifícios residenciais/ serviços	18,6	16,4
	Edifícios comerciais/ industriais	7,1	7,9
	Edifícios turísticos	0	0

7. Quando não se aplica as técnicas construtivas, supramencionadas na questão 3, o principal motivo é: **(selecione no máximo duas opções)**

	Número de respostas
Não são solicitadas pelo cliente	-
O projectista propõe mas o cliente rejeita	5
Não existe know-how suficiente dos construtores sobre a aplicação de algumas técnicas	2
O projecto inclui as melhores técnicas, mas no momento da construção não são aplicadas	4
<b>Outra:</b> Não são tecnicamente compatíveis ou economicamente viáveis	1
<b>Outra:</b> Elevado custo	1

8. Considera que a actual regulamentação para a eficiência energética em edifícios (RCCTE e RSECE) é: **(selecione uma ou mais opções)**

	Número de respostas
Demasiado exigente	2
Adequado à realidade portuguesa neste momento	2
Pouco exigente, poderia ir-se mais longe	5

9. Qual o grau de conhecimento dos clientes relativamente à aplicação dos regulamentos RCCTE e RSECE?

	Número de respostas
Estão informados e consideram como oportunidade de melhoria	5
Estão informados mas encaram como desnecessária	1
Não estão informados	3

10. Como aplica os regulamentos: RCCTE e RSECE? **(selecione uma ou mais opções)**

	Número de respostas
Procura sempre materiais construtivos mais eficientes	9
Aplica conceitos de arquitectura bioclimática	7
Integra energias renováveis no edifício	5

11. Nos projectos de reabilitação, qual a classificação energética mínima que procura assegurar nos edifícios? **(selecione apenas uma opção)**

	Número de respostas
A+	1
A	1
B-	2
B	5

Com que frequência consegue cumprir esta meta?

	Número de respostas
Sempre	1
Frequentemente	7
Raramente	1
Nunca	-

### A. 3.4 Peritos qualificados

1. Dada a declarada crise do sector da construção, considera a reabilitação de edifícios uma área de negócio interessante?

	Número de respostas
Sim	21
Não	2
Não sabe	3

2. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios prevê a classificação por níveis de eficiência. Considera esta classificação um contributo positivo para o mercado da reabilitação de edifícios?

	Número de respostas
Sim	20
Não	4
Não sabe	2

3. Acharia pertinente a existência de duas categorias distintas na certificação de edifícios, sendo uma direccionada para a vertente construtiva e outra para os sistemas energéticos?

	Número de respostas
Sim	18
Não	6
Não sabe	2

4. Considera que a actual regulamentação para a eficiência energética em edifícios existentes (RCCTE e RSECE) é: (selecione uma ou mais opções)

	Número de respostas
Demasiado exigente	3
Adequado à realidade portuguesa neste momento	15
Pouco exigente, poderia ir-se mais longe	5

5. O valor comercial dos edifícios existentes poderá ser condicionado pela classificação energética atribuída?

Número de respostas	
Sim	19
Não	6
Não sabe	1

6. Na certificação energética de edifícios existentes, que tipo de medidas de melhoria do desempenho propõe com maior frequência?

		Número de respostas			
		Sempre	Frequente	Raro	Nunca
Vãos exteriores	Vidros duplos	5	12	8	-
	Caixilharia com corte térmico	4	9	11	1
Isolamento térmico	Coberturas	10	13	3	-
	Paredes interiores	2	8	10	1
	Paredes exteriores	3	11	7	2
Paredes de Trombe		-	-	6	18
Aquecimento central	Biomassa	1	2	6	14
	Gás natural ou GPL	4	12	6	3
	Gasóleo	1	5	8	8
Sombreamento exterior	Fixo	-	4	11	9
	Móvel manual	2	10	9	4
	Móvel automático	-	3	6	16
Eliminação de pontes térmicas		3	10	8	4
Materiais com elevada inércia térmica		2	2	14	6
Painéis solares térmicos (AQS)		11	11	4	
Microgeração	Fotovoltaica	-	2	7	16
	Eólica	-	-	8	16
	Cogeração	-	-	7	17
Ventilação natural	Chaminés de ventilação	-	-	10	13
	Grelhas de ventilação	1	5	12	6
Ventilação mecânica		1	7	8	8
Ar condicionado		-	13	7	6
Sistemas AVAC		-	6	8	10

7. Quais os maiores obstáculos que vê à prática das medidas propostas pelo PQ, no certificado energético, no caso de edifícios existentes? (escolha no máximo quatro opções)

Número de respostas	
Preferência pela construção nova	8

	<b>Número de respostas</b>
Economicamente pouco atractivas	22
Custos superiores aos das novas habitações	5
Exige burocracia acrescida	2
Conhecimento técnico é insuficiente, as tecnologias não estão maduras	5
Dificuldades com moradores, vizinhança	15
Dificuldades técnicas, por exemplo, com as infra-estruturas	17
Não sabe	-

8. Qual o grau de conhecimento dos clientes relativamente à aplicação dos regulamentos RCCTE e RSECE?

	<b>Número de respostas</b>
Estão informados e consideram como oportunidade de melhoria	2
Estão informados mas encaram como desnecessária	11
Não estão informados	13

9. Qual o período de tempo que prevê para a certificação energética de 90% do parque edificado existente?

	<b>Número de respostas</b>
Entre 5 a 10 anos	9
Entre 10 a 20 anos	11
Superior a 20 anos	3
Nunca	3