

**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

**Departamento de Engenharia Civil**

**REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL  
DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO**

Tânia Filipa da Costa Torres Lopes

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade

Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em

Engenharia Civil – perfil de Construção

**Orientador:** Professor Doutor Miguel Pires Amado

Lisboa

2010



## **AGRADECIMENTOS**

Ao finalizar esta dissertação de mestrado, cabe-me agradecer a todas as individualidades que de diversas formas contribuíram para a sua realização, directa ou indirectamente.

Ao Professor Doutor Miguel Pires Amado pela sua orientação ao longo deste trabalho. Agradeço o seu incomensurável apoio, a sua constante disponibilidade, a partilha de conhecimentos e o estímulo transmitido durante a elaboração desta dissertação.

Ao Tiago pelos inúmeros debates construtivos, partilha de conhecimentos e ajuda contínua durante o desenvolvimento do meu trabalho. Pela força transmitida nos momentos mais complicados e acima de tudo pela sua amizade e paciência reveladas ao longo destes meses.

A todos os meus colegas de curso e amigos mais próximos, pelo seu apoio e pela partilha de conhecimentos e de experiências.

Aos meus pais, irmãs e cunhado pelo apoio incondicional, compreensão, paciência e incentivo durante a realização deste trabalho e durante todo o meu percurso universitário.



## **RESUMO**

O parque habitacional edificado é no momento actual um dos elementos que contribui grandemente para a degradação do ambiente.

O nível de eficiência dos edifícios de habitação, no que respeita ao consumo de recursos naturais e ao conforto ambiental, leva a que hoje se possa considerar que o mesmo parque construído é insustentável.

Deste modo, importa que se conheçam e determinem os problemas concretos do parque habitacional edificado de modo a se poder contribuir para a resolução desta situação.

Conhecidos os principais problemas dos edifícios de habitação, bem como as suas causas, compreende-se que para a sua resolução existe a necessidade de adaptar o processo de reabilitação tradicional ao conceito de construção sustentável, a qual pode ser conseguida com base nos sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade na construção.

A presente dissertação pretende então contribuir para que o processo de reabilitação de edifícios seja realizado de forma sustentável, com base na problemática referida.

**Palavras-chave:** Processo de Reabilitação, Sustentabilidade, Edifícios Habitacionais, Problemas do Parque Habitacional, Sistemas de Avaliação e Certificação.



## **ABSTRACT**

Currently, the buildings are one of the elements that mostly contribute to environmental degradation.

Regarding the natural resources consumption and the environmental comfort, the building efficiency level means that, actually, the same residential built environment can be considered unsustainable.

Thereby, it is important to know, determine and identify the specific residential buildings problems in order to contribute in solving this situation.

After knowing the major residential buildings problems and those causes, it is needed to adapt the rehabilitation process to the traditional concept of sustainable construction, which can be achieved by the evaluation and certification systems of the construction sustainability.

This thesis aims at contributing to the buildings rehabilitation process which it is intended to be conducted in a sustainable method, based on the presented issue.

**Keywords:** Rehabilitation Process, Sustainability, Residential Buildings, Residential Building Environment Problems, Evaluation and Certification Systems.



## ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ADENE – Agência para a Energia

AEA – Agência Europeia do Ambiente

AECOPS – Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

CCE – Comissão das Comunidades Europeias

CIB – *Conseil International du Bâtiment (em inglês: International Council for Building)*

COV's – Compostos Orgânicos Voláteis

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

DGEG – Direcção-Geral de Energia e Geologia

EPA – Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos

EWA – *European Water Association*

EE – *Embodied Energy* (Energia incorporada)

GPL – Gás canalizado e engarrafado

GJ – Gigajoule

GWh – Gigawatt-hora

HQE – *Haute Qualité Environnementale des Bâtiments*

IEA – *International Energy Agency*

IES – *Institute for Environment and Sustainability*

INE – Instituto Nacional de Estatísticas

INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

kWh – Quilowatt-hora

LEED – *Leadership in Energy & Environmental Design*

LiderA – Sistema Voluntário para a Avaliação da Construção Sustentável

MJ – Megajoule

NO<sub>x</sub> – Óxido de azoto

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PIB – Produto Interno Bruto

PEC – *Primary Energy Consumption*

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SPAIC – Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica

SO<sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre

toe – 11634 kWh

U – Coeficiente de Transmissão Térmica

UNEP – *United Nations Environment Programme*

UE-15 – União Europeia (15 países)

UE-27 – União Europeia (27 países)

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>III</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
<b>ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE QUADROS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 ENQUADRAMENTO.....	1
1.2 OBJECTIVOS.....	2
1.3 METODOLOGIA E ESTRUTURA.....	3
<b>2. DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b> .....	<b>7</b>
<b>3. CONSUMO DE RECURSOS PELO PARQUE EDIFICADO</b> .....	<b>15</b>
3.1 ENQUADRAMENTO.....	15
3.2 CONSUMO DE ENERGIA.....	16
3.2.1 Consumo de electricidade.....	18
3.2.2 Consumo de gás natural e GPL.....	25
3.3 CONSUMO DE ÁGUA.....	27
3.4 CONSUMO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO.....	31
3.4.1 Energia incorporada nos materiais de construção.....	32
3.4.2 Impacto ecológico incorporado nos materiais.....	36
3.4.3 Características dos materiais mais utilizados na construção Portuguesa..	39
3.5 CONCLUSÃO.....	40
<b>4. PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO</b> .....	<b>43</b>
4.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA.....	43
4.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM PORTUGAL.....	46
4.3 CONCLUSÃO.....	49
<b>5. SITUAÇÃO ACTUAL DO PARQUE HABITACIONAL</b> .....	<b>51</b>
5.1 ENQUADRAMENTO.....	51

5.2	DURABILIDADE .....	52
5.3	CONFORTO AMBIENTAL .....	54
5.3.1	Conforto Térmico e Eficiência Energética .....	55
5.3.2	Conforto Acústico.....	60
5.3.3	Qualidade do Ar.....	63
5.4	ALTERAÇÕES DE USO (ESPAÇOS) .....	65
5.5	NECESSIDADE DA REABILITAÇÃO.....	68
<b>6.</b>	<b>PROBLEMAS CORRENTES NO PARQUE HABITACIONAL EDIFICADO.....</b>	<b>73</b>
6.1	ENQUADRAMENTO .....	73
6.2	FALTA DE DURABILIDADE DOS MATERIAIS .....	74
6.3	HUMIDADES .....	75
6.4	INEFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	80
6.4.1	Desempenho Térmico da Envolvente.....	80
6.4.2	Iluminação .....	85
6.4.2.1	Iluminação Natural .....	85
6.4.2.2	Iluminação Artificial .....	87
6.4.3	Equipamentos .....	89
6.5	INSUFICIENTE QUALIDADE DO AR .....	92
6.6	FALTA DE CONFORTO ACÚSTICO .....	96
6.7	CONSUMO EXCESSIVO DE ÁGUA.....	97
6.8	CONCLUSÃO .....	99
<b>7.</b>	<b>SISTEMAS DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS.....</b>	<b>101</b>
7.1	ENQUADRAMENTO .....	101
7.2	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL .....	102
7.3	CATEGORIAS E INDICADORES DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO.....	105
7.3.1	Local/Localização.....	106
7.3.2	Eficiência Hídrica/Água .....	108
7.3.3	Eficiência Energética/Energia.....	109
7.3.4	Materiais .....	110
7.3.5	Qualidade do Ambiente Interior/Saúde e Bem-estar .....	111
7.3.6	Poluição/Cargas Ambientais.....	113
7.3.7	Inovação e Processo de concepção .....	114
7.3.8	Sensibilização e Educação /Gestão / Gestão Ambiental.....	115
7.4	CONCLUSÃO .....	116

<b>8.</b>	<b>CONTRIBUTO PARA A REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS .....</b>	<b>121</b>
8.1	ENQUADRAMENTO .....	121
8.2	FASES DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS.....	122
8.2.1	Fase de análise e diagnóstico.....	123
8.2.2	Fase de projecto.....	124
8.2.3	Fase de construção.....	126
8.2.4	Fase de utilização/manutenção .....	128
8.2.5	Fase de desconstrução .....	129
8.3	AUMENTO DA SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO .....	130
8.4	CONCLUSÃO.....	139
<b>9.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>141</b>
<b>10.</b>	<b>DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....</b>	<b>145</b>
<b>11.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>147</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Metodologia e estrutura do trabalho .....	4
Figura 2.1 – Objectivos da sustentabilidade na sua tripla dimensão .....	7
Figura 2.2 – População mundial, 1950-2050, com as várias projecções futuras.....	9
Figura 2.3 – Evolução das preocupações no sector da construção civil.....	11
Figura 3.1 – Repartição do consumo de energia, por sector e famílias, em 2007 – UE-27 .....	17
Figura 3.2 – Repartição do consumo de electricidade da UE-27, por sector e famílias, em 2007 .....	19
Figura 3.3 – Consumo de electricidade das famílias na UE-27 .....	20
Figura 3.4 – Repartição de consumo eléctrico residencial na UE-15.....	21
Figura 3.5 – Repartição do consumo nacional de electricidade por sectores e famílias, em 2007.....	22
Figura 3.6 – Consumo de electricidade pelo sector doméstico em Portugal.....	22
Figura 3.7 – Repartição dos consumos de electricidade domésticos-30 EcoFamílias .....	23
Figura 3.8 – Repartição dos consumos de electricidade domésticos-225 EcoFamílias .....	24
Figura 3.9 – Consumo nacional de gás natural e GPL pelo sector residencial .....	26
Figura 3.10 – Consumo doméstico de água na Europa (litros por pessoas e dia) .....	27
Figura 3.11 – Consumo nacional de água da rede de distribuição, por sector, em 2007 .....	29
Figura 3.12 – Repartição de consumo de água numa habitação sem utilização em exteriores .....	30
Figura 3.13 – Repartição de consumo de água numa habitação com utilização em exteriores.....	30
Figura 3.14 – Consumo de energia numa típica habitação de 3 assoalhadas .....	32
Figura 3.15 – Ciclo de vida energético dos materiais de uma edificação .....	33
Figura 3.16 – Ciclo de vida dos materiais de construção e consumos energéticos associados .....	34
Figura 3.17 – Distribuição percentual de energia incorporada na fase de construção, por partes da edificação .....	35
Figura 3.18 – Distribuição percentual da Energia incorporada inicial nos principais materiais utilizados .....	35
Figura 4.1 – Composição dos resíduos de construção e demolição europeus.....	44
Figura 4.2 – Composição de resíduos gerados pela construção nova holandesa .....	44
Figura 4.3 – Composição de resíduos de demolição europeus.....	45
Figura 4.4 – Princípio da Hierarquia de Gestão – Medidas e práticas a adoptar nas fases de projecto e execução de obra .....	48
Figura 5.1 – Percentagem de alojamentos por época de construção do edifício .....	52
Figura 5.2 – Estado de conservação de edifícios com necessidade de reparação .....	53
Figura 5.3 – Número de habitações certificadas por classe energética, entre 1 de Julho de 2007 e 30 de Junho de 2009 .....	57
Figura 5.4 – Distribuição percentual das habitações avaliadas por classe energética.....	58

Figura 5.5 – Distribuição percentual das habitações construídas entre 1 de Julho de 2007 até ao final do ano de 2008 por classe energética .....	58
Figura 5.6 – Distribuição percentual das habitações já existentes certificadas durante os primeiros 6 meses do ano 2009 por classe energética .....	59
Figura 5.7 – Valores obtidos para os parâmetros $D_{nT,w}$ e $L'_{nT,w}$ em edifícios mistos .....	61
Figura 5.8 – Valores obtidos para os parâmetros $D_{nT,w}$ e $L'_{nT,w}$ em edifícios habitacionais .....	62
Figura 5.9 – Taxa de actividade de reabilitação no sector da construção em 2002.....	68
Figura 6.1 – Tardoz de edifício com canalizações de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, pelo exterior, degradadas .....	79
Figura 6.2 – Tipos de parede exterior nas habitações das EcoFamílias .....	82
Figura 6.3 – Tipos de envidraçado existente nas habitações das EcoFamílias.....	83
Figura 6.4 – Vãos envidraçados com diversas formas e características de transmissão da luz.....	86
Figura 6.5 – Percentagem de presença dos vários tipos de lâmpadas nas Eco-famílias.....	88
Figura 6.6 – Eficácia luminosa de vários tipos de lâmpadas .....	88
Figura 6.7 – Rotulagem de eficiência hídrica.....	99
Figura 8.1 – Aspecto geral da fachada, antes (à esquerda) e depois (à direita) da intervenção de requalificação/conservação de edifícios no Bairro da Boavista, em Lisboa.....	125
Figura 8.2 – Reabilitação de edifício mantendo o seu aspecto inicial: (1) antes; (2) depois.....	125
Figura 8.3 – Mitigação do impacte visual durante a intervenção na Basílica dos Mártires .....	127

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 – Consumo de energia, por sector e famílias.....	17
Quadro 3.2 – Consumo nacional dos principais produtos energéticos, por ramo de actividade e famílias, em 2006 .....	18
Quadro 3.3 – Consumo de electricidade na UE -27, no sector doméstico .....	19
Quadro 3.4 – Consumo nacional de gás natural e GPL no sector residencial.....	26
Quadro 3.5 – Consumo nacional de água da rede de distribuição, por sector.....	28
Quadro 3.6 – Energia Incorporada durante o ciclo de vida de em edifício .....	34
Quadro 3.7 – Impactes ambientais ao longo do ciclo de vida de um edifício.....	38
Quadro 3.8 – Quantidade produzida em Portugal e características ecológicas dos materiais mais utilizados na construção portuguesa.....	39
Quadro 4.1 – Taxa de reciclagem de resíduos de construção e demolição .....	45
Quadro 4.2 – Composição dos Resíduos de Construção e Demolição em Portugal .....	47
Quadro 5.1 – Parâmetros de avaliação de qualidade do ar e respectivo limite máximo admissível (Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de Abril).....	64
Quadro 6.1 – Factores que motivam a existência de humidades nos edifícios .....	80
Quadro 7.1 – Comparação entre o sistema BREEAM e LEED relativamente às diferenças de constituição das categorias .....	113
Quadro 7.2 – Ponderação (em percentagem) de indicadores, de cada categoria, distribuída pelas vertentes principais de uma avaliação de sustentabilidade na construção .....	116
Quadro 8.1 – Acções por dimensão do Desenvolvimento Sustentável .....	132
Quadro 8.2 – Checklist de apoio ao processo de reabilitação sustentável .....	136



# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1 ENQUADRAMENTO**

O sector da construção, em especial o sector privado dedicado à construção habitacional, depara-se, actualmente, com uma das maiores épocas de crise dos últimos 15 anos. A Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas estima que existam em Portugal cerca de 160 mil habitações para venda, o que demonstra o estado de saturação em que se encontra o mercado das novas habitações [1].

O número de obras de reabilitação de edifícios de habitação tem vindo a aumentar desde 2006, no entanto o peso desta actividade relativamente à construção nova é, ainda, consideravelmente baixo [2]. Não obstante, tendo em conta o esgotamento da construção nova, espera-se que o mercado da reabilitação de edifícios se desenvolva progressivamente nos próximos anos.

A reabilitação pode ser a resposta aos problemas que o sector da construção habitacional atravessa, não sendo no entanto a única perspectiva a ter em conta. De facto, a reabilitação é hoje uma necessidade face ao estado de conservação e ineficiência do parque edificado existente.

O estado de conservação do parque habitacional é, numa percentagem bastante significativa, notoriamente deficiente. Os casos de abandono, mau estado e degradação das condições de utilização, de salubridade, de segurança e de estética são uma realidade bastante frequente e até generalizada [3], demonstrando a reduzida durabilidade dos edifícios construídos e a fraca qualidade e regularidade das manutenções.

Além do estado de degradação generalizado do nosso parque habitacional, a sua elevada ineficiência no consumo de recursos e o seu fraco conforto ambiental são outros dos principais problemas dos edifícios de habitação.

O sector doméstico é um dos maiores consumidores de energia do país e o consumo de energia eléctrica nas habitações tem aumentado consecutivamente ao longo dos últimos anos, contrariamente ao desejado. O mesmo acontece relativamente ao consumo de água potável pelas famílias portuguesas, o qual ultrapassa a média europeia.

O consumo elevado de recursos energéticos e hídricos está intimamente relacionado com as necessidades actuais da população, que procura aumentar os níveis de qualidade de vida e conforto no interior das suas habitações.

A maioria dos edifícios de habitação construídos nas últimas décadas não responde, sobretudo, às necessidades de conforto térmico dos seus ocupantes, motivando o aumento significativo dos consumos energéticos. Além disso, também a qualidade do ar interior e o conforto acústico ficam aquém das expectativas dos utilizadores.

O próprio sector da construção tem contribuído para uma elevada extracção e utilização de recursos materiais, originando um significativo impacte ambiental. Acresce ainda que, a produção de resíduos de construção e demolição, cuja valorização e reciclagem tem vindo a ser desprezada, tem causado diversos danos ambientais e ocupado áreas preciosas de terreno para aterros.

Todos estes factores são representativos do nível de insustentabilidade do parque habitacional. Como tal, é necessário contrariar esta situação a fim de atingir o desenvolvimento sustentável.

Embora a construção habitacional recente comece a ter em conta a necessidade de tornar todo o seu processo mais sustentável, seguindo parte dos conceitos da sustentabilidade na construção, esta não é suficiente para atingir os objectivos de redução do consumo de recursos e respectivo impacte ambiental. Isto deve-se ao facto do ritmo de substituição de edifícios ser bastante lento, o qual, neste momento, é agravado pela estagnação do mercado da construção de novas habitações.

A reabilitação mostra-se, então, como a via mais eficaz e rápida para atingir a sustentabilidade ambiental, económica e social do parque habitacional actual.

## **1.2 OBJECTIVOS**

A inexistência de uma regulamentação jurídica referente à sustentabilidade no processo de construção e, neste caso, reabilitação leva a que implementação de práticas como a poupança de recursos naturais e produção de resíduos esteja dependente da consciência e formação dos próprios intervenientes no processo de construção [4].

O objectivo desta dissertação é contribuir para que esta situação seja invertida.

Em primeiro lugar, este trabalho pretende evidenciar os diversos problemas do parque habitacional português, os quais ultrapassam a degradação física e estrutural. Pretende-se que seja compreendido que não são apenas as anomalias visíveis que devem ser tratadas durante um processo de reabilitação, mas também todos os problemas relativos ao elevado consumo de recursos e falta de conforto ambiental.

Pretende-se ainda mostrar que os métodos de concepção e construção, praticados correntemente na construção portuguesa, podem ter um efeito prejudicial na saúde dos ocupantes dos edifícios, bem como no consumo de recursos. Como tal, a sua alteração pode levar a uma melhoria significativa da qualidade de vida da população e do desempenho ambiental e económico da cidade.

Além disso, o objectivo principal desta dissertação é enquadrar, simultaneamente, o processo de reabilitação tradicional com os parâmetros da construção sustentável e com os sistemas de reconhecimento da mesma. Procura-se que este enquadramento seja realizado através de uma ferramenta simples e clara (*Checklist*), esperando que esta contribua para a disseminação do conceito de reabilitação sustentável e incentive a prática deste tipo de processo.

### **1.3 METODOLOGIA E ESTRUTURA**

A dissertação incide sobre o tema da reabilitação sustentável de edifícios de habitação. Este trabalho de investigação apresenta um levantamento da situação actual do parque habitacional português, as áreas e os indicadores de sustentabilidade abordados pelos sistemas de avaliação e certificação da construção sustentável, bem como uma proposta de *checklist* que contribua para o enquadramento do processo de reabilitação ao conceito de construção sustentável e aos seus sistemas de reconhecimento, de forma a incentivar a sua realização.

Em primeiro lugar é apresentada, no presente capítulo, a introdução ao tema, bem como os objectivos do estudo e a sua estruturação.

Seguidamente, tal como se pode observar a partir do esquema representado na Figura 1.1, o presente trabalho encontra-se estruturado em torno sete temas principais, correspondentes aos capítulos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

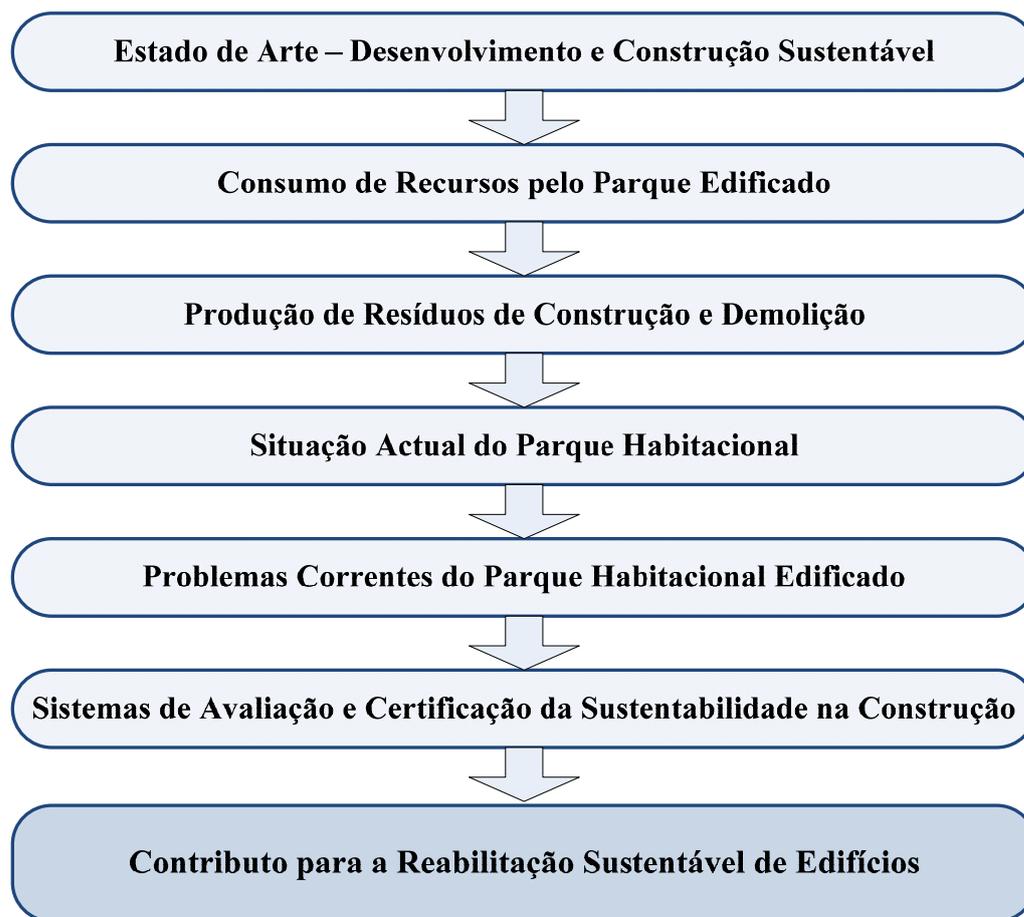


Figura 1.1 – Metodologia e estrutura do trabalho

No segundo capítulo, é efectuada a identificação e evolução histórica dos conceitos de desenvolvimento e construção sustentável, bem como um breve diagnóstico das características do sector da construção que levam à necessidade da implementação de medidas de sustentabilidade e à necessidade do crescimento da actividade da reabilitação.

No terceiro capítulo é realizada uma análise de dados estatísticos europeus e nacionais relativamente ao consumo de recursos pelo parque habitacional. É também analisada, através de pesquisa bibliográfica, a energia consumida e conseqüente impacto ambiental que está intimamente ligada aos materiais de construção utilizados pelo sector da construção civil.

O quarto capítulo descreve a situação europeia e nacional relativamente à produção e gestão de resíduos de construção e demolição.

No quinto capítulo, é apresentada a situação actual do parque habitacional relativamente ao seu estado de conservação, ao seu conforto ambiental, à sua flexibilidade e adaptabilidade, bem como à sua necessidade de reabilitação.

No sexto capítulo são evidenciados os principais problemas detectados em edifícios de habitação. Este capítulo vai ao encontro do anterior, uma vez que trata temas semelhantes, contudo neste caso são referidos os problemas correntemente verificados e as suas causas.

No sétimo capítulo são analisados e descritos três sistemas de avaliação e certificação de sustentabilidade na construção, descrevendo as principais áreas de intervenção e os respectivos indicadores neles avaliados.

No oitavo capítulo efectua-se o enquadramento do processo de reabilitação com a construção sustentável e com os respectivos sistemas de avaliação e certificação, através da elaboração de uma *checklist* que relaciona as acções e medidas de sustentabilidade na construção e todas as fases de um processo de reabilitação sustentável.

No capítulo nove, expõem-se as conclusões finais de toda informação tratada ao longo da dissertação.

Por último, no décimo capítulo, propõe-se os futuros campos de pesquisa relacionados com a contribuição para o desenvolvimento do processo de reabilitação sustentável, realizada nesta dissertação.

A realização deste trabalho de investigação foi conseguida através de uma pesquisa bibliográfica, a qual inclui a consulta de diversos trabalhos e estudos de investigação realizados anteriormente sobre os vários temas referidos ao longo desta dissertação, reforçando a sua fiabilidade e a credibilidade da informação.



## 2. DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A definição do conceito “Desenvolvimento Sustentável” tem sido amplamente discutida e tem sofrido algumas mudanças ao longo do tempo. A primeira definição para este conceito surge em 1987 pela Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento no relatório de Brundtland, intitulado de “O nosso futuro comum”, onde se afirma que “o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades actuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades” [5].

O desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas um processo em movimento onde a exploração de recursos, a direcção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais são compatibilizadas com as necessidades actuais e futuras [5].

Após as duas principais cimeiras sobre este tema, a Conferência das Nações Unidas, no Rio de Janeiro, sobre o Ambiente e Desenvolvimento (1992) e a Conferência das Nações Unidas, em Joanesburgo, sobre o Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2002), concluiu-se que o desenvolvimento sustentável deve ter como base a dimensão económica, social e ambiental (Figura 2.1).

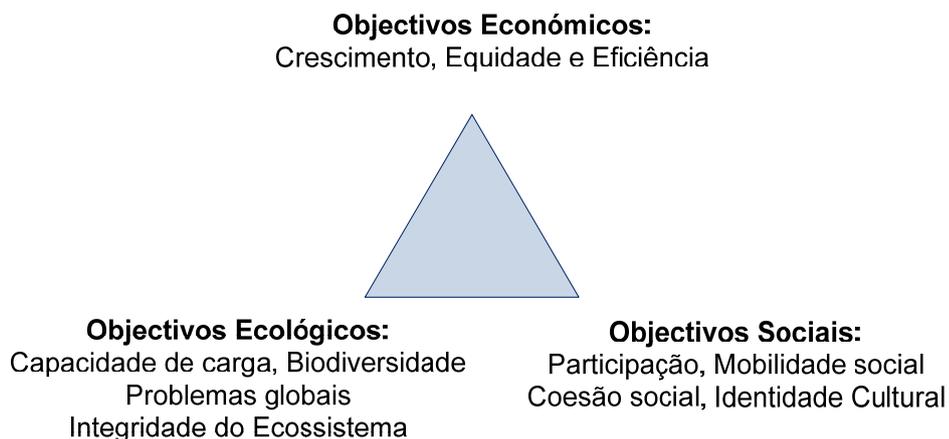


Figura 2.1 – Objectivos da sustentabilidade na sua tripla dimensão (adaptado de Serageldin e Steer (1994) por [6])

No entanto, este conceito tem sido continuamente redefinido ao tentar-se englobar diferentes aspectos, abrangendo rapidamente um número cada vez maior de disciplinas [7].

Segundo Sage (1998), o desenvolvimento sustentável reflecte-se no cumprimento das necessidades humanas através do progresso simultâneo dos parâmetros socioeconómicos e tecnológicos, bem como na preservação dos sistemas naturais da Terra. Um mundo sustentável depende da evolução económica, social, cultural e do progresso tecnológico [8].

São inúmeras as problemáticas que envolvem o desenvolvimento sustentável, no entanto nas várias cimeiras internacionais concluiu-se que seria necessário resolver as seguintes questões [9]:

- Satisfazer as necessidades básicas da população, tais como alimentação, saúde, habitação, educação, lazer e emprego, como forma de melhorar a qualidade de vida e aumentar a equidade social;
- Consciencializar a população para a necessidade de conservar o ambiente através de programas educativos;
- Preservar e utilizar eficientemente os recursos naturais, utilizar materiais reciclados e de fontes recicláveis, minimizar a poluição e a produção de resíduos, proteger a biodiversidade e diminuir a emissão de gases poluentes.

Todas estas questões têm como objectivo melhorar as condições de vida da população mundial actual e futura.

A população tem vindo a crescer consideravelmente ao longo dos anos. Desde 1950 até aos dias de hoje, a população cresceu mais de duas vezes, ultrapassando actualmente os 6.800 milhões de habitantes e perspectiva-se que, em 2050, atinja os 9.150 milhões de habitantes, como se pode observar na figura 2 [10].

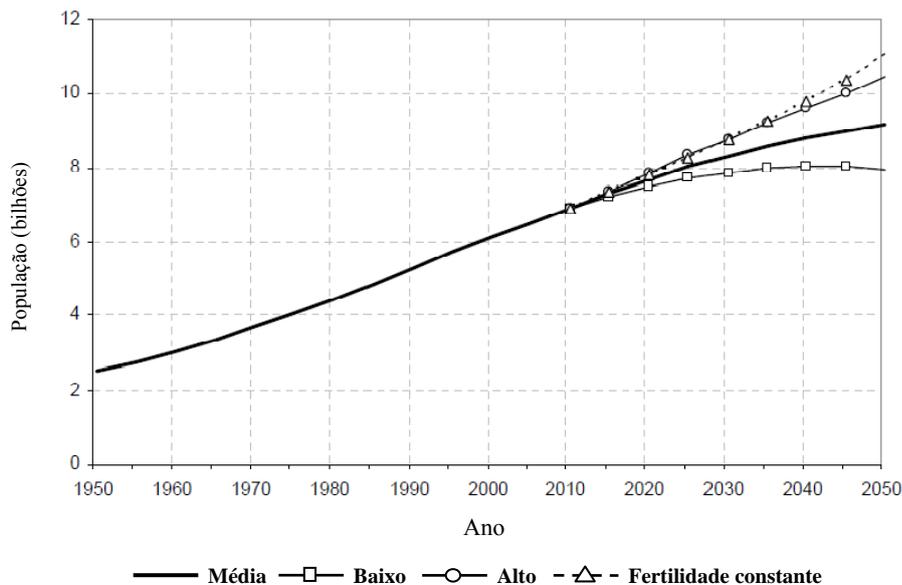


Figura 2.2 – População mundial, 1950-2050, com as várias projeções futuras [10]

O aumento da população traduz-se em importantes alterações, uma vez que este crescimento suscita maiores necessidades de recursos naturais, habitação e infra-estruturas, as quais originam, impactes ambientais que importa considerar [6].

Os edifícios, as infra-estruturas e o meio ambiente estão intimamente relacionados, visto que a energia, a água e o solo são recursos bastante consumidos na construção e operação de edifícios e infra-estruturas e que as estas se tornam parte integrante do meio ambiente, afectando a vida, o bem-estar e a saúde das populações [11].

O sector da construção é fundamental para o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões. Mostra-se essencial para um aumento da qualidade de vida humana e fundamental para o desenvolvimento económico das comunidades. Além destes dois importantes factores é necessário igualmente considerar a relevância que a construção tem no consumo de recursos.

A área da construção está estreitamente ligada à qualidade de vida humana, dado que actualmente as pessoas passam em média 80% a 90% do seu tempo dentro de edifícios e utilizam diariamente infra-estruturas [6].

A acrescentar à relevância social, a construção é também importante para o desenvolvimento económico, uma vez que emprega directamente mais de 111 milhões de pessoas no mundo e contribui para, aproximadamente, 10% do PIB, com um investimento anual avaliado em mais de 3.000 biliões de euros [11].

No que respeita ao consumo de recursos, e com base em dados da OCDE e da UNEP, sabe-se que o parque edificado é responsável, em cada país, por aproximadamente 40% de energia consumida, 30% de recursos naturais utilizados, 20% da água gasta e 10% de solo usado, além de ser responsável por 40% das emissões de dióxido de carbono, pela produção de 30% de resíduos sólidos e 20% de efluentes [11].

Pelos motivos acima referidos conclui-se que, tendo o sector da construção um papel tão importante a nível ambiental, social e económico, é necessário explorar um novo tipo de construção, a “Construção Sustentável”.

O conceito de Construção Sustentável surge pela primeira vez em Novembro de 1994, na Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável (First World Conference for Sustainable Construction, Tampa, Florida), onde foi discutido o futuro da construção, no contexto da sustentabilidade. A construção sustentável refere-se à aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável às actividades construtivas, sendo definida, por Charles J. Kibert (1994), como a criação e gestão responsável do ambiente construído, baseado nos princípios ecológicos e no uso eficiente de recursos [12].

Com o intuito de alcançar uma construção mais sustentável foram apontados, durante a conferência, os seguintes princípios (Charles Kibert, 1994, citado por Miyatake [13]):

- Minimização do consumo de recursos;
- Maximização da reutilização de recursos;
- Utilização de recursos renováveis e recicláveis;
- Protecção do ambiente natural;
- Criação de um ambiente saudável e não tóxico;
- Fomentar a qualidade do ambiente construído.

O conceito de sustentabilidade na construção civil e obras públicas tem vindo a ser submetido a mudanças ao longo do tempo, tal como o conceito de desenvolvimento sustentável. Inicialmente era dada principal importância à forma de como se poderia lidar com a limitação de recursos, especialmente da energia, e à forma de como se poderia reduzir os impactos sobre o meio ambiente natural. Após a Primeira Conferência Mundial sobre a construção sustentável, passou a ser dado maior ênfase às técnicas ligadas ao processo construtivo, tais como: materiais, componentes dos edifícios e tecnologias de construção.

Mais recentemente, acentuou-se a importância de questões menos técnicas, mas fundamentais para o desenvolvimento sustentável na construção. É agora reconhecido que a sustentabilidade económica e social, bem como os aspectos culturais, são importantes para atingir a sustentabilidade na construção [12].

Enquanto a construção tradicional se centra apenas em questões de qualidade, tempo e custos associados ao produto, a construção sustentável acrescenta a essas temáticas as preocupações ambientais, relacionadas com a minimização do consumo de recursos (energia, água, materiais e solo), a degradação ambiental, a criação de um ambiente construído saudável e a preocupação de garantir a saúde e o conforto humano. A construção sustentável é um novo paradigma cujo desafio principal é contribuir para o desenvolvimento económico, para a equidade social e para melhorar os níveis de qualidade ambiental [14] e [6].

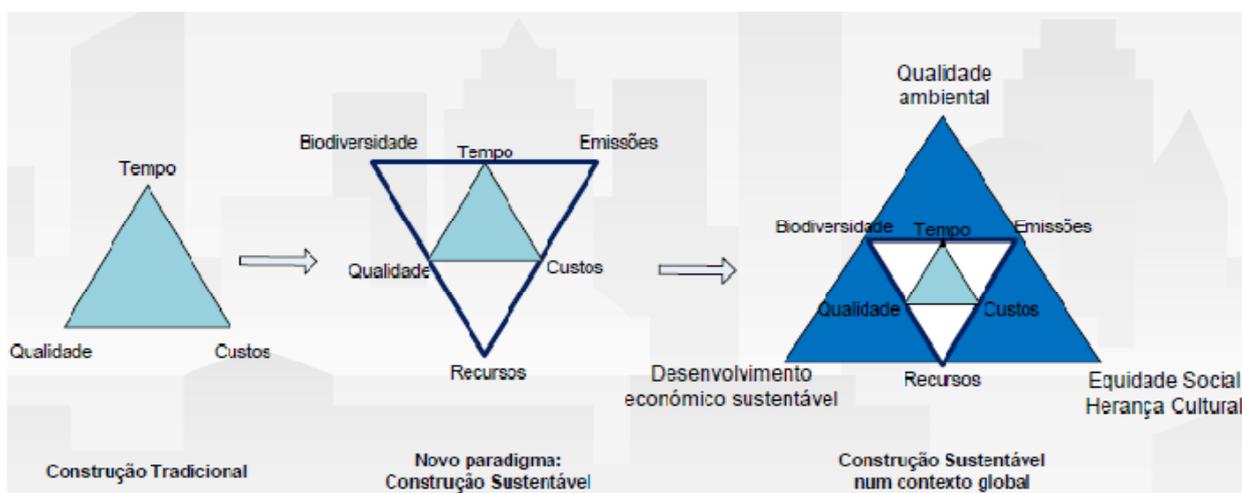


Figura 2.3 – Evolução das preocupações no sector da construção civil [12]

Em relação à problemática do consumo de recursos, os objectivos gerais são a diminuição da utilização de recursos naturais e a maximização da reciclagem e reutilização, como tal é fundamental tornar mais eficiente a utilização de energia, água, materiais e solo nos processos construtivos [14].

Existem várias técnicas para diminuir o consumo de energia na construção, como por exemplo, a realização de um desenho integrado para a eficiência energética dos edifícios (optimizando o aquecimento/arrefecimento e iluminação), a utilização de fontes alternativas de energia, a escolha de materiais com baixa energia incorporada, a realização de edifícios que evitem ganhos e perdas de calor através de um bom isolamento, a utilização de equipamentos energeticamente eficientes e a construção em locais que diminuam a necessidade de utilização de transportes [15] e [14].

A utilização eficiente da água pode ser possível através da recolha e aproveitamento da água da chuva, bem como através da reutilização de águas de lavagem [15].

O uso eficiente de materiais depende do aumento de vida útil dos edifícios, adaptando-os e tornando-os mais flexíveis às futuras necessidades dos seus ocupantes, da incorporação de materiais reutilizáveis, reciclados e não-tóxicos, da selecção de materiais duráveis e da redução da geração de resíduos, através do dimensionamento adequado do edifício e de tecnologias de construção que optimizem a possibilidade de desconstrução [15] e [14].

O relatório “Agenda 21 para a Construção Sustentável” refere que no Japão e na Finlândia se aposta em acções de prolongamento da vida útil dos edifícios construídos, como medida de prevenção de nova utilização de recursos, e em França e na Holanda é dada significativa importância às necessidades de manutenção, para que a durabilidade dos edifícios seja aumentada e para que a qualidade de vida no seu interior seja mantida [12].

O uso eficiente do solo também é outro objectivo da construção sustentável, uma vez que a utilização deste recurso pelo sector da construção deve ser minimizada. No relatório “O Desenvolvimento Sustentável e o Futuro da Construção” [15] é referido que para uma ocupação sustentável do solo é necessário que os edifícios se tornem multifuncionais, que haja um aumento de actividades de reabilitação e recuperação e que a longevidade dos edifícios seja um objectivo a atingir, através de projectos que os tornem flexíveis e através da utilização de instrumentos de análise do ciclo de vida. A reciclagem de resíduos de construção deve, também, ser vista como uma acção para tornar o uso do solo mais eficiente, pois, além de minimizar as necessidades energéticas e de recursos naturais, reduz a área superficial para extracção de recursos e as áreas para aterros [16].

A emissão excessiva de gases poluentes é um factor preponderante nas fases de construção, utilização, manutenção e desconstrução de edifícios. É possível diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> até 30% na fase de construção através da selecção cuidada de materiais com baixo impacte ambiental, empregando, por exemplo, materiais existentes nos locais [17].

As estratégias acima mencionadas têm a potencialidade de permitir a conservação do ambiente e da biodiversidade, bem como de aumentar a qualidade de vida e do conforto no interior dos edifícios.

Para cumprir os objectivos da construção sustentável e para que as suas medidas sejam efectivamente implementadas é necessário a transformação de outros factores. Em primeiro

lugar, os processos de criação de ambientes construídos devem deixar de ser lineares para se transformarem num processo cíclico. Um processo de construção cíclico, que englobe todo o ciclo de vida de um edifício (concepção, construção, operação/manutenção e desconstrução/demolição), levará ao aumento da utilização de recursos reciclados, renovados e reutilizáveis, culminando numa diminuição do consumo de recursos naturais [13].

Chrisna du Plessis (2002), refere que a construção sustentável pode ser definida como o resultado da aplicação do desenvolvimento sustentável ao ciclo global da construção, desde a extração e utilização das matérias-primas, passando pelo planeamento, projecto e construção de edifícios, até à sua desconstrução e gestão de resíduos final. É um processo holístico que visa restaurar e manter a harmonia entre o ambiente natural e o ambiente construído, criando, ao mesmo tempo, aglomerados populacionais que reforcem a dignidade humana e encorajem a equidade social [18].

Após a análise dos princípios do desenvolvimento e da construção sustentável é possível concluir que é fundamental adoptar novos caminhos no sector da construção. Como é evidenciado no relatório da Comissão das Comunidades Europeias - CCE (Bruxelas, 2004) [19], os métodos de concepção e construção podem ter um efeito significativo na saúde dos ocupantes dos edifícios e podem ter como resultado avultados custos durante a sua utilização e manutenção, afectando desproporcionadamente grupos sociais mais desfavorecidos.

Como referido anteriormente, a população mundial encontra-se em constante crescimento, como tal a necessidade de edifícios e infra-estruturas irá aumentar inevitavelmente. No entanto, a utilização do solo começa a ser restrita, bem como a utilização de recursos naturais. Embora os conhecimentos sobre o modo de construção sustentável existam, a maior parte dos novos edifícios não é construída com recurso a estas técnicas. Mesmo que o fossem, o ritmo lento de substituição dos edifícios existentes (entre 0,5 a 2% por ano) é tal que demoraria um tempo considerável até se observarem alterações significativas [19].

A 3ª Conferência Europeia de Ministros sobre Habitação Sustentável (Junho de 2002) [19] salienta que “os edifícios existentes devem ser tornados mais sustentáveis através da sua reabilitação ou através da garantia de que a sua renovação seja executada dentro dos parâmetros de sustentabilidade”.

Contudo, a reabilitação é mais complexa que a construção de novos edifícios, dado que, neste caso, é necessário resolver os problemas existentes de acordo com as características

específicas de cada edifício, onde cada um é diferente de cada qual. Ainda assim, a renovação sustentável tem várias vantagens ambientais em relação à demolição, uma vez que retém parte dos materiais e reduz a produção de resíduos de demolição. Além deste factor, com alguma probabilidade, após uma demolição seguir-se-á uma nova construção para a qual serão necessárias novas extracções de materiais traduzindo-se sempre em degradações graves da paisagem, do património natural e, por vezes, do património cultural [20].

Importa ainda referir que, a renovação e a recuperação de edifícios antigos contribui para o sentimento de orgulho e de património das comunidades locais [19]. De facto, a demolição dos edifícios dos antigos centros urbanos para implantação de novas construções contribui para a sua progressiva descaracterização e desvalorização. Não se perde apenas uma ligação cultural mas também um significativo recurso económico, dada a importância crescente do turismo cultural [20].

Além dos factores referidos a favor da reabilitação do parque edificado, a melhoria da eficiência energética dos edifícios existentes é uma das formas mais eficazes, em termos de custos, para dar cumprimento aos compromissos assumidos em Quioto relativos às alterações climáticas [19]. No Protocolo de Quioto são estabelecidas metas vinculativas para 37 países industrializados e para a Comunidade Europeia com o objectivo de reduzir a emissão de gases que contribuem para o efeito de estufa. O objectivo principal a cumprir é a redução de 5% das emissões, em relação aos valores atingidos em 1990, num período de cinco anos (2008 – 2012) [21].

Aproximadamente um terço da utilização final do consumo de energia ocorre em ambientes residenciais, comerciais e em edifícios públicos. A energia é utilizada, sobretudo, em aquecimento, refrigeração, iluminação, electrodomésticos e serviços gerais. Os edifícios são, na realidade, os grandes consumidores de recursos energéticos e as emissões de gases poluentes associadas à sua produção, fornecimento e consumo originam uma importante parte das emissões totais [22].

A remodelação do parque imobiliário europeu mais antigo com um nível de isolamento térmico mais eficiente poderia reduzir em 42% as emissões de CO<sub>2</sub> desses edifícios, bem como os custos relacionados com a energia [23].

Esta medida, a ser implementada, contribuiria directamente para o aumento do nível de eficiência do parque habitacional e para o conforto ambiental interior dos edifícios.

### **3. CONSUMO DE RECURSOS PELO PARQUE EDIFICADO**

#### **3.1 ENQUADRAMENTO**

O desafio para o século XXI será atingir o desenvolvimento sustentável mantendo os níveis de qualidade de vida de uma população crescente e com maiores expectativas para o seu bem-estar. Subjacente a este, a necessidade de abastecimento suficiente de energia e outros recursos de um modo sustentável é outro dos grandes objectivos.

É imperativo que os governos de todo o mundo continuem as políticas ambientais e energéticas já implementadas e, principalmente, que as tornem mais exigentes. Apenas desta forma será possível atingir os objectivos de minimização de emissões de gases que contribuem para o efeito de estufa, diminuição da poluição atmosférica e de redução significativa dos impactos adversos sobre o ambiente, que actualmente presenciamos.

Como referido anteriormente, o sector residencial consome uma parcela de energia significativa, sendo, portanto, um dos principais geradores de gases que contribuem para o efeito de estufa.

No Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas (IPCC) [24], publicado em 2007, é salientado que uma das principais áreas com maior potencial económico para as reduções é o consumo de energia em edifícios.

Outro recurso fundamental utilizado no sector doméstico é a água. O reconhecimento da água como um recurso natural escasso, dos mais importantes para a vida e para o meio urbano, leva à necessidade de que a sua utilização se torne mais sustentável e eficiente.

Tendo em conta que a problemática da escassez de água, a nível mundial, é objecto de debate há vários anos, é possível no momento observar alguns resultados dos esforços aplicados pelos governos. Em alguns países europeus é notável um aumento da eficiência no consumo de água. Este aumento de eficiência deve-se sobretudo a subidas de preços e à implementação de medidas de poupança de água. No entanto, a utilização deste recurso pode ainda ser mais eficiente. Segundo um estudo referido pela Comissão Europeia sobre Seca e Escassez de Água, o potencial de poupança de água na União Europeia é de, aproximadamente, 40% [25] [26].

Neste contexto, é importante avaliar, com maior detalhe, os consumos energéticos e hídricos do sector doméstico, com o propósito de compreender em que aspectos uma

construção mais sustentável de edifícios poderia alterar estes consumos e, assim, diminuir a contribuição deste sector para emissão de gases poluentes e resolver, em parte, o problema da escassez de água.

Além dos recursos consumidos pelo sector doméstico, previamente referidos, é relevante analisar ainda os recursos utilizados directamente na construção e reabilitação do parque edificado.

Entre a vasta gama de materiais de construção disponíveis é importante aferir que energia é utilizada na sua extracção, processamento, armazenamento, transporte para o local de construção, montagem e construção em obra, bem como a sua futura reciclagem e reutilização, efeitos nas condições de conforto ambiental no interior dos edifícios e impacte sobre o ambiente.

Por estas razões, é na fase de projecto e construção que deverão ser tomadas as decisões que tenderão a diminuir os impactes produzidos durante as fases de construção e de utilização dos edifícios, tornando-os, através de medidas acertadas, mais sustentáveis.

### **3.2 CONSUMO DE ENERGIA**

O desafio climático surgiu como o principal pilar das políticas da União Europeia destinadas a acelerar a transição para a sustentabilidade energética. Como líder mundial em energia e em políticas climáticas, a União Europeia enfrenta um duplo desafio. Se por um lado é necessário estimular os mercados globais e a competitividade energética, por outro é imperativo que estes sigam um caminho rumo a um futuro energético sustentável [27].

Para atingir estes objectivos, é dado especial ênfase à legislação recentemente promulgada e às propostas para tornar a energia europeia mais segura, competitiva e sustentável.

Nos últimos 15 anos assistiu-se a enormes mudanças na estrutura do sistema energético na União Europeia, sendo algumas tendências observadas dignas de referência. Uma delas, bastante significativa, é a diminuição da intensidade energética nos últimos anos. Contudo, com se pode observar através do Quadro 3.1, o sector dos transportes e o sector industrial não diminuíram o seu consumo energético, evidenciando, assim, que a tendência é uma economia cada vez mais orientada para os sectores de serviços e famílias [27].

Quadro 3.1 – Consumo de energia, por sector e famílias [28]

Consumo de Energia (1.000 toe*) – UE-27		
Sector	2006	2007
Indústria	319494	322846
Transportes	371144	377249
Famílias	304688	284553
Agricultura	28345	27826
Serviços	136317	129985
Outros sectores	15566	15170
<b>TOTAL</b>	<b>1175554</b>	<b>1157629</b>

\*1toe= 11634 kWh

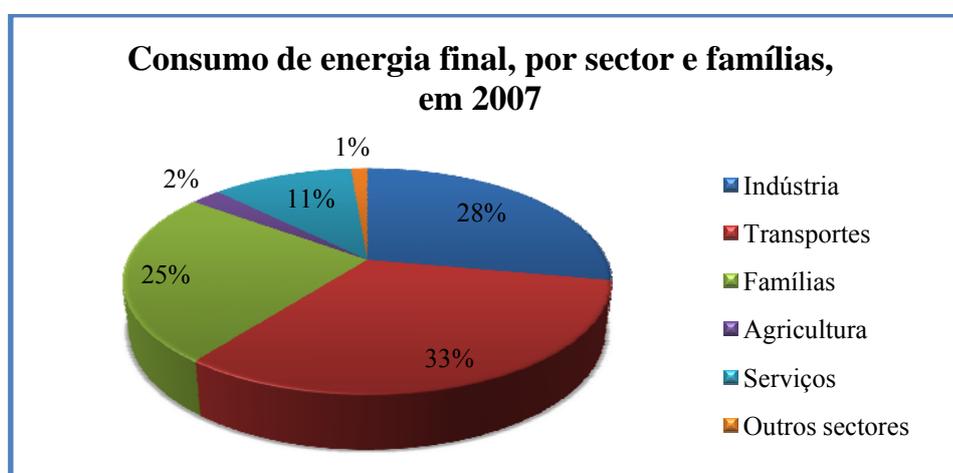


Figura 3.1 – Repartição do consumo de energia, por sector e famílias, em 2007 – UE-27 [28]

A estratificação do consumo final de energia na União Europeia, como é apresentada na Figura 3.1, indica que o consumo energético é dominado pela indústria, pelos transportes, e pelas famílias, que em conjunto representaram 86% do total de energia consumida, em 2007.

Segundo o relatório da *Eurostat* (2009), Panorama da Energia [27], no sector industrial global os ramos da indústria de ferro e aço, a indústria de produtos químicos e a de materiais de construção representam mais de metade do consumo total deste sector. Consumindo principalmente gás natural e electricidade.

As famílias, que representam o terceiro maior sector consumidor de energia, com 25% da energia total, consomem maioritariamente gás natural e em seguida electricidade.

Em Portugal, segundo dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) [29] referentes ao ano de 2007, o consumo de energia final é dominado pelo sector dos transportes, com 36% do consumo total, seguindo-se o sector industrial, com 32,5 %, e

posteriormente o sector doméstico e de serviços, representado 17,1% e 12,3%, respectivamente.

No entanto, no relatório Contas do Ambiente de 2009 (INE) [30] são disponibilizados os valores percentuais do consumo dos principais produtos energéticos por ramo de actividade e famílias (Quadro 3.2), que neste caso são analisados com maior detalhe, sendo possível concluir que as famílias consomem afinal uma grande parte de energia total, 24%, servindo-se sobretudo de gasolina (73,2%), gás canalizado e engarrafado (66,6%) e electricidade (26,5%).

Quadro 3.2 – Consumo nacional dos principais produtos energéticos, por ramo de actividade e famílias, em 2006 [30]

Consumo dos principais produtos energéticos, por ramo de actividade e famílias, em 2006 (%)									
Descrição	Carvão	Gás Natural	Biomassa	Gasóleo	Gasolina	Fuelóleo	GPL	Electric.	Total
Agricultura, Silvicultura e Pesca	-	0,3	0,2	10,0	0,7	0,8	1,5	2,8	<b>3,3</b>
Indústria transformadora e Extractiva	4,3	39,2	56,3	5,2	1,9	53,8	19,7	31,5	<b>31,2</b>
Electricidade, Gás e Água	95,7	50,6	0,5	0,9	0,1	32,9	-	5,8	<b>10,7</b>
Construção	-	0,5	0,3	13,8	1,7	1,3	1,0	1,4	<b>4,2</b>
Comércio, Hotéis e Restaurantes	-	2,6	0,2	10,0	0,8	-	7,3	11,6	<b>5,6</b>
Transportes, Armazenagem e Comunicações	-	0,3	0,6	27,0	2,2	7,6	-	3,8	<b>11,3</b>
Restantes Serviços	-	1,6	0,4	15,0	19,4	3,6	3,9	16,6	<b>9,7</b>
Famílias	-	4,9	41,5	18,1	73,2	-	66,6	26,5	<b>24,0</b>

Seguidamente, é analisada a utilização de GPL e electricidade, uma vez que seria nestes casos mais significativa a redução de consumos, caso a construção e reabilitação tradicional fossem alteradas para um tipo de intervenção com técnicas e conceitos mais sustentáveis.

### 3.2.1 CONSUMO DE ELECTRICIDADE

Globalmente, o consumo final de electricidade na UE-27 tem crescido rapidamente nos últimos anos. Este consumo é dominado pelo sector industrial, o qual representava, em 2007, 40% do consumo total. Seguem-se as famílias que consomem 28% da energia eléctrica e o sector de serviços que representa 29% (Figura 3.2) [31].

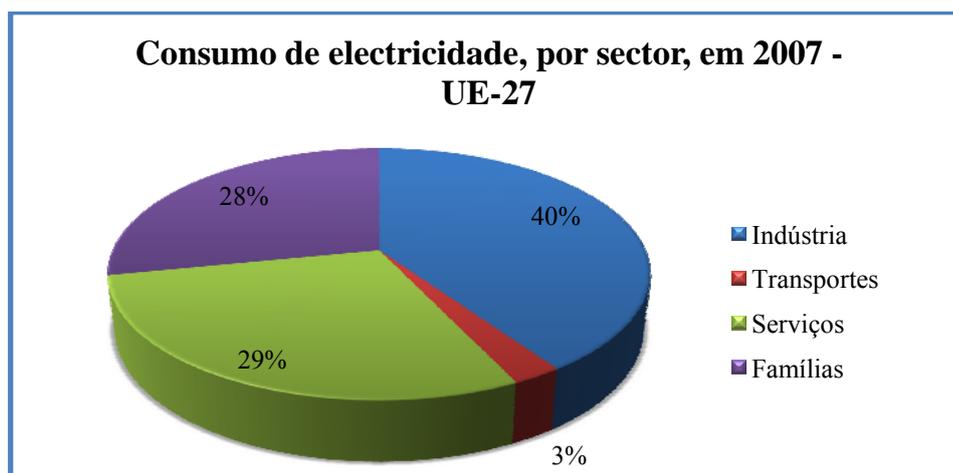


Figura 3.2 – Repartição do consumo de electricidade da UE-27, por sector e famílias, em 2007 [31]

O sector doméstico, a par com o sector de serviços, consome uma percentagem bastante significativa de recurso. Em ambos os sectores os consumos eléctricos acontecem maioritariamente dentro de edifícios, em iluminação, aquecimento, arrefecimento e para manutenção do funcionamento de todos os equipamentos necessários para o quotidiano destes sectores.

Analisando apenas o sector doméstico é de notar o facto de o consumo de energia eléctrica residencial ter aumentado até 2006, sofrendo em 2007 uma pequena diminuição (Quadro 3.3 e Figura 3.3).

Quadro 3.3 – Consumo de electricidade na UE -27, no sector doméstico [28]

Sector Doméstico	Ano	Consumo (GWh)
	1999	707.523
	2000	710.907
	2001	735.155,6
	2002	738.505
	2003	770.836,4
	2004	784.164,4
	2005	795.038,4
	2006	806.528,9
	2007	800.725,5

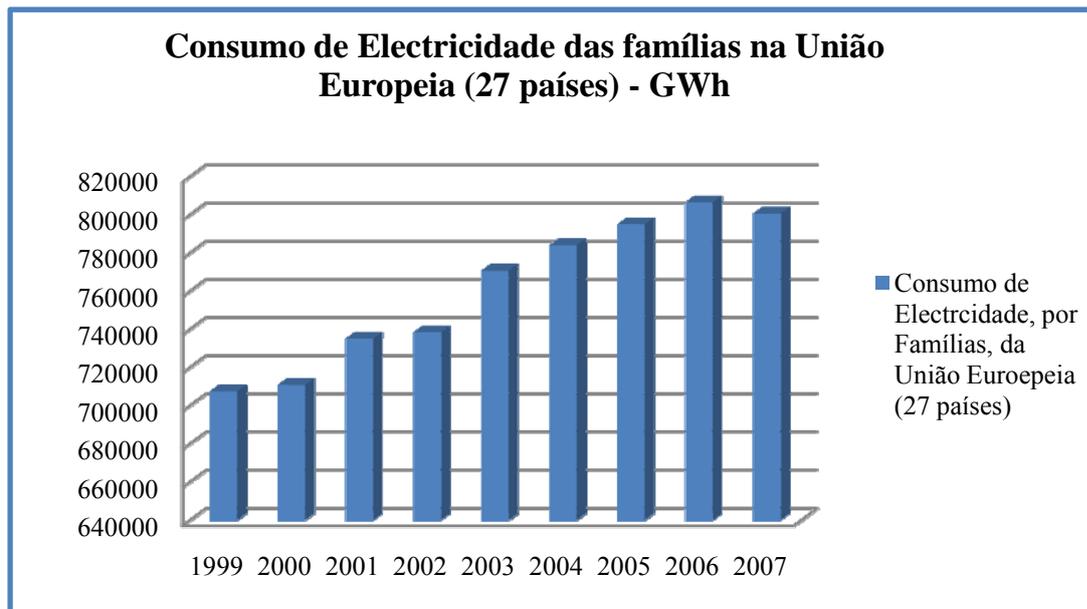


Figura 3.3 – Consumo de electricidade das famílias na UE-27 (baseado em [28])

Como se pode verificar com base no Quadro 3.3, o consumo das famílias foi aumentando, em média, cerca de 1,85% ao ano, até 2006, sofrendo um decréscimo de 0,7% no último ano de recolha e disponibilização de dados (2006-2007). Esta diminuição do consumo de electricidade deveu-se, sobretudo, à implementação de legislação e a incentivos para a alteração dos hábitos quotidianos das famílias.

Em 2004, foi realizado um estudo pelo Instituto do Ambiente e Sustentabilidade (IES – Institute for Environment and Sustainability) em conjunto com a Agência Internacional da Energia (IEA) com o objectivo de compreender como era utilizada a electricidade pelo sector doméstico.

Após a conclusão do mesmo, foi possível concluir que as famílias dos 15 países da União Europeia (EU-15), em média, consumiam energia eléctrica sobretudo em aquecimento do ambiente interior (26%), seguindo-se os consumos em frigoríficos e arcas (15%) e em iluminação (12%), como se pode observar na Figura 3.4 [32].

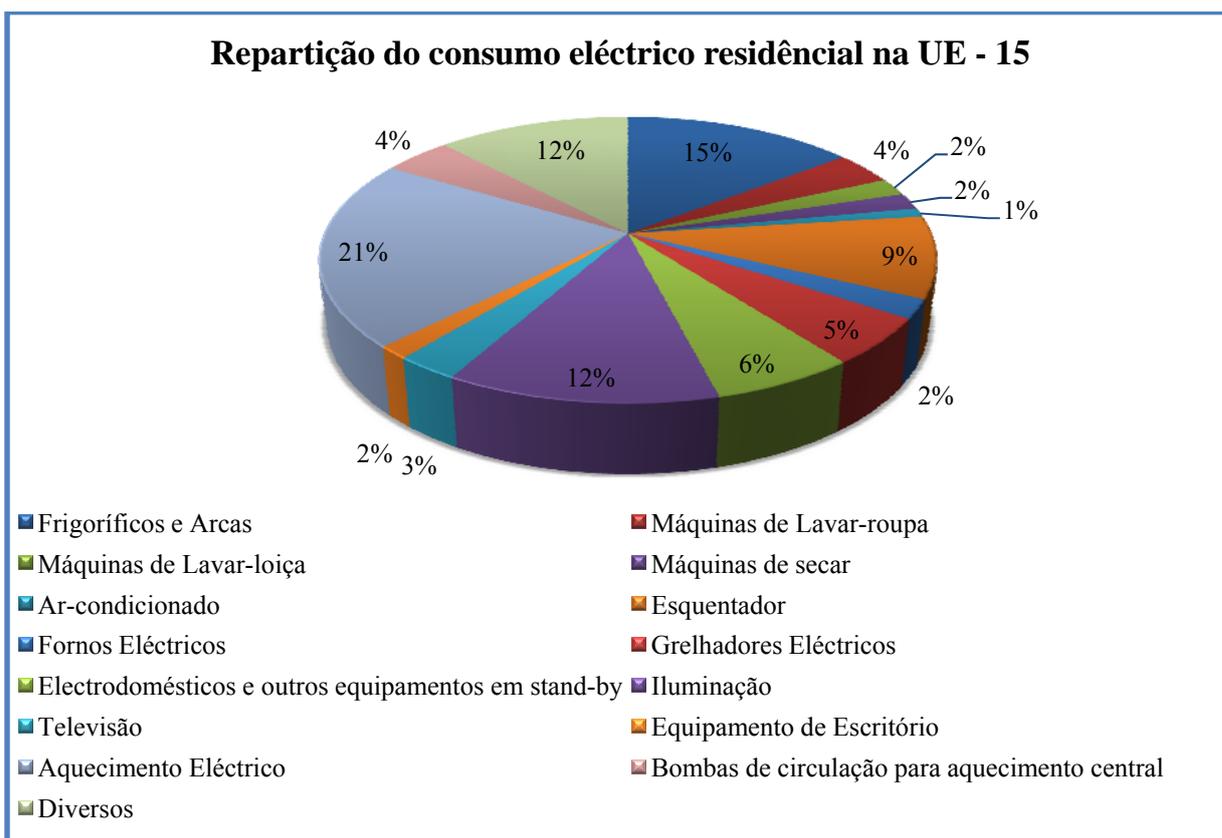


Figura 3.4 – Repartição de consumo eléctrico residencial na UE-15 [32]

Os consumos em aquecimento e iluminação têm grande potencial de redução, como referido, pois estão intimamente relacionados com as soluções construtivas adoptadas na construção ou reabilitação do próprio edifício e não apenas com os hábitos dos utilizadores.

Em Portugal, tal como acontece na União Europeia, o consumo de energia eléctrica total tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos.

Segundo dados estatísticos disponibilizados pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) [33] conclui-se que, em 2007, o sector com maiores consumos de energia eléctrica é a Indústria, com 34% do consumo total. Seguem-se os sectores de Serviços e Comércio, Hotéis e Restauração que em conjunto consomem 32% da electricidade, seguindo-se, também com elevado destaque, o sector Residencial com 28% dos consumos totais, estando, portanto, ao mesmo nível que a União Europeia (Figura 3.5).

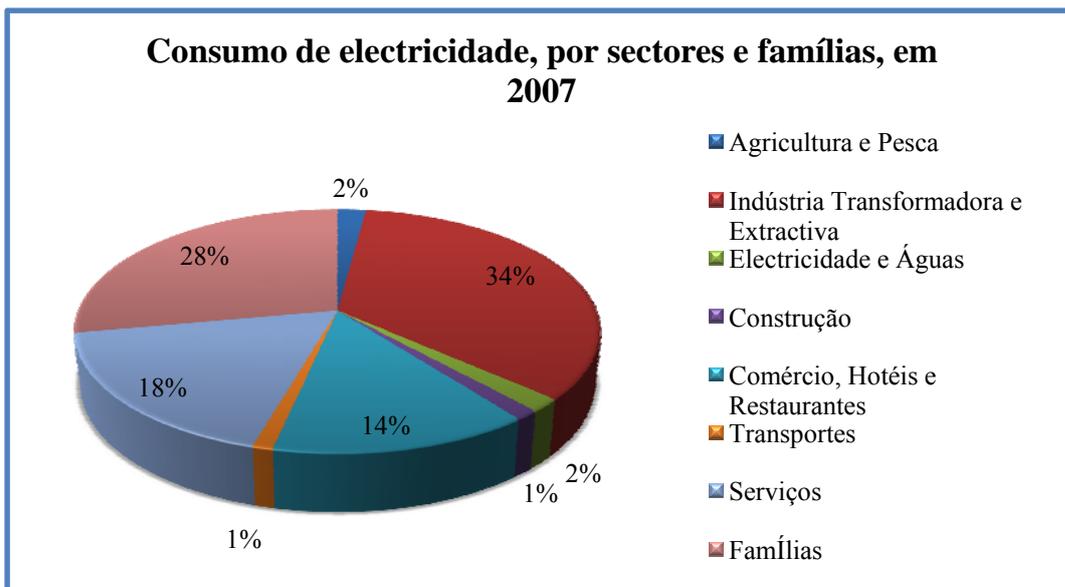


Figura 3.5 – Repartição do consumo nacional de electricidade por sectores e famílias, em 2007 [33]

Pode-se, então, verificar que, embora não seja o maior consumidor, o sector residencial tem consumos significativos de electricidade. A utilização deste tipo de energia pelo sector doméstico tem vindo a aumentar consideravelmente, como se pode verificar através da figura que se segue. Entre 1999 e 2007 o aumento de consumo foi de 38,5%.

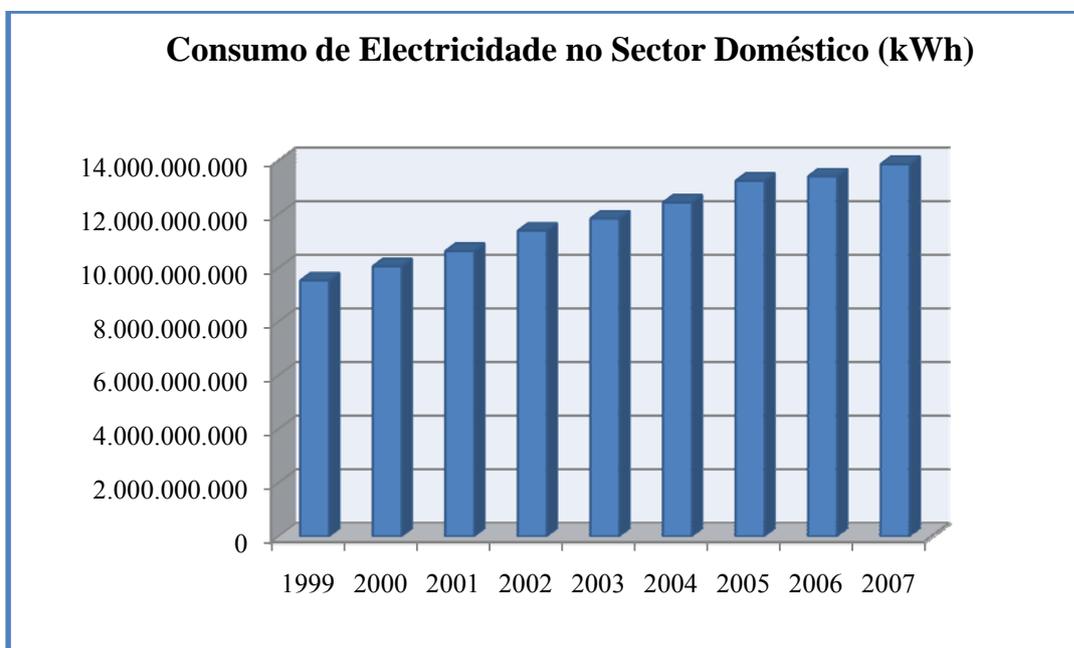


Figura 3.6 – Consumo de electricidade pelo sector doméstico em Portugal [33]

O que se pode também constatar, ao comparar estes resultados com a média da União Europeia, é que em Portugal além de não ter havido qualquer diminuição no consumo de

energia eléctrica no último ano (2006-2007), até 2006 o crescimento de consumo anual deste recurso foi, em média, de 4,8%, aproximadamente três vezes superior ao crescimento anual verificado na União Europeia (UE).

Relativamente à repartição de consumo de electricidade no sector doméstico português, a informação existente sobre a utilização da energia eléctrica dentro de uma habitação foi obtida através de um estudo efectuado pela QUERCUS, Associação Nacional da Conservação da Natureza, o Programa EcoFamílias. O qual foi desenvolvido no âmbito do projecto EcoCasa. Este programa baseou-se no acompanhamento de 30 famílias – as EcoFamílias, residentes nos concelhos de Lisboa, Oeiras e Sintra, durante um período entre Outubro de 2005 e Janeiro de 2007.

A avaliação do comportamento energético das EcoFamílias foi efectuada através da medição real dos consumos de electrodomésticos e outros equipamentos, bem como dos hábitos de utilização dos mesmos.

Na Figura 3.7 apresenta-se a repartição dos consumos de electricidade dos equipamentos medidos. No caso da iluminação, o valor apresentado foi calculado através da potência e tempo de utilização das lâmpadas referido pelas famílias, por não ter sido possível a sua medição. Os equipamentos não medidos incluem aparelhos de ar condicionado, electrodomésticos encastrados e pequenos electrodomésticos.

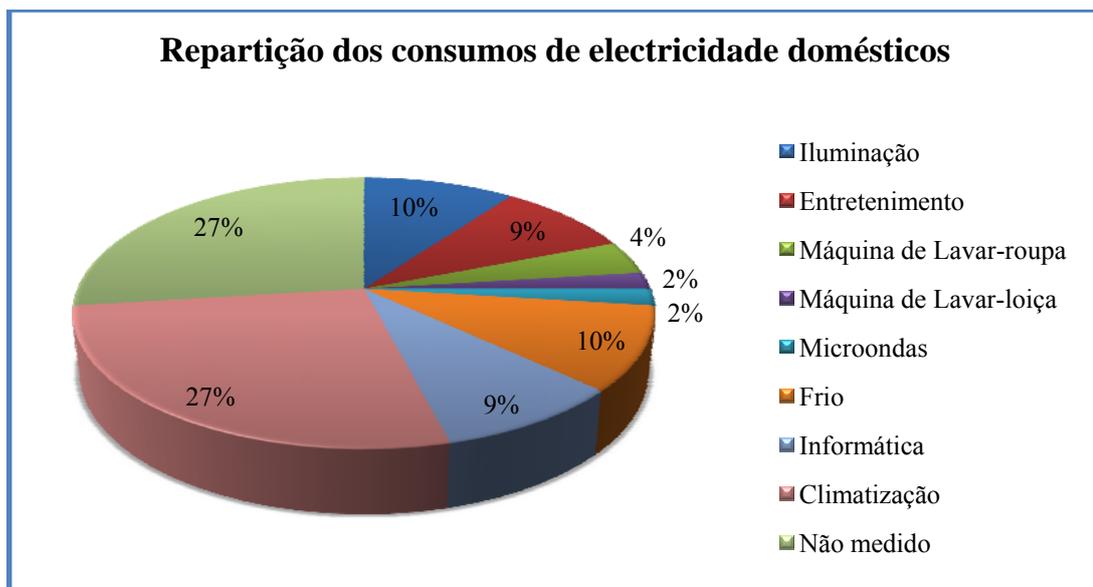


Figura 3.7 – Repartição dos consumos de electricidade domésticos-30 EcoFamílias [34]

Observando o gráfico da Figura 3.7 pode verificar-se que os equipamentos de climatização (aquecedores e desumidificadores) medidos representam a maior fatia de consumo, a par dos equipamentos não medidos.

Todavia, durante o ano de 2007, este estudo foi alargado, contando agora com 225 EcoFamílias espalhadas por todo o país (abrangendo as várias zonas climáticas).

Foram realizadas algumas alterações em relação ao estudo anterior, agora, além da iluminação, os valores da climatização também foram calculados, através da potência e tempo de utilização referido pelas famílias.

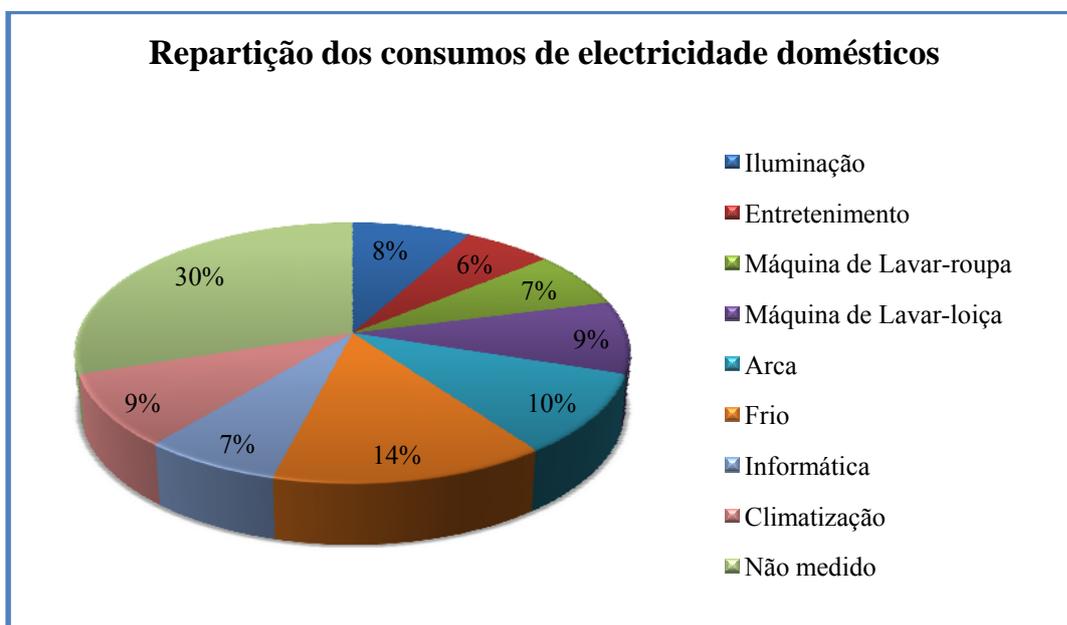


Figura 3.8 – Repartição dos consumos de electricidade domésticos-225 EcoFamílias [35]

Após análise dos resultados (Figura 3.8), denotam-se algumas variâncias ao comparar ambos os estudos. Neste último, os equipamentos de frio (frigoríficos/combinados e arcas) representam a maior fatia do consumo global (24%). As máquinas de lavar loiça e roupa representam 16% do consumo total. Os equipamentos não medidos, que incluem aparelhos de ar condicionado, electrodomésticos encastrados, equipamentos eléctricos de aquecimento de águas sanitárias e pequenos electrodomésticos, representam a maior percentagem de consumo (30%) [35].

Dos dois estudos realizados pela QUERCUS é importante destacar o facto de quando a electricidade consumida para climatização foi medida pelas equipas de investigação o valor obtido foi muito superior, comparando-o quando este foi apenas calculado tendo em conta a

informação dada pelos utilizadores, logo considera-se que a primeira percentagem é a mais próxima da realidade, tendo como base também o consumo médio europeu.

Desta repartição de consumos estudada, verifica-se que as famílias portuguesas consomem sobretudo electricidade em aquecimento, em equipamentos de frio e uma grande parte em equipamentos que não foram medidos, que correspondem a ar-condicionado e a pequenos electrodomésticos.

Não existe informação quantitativa relativamente à contribuição dos equipamentos de ar-condicionado para os 30% de consumo de energia eléctrica correspondente aos equipamentos não medidos, contudo avaliando a necessidade de climatização deste sector existe uma grande probabilidade desta percentagem ser relevante.

Como tal, se na concepção dos edifícios não forem considerados princípios ou regras que impulsionem e promovam a utilização racional de energia, o crescimento das exigências ao nível de conforto ambiental no interior dos edifícios terão como resultado o continuo aumento dos consumos globais do sector e, conseqüentemente, o aumento do seu impacte ambiental, uma vez que estas exigências só poderão ser satisfeitas com o recurso a equipamentos de climatização adicionais.

### **3.2.2 CONSUMO DE GÁS NATURAL E GPL**

O consumo de gás, na União Europeia, é significativo apenas no sector industrial, no sector doméstico e no sector de serviços.

Os sectores doméstico e de serviços são os que mais utilizam o gás natural, representando 64% do consumo total deste recurso na União Europeia. O sector industrial consome os restantes 36% [31].

Como se observou anteriormente, a nível nacional, 67% do GPL consumido, em 2006, foi utilizado pelo sector doméstico. Quanto ao gás natural, segundo dados estatísticos da DGEG [33], embora este tipo de fonte energética não seja ainda significativamente utilizado, o seu consumo está a aumentar desde 1999 (Figura 3.9 e Quadro 3.4).

O consumo de GPL (gás canalizado e engarrafado) encontra-se, por sua vez, a diminuir, como se pode observar no quadro que se segue (Quadro 3.4).

Quadro 3.4 – Consumo nacional de gás natural e GPL no sector residencial [33] e [30]

Consumo de Gás natural e GPL (Gás butano) para uso doméstico (GJ)				
	1999	2000	2001	2002
GPL	33 056 828,5	34 036 476,6	31 296 374	31 283 263,4
Gás Natural	1 360 508,4	2 883 241,4	4 450 417,6	5 568 369,2
	2003	2004	2005	2006
GPL	30 283 823	29 732 364, 2	29 118 871,5	26 957 638,6
Gás Natural	6 640 770,9	6 880 762,3	7 581 594,3	7 688 056,6

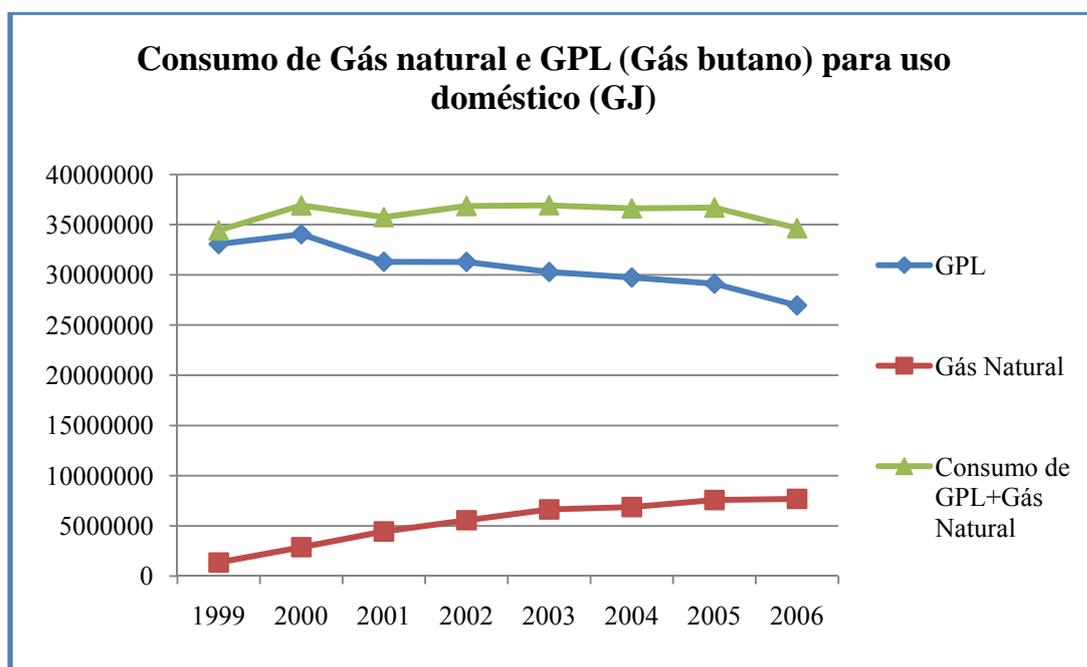


Figura 3.9 – Consumo nacional de gás natural e GPL pelo sector residencial

Globalmente, a nível nacional, o consumo de gás não tem nenhuma tendência constante que aponte para um aumento ou descida do consumo, contudo pode-se considerar estes consumos elevados, tendo em conta a possibilidade de utilização de energias renováveis.

O gás, no sector doméstico, é utilizado maioritariamente para aquecimento de águas e para actividades relacionadas com a cozinha. Como tal, é importante referir que a utilização de fontes de energias renováveis para aquecimento de águas pode ser uma solução para a redução do consumo de gás neste sector.

### 3.3 CONSUMO DE ÁGUA

A nível europeu, segundo a Agência Europeia do Ambiente (EEA - European Environment Agency) [36], 44% da água captada é utilizada na produção de energia eléctrica, 24% na agricultura, 21% no abastecimento público de água e 11% na indústria. Não obstante, estes valores não são válidos para todos os países da Europa, por exemplo, em alguns países do sul da Europa a agricultura utiliza mais de 60% da água captada.

Embora a água captada para abastecimento público não inclua apenas o fornecimento para o sector residencial, incluindo também o abastecimento de água para pequenas empresas, hotéis, escritórios, hospitais e escolas, as famílias consomem entre 60 a 80% do abastecimento público de água em toda a Europa [36].

O relatório anual da Associação Europeia da Água – EWA, de 2005, aponta que a média nacional, *per capita*, de abastecimento público de água varia significativamente entre os vários países europeus, como se pode observar na figura que se segue.

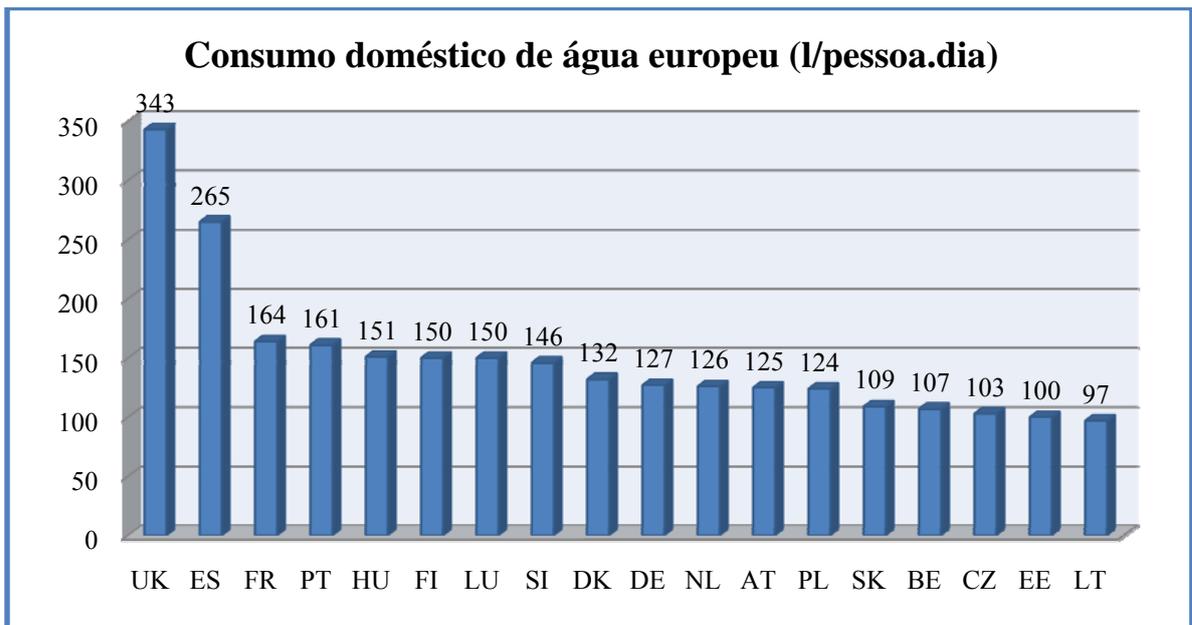


Figura 3.10 – Consumo doméstico de água na Europa (litros por pessoas e dia) [37] e [38]

A Figura 3.10 mostra que o consumo médio de água por pessoa é mais elevado no Reino Unido, Espanha, seguindo-se França e Portugal.

Na Europa, a proporção da água captada para uso urbano varia de cerca de 6,5% na Alemanha, para mais de 50% no Reino Unido. A distribuição e densidade da população são factores-chave que influenciam a disponibilidade de água. Uma elevada a concentração

urbana e o conseqüente aumento da procura de água podem originar uma sobreexploração dos recursos hídricos locais [38].

A melhoria contínua do nível de vida das famílias está a mudar os padrões da procura de água. Isto reflecte-se principalmente no aumento da utilização doméstica da mesma, especialmente para uso na higiene pessoal. O resultado é que a maior parte do consumo urbano da água é para uso doméstico. As famílias utilizam água, maioritariamente, em autoclismos (33%), banhos e duchas (20-32%), e máquinas de lavar roupa e louça (15%). A proporção de água usada para cozinhar e beber (3%) é mínima, comparada com os outros usos [38].

Em Portugal, tal como referido atrás, a maioria da água captada é utilizada pela agricultura. Segundo dados estatísticos do INE o total de água captada, em 2005, foi de 7.365,8 milhões de metros cúbicos, dos quais 61,1% da mesma foi captada para utilização agrícola, 23,3% para utilização industrial e 15,1% para sistemas de abastecimento de água [30].

Segundo os dados estatísticos recolhidos pelo Instituto da Água – INSAAR [39], o consumo de água pelo sector doméstico, em 2005, representava 86% do consumo total da água distribuída pelos sistemas de abastecimento. Em 2007, esta percentagem diminuiu ligeiramente, passando neste ano a representar 83,1% (Figura 3.11). Demonstrando que a utilização de água deste sector, em Portugal, é superior à média europeia (60-80%).

Quadro 3.5 – Consumo nacional de água da rede de distribuição, por sector [39]

Consumo de água da Rede de distribuição, por sector (INSAAR)			
Descrição - Sector	Volume de água (m <sup>3</sup> )		
	2005	2006	2007
Doméstico	479659614	497001835	547216629
Agropecuária	1130420	1234487	889650
Indústria	8120000	7806490	7509440
Serviços	27119000	41978462	9082663
Outros	43603000	26083832	94106414

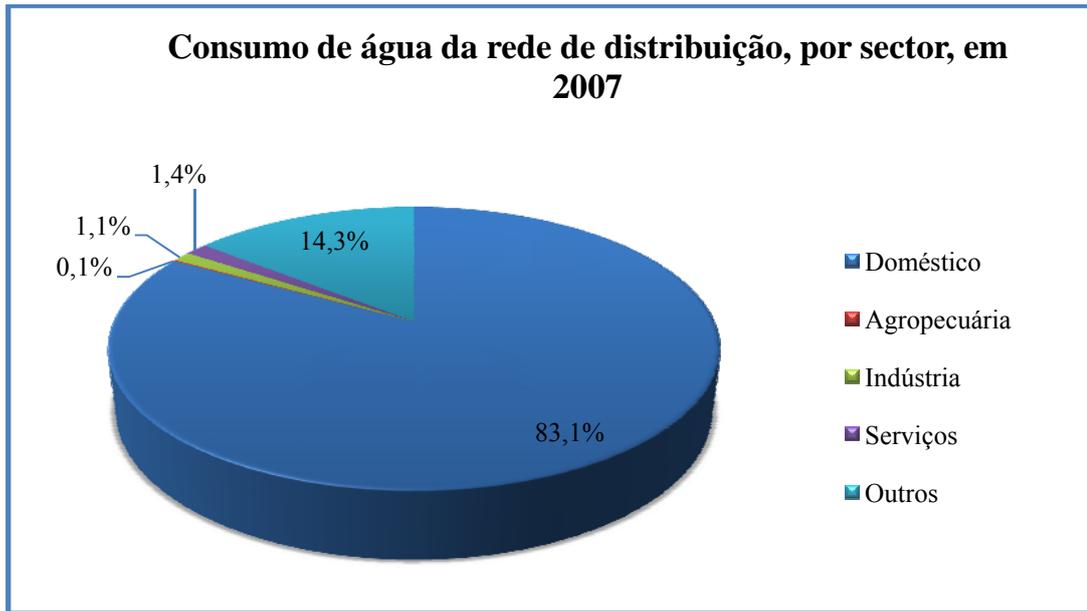


Figura 3.11 – Consumo nacional de água da rede de distribuição, por sector, em 2007 [39]

No entanto, embora a repartição de consumo de água por sectores mostre um leve decréscimo no sector residencial, entre o ano de 2006 e 2007, a utilização de água pelas famílias, aumentou cerca de 10% (Quadro 3.5). O motivo para este acréscimo no consumo é o mesmo que foi mencionado anteriormente, os padrões de vida têm vindo a evoluir e as famílias aumentaram o seu conforto e higiene pessoal.

Sendo o sector residencial o que mais consome água da rede pública é importante analisar e compreender em que actividades é utilizada em maior quantidade numa habitação. Contudo, existe uma grande falta de estudos actualizados e representativos, a nível nacional, de caracterização quantitativa do consumo doméstico.

Em resultado de um estudo, com uma amostra limitada, apresentado por Vieira *et al.* (2002) estimaram-se as estruturas de consumo médias que constam nas figuras seguintes, incluindo usos exteriores ou apenas interiores [40].

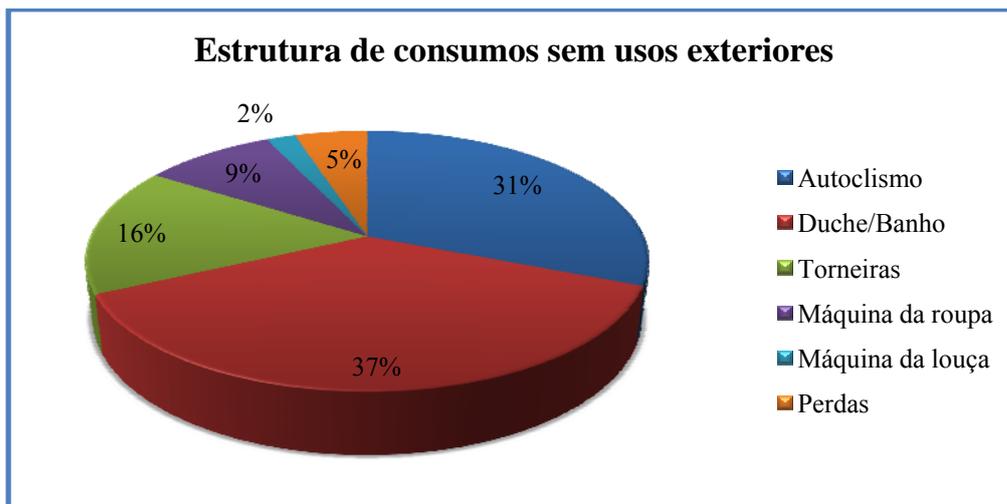


Figura 3.12 – Repartição de consumo de água numa habitação sem utilização em exteriores [40]

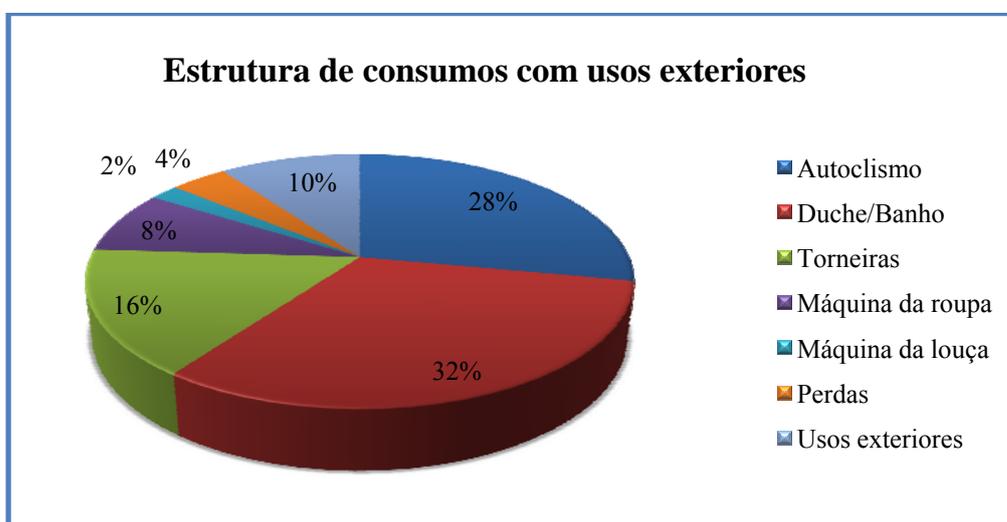


Figura 3.13 – Repartição de consumo de água numa habitação com utilização em exteriores [40]

Ao analisar as Figura 3.12 e Figura 3.13 verifica-se a predominância da utilização de água nas casas de banho, sendo que a descarga de autoclismos representa 28% e os duches/banhos 32% do consumo total numa habitação.

Estima-se que, em média, as torneiras representem 16% do consumo total e as máquinas de lavagem de roupa e loiça tenham associado um consumo de aproximadamente 10% do total.

As parcelas de usos exteriores (10%) e de perdas a jusante dos contadores (4%) (torneiras ou chuveiros que pingam ou autoclismos com vedação imperfeita) podem apresentar valores muito diferentes do considerado nesta estrutura de consumos. Ao contrário dos usos interiores, a componente exterior do consumo de água depende significativamente da

tipologia da habitação, da região em que esta se localiza, do respectivo clima e da estação do ano. Em relação às perdas, há ainda que considerar que estas podem ser extremamente variáveis de caso para caso, e que podem ocorrer nas redes prediais, no interior ou exterior da habitação, bem como nos dispositivos e equipamentos [40].

Através deste estudo concluiu-se que a utilização de água numa habitação é extremamente elevada relativamente ao que é necessário para atingir os níveis de conforto desejados, uma vez que em alguns equipamentos e actividades não é necessária a utilização de água potável, como é o caso de autoclismos e lavagens exteriores. Compreende-se, então, que a reutilização de águas pluviais ou de lavagens pode representar uma poupança bastante significativa do consumo de água potável numa habitação.

### **3.4 CONSUMO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**

Além do elevado consumo de energia que actualmente é praticado nos edifícios de habitação, motivado muitas vezes pelas fracas tecnologias construtivas adoptadas, a própria construção é uma das actividades com maior impacte ambiental. Esse impacte está, principalmente, associado à construção nova, resultado do consumo de enormes quantidades de recursos, matérias-primas e energia.

O sector da construção consome aproximadamente 30% dos recursos naturais utilizados, tendo por isso uma enorme responsabilidade pela dissipação desses recursos e, por conseguinte, pela degradação do ambiente (emissões de CO<sub>2</sub> e produção de resíduos) [11].

Segundo dados do *Worldwatch Institute*, a construção de edifícios consome 40% da pedra, areia e brita, 25% da madeira e 16% da água usada anualmente no mundo (Arena e Rosa, 2003, citado por Dimoudi e Tompa, 2008) [41].

Não é apenas o peso dos materiais incorporados nas edificações que os diversos intervenientes, numa fase de projecto, devem ter em conta. A energia proveniente de fontes não renováveis consumida na sua extracção, processamento, transporte e aplicação em obra poderá ser bastante significativa para ser negligenciada.

Segundo Berge (2000) [42], a quantidade de energia que é utilizada na produção de materiais de construção varia entre 6 a 20 por cento do consumo total de energia num edifício durante 50 anos de utilização, dependendo do tipo de soluções construtivas adoptadas, do

clima, hábitos de utilização, entre outros, como tal esta parcela de energia não deve ser desprezada durante as diversas fases de uma construção.

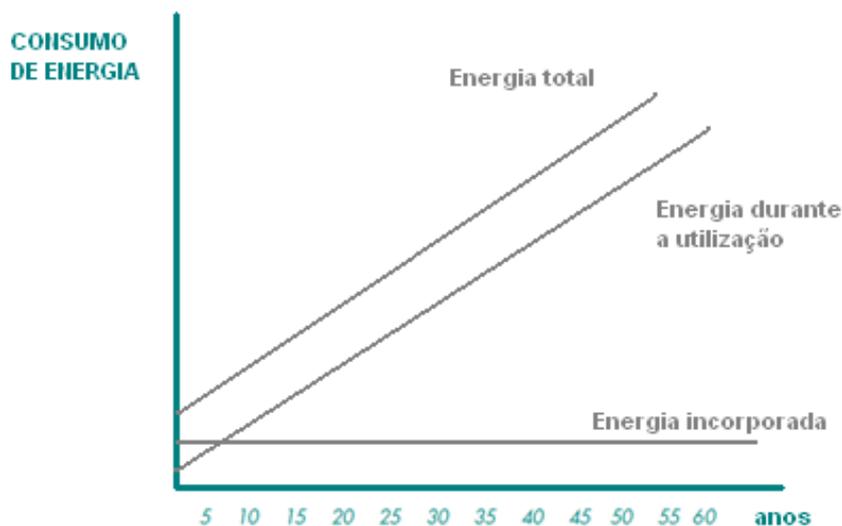


Figura 3.14 – Consumo de energia numa típica habitação de 3 assoalhadas [43]

A Figura 3.14 ilustra essa percentagem. No entanto, a conclusão que se retira a partir deste exemplo é que para minimizar o consumo de energia ao longo da vida útil de um edifício é mais eficaz reduzir a energia consumida durante a sua utilização que reduzir a energia incorporada dos materiais. Ainda assim, vale a pena reduzir a energia incorporada, quando esta pode ser conseguida sem comprometer o desempenho do edifício, normas ou incorrer em outros impactes ambientais adversos.

Outros factores que não podem ser descurados na fase de projecto são a emissão de gases poluentes, o potencial de reciclagem ou reutilização dos materiais adoptados e o impacte que estes podem ter na saúde dos ocupantes.

### 3.4.1 ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A energia incorporada de um material de construção é considerada, idealmente, como o total de energia primária consumida ao longo do seu ciclo de vida. Considerando, para esta definição, a energia consumida na extracção de matérias-primas (incluindo combustíveis), processo de transformação, transporte, aquecimento e iluminação da fábrica, transporte para a obra, aplicação em obra, manutenção e eliminação (expressão em inglês - “Cradle-to-Grave”).

Contudo, devido às dificuldades de determinação de algumas destas variáveis, é frequente avaliar a energia incorporada nos materiais desde a sua extracção até que o produto deixe a fábrica (expressão em inglês - “Gradle-to-Gate”). Isto é, a mesma definição pode, apenas, incluir a energia necessária para o fabrico dos produtos e materiais de construção, o que habitualmente é designado como o consumo de energia primária (expressão em inglês - PEC) (Figura 3.15).

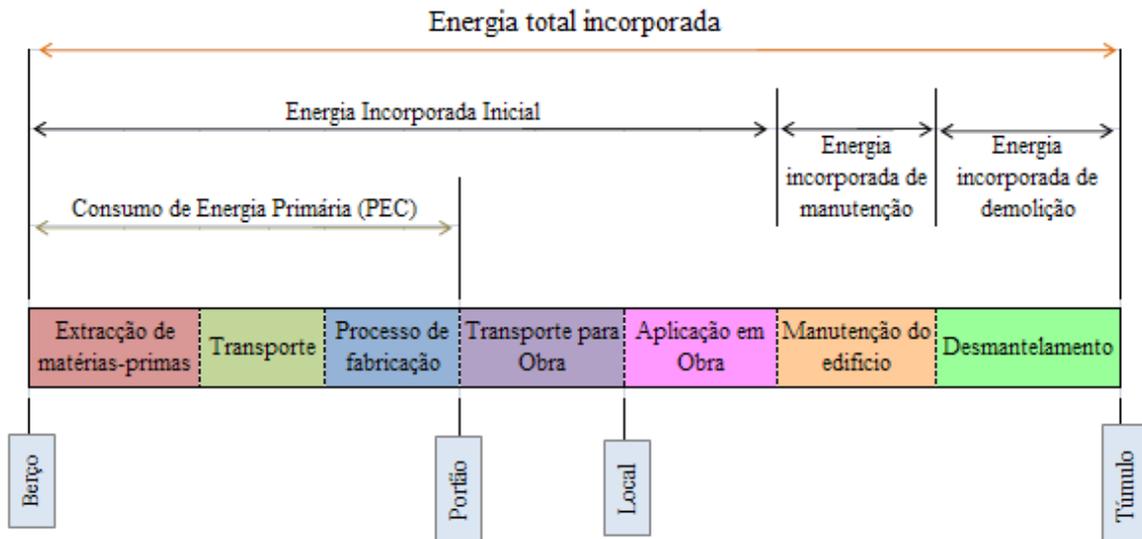
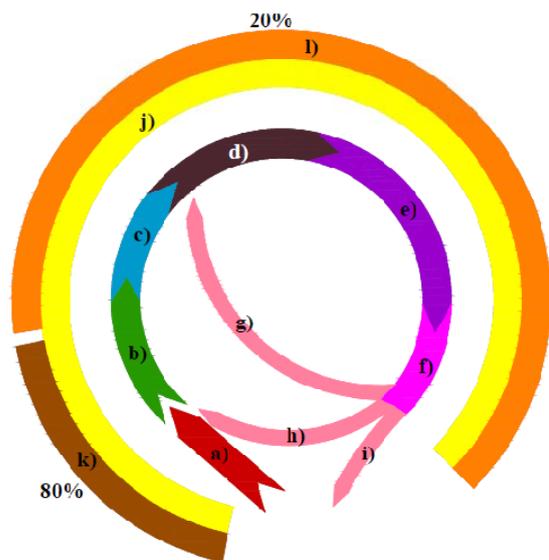


Figura 3.15 – Ciclo de vida energético dos materiais de uma edificação [44]

A energia consumida no transporte para a obra pode, também, ter um papel decisivo no balanço energético total da construção de um edifício. Um exemplo desta situação é a exportação de elementos de betão leve entre a Noruega e a Coreia, a qual consome cerca de  $10\,000\text{ MJ/m}^3$ , enquanto a produção real dos elementos exige uma energia primária de  $3500\text{ MJ/m}^3$ . Isto confirma o princípio de que materiais pesados deveriam ser utilizados localmente [42].

Ainda assim, segundo Berge (2000) [42], o consumo de energia primária (PEC) é o mais significativo e importante, pois atinge, aproximadamente, cerca de 80% do total de energia consumida com um material. Os restantes 20% de energia são consumidos no transporte dos produtos manufacturados, na sua aplicação em obra, na sua manutenção e durante a demolição, através da desmontagem e remoção dos materiais. Este último chega a representar 10% da energia consumida nesta fase (Figura 3.16).



Legenda:

- a) Extracção de matérias-primas;
- b) Fase de produção;
- c) Transporte para a obra;
- d) Aplicação em obra;
- e) Manutenção;
- f) Demolição;
- g) Reutilização;
- h) Reciclagem;
- i) Eliminação;
- j) Energia total incorporada;
- k) PEC – 80% da energia total;
- l) Energia incorporada nos materiais nas fases de transporte, construção, manutenção e demolição - 20%;

Figura 3.16 – Ciclo de vida dos materiais de construção e consumos energéticos associados [45]

A produção, manutenção e renovação dos materiais utilizados numa típica habitação de estrutura em madeira, para três pessoas, durante um período de 50 anos, requer um fornecimento de energia de aproximadamente 2000 MJ/m<sup>2</sup>. Uma moradia construída com blocos de betão leve necessita de mais de 3000 MJ/m<sup>2</sup>. Para edifícios de maior dimensão em aço ou betão, a energia necessária é de aproximadamente 2500 MJ/m<sup>2</sup> [42].

Num estudo realizado por Tavares (2006) [44], concluiu-se que, por exemplo, uma habitação multifamiliar típica com uma área total construída de 4340 m<sup>2</sup>, constituída por 8 pisos, 32 fogos, os quais com cerca de 100m<sup>2</sup> cada (T3) têm as seguintes distribuições de energia incorporada (Quadro 3.6):

Quadro 3.6 – Energia incorporada durante o ciclo de vida de em edifício.

	EE Mat. Constr.	EE Transp.	EE Desperdício	EE Transp. Desperdício	EE TOTAL da Obra	EE Manutenção 50 anos	EE TOTAL
<b>Total de EE (GJ/m<sup>2</sup>)</b>	3,85	0,26	0,68	0,11	<b>4,9</b>	<b>2,42</b>	<b>7,32</b>

Nota: EE = expressão inglesa *Embodied energy* (energia incorporada); *EE transp. desperdício* significa energia consumida durante o transporte de entulho e desperdícios materiais.

Segundo o mesmo estudo, o consumo de energia incorporada, por actividade, até ao final da obra distribui-se da seguinte forma (Figura 3.17):

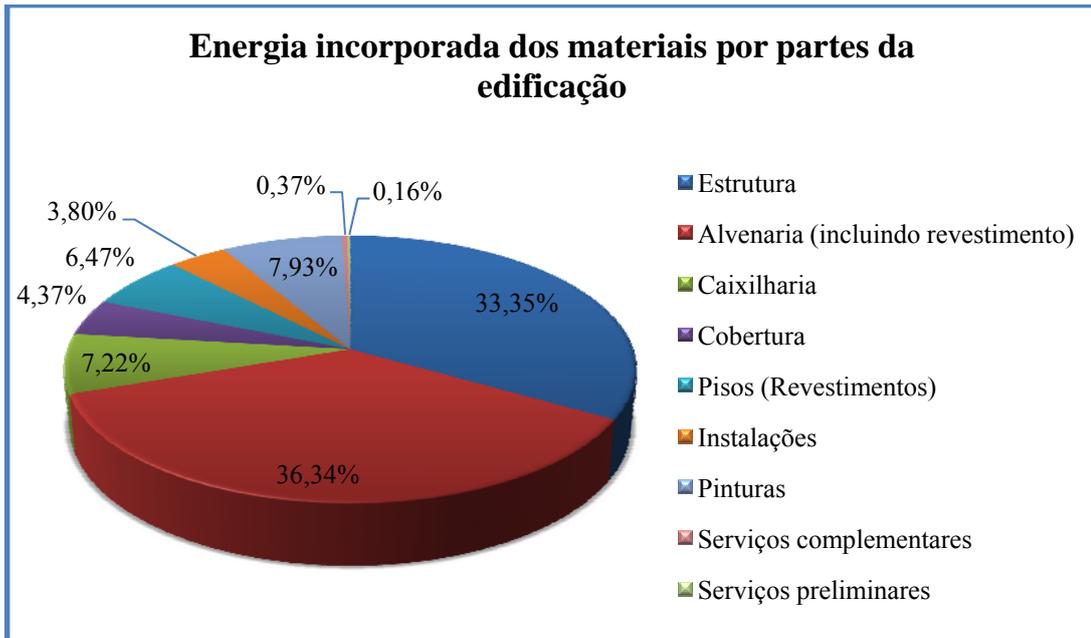


Figura 3.17 – Distribuição percentual de energia incorporada na fase de construção, por partes da edificação [44]

Ao analisar a energia incorporada por materiais de construção utilizados numa habitação deste tipo, observou-se que a quantidade total dos materiais aplicados consumiu 20.981.736,21 MJ de energia. Este consumo de energia distribuiu-se percentualmente, por tipo de materiais, da seguinte forma (Figura 3.18):

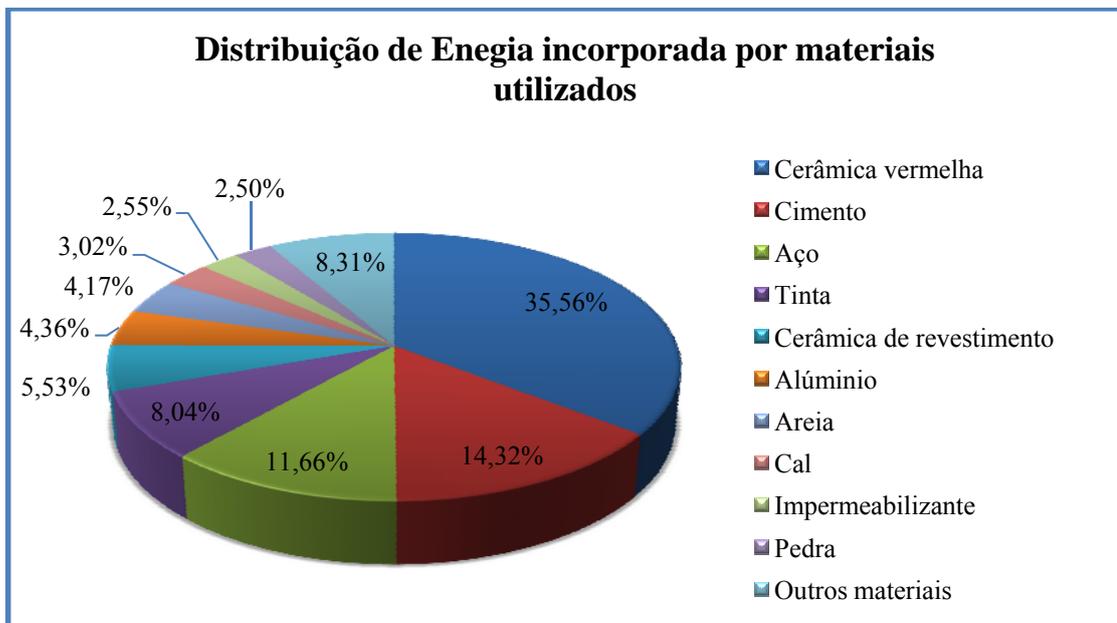


Figura 3.18 – Distribuição percentual da energia incorporada inicial nos principais materiais utilizados

[44]

Destes últimos gráficos é possível verificar que os materiais utilizados nas alvenarias e na estrutura representam mais de 60% na energia incorporada inicial de todo o edifício. Por conseguinte, revela-se a importância da reabilitação de edifícios para diminuir os consumos de energia incorporada dos materiais de construção. Se a reabilitação do parque habitacional se tornar uma prática frequente é possível reduzir grande parte da energia incorporada nas fases de construção da estrutura e alvenarias.

Conclui-se, portanto, que os consumos de energia por parte de todos os processos relacionados com os materiais de construção são elevados, não devendo por isso ser desprezados. Numa fase de projecto, a possibilidade de se optar por materiais locais, de baixa energia incorporada e com capacidade de reutilização e reciclagem deve ser prioritária.

As soluções construtivas adoptadas devem privilegiar o uso de materiais com baixo impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida e, ao mesmo tempo, devem contribuir para um bom desempenho ambiental na sua fase de utilização.

Neste contexto, segundo a AECOPS, “deve ser maximizada e otimizada a utilização de materiais naturais (que em alguns casos podem ainda não estar abrangidos pelo nosso sistema de homologação técnica), sendo o conforto ambiental uma das principais áreas de aplicação a explorar. Como exemplos de práticas a adoptar a este nível salienta-se a substituição das fibras isolantes clássicas em poliuretano por materiais como a cortiça, coco, celulose, madeira ou palha que, apesar do acréscimo de custos na fase de aplicação (20 a 30% relativamente às soluções tradicionais, em grande parte devido à inexistência de economias de escala e comercialização mais restrita), apresentam ganhos em durabilidade” [46].

No final deste capítulo encontra-se uma lista dos materiais de construção mais utilizados em Portugal e o seu respectivo consumo de energia primária, durabilidade, capacidade de reciclagem e reutilização, entre outros dados (Quadro 3.8).

### **3.4.2 IMPACTO ECOLÓGICO INCORPORADO NOS MATERIAIS**

Implícitas na quantidade da energia incorporada estão as implicações ambientais associadas à utilização exaustiva de recursos naturais, à emissão de gases de efeito de estufa, à degradação ambiental e à redução da biodiversidade. Como regra geral, a energia incorporada é um indicador razoável do impacto ambiental dos materiais de construção. Porém, os

materiais utilizados devem ser cuidadosamente ponderados em função do desempenho e durabilidade.

A indústria da construção é directa ou indirectamente responsável por uma grande quantidade de poluição ambiental.

O tipo de poluição normalmente contabilizado nos materiais de construção é a quantidade de dióxido de carbono emitido. A emissão de CO<sub>2</sub> decorre em toda a cadeia de actividades desde a extracção das matérias-primas até à sua montagem no edifício. A sua produção está associada à combustão de combustíveis fósseis que tem lugar em algumas actividades a que o material está sujeito.

Por exemplo, em 2007, foram produzidos em Portugal 8 259 324 394 kg de cimento Portland (excluindo o cimento branco), o que corresponde a um consumo de 37 992 892 212 MJ de energia e, conseqüentemente, a uma emissão de 6 855 239 247 kgCO<sub>2</sub> (de acordo com os dados do inventário de carbono e energia da Universidade de Bath de 2009 [47]).

Voltando à análise do exemplo da habitação multifamiliar referida anteriormente (caso de estudo de Tavares, 2006 [44]), o edifício com uma área total construída de 4340 m<sup>2</sup>, durante a sua construção gera 0,41 ton.CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> e durante a sua manutenção (50 anos) emite ainda 0,16 ton.CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

A selecção de materiais de construção com menor impacte ambiental pode diminuir significativamente as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Uma selecção ambientalmente mais correcta pode diminuir a emissão de dióxido de carbono em cerca de 30% [17].

No entanto, as emissões deste tipo de gás não são o único impacto sobre ambiente relacionado com os materiais, devendo ser analisados outros factores, tais como a contaminação dos cursos de água, a delapidação dos recursos naturais e outros.

Segue-se um quadro com exemplos de impactes ambientais provocados ao longo do ciclo de vida dos materiais de construção (Quadro 3.7).

Quadro 3.7 – Impactes ambientais ao longo do ciclo de vida de um edifício

Fase do Ciclo de vida	Impacte ambiental
Pré-produção (extracção de recursos)	Poluição do ar Poluição da água Danos ecológicos e paisagísticos Impactes sociais Resíduos/Desperdícios
Produção	Poluição do ar Poluição da água Resíduos/Desperdícios
Construção	Poluição do ar Poluição da água Danos ecológicos e paisagísticos Impactes sociais Resíduos/Desperdícios
Utilização e manutenção	Poluição da água Poluição do ar local Poluição do ambiente interior/problemas de saúde
Demolição	Danos ecológicos e paisagísticos Poluição do ar devido à incineração Possibilidades de reciclagem / montante efectivamente reciclado Eliminação de resíduos de demolição

Outros factores relevantes, relativamente a este aspecto, são a poluição no ambiente interior do edifício que determinados materiais podem provocar devido à sua toxicidade e a poluição que estes acarretam após a demolição do edifício.

Por exemplo, produtos fabricados através de outros já utilizados diminuem significativamente os danos ambientais. Quando os produtos “verdes”, com baixa emissão de gases poluentes e baixo consumo de energia, não poderem ser reciclados, tornam-se menos vantajosos que os materiais que são facilmente recicláveis. Como tal, a prioridade, aquando da adopção de materiais, é a capacidade de reciclagem dos mesmos.

### 3.4.3 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS MAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO PORTUGUESA

Segundo um estudo contínuo realizado pela Universidade de Bath, o qual incide na análise e estudo da energia incorporada e respectivas emissões de CO<sub>2</sub> dos diversos materiais de construção utilizados, e de acordo com os dados referidos por Berge, relativamente à quantidade de água utilizada na sua produção, bem como a sua durabilidade e capacidade de reciclagem e reutilização, foi realizado o Quadro 3.8. Este quadro é uma compilação destes dois estudos, mas apenas são referidos os materiais mais utilizados na construção portuguesa. É, ainda, referida a quantidade dos materiais produzidos em Portugal, em 2006, como forma de demonstrar a elevada energia consumida e a significativa emissão de CO<sub>2</sub>.

Quadro 3.8 – Quantidade produzida em Portugal e características ecológicas dos materiais mais utilizados na construção portuguesa [47] [48] [42]

MATERIAL	Quant. produzida em Portugal (2006)	PEC - MJ/kg	EC kgCO <sub>2</sub> /kg	Água l/kg	Durabilidade	Reutilização	Reciclagem
Agregados	76.598.267.287 kg	0,1	0,005		Alta	✓	✓
<b>Cimentos</b>							
Cimento Portland	8.259.324.394 kg	4,6	0,83				
Argamassa (1:3 – cimento: areia)	-	1,4	0,213	≈170	Média alta	-	✓
Argamassa (1:1:6 – cimento: cal: areia)	-	1,18	0,163		Média	-	✓
<b>Produtos cerâmicos</b>							
Produtos sanitários	7.566.458 un	29,0	1,48	-	-	✓	✓
Azulejos	48.916.283 m <sup>2</sup>	9,0	0,59	≈400	Muito alta	✓	✓
Telhas (argila)	188.651.418 un	6,5	0,46	≈640	Média	✓	✓
Tijolos (argila)	3.403.727 m <sup>3</sup>	3,0	0,22	≈520	Muito alta	✓	✓
<b>Betão pronto</b>							
1:1:2 - cimento: areia: brita	-	1,39	0,209		Alta	-	✓
1:2:4 - cimento: areia: brita	-	0,95	0,129				
C16/20	-	0,85	0,112				
C 20/25	-	0,95	0,128				
C 25/30	-	0,99	0,136				
C 30/37	-	1,08	0,153				
<b>Elementos pré-fabricados de betão</b>							
Blocos de 8 mpa	1.801.029.766 kg	0,60	0,061	≈190	Média	✓	✓
Blocos de 10 mpa	-	0,67	0,074			✓	✓
<b>Isolamento</b>							
Celulose	-	0,94-3,3	--	≈10	Média	-	✓
Cortiça	44.440.656 kg	4,0	0,19	≈24	Alta	✓	✓
Lã de vidro	-	28,0	1,35	≈1360	Média	-	✓
Lã de rocha	-	16,80	1,05	≈1360	Média	-	✓
Poliestireno Expandido	-	88,60	2,50	-	Média/baixa	-	✓
Espuma de Poliuretano	-	95,00	3,00	≈18900	Média/baixa	-	-
Poliestireno Extrudido	-	88,60	2,50	-	Média/baixa	-	✓/-

MATERIAL	Quant. produzida em Portugal (2006)	PEC - MJ/kg	EC kgCO <sub>2</sub> /kg	Água l/kg	Durabilidade	Reutilização	Reciclagem
<b>Outros</b>							
Cal (argamassa)	-	5,30	0,74	-	Média	-	-
Tinta - uma-de-mão (MJ/m <sup>2</sup> e kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	139.826.609 kg	10,2	0,53	-	-	-	-
Betume	-	47	0,48	-	Baixa/média	-	-
Placas de gesso	-	6,75	0,38	≈240	Média	✓	✓
Tubagens PVC	69.866.264 kg	67,5	2,50	-	Média/alta	✓	✓
<b>Selantes e adesivos</b>							
Resina epoxídica	-	139,30	5,91	-	-	-	-
Mástique selante	-	62,3-200	--	-	-	-	-
<b>Aço</b>							
Varões de aço reciclado	-	8,80	0,42	-	Alto	✓	✓
Tubagem	-	34,44	2,70	≈3400	-	✓	✓
<b>Rochas</b>							
Granito	359.183.774 kg	0,1-13,9	0,006-0,8	-	Muito alta	✓	✓
Pedra calcária	263.904.379 kg	0,3	0,017	≈50	Média	✓	✓
Mármore	572.769.663 kg	2,0	0,112	-	Muito alta	✓	✓
<b>Madeira</b>							
MDF	-	11,0	0,59	-	-	✓	✓
Contraplacado	-	15,0	0,81	-	Média/alta	✓	✓
<b>Janelas</b>							
Vidros duplos 1,2m x1,2m com caixilharia em alumínio	-	5470	279	-	-	-	✓
Vidros duplos 1,2m x1,2m com caixilharia em PVC	-	2150 a 2470	110 a 126	-	-	-	✓
Vidros duplos 1,2m x1,2m com caixilharia em madeira	-	230-490	12 a 25	-	-	-	✓
<b>Painéis Fotovoltaicos</b>							
Monocristalino	-	4750	242				
Policristalino	-	4070	208				

NOTA: Muitos dos coeficientes consagrados no inventário realizado pela Universidade de Bath foram estimados pelos autores deste relatório. Nestes casos, o carbono produzido pelas várias etapas de produção de um material foi estimado a partir do tipo de combustíveis utilizados nas indústrias britânicas.

### 3.5 CONCLUSÃO

Como se pode concluir, o sector doméstico tornou-se um dos maiores consumidores de energia e água, tanto a nível nacional como a nível europeu. Este facto deve-se, sobretudo, à necessidade de assegurar o conforto e qualidade de vida que os ocupantes procuram dentro das habitações.

O consumo de energia eléctrica tem aumentado consideravelmente nos últimos anos e, enquanto na União Europeia já houve um decréscimo entre 2006 e 2007, em Portugal, mesmo com alguns incentivos à poupança de energia, os consumos mantiveram a sua tendência de crescimento.

É possível concluir que consumos energéticos poderiam ser significativamente diminuídos caso as habitações fossem construídas com maior consideração às exigências funcionais de conforto, construindo edifícios energeticamente mais eficientes. Se assim fosse, este sector reduziria em grande parte o seu impacte ambiental, diminuiria os custos despendidos nestes recursos e aumentaria o conforto dos ocupantes, uma vez que grande parte da energia eléctrica é consumida em aquecimento, arrefecimento e iluminação.

Os consumos hídricos portugueses estão acima da média europeia, mostrando a pouca relevância que tem sido dada a esta questão. É necessário incentivar a aplicação de medidas que contribuam para a redução do consumo de água no sector doméstico. Medidas como a reutilização de águas pluviais e adopção de equipamentos com maior eficiência hídrica podem ter um impacto significativo na minimização do consumo de água dentro das habitações, visto que aproximadamente 35% da água consumida poderia ser de qualidade reduzida (autoclismos e lavagens).

Os materiais de construção constituem outro dos recursos mais utilizados no parque habitacional. A eles está associada uma quantidade de energia consumida na sua produção, transporte, aplicação, manutenção e demolição que não deve ser desprezada, bem como não devem ser as respectivas emissões de gases poluentes e outros impactes ambientais e sociais.

A reabilitação do parque habitacional pode contribuir para a redução da quantidade de recursos materiais utilizados e conseqüente impacte ecológico, sobretudo se mantiverem a estrutura e alvenarias dos edifícios, dado que estas representam a maior percentagem de energia incorporada e emissão de CO<sub>2</sub> na construção da maior parte dos edifícios habitacionais construídos em Portugal. Outra consequência positiva da reabilitação de edifícios de habitação é a diminuição de resíduos de construção e demolição, que ocupam uma área territorial significativa e degradam o ambiente, como se desenvolverá no capítulo seguinte.



## **4. PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

A produção de resíduos, bem como a extracção e fabricação de materiais, origina vários impactes ambientais. A poluição do ar, das águas superficiais e das águas subterrâneas são uma possível consequência de uma incorrecta gestão de resíduos. Os aterros ocupam espaços preciosos, e uma gestão deficiente de resíduos representa um elevado risco para a saúde pública.

O sector da construção civil é responsável por uma parte muito significativa dos resíduos produzidos, os resíduos de construção e demolição (RCD), e consequentemente pelos impactes ambientais a eles associados.

Na origem deste tipo de resíduos estão as construções de novos edificios e infra-estruturas, onde se gera uma considerável quantidade de desperdícios, bem como as reabilitações, ampliações, remodelações, as obras de demolição (com ou sem desconstrução selectiva) e até derrocadas.

### **4.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA**

Na União Europeia, de acordo com as estimativas comunitárias realizadas em 2003, a construção, renovação e demolição de edificios e infra-estruturas gera cerca de 22% do total dos resíduos produzidos, correspondendo aproximadamente a 290 milhões de toneladas por ano, uma vez que o total de produção, à data (2003), era aproximadamente 1,3 mil milhões de toneladas por ano. Dados de fontes mais actuais apontam para 100 milhões de toneladas de RCD produzidos anualmente na União Europeia [49].

Face ao tipo de actividade que está na origem deste fluxo de resíduos, no espaço europeu, a construção nova contribui com 10 a 20% do total de RCD produzidos, a remodelação, ampliação e reabilitação contribuem com 30 a 40% e as demolições geram entre 40 a 50% do total dos resíduos de construção e demolição [50].

Segundo a Agência Europeia do Ambiente [51], os resíduos de construção e demolição, a nível europeu, são bastante heterogéneos e compostos maioritariamente por betão e produtos cerâmicos (75%). Na Figura 4.1 é apresentada a distribuição percentual de materiais de construção que compõem os RCD europeus.

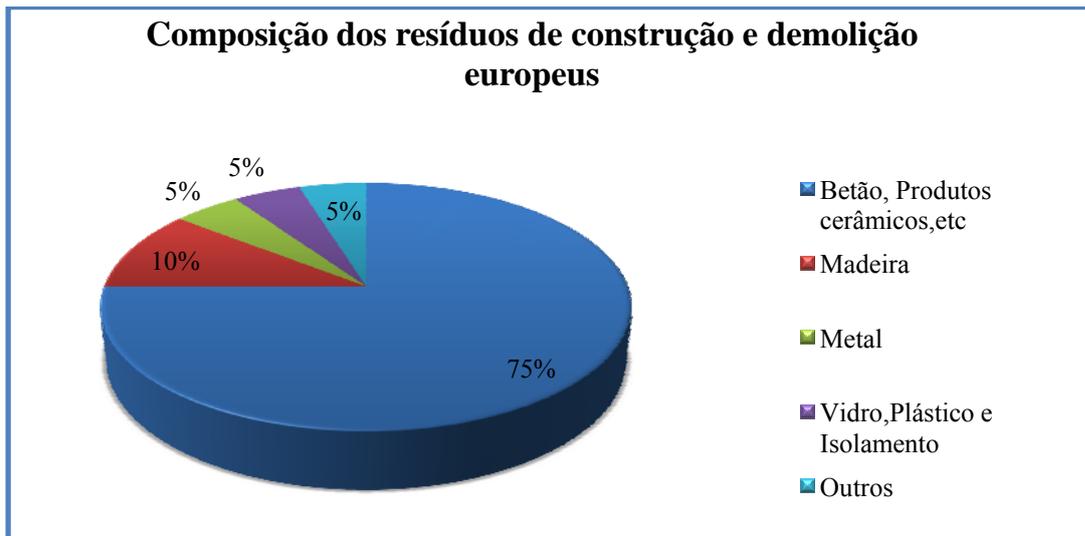


Figura 4.1 – Composição dos resíduos de construção e demolição europeus [51]

Analisando a constituição de resíduos apenas devido à construção de novos edifícios e infra-estruturas, através de dados holandeses (único país europeu com dados reais publicados), verifica-se que os produtos cerâmicos e a madeira são, durante este processo, os que detêm a maior percentagem de desperdícios (Figura 4.2):

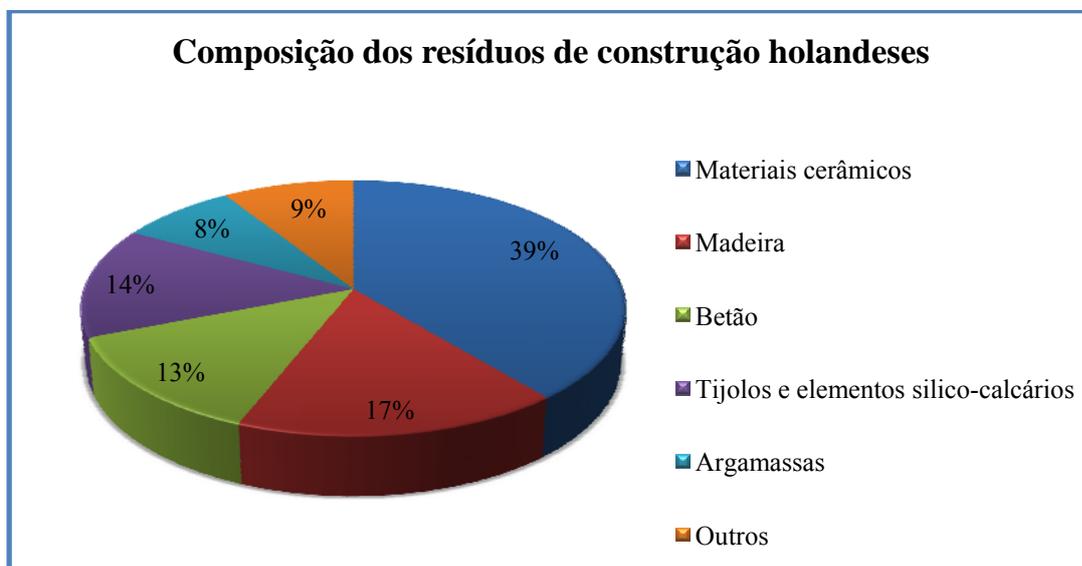


Figura 4.2 – Composição de resíduos gerados pela construção nova holandesa [50]

A proporção de resíduos provenientes da demolição dos edifícios é a mais elevada e, neste caso, os resíduos são compostos sobretudo pelos materiais provenientes das alvenarias e por betão, conforme se pode observar na Figura 4.3:

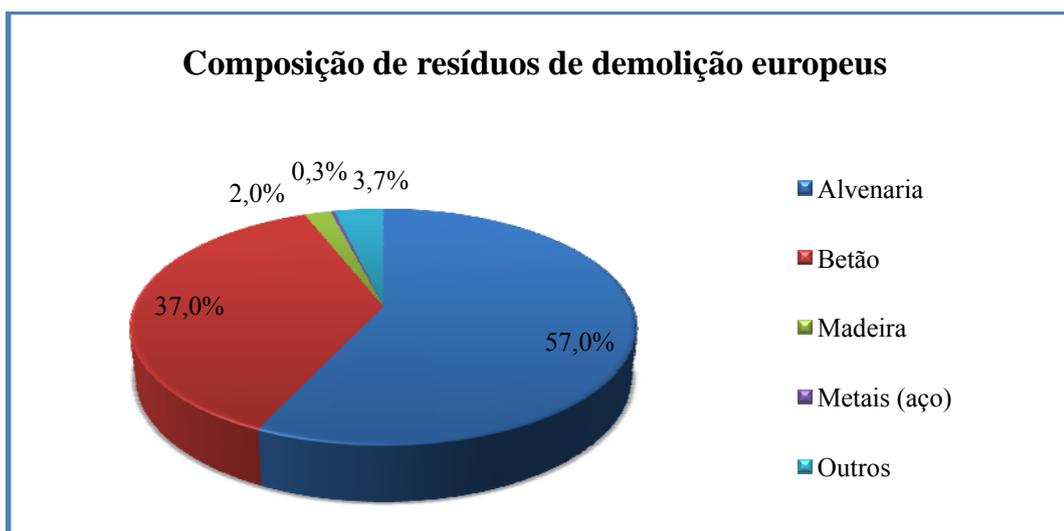


Figura 4.3 – Composição de resíduos de demolição europeus [50]

Outro factor que está intimamente relacionado com os resíduos de construção e demolição é a sua capacidade de reciclagem. Como foi anteriormente mencionado, a capacidade de reciclagem de um material é um factor muito importante, pois quanto maior a quantidade de resíduos reciclados, menores serão os impactos sobre o meio ambiente e menores serão as áreas ocupadas por aterros. No entanto, a gestão dos RCD, em alguns países europeus, tem sido desvalorizada e, desta forma, muitos países ficam aquém das expectativas em termos de percentagem de resíduos reciclados.

Existem excepções, o caso de países como a Dinamarca, Holanda e Bélgica, cujas taxas de reciclagem são já superiores a 80%, são bons exemplos de uma gestão de resíduos de construção e demolição correcta, mostrando aos restantes países europeus que é possível alcançar tão bons resultados como estes.

O Quadro 4.1 apresenta valores referentes às taxas de reciclagem (dados anteriores ao ano de 2004) de alguns países europeus:

Quadro 4.1 – Taxa de reciclagem de resíduos de construção e demolição [50]

País	Taxa de Reciclagem
Dinamarca	89%
Holanda	90 %
Bélgica	87 %
Alemanha	40 – 60%
Reino Unido	64 %
Espanha	5 – 10 %

Mais recentemente, a Dinamarca (em 2006) atingiu uma taxa de reciclagem de RCD de 95% [52] e a Alemanha (em 2007) aumentou a sua taxa de reciclagem em mais de 20 pontos percentuais, atingindo os 88% [53].

#### **4.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM PORTUGAL**

Em Portugal, o sector dos resíduos de construção e demolição tem vindo a ser negligenciado ao longo dos últimos anos, não existindo, por isso, dados quantitativos reais referentes aos resíduos gerados. Os dados existentes referem-se apenas a estimativas, baseadas em diferentes pressupostos, os quais indicam diferentes valores de geração de RCD. A título de exemplo, estes resultados variam entre 4,4 milhões de toneladas e 7,5 milhões de toneladas por ano [50] [49].

De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente [49], em 2005 Portugal produziu 34 milhões de toneladas de resíduos. Considerando que os resíduos sólidos urbanos (RSU) correspondem a 14% do volume total de resíduos produzidos (estimativa comunitária) em Portugal, estes atingiram, nesse mesmo ano, os 4,7 milhões de toneladas. Por sua vez, os RCD representam 22% do total de resíduos produzidos (estimativa comunitária), o que significa que, em 2005, estes ascenderam aos 7,5 milhões de toneladas, referidos anteriormente.

A ausência de legislação específica sobre o tratamento e gestão dos resíduos de construção e demolição até 2008, aliada às características deste tipo de resíduos (constituição não homogénea, fracções de dimensões variadas e a sua classificação diversa), levou a que a sua gestão, e também quantificação, se tornasse uma tarefa bastante difícil de concretizar.

Devido a essa ausência de medidas reguladoras e fiscalização a produção e gestão deste tipo de resíduos, em Portugal, tem vindo a ser realizada sem qualquer controlo e sem qualquer preocupação de triagem. Tal situação tem resultado, ao longo dos últimos anos, numa valorização dos RCD bastante reduzida. Além disso, a produção descontrolada e a falta de fiscalização levou a inúmeros depósitos ilegais espalhados por todo o país, estimando-se que 70% dos RCD se encontram em parte incerta [54].

Um valor demonstrativo da reduzida valorização dos resíduos de construção e demolição é a sua taxa de reciclagem, a qual se estima que atinja apenas os 5% [54], comprovando o papel secundário que foi atribuído a este tipo de resíduos.

Apesar da baixa percentagem de reciclagem dos RCD, é reconhecido que estes contêm elevadas percentagens de materiais reutilizáveis e recicláveis, como se pode observar pelas taxas de reciclagem de outros países europeus.

Em Portugal não existem dados concretos sobre a composição dos resíduos de construção e demolição, no entanto existem algumas estimativas (de acordo com dados europeus) ou estudos sobre este tema. Segundo alguns autores a composição dos RCD é a indicada no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Composição dos Resíduos de Construção e Demolição em Portugal [55] [56]

Material	Brito, J. (2006)	Pereira et al (2004) Caso de Estudo – Zona Norte de Portugal
	% do peso total	% do peso total
Betão, Alvenaria e argamassas	50	35
Madeira	5	5
Papel, cartão	1 – 2	1
Vidro	–	0,5
Plásticos	1 – 2	1
Solos de escavação e brita de pavimentos	20 – 25	40
Asfalto/Betume	5 – 10	6
Lamas de drenagem e perfuração	5 – 10	5
Outros resíduos	–	1,5

Devido à incerteza e escassez de dados, é possível apenas concluir que predominam nos RCD materiais como o betão, alvenaria e argamassas, bem como resíduos de escavações como solos e rochas.

Por conseguinte, verifica-se que grande parte dos constituintes dos resíduos de construção e demolição têm uma elevada capacidade de reciclagem ou reutilização. Por exemplo, o betão proveniente de demolições pode ser reutilizado como material para aterros, base de enchimento para valas e pode ser triturado e posteriormente utilizado como agregado; as alvenarias podem ser trituradas e ser utilizadas também como agregados; os solos podem ser utilizados em aterros e acertos topográficos; a madeira pode ser reciclada e reutilizada de diversas formas e os metais podem ser reutilizados ou transformados em novos tipos de elementos.

Após a consciencialização da lacuna existente na gestão deste tipo de fluxo de resíduos e das possibilidades de valorização dos mesmos, reforçada com a aprovação da Directiva dos Resíduos da Comissão Europeia que traça metas de reciclagem de RCD bastante ambiciosas: em 2020, 70% dos RCD produzidos nos Estados Membros terão de ser encaminhados para reciclagem [57], surge, em Portugal, o primeiro Decreto-Lei (Decreto-Lei n.º.46/2008 de 12 de Março) especificamente referente à gestão de resíduos de construção e demolição, em 2008.

Este Decreto-Lei visa, então, definir metodologias e práticas a adoptar nas fases de projecto e execução da obra de modo a privilegiar a aplicação dos princípios da prevenção, da redução e da hierarquia das operações de gestão de resíduos (Figura 4.4) [58].

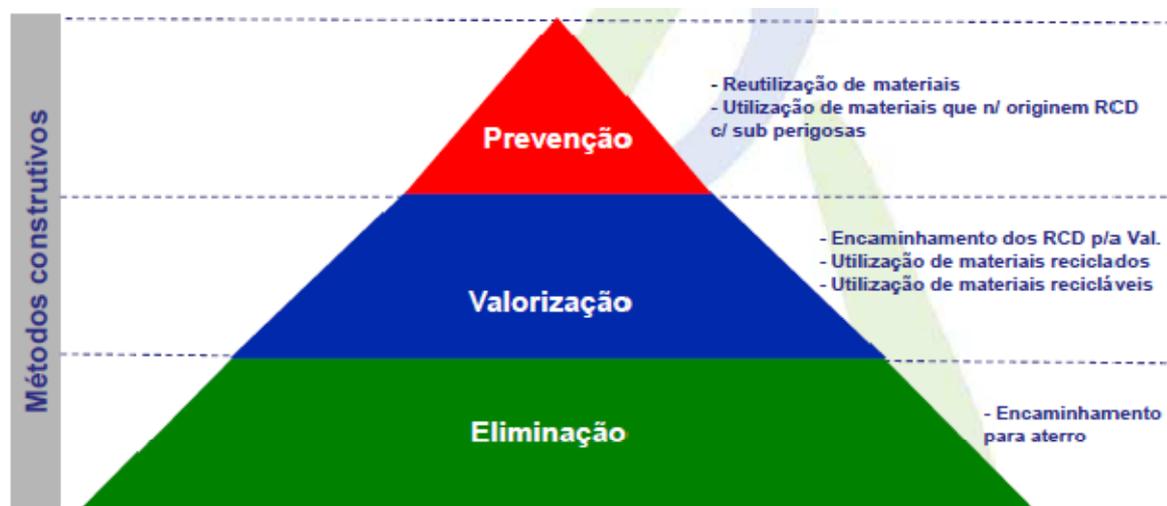


Figura 4.4 – Princípio da Hierarquia de Gestão – Medidas e práticas a adoptar nas fases de projecto e execução de obra [59]

Tendo em conta a importância e a necessidade de uma abordagem que garanta a sustentabilidade ambiental da actividade da construção numa lógica de ciclo de vida, são estabelecidas, por esta nova legislação, medidas que “minimizem a produção e a perigosidade dos RCD, designadamente por via da reutilização de materiais e da utilização de materiais não susceptíveis de originar resíduos contendo substâncias perigosas; maximizem a valorização de resíduos, designadamente por via da utilização de materiais reciclados e recicláveis e favoreçam os métodos construtivos que facilitem a demolição orientada para a aplicação dos princípios da prevenção e redução e da hierarquia das operações de gestão de resíduos” [58].

Medidas como a obrigatoriedade de realização de operações de triagem antes da deposição de RCD em aterros pretendem contribuir para um aumento da reciclagem ou de

outras formas de valorização deste tipo de resíduos e, conseqüentemente, para a redução da quantidade de resíduos depositados em aterros. Acresce ainda que a promoção da reciclagem/reutilização contribui, também, para a diminuição da necessidade de extracção de elevadas quantidades de novas matérias-primas.

### **4.3 CONCLUSÃO**

A gestão de resíduos de construção e demolição, em Portugal, foi durante vários anos posta em segundo plano. Prova disso é a extremamente baixa taxa de reciclagem de RCD verificada no nosso país. Actualmente esta situação foi alterada, através da promulgação do novo Decreto-lei, começa agora a realizar-se, de forma mais eficaz, uma maior triagem e valorização de resíduos.

Contudo, a reabilitação de edifícios pode representar uma medida de prevenção à produção de resíduos de construção e demolição, através da reutilização de materiais. A contribuição das reabilitações, ampliações e remodelações para a produção de RCD não é reduzida (30 a 40%), porém é inferior à contribuição das demolições (40 a 50%), logo a aplicação deste tipo de legislação (gestão de resíduos de construção e demolição) aliada a promoção da reabilitação torna-se uma mais-valia para a sustentabilidade ambiental nacional.

A actividade da reabilitação de edifícios mostra-se necessária, não só como forma de contribuir para a redução do consumo de recursos e produção de resíduos, mas também como uma forma de melhorar a situação actual do parque habitacional existente, o qual se encontra, em grande parte, degradado e insustentável.



## 5. SITUAÇÃO ACTUAL DO PARQUE HABITACIONAL

### 5.1 ENQUADRAMENTO

O parque habitacional português é relativamente recente, cerca de 66% dos edifícios de habitação têm uma idade inferior a 40 anos. No entanto, pode ser caracterizado como um parque habitacional envelhecido e degradado, uma vez que cerca de 41% dos edifícios a necessitarem de reparações [60].

A nível internacional, o parque habitacional português é um dos mais recentes da Europa, tendo menos de metade dos alojamentos anteriores a 1919 que a média europeia e mais 21% de edifícios construídos após 1981[61].

No entanto, constata-se que a reduzida percentagem de alojamentos anteriores a 1919 não se deve a uma perda de peso relativo, causada pelo aumento de construção nova, mas a uma diminuição abrupta destes edifícios históricos. Entre 1981 e 1991 perdeu-se 36% destes edifícios e mais 52% entre 1991 e 2001, evidenciando o elevado número de demolições ou mudanças de utilização que os edifícios mais antigos têm sofrido. Estes dados aliados ao facto de Portugal ser o país da União Europeia com a menor taxa de reabilitação de edifícios, 6%, mostram que o património histórico tem sido alvo de destruição e abandono cada vez mais acelerados [61].

Embora se verifique, actualmente, uma crescente preocupação com a qualidade das construções, como foi referido por Paiva, J. (2003), “o parque imobiliário português apresenta problemas de degradação construtiva e funcional, em certos casos de alguma gravidade, derivados do reduzido investimento na sua manutenção periódica ao longo de várias décadas e dos erros e atropelos que têm sido cometidos no processo de construção” (citado por [62]).

No entanto, não se deve dar importância apenas aos edifícios visivelmente degradados. Tal como disse o bastonário da Ordem dos Engenheiros, Fernando Santo, "As pessoas têm de perceber que, numa habitação, a aparência não é o mais importante, e sim o que não se vê" (citado por [63]). São inúmeros os alojamentos que, na realidade, não oferecem as condições de habitabilidade e conforto desejadas pelos seus utilizadores, no entanto não são visíveis nestes, numa primeira avaliação pelo exterior, a necessidade de qualquer tipo de reparação.

Muitos edifícios com fachadas exteriores pouco degradadas exigem intervenções de fundo que visam melhorar as suas características de saúde e conforto, pois apresentam uma

deficiente qualidade térmica e fraca eficiência energética. Outros encontram-se em situações deficientes de isolamento acústico, de qualidade do ar interior (falta de ventilação natural e mecânica), de salubridade ambiental e ainda apresentam problemas espaciais (dimensões e disposição de espaços incorrectos).

## 5.2 DURABILIDADE

O conceito de durabilidade de um edifício está ligado à capacidade do mesmo desempenhar as funções mínimas de utilização, segurança, conforto, saúde e estética exigidas durante um determinado período de tempo, para o qual tenha sido projectado.

O estado de degradação do parque habitacional está intimamente relacionado à idade dos edifícios que o compõem, principalmente quando não são realizados trabalhos de manutenção e conservação dos mesmos. Contudo, actualmente, observam-se, por várias vezes, anomalias em edifícios recentes. Esta situação é pouco compreensível, uma vez que os materiais aplicados ainda não atingiram o final da sua vida útil.

Desta forma, é possível constatar que, além do tempo e dos agentes agressores habituais, outros factores estão a tornar-se preponderantes na durabilidade do parque habitacional.

Em Portugal, segundo os Censos de 2001 e de acordo com as estatísticas da construção e habitação de 2007 do INE, existem actualmente cerca de 5 509 067 alojamentos. Na Figura 5.1 é apresentada a distribuição percentual destes alojamentos por época de conclusão de construção [60] e [64].

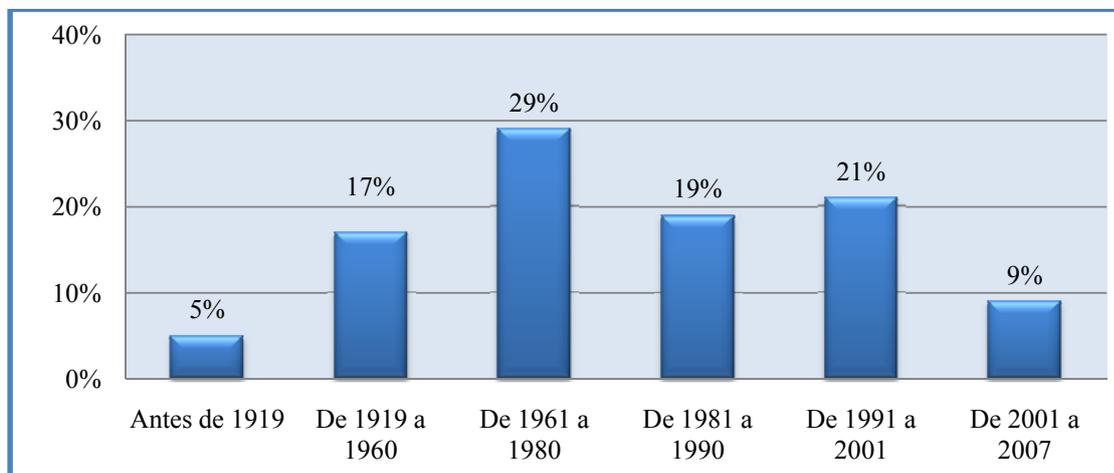


Figura 5.1 – Percentagem de alojamentos por época de construção do edifício

Analisando o estado de conservação dos edifícios de habitação portugueses, através dos Censos de 2001 [60], constatou-se que cerca de 59% não apresentavam necessidade de reparação, 38,0% careciam de trabalhos de reparação e 3% encontravam-se bastante degradados. Dos edifícios que precisavam de reparações, 58% dizem respeito a pequenos trabalhos de reparação, 27,5% necessitam de reparações médias e 13,6% requeriam grandes obras de reparação, como se pode observar na Figura 5.2.



Figura 5.2 – Estado de conservação de edifícios com necessidade de reparação

É importante referir que a análise destes dados deve ser feita com precaução, por duas razões: “por um lado os dados recolhidos resultam da observação de inquiridores sem formação específica neste domínio, e por outro esta avaliação é feita tendo em conta apenas o aspecto exterior do imóvel. Ao não se incluir neste levantamento tudo o que esteja relacionado com o interior do edifício, como sejam as canalizações, as instalações eléctricas, condições de conforto ou outras semelhantes corre-se o risco de estar a subavaliar as necessidades de reparação dos mesmos” [65].

De facto, e como foi exposto anteriormente, os dados do Censos 2001 apontam para a existência de uma forte relação entre a idade dos edifícios e o seu estado de conservação. Dos edifícios construídos antes de 1919 apenas 19,8% não apresentavam necessidades de reparação, 64,8% careciam de obras e 15,4% encontravam-se bastante degradados. À medida que o período de construção dos edifícios aumenta as necessidades de reparação dos mesmos diminui, com cerca de 87,6% dos edifícios construídos entre 1991 e 2001 sem necessidade de qualquer tipo de intervenção. Não obstante a este facto, é importante referir que 0,8% dos edifícios construídos entre 1991 e 2001 encontravam-se muito degradados ou a necessitarem de grandes reparações. Apesar de, em termos relativos, ser um valor pequeno este não deve

ser menosprezado, pois representa cerca de 5000 edifícios que tinham, à data, no máximo 10 anos.

A presença de anomalias no parque habitacional recente mostra que, efectivamente, o maior problema não é durabilidade dos materiais. A falta de qualidade e durabilidade da construção habitacional deve-se, sobretudo, como referido por Henriques, F. (2001), a erros de projecto (42%) e erros de execução (28,40%) [66].

Assim, conclui-se que não é apenas a idade do parque habitacional que determina o seu estado de conservação, mas também outros factores como a qualidade da construção e a correcta utilização destes edifícios por parte daqueles que neles habitam. Registando-se nos últimos anos, contrariamente aos princípios da construção sustentável, um decréscimo na qualidade e durabilidade do património edificado, o que leva à sua degradação precoce e consequente necessidade de avultados gastos em manutenções, reparações e reabilitações, culminando em alguns casos na necessidade de demolição.

O parque habitacional português necessita, numa percentagem muito significativa, de reparações e grandes reabilitações. É necessário assegurar as condições de segurança e bem-estar das habitações menos degradadas e impedir a demolição dos edifícios em pior estado de conservação. A durabilidade e o período de vida útil de materiais, componentes, instalações e edifícios devem ser reconhecidos como um dos factores mais importantes a ter em consideração no sector da construção, uma vez que influenciam questões de ordem ambiental (sustentabilidade) e questões de ordem económica (o valor do património edificado, os custos anuais de gestão e de manutenção e o custo do ciclo de vida).

### **5.3 CONFORTO AMBIENTAL**

Hoje em dia, a imagem dos edifícios está intimamente ligada à qualidade e durabilidade da sua envolvente edificada, cuja degradação implica avaliações negativas do mesmo, ao gerar sentimentos de insatisfação e de rejeição nos utilizadores e no público em geral. Contudo, como referido anteriormente, a imagem exterior de uma habitação, mesmo com pequenas anomalias visíveis, pode esconder problemas significativos que o comum utilizador não reconhece, tais como insuficiente qualidade térmica, condições de iluminação natural e de insolação desadequadas, baixa eficiência energética, falta de conforto acústico e diminuída qualidade do ar interior.

### 5.3.1 CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Actualmente, as pessoas passam 90% do seu tempo em espaços interiores, o que não acontecia com tão elevada percentagem há uns anos atrás. É, por esta razão, necessário garantir que os edifícios, através de uma boa qualidade de construção, ofereçam as condições de salubridade e conforto aos seus utilizadores, tornando-os capazes de desenvolver eficazmente as suas actividades.

Um estudo realizado por uma equipa da *University College* de Dublin em 2004, refere que Portugal é o país da Europa onde mais se morre de frio (citado por [67]). Este dado revela a falta de qualidade da construção portuguesa nos últimos 50 anos, pois num país como Portugal, com o nosso clima (temperatura e radiação solar), é surpreendente que o conforto no interior dos edifícios seja tão reduzido e que o consumo de energia seja tão elevado (em climatização, aquecimento de águas sanitárias, iluminação, entre outros).

Embora se registe uma melhoria na construção das habitações após 1991, o Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios (RCCTE de 1991) teve uma aplicação pouco eficiente.

De facto, a partir da implementação deste primeiro regulamento passou a aplicar-se, numa grande parte dos edifícios de habitação construídos, isolamento térmico e em alguns casos vidros duplos. No entanto, este regulamento foi considerado pouco exigente. Embora o número de habitações com isolamento térmico tenha aumentado, na realidade, as suas condições de conforto térmico são consideradas apenas satisfatórias. Outro factor que ditou a pouca eficiência deste regulamento foi a falta de fiscalização das construções por parte das autarquias, contudo a principal causa para esta situação é o não cumprimento da legislação por parte dos projectistas e directores de obra.

Apesar das melhorias, continuaram a verificar-se frequentes problemas, tais como pontes térmicas, paredes duplas sem drenagem nas caixas-de-ar, insuficiente isolamento térmico, entre outras, que acabam por originar patologias de difícil reparação.

Tendo em conta que, como se pôde observar na Figura 5.1, apenas 30% do nosso parque habitacional foi construído após 1991 e que até 1990 praticamente não se ouvia falar da “Térmica” nos edifícios, pode pressupor-se que o conforto térmico na maioria das habitações portuguesas é baixo.

A somar a esta falta de preocupação com o conforto térmico existente até 1991 e a falta de exigência após implementação do RCCTE de 1991 até 2007, as transformações climáticas das últimas décadas têm imposto períodos de Inverno e Verão mais longos e mais extremos, provocando maior insatisfação em termos de conforto térmico no interior das habitações. Por outro lado, e no caso particular da situação de Inverno, as mudanças de comportamento socioprofissional dos diversos membros das famílias levam a que a habitação esteja uma longa parte do dia sem ocupação, ou seja, sem possibilidade de garantir uma contribuição energética constante que evite a diminuição drástica da temperatura interior. Assim, no final do dia, os utilizadores encontram a sua habitação com uma temperatura interior extremamente baixa, necessitando para o seu conforto pessoal de fontes de aquecimento adicionais e intensas.

Esta situação comprova-se ao analisar um estudo realizado pela Direcção Geral de Saúde, através de um inquérito efectuado nas regiões de Ferreira do Alentejo, Mira e Amarante, a cerca de 1360 agregados familiares, cuja parte correspondente à habitação e suas características mostra que [68]:

- Em termos de aquecimento e temperatura interior, de acordo com os ocupantes, 58% das residências têm problemas frequentes com a temperatura no Inverno e, em alguns casos, no Verão;
- A primeira razão alegada, para o desconforto térmico, foi um deficiente isolamento térmico da envolvente (aproximadamente 52% das respostas ao inquérito), seguindo-se as janelas com vidros simples e mal vedadas (aproximadamente 28%);
- Em Mira e Amarante, 86% dos inquiridos admitem utilizar dispositivos adicionais de aquecimento;
- O combustível sólido é a fonte energética principal para o funcionamento desses dispositivos adicionais (53%), seguido da electricidade (33%) e do gás (27%).

Neste estudo, constatou-se também que mais de 25% das pessoas entrevistadas neste projecto sentem a necessidade de utilizar iluminação artificial durante o dia e que estão insatisfeitas ou muito insatisfeitas com a quantidade de luz natural. Este factor além de influenciar o conforto térmico influencia igualmente a eficiência energética da habitação.

Assim, conclui-se que a construção habitacional tem ficado muito a desejar em relação às condições de conforto térmico e consequente eficiência energética que oferece.

Só após a Directiva nº 2002/91/CE ter sido transposta, em 2006, para a ordem jurídica nacional através de um pacote legislativo composto pelos Decretos-Lei n.º 78/2006, n.º 79/2006 e n.º 80/2006 de 4 de Abril (entrando estes em vigor em 2007) é que se verificaram melhorias significativas na eficiência energética e conforto térmico das habitações construídas em Portugal.

Após a implementação do novo RCCTE e da certificação de eficiência energética dos edifícios, observou-se uma notável melhoria das condições térmicas e da eficiência energética dos edifícios.

Segundo dados da Agência para a Energia (ADENE), as 112 060 habitações que foram certificadas, entre 1 de Julho de 2007 e 30 de Junho de 2009, obtiveram as seguintes classificações de eficiência energética (Figura 5.3) [69]:

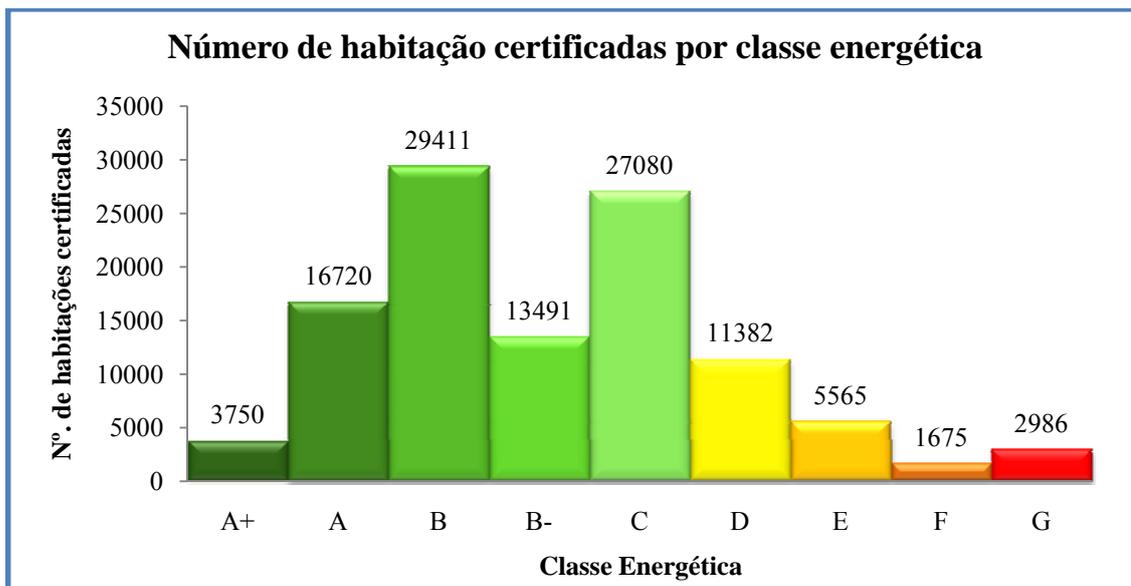


Figura 5.3 – Número de habitações certificadas por classe energética, entre 1 de Julho de 2007 e 30 de Junho de 2009

Em termos percentuais verifica-se (Figura 5.4) que, durante este período de tempo, 56% das habitações avaliadas obtiveram uma classificação superior a **B** (mínimo para edifícios novos ou grandes reabilitações). Não obstante, é importante realçar que estes valores parcialmente positivos devem-se ao facto de, entre 1 de Julho de 2007 até ao final do ano de 2008, apenas terem sido avaliados os edifícios novos, aos quais já era imposta a classificação mínima, **B**.

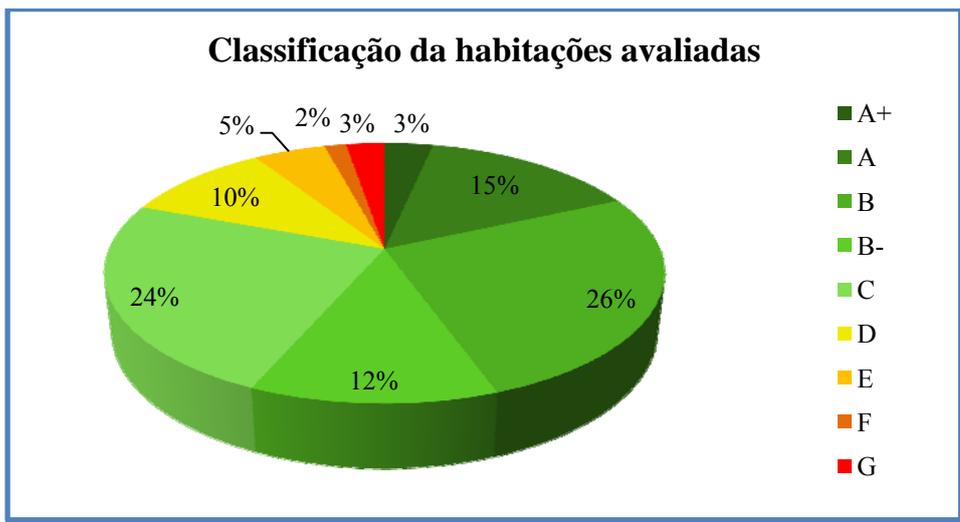


Figura 5.4 – Distribuição percentual das habitações avaliadas por classe energética

Por esta razão, é importante observar atentamente os resultados mais recentes. Ao avaliar apenas os edifícios certificados no ano de 2009, a partir do qual começaram a ser analisados os edifícios já existentes, e fazendo a separação entre edifícios novos e existentes constata-se que, como se pode observar nas Figura 5.5 e Figura 5.6, o saldo não é tão positivo como o demonstrado na Figura 5.4.

De facto, quanto aos edifícios novos conclui-se que as melhorias são significativas, dado que mais de 50% obtiveram uma classificação A e A<sup>+</sup>, e apenas 15% foram classificados com a nota mínima.

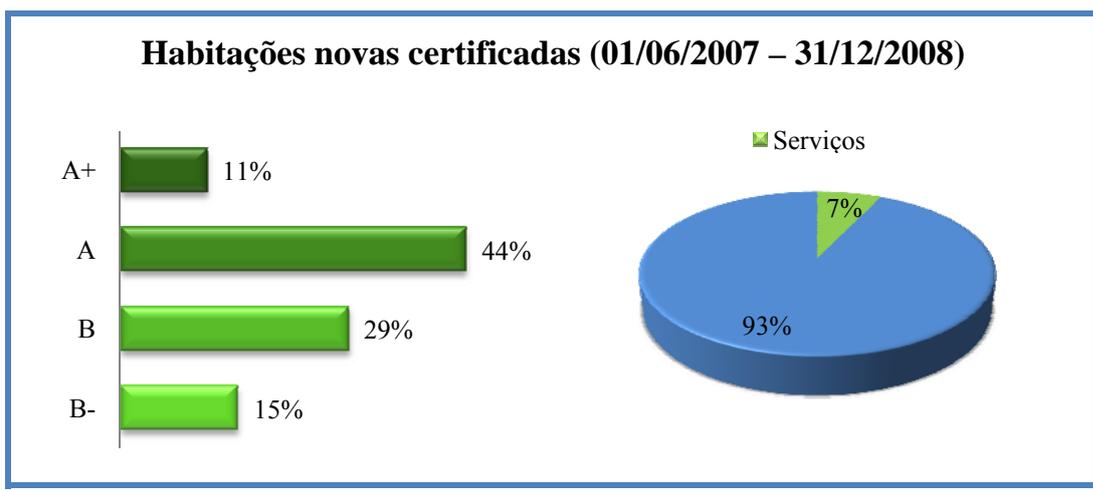


Figura 5.5 – Distribuição percentual das habitações construídas entre 1 de Julho de 2007 até ao final do ano de 2008 por classe energética [70]

Todavia, estes valores apenas demonstram que a legislação foi bem executada e a implementação da fiscalização foi bem conseguida. A boa implementação do novo

regulamento conseguiu que os novos edifícios fossem construídos de acordo com a lei, tornando-se assim mais sustentáveis, energeticamente eficientes e com melhores condições de habitabilidade.

A análise separada, por tipo de habitações (novas ou já existentes), mostra que, na sua maioria, os edifícios existentes não são energeticamente eficientes, uma vez que 60% dos 82 mil edifícios existentes avaliados têm uma eficiência energética inferior a B<sup>-</sup> (Figura 5.6).

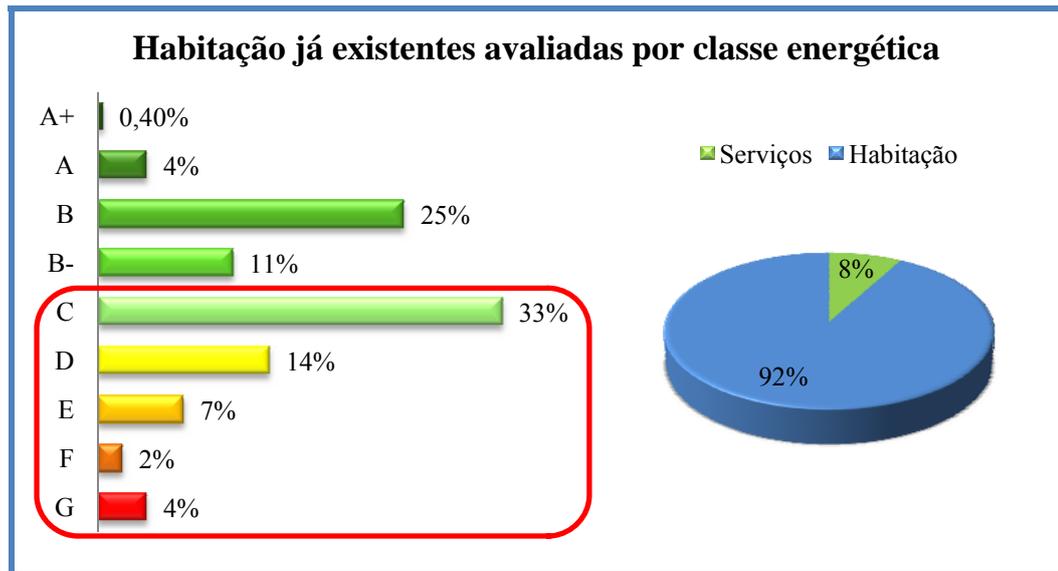


Figura 5.6 – Distribuição percentual das habitações já existentes certificadas durante os primeiros 6 meses do ano 2009 por classe energética [70]

Verificando que 92% dos edifícios certificados eram edifícios de habitação, é possível concluir que grande parte do parque habitacional existente não é energeticamente eficiente.

Uma parte significativa dos utilizadores do parque habitacional português não usufrui de boas condições de conforto e pratica um consumo excessivo de energia. O desconforto e estes consumos energéticos são causados, como se pode observar em estudos realizados nos últimos anos (DGS e Quercus – Ecofamílias), por um conjunto de situações problemáticas habituais na construção dos edifícios de habitação. Os problemas mais correntes são o insuficiente isolamento térmico, os vãos envidraçados de fraca qualidade, a fraca exposição solar, a falta de iluminação natural, a falta de sombreamentos, a inexistência de sistemas de aquecimento de águas sanitárias através de painéis solares, entre outros.

A reabilitação térmica e energética de edifícios constitui assim uma das vias mais auspiciosas para a correcção de situações de inadequação funcional. A reabilitação proporcionará uma melhoria da qualidade térmica do edifício e das condições de conforto dos

seus ocupantes, permitindo reduzir o consumo de energia em aquecimento, arrefecimento e iluminação. A reabilitação de edifícios possibilitará, em muitas situações, a correcção de várias patologias ligadas à presença de humidade e à degradação física nos edifícios. Além disso, contribuirá igualmente para o objectivo estratégico de redução das necessidades energéticas e das respectivas emissões de CO<sub>2</sub>, do nosso país.

### **5.3.2 CONFORTO ACÚSTICO**

Em termos de qualidade de vida, o ruído indesejado é uma das principais preocupações de milhões de pessoas. No interior das habitações, onde estas pretendem libertar-se do mundo exterior, o ruído externo e dos vizinhos pode tornar-se um verdadeiro problema. Além do incómodo geral, a acção contínua de ruídos pode provocar sérios danos à saúde.

Neste contexto, o isolamento acústico desempenha um papel importante na manutenção da qualidade de vida.

Embora se reconheça, mais recentemente, a importância do conforto acústico, este foi durante muito tempo deixado para segundo plano. Todavia, esta situação tem vindo a alterar-se gradualmente, sobretudo desde a publicação do Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio (Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – RRAE). Nesta nova legislação foram estabelecidos requisitos acústicos para um conjunto diversificado de tipologias de edifícios, com o propósito essencial de promover uma significativa melhoria da qualidade e do conforto acústico dos mesmos. O qual foi recentemente alterado e republicado através do Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho.

Até 2002, embora existindo legislação referente ao ruído (Regulamento Geral do Ruído de 1988) esta veio a revelar-se pouco eficiente e de fraca aplicação.

São inúmeras as reclamações, nas câmaras municipais e nas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, devido ao desconforto acústico. Em 1996, a extinta Direcção-Geral do Ambiente publicou o estudo “Ruído Ambiente em Portugal”, onde se estimava que apenas menos de metade da população portuguesa vivia em condições de conforto acústico. Além disso, uma em cada cinco pessoas habitava em zonas preocupantes em termos de ruído ambiente. Os problemas mais graves surgiam nos arredores das principais vias de tráfego rodoviário ou nos grandes centros urbanos (referido em [71]).

A ausência de conforto acústico dentro das habitações explica-se, sobretudo, pela falta de cumprimento da legislação referente a este tema, por parte de donos de obra e construtores. Por várias vezes verifica-se que as habitações possuem um deficiente isolamento a sons de percussão providenciado pelos pavimentos, um deficiente isolamento a sons aéreos assegurado pelas fachadas e um insuficiente isolamento de paredes entre fogos adjacentes. Contudo, muitas das falhas detectadas devem-se também à falta de acompanhamento e conhecimento das obrigações das autarquias no licenciamento das obras e à inexistente verificação dos índices de isolamento após a conclusão das mesmas. Após a entrada em vigor do Regulamento Geral do Ruído, em Janeiro de 1988, até 2002 poucas eram as câmaras municipais que prestavam atenção aos aspectos acústicos no licenciamento.

Mesmo após a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 129/2002, são ainda detectadas falhas no conforto acústico de muitas habitações. Segundo um estudo realizado por Fonseca e Lopes (Coimbra, 2008), onde foram avaliadas habitações em edifícios mistos e habitacionais (30 e 26 avaliação em cada tipo de edifício, respectivamente) detectaram-se, ainda, alguns problemas.

No caso de habitações em edifícios mistos, constatou-se que a situação de mais comum desconformidade legal é o isolamento a sons aéreos entre espaços destinados a actividades potencialmente ruidosas e habitações (cerca de 47% dos casos não conformes). Acresce que em apenas 40% dos casos o valor obtido em ensaio foi igual ou superior a 58 dB (mínimo legal), como se pode observar na Figura 5.7 [72].

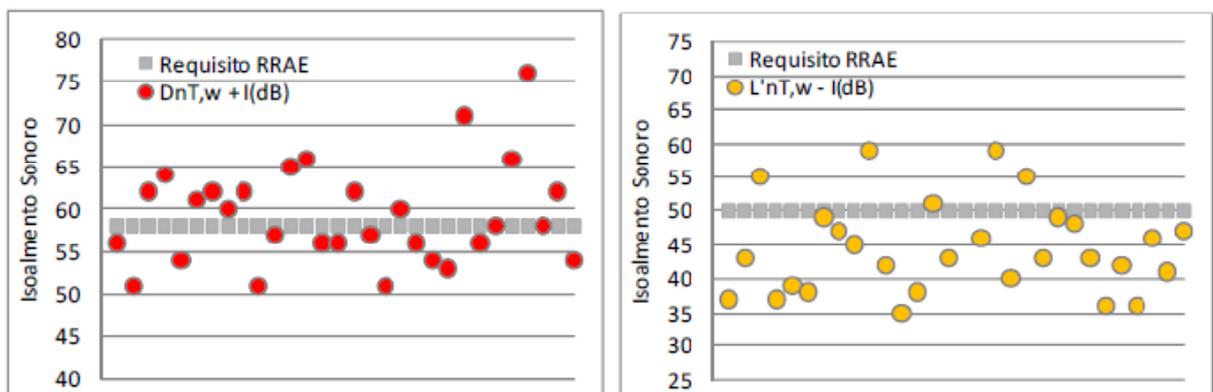


Figura 5.7 – Valores obtidos para os parâmetros  $D_{nT,w}$  e  $L'_{nT,w}$  em edifícios mistos [72]

No que respeita ao ruído de percussão, o cenário não é tão negativo, apenas 20% das habitações não verificavam o disposto legal, facto que indicia uma crescente sensibilidade para a instalação de pisos menos rígidos e com melhor comportamento acústico às solicitações de impacto sobre os pisos.

No que se refere às soluções de condicionamento acústico entre habitações, verificou-se, num universo de 26 casos analisados, que todos cumpriam o critério de isolamento a sons de percussão (Figura 5.8).

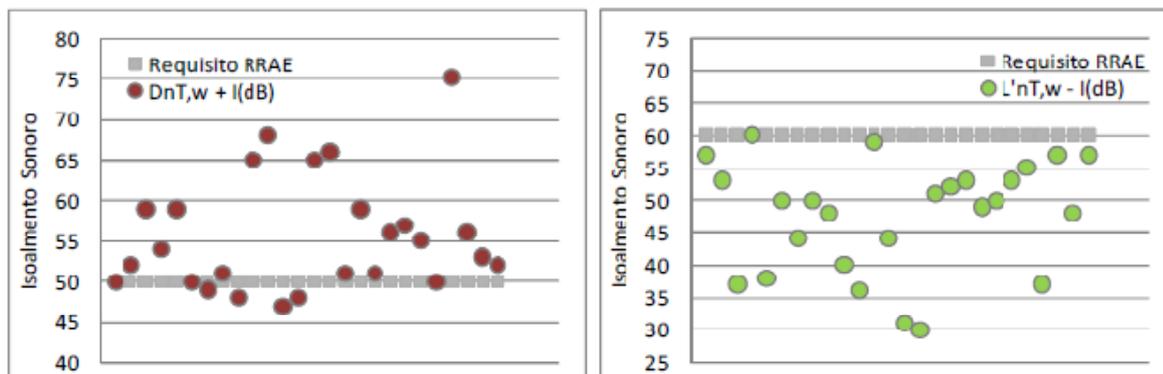


Figura 5.8 – Valores obtidos para os parâmetros  $D_{nT,w}$  e  $L'_{nT,w}$  em edifícios habitacionais [72]

Para o isolamento a sons aéreos a percentagem de incumprimento pode ser considerada baixa (15% considerando  $D_{nT,w}$ ), ainda que seja de relevar o facto de só em aproximadamente metade dos casos o valor obtido em ensaio ser efectivamente igual ou superior a 50 dB. Significando que, numa expressiva parte dos casos, as soluções construtivas preconizadas apontam para o estrito cumprimento dos requisitos mínimos exigíveis [72].

Em termos de conforto acústico compreende-se então que cerca de 80% dos alojamentos portugueses (os alojamentos anteriores ao ano 2002 e que não foram alvo de reabilitação) sofram, provavelmente, de insuficiente conforto acústico. Nalguns casos o desconforto acústico deve-se à falta de isolamento sonoro na fachada e nos pavimentos, outros devido à fraca capacidade dos envidraçados.

Uma reabilitação bem concebida deve passar, quer pelo aumento de isolamento térmico, quer pelo aumento do isolamento acústico, pois é possível conciliar os dois. Relativamente às fachadas em zona opaca é importante que na escolha de isolamento se tenha em atenção o acondicionamento térmico e acústico, quanto aos envidraçados deve ser tido em conta estes dois requisitos, mas neste caso é importante ainda não esquecer a ventilação da habitação. Aproveitar uma reabilitação térmica para melhorar as condições acústicas de uma habitação será sempre uma mais-valia para os seus utilizadores actuais e futuros.

Actualmente as fiscalizações para obtenção da licença de habitação estão mais rigorosas, prevendo-se assim que as novas construções possuam um maior nível de isolamento acústico.

### **5.3.3 QUALIDADE DO AR**

Cada pessoa necessita aproximadamente de 25 quilos de ar por dia. Uma vez que, actualmente, cerca de 90% do tempo diário é passado dentro de edifícios, pelo menos 22 quilos de ar são inalados no interior dos mesmos. A questão é que, nos últimos anos, a preocupação tem recaído sobre os poluentes que se respira nas ruas, mas dentro dos edifícios os perigos podem ser iguais ou até mais graves [73].

“Invisíveis e silenciosos, mas não inofensivos”, é desta forma que se podem caracterizar alguns dos poluentes que existem no interior dos edifícios. Estudos da Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) sobre a exposição humana à poluição do ar demonstram que os níveis de poluentes do ar interior podem ser duas a cinco vezes, ocasionalmente cem vezes, superiores aos do ar exterior [74].

A falta de qualidade do ar interior tem tido um impacto crescente na saúde, produtividade e bem-estar dos seus ocupantes. Complicações respiratórias, alergias, irritações nos olhos, nariz e garganta, dores de cabeça, tonturas e fadiga são alguns dos sintomas causados pela exposição temporária ou contínua a poluentes do ar interior.

“Nas últimas décadas tem-se assistido a uma crescente prevalência de doenças respiratórias, principalmente nas populações urbanas, o que pode estar amplamente associado a factores existentes no interior das habitações”, explica Mário Morais de Almeida (citado por [75]) que, em 2008, integrou a equipa de investigação do projecto “HabitAr” (numa parceria entre o Instituto UCB de Alergia e a Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica – SPAIC). Este projecto tinha como objectivo avaliar a qualidade do ar interior de cerca de 600 habitações espalhadas por todo o país.

Neste estudo, as equipas de investigação debruçaram-se sobre os parâmetros para os quais existe limite máximo admissível no Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de Abril, medindo a concentração ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) de partículas suspensas no ar, dióxido de carbono, monóxido de carbono, ozono, formaldeído e compostos orgânicos voláteis totais (COV's), bem como a temperatura e humidade relativa (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 – Parâmetros de avaliação de qualidade do ar e respectivo limite máximo admissível (Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de Abril)

Parâmetros	Concentração máxima de referência (mg/m <sup>3</sup> )
Partículas suspensas no ar (PM 10)	0,15
Dióxido de carbono	1800
Monóxido de carbono	12,5
Ozono	0,2
Formaldeído	0,1
Compostos orgânicos voláteis totais	0,6

Os resultados foram conclusivos, após a análise de 557 habitações foi possível constatar que 60% apresentavam pelo menos uma medição com um dos parâmetros atrás referidos superior ao valor permitido por lei. Os parâmetros maioritariamente responsáveis por estes valores superiores ao limite foram os COV's, CO<sub>2</sub> e partículas em suspensão. Porém, os COV's, que estão presentes em materiais de construção (tintas, vernizes, entre outros) e no fumo do tabaco, são os que mais contribuem para a insuficiente qualidade do ar interior, uma vez que se verificaram em 52% das medições valores superiores a 0,6mg/m<sup>3</sup> [76].

Outro dado a reter após a análise dos resultados obtidos no Estudo Habitar, relativamente ao conforto térmico avaliado através da Temperatura e da Humidade Relativa, é que em 47% das habitações existiu pelo menos uma medição fora dos valores recomendados e 33% das habitações podiam considerar-se húmidas.

Globalmente o estudo demonstra que algumas habitações portuguesas têm condições para o surgimento de doenças respiratórias alérgicas ou inflamatórias e/ou agravamento das já existentes.

Este estudo veio confirmar, essencialmente, que a ventilação da maioria das habitações portuguesas é inadequada.

Constata-se que é necessário investir mais na ventilação natural do nosso parque habitacional. Só assim serão asseguradas as necessidades de renovação de ar interior dos espaços e, conseqüentemente, evitar a degradação da qualidade do ar interior e o aumento da humidade no interior das habitações.

A ventilação mecânica podia ser uma solução mais utilizada, mas não é a mais aconselhada, uma vez que dela resultam maiores consumos energéticos.

Por último, conclui-se que deve existir um maior cuidado por parte dos projectistas, empreiteiros e utilizadores na escolha dos materiais de construção aplicados nos edifícios de habitação. Materiais como o vidro, os revestimentos interiores de diferentes tipos, as carpetes, as alcatifas, os linóleos e os derivados da madeira são exemplos de materiais que emitem substâncias que degradam a qualidade do ar interior.

#### **5.4 ALTERAÇÕES DE USO (ESPAÇOS)**

Antigamente, os edifícios de habitação caracterizavam-se pelas suas dimensões reduzidas, pela sobreposição de funções num mesmo compartimento e pelo nível reduzido de conforto e privacidade. Situações que eram encaradas com naturalidade, como a sobreposição da função de cozinhar com a higiene pessoal ou a inexistência de aberturas para o exterior nos quartos, são hoje consideradas insalubres e não regulamentares [61].

As características de muitos edifícios de habitação antigos (dimensões e organizações pouco funcionais) não se enquadram nem respondem aos desejos e necessidades de conforto e salubridade que, actualmente, a população procura.

Durante os últimos anos a sociedade sofreu significativas alterações e, conseqüentemente, alterou-se também a forma de habitar. As mudanças comportamentais da sociedade reflectem-se nas características das habitações que se ambiciona possuir. Actualmente as pessoas desejam que as suas habitações sejam maiores e com espaços amplos, usufruam de uma elevada iluminação natural, possuam espaços exteriores privados, possuam espaços de lazer, entre outros. [61].

Em suma, os processos de reabilitação de edifícios devem ser tornados mais completos, não devendo desprezar a existência de novas necessidades, o aumento do nível de exigência de conforto e qualidade de vida e as alterações do quotidiano nas habitações.

Os edifícios antigos, os quais possuem um elevado valor histórico, artístico, patrimonial e económico apresentam geralmente diversos problemas visíveis de deterioração física e estrutural e, como referido, de inadequação funcional relativamente aos padrões actuais de salubridade, conforto e segurança (compartimentos pequenos, sem iluminação e

ventilação, inexistência de instalações sanitárias, elevador, entre outros), o que torna as condições de habitabilidade muito deficientes e afastam os residentes para outras zonas da cidade.

No entanto, não são apenas os edifícios antigos que se encontram desadequados às necessidades actuais.

A partir dos anos sessenta do século XX, registou-se em Portugal um acentuado aumento da construção de novos edifícios de habitação, especialmente em torno dos grandes centros urbanos, com o objectivo de responder às carências habitacionais sentidas na altura.

A aplicação do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) impediu que as habitações construídas, a partir dessa época, mantivessem as características incorrectas e desadequadas dos edifícios existentes. Contudo, o intenso ritmo da construção e a ausência de planeamento urbano tiveram como principais consequências [61]:

- Elevadas densidades de ocupação de terrenos;
- Utilização de terrenos inadequados para urbanização (pela sua pendente, pela desadequada exposição solar ou pela proximidade de leitos de cheia);
- Construção de edifícios de média e grande altura com projecto repetitivo e pouco qualificado.

Além das consequências negativas em termos de planeamento urbano, também as próprias habitações construídas nas últimas décadas possuem frequentemente problemas ao nível da utilização, tais como [61]:

- Reduzida ou nula iluminação natural;
- Habitações térreas pouco protegidas (intrusão);
- Existência de barreiras à acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida;
- Falta de espaços para arrumações;
- Ausência de solução de secagem natural de roupa eficaz;
- Deficiente organização da cozinha;

- Inexistência de isolamento acústico entre fogos vizinhos e entre fogos e espaços comuns do edifício;
- Ausência de ventilação cruzada das habitações; deficiente ventilação das instalações sanitárias;
- Dimensões reduzidas de espaços de circulação, portas, instalações sanitárias impedindo/dificultando o uso por parte de pessoas com mobilidade condicionada;
- Forma de organização das habitações repetitiva e dificilmente alterável;
- Quase total ausência de preocupações relativamente ao impacte ambiental do uso da habitação.

Toda a população tem direito a viver em habitações com condições saudáveis e de conforto. A reabilitação de edifícios tem um papel importantíssimo na melhoria das condições de habitabilidade e sustentabilidade do parque edificado português.

A ocupação de terrenos para construção, para bem da sustentabilidade mundial, torna-se cada vez mais limitada, sendo extremamente importante que se impeça a continuidade de ocupação de solos e degradação do ambiente. Como tal, é necessário intervir e fazer com que as novas gerações não desejem possuir apenas novas habitações.

É fundamental valorizar o valor cultural do nosso património edificado, mas para isso os edifícios antigos têm de ser adaptados às novas necessidades funcionais, de conforto e de eficiência energética, além da sua reabilitação relativamente às exigências funcionais de segurança.

Quanto aos edifícios mais recentes, além de algumas intervenções espaciais, é imperioso tornar as habitações mais flexíveis, energeticamente eficientes e com melhores condições de conforto ambiental (conforto térmico, acústico e qualidade do ar).

Acresce ainda que, devido às restrições de ocupação territorial, deve ser incentivada e promovida a reutilização de terrenos industriais abandonados, em lugar da utilização de espaços verdes. Deve ser incentivada a construção de edifícios multifuncionais (edifícios de habitação, escritórios e serviços), sendo que na reabilitação dos edifícios existentes deve ser ponderada esta possibilidade.

## 5.5 NECESSIDADE DA REABILITAÇÃO

A reabilitação de edifícios e infra-estruturas é uma das acções mais importantes para atingir a sustentabilidade no sector da construção. Isto porque ao realizar uma reabilitação minimiza-se o consumo de recursos, sejam eles materiais, energia ou solo e protege-se o ambiente natural.

Em Portugal a reabilitação de edifícios não é uma actividade suficientemente fomentada. Na realidade, Portugal tinha, em 2002, a taxa de reabilitação mais baixa da União Europeia (6%), como se pode observar na Figura 5.9.

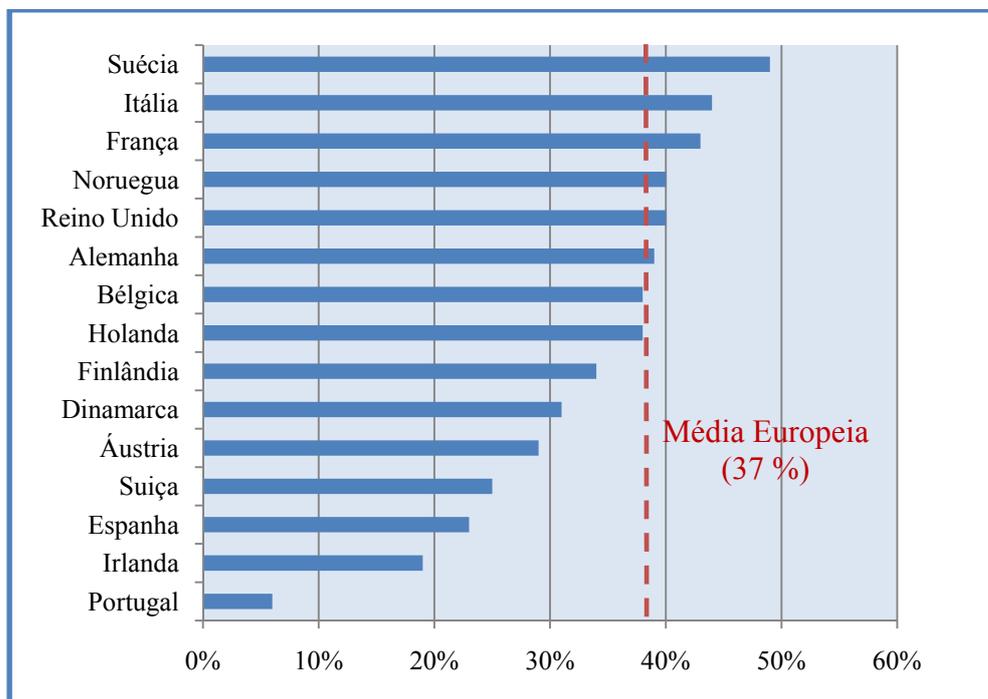


Figura 5.9 – Taxa de actividade de reabilitação no sector da construção em 2002 (baseado em dados da Euroconstruct, 2003) [61]

As carências crescentes registadas em Portugal no campo da reabilitação são resultado [61]:

- Da forte emigração para as grandes cidades e êxodo rural, que não potenciam o investimento na reabilitação;
- Do estrangulamento do mercado de arrendamento;
- Do maior investimento do Estado nos subsídios de apoio à aquisição de habitação, que no arrendamento e reabilitação;

- Da facilidade crescente no acesso ao crédito para aquisição de habitação, que se verificou nos últimos anos;
- Da forte tradição nacional de valorização da propriedade;
- Da ideia generalizada que a reabilitação do património implica um significativo investimento financeiro por parte do proprietário;
- Da falta de capacidade de resposta das empresas de construção, em especial no que diz respeito à capacidade técnica e científica e à mão-de-obra especializada.

No entanto, observa-se actualmente, de forma gradual, a uma reestruturação estratégica do sector da construção civil. Apesar da grande predominância de construções novas (80,5% do total de todas as construções), denota-se que a reabilitação do parque edificado é uma aposta crescente no sector da construção, com as Alterações e as Ampliações a ganharem importância relativa face aos anos anteriores (16,7% do total, face aos 16,2% em 2006). Contudo, o número de reconstruções é ainda inferior ao número de demolições (em 2007). Embora o número de demolições ainda seja significativo, o aumento das alterações e ampliações demonstra que, de algum modo, já existe um reconhecimento da saturação do mercado das novas habitações [64].

Em Portugal, além dos factores referidos, é importante que a reabilitação seja desenvolvida e incentivada, uma vez que o parque habitacional existente necessita imprescindivelmente deste tipo de intervenção. É fundamental tornar o parque habitacional existente mais sustentável, tal como foi exposto na 3ª Conferência Europeia de Ministros sobre Habitação Sustentável (Junho de 2002).

As condições de habitabilidade têm de ser melhoradas, em todos os campos referidos anteriormente, e isso só é atingível através da reabilitação.

Além deste factor, é importante que a taxa de reabilitação aumente, que o número de demolições se torne inferior ao número de reconstruções e que a percentagem de edifícios antigos não diminua mais, pois a sua demolição contribui para a progressiva descaracterização e desvalorização do nosso património habitacional. Assim, a demolição de um edifício antigo pode representar um impacto significativo, quer a nível cultural, quer a nível económico.

O estado de conservação do parque habitacional não esconde a sua necessidade de reabilitação, uma vez que 41% dos edifícios de habitação se encontram degradados. A

necessidade de renovação/reabilitação pode ainda ser maior, uma vez que as anomalias apenas visíveis (ou sentidas) no interior dos alojamentos não foram contabilizadas.

É essencial reabilitar os edifícios para que estes não atinjam estados de degradação tal que a solução mais viável se torne a demolição. É também fundamental que a reabilitação seja bem projectada e executada, a fim de tornar os edifícios mais duráveis e com menores custos de manutenção (mais sustentáveis). Contudo, a manutenção deve ser efectuada continuamente para que os problemas que possam surgir sejam detectados logo de início, garantido o nível de eficiência do edifício.

É necessário reabilitar grande parte das habitações não só pelo seu aspecto exterior degradado, mas também pela existência de anomalias no interior das habitações, pela falta de conforto ambiental existente, pela falta de eficiência energética ou por problemas espaciais causados pela mudança estrutural da sociedade.

A população procura, actualmente, melhores condições de habitabilidade, melhor conforto ambiental e procura diminuir os custos dispendidos durante a utilização da sua habitação. Para alcançar todas estas necessidades, os utilizadores procuram as novas habitações, onde parte destas condições são já obrigatórias por lei. Como tal, para um desenvolvimento mais sustentável, é necessário tornar as habitações existentes capazes de oferecer às gerações futuras as condições que uma habitação nova possui.

A reabilitação de edifícios deve aumentar o conforto térmico e acústico das habitações. É importante aumentar a eficiência energética do parque habitacional existente, através do acréscimo de isolamento térmico, através de envidraçados com qualidade térmica, através do aumento dos vãos envidraçados podendo assim usufruir da exposição solar e iluminação natural, através de outras tecnologias construtivas bioclimáticas, através da colocação de painéis solares e equipamentos de climatização mais eficientes, entre outras soluções adequadas.

Acresce ainda que a melhoria da eficiência energética dos edifícios existentes é uma das formas mais eficazes, em termos de custos, para dar cumprimento aos compromissos assumidos em Quioto relativos às alterações climáticas [19].

A má qualidade do ar é outro factor que, embora a maioria dos utilizadores não detecte, afecta a qualidade de vida e o bem-estar dentro das habitações. Como foi possível constatar através do projecto HabitAr, a qualidade do ar nas habitações portuguesas não é, em

muitos casos, regulamentar. Assim sendo, os intervenientes num processo de reabilitação não devem desprezar este problema, devendo aumentar a ventilação das habitações, preferencialmente a ventilação natural, pois é um sistema eficaz. Outro factor fundamental para melhorar a qualidade do ar passa por uma escolha consciente e acertada dos materiais utilizados nas reabilitações. É essencial evitar, por exemplo, os materiais que emitam COV's.

Por último, além dos factores acima referidos, é preponderante, para a adesão aos edifícios já existentes por parte da população, melhorar o conforto espacial das habitações existentes. É essencial melhorar o conforto espacial, a organização, a disposição e a dimensão dos espaços. Embora em certos casos seja uma tarefa complexa, a reabilitação tem de transformar os edifícios já existentes de forma a enquadrá-los aos anseios da sociedade actual.

Todavia, para que a reabilitação seja executada e bem conseguida é fundamental conhecer os problemas e as anomalias mais frequentes nos edifícios de habitação. Compreender os problemas e quais as suas origens reduz a probabilidade de erros em futuras intervenções, reduzindo maiores custos em manutenções/reparações.



## 6. PROBLEMAS CORRENTES NO PARQUE HABITACIONAL EDIFICADO

### 6.1 ENQUADRAMENTO

Os principais objectivos de qualquer acção de reabilitação desenvolvida sobre um edifício habitacional são o aumento do seu tempo de vida, através da resolução dos seus problemas construtivos, anomalias e perda de eficiência acumulados ao longo dos anos, assim como introduzir, de acordo com as necessidades dos seus utilizadores, uma beneficiação geral das suas características. A finalidade desses objectivos é tornar esse edifício ou habitação capaz de ser reutilizado e de oferecer as condições de habitabilidade que os seus ocupantes desejam.

Outro objectivo, não menos importante, é garantir a protecção de todos os elementos com valor cultural e arquitectónico para que cheguem às gerações seguintes.

Além destes factores, a reabilitação mostra-se uma solução bastante sustentável, pois maximiza a reutilização, diminui a necessidade de novos materiais e diminui a quantidade de resíduos de construção e demolição.

Os edifícios antigos são um dos recursos mais importantes dos tecidos históricos. No entanto, apesar do seu valor cultural, grande parte do parque edificado mais antigo apresenta um estado de deterioração física e estrutural acentuado e uma inadequação funcional aos padrões actuais de salubridade, conforto e segurança.

Segundo Paiva *et al.* (2006) [61], nos edifícios recentes são identificados, frequentemente, os seguintes problemas:

- Opções tipológicas e soluções arquitectónicas por vezes desajustadas às necessidades dos utilizadores;
- Desenho simplista e repetitivo aliado à má qualidade do espaço público;
- Mau estado de conservação e degradação generalizada;
- Soluções construtivas desajustadas e ineficientes, devido ao fraco domínio dos novos materiais ou à própria qualidade dos mesmos;
- Utilização de materiais de baixo custo e, conseqüente, fraca qualidade;

- Anomalias ao nível do aparecimento de humidades de diversas naturezas e problemas devido ao insuficiente isolamento térmico, da má qualidade dos materiais e de outras que não são visíveis, como a falta de qualidade do ar, fraco isolamento acústico e consumo excessivo de energia e água.

Quanto ao penúltimo ponto é importante referir que esta afirmação nem sempre se confirma. Conforme Paiva et al. (2006) o recurso à utilização de materiais de baixo custo pode estar directamente relacionado com a falta de eficiência desses mesmos materiais, contudo e tendo em conta o Decreto-Lei n.º 4/2007, de 8 de Janeiro, referente à marcação CE nos produtos de construção esta situação será menos provável de se verificar.

É neste último ponto que recai a maior atenção, neste capítulo, pois considera-se que a resolução dos problemas referidos é fundamental para atingir a sustentabilidade do parque habitacional.

## **6.2 FALTA DE DURABILIDADE DOS MATERIAIS**

Os materiais de construção não são, geralmente, a principal causa de anomalias. Como referido por Henriques, F. (2001) [66], de acordo com uma investigação espanhola, as anomalias em edifícios não são, maioritariamente, causadas por deficiências dos materiais de construção. Segundo esse mesmo estudo, os materiais de construção surgem como terceira maior causa de anomalias, com 14,5%, depois dos erros de projecto (42%) e dos erros de execução (28,4%).

É certo, que outros problemas influenciam a qualidade e conseqüente durabilidade dos materiais aplicados nos edifícios. A humidade, qualquer que seja a sua natureza, provoca variadas vezes degradações precoces nos materiais de construção, causando destacamentos e deteriorações.

Os materiais adoptados devem ser escolhidos de acordo com a função que irão desempenhar, o local onde serão colocados e os agentes de degradação que terão de suportar. Os recursos materiais aplicados são muitas vezes escolhidos pelo seu custo de aquisição e não pelo seu desempenho e durabilidade.

Uma parte bastante significativa do nosso parque habitacional apresenta um estado de degradação visível na sua envolvente. É possível observar o destacamento de revestimentos exteriores, fissuras, fendas, entre outros tipos de degradação. Parte destas anomalias não são causadas pela insuficiente qualidade dos materiais, contudo alguns casos devem-se ao facto dos materiais utilizados terem chagado ao final da sua vida útil, e já não possuem as suas características iniciais. Noutros casos, os materiais adoptados não possuíam as características necessárias para o desempenho que se pretendia obter, originando uma perda de funcionalidade precoce.

Porém, na maioria dos casos, a durabilidade dos materiais é comprometida pela incorrecta aplicação e por erros de projecto.

A escolha dos materiais de construção deve ser determinada pelo desempenho que se pretende obter e pela durabilidade dos mesmos. O aumento da qualidade e durabilidade dos materiais é um passo importante para que a sustentabilidade na construção seja atingida. Se os materiais adoptados mantiverem a suas características por longos períodos de tempo, os custos e energia consumidos em manutenção serão reduzidos significativamente.

Não obstante, além da durabilidade é importante adoptar materiais que sejam mais ecológicos e que possam ser reutilizados ou reciclados.

### **6.3 HUMIDADES**

A maioria das anomalias que se detectam nos edifícios tem origem directa ou indirecta na presença da água e no conseqüente humedecimento dos materiais, acompanhado pela modificação indesejável das suas propriedades físicas.

Tais anomalias afectam as condições de habitabilidade e de durabilidade dos edifícios, provocando alterações prejudiciais do aspecto e, num número limitado de casos, degradações irreversíveis que podem inviabilizar a recuperação e a reutilização dos materiais atingidos, tornando inevitável a sua substituição.

A utilização dos espaços interiores das habitações, associada à fraca ventilação, a um insuficiente isolamento térmico da envolvente do edifício e o ineficiente aquecimento nos períodos frios, pode provocar o aumento de humidade ambiente e a proliferação de bolores e outros fungos.

Constituindo a humidade a principal causa, directa ou indirecta, de anomalias construtivas nos edifícios habitacionais. Importa, portanto, identificar as suas várias formas de manifestação, que são seis:

- Humidade de construção;
- Humidade do terreno;
- Humidade de precipitação;
- Humidade de condensação;
- Humidade devida à higroscopicidade dos materiais;
- Humidade devida a causas fortuitas.

### ***HUMIDADE DE CONSTRUÇÃO***

A humidade de construção deve-se, principalmente, à necessidade de água para aplicação da maior parte dos materiais, utilizados na construção de edifícios ou em acções de reparação, e à acção directa da chuva sobre o edifício em construção. A humidade de construção pode dar origem à ocorrência de anomalias devido à evaporação de água existente ou devido ao simples facto de os materiais conterem água no seu interior, provocando expansões, destaques de alguns materiais, manchas de humidade ou condensações [77].

### ***HUMIDADE DO TERRENO***

A humidade do terreno deve-se à absorção e ascensão capilar, através de fundações e paredes, da água existente no solo, proveniente de águas superficiais ou freáticas. Este tipo de problemas acontece devido à existência de materiais com elevada capilaridade e devido à inexistência, ou deficiente posicionamento, de barreiras estanques nas paredes. Reunidas as condições referidas podem surgir manchas de humidade, eflorescências, criptoflorescências, bolores ou vegetação parasitária (principalmente em locais com ventilação deficiente), deterioração dos materiais de construção e descolamentos de revestimentos [77].

### ***HUMIDADE DE PRECIPITAÇÃO***

A humidade de precipitação é o tipo de anomalia que mais se observa em edifícios de habitação. Este tipo de humidade é originado por infiltrações de água (chuva ou neve

associada à acção do vento) através dos elementos da envolvente. As anomalias visíveis associadas à humidade de precipitação são geralmente as manchas de humidade, de dimensões variáveis, nos paramentos interiores de elementos da envolvente (em correspondência com a ocorrência de chuvas), os bolores, as eflorescências e as criptoflorescências. Estas infiltrações da água da chuva resultam, principalmente, de um mau projecto (arquitectura e especialidades) ou de uma má execução de trabalhos de construção civil [77].

A humidade de precipitação pode acontecer em zona corrente devido a uma má escolha do material de revestimento das fachadas (material poroso) em conjunto com o seu suporte, mas acontece sobretudo em zonas mais vulneráveis, como por exemplo [61]:

- Zonas de ligação entre materiais distintos (como alvenaria e estrutura de betão) que se encontram fendilhadas (fendas causadas por variações dimensionais diferentes devido à temperatura);
- Zonas com materiais degradados;
- Fissuras ou fendas nas paredes;
- Pendentes de cobertura incorrectas e fraca estanquidade dos revestimentos;
- Zonas de remate de revestimentos (incluindo impermeabilizações), em coberturas, mal executadas;
- Caixas-de-ar de paredes duplas obstruídas com argamassa ou outros materiais estranhos, ou sem drenagem eficiente;
- Peitoris e cornijas fendilhadas ou sem pendente adequada;
- Platibandas desprovidas de revestimentos de tardez e de capeamento estanque;
- Sistemas de drenagem de águas pluviais mal dimensionados.

A acção da chuva e do vento não são a causa das anomalias, mas sim os erros de projecto e execução. Se uma parede dupla for bem executada a água não atinge os paramentos interiores, nem o isolamento térmico. Se a fachada que irá sofrer maior incidência da chuva for projectada e executada com maior cuidado a probabilidade de ocorrência de anomalias diminui.

### ***HUMIDADE DE CONDENSAÇÃO***

A humidade de condensação é proveniente do vapor de água que se condensa nos paramentos expostos (condensações superficiais) ou no interior (condensações internas) dos elementos de construção. Esta é também uma das causas mais correntes da existência de anomalias em edifícios, sobretudo nos de habitação. Das diferentes manifestações patológicas associadas a este tipo de humidade destacam-se, no caso das condensações superficiais, o desenvolvimento de bolores e fenómenos de termoforese e, no caso das condensações internas, a redução das características de isolamento térmico de coberturas e paredes [61].

Estes fenómenos são causados, principalmente, pela insuficiente ventilação dos espaços interiores e pela falta de isolamento térmico ou pouca espessura do mesmo.

As condensações superficiais no interior das habitações são bastante vulgares, principalmente em habitações já existentes. Antes da implementação do novo RCCTE, aprovado pelo Decreto-lei nº. 80/2006, não existia qualquer obrigatoriedade em relação ao coeficiente de transmissão térmica (U) das pontes térmicas, apesar de existirem valores máximos de U nas zonas correntes, daí a frequência deste tipo de anomalia.

A fraca exigência legal em termos de comportamento térmico de edifícios é a principal causa para o surgimento das humidades de condensação, pelo isolamento térmico inadequado e também pela falta de ventilação natural e mecânica eficaz.

No entanto, neste caso, os hábitos dos utilizadores podem ser o factor potenciador destas anomalias. A falta de ventilação provocada pelos usuários durante as épocas mais frias do ano, não abrindo as janelas, e a falta de aquecimento ambiente pode agravar as manifestações patológicas.

### ***HUMIDADE DEVIDA À HIGROSCOPICIDADE DOS MATERIAIS***

A humidade devida a fenómenos de higroscopicidade deve-se à existência de materiais de construção que apresentam na sua constituição sais solúveis em água, com propriedades higroscópicas. Os sais solúveis higroscópicos têm a capacidade de absorver a humidade do ar, dissolvendo-se, quando esta se encontra acima dos 65% - 70% de humidade relativa, podendo voltar a cristalizar quando esta baixa. As principais anomalias associadas a este fenómeno são caracterizadas pelo aparecimento de manchas de humidade em zonas de grandes

concentrações de sais e eventual degradação dos revestimentos superficiais, devido às destrutivas sequências de dissolução-cristalização [77].

### ***HUMIDADE DEVIDA A CAUSAS FORTUITAS***

Nesta designação pertencem todos os fenómenos de ocorrência accidental de humidades em edifícios com origem diversa das referidas anteriormente.

As situações mais frequentes de humidade devido a acidentes são:

- Roturas ou perda de estanquidade de instalações de distribuição e drenagem de águas;
- Inundações accidentais.
- Infiltrações de água devido a entupimentos de caleiras, algerozes ou tubos de queda, e outras deficiências causadas por falta de manutenção ou erros de execução.

Em edifícios antigos, as roturas de instalações de distribuição e de drenagem de água constituem uma das principais fontes de humedecimento, sobretudo quando se tratam de instalações executadas posteriormente à construção do edifício (Figura 6.1). Este tipo de problemas advêm sobretudo da falta de manutenção, mas por vezes são originadas por erros de execução [61].



Figura 6.1 – Tardoz de edifício com canalizações de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, pelo exterior, degradadas [61]

Como síntese apresenta-se seguidamente o Quadro 6.1 onde constam alguns dos principais factores que motivam a existência de humidades em edifícios.

Quadro 6.1 – Factores que motivam a existência de humidades nos edifícios [61]

Coberturas em telhado	<p>Aumento da porosidade das telhas velhas, deficiências em caleiras e/ou entupimentos por acumulação de detritos em tubos de queda;</p> <p>Quebras e desprendimentos de telhas;</p> <p>Infiltrações pelos beirados, causada pela presença de vegetação ou devida a soluções incorrectas de transição dos beirados;</p> <p>Infiltrações causadas pela degradação das junções dos telhados com elementos salientes (como chaminés, entre outros).</p>
Coberturas em terraço	<p>Deficiências causadas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Má execução;</li> <li>• Ausência de camada impermeabilizante na constituição dos revestimentos da cobertura;</li> <li>• Degradação dos elementos construtivos;</li> <li>• Ausência de pendente mínima;</li> <li>• Deficiente regularidade da cobertura.</li> </ul>
Paredes Exteriores	<p>Fendilhação nos revestimentos exteriores (sobretudo em rebocos, embora se manifestem também em revestimentos de pedra e cerâmicos) ou nos próprios panos da parede;</p> <p>Fendilhação resultante do assentamento de fundações, de movimentos sísmicos ou da simples degradação dos materiais;</p> <p>Insuficiente isolamento térmico (agravado pela fraca ventilação).</p>
Portas e Janelas	<p>Infiltrações devido a erros de concepção e pormenorização, ou degradação dos materiais;</p> <p>Infiltrações devidas aos descuidos dos moradores, tais como entupimentos dos dispositivos de drenagem.</p>

## 6.4 INEFICIÊNCIA ENERGÉTICA

### 6.4.1 DESEMPENHO TÉRMICO DA ENVOLVENTE

Como foi possível observar no capítulo anterior, referente à situação de conforto térmico e eficiência energética actual nos edifícios de habitação, o número de reclamações

neste domínio tem vindo a aumentar, seja em análises relativamente extensas ou em simples conversas diárias.

Tem-se assistido a uma maior preocupação por parte dos utilizadores em relação ao comportamento térmico das suas habitações. Esta preocupação surge, essencialmente, dos custos energéticos adicionais que uma família tem de suportar quando as temperaturas são mais extremas.

Como já mencionado, existem alguns factores que motivaram esta falta de conforto térmico geral sentido no interior das habitações, tais como [61]:

- Alterações climáticas caracterizadas por estações extremas (Verão e Inverno) mais longas e mais rígidas;
- Alterações socioeconómicas que levaram a que as habitações estivessem menos horas ocupadas e conseqüentemente sem possibilidade de garantir uma contribuição energética constante;
- Falta de legislação e falta de preocupação por parte de donos de obra, projectistas e empreiteiros com o conforto ambiental das habitações construídas até 1991;
- Falta de exigência do regulamento das características do comportamento térmico de edificios aprovado pelo decreto-lei nº 40/90 e eficiência da fiscalização autárquica com objectivo de fazer cumprir o imposto pela legislação.

Os dois últimos factores referidos são os que mais influenciaram a qualidade térmica das habitações portuguesas.

Um dos principais problemas detectados, que originam a falta de conforto térmico nas habitações, é o insuficiente isolamento térmico. São inúmeras as habitações que foram construídas sem recurso a qualquer tipo de isolamento nos elementos opacos da sua envolvente. Outras, embora possuam isolamento térmico em paredes e coberturas, apresentam uma baixa resistência térmica devido à insuficiente espessura do mesmo, sendo necessário, nas épocas com temperaturas mais extremas, recorrer a equipamentos de climatização adicionais.

Outro problema frequente é a diminuição da resistência térmica do isolamento, ou até a degradação do mesmo, devido a infiltrações nas paredes exteriores e coberturas. No caso das paredes exteriores, tal acontece devido à adopção, por parte do projectista, de paredes exteriores tipo “sandwish” (parede dupla com caixa-de-ar entre panos totalmente preenchida por isolamento térmico) ou por deficiente execução de paredes duplas. Além da humidade de precipitação, a humidade de condensação pode ser outra causa de degradação do isolamento térmico da envolvente do edifício.

Este tipo de problemas é muito frequente, uma vez que resultam das más soluções construtivas adoptadas em elementos opacos da envolvente, sendo estas muito correntes nos últimos anos. As escolhas incorrectas são fruto, em certos casos, do desconhecimento destas condicionantes ou, mais grave, por meras razões económicas, conhecendo, à partida, os problemas que advêm das suas opções.

Este facto pode ser constatado ao analisar o estudo realizado pela QUERCUS, em 2008, com as 225 “Eco-famílias”, onde foram levantadas algumas características construtivas dessas habitações. Na Figura 6.2, está representada a distribuição percentual das tipologias construtivas das paredes exteriores das “Eco-famílias”.

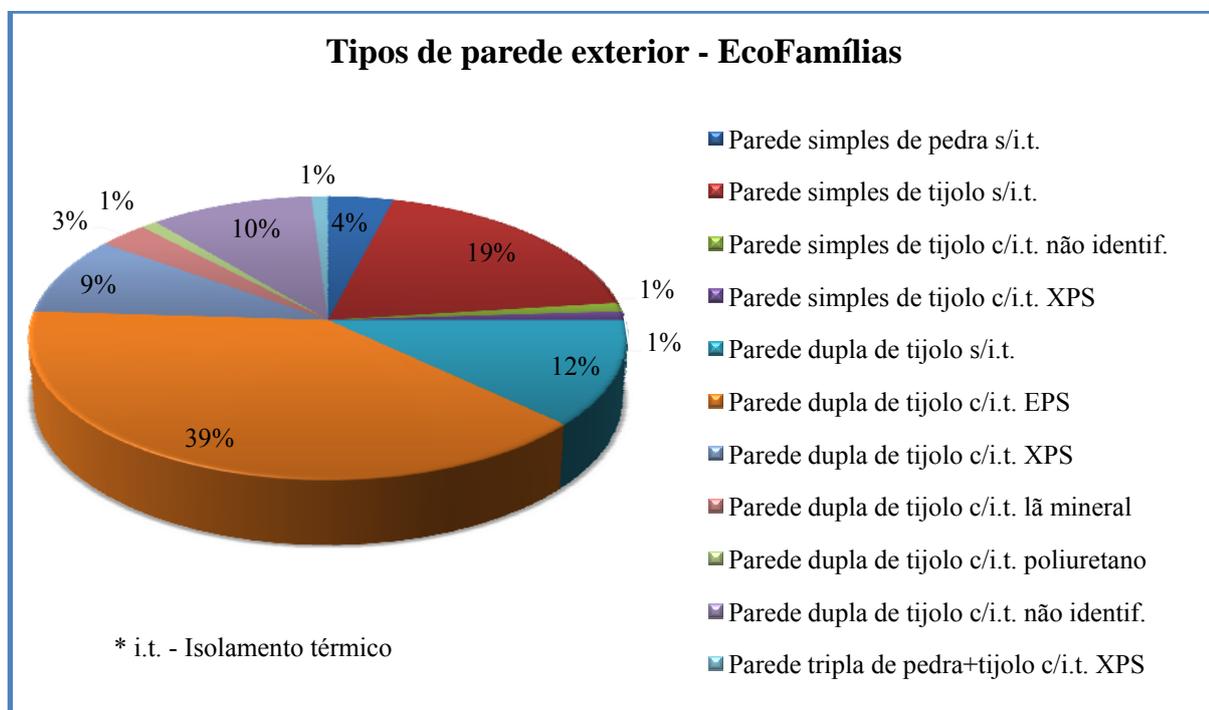


Figura 6.2 – Tipos de parede exterior nas habitações das EcoFamílias [35]

Desta figura, é possível verificar que a percentagem de edifícios com paredes exteriores sem isolamento atinge os 35%. De acordo com o estudo realizado cerca de 10%

destes edifícios foram construídos após 1991, comprovando assim a falta de fiscalização das autarquias e incumprimento da legislação por parte de projectistas e empreiteiros. Outro facto a apontar é que 25% das habitações analisadas foram construídas com paredes simples, tecnologia construtiva que mesmo possuindo isolamento é mais susceptível a posteriores anomalias, caso estas não sejam revestidas adequadamente, que também influenciarão o conforto térmico. Ou seja, cerca de 40% do universo avaliado, de acordo com as tecnologias construtivas das suas habitações, provavelmente terá problemas de insuficiência de conforto térmico.

Outro problema que até 2006, com a implementação do novo RCCTE, acontecia regularmente era a existência de pontes térmicas. A legislação não impunha nenhum limite para a diferença do coeficiente de transmissão térmica entre a zona corrente e a zona estrutural e a maioria dos projectistas também não tinha esse cuidado, sendo permitido, desta forma, um grande fluxo de calor nas zonas sem isolamento térmico, como os pilares e vigas. Embora as pontes térmicas continuem a existir, actualmente estas são correntemente corrigidas ou atenuadas.

O baixo desempenho térmico dos vão envidraçados e portas, que originam perdas de calor desproporcionadas por transmissão térmica e por infiltrações de ar excessivas, é outro agente de desconforto térmico. São inúmeras as habitações que possuem vidros simples, como se pode observar na Figura 6.3 que corresponde à distribuição percentual dos tipos de envidraçado existente nas habitações das “Eco-famílias”.

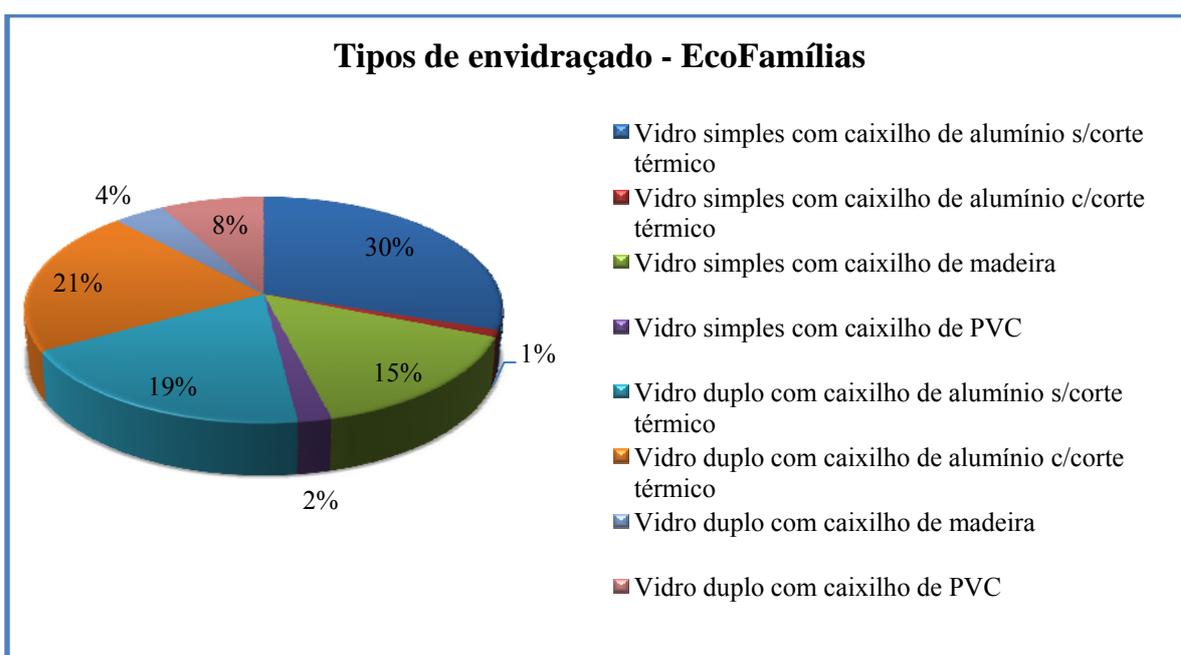


Figura 6.3 – Tipos de envidraçado existente nas habitações das EcoFamílias [35]

Da Figura 6.3, verifica-se que 48% dos envidraçados das habitações das “Eco-famílias” eram constituídos por vidros simples. Tendo em conta que os coeficientes de transmissão térmica deste tipo de envidraçado são aproximadamente duas vezes superiores aos valores dos vidros duplos e que a má qualidade dos vãos envidraçados pode ser responsável por cerca de 35 a 40% das perdas térmicas totais na estação fria [78], conclui-se que esta percentagem de habitações com vidros simples é bastante significativa. Verifica-se, ainda, que 19% dos vãos envidraçados têm caixilharia de madeira, material que devido à sua frequente degradação (empenos) leva a infiltrações de ar excessivas, e 53% das caixilharias dos vãos envidraçados não possuem corte térmico, possibilitando assim maiores fluxos de calor.

A falta de protecções solares adequadas nos vãos envidraçados, a qual pode dar origem ao sobreaquecimento no interior dos edifícios e ao aumento das necessidades energéticas, no Verão, é outro problema frequente no parque habitacional português. Ainda em relação à radiação solar, a área diminuída dos vãos envidraçados representa também um problema, uma vez que compromete os ganhos solares favoráveis no Inverno.

A ventilação não controlada é outra anomalia corrente. Quando a ventilação é excessiva acresce a necessidade energética em aquecimento na estação fria ou, inversamente, quando a ventilação é insuficiente dá-se o desenvolvimento de maiores níveis de humidade relativa no Inverno e sobreaquecimento no Verão, gerando, conseqüentemente, a sensação de desconforto dos ocupantes e fenómenos de condensação.

Conclui-se, portanto, que os problemas habituais dos edifícios de habitação em relação ao seu conforto térmico e eficiência energética devem-se, na sua maioria, à falta de sensibilidade perante este tema, tanto por parte dos legisladores e autarquias como por parte dos restantes intervenientes da construção civil (Donos de obra, projectistas, empreiteiros). No entanto, também os utilizadores têm uma cota parte de culpa nos elevados consumos energéticos para climatização, devido, por exemplo, à manutenção dos sistemas de aquecimento e/ou de arrefecimento ligados, enquanto as janelas estão abertas ou à climatização desnecessária dos espaços, permitindo temperaturas interiores fora dos níveis recomendados.

## 6.4.2 ILUMINAÇÃO

### 6.4.2.1 Iluminação Natural

Nos edifícios, as condições de iluminação natural e insolação constituem importantes factores que condicionam tanto o bem-estar dos ocupantes como a própria eficiência energética da habitação.

A acção da radiação solar leva a consequências importantes nas condições ambientais interiores térmicas e de iluminação natural. De facto, além de poder ser utilizada para a iluminação dos espaços, a radiação solar que penetra através dos vãos envidraçados pode originar um efeito de sobreaquecimento no Verão, ou causar um efeito de aquecimento favorável no Inverno, como referido anteriormente.

Além da parte térmica que está intimamente ligada à radiação solar e aos vãos envidraçados, a parte relacionada com a iluminação natural é também um factor preponderante que não deve ser descurado. O conforto visual e o bem-estar dos utilizadores são factores a ter em conta, bem como os consumos energéticos devido à necessidade de iluminação interior, que actualmente representam entre 10 a 15% da energia total consumida nas habitações.

Portugal dispõe de boas condições geográficas e climáticas que propiciam o aproveitamento da luz natural nos edifícios, apesar disso alguns factores podem prejudicar esse aproveitamento, como por exemplo [61]:

- Obstrução à luz natural por parte de edifícios fronteiros;
- Orientações desfavoráveis dos vãos envidraçados devido a constrangimentos urbanísticos e de loteamento;
- Dispositivos de protecção solar não compatíveis com os requisitos de iluminação natural e com a necessidade de oclusão nocturna;
- Inadequação das características dos vãos envidraçados (dimensão e forma, localização, dispositivos de sombreamento ineficazes, entre outros);
- Compartimentos, com aberturas para o exterior, demasiado profundos;
- Compartimentos interiores sem comunicação visual e luminosa com compartimentos perimetrais (com aberturas para o exterior).

Dos factores que prejudicam a iluminação natural dos edifícios de habitação, verificam-se correntemente, sobretudo nos espaços urbanos consolidados (em particular nos bairros antigos), elevados ângulos de obstrução que limitam significativamente a quantidade de captação de luz, devido ao excessivo valor da relação entre a altura dos edifícios e a largura dos arruamentos.

A má organização espacial da habitação é outro factor que, aliado à baixa percentagem de área de envidraçados e às suas desfavoráveis orientações, motiva uma elevada necessidade de utilização de luz artificial.

Não obstante, a dimensão, a forma e o tipo de superfícies envidraçadas é, numa grande maioria dos casos, a principal causa da insuficiente iluminação natural dos edifícios. A dimensão dos vãos envidraçados é, em muitas habitações, pequena para uma adequada iluminação natural dos espaços interiores, principalmente quando os compartimentos são muito profundos e apenas dispõem de vãos numa parede. Em relação à forma do envidraçado constata-se que, principalmente em habitações mais antigas, um dos problemas é a elevada percentagem de superfície opaca dos vãos (subdivisão do pano envidraçado em elementos menores, os quais são separados por pinázios de madeira), o que implica uma redução clara da transmissão luminosa efectiva. Acresce ainda que em algumas habitações verifica-se a existência de envidraçados com baixa transmitância, quando a iluminação natural já é fraca (Figura 6.4) [61].

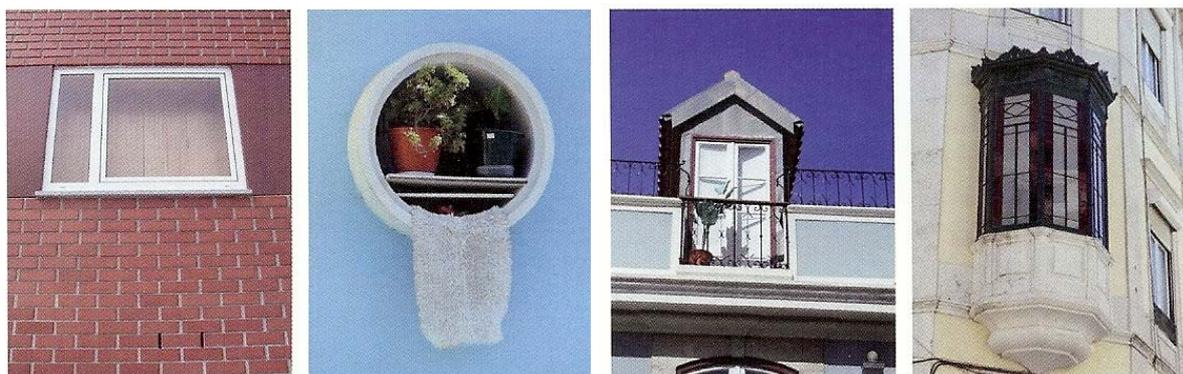


Figura 6.4 – Vãos envidraçados com diversas formas e características de transmissão da luz [61]

Outro problema que por vezes se observa, e que não melhora as condições de iluminação natural, é a cor do material utilizado nas superfícies dos edifícios. Os edifícios envolventes ao de uma habitação com insuficiente iluminação natural deveriam ser pintados com cores claras, de modo a favorecer a reflectância da radiação solar, sendo que o mesmo

deveria suceder com os revestimentos aplicados no interior das próprias habitações, a fim de aumentar a propagação da luz.

Grande parte dos problemas mencionados deve-se à falta de planeamento urbanístico que se verificou em décadas anteriores, à falta de exigências legislativas relativamente a esta problemática e à falta de qualidade dos projectos de arquitectura (relativamente à orientação do edifício, às dimensões espaciais dos compartimentos interiores e das suas aberturas para o exterior). Em relação à aplicação de materiais de revestimento de superfícies com baixa reflectância são fruto da falta de conhecimento dos seus utilizadores e por vezes dos projectistas.

#### **6.4.2.2 Iluminação Artificial**

A iluminação artificial deve ser considerada apenas um complemento à iluminação natural. Os consumos energéticos em iluminação verificados em Portugal (10 a 15%) devem-se, em primeiro lugar, à insuficiente iluminação natural que parte das habitações portuguesas usufrui. Em segundo lugar, estes consumos também são causados pela ineficiência energética dos equipamentos de iluminação adoptados pelos utilizadores e, em certos casos, pelos projectistas dos edifícios de habitação.

O consumo de energia em iluminação artificial das habitações podia ser fortemente reduzido com a utilização de equipamentos de iluminação com maior eficiência energética. Desde Janeiro de 1998 que entrou em vigor a Directiva nº98/11/CE da Comissão, relativa à aplicação da rotulagem energética das lâmpadas eléctricas para uso doméstico e desde então que tanto utilizadores como projectistas têm possibilidade de escolher o tipo de iluminação artificial mais eficiente. No entanto, a aquisição das tradicionais lâmpadas incandescentes não diminuiu como era esperado.

As lâmpadas incandescentes são o tipo de lâmpadas mais utilizado na iluminação artificial interior. Este tipo de lâmpadas é o mais barato, contudo é o menos eficiente e o que possui menor duração. Da energia que é consumida, só 5 a 10% se transforma em energia luminosa, o que se traduz em custos de operação mais elevados.

Segundo o vice-presidente da Quercus Francisco Ferreira (2008) [79] "em Portugal são vendidas 30 milhões de lâmpadas incandescentes, as quais têm um consumo cinco vezes maior ao de uma lâmpada economizadora". Passados quase 10 anos desde a implementação

da rotulagem energética os portugueses ainda utilizam maioritariamente as lâmpadas incandescentes, com classe energética G.

No estudo da QUERCUS verificou-se a predominância de utilização das lâmpadas incandescentes, representado 46% de toda a iluminação artificial utilizada (Figura 6.5) [35].

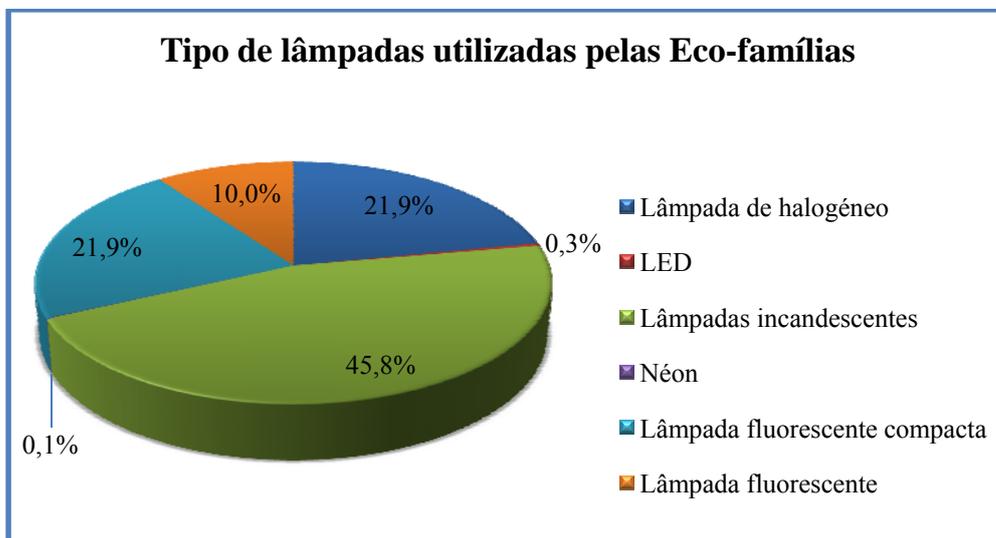


Figura 6.5 – Percentagem de presença dos vários tipos de lâmpadas nas Eco-famílias [35]

De modo a compreender melhor o erro cometido pelos utilizadores ao escolherem determinado tipo de lâmpada segue-se a Figura 6.6, que representa a eficácia luminosa de vários tipos de lâmpadas.

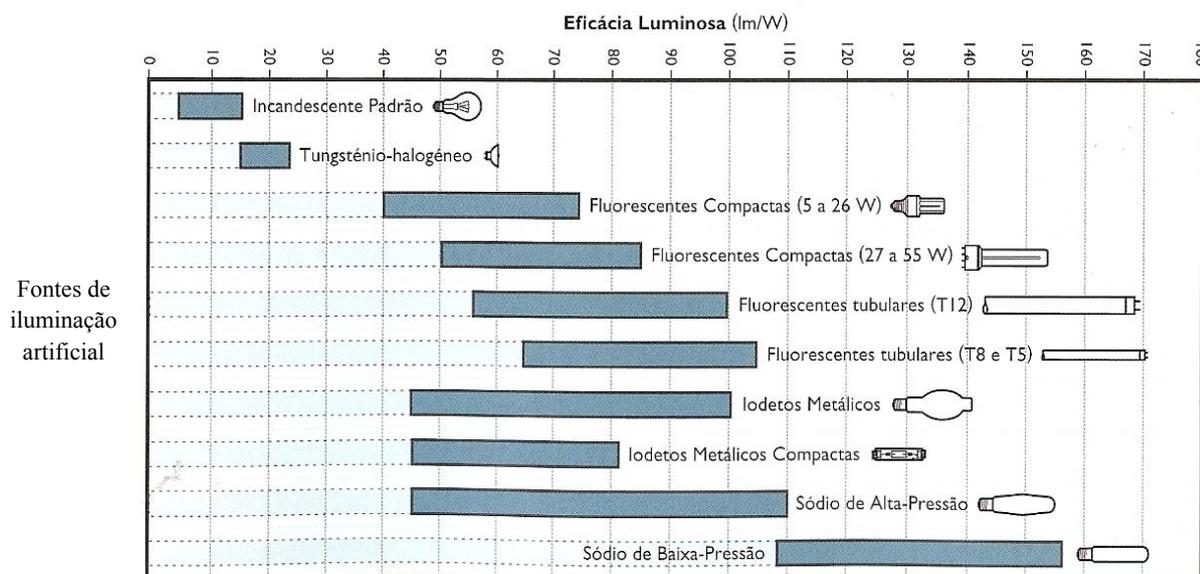


Figura 6.6 – Eficácia luminosa de vários tipos de lâmpadas [61]

A conclusão que se pode retirar da conjugação das Figura 6.5 e Figura 6.6 é que 68% das lâmpadas habitualmente utilizadas nas habitações portuguesas têm uma eficiência energética muito baixa.

Este problema deve-se, conforme referido atrás, sobretudo, às erradas escolhas dos utilizadores. Os consumidores dão, ainda, maior importância ao custo inicial de aquisição das lâmpadas e não à sua eficiência energética. Não estão suficientemente sensibilizados para o facto de que um maior investimento inicial em lâmpadas economizadoras é largamente compensado durante a sua vida útil, pois os consumos energéticos das mesmas é inferior e o seu tempo de vida útil superior, logo serão verificadas poupanças na factura energética.

Para diminuir o consumo energético em iluminação é necessário mudar a mentalidade das populações ou implementar medidas mais drásticas, como a abolição das lâmpadas incandescentes. É necessário que os projectistas e outros intervenientes do sector da construção civil apostem na melhoria das condições de iluminação natural e adoptem soluções para iluminação artificial mais eficientes.

### **6.4.3 EQUIPAMENTOS**

Tal como as fontes de iluminação, também os equipamentos domésticos são objecto de rotulagem energética, de modo a que os consumidores sejam informados do real desempenho energético dos equipamentos que adquirem.

Os electrodomésticos, tais como equipamentos de frio e máquinas de lavar e secar, não são um problema que se reflecta na eficiência energética duma habitação. Em geral, a maioria do electrodomésticos produzidos e vendidos em Portugal têm uma classe energética superior ou igual a B.

Este tipo de electrodomésticos representa, globalmente, cerca de 42% do consumo eléctrico dentro das habitações. Segundo o estudo das “Eco-famílias” [35] já referido, mais de 85% dos equipamentos utilizados têm uma idade entre 1995 e 2007, o que mostra que todos esses equipamentos já possuíam rotulagem energética quando adquiridos. A conclusão do estudo refere ainda que, apesar de existirem alguns casos de consumo elevado, a substituição desses electrodomésticos por outros de classe A ou superior não é viável, por não se conseguir recuperar o investimento num período de 6 anos.

Os maiores problemas encontram-se nos equipamentos de entretenimento, climatização e nos sistemas utilizados para aquecimento de águas sanitárias.

Os equipamentos de entretenimento representam cerca de 10% dos consumos de electricidade no sector residencial. No entanto, estes consumos têm um potencial técnico-económico de poupança de aproximadamente 15%, através da sua substituição por outros mais eficientes [61]. O principal problema de eficiência energética destes equipamentos é o consumo de energia eléctrica em *Stand-by*. O facto de os utilizadores não desligarem efectivamente estes aparelhos fomenta um consumo eléctrico desnecessário. Segundo o estudo da Quercus [35], as alterações de comportamento dos utilizadores podem representar uma poupança de 5,3% do consumo total de electricidade em equipamentos de entretenimento.

Os sistemas de climatização deveriam ser considerados como um meio de resposta às necessidades térmicas nos períodos do ano com condições climáticas exteriores mais adversas, mas, como se pôde observar nos capítulos relacionados com a térmica nos edifícios, verifica-se que por diversas vezes estes são utilizados com o objectivo de corrigir artificialmente uma inadequada qualidade térmica da envolvente.

Nos edifícios habitacionais a potência e a complexidade dos sistemas de climatização são normalmente reduzidos, quando comparadas com os edifícios de serviços. Desta forma, as anomalias observadas nesses sistemas estão tipicamente associadas ao facto de não ter sido prevista a sua instalação na fase de projecto. Esta situação cria condições propícias à utilização de equipamentos portáteis e ao recurso a unidades de ar condicionado instaladas nas fachadas dos edifícios, as quais degradam fortemente a sua imagem [61].

Em Portugal, segundo dados disponibilizados pelos Censos de 2001 [60], verifica-se a predominância de utilização de lareiras (31%) e aparelhos de climatização móveis (35%). Os aparelhos fixos aparecem em 3º lugar, sendo utilizados em 7% dos alojamentos, e por último, existentes apenas em 5% dos alojamentos, surgem os sistemas de aquecimento central.

As anomalias associadas a estes sistemas de climatização instalados e utilizados em habitações estão, normalmente, relacionados com [61]:

- Potência térmica dos equipamentos desajustada às necessidades;

- Sistema de controlo inadequado, conduzindo a uma menor eficiência energética e comprometendo as condições de conforto (como é o exemplo de alguns sistemas de aquecimento central que não permitem a regulação individual);
- Problemas de segurança associados à temperatura atingida por alguns sistemas de aquecimento ou à emissão de efluentes da combustão que não são adequadamente removidos pelo sistema de ventilação, degradando a qualidade do ar interior;
- Baixo rendimento energético dos equipamentos, devido, por exemplo, à ausência de manutenção de caldeiras e de equipamentos de ar condicionado ou à utilização de equipamentos de aquecimento por efeito de Joule.

Os equipamentos portáteis são, conforme mencionado, os sistemas de climatização mais utilizados pelos portugueses, sobretudo devido ao baixo investimento inicial, quando comparado com o sistema de aquecimento central.

Os equipamentos de aquecimento com base na resistência eléctrica (aquecimento por efeito de Joule) apresentam uma baixa eficiência, logo a sua utilização deve ser desincentivada.

Os aparelhos de aquecimento portáteis a gás, embora mais eficientes podem originar problemas mais graves. Se a sua utilização não for acompanhada por uma ventilação de ar adequada, estes aparelhos podem gerar concentrações excessivas de gases de combustão e produzir elevadas quantidades de vapor de água, aumentando a probabilidade de ocorrência de condensações.

Os problemas relacionados com as lareiras devem-se, habitualmente, a uma insuficiente tiragem, com a consequente transferência de fumos e cheiros para o interior da habitação. Este tipo de problemas resulta habitualmente de um dimensionamento incorrecto da secção da chaminé ou da colocação de ventiladores estáticos inadequados [61]. Além destes problemas, o rendimento deste tipo de equipamento é também muito baixo.

Os aparelhos fixos englobam, por exemplo, os sistemas do tipo bomba de calor e os radiadores a gás. As bombas de calor têm rendimentos energéticos elevados e têm a capacidade de promover tanto o aquecimento como o arrefecimento. As anomalias mais

frequentes, associadas aos equipamentos fixos, são o ruído (causado pela deficiente manutenção) ou a poluição do ar (causado pela falta de limpeza periódica dos filtros) [61].

Para terminar falta apenas referir as anomalias mais comuns dos sistemas de aquecimento central. As anomalias destes equipamentos podem estar associadas a erros cometidos na fase de projecto, a problemas de instalação ou a falta de manutenção. Em sistemas mais antigos o principal problema é a impossibilidade de controlar a potência térmica pretendida, o que pode vir a tornar o equipamento inviável e não suficiente para garantir o conforto térmico. Outro problema frequente é o insuficiente isolamento térmico das canalizações de água quente, por erro de projecto ou por degradação dos materiais, o que provoca perdas térmicas significativas, reduzindo a eficiência do sistema e levando, conseqüentemente, a aumentos de consumos energéticos [61].

Por último, é importante destacar o problema dos sistemas de aquecimento de águas sanitárias. O principal problema é a insustentabilidade da maior parte das habitações que utilizam maioritariamente o gás para aquecimento de águas. Das 225 “Eco-famílias” apenas 6% utilizavam energias renováveis para esta função, enquanto 81% utilizavam o gás [35]. Em primeiro lugar, estes valores resultam da falta de incentivo e legislação que levasse à aplicação de painéis solares nas habitações mais regularmente. Em segundo lugar, em muitos edifícios não existe a área nem a exposição solar necessária para a sua aplicação e bom funcionamento. Por último, a escolha destes equipamentos significava um investimento inicial avultado que tanto donos de obra como utilizadores não queriam suportar.

Contudo, desde o novo programa para AQS (águas quentes solares) definido pelo governo português que este panorama encontra-se em mudança, o que contribui para a eficiência energética do país e para a redução de custos dos utilizadores que façam uso de painéis solares para os sistemas de águas quentes sanitárias.

## **6.5 INSUFICIENTE QUALIDADE DO AR**

Como se pôde constatar através do projecto “Habitar”, num universo de 600 alojamentos, a qualidade do ar em 60% dessas habitações não se encontrava regulamentar. A composição do ar desses alojamentos apresenta partículas que podem provocar mal-estar ou complicações mais graves na saúde dos ocupantes.

Tanto as habitações mais antigas como as mais recentes têm problemas de deficiente qualidade do ar, devido fundamentalmente a insuficiências nas condições de ventilação. No entanto, os edifícios antigos são os mais afectados, devido às seguintes características [61]:

- Compartimentos interiores com volumes reduzidos e que raramente possuem sistemas de ventilação;
- Janelas com dimensões inferiores às mínimas impostas pelo RGEU e/ou que abrem para espaços exíguos (saguões);
- Existência de apenas uma fachada com aberturas para o exterior, existindo compartimentos interiores sem qualquer tipo de abertura, impossibilitando a ventilação transversal;
- Cozinhas com renovação de ar apenas por pequenas frestas, não existindo sistemas de exaustão.

Nos edifícios antigos não era habitual a execução de aberturas dedicadas à admissão de ar, sendo este outro factor que tem reflexos negativos na eficácia da sua ventilação. Todavia, esta ausência era compensada pela elevada permeabilidade ao ar da envolvente do edifício (caixilharias e portas exteriores). Os problemas agravam-se quando os utilizadores, a fim de melhorarem as condições de conforto térmico dos seus espaços interiores, substituem as caixilharias existentes por outras com baixa permeabilidade, pois as áreas das aberturas mantêm-se mas tornam-se mais estanques.

Esta situação é mais gravosa nos edifícios antigos pelos factores arquitectónicos que os caracterizam, porém esta situação é também corrente nos edifícios mais recentes. Para diminuir os gastos energéticos, aumentando o conforto térmico das habitações, foram alteradas as práticas construtivas. Na construção de edificações foram desenvolvidas acções no sentido de reduzir a permeabilidade ao ar da envolvente, contudo este aumento de estanquidade não foi compensado com novas admissões de ar, na maioria das habitações.

Além das alterações das práticas construtivas, as alterações comportamentais da sociedade também levaram a uma diminuição da qualidade do ar no interior das habitações. Em décadas anteriores, quando era frequente as mulheres permanecerem em casa, as

habitações eram arejadas durante a maioria do tempo, actualmente o mesmo já não acontecendo ficando estas fechadas durante várias horas.

A insuficiente ventilação provoca habitualmente condensações superficiais (devido ao excesso de vapor de água existente no interior dos espaços), conduzindo ao aparecimento de fungos e bolores. A não extracção de poluentes que são produzidos no interior das habitações, causados pela actividade humana, por aparelhos de aquecimento por combustão, fumo de tabaco, materiais de construção adoptados, entre outros, pode provocar danos graves sobre a saúde dos utilizadores.

O problema da insuficiente qualidade de ar resulta sobretudo da deficiente ou inexistente ventilação natural.

A maioria das habitações possui condutas para evacuação de ar, tanto nas instalações sanitárias como nas cozinhas (embora em alguns casos mal dimensionadas). Apesar disso, o problema consiste na ausência de admissão de ar suficiente para que sejam garantidas as renovações de ar impostas pela norma NP1037-1 (2002) - *Ventilação e evacuação dos produtos de combustão dos locais com aparelhos a gás* (uma renovação de ar por hora nos compartimentos principais e quatro nos compartimentos de serviços, estes últimos com caudais de ar mínimos), não existindo portanto uma ventilação geral e que funcione continuamente.

Na maioria do edifícios, a localização dos seus vãos permite o aproveitamento da diferença de pressões provocada pela acção do vento para o melhoramento da ventilação natural interior. Contudo, este factor não foi, em muitos casos, aproveitado correctamente, não existindo condições para uma ventilação natural adequada.

Os principais factores que inviabilizam uma ventilação natural conjunta são:

- Permeabilidade de caixilharias e caixas de estore insuficiente para garantir as renovações de ar necessárias nos compartimentos principais;
- Inexistência de aberturas directas para o exterior, para admissão de ar, nos compartimentos principais;
- Inexistência de aberturas adequadas para passagem de ar entre os compartimentos principais e de serviço;

- Inexistência de aberturas de ar directas, para admissão de ar, nas paredes das cozinhas, com o objectivo de evitar a ocorrência de grandes desequilíbrios entre os caudais de admissão e os de evacuação de ar;
- Conduitas de evacuação de ar mal dimensionadas;
- Inexistência de ventiladores estáticos nas extremidades das conduitas de evacuação.

Para a realização de uma ventilação natural separada era necessária a existência de aberturas directas para o exterior, para admissão e evacuação de ar (duas aberturas separadas), por compartimento, o que também não é comum existir.

Outros problemas que afectam a qualidade do ar interior, e que são agravados pela falta de ventilação natural, são a escassez de manutenção e limpeza de sistemas de climatização, como o ar condicionado, e a utilização de materiais de construção que emitem partículas poluentes prejudiciais à saúde dos ocupantes.

A insuficiente qualidade do ar geral das habitações portuguesas resulta, principalmente, da falta de legislação que obrigue a realização e projecção de um sistema de ventilação natural eficaz.

Os donos de obra em conjunto com os projectistas deveriam dar maior importância aos aspectos da qualidade do ar, tanto na escolha dos materiais de construção como na adopção de um sistema de ventilação menos dispendioso (durante a sua vida útil), mais sustentável e mais eficaz.

Por fim, os utilizadores têm de ser sensibilizados em relação a este tema. Embora seja um problema que não se vê nem se sente diariamente, a falta de qualidade do ar interior pode efectivamente provocar mal-estar e conduzir a problemas sérios de saúde. Existem habitações que são construídas e concebidas de modo a oferecerem óptimas condições de conforto ambiental, necessitando apenas de algum controlo por parte dos utilizadores para se manter o seu nível de eficácia energética e conforto. Contudo esse controlo e o cumprimento de algumas regras, normalmente descritas num manual do utilizador, para o bom funcionamento de todas as soluções construtivas adoptadas nessa habitação, são esquecidos ou são praticados sem a seriedade devida pelos seus ocupantes.

## **6.6 FALTA DE CONFORTO ACÚSTICO**

A falta de conforto acústico é um problema actual para milhões de agregados familiares.

Segundo os resultados dos inquéritos realizados pela Direcção Geral de Saúde [68], as principais fontes de ruído referidas pelos utilizadores são o tráfego e os ruídos provocados por vizinhos.

Estes resultados mostram o insuficiente isolamento acústico a sons por condução aérea das fachadas, das paredes e dos pavimentos de separação entre fogos e o insuficiente isolamento acústico a sons de percussão dos pavimentos.

Relativamente ao insuficiente isolamento acústico a sons por condução aérea das fachadas, este problema deve-se, na maior parte das habitações, quer antigas quer recentes, à fraca qualidade acústica dos vãos envidraçados (vidros simples). A não verificação da definição acústica da zona de implantação do edifício ou, caso essa informação esteja em falta, a não consideração de uma situação mais gravosa, pode resultar em alguns erros de projecto, culminando na adopção de soluções construtivas inadequadas.

O insuficiente isolamento acústico a sons de condução aérea nas paredes em contacto com outros fogos resulta normalmente da insuficiente espessura de isolamento aplicado nesta zona ou mesmo à sua inexistência. O isolamento utilizado nas paredes entre fogos adjacentes pode também não ser o mais adequado.

A falta de isolamento acústico geral dos pavimentos é outro problema comum nas habitações portuguesas. Os pavimentos dos edifícios mais antigos são os que têm piores condições de isolamento sonoro, pois são normalmente pavimentos de madeira. Todavia, nos edifícios mais recentes, com lajes de betão armado, ocorrem também este tipo de ruídos. A falta de isolamento acústico nos pavimentos é consequência da adopção de soluções de revestimentos de piso desadequadas. Na grande maioria das habitações os pavimentos são demasiado rígidos, normalmente os revestimentos são colados directamente ao pavimento, não existindo nem caixa-de-ar, nem isolamento acústico e nem mesmo uma película de polietileno, soluções estas que melhoravam consideravelmente o isolamento acústico a sons de percussão e a sons aéreos.

As instalações de abastecimento e drenagem de água, bem como as instalações de equipamentos electromecânicos são muitas vezes fontes de ruído nos edifícios de habitação.

Este tipo de ruído resulta de erros de dimensionamento de sistemas de drenagem de águas, como por exemplo traçados inadequados ou velocidades excessivas de escoamento, de insuficiente isolamento em “courettes”, da existência de aparelhos sanitários junto a paredes que dão para zonas de estar e quartos, da escolha de aparelhos demasiado ruidosos, da selecção de tubagens com paredes pouco espessas, da não utilização de apoios anti-vibratórios em sistemas electromecânicos, entre outros [80].

## 6.7 CONSUMO EXCESSIVO DE ÁGUA

Devido não só ao crescimento demográfico mas, fundamentalmente, ao desenvolvimento económico e às alterações do nosso estilo de vida, a água tem-se tornado um recurso da maior importância, recurso este que actualmente é cada vez mais escasso.

As alterações climáticas têm agravado este cenário e prevê-se que em alguns países, como Portugal, a previsível redução da precipitação ou a alteração do seu regime possam a curto/médio prazo criar graves situações de crise. Sendo a água um bem finito e essencial à vida, o seu uso racional tornou-se uma prioridade.

Em Portugal, a consciencialização da necessidade de um uso eficiente da água foi já reconhecida como prioridade nacional, através da publicação da Resolução do Conselho de Ministros nº 113/2005, de 30 de Junho, a qual aprova o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA). Contudo, até esta data o uso eficiente de água não era uma preocupação.

A água captada em Portugal é essencialmente consumida pelo sector agrícola (cerca de 60%), seguindo-se o sector industrial e só depois o sector doméstico (15%). Embora em termos percentuais possa ser considerado um valor baixo, efectivamente este valor corresponde a milhões de metros cúbicos de água potável consumida em habitações.

Foi possível constatar, em alguns estudos realizados, que este consumo de água tem um grande potencial de redução, pois é desperdiçada uma grande quantidade de água em várias situações.

Segundo Viera *et al.* (2006), em média, do total de água consumida numa habitação, 32% desta é utilizada em banhos e duches, 28% em autoclismos, 16% em torneiras, 10% em máquinas de lavar, 10% em usos exteriores e 4% em perdas.

Embora as perdas constantes representem uma pequena parcela de quantidade de água consumida, estas podem ser, em certos casos, a origem de anomalias em edifícios.

Estas perdas constantes devem-se frequentemente à inadequada selecção dos materiais, na fase de projecto, ou a montagens incorrectas dos sistemas de abastecimentos de da mesma. Em muitas habitações são aplicadas tubagens de fraca qualidade, com diminuída resistência a agentes químicos, com pouca resistência a temperaturas elevadas e incompatíveis com outro tipo de materiais. Estas situações levam a degradações precoces dos materiais, resultando em perdas de água constantes e, em casos mais graves, em roturas consideráveis, que originam consumos de água desnecessários.

Em relação ao consumo de água para lavagens e outras actividades no exterior da habitação, o problema principal é a própria utilização de água potável. De facto, na maioria das actividades deste tipo, como as regas e as lavagens de pavimentos, não existe necessidade de utilizar água de qualidade elevada. Deveriam ser implementados, mais frequentemente, sistemas de recolha e reutilização de águas pluviais ou sistemas que permitissem o tratamento e posterior reutilização de águas residuais. Desta forma seria possível a poupança de uma parte significativa da água consumida pelas famílias.

Comummente, a preferência de economia de custos, por parte de muitos donos de obra, em detrimento da qualidade da construção, culmina na ausência de circuitos de retorno que, conjugada com traçados demasiado extensos, conduz a elevados tempos de espera de água quente, resultando em desperdícios significativos de água e energia. Esta medida diminuiria os gastos de água através das torneiras e banhos/duches.

Tanto as torneiras como os chuveiros tradicionais têm caudais médios elevados (6 litros por minuto, em média) que podem ser diminuídos. A substituição destes equipamentos por outros mais economizadores ou a aplicação de dispositivos mais eficientes, são soluções possíveis para diminuir o consumo de água por utilização. Entre os diferentes mecanismos existentes destacam-se as torneiras/chuveiros com menor ângulo de abertura do manípulo, os redutores de caudal, os dispositivos arejadores e os dispositivos pulverizadores.

Os autoclismos têm também um elevado potencial de redução. Os autoclismos tradicionais têm capacidades que variam entre os 7 litros e os 15 litros por descarga, mas os autoclismos com capacidade de 6 litros têm uma eficiência muito superior, em comparação com os habituais dispositivos existentes nas habitações. Acresce ainda que a água utilizada para as descargas dos autoclismos podia ser água reutilizada (águas pluviais).

O consumo excessivo de água em torneiras, chuveiros e autoclismos, deve-se principalmente à má selecção desses equipamentos por parte dos projectistas. Por sua vez, essas escolhas ineficazes devem-se, principalmente, à necessidade de economia de custos por parte do dono de obra.

A falta de informação dos consumidores, em relação à eficiência hídrica dos equipamentos, é outro factor importante para que as suas escolhas não sejam as mais correctas.

Só a partir de 2008 começou a ser implementada a rotulagem de eficiência hídrica (Figura 6.7) em autoclismos, mas de forma voluntária (parte dos fabricantes dos equipamentos optarem pela rotulagem hídrica). Em 2009, pressupunha-se iniciar a rotulagem dos duches (1º trimestre), torneiras e fluxómetros (2º trimestre) e máquinas de lavar (3º trimestre), mas também de forma voluntária. A rotulagem de eficiência hídrica deveria tornar-se uma medida obrigatória, bem como a aplicação de equipamentos com eficiência mínima.

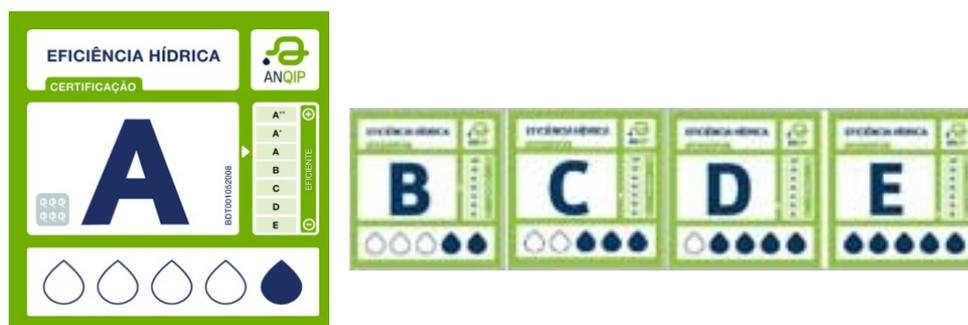


Figura 6.7 – Rotulagem de eficiência hídrica [81]

## 6.8 CONCLUSÃO

A maioria dos problemas correntes que ocorrem nas habitações deve-se, sobretudo, a erros de projecto, a escolhas inadequadas na fase de concepção, a insuficiente exigência legislativa em certos aspectos da construção habitacional, a erros de execução e a escolhas e hábitos inadequados dos utilizadores.

De acordo com os modos de vida actuais, torna-se essencial que os edifícios e as habitações respondam não só às exigências de eficiência energética mas também à total satisfação dos utentes.

É fundamental que as actividades de reabilitação resolvam não só os problemas de degradação dos materiais, as anomalias devido à humidade e os problemas de eficiência energética, mas resolvam, também, os restantes problemas relacionados com o conforto ambiental e com factores de sustentabilidade.

A intervenção em todas estas áreas (consumo excessivo de água, qualidade do ar interior, conforto térmico e conforto acústico, iluminação natural e artificial, entre outros) assume, desta forma, um papel relevante e necessário, que deve ser equacionado.

Numa construção nova ou reabilitação não há regras rígidas e rápidas ou soluções únicas para criar ambientes sustentáveis que respondam às necessidades de conforto, bem-estar e economia dos utilizadores. No entanto, existem métodos de quantificação que demonstram a eficácia e a eficiência das soluções adoptadas. Estas “ferramentas”, denominadas como Sistemas de Avaliação da Sustentabilidade da Construção, podem ter um papel muito importante não só para uma construção sustentável mas também para uma reabilitação sustentável.

Actualmente, em Portugal, os sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade da construção são sistemas voluntários e são métodos essencialmente projectados para a avaliação/certificação de edifícios novos. Estes sistemas são bastante completos, como se poderá observar no capítulo seguinte, uma vez que têm em conta as várias dimensões da sustentabilidade (dimensão ambiental, económica e social) ao longo de todo o processo construtivo.

Assim, a resolução dos problemas correntes do parque habitacional existente pode passar por uma reabilitação global, a qual deve ser auxiliada através de uma de certificação de sustentabilidade de todo o processo de construção. A adaptação deste tipo de sistemas aos processos de reabilitação irá melhorar os aspectos relacionados com o conforto ambiental, com o consumo de todo o tipo de recursos utilizados, com as cargas ambientais que um edifício provoca e com a sua integração socioeconómica, ao longo de todo o ciclo de vida do edifício. A utilização deste tipo de sistema avaliativo contribuirá para um aumento da eficiência do todo o processo construtivo e garantirá o enquadramento deste edifício/habitação na construção sustentável.

## 7. SISTEMAS DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS

### 7.1 ENQUADRAMENTO

As avaliações sobre o impacto que as novas construções provocam no ambiente não são uma actividade recente. Desde o final dos anos 80 que são efectuadas avaliações a alguns empreendimentos de construção, com o objectivo de avaliar os impactes ambientais negativos dessas mesmas construções e encontrar soluções para os minimizar [6].

Ao mesmo tempo, foram surgindo sistemas de análise do ciclo de vida dos produtos e materiais como resposta às preocupações crescentes relativamente ao impacte que a construção tinha sobre o ambiente, possibilitando uma escolha de produtos/materiais ambientalmente mais adequada [6].

Com a progressiva importância dada ao ambiente e à sustentabilidade na construção, surgiu, em 1994, o conceito de construção sustentável. Pela mesma altura, surgem, então, as orientações para a implementação deste novo conceito e as indicações para a avaliação e certificação das suas características.

Com o reconhecimento de que a construção tradicional não se adequava facilmente ao conceito de desenvolvimento sustentável e com o despontar do conceito de construção sustentável, foi-se tornando fundamental proceder-se à avaliação da sustentabilidade das construções, das soluções construtivas adoptadas, de modo a identificar aquelas que, realmente, potenciavam um futuro mais sustentável para a construção no seu todo.

Em 1990, foi publicado o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* – BREEAM, o primeiro método de avaliação para o desempenho ecológico de edifícios. Poucas ou nenhuma tentativas tinham sido realizadas, até à data, para o estabelecimento de um método objectivo e compreensível que avaliasse simultaneamente um vasto leque de considerações ambientais e oferecesse uma avaliação do desempenho geral do edificado [6] e [82].

Durante a década de 90, conseguiu-se gerar um consenso entre investigadores e agências governamentais de que a classificação de desempenho, associada a sistemas de certificação, potencia a criação de mecanismos eficientes de demonstração e melhoria contínua, provocando um crescimento qualitativo na avaliação ambiental dos edifícios. Este

crescimento levou ao aparecimento de orientações ou guias para a construção sustentável, novos processos de avaliação e verificação de critérios de sustentabilidade de edifícios e ainda de especialistas para o apoio ao desenvolvimento e avaliação da temática [61].

O campo da avaliação ambiental do parque edificado evoluiu rapidamente e surgiram, desde o aparecimento do BREEAM, vários outros sistemas de avaliação voluntários de sustentabilidade de edifícios no mercado, em diferentes países.

Entre todos os sistemas que surgiram nos últimos anos evidenciam-se, além do BREEAM no Reino Unido, o LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) nos Estados Unidos da América e Canadá, o CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) no Japão, o HQE (Haute Qualité Environnementale des Bâtiments) em França e o LiderA (Sistema Voluntário para Avaliação da Construção Sustentável) em Portugal.

## **7.2 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Actualmente, os sistemas e ferramentas de avaliação e reconhecimento da construção sustentável têm como principal objectivo garantir a sustentabilidade dos edifícios durante todo o seu ciclo de vida (planeamento e concepção, construção, operação e demolição), promovendo e tornando possível uma melhor interligação entre os parâmetros ambientais, sociais, funcionais e económicos [83].

Estes sistemas visam promover a utilização de práticas e métodos de construção que aumentem a sua durabilidade e rentabilidade, reduzindo simultaneamente os impactes ambientais negativos do edifício, e aumentem a qualidade de vida, saúde e bem-estar dos seus ocupantes. Salientam ainda estes sistemas, a importância de práticas ecológicas ao nível dos edifícios.

Na fase de concepção do projecto mostra-se necessário responder a muitas e distintas questões, às quais os métodos de avaliação permitem estabelecer uma estrutura e definição de prioridades, ao mesmo tempo que fornecem também estratégias de actuação às equipas de projectistas [82].

A maioria dos sistemas de avaliação ambiental de edifícios é constituída por um conjunto pequeno de categorias, as quais agregam uma série de indicadores de desempenho.

A cada um destes indicadores/critérios está atribuída uma pontuação, a qual é contabilizada desde que a totalidade das condições desse indicador sejam cumpridas. Além dos créditos pontuáveis, existem, também, pré-requisitos para a maioria das categorias, os quais devem ser obrigatoriamente cumpridos, caso contrário o edifício nunca poderá vir a obter uma avaliação positiva.

Os critérios avaliados nos sistemas de avaliação da sustentabilidade na construção estão relacionados com aspectos construtivos, climáticos, ambientais e sociais incidindo no interior da edificação, na sua envolvente próxima e na sua relação com a cidade e o meio ambiente global [83].

No entanto, para que estas avaliações não se tornassem um processo moroso e pouco atractivo, tendo em conta o facto de serem sistemas voluntários, as metodologias existentes abordam a sustentabilidade de uma forma holística, baseando a avaliação em critérios que são considerados mais importantes para atingir os objectivos da avaliação [83]. Um indicador pode avaliar o comportamento de uma solução face a um ou mais objectivos do desenvolvimento sustentável, isto é, um indicador pode agregar um ou mais critérios de sustentabilidade, simplificando desta forma a estrutura de avaliação. Por exemplo, o indicador de proximidade de transportes públicos é um parâmetro que avalia a possível redução de utilização de automóveis privados, avaliando, desta forma, a possibilidade de reduzir o consumo de energia e a emissão de gases poluentes.

Na maioria dos sistemas de avaliação, os indicadores de desempenho são ponderados, isto é, os vários indicadores numa estrutura de avaliação têm importâncias (pesos) distintas, retratando, desta forma, os principais problemas ambientais locais. Dentro do mesmo sistema, nem todos os indicadores têm a mesma importância, e o mesmo indicador pode ter uma relevância distinta consoante o local de implementação do novo edifício.

Esta variabilidade do peso de cada indicador e parâmetro é um factor que dificulta o processo de avaliação, uma vez que o peso (ponderação) dos indicadores pode não ser fixo, dependendo do contexto político, legislativo (normas e regulamentos), tecnológico, cultural, social, económico e ambiental de cada país ou de cada região.

Segundo Mateus e Bragança (2004) [84], outra dificuldade é que “na avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas podem ser abordados vários indicadores que nem sempre estão correlacionados entre si e que não se expressam na mesma grandeza. Por outro lado, o modo como cada um dos indicadores e parâmetros influencia a sustentabilidade não é

consensual nem imutável ao longo do tempo. Assim, é difícil expressar a sustentabilidade em termos absolutos, através de um valor que integre todos os indicadores analisados e que permita a classificação do objecto analisado, relativamente à sua sustentabilidade”. Por exemplo, uma solução que apresente um desempenho ambiental elevado (com baixos consumos energéticos, baixas emissões de gases poluentes, elevada percentagem de reciclagem de resíduos, elevada utilização de materiais ecológicos, entre outros) e que não cumpra as exigências funcionais mínimas, não poderá ser avaliada positivamente. Por outro lado, uma solução que cumpra todas as exigências funcionais, que tenha um desempenho ambiental bastante elevado e que conseqüentemente represente um custo de construção excessivo, ultrapassando significativamente o custo da solução construtiva tradicional, não poderá ser considerada sustentável, pois o seu custo descomedido constitui um entrave à sua implementação [84].

Assim, a sustentabilidade na construção de edifícios deve ser avaliada tendo em conta a construção convencional, ou seja, deve ser avaliada em comparação com a prática corrente dum determinado país ou local. Desta forma, é possível analisar se as soluções adoptadas, para todo o ciclo de vida do edifício e de acordo com os critérios de avaliação de sustentabilidade, têm um desempenho superior ou inferior ao da solução de referência [83].

Esta é a principal razão para que a maior parte dos sistemas de avaliação só possa ter reflexo às escalas local ou regional, pois a prática corrente num país pode não ser prática corrente noutra.

Em resultado das dificuldades mencionadas, não existe actualmente uma metodologia que seja internacionalmente aceite, uma vez que as abordagens e ponderações dos indicadores não podem ser iguais para todos os países e para todos os casos. Este problema prende-se com a subjectividade associada ao conceito “sustentabilidade”, os objectivos para atingir o desenvolvimento sustentável num país podem ter uma importância distinta noutra. As diferenças políticas, tecnológicas, culturais, sociais, económicas, territoriais e geográficas levam a que as necessidades ambientais, bem como as necessidades das populações sejam diferentes, não sendo possível uma utilização directa de um sistema de avaliação concebido para outro país.

No sistema LEED (Estados Unidos da América), por exemplo, existe um indicador pontuável relativo à aquisição de recursos materiais regionais. Um edifício será pontuado se a origem dos materiais utilizados não ultrapassar os 800km de distância até ao local da obra.

Neste caso, impor um limite superior de 800km é um indicador de sustentabilidade, mas se transpusessemos essa medida para Portugal não faria sentido algum, uma vez que não se impunha nenhuma melhoria relativamente à prática corrente.

No entanto, apesar de existirem diferentes abordagens em diferentes sistemas de avaliação e certificação da construção sustentável, existem certos pontos em comum entre esses sistemas. Em geral, são analisadas, de uma maneira ou de outra, as mesmas categorias de projecto e de desempenho: local, água, energia, materiais, cargas ambientais, qualidade do ambiente interior e gestão/manutenção.

### **7.3 CATEGORIAS E INDICADORES DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO**

Para compreender as semelhanças entre os sistemas de avaliação e certificação da construção sustentável optou-se por efectuar uma apreciação dos mais abrangentes e mais aplicados a nível global, assim foram analisados três sistemas, o LEED (Estados Unidos da América) [85], o BREEAM (Reino Unido) [86] e o LiderA (Portugal) [87]. O sistema de avaliação LEED foi escolhido pelo facto de ser bastante completo e importante a nível mundial, uma vez que foi adaptado em vários países. O BREEAM foi analisado por ter sido o primeiro sistema de avaliação e certificação criado e por tratar-se de um sistema europeu. O LiderA foi, também, analisado por ser o único sistema existente a nível nacional até meados de 2009, quando surgiu uma adaptação do SBTtool em Portugal.

Estes três sistemas foram analisados, nas versões criadas para edifícios de habitação, com o objectivo de compreender os parâmetros avaliados nas várias categorias que dividem este tipo de avaliação, as suas semelhanças e as suas diferenças. Pretende-se compreender a importância que é dada a cada categoria/indicador pelos diversos sistemas, uma vez que as diferenças (políticas, tecnológicas, culturais, sociais, económicas, territoriais, geográficas e ambientais) entre estes três países podem tornar-se significativas na ponderação dos parâmetros de sustentabilidade avaliados em cada um deles.

Como foi mencionado, estes sistemas avaliam, por vezes de forma diferente, parâmetros que estão relacionados com o local/localização de implantação do edifício de habitação, com a sua eficiência hídrica, com a sua eficiência energética, com os materiais utilizados, com a qualidade do ambiente interior, com a poluição/cargas ambientais que a

construção do edifício e a sua utilização podem provocar, com a sua gestão/manutenção e com o processo de concepção e inovação.

### **7.3.1 LOCAL/LOCALIZAÇÃO**

Em relação à vertente relativa ao local/localização as categorias dos três sistemas diferem entre si, contudo os critérios nelas avaliados são bastante semelhantes.

O sistema LEED é constituído por duas categorias de avaliação, nas quais são avaliados parâmetros referentes ao local em si e à sua localização, a categoria “Localização e Ligações”, a qual representa cerca de 7% da avaliação total, e a categoria “Locais Sustentáveis” que representa 16%.

O mesmo acontece no sistema BREEAM, que é composto pelas categorias “Transportes” e “Ecologia e Utilização do Solo”, as quais rerepresentam, respectivamente, 8% e 12% da avaliação total.

O sistema nacional tem, também, duas categorias onde são avaliados indicadores referentes a este tema. A categoria “Integração Local”, a qual representa 14% da avaliação total, e a categoria “Vivência Socio-económica”, que representa 19%. No entanto, esta última contém indicadores que não se coadunam com a questão “Local/Localização”.

Em relação à ponderação que é dada a esta questão pelos três sistemas, verifica-se que o sistema LiderA é o que dá maior importância ao local/localização do edifício (33%). Todavia, existem alguns indicadores que, devido à diferença de categorias existentes, não fazem sentido serem abordados na avaliação desta vertente. Esses indicadores pertencem à categoria “Vivência Sócio-económica” e são critérios relacionados com “Participação e Controlo” (correspondendo a 4% da avaliação) e com o “Custo de ciclo de vida” (correspondendo a 3% da avaliação), significando que, na realidade, o sistema LiderA tem 27% da classificação relacionada com o local/localização, continuando da mesma forma a ser o que dá maior relevância a este factor.

Os três sistemas de avaliação analisados, dentro das categorias acima referidas, avaliam comumente os seguintes critérios:

- O valor ecológico do local, bem como a protecção e valorização das características ecológicas do mesmo, ou seja, o projecto será valorizado (pontuado) se o local de

implantação se tratar de uma área degradada, abandonada ou com solos contaminados, se a zona de implantação já possuir as infra-estruturas necessárias e se se mantiverem e protegerem as espécies de fauna e flora existentes no local;

- As amenidades locais, isto é, a proximidade e a quantidade de serviços básicos (supermercados, bancos, postos de correios, escolas, entre outros) existentes na envolvente do local, a acessibilidade a transportes públicos e a disponibilidade de condições para incentivar a mobilidade de baixo impacto;
- O desenvolvimento compacto, ou seja, a redução da área de solo ocupado ou o aumento do número de fogos sem aumentar a área de implantação.

O sistema LiderA, além dos critérios em comum, avalia ainda indicadores como:

- A integração paisagística local (manutenção de tipologias estéticas das construções envolventes) e a protecção e valorização do património, promovendo a reabilitação (representando estes critérios apenas 2% da avaliação).
- A adopção de soluções inclusivas, ou seja, a valorização de soluções que eliminem barreiras de acesso e de mobilidade nos edifícios.
- A diversidade económica, valorizando-se a existência de actividades económicas no edifício (edifício misto) e o desenvolvimento da economia local. É, também, avaliado neste parâmetro a flexibilidade e adaptabilidade dos usos da habitação, no entanto este indicador faria mais sentido estar integrado numa perspectiva de custos de ciclo de vida e poupança de recursos materiais.

Contudo, embora o sistema LiderA seja o que tenha a maior percentagem de avaliação em relação ao factor “Local” e avalie também indicadores que os outros sistemas não referem, o sistema LEED avalia ainda outro tipo de parâmetros não mencionados pelos restantes sistemas, na categoria “Locais Sustentáveis”, tais como:

- A prevenção da poluição durante o processo de construção;

- O projecto para a paisagem exterior relativamente à utilização de plantas tolerantes à seca, à área de relvado, entre outros. Este último podia ser avaliado numa perspectiva de redução de consumo de água, pois é com esse objectivo que ele é analisado;
- A redução do efeito ilha de calor (parâmetro que nos restantes sistemas é analisado como um indicador ligado à categoria da “Poluição/Cargas Ambientais”);
- A gestão de águas superficiais (área do terreno permeável, controlo de erosão, entre outros).

### **7.3.2 EFICIÊNCIA HÍDRICA/ÁGUA**

Entre os três sistemas, o LEED é o que dá maior relevância à eficiência hídrica dos edifícios. Neste caso, a categoria “Eficiência Hídrica” representa 11% da avaliação total. No sistema BREEAM esta categoria apresenta uma relevância de 10%. No sistema LiderA esta vertente é analisada como uma subcategoria – “Água”, que está inserida na categoria “Recursos”, representando 8% da avaliação geral.

O sistema LEED é o mais pormenorizado, sendo esta categoria composta por um maior número de indicadores de avaliação, em comparação com os outros dois sistemas. Contudo, o objectivo dos três sistemas é potenciar a redução do consumo de água potável e a reutilização de águas (pluviais e/ou residuais). As diferenças encontram-se, sobretudo, na relevância (%) dos indicadores.

No sistema LEED, 4% da classificação é conseguida através da implementação de soluções que permitam a recolha de águas pluviais para posterior reutilização em irrigação e autoclismos (3,3%) e através da implementação de soluções que permitam o tratamento e reaproveitamento de águas residuais para posterior utilização (0,7%). A restante pontuação é conseguida através da adopção de sistemas de irrigação de alta eficiência hídrica (3%) e através da utilização de equipamentos/aparelhos, também, com elevada eficiência hídrica, no interior da habitação (4%).

O sistema BREEAM, embora avalie esta categoria com uma percentagem menor, a sua diferenciação na relevância dos indicadores é mais coerente. Neste caso, a redução de

consumo de água no interior, através de equipamentos mais eficientes e através da reutilização de águas pluviais e residuais, tem uma relevância de 8,33%, enquanto a redução de consumo de água no exterior, através de soluções semelhantes, apenas representa 1,67%. A relevância dada à redução do consumo de água no interior da habitação (superior ao sistema LEED) é compreensível, uma vez que esse consumo é bastante superior ao consumo de água no exterior e o seu potencial de redução é bastante significativo.

O sistema LiderA é aquele que menor importância atribui à redução do consumo de água. Além desta subcategoria representar apenas 8% da avaliação final, acresce ainda que parte dessa percentagem está ligada a indicadores que não se adequam a esta categoria, uma vez que não são parâmetros que potenciem a redução do consumo de água. É o caso do indicador “Gestão de águas locais”, através do qual se pretende avaliar a área de solo permeável, logo faria mais sentido este indicador ser avaliado dentro da vertente “Local”.

Além deste parâmetro, o sistema LiderA avalia, tal como os restantes, a utilização de aparelhos eficientes, a capacidade de reutilização de águas pluviais para usos secundários e a adopção de plantas tolerantes à seca.

### **7.3.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA/ENERGIA**

A Eficiência energética é a categoria com maior ponderação em todos os sistemas analisados. No sistema LEED esta vertente tem uma ponderação de 28% e nos sistemas BREEAM e LiderA a categoria “Energia” representa 22% e 17%, respectivamente, na avaliação total.

A principal diferença entre os três sistemas é a forma como a eficiência energética é avaliada. No sistema BREEAM o projecto/habitação é avaliado, sobretudo, segundo a taxa de emissões de dióxido de carbono. No sistema LiderA a maioria da pontuação é obtida segundo a classificação de eficiência energética atingida, resultado da avaliação realizada por peritos qualificados pela ADENE. O sistema LEED, embora também possa analisar a eficiência energética do projecto através da avaliação executada por outra entidade, idêntica à ADENE – *EnergyStar*, contém uma série de indicadores de avaliação alternativos nesta categoria. Esses indicadores são:

- Isolamento térmico;
- Infiltrações de ar;

- Desempenho térmico das janelas;
- Sistema de distribuição de aquecimento e arrefecimento (minimizar a energia consumida devido a pontes térmicas e/ou fugas na distribuição de calor/frio);
- Eficiência dos equipamentos de climatização;
- Eficiência do sistema de aquecimento de água;
- Iluminação artificial (eficiência das lâmpadas e dos equipamentos de iluminação);
- Eficiência dos electrodomésticos;
- Energias renováveis (projectão e aplicação de sistemas geradores de energia eléctrica através de fontes de energias renováveis);

Embora os restantes sistemas sejam mais sucintos, ambos avaliam (através de diferentes formas) praticamente todos os parâmetros referidos no sistema LEED.

O sistema BREEAM avalia a taxa de emissão de CO<sub>2</sub>, ou seja, avalia a eficiência energética dos equipamentos e do edifício no seu todo, a utilização de energias renováveis, o desempenho térmico da envolvente, a eficiência energética dos electrodomésticos e o tipo de iluminação artificial adoptada, uma vez que se tratam de possíveis soluções que potenciam a redução do consumo de energia e a consequente emissão de CO<sub>2</sub>.

O sistema LiderA pontua o cumprimento de critérios como: classe de eficiência energética A e A<sup>+</sup>, o desenho passivo do projecto (redução das necessidades de aquecimento e arrefecimento e iluminação artificial) e a intensidade de carbono (e eficiência energética), cujo indicador avalia a classe de eficiência energética de electrodomésticos e lâmpadas, a utilização de energias renováveis e o sistema de aquecimento de águas.

#### **7.3.4 MATERIAIS**

Outra categoria comum entre os três sistemas é a dos “Materiais”. No sistema BREEAM esta categoria tem uma ponderação de 14%, no sistema LEED representa 12% e no sistema LiderA apenas 5% (neste caso não se trata duma categoria, mas sim uma subcategoria dentro da categoria dos “Recursos”).

Em comum entre os três sistemas são constituintes desta categoria os indicadores referentes ao impacto ambiental dos materiais utilizados (a energia incorporada nos materiais, as consequentes emissões de CO<sub>2</sub> e a emissão de outros poluentes) e à sua capacidade/facilidade de reciclagem. Dentro desta matéria é, também, avaliada e valorizada a utilização de materiais já reciclados e a utilização de materiais locais. Estes critérios representam a totalidade dos indicadores do sistema BREEAM. Neste sistema, o impacto ambiental dos materiais representa 7,23%, o fornecimento responsável de materiais (materiais locais) tem uma ponderação de 4% e a facilidade de reciclagem representa 2,71%.

No sistema LiderA, além dos critérios referidos, existe ainda um indicador que avalia a durabilidade dos materiais adoptados (conservação, manutenção e tempo de vida útil), indicador esse com muita relevância em termos de sustentabilidade face à poupança de recursos que induz.

Contudo, é importante referir a existência de algumas diferenças, como por exemplo, no sistema LEED esta categoria é também constituída por um indicador relativo à gestão de resíduos de construção. No sistema Lidera, este critério não é tratado de forma independente, mas sim através de um indicador que avalia a reciclagem de resíduos durante todo o ciclo de vida do edifício (pertencente à categoria “Poluição”). Tendo em conta a baixa taxa de reciclagem dos RCD em Portugal e os objectivos impostos pela comissão europeia em relação a este tipo de resíduo, este indicador deveria ser tratado de forma mais detalhada e com uma maior ponderação.

De referir ainda que, o sistema americano valoriza a execução de um detalhado planeamento de materiais (escolha de matérias tendo em conta o seu factor de produção de resíduos de construção, utilização de peças pré-fabricadas e detalhe do projecto de construção resultando numa menor percentagem de resíduos de construção), elemento este com bastante importância para a avaliação do uso dos recursos naturais.

### **7.3.5 QUALIDADE DO AMBIENTE INTERIOR/SAÚDE E BEM-ESTAR**

A categoria “Qualidade do Ambiente Interior” existe nos sistemas LEED, BREEAM e LiderA, no entanto as diferenças, entre os indicadores avaliados, são significativas.

Em termos de relevância na avaliação geral a categoria “Qualidade do Ambiente Interior” representa 16% no sistema LEED, 15% no sistema LiderA e 14% no sistema BREEAM, que aparentemente não corresponde às diferenças significativas atrás referidas.

No sistema LEED, embora esta categoria representa 16% da avaliação total, são apenas avaliados indicadores referentes à qualidade do ar interior, não existindo qualquer referência a factores como a iluminação natural, a vista ou em relação ao conforto acústico. Neste caso, são avaliados apenas parâmetros como a ventilação de gases de combustão, o controlo de humidade, a ventilação natural, a exaustão local, a distribuição de calor e de frio, a filtragem do ar e o controlo de contaminantes no ar (sobretudo durante e imediatamente após a construção). Entre todos estes indicadores os que possuem maior ponderação são os da ventilação natural e do controlo de contaminantes, ambos representando 3% da avaliação geral.

No sistema BREEAM a categoria “Saúde e Bem-estar” é constituída por indicadores que avaliam a iluminação natural disponível em toda a habitação (5,25% da avaliação total), o isolamento acústico (7% da avaliação total) e a privacidade. No entanto, neste caso não é feita qualquer referência à qualidade do ar interior, que é um factor bastante relevante para a saúde e bem-estar dos ocupantes de uma habitação.

O sistema LiderA pode ser considerado o mais completo dos três relativamente a esta matéria, uma vez que o sistema nacional avalia a qualidade do ar interior (taxa de ventilação natural, redução/eliminação de poluentes no ar interior), o conforto térmico ( $35\% < Hr < 60\%$  e  $18^{\circ}\text{C} < T < 26^{\circ}\text{C}$ ), a intensidade da iluminação (iluminação artificial – luxs) e o conforto acústico. A qualidade do ar interior e o conforto térmico têm uma ponderação de 5% cada, sendo que os restantes 5% correspondem ao parâmetro “iluminação e acústica”.

Neste sistema fica apenas em falta a avaliação da iluminação natural e vista, embora esta já possa ter sido avaliada através do indicador “Desenho passivo” na categoria da “Energia”.

Por último, é importante referir que o indicador “capacidade de controlo” que se encontra na categoria “Vivência Socioeconómica” parece enquadrar-se melhor nesta categoria, dada a constatação que, um dos problemas de conforto ambiental referenciado na análise anterior é a falta de capacidade que o utilizador tem de controlo dos sistemas de climatização.

### 7.3.6 POLUIÇÃO/CARGAS AMBIENTAIS

Esta vertente é tratada, apenas, pelos sistemas BREEAM e LiderA. No sistema americano não existe uma categoria específica relativamente a este tema, uma vez que os indicadores avaliados nesta categoria foram já referidos e avaliados pelo LEED em categorias anteriores.

Relativamente a esta matéria, o sistema LiderA é o que tem a maior ponderação. A categoria “Cargas Ambientais” representa 12% da avaliação geral. No sistema BREEAM a categoria “Poluição” tem uma ponderação de 10%.

O sistema BREEAM avalia critérios como a utilização de materiais que não contribuam para a degradação da camada de ozono, as emissões de NOx, a redução do escoamento superficial, a redução do risco de inundação e a utilização de fontes de energia renovável. Comparando estes critérios com os do sistema LEED é possível observar que todos eles já foram avaliados noutras categorias, como se mostra no Quadro 7.1.

Quadro 7.1 – Comparação entre o sistema BREEAM e LEED relativamente às diferenças de constituição das categorias

Indicadores	Categorias	
	Sistema BREEAM	Sistema LEED
Materiais que não degradem a camada de ozono	Poluição	Materiais
Emissões de NOx	Poluição	Qualidade do Ambiente Interior
Redução do escoamento superficial	Poluição	Locais Sustentáveis
Fontes de energia renovável e baixas emissões	Poluição	Energia
Redução do risco de inundação	Poluição	Locais Sustentáveis

O sistema LiderA, embora avaliando nesta categoria indicadores que já foram referidos no sistema LEED, acrescenta ainda alguns parâmetros. Neste caso são avaliados indicadores como:

- Efluentes (tratamento de águas residuais e caudal de reutilização de águas usadas);
- Emissões atmosféricas (diminuição de SO<sub>2</sub>, NOx e partículas, bem como eliminação/redução de equipamentos que funcionem por combustão);

- Resíduos (diminuição de produção de resíduos, gestão de resíduos perigosos e reciclagem de resíduos durante todo o ciclo de vida);
- Ruído para o exterior;
- Poluição ilumino-térmica.

Como se pode entender, existem bastantes semelhanças com os indicadores já referidos anteriormente. O indicador “Efluentes” é tratado, correctamente, no sistema LEED na categoria da eficiência hídrica, mas é também ele abordado no próprio sistema LiderA nessa mesma categoria, evidenciando assim as diferentes abordagens de avaliação de um indicador em categorias diversas.

O indicador relativo às emissões atmosféricas é idêntico a alguns indicadores avaliados pelo sistema LEED, na categoria da qualidade do ambiente interior, e o indicador “Poluição ilumino-térmica” foi já referido na categoria “Locais Sustentáveis” do sistema americano.

Em relação aos “Resíduos”, o sistema nacional avalia mais parâmetros, no entanto a avaliação relativa aos resíduos de construção realizada na categoria dos materiais no LEED é a mais completa.

Por último, o indicador “Ruído para o exterior” não é tratado, pelo menos como indicador, por mais nenhum outro sistema além do LiderA e, neste caso, a sua importância é bastante significativa (3%). Esta ponderação pode ser considerada talvez um pouco excessiva, uma vez que ao compara-lo com os indicadores “Resíduos” ou “Efluentes”, as quais têm uma significativa importância para o ambiente, constata-se que têm a mesma percentagem de relevância. Pode no entanto entender-se que pretendendo o LiderA ser um sistema integrado valoriza este indicador face ao contexto de sustentabilidade no seu todo.

### **7.3.7 INOVAÇÃO E PROCESSO DE CONCEPÇÃO**

Em relação a esta matéria, inovação e processo de concepção, apenas os sistemas LEED e LiderA têm, na sua estrutura, esta categoria, apesar de no sistema nacional esta se encontrar aglutinada a outra matéria (“Gestão Ambiental e Inovação”).

No LEED esta categoria é denominada especificamente como “Inovação e Processo de Concepção” e tem uma ponderação de 8%. No LiderA a parte relativa à inovação representa 2% da avaliação total.

O sistema LiderA apenas tem um indicador nesta categoria, o qual valoriza a aplicação de soluções e sistemas inovadores.

O LEED é, novamente, mais específico e os seus parâmetros pretendem avaliar todo o processo de concepção, ou seja, avalia se o projecto é realizado através de um trabalho conjunto entre os vários intervenientes e avalia se todo o processo de concepção e construção do edifício é realizado seguindo as directrizes de uma gestão de qualidade.

Além destes critérios, este último avalia ainda a inovação do projecto e o desenho regional (adaptação estética aos edifícios envolventes). Este último tinha já sido referido pelo sistema LiderA na categoria “Integração Local”, o que faz mais sentido por tratar-se de um indicador que está directamente relacionado com o local de implantação e a sua envolvente.

Porém, os indicadores abordados no LEED quanto ao processo de concepção são muito importantes e deveriam ser abordados pelos restantes sistemas de avaliação. A comunicação entre os vários intervenientes é um factor muito importante, dado que um bom trabalho conjunto resultará num projecto mais completo e rigoroso e contribuirá para a diminuição de problemas durante o processo construtivo, cujas consequências são, habitualmente, os atrasos temporais, a geração de maior percentagem de desperdícios, o consumo de mais matérias-primas, energia e tempo.

### **7.3.8 SENSIBILIZAÇÃO E EDUCAÇÃO /GESTÃO / GESTÃO AMBIENTAL**

Relativamente a estes temas, embora as denominações dadas às categorias, os indicadores avaliados são idênticos. O sistema LEED é constituído pela categoria “Sensibilização e Educação”, a qual tem uma ponderação de 2%, o sistema BREEAM tem na sua estrutura a categoria “Gestão”, com uma ponderação de 10%, e no sistema nacional a categoria é denominada por “Gestão Ambiental” e representa 6% da avaliação geral.

O indicador comum entre os três sistemas é a educação e sensibilização dos futuros ocupantes para as características sustentáveis do edifício, através do manual do utilizador.

No entanto, no sistema BREEAM são, também, avaliados indicadores como o impacto da actividade de construção no local de implantação e a segurança. Contudo, o primeiro parâmetro poderia ser integrado no critério “Protecção do local de implantação” (categoria “Ecologia e Utilização do solo”).

Como foi anteriormente referido, os indicadores, do sistema LiderA, incluídos na categoria “Vivencia Socioeconómica”, relativos ao controlo de ameaças humanas e avaliação dos custos de ciclo de vida, poderiam ser parte integrante da categoria “Gestão Ambiental”, visto terem uma ligação estreita com a questão da gestão e da manutenção do edifício.

#### 7.4 CONCLUSÃO

Após a análise e comparação dos sistemas de avaliação e reconhecimento de sustentabilidade na construção LEED, BREEAM e LiderA verifica-se, em primeiro lugar, que tanto as categorias como os critérios variam, sobretudo, em relação à sua ponderação/importância para a avaliação geral do desempenho ambiental do novo edifício, como se pode verificar pelo quadro que se segue.

Quadro 7.2 – Ponderação (em percentagem) de indicadores, de cada categoria, distribuída pelas vertentes principais de uma avaliação de sustentabilidade na construção

Áreas da Sustentabilidade na Construção	Sistema LEED Ponderação de Indicadores (%)	Sistema BREEAM Ponderação de Indicadores (%)	Sistema LiderA Ponderação de Indicadores (%)
LOCAL			
ÁGUA			
ENERGIA			
MATERIAIS			

Áreas da Sustentabilidade na Construção	Sistema LEED Ponderação de Indicadores (%)	Sistema BREEAM Ponderação de Indicadores (%)	Sistema LiderA Ponderação de Indicadores (%)
QUALIDADE DO AMBIENTE INTERIOR			
CARGAS AMBIENTAIS	Neste sistema não existe esta categoria		
INOVAÇÃO		Neste sistema não existe esta categoria	
GESTÃO/MANUTENÇÃO			
Ponderação de cada categoria dentro do respectivo sistema			
<b>Categorias dos Sistemas de Avaliação/Certificação</b>			
Sistema LEED		Sistema BREEAM	
Localização e Ligações		Ecologia e Utilização do Solo	
Locais Sustentáveis		Transportes	
Eficiência Hídrica		Água	
Energia e Atmosfera		Energia	
Materiais e Recursos		Materiais	
Qualidade do Ambiente Interior		Saúde e Bem-estar	
Inovação e Processo de Concepção		Poluição	
Sensibilização e Educação		Gestão	
		RECURSOS	Integração Local
			Vivência Socioeconómica
			Água
			Energia
			Materiais
			Alimentos
			Conforto Ambiental
			Cargas Ambientais
			Gestão Ambiental e Inovação

Além da ponderação distinta dos critérios, as categorias em que estes estão inseridos também variam entre os três sistemas. Estas diferenças devem-se, sobretudo, à pluralidade de abordagens que o mesmo indicador pode ser analisado e avaliado. Por exemplo, o indicador “Gestão de águas Superficiais” pode ser avaliado numa categoria relativa ao local, uma vez que o objectivo deste critério é proteger e manter a qualidade ambiental (diminuir o risco de

inundações, erosão e permitir a chegada de água às linhas de água) do local e da sua envolvente, mas pode, ainda, ser abordado numa perspectiva de poluição ambiental geral (como no sistema BREEAM).

A diferença entre categorias e os indicadores nelas avaliados leva a que a importância dada a cada uma delas, nos três sistemas, seja significativamente diferente. Enquanto no sistema LEED e no BREEAM a categoria “Energia” é a mais preponderante na avaliação, no sistema LiderA a categoria mais importante é a “Vivência Sócio-Económica”. Contudo, se transpusessemos alguns indicadores desta categoria para outras, tornando este sistema semelhante ao LEED, a categoria “Energia” tornar-se-ia a mais importante na avaliação.

O sistema LEED e BREEAM, como se pode observar no Quadro 7.2, dão maior importância às vertentes da energia, em primeiro lugar, seguindo-se a qualidade do ambiente interior. No sistema LEED, a terceira categoria mais ponderada é a referente aos locais sustentáveis, seguindo-se a categoria “Materiais” e “Eficiência Hídrica”. No sistema BREEAM estas são também as cinco categorias principais. Contudo, a diferença entre os dois sistemas é que, neste caso, a categoria “Materiais” está a par com a categoria “Qualidade do ambiente interior” e a categoria referente ao local aparece como a 4ª categoria mais ponderada.

O sistema LiderA é, em relação aos restantes, bastante diferente. Essa diferença deve-se à categoria “Vivência Sócio-Económica”, devido ao factor mencionado atrás. Outra diferença relevante é a baixa ponderação dada às categorias referentes à água e aos materiais, uma vez que correspondem às menos importantes para a avaliação.

As diferenças detectadas entre os sistemas representam as diversas abordagens de cada sistema perante os mesmos indicadores, representando também a importância que cada vertente tem para os diferentes países.

É importante referir, ainda, que em termos de reabilitação de edifícios, existe apenas um indicador específico referente a este tema, no sistema nacional, com uma ponderação inferior a 2%.

A relevância dada à reabilitação parece, de acordo com a análise realizada nos capítulos anteriores, bastante baixa, uma vez que não existe, ao nível nacional, nenhum sistema de avaliação e certificação especialmente concebido para este tipo de projecto/obra.

As obras de reabilitação são, só por si, uma actividade que responde aos parâmetros do desenvolvimento sustentável, uma vez que diminui o consumo de matérias-primas (dimensão ambiental), contribui para a ligação e para o sentimento de orgulho perante o património (dimensão social) e contribui para a valorização cultural e do património histórico, tornando as cidades economicamente mais dinâmicas (dimensão económica).

Contudo, tendo em conta a taxa de reabilitação de edifícios em Portugal, tendo em conta as condições de vida, saúde e bem-estar de uma grande parte do parque edificado habitacional e tendo em conta o consumo de recursos e a consequente degradação do ambiente, provocada pelos edifícios de habitação durante todo o seu ciclo de vida, parece extremamente necessário que os processos de reabilitação aumentem os seus níveis de sustentabilidade.

A concepção de uma ferramenta que contribua para a melhor adaptação destes sistemas, e dos seus conceitos, à reabilitação, bem como a realização de um sistema de avaliação e certificação específico para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação seria, não só um passo importante para a evolução e desenvolvimento da actividade de reabilitação, mas também para o desenvolvimento sustentável nacional.



## **8. CONTRIBUTO PARA A REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS**

### **8.1 ENQUADRAMENTO**

A reabilitação de edifícios é uma actividade fundamental para atingir o desenvolvimento sustentável de um país, pelas razões já apresentadas. Contudo, esta tem a capacidade e a responsabilidade de melhorar, significativamente, a sustentabilidade do parque habitacional existente.

A necessidade de reabilitação no nosso parque habitacional é clara, dado o estado de conservação em que este se encontra. Além disso, dado o nível de insustentabilidade de grande parte dos edifícios de habitação portugueses, a necessidade de tornar o processo de reabilitação num processo sustentável é cada vez mais evidente. É de extrema importância resolver os problemas correntes do parque edificado habitacional, respondendo simultaneamente à necessidade de melhorar os níveis de sustentabilidade ambiental, económica e social dos mesmos. Deste modo, é essencial enquadrar a actividade de reabilitação de edifícios nos parâmetros da construção sustentável.

Através do capítulo anterior, referente aos sistemas de avaliação e certificação da construção sustentável, foi possível compreender os principais indicadores e parâmetros da construção sustentável. Como se pôde observar, no sistema LiderA, a reabilitação é um parâmetro avaliado, contudo esse indicador em conjunto com outros intimamente ligados ao processo de reabilitação, como é o caso do indicador referente à reutilização de materiais ou a interligação com o património envolvente, não são suficientes para que uma obra de reabilitação torne o edifício sustentável.

Para que uma reabilitação de edifícios de habitação se torne sustentável é necessário que, durante todo o seu ciclo de vida (projecto, construção, utilização/manutenção e desconstrução), o edifício responda positivamente aos indicadores da sustentabilidade na construção. Ou seja, é fundamental que, de acordo com os sistemas de reconhecimento analisados, a eficiência energética e hídrica do edifício seja aumentada, seja melhorada a qualidade do seu ambiente interior, diminuído o seu impacte ambiental sobre local, bem como, durante o processo de reabilitação, sejam reduzidos o consumo de materiais e a geração de poluição.

Como se observou ao longo desta investigação, o parque habitacional nacional existente tem problemas ao nível dos aspectos atrás referidos. O sector doméstico consome cada vez mais energia, a eficiência energética do parque habitacional é baixa (60% das habitações, já existentes, certificadas pela ADENE tem uma classe de eficiência energética inferior a B), a falta de conforto térmico é um problema corrente nas habitações e um dos mais sentidos pelos seus ocupantes, a insuficiente qualidade do ar interior é, também, bastante comum (segundo o estudo “HabitAR” 60% das habitações analisadas continham uma quantidade de partículas poluentes no ar acima do limite permitido por lei) e o consumo de água no sector doméstico é superior à média europeia.

Além dos problemas intimamente relacionados com as habitações, a própria fase de construção tem sido tratada de forma pouco sustentável e sem qualquer preocupação com o ambiente. A taxa de reciclagem dos resíduos de construção e demolição é extremamente baixa e a protecção das características ecológicas e ambientais dos locais de implantação têm sido negligenciadas.

Deste modo, é possível concluir que a reabilitação não pode passar, apenas, pela beneficiação do aspecto estético interior e exterior do edifício e pelo aumento do tempo de vida útil do mesmo. É necessário que a reabilitação se torne um processo que, além de resolver os problemas relacionados com as anomalias visíveis e com a degradação física do edificado, melhore as condições de higiene, saúde e conforto no interior das habitações, aumente a eficiência energética e hídrica do edifício e reduza a poluição gerada pelo mesmo, durante todo o seu ciclo de vida, ou seja, que aumente os níveis de sustentabilidade ambiental, económica e social do edifício a reabilitar.

Como tal, parece pertinente desenvolver um processo de reabilitação que se aproxime dos parâmetros tidos em conta pela construção sustentável. Parece importante desenvolver um processo que enquadre, simultaneamente, a reabilitação com a Construção Sustentável e com os próprios sistemas de reconhecimento da mesma.

## **8.2 FASES DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS**

Um processo de reabilitação tradicional é composto apenas por três fases, a fase de análise e diagnóstico, a fase de projecto e a fase de execução. Contudo, um processo de reabilitação sustentável é um processo holístico (um processo que defende a importância da

compreensão integral dos fenómenos e não a análise isolada dos seus constituintes), constituído pelas fases de análise e diagnóstico, projecto e execução, tal como o processo tradicional, e ainda as fases de utilização/manutenção e desconstrução, as quais estão intimamente relacionadas.

Enquanto a reabilitação tradicional se centra apenas em questões de qualidade (resolução dos problemas relacionados com degradação física do edifício), tempo e custos associados ao produto, a reabilitação sustentável acrescenta a essas temáticas as preocupações ambientais e sociais, relacionadas com a minimização do consumo de recursos (energia, água e materiais), a degradação ambiental, a criação de um ambiente construído saudável e a preocupação de garantir a saúde e o conforto humano, durante todo o ciclo de vida do edifício.

### **8.2.1 FASE DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO**

A fase de análise e diagnóstico é uma das fases mais importante numa obra de reabilitação, uma vez que uma análise e avaliação completas ditarão a qualidade da reabilitação e influenciarão as opções de intervenção.

Esta fase deve abordar diversos aspectos, designadamente, históricos, arquitectónicos e construtivos, cuja análise dos mesmos deve ser realizada a várias escalas: desde o tecido urbano envolvente, ao edifício a reabilitar e aos elementos que o constituem [61].

Num processo de reabilitação de edifícios, a fase de análise e diagnóstico deve ser iniciada por estudos preliminares de reconhecimento do estado geral do edifício. Numa fase inicial deve ser realizada uma análise do estado de conservação e segurança do edifício, devem ser identificados todos os tipos de anomalias existentes, deve ser avaliado o contexto urbano onde o edifício está inserido (características arquitectónicas e construtivas) e quais as soluções construtivas e materiais existentes.

Numa perspectiva mais ligada ao nível da sustentabilidade do edifício existente é importante, ainda, avaliar o nível de conforto habitacional (salubridade e conforto) oferecido, analisar a orientação solar do edifício, a sua massa térmica, o nível de conforto térmico e acústico, a iluminação natural que recebe e a ventilação natural que possui, analisar e monitorizar os consumos energéticos e hídricos, até à data, e avaliar tudo o que possa ser

reaproveitado. Além destes factores, deve ainda ser analisado o enquadramento social do local, uma vez que este poderá alterar as opções a adoptar na fase de projecto.

Numa fase posterior, pode ser necessário realizar uma análise mais aprofundada, através de ensaios e prospecções, a fim de determinar o real estado físico de materiais e elementos construtivos preexistentes, assim como identificar as causas das anomalias detectadas.

Uma fase de análise e diagnóstico completa torna possível a determinação das acções necessárias para a resolução das anomalias verificadas, permitindo ainda realizar uma previsão dessa intervenção em termos de execução física e de custos. Podem, assim, obter-se nítidos ganhos do ponto de vista económico, da qualidade final da intervenção e reduzir o tempo de elaboração do projecto e de execução da obra [61].

### **8.2.2 FASE DE PROJECTO**

A fase do projecto é a fase determinante de qualquer tipo de construção. No caso da reabilitação de edifícios, esta fase deve passar, antes de mais, pelo resumo do conhecimento adquirido na fase de análise e diagnóstico, a fim de compreender e definir prioridades.

Na fase de concepção são tomadas as decisões sobre as intervenções a realizar no edifício, definem-se objectivos (destino e desempenho futuros do edifício) e encontram-se soluções a adoptar para atingir os mesmos, conciliando as necessidades de reabilitação prioritárias com os objectivos do dono de obra e com as restrições de carácter urbano e legal [61].

Um projecto de reabilitação é significativamente distinto de um projecto de uma nova construção, uma vez que, neste caso, um dos principais objectivos é maximizar a utilização dos recursos existentes, não só em termos de características arquitectónicas, mas também em termos de recuperação e reutilização de recursos materiais.

Garantir a continuidade dos principais elementos do edifício é fundamental, sobretudo ao nível da poupança de recursos materiais e de custos, contudo é igualmente importante poderem ser mantidos os traços característicos da arquitectura dos edifícios envolventes, através de um adequado enquadramento e conciliação entre as construções antigas

(preexistentes) e as construções novas, procurando encontrar pontos de ligação entre o passado e a inovação (Figura 8.1 e Figura 8.2).



Figura 8.1 – Aspecto geral da fachada, antes (à esquerda) e depois (à direita) da intervenção de requalificação/conservação de edifícios no Bairro da Boavista, em Lisboa [88]



Figura 8.2 – Reabilitação de edifício mantendo o seu aspecto inicial: (1) antes; (2) depois [89]

Apesar de todas estas considerações, o objectivo essencial de um projecto de reabilitação é, de forma a resolver os problemas detectados na fase de análise e diagnóstico e satisfazer os objectivos definidos para a intervenção, definir as melhores soluções em termos de qualidade, flexibilidade e custos.

Esta fase inclui diversas actividades, é necessário elaborar vários projectos referentes a diversas especialidades (projecto de arquitectura, estruturas, térmica, acústica, distribuição e drenagem de águas, instalações eléctricas e de climatização) e definir as características dos materiais, tecnologias e processos construtivos a implementar em todas essas especialidades. Como tal, é imprescindível, para o bom funcionamento do projecto e para a boa execução do mesmo, que esta fase seja realizada através de um trabalho conjunto entre os vários intervenientes, os quais devem ter formação ou experiência em obras de reabilitação. Desta

forma, os erros de projecto diminuiriam significativamente, diminuindo, assim, os custos adicionais e o tempo de execução (este último, muito importante quando existe a necessidade de realojamento).

Contudo, torna-se necessário dar início a uma maior consciencialização sobre aspectos que têm sido negligenciados até então, os quais estão relacionados com a sustentabilidade dos edifícios.

Para que o processo de reabilitação se torne mais sustentável é essencial que durante a fase de concepção se dê maior relevância a factores como o aumento do desempenho energético do edifício, o aumento da eficiência hídrica do mesmo, o aumento da qualidade do ar, do conforto térmico, do conforto acústico e da iluminação no interior das habitações, a diminuição da produção de gases que contribuem para o efeito de estufa, o aumento da percentagem de materiais ecológicos adoptados e o aumento da reutilização dos materiais existentes.

A equipa de projectistas deve ter um papel dinamizador e influenciador perante as escolhas do dono de obra, de modo a enquadrar o processo de reabilitação com os parâmetros da construção sustentável. Nesta fase devem definir-se as melhores soluções, quer em termos de qualidade, flexibilidade e custos, quer em termos de sustentabilidade.

### **8.2.3 FASE DE CONSTRUÇÃO**

A fase de construção é iniciada a partir do momento em que a obra de reabilitação é adjudicada a um empreiteiro. Aquando da adjudicação é importante que sejam verificadas as qualificações das empresas que executarão as diversas actividades (empreiteiro geral e subempreiteiros) como meio de garantir o sucesso da intervenção.

Tendo em conta a percentagem de erros na fase de construção, é importante que a escolha do empreiteiro geral e subempreiteiros seja acertada. Uma forma de garantir que o projecto seja executado correctamente, com menores probabilidades de erros e atrasos, é adjudicando a obra a empresas com sistema de gestão de qualidade implementado.

A fase de construção, como já mencionado, pode ser, também ela, realizada de forma mais sustentável. Para atingir esse objectivo é importante que a empresa à qual for adjudicada a obra, além do sistema de gestão de qualidade, tenha implementado ainda o sistema de gestão

ambiental, oferecendo assim maiores garantias em termos económicos, de cumprimento de prazos e de sustentabilidade durante o processo.

A fase de construção de uma obra de reabilitação é uma etapa que pode originar problemas a nível social, sobretudo se o edifício se encontrar ocupado, uma vez que quando se intervém sobre uma área urbana consolidada não se age apenas sobre um edifício, mas também sobre a população residente, que utiliza ou trabalha na área e sobre o património e espaço público envolvente.

Esta fase pode causar sentimentos de insatisfação, incomodo, insegurança e, posteriormente, de desrespeito perante a intervenção, pelo que é necessário tomar medidas para contrariar este tipo de problemas, sendo a divulgação atempada e continua de informação em factor relevante.

Caso o edifício seja habitado é imperativo que a fase de construção seja realizada de forma rápida e eficaz. É fundamental, também, envolver a população e informá-la sobre os objectivos da intervenção e a duração da actividade, desenvolvendo assim um sentimento de respeito mútuo. Outro factor, ao qual se deve dar alguma relevância, é a protecção do património e espaço público envolvente, não devendo este ser danificado ou obstruído. Ainda relativamente aos aspectos socio-espaciais, é importante adoptar medidas com o objectivo de diminuir o impacte visual (Figura 8.3) e, sobretudo, o ruído durante o decorrer da obra.



Figura 8.3 – Mitigação do impacte visual durante a intervenção na Basílica dos Mártires [90]

Além dos factores sociais, os factores ambientais têm de ser tratados de forma mais exigente, a fim de aumentar os níveis de sustentabilidade durante a fase de construção. Estes factores ambientais são, normalmente, desprezados por grande parte das empresas de construção, no entanto esta fase tem a capacidade de atingir maiores níveis de sustentabilidade relativamente a diversos aspectos.

No decorrer da obra, devem ser tomadas medidas que diminuam o impacto ambiental sobre o local de implantação, que previnam a poluição do ar e dos solos e que previnam a degradação das características ecológicas.

A escolha dos materiais deve ser realizada tendo em atenção factores ambientais, tais como o consumo de energia e produção de poluição durante o seu transporte até à obra e a possível poluição do ambiente interior da habitação. A aplicação desses mesmos materiais pode ser realizada de forma a potenciar e facilitar uma futura desconstrução.

Os consumos de energia e água devem ser minimizados e monitorizados sempre que possível.

Por último, outro factor de deve ser tratado, e ao qual deve ser dada especial importância, é a gestão de resíduos de construção e demolição. Os processos de reabilitação contribuem para cerca de 30 a 40% da quantidade total de resíduos de construção de demolição produzidos e tendo em conta a baixa taxa de reciclagem dos RCD em Portugal parece fundamental que esta gestão seja realizada de forma ambientalmente sustentável, através de prevenção e redução da produção deste tipo de resíduos e através de uma triagem, reciclagem e reutilização eficaz [50].

#### **8.2.4 FASE DE UTILIZAÇÃO/MANUTENÇÃO**

A eficiência e sustentabilidade, durante a fase de utilização, de um edifício dependem, sobretudo, dos utilizadores e dos seus hábitos quotidianos.

Actualmente, embora se presencie uma forte aposta na consciencialização da população para os danos ambientais que os seus hábitos, poucos sustentáveis, provocam, ainda são poucas as mudanças verificadas, como se pode verificar pelos consumos energéticos do sector doméstico.

Torna-se então imperativo opor-se à tendência actual verificada na fase de utilização dos edifícios da habitação.

Para isso, e uma vez que o edifício foi projectado para garantir uma maior eficiência no consumo de recursos (energia, água e materiais) e para garantir um aumento da qualidade do ambiente interior, torna-se necessário um maior incentivo e um maior investimento na formação sobre o projecto aos futuros utilizadores.

A equipa de projectistas tem um papel fundamental na consciencialização e formação dos utilizadores do edifício, relativamente à sua sustentabilidade. Com o objectivo de que a utilização do edifício projectado seja realizada de acordo com o previsto, em termos de eficiência e conforto, é necessário que seja elaborado um manual de utilização para usufruto dos ocupantes.

Este manual de utilização têm como objectivo dar a conhecer aos utilizadores a forma como estes devem utilizar diariamente a sua habitação (relativamente aos sistemas, soluções e tecnologias adoptadas), fazendo com que durante a fase de utilização o desempenho do edifício se mantenha.

O manual de utilização deve conter informação referente ao modo de utilização dos sistemas de climatização, dos sistemas de ventilação, dos sistemas de distribuição de água, da periodicidade das limpezas e manutenções correntes, dos produtos aconselhados para as mesmas e a informação de todos os materiais e produtos aplicados na habitação (materiais de construção, lâmpadas, electrodomésticos, entre outros), de modo a que caso haja necessidade da sua substituição os utilizadores escolham materiais idênticos.

Além deste, deve ser realizado um manual de manutenção. Este último, deve conter informação idêntica ao anterior mas referente ao edifício em geral (espaços e equipamentos comuns, envolvente do edifício, zonas exteriores, entre outros), caso se trate de um edifício multifamiliar.

Outra medida que deve ser tomada, para que durante a fase de utilização de mantenham os níveis de eficiência e conforto, é a implementação de sistemas de monitorização, com o objectivo de detectar possíveis erros ou anomalias nos diversos sistemas e tecnologias adoptadas [4].

### **8.2.5 FASE DE DESCONSTRUÇÃO**

A fase de desconstrução pode ser realizada de forma mais sustentável, contudo para que neste processo se torne ambientalmente mais positivo, relativamente à situação actual, é necessário que sejam tomadas medidas logo no início do ciclo de vida do edifício, ou seja, na fase de projecto e de construção.

Dado o processo em estudo tratar-se de uma reabilitação sustentável considera-se que tanto na fase do projecto como na fase de construção os pressupostos da sustentabilidade enquadram já a futura eventual desconstrução do edifício de modo sustentável.

Algumas das medidas que devem ser tomadas, nas fases referidas anteriormente, de forma a possibilitar uma gestão de resíduos de construção e demolição eficiente e sustentável são, na fase de projecto, a adopção de materiais com elevada capacidade de reciclagem, maior capacidade de reutilização, a adopção de materiais que não originem RCD com substâncias perigosas e, durante a fase de construção, a aplicação desses mesmos materiais de maneira a que a sua desconstrução possa ser facilitada e com menores consumos de energia.

Na fase de demolição, propriamente dita, devem ser realizadas operações de triagem, tal como acontece na fase de construção de uma obra de reabilitação, antes da deposição de RCD em aterros, pretendendo assim contribuir-se para um aumento da reciclagem ou de outras formas de valorização de RCD e, conseqüentemente, para a redução da quantidade de resíduos depositados em aterros.

### **8.3 AUMENTO DA SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO**

No decorrer deste trabalho de investigação, tornou-se evidente que os edifícios de habitação existentes se encontram, de um modo geral, degradados ou com necessidade de reparações, revelando vários problemas ao nível do conforto térmico, do conforto acústico e da qualidade do ar. Não obstante estes problemas, os quais são sentidos diariamente pelos ocupantes, os edifícios apresentam ainda uma insuficiente eficiência energética e hídrica.

Como tal, parece pertinente incentivar não só a reabilitação dos edifícios de habitação, mas também incitá-la a tornar-se num processo mais sustentável.

Para que a reabilitação tradicional seja transposta para uma reabilitação sustentável é necessário que este processo se enquadre nos parâmetros já mencionados da construção sustentável. Para a sua realização, durante todo o ciclo de vida do edifício, deverão ser tidos em conta os indicadores de sustentabilidade nas suas dimensões ambiental, social e económica da construção.

Para que o processo de reabilitação se enquadre nesses parâmetros, entendeu-se ser vantajosa a criação de uma *checklist* contendo várias acções, as quais deverão ser realizadas

no decorrer de todas as fases do ciclo de vida do edifício a reabilitar. O objectivo será tornar o processo da reabilitação mais sustentável, agregando e resolvendo simultaneamente os diferentes problemas do parque habitacional existente, os quais foram analisados ao longo deste trabalho.

A *checklist* foi efectuada com base nos parâmetros avaliados pelos sistemas de reconhecimento de sustentabilidade na construção, analisados no capítulo anterior. Esta relação com os sistemas de avaliação e certificação permite que o processo de reabilitação se aproxime dos pressupostos da construção sustentável e, simultaneamente, se enquadre nos próprios sistemas de reconhecimento.

A *checklist* foi realizada como forma de apoio a todas as fases da reabilitação de um edifício. Deste modo, os intervenientes no processo de reabilitação, ao utilizarem a *checklist*, conseguem mais facilmente reconhecer quais os factores a serem respeitados e praticados para que a sua acção se torne sustentável.

Assim, os responsáveis pela reabilitação poderão sentir-se mais incentivados a contribuir para o melhoramento do desempenho ambiental do processo de reabilitação e do próprio edifício, uma vez que têm a percepção de que as medidas de construção sustentável por eles implementadas se enquadram nos parâmetros definidos nos sistemas de avaliação das entidades certificadoras existentes. Este enquadramento com os sistemas de reconhecimento torna-se benéfico, também, para o dono de obra, uma vez que o reconhecimento da sustentabilidade do edifício reabilitado serve como forma de promoção do imóvel.

Para a concepção da *checklist* foi, primeiramente, elaborado um quadro que relaciona as dimensões do desenvolvimento sustentável com as principais áreas de intervenção da construção sustentável, as quais são avaliadas pelos sistemas de certificação, e com os principais parâmetros avaliados nessas mesmas áreas (Quadro 8.1).

Numa fase seguinte, foram identificadas as principais acções que, implementadas, visam aumentar a sustentabilidade do processo de reabilitação. Estas acções estão estritamente relacionadas com os vários parâmetros avaliados pelos sistemas de certificação.

Acresce ainda que, através deste quadro, é possível compreender em que dimensões do desenvolvimento sustentável se enquadram as diferentes acções definidas para o processo de reabilitação sustentável.

Quadro 8.1 – Acções por dimensão do Desenvolvimento Sustentável

Dimensão do Desenvolvimento Sustentável	Áreas de intervenção dos Sistemas de reconhecimento da Sustentabilidade na Construção	Parâmetros avaliados pelos três sistemas, por áreas de intervenção	Acções para aumentar a sustentabilidade do processo de reabilitação, de acordo com os parâmetros da Construção Sustentável, de modo a enquadrá-lo com os sistemas de reconhecimento da sustentabilidade na construção
AMBIENTE	Energia	Desempenho energético da envolvente do edifício	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adopção de técnicas de desenho passivo;</li> <li>▪ Reforço do isolamento térmico da envolvente opaca do edifício;</li> <li>▪ Reforço do desempenho térmico dos vãos envidraçados;</li> <li>▪ Redução das infiltrações de ar (ventilação descontrolada);</li> </ul>
		Equipamentos e iluminação artificial	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adopção de electrodomésticos energeticamente eficientes;</li> <li>▪ Adopção de sistemas de climatização energeticamente eficientes;</li> <li>▪ Aplicação de painéis solares para aquecimento de águas sanitárias e adopção de sistemas de aquecimento de águas sanitárias eficientes;</li> <li>▪ Substituição de lâmpadas incandescentes por outras de com maior eficiência energética;</li> <li>▪ Adopção de sistemas de iluminação exterior com temporizadores ou sensores de movimento;</li> </ul>
		Fontes de energia renováveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicação de sistemas geradores de energia eléctrica através de fontes de energia renovável;</li> </ul>
	Materiais	Reutilização de materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manutenção ou reutilização da maior massa de materiais possível;</li> <li>▪ Aplicação de materiais de construção de forma a facilitar a sua desconstrução/reutilização;</li> <li>▪ Reutilização de materiais e outros produtos;</li> </ul>
		Materiais locais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aquisição de materiais locais (regionais);</li> </ul>
		Gestão de RCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realização de triagem, reciclagem e reutilização dos materiais existentes e dos desperdícios gerados durante a actividade de reabilitação;</li> </ul>
		Flexibilidade e adaptabilidade dos espaços	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concepção de espaços facilmente adaptáveis;</li> <li>▪ Adopção de materiais de separação de compartimentos e revestimentos flexíveis;</li> </ul>

(continuação do Quadro 8.1)

Dimensão do Desenvolvimento Sustentável	Áreas de intervenção dos Sistemas de reconhecimento da Sustentabilidade na Construção	Parâmetros avaliados pelos três sistemas, por áreas de intervenção	Acções para aumentar a sustentabilidade do processo de reabilitação, de acordo com os parâmetros da Construção Sustentável, de modo a enquadrá-lo com os sistemas de reconhecimento da sustentabilidade na construção
AMBIENTE	Materiais	Materiais ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adopção de materiais/produtos com menor energia incorporada e menores emissões de CO<sub>2</sub>;</li> <li>▪ Adopção de materiais que não emitam gases poluentes ou substância perigosas;</li> <li>▪ Adopção de materiais com capacidade de reciclagem ou reutilização;</li> <li>▪ Adopção de materiais tendo em conta a sua durabilidade;</li> </ul>
	Água	Reutilização de águas  Consumo de água potável no interior e no exterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adopção de sistemas de captação de águas pluviais para posterior reutilização (em autoclismos, irrigação e lavagens de pavimentos);</li> <li>▪ Aplicação de sistemas de distribuição de água quente mais eficientes;</li> <li>▪ Aplicação de aparelhos/equipamentos com maior eficiência hídrica;</li> <li>▪ Redução da necessidade de água para uso exterior (diminuição da área relvada e adopção de vegetação tolerante à seca);</li> </ul>
	Local	Efeito de ilha de calor  Gestão de águas superficiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento da área exterior permeável (pavimentação permeável ou vegetação);</li> <li>▪ Execução de sistemas de escoamento de águas superficiais eficientes;</li> <li>▪ Controlo da erosão do solo;</li> </ul>
	Local	Efeito de ilha de calor  Valorização/Protecção das características ecológicas do local	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protecção de espécies de fauna e flora existentes no local;</li> <li>▪ Aumentar a biodiversidade do local;</li> </ul>
	Localização	Desenvolvimento compacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento do número de fogos utilizando a mesma área de implantação;</li> </ul>
	Localização	Mobilidade de baixo impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não se aplica<sup>1</sup></li> </ul>
	Localização	Emissão de gases de efeito de estufa	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução da taxa de emissões de gases de efeito de estufa;</li> </ul>
	Poluição	Impacte ambiental do processo construtivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prevenção da poluição do ar;</li> <li>▪ Controlo do ruído emitido para a zona envolvente;</li> <li>▪ Prevenção contra a contaminação do solo e águas superficiais;</li> <li>▪ Monitorização do consumo de água;</li> <li>▪ Prevenção contra danificação da vegetação arbórea;</li> <li>▪ Prevenção de poluição e degradação de arruamentos e espaços públicos;</li> </ul>

(continuação do Quadro 8.1)

Dimensão do Desenvolvimento Sustentável	Áreas de intervenção dos Sistemas de reconhecimento da Sustentabilidade na Construção	Parâmetros avaliados pelos três sistemas, por áreas de intervenção	Acções para aumentar a sustentabilidade do processo de reabilitação, de acordo com os parâmetros da Construção Sustentável, de modo a enquadrá-lo com os sistemas de reconhecimento da sustentabilidade na construção		
	Local	Dinâmica económica local	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptação de espaços para futuras actividades económicas;</li> <li>▪ Elaboração de manual de utilização;</li> <li>▪ Elaboração de manual de manutenção;</li> <li>▪ Disponibilização de todas as plantas do projecto;</li> <li>▪ Avaliação de custos e periodicidade de manutenção;</li> <li>▪ Projecto elaborado por uma equipa multidisciplinar;</li> </ul>		
ECONOMIA	Gestão/Sensibilização e Educação	Manual de utilização e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlo rigoroso do processo de construção (Adjudicação da obra a empresa com sistemas de gestão de qualidade e gestão ambiental implementados ou através de fiscalização privada);</li> </ul>		
	Processo de Concepção	Custos de ciclo de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projecto elaborado por uma equipa multidisciplinar;</li> </ul>		
		Sistema de gestão de qualidade e sistema de gestão ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlo rigoroso do processo de construção (Adjudicação da obra a empresa com sistemas de gestão de qualidade e gestão ambiental implementados ou através de fiscalização privada);</li> </ul>		
	Qualidade do Ambiente Interior	Conforto térmico	Conforto térmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Monitorização e controlo da temperatura interior e humidade relativa;</li> </ul>	
		Conforto acústico	Conforto acústico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adopção de soluções que respondam, consideravelmente, à regulamentação nacional actual.</li> </ul>	
		Disposição espacial dos compartimentos	Disposição espacial dos compartimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disposição espacial dos compartimentos de acordo com o RGEU</li> </ul>	
	SOCIAL	Qualidade do Ambiente Interior	Iluminação (natural e artificial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicação de soluções que aumentem a iluminação natural</li> <li>▪ Beneficiação da iluminação natural através da aplicação de revestimentos de cor clara no interior dos compartimentos e/ou através da reorganização espacial;</li> <li>▪ Aplicação de intensidade luminosa de acordo com as necessidades das actividades normalmente realizadas em cada compartimento;</li> </ul>	
			Qualidade do ar interior	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adopção de sistema de ventilação natural;</li> <li>▪ Redução/eliminação de potenciais fontes de contaminantes (equipamentos que produzam gases de combustão);</li> <li>▪ Aplicação de exaustores em WC;</li> <li>▪ Diminuição de utilização de materiais que emitam gases poluentes;</li> <li>▪ Monitorização da qualidade do ar;</li> </ul>	
		Local	Interligação paisagística	Interligação paisagística	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adequação às características estéticas dos edifícios envolventes;</li> </ul>
			Protecção do património	Protecção do património	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protecção do património durante a fase de construção;</li> <li>▪ Mitigar o impacto visual durante a fase de construção;</li> </ul>
Soluções inclusivas			Soluções inclusivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eliminação de barreiras à acessibilidade a espaços comuns dentro do edifício, a espaços exteriores</li> </ul>	
Localização	Controlo de riscos naturais	Controlo de riscos naturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumprimento das exigências funcionais de segurança</li> </ul>		
	Amenidades locais	Amenidades locais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não se aplica<sup>1</sup></li> </ul>		
		Transportes públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não se aplica<sup>1</sup></li> </ul>		

<sup>1</sup> Os parâmetros avaliados pelos sistemas de certificação, relacionados com a área da Localização, não lhes são imputados qualquer tipo de medida, uma vez que as acções que possibilitam o aumento dos níveis de sustentabilidade desses parâmetros ultrapassam o âmbito da engenharia de edifícios.

Através da elaboração do Quadro 8.1, foi possível identificar quais as principais acções que, no âmbito de desenvolvimento sustentável, são possíveis implementar com vista a enquadrar o processo de reabilitação na sustentabilidade.

Neste sentido e tendo em vista garantir que a reabilitação de edifícios em todo o seu ciclo de vida se adapte ao processo de construção sustentável considerou-se oportuno o desenvolvimento e elaboração de uma ferramenta de apoio ao mesmo processo. Tal ferramenta considerou-se mais operacional se a mesma possuir uma estrutura tipo *checklist*.

A *checklist* foi elaborada com o duplo objectivo, o de simplificar a sua utilização por parte dos intervenientes no processo de reabilitação e contribuir para o desenvolvimento da reabilitação sustentável, enquadrando um conjunto de acções numa estrutura adaptada às diversas fases do processo de reabilitação sustentável (Quadro 8.2). A fase de desconstrução não foi tratada pelos motivos referidos anteriormente. A estruturação da *checklist* por fases do processo de reabilitação pretende que toda a actividade se torne mais eficaz e que todos os intervenientes saibam o que fazer em cada fase do processo, esperando que as falhas nas diversas fases sejam diminuídas.

As acções referenciadas encontram-se, também, divididas pelas dimensões do desenvolvimento sustentável, de modo a possibilitar uma fácil leitura. Esta divisão foi realizada com o objectivo de sensibilizar os agentes de intervenção sobre os sectores que mais beneficiam com a execução de determinada acção.

Nesta *checklist* é recomendada a implementação das principais medidas de construção sustentável que podem ser aplicadas em qualquer tipo de reabilitação de edifícios de habitação. No entanto, é importante referir que nem todas as acções são aplicáveis a todos os tipos de edifícios de habitação, daí a existência da coluna “Não aplicável” além das colunas “Sim” e “Não” (Quadro 8.2).

A *checklist* que se propõe garante, assim, o tratamento de todas as fases do processo da reabilitação de qualquer tipo de edifícios de habitação. Deste modo, esta contribui para o alargamento da eficiência do processo e da melhoria do parque edificado existente.

Por outro lado, a utilização da *checklist* reforça o contributo para a gestão sustentável dos recursos naturais, na fase de projecto e de construção, como ainda dos recursos energéticos, na fase de utilização dos mesmos edifícios. Além disso, contribui ainda para um significativo melhoramento da qualidade do ambiente interior, uma vez que incentiva o

aumento das condições de saúde e conforto geral dentro das habitações, como se pode observar pelas acções recomendadas na *checklist*.

Quadro 8.2 - Checklist de apoio ao processo de reabilitação sustentável

Fase do processo de reabilitação	Dimensão do Desenvol. Sustentável	Acção			
			Sim	Não	Não Aplicável
Análise da Situação Existente	GLOBAL	Diagnóstico do estado de conservação do edifício e elementos;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Identificação de todas as anomalias existentes;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Identificação da origem e causas das anomalias;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	AMBIENTE	Avaliação de tudo o que possa ser reaproveitado;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Análise da orientação solar do edifício, da sua massa térmica, do seu isolamento térmico e acústico, da iluminação natural que recebe e da ventilação natural que possui;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOCIAL	Avaliação do espaço exterior envolvente do edifício;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avaliação da ocupação do edifício a nível social;		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Projecto	GLOBAL	Resolução integral das anomalias detectadas na fase anterior;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	AMBIENTE	Reforço do isolamento térmico da envolvente opaca do edifício;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Reforço do desempenho térmico dos vãos envidraçados;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Redução das infiltrações de ar (ventilação descontrolada);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de técnicas de desenho passivo;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de sistemas de climatização energeticamente eficientes;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aplicação de painéis solares para aquecimento de águas sanitárias e adopção de sistemas de aquecimento de águas sanitárias eficientes;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de sistemas de iluminação exterior e em zonas comuns com temporizadores ou sensores de movimento;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aplicação de sistemas geradores de energia eléctrica através de fontes de energia renovável;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Manutenção ou reutilização dos materiais (massa dos materiais);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Reutilização dos materiais e outros produtos não existentes no local;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de materiais/produtos com menor energia incorporada e menores emissões de CO <sub>2</sub> ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de materiais que não emitam gases poluentes ou substância perigosas;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de materiais com capacidade de reciclagem ou reutilização;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de materiais tendo em conta a sua durabilidade;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Concepção de espaços facilmente adaptáveis;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Redução da taxa de emissões de gases de efeito de estufa;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Adopção de sistemas de captação de águas pluviais para posterior reutilização (em autoclismos, irrigação e lavagens de pavimentos);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Fase do processo de reabilitação	Dimensão do Desenvol. Sustentável	Acção			
			Sim	Não	Não Aplicável
Projecto	AMBIENTE	Aplicação de sistemas de distribuição de água quente mais eficientes;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aplicação de aparelhos com maior eficiência hídrica;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Redução da necessidade de água para uso exterior (diminuição da área relvada e adopção de vegetação tolerante à seca);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aumento da área exterior permeável (pavimentação permeável ou vegetação);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Controlo da erosão permanente;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Execução de sistemas de escoamento de águas superficiais eficientes;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de materiais/soluções que reduzam o efeito ilha de calor no exterior;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Protecção de espécies de fauna e flora existentes no local;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aumentar a biodiversidade local;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aumento do número de fogos utilizando a mesma área de implantação;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Adopção de materiais de separação de compartimentos e revestimentos flexíveis;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	ECONOMIA	Adaptação de espaços para futuras actividades económicas;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Projecto elaborado por parte de uma equipa multidisciplinar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOCIAL	Adopção de soluções que respondam, consideravelmente, à regulamentação existente referente ao ruído nos edifícios;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de sistema de ventilação natural;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Redução/eliminação de potenciais fontes de contaminantes (equipamentos que produzam gases de combustão);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aplicação de exaustores em WC;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eliminação de barreiras à acessibilidade a espaços comuns dentro do edifício, a espaços exteriores;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aplicação de soluções que aumentem e/ou controlem a iluminação natural;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Disposição espacial dos compartimentos de acordo com o RGEU;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação às características dos edifícios envolventes (paletes de cores, tipos de materiais de acabamento e características arquitectónicas em zonas históricas);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Beneficiação da iluminação natural através da aplicação de revestimentos de cor clara no interior dos compartimentos e/ou através da reorganização espacial;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Fase do processo de reabilitação	Dimensão do Desenvol. Sustentável	Acção	Sim Não Não Aplicável		
			Sim	Não	Não Aplicável
Construção	AMBIENTE	Aplicação de materiais de construção de forma a facilitar a sua desconstrução/reutilização;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Preferência por materiais locais/regionais;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Realização de triagem, reciclagem e reutilização dos materiais existentes e dos desperdícios gerados durante a actividade de reabilitação;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Prevenção da poluição do ar;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Prevenção contra a contaminação do solo e águas superficiais;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Monitorização do consumo de água;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Prevenção contra danificação da vegetação arbórea;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ECONOMIA	Prevenção de poluição e degradação de arruamentos e espaços públicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Controlo rigoroso do processo de construção (Adjudicação da obra a empresa com sistemas de gestão de qualidade e gestão ambiental implementados);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOCIAL	Controlo rigoroso do processo através de fiscalização privada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Redução/Eliminação de utilização de materiais que emitam gases poluentes;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Protecção do património histórico durante o processo de construção;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mitigação do impacto visual da construção;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização e Manutenção	AMBIENTE	Controlo do ruído emitido para a zona envolvente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Adopção de electrodomésticos energeticamente eficientes;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ECONOMIA	Substituição de lâmpadas incandescentes por outras com maior eficiência energética.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Elaboração de manual de utilização;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Elaboração de manual de manutenção;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Disponibilização de todos os elementos do projecto aos utilizadores;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOCIAL	Avaliação de custos e periodicidade de manutenção.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Monitorização e controlo da temperatura interior e humidade relativa;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Monitorização da qualidade do ar;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aplicação de intensidade luminosa de acordo com as necessidades das actividades normalmente realizadas em cada compartimento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Acresce que o contributo promovido pela *checklist*, pela sua clareza e pormenor, evidencia, a todos os intervenientes no processo da reabilitação sustentável de edifícios, os critérios e factores considerados mais importantes para garantir o aumento do desempenho sustentável do edifício e, conseqüentemente, garantir que esse processo se enquadre nos sistemas de certificação da sustentabilidade na construção, fazendo com que cada actor se sinta parte integrante do processo de melhoria da sustentabilidade da actividade de reabilitação de edifícios.

Importa ainda referir que a realização das acções mencionadas na *checklist* não garante uma classificação máxima aquando da certificação, mas sim um contributo positivo. O nível de classificação dependerá da contribuição que a realização de determinada acção representa para o desempenho futuro do edifício, ou seja, quanto maior o nível de melhoria revelado, relativamente à prática corrente, maior será a pontuação dada pelos sistemas de reconhecimento. Por exemplo, se apenas for substituída uma lâmpada incandescente em 10 existentes na habitação, por outra mais eficiente, a pontuação dada pelo sistema de certificação não poderá ser obviamente a máxima.

A *checklist* realizada abona, assim, a uma fácil utilização, dada a simplicidade de implementação, contribuindo, deste modo, para um alargamento do conhecimento e do tratamento da temática da sustentabilidade aplicada à área da engenharia, em particular nas especialidades que intervêm nas acções da reabilitação sustentável de edifícios.

Acresce ainda o facto desta *checklist* poder ser mais desenvolvida criando um sistema de ponderações quantitativas e qualificáveis para as fases do processo e as acções que a compõem. Assim esta ferramenta tornar-se-ia mais completa, o que auxiliaria os intervenientes na sua tomada de decisões. Além disso, com um sistema de ponderações, esta *checklist* podia ser transformada num sistema de avaliação mais simples que os sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade na construção existentes, incentivando mais a sua utilização.

#### **8.4 CONCLUSÃO**

Com este capítulo pretendeu-se desenvolver uma contribuição para que a reabilitação de edifícios de habitação se torne num processo ainda mais sustentável, uma vez que a própria actividade de reabilitação pode ser já considerada em si mesma uma acção que contribui para a sustentabilidade geral.

Contudo, para que este processo aumente os seus níveis de sustentabilidade ambiental, económica e social, não se podem adoptar apenas algumas soluções, dispersas pelas diferentes fases que compõem o processo de reabilitação. É necessário que o projecto seja realizado de forma holística e que em todas as fases sejam tomadas medidas que contribuam para a minimização do consumo de recursos, para a maximização da reutilização de recursos, para a protecção do ambiente natural, para a criação de um ambiente saudável e para o desenvolvimento da qualidade do ambiente construído.

Por estas razões, e por se mostrar, no decorrer do trabalho, que alguns dos principais problemas do parque habitacional coincidem com as acções que decorrem dos parâmetros da construção sustentável referidos, pareceu importante contribuir, através de uma *checklist*, para que o processo de reabilitação se enquadre da melhor forma possível e, durante todo o seu ciclo de vida, nos propósitos da sustentabilidade do parque edificado.

A *checklist* foi o modo de contribuição adoptado por ser um documento de simples leitura e de fácil utilização (pormenorizado e compreensível), sendo ele mesmo uma forma de incentivo à realização de um processo de reabilitação sustentável.

Além disso, o facto de a *checklist* ter sido efectuada com base nos sistemas de reconhecimento da construção sustentável poderá aumentar os níveis de motivação aquando da sua utilização por parte de todos os intervenientes do processo, uma vez que estes actores têm a percepção que o seu projecto poderá ser avaliado e certificado positivamente.

## **9. CONCLUSÃO**

O mercado das novas habitações encontra-se actualmente saturado, motivando a aposta crescente no mercado da reabilitação de edifícios por parte dos intervenientes do sector da construção. Contudo, a reabilitação não deve ser vista apenas como uma alternativa à situação actual do mercado da construção habitacional, mas sim como uma necessidade face à ineficiência do actual parque construído, uma vez que este se encontra, de forma geral, degradado e com diversos problemas ao nível da eficiência energética, da eficiência hídrica e do conforto ambiental.

No decorrer deste trabalho foi possível verificar que a construção tradicional em Portugal se encontra bastante desviada dos conceitos e padrões de eficiência que se adequam à construção sustentável, tendo em conta as condições de habitabilidade gerais oferecidas.

O parque habitacional português caracteriza-se pela elevada ineficiência energética, provada pelos consumos de energia verificados nos últimos anos no sector doméstico e pelos resultados da classificação energética dos edifícios existentes avaliados pela ADENE. Grande parte dos edifícios não responde às necessidades de conforto térmico dos seus ocupantes, levando-os à utilização de equipamentos adicionais para melhoria do conforto ambiental no interior das habitações. A falta de aproveitamento da iluminação natural, em parte resultante do mau planeamento urbanístico e concepção dos edifícios contribui também para o aumento dos consumos de energia que se pode agregar ainda a incorrecta utilização de equipamentos eléctricos e de iluminação artificial, contribuindo para um ainda maior consumo de energia.

Os edifícios de habitação mais correntes caracterizam-se, também, pela sua ineficiência hídrica, comprovada pelo consumo de água potável acima da média europeia, pela sua fraca qualidade do ar interior, pelo insuficiente conforto acústico e pela reduzida durabilidade, bem como deficiente e regular manutenção.

O próprio sector da construção consome uma elevada quantidade de produtos e materiais de construção, os quais possuem uma significativa energia incorporada e provocam uma substancial emissão de gases, contribuindo para o efeito de estufa. Além disso, este sector produz ainda uma percentagem bastante significativa de resíduos, cuja valorização e reciclagem tem vindo a ser desprezada até há bem pouco tempo.

Conclui-se, ainda, que a maioria dos problemas correntes que ocorrem nas habitações deve-se sobretudo a erros de projecto, a escolhas inadequadas na fase de concepção, à

insuficiente exigência legislativa em certos aspectos da construção habitacional, a erros de execução e a escolhas e hábitos inadequados dos utilizadores.

Os métodos de concepção e de construção, praticados correntemente de forma incorrecta na construção portuguesa, podem ter um efeito prejudicial na saúde dos ocupantes dos edifícios e dar origem a custos de manutenção, aquecimento e refrigeração consideráveis, afectando desproporcionadamente os idosos e os grupos sociais mais desfavorecidos. A alteração dos modos de concepção, construção, reabilitação e demolição do ambiente construído, aproximando-os aos conceitos de sustentabilidade, pode, por conseguinte, permitir melhorias significativas no desempenho ambiental e económico das cidades e na qualidade de vida da população.

Embora os edifícios recentemente construídos comecem a aproximar-se e a enquadrar-se mais aos conceitos da sustentabilidade, devido à legislação implementada referente à eficiência energética, estes são ainda uma minoria. Além disso, o aumento da eficiência energética não resolve todos os problemas existentes neste tipo de edificação, referidos ao longo da dissertação. Acresce ainda o facto do processo de substituição dos edifícios existentes levar um tempo considerável até se observar um impacto positivo significativo.

Pode então concluir-se, que a reabilitação dos edifícios de habitação existentes é a via mais rápida e eficaz para que o parque construído português atinja maiores níveis de sustentabilidade. Além disso, própria reabilitação é só por si uma actividade sustentável, uma vez que ao mesmo tempo que melhora as condições de habitabilidade no interior dos edifícios, reduz também os impactes ambientais originados pela construção nova e pelas demolições, reduzindo a extracção de matérias-primas e produção de resíduos. Reforça ainda o contributo para a conservação do património histórico e cultural do local, aumentando o sentimento de identificação e bem-estar da população perante a cidade.

Contudo, para solucionar os problemas correntes do nosso parque habitacional é necessário que o processo de reabilitação se torne mais completo, eficaz e corrente. Os processos de reabilitação não se podem restringir à reabilitação física e estrutural dos edifícios, como forma de resolução das anomalias visíveis. A reabilitação tem de ser vista e entendida como um processo global, que deve abranger e resolver todas as características negativas de cada edifício ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Isto apenas será possível através da adequação do processo de reabilitação com a construção sustentável, uma vez que este tipo de construção aborda todos os parâmetros relacionados com a dimensão ambiental, social e económica de um edifício.

Concluiu-se, igualmente, que a forma mais adequada de enquadrar a reabilitação tradicional na construção sustentável é através dos sistemas de reconhecimento da sustentabilidade na construção, uma vez que, não existindo legislação sobre esta matéria, pode considerar-se que estes sistemas são os mais completos e fidedignos, pois são elaborados por equipas de especialistas (equipas multidisciplinares) e têm sido estudados, trabalhados e actualizados continuamente desde a criação do conceito.

Os sistemas de avaliação e de certificação da construção sustentável são sistemas voluntários e os seus modelos disponibilizados em documentos bastante extensos e por vezes complexos para os intervenientes que não se encontram devidamente esclarecidos e formados nesta temática. De realçar que além do factor referido, os intervenientes no sector da construção, por diversas vezes, apenas iniciam a fase de certificação após a finalização do projecto, situação que não garante a eficiência pretendida pela construção sustentável, que se ajusta mais a todo o ciclo de vida de um edifício.

Neste sentido esta dissertação considerou necessário o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao processo da construção de edifícios, com vista a reforçar o seu nível de eficiência no âmbito da sustentabilidade. Como tal, foi desenvolvida uma proposta de *checklist* que adapta o processo de reabilitação à construção sustentável. A *checklist* pretende, assim, contribuir para que o processo de reabilitação sustentável de edifícios se torne de mais fácil execução e se enquadre com os sistemas de reconhecimento da sustentabilidade na construção.

Conclui-se ainda que, para além da reabilitação de edifícios não ser uma actividade incentivada (directa ou indirectamente), a reabilitação sustentável é uma actividade que também não está muito desenvolvida e difundida no sector da construção em Portugal, esperando-se, por isso, que esta *checklist* contribua para a disseminação do conceito, através da sua simplicidade e clareza, tornando-se um incentivo à realização deste tipo de reabilitação, sobretudo pelo facto de estar enquadrada com os sistemas de avaliação e de certificação existentes.



## 10. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Esta dissertação, tal como ficou patente, tenta abranger as áreas por que passa o processo de reabilitação sustentável de edifícios.

Considera-se contudo que o contributo agora desenvolvido reúne condições para um futuro desenvolvimento com o objectivo de garantir um nível de eficiência superior, aquando da utilização da *checklist* e durante o próprio processo de reabilitação sustentável.

Esta *checklist* pode ainda vir a ser desenvolvida de modo a conter uma maior informação, a qual auxiliará os intervenientes na sua tomada de decisões. Ou seja, poderá ser elaborado um sistema de ponderações entre as diferentes fases e acções do processo, salientando deste modo quais os princípios da sustentabilidade mais preponderantes ou menos exigentes, em cada situação em concreto.

De modo a não ser perdida a simplicidade deste contributo, seria benéfica a criação de dois modelos distintos, um para edifícios inseridos na malha urbana sem área exterior privada e outro para edifícios de habitação com área exterior privada ou condomínios. A separação entre estes dois modelos entende-se necessária pelo facto de determinadas acções não serem aplicáveis em ambas as tipologias, logo a ponderação das diversas acções poderá ser distinta entre os dois modelos.

Por último, parece ainda pertinente que pudesse vir a desenvolver-se um sistema de avaliação e certificação da Reabilitação Sustentável de Edifícios. O sistema de reconhecimento da construção sustentável português - LiderA, inclui as construções novas e as grandes reabilitações, no entanto existem determinados indicadores de avaliação que estão intimamente relacionados apenas à construção nova, levando a que e a sua aplicação numa obra de reabilitação se torne um processo bastante complexo, daí a vantagem do desenvolvimento futuro da proposta elaborada nesta dissertação.



## 11.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Martins, P., *Construtores: «Preço das casas não baixa por culpa dos bancos»*, Agência Financeira, 2010. Disponível em: [http://www.agenciafinanceira.iol.pt/artigo.html?id=1137952&div\\_id=1730](http://www.agenciafinanceira.iol.pt/artigo.html?id=1137952&div_id=1730), consultado a 13/05/2010 às 13h.
- [2] INE - Instituto Nacional de Estatística, *Estatísticas da Construção e Habitação 2008*. INE, Lisboa, 2009.
- [3] AECOPS - Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas, *O Mercado da Reabilitação. Enquadramento, Relevância e Perspectivas*. AECOPS, Lisboa, 2009.
- [4] Amado, M.P., *Sustainable Building*. XXXV IAHS World Congress on Housing Science. Austrália, 2007.
- [5] UN - United Nations, *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (Chapter 2)*. World Commission on Environment and Development, Paris, 1987.
- [6] Pinheiro, M.D., *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente, Amadora, 2006.
- [7] Mawhinney, M., *Sustainable development: Understanding the green debates*. Wiley-Blackwell, Oxford, 2002.
- [8] Sage, A.P., *Risk Management for Sustainable Development*. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 5, pp. 4815 - 4819. Nova York, 1998.
- [9] Khalfan, M.M., *Sustainable Development and Sustainable Construction*. C-SanD Working Paper, Loughborough University, 2002.
- [10] UN - United Nations: Department of Economic and Social Affairs, *World Population Prospects: The 2008 Revision, Highlights*. New York, 2009.
- [11] UNEP - United Nations Environment Programme, *Sustainable Buildings & Construction Initiative 2006 Information Note*. Paris, 2006. Disponível em: [http://www.unep-sbci.org/newSite/SBCIRessources/Brochures/showResource.asp?what=Sustainable\\_Buildings\\_\\_Construction\\_Initiative](http://www.unep-sbci.org/newSite/SBCIRessources/Brochures/showResource.asp?what=Sustainable_Buildings__Construction_Initiative) , consultado a 04/04/2009 às 15h.
- [12] CIB - Conseil International du Bâtiment, *Agenda 21 on sustainable construction - CIB Report Publication 237*. CIB, Rotterdam, 1999.
- [13] Miyatake, Y., *Technology Development*, Journal of Management in Engineering, vol. 12, pp. 23-27, 1996.
- [14] Sev, A., *How Can the Construction Industry Contribute to Sustainable Development? A Conceptual Framework*, Sustainable Development, vol. 17, pp. 161-173, 2008.

- [15] CIB - Conseil International du Bâtiment, *Sustainable Development and the Future of Construction* - CIB Report Publication 225. CIB, Gaevle, 1998.
- [16] Thormark, C., *Conservation of energy and natural resources by recycling building waste*, Resources, Conservation and Recycling, vol. 33, pp. 113-130, 2001.
- [17] Gonzalez, M. e Garcianavarro, J., *Assessment of the decrease of CO2 emissions in the construction field through the selection of materials: Practical case study of three houses of low environmental impact*, Building and Environment, vol. 41, pp. 902-909, 2006.
- [18] Chrisna Du Plessis, *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*, CSIR Building and Construction Technology. África do Sul, 2002.
- [19] CCE - Comissão das Comunidades Europeias, *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões Para uma Estratégia Temática sobre Ambiente Urbano*. Bruxelas, 2004.
- [20] Silva, V.C., *Reabilitação: a melhor via para a construção sustentável*. BCSD, Lisboa, 2004.
- [21] UNFCCC - United Nations framework convention on climate change, *Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change*. UN, 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>, consultado a 18/05/2009 às 18h.
- [22] IEA - International Energy Agency, *Energy Efficiency Requirements In Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings*. OECD/IEA, Paris, 2008.
- [23] Petersdorff, C., Boermans, T., Harnisch, J. e Frank, S.J., *The Contribution of Mineral Wool and other Thermal Insulation Materials to Energy Saving and Climate Protection in Europe*. ECOFYS, Alemanha, 2002.
- [24] IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change, *Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers*, pp. 12-17. Geneva, 2007.
- [25] Pinheiro, L.C., *Análise sócio-demográfica para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de distribuição de água*, p. 23. Dissertação de Mestrado do Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2008.
- [26] Dworak, T., Berglund, M., Strosser, P., Roussard, J., Kossida, M., Berbel, J. e Kolberg, S., *Final report EU Water saving potential (Part 1 –Report)*. Ecologic - Institute for International and European Environmental Policy, 2007.
- [27] Eurostat, *Panorama of energy. Energy statistics to support EU policies and solutions*. Eurostat, Luxemburgo, 2009.
- [28] Eurostat, *Statistics (main\_tables)*. Disponível em: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables), consultado a 20/06/2009 às 10h.

- [29] INE - Instituto Nacional De Estatística, *Consumo final de energia (tep) por Tipo de fonte de energia e Sector de actividade económica*. Disponível em: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0002010&selTab=tab2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0002010&selTab=tab2), consultado a 21/06/2009 às 14h.
- [30] INE - Instituto Nacional de Estatística, *Contas do Ambiente 1995-2006*. INE, Lisboa, 2009.
- [31] Eurostat, *Energy Yearly statistics 2007*. Eurostat, Luxembourg, 2009.
- [32] Bertoldi, P. e Atanasiu, B., *Electricity Consumption and Efficiency Trends in the Enlarged European Union - Status report 2006*. IES - Institute for Environment and Sustainability, 2007.
- [33] DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia, *Estatísticas Consumo de electricidade e gás*. Disponível em: <http://www.dgge.pt/>, consultado a 22/06/2009 às 9h.
- [34] Antunes, A.R., Alves, A.F., Delgado, A., Ferreira, F., Santos, P.S. e Milagre, R., *Programa EcoFamílias Relatório Final - ECOCASA*. QUERCUS, Lisboa, 2007.
- [35] Antunes, A.R., Alves, A.F., Delgado, A., Ferreira, F., Santos, P.S. e Milagre, R., *Projecto EcoFamílias Relatório Final*. QUERCUS, Lisboa, 2008.
- [36] EEA- European Environment Agency, *Water resources across Europe - confronting water scarcity and drought*, p.5. EEA, Copenhaga, 2009.
- [37] EWA - European Water Association, *EWA Yearbook 2005*. EWA, Alemanha, 2005.
- [38] Eurostat, *Consumers in Europe - Facts and figures on services of general interest*. Eurostat, Luxemburgo, 2007.
- [39] INAG - Instituto da Água, *INSAAR - Inventário Nacional de Sistemas de abastecimentos de águas e águas residuais - Rede de abastecimento de água*. INAG, Lisboa, 2009. Disponível em: [http://insaar.inag.pt/index2\\_noflash.htm](http://insaar.inag.pt/index2_noflash.htm), consultado a 25/06/2009 às 14h.
- [40] Vieira, P., Almeida, M.D. e Ribeiro, R., *Uso eficiente da água no sector urbano, Guia Técnico N.º.8*. IRAAR, INAG e LNEC, Lisboa, 2006.
- [41] Dimoudi, A. e Tompa, C., *Energy and environmental indicators related to construction of office buildings*, Resources, Conservation and Recycling, vol. 53, pp. 86-95, 2008.
- [42] Berge, B., *The Ecology of Building Materials*. Architectural Press, Reino Unido, 2000.
- [43] Sustainable Homes, *Sustainable homes: embodied energy in residential property development. A Guide for Registered Social Landlords*, Hastoe Housing Association, 1999. Disponível em: [http://www.sustainablehomes.co.uk/upload/publication/Embodied\\_Energy.pdf](http://www.sustainablehomes.co.uk/upload/publication/Embodied_Energy.pdf), consultado a 05/07/2009 às 16h.

- [44] Tavares, S.F., *Metodologias de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras*. Pós-graduação na Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- [45] Mateus, R., *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil apresentada à Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2004.
- [46] AECOPS - Associação De Empresas De Construção e Obras Públicas, *Construção: uma visão do futuro*. AECOPS, Lisboa, 2008.
- [47] Hammond, G. e Jones, C., *Inventory of carbon & energy (ICE) version 1.6a*. Universidade de Bath, 2008.
- [48] INE - Instituto Nacional De Estatística, *Estatísticas de Produção Industrial de 2007*. INE, Lisboa, 2009.
- [49] APA - Agência Portuguesa do Ambiente, *Resíduos de Construção e Demolição*, 2005. Disponível em:  
<http://www.apambiente.pt/politicasantambiente/Residuos/fluxresiduos/RCD/Paginas/>, consultado a 20/08/2009 às 11h.
- [50] Ruivo J. e Veiga, J., *Resíduos de Construção e Demolição: Estratégia para um Modelo de Gestão*. Trabalho final de curso, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2004.
- [51] EIONET- European Topic Centre On Sustainable Consumption And Production, *Construction and Demolition Waste*. EEA-European Environment Agency, 2009. Disponível em: <http://scp.eionet.europa.eu/themes/waste/#4>, consultado a 20/08/2009 às 14h.
- [52] Montecinos, W. e Holda, A., *Construction and Demolition Waste Management in Denmark*. COWAM, 2006. Disponível em: [http://www.cowam-project.org/cms/Content/download/Denmark\\_CD\\_Waste.pdf](http://www.cowam-project.org/cms/Content/download/Denmark_CD_Waste.pdf), consultado a 20/12/2009 às 17h.
- [53] Statistisches Bundesamt-Federal Statistical Office, *Waste Balance 2007 - Environment*, vol. 49, 2009. Disponível em:  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/EN/Content/Statistics/Environment/EnvironmentalSurveys/WasteManagement/Tables/Content75/WasteBalance\\_\\_2007,property=file.pdf](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/EN/Content/Statistics/Environment/EnvironmentalSurveys/WasteManagement/Tables/Content75/WasteBalance__2007,property=file.pdf) consultado a 20/12/2009 às 17:30h.
- [54] Malheiro, P., *70 por cento dos resíduos de construção e demolição sem paradeiro*, Portal do Ambiente Online (Notícias), 2008. Disponível em:  
<http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=6454>, consultado a 15/08/2009 às 12h.
- [55] Brito, J., *A Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição*, Workshop AveiroDomus - Associação para o Desenvolvimento da Casa Sustentável, Aveiro, 2006.

- [56] Pereira, L., Jalai, S. e Aguiar, B., *Gestão Dos Resíduos De Construção e Demolição*, Workshop Sistemas Integrados de Gestão de Fluxos Específicos de Resíduos, pp. 1-13. Universidade do Minho, Lisboa, 2004.
- [57] Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, *Resíduos de construção e demolição*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa, 2008.
- [58] Ministério Do Ambiente Do Ordenamento Do Território E Do Desenvolvimento Regional, *Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março*, Ministério Do Ambiente Do Ordenamento Do Território E Do Desenvolvimento Regional, 2008. Disponível em: [http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/Diploma\\_RCD.pdf](http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/Diploma_RCD.pdf), consultado a 07/11/2009 às 21h.
- [59] Borges, A., *Regime Jurídico de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição*. APA- Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa, 2008. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/politicasambiente/Residuos/fluxresiduos/RCD/Documents/AnabelaBorges.pdf>, consultado a 07/11/2009 às 14h.
- [60] INE - Instituto Nacional de Estatística, *Censos 2001 - Resultados definitivos*. INE, Lisboa, 2002.
- [61] Paiva, J.V., Aguiar, J., Pedro, J.B., Coelho, A.B., Lopes, J.G. *et al*, *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Instituto Nacional da Habitação, LNEC, Lisboa, 2006.
- [62] Matos, M.J., *Durabilidade como critério de projecto O Método Factorial no contexto português*. Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património do Edificado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2007.
- [63] Madeira, J., *Qualidade energética pode aumentar preços*. Jornal de Notícias, Lisboa, 2005. Disponível em: [http://jn.sapo.pt/2005/05/22/economia/Qualidade\\_energ\\_tica\\_pode\\_aumen.html](http://jn.sapo.pt/2005/05/22/economia/Qualidade_energ_tica_pode_aumen.html) consultado a 15/09/2009 às 12h.
- [64] INE - Instituto Nacional de Estatística, *Estatísticas da Construção e Habitação 2007*, INE, Lisboa, 2008.
- [65] Afonso, F.P., *Seminário Censos 2001 – Resultados Definitivos - Painel Habitação - Potencialidade do Mercado de Reparação e Manutenção face às Características do Parque Edificado*, pp. 1-7. ITIC - Instituto Técnico para a Indústria da Construção, Lisboa, 2001.
- [66] Henriques, F.M., *A Noção de Qualidade em Edifícios*. Comunicação ao Congresso Nacional da Construção. Lisboa. IST, 2001.
- [67] Tirone, L., *Construção Sustentável. Soluções Eficientes Hoje, A nossa riqueza amanhã*. Tirone Nunes, Lisboa, 2009.
- [68] DGS - Direcção-geral de Saúde, *Habitação e Saúde 2009 - Inquéritos*. DGS, Lisboa, 2009. Disponível em: <http://www.dgs.pt/>, consultado a 02/10/2009 às 15h.

- [69] ADENE- Agência para a Energia, *Edifícios Certificados: SCE Certificados por Classes 1 Julho 2007 a 30 Junho 2009*. Disponível em: <http://www.adene.pt/ADENE/Canais/SubPortais/SCE/EdificiosCertificados/Edif%c3%adcios+Certificados.htm>, consultado a 22/09/2009 às 10h.
- [70] ADENE- Agência para a Energia, *Certificação Energética e Ar Interior Edifícios - Relatório Síntese Certificação e Registo Março/Junho 2009*. Disponível em: <http://www.adene.pt/ADENE/Canais/SubPortais/SCE/Informacao/Publicoemgeral/Relatório+síntese+Novembro+2007.htm>, consultado a 22/09/2009 às 10h.
- [71] PROTESTE, *Lar Ruidoso Lar*, Proteste N.º.252, pp. 20-24. Proteste, Lisboa, 2004.
- [72] Fonseca, A.R. e Lopes, A.M., *Índices de Isolamento Sonoro em Edifícios Habitacionais e Mistos. Resultados de Ensaios in situ do LabAV da ECO 14 e Comparação de Cenários entre o DL 129/2002 e o DL 96/2008*, TecniAcústica - Congresso Nacional de Acústica, Sociedade Acústica Espanhola, Coimbra: 2008.
- [73] Fernandes, A., *A Esquecida Poluição Que Se Respira nos Edifícios*. Público Online, Lisboa, 2003. Disponível em: [http://paginas.fe.up.pt/demegi/EOF\\_Publico\\_7\\_6\\_3.pdf](http://paginas.fe.up.pt/demegi/EOF_Publico_7_6_3.pdf), consultado a 13/10/2009 às 14h.
- [74] Cardoso, C., *Qualidade do ar interior*. Habitar com saúde.com, 2008. Disponível em: <http://www.habitarcomsaude.com/index.php?id=36&lc=0&article=11&lang=pt>, consultado a 13/10/2009 às 14:30h.
- [75] Rodrigues, C., *Qualidade do ar das habitações portuguesas*, Médicos de Portugal. Disponível em: [http://medicosdeportugal.saude.sapo.pt/action/2/cnt\\_id/1918/](http://medicosdeportugal.saude.sapo.pt/action/2/cnt_id/1918/), consultado a 13/05/2010 às 13h.
- [76] Araújo, A.T., *Relatório do Observatório Nacional das Doenças Respiratórias 2008, Medicina*, p. 117-120. ONDR, Observatório Nacional das Doenças Respiratórias, Lisboa, 2008.
- [77] Henriques, F.M., *Humidade em Paredes*, 4ª Edição. LNEC, Lisboa, 2007.
- [78] Anselmo I. *et al. Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais*. Lisboa, 2004.
- [79] TSF, Rádio Notícias, *Quercus quer lâmpadas poluentes banidas*. Lisboa, 2008. Disponível em: [http://tsf.sapo.pt/PaginaInicial/vida/Interior.aspx?content\\_id=914583](http://tsf.sapo.pt/PaginaInicial/vida/Interior.aspx?content_id=914583), consultado a 13/05/2010 às 13h.
- [80] Rodrigues C., Afonso A.Silva. A qualidade na construção ao nível das instalações prediais de águas e esgotos. situação e perspectivas em português[D]. . *Congresso Construção 2007 - 3.º Congresso Nacional*. A.N. ANQIP. Coimbra: Universidade de Coimbra. 2007.
- [81] ANQIP - Associação Nacional Para A Qualidade Das Instalações Prediais, *Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização*. ANQIP, Coimbra, 2008. Disponível em: <http://www.anqip.pt/documentos/ETA0803.pdf>, consultado a 08/11/2009 às 23h.

- [82] Sousa, H.M., *Contributos para a Elaboração de um Sistema de Avaliação e Certificação de Áreas Residenciais*. Dissertação de Mestrado em Ciência e Ambiente da UNL - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2007.
- [83] Amado, M.P. *et al*, *Relatório de Candidatura à Concessão de Terrenos em Cacuaco – Angola*. Cunhas e Irmãos, SARL, Luanda, 2009.
- [84] Mateus R. e Bragança, L. *Avaliação da sustentabilidade da construção: desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas*, Congresso sobre construção sustentável : actas. Universidade Do Minho, Leça da Palmeira, 2004.
- [85] LEED, *LEED for homes rating system v.3*. U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. Disponível em: <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>, consultado a 15/12/2009 às 15h.
- [86] BREEAM, *Ecohomes 2006 - The environmental rating for homes. Pre Assessment Estimator*. Disponível em: [http://www.breeam.org/filelibrary/EcoHomes\\_2006\\_Pre\\_Assessment\\_Estimator\\_v1.2\\_-\\_April\\_06.pdf](http://www.breeam.org/filelibrary/EcoHomes_2006_Pre_Assessment_Estimator_v1.2_-_April_06.pdf), consultado a 15/12/2009 às 15h.
- [87] LiderA - Sistema de Avaliação da Sustentabilidade, LiderA versão 2.00b. Disponível em: <http://www.lidera.info/?p=MenuPage&MenuId=18>, consultado a 15/12/2009 às 15:30h.
- [88] Collen, I.F., *A Manutenção Periódica de Edifícios*. Companhia de Arquitectura e Design, Lisboa, 2003. Disponível em: [http://www.planetacad.com/PresentationLayer/Estudo\\_01.aspx?id=13&canal\\_ordem=0403](http://www.planetacad.com/PresentationLayer/Estudo_01.aspx?id=13&canal_ordem=0403), consultado a 10/01/2010 às 9h.
- [89] TRESPA CD - CD de apresentação de Fachadas Ventiladas marca TRESPA.
- [90] Couto, A. e Couto, J., *Gestão Ambiental dos Estaleiros de Construção e da Sua Envolve*, Encontro Nacional Sobre Qualidade e Inovação na Construção, p. 1-10. LNEC, Lisboa, 2006.