

ANTÓNIO PEDRO DE MESQUITA MARTINS

**A Sustentabilidade na Reabilitação do Edificado**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Civil

Porto, 2014



ANTÓNIO PEDRO DE MESQUITA MARTINS

**A Sustentabilidade na Reabilitação do Edificado**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Civil

Porto, 2014

ANTÓNIO PEDRO DE MESQUITA MARTINS

**A Sustentabilidade na Reabilitação do Edificado**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil sob orientação do Professor Doutor Miguel Branco Teixeira.

---

## **Resumo**

A presente dissertação aborda o tema da reabilitação de edifícios habitacionais no atual panorama do setor da construção, integrando o conceito de sustentabilidade em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios.

Diferentes indicadores económicos indicam que o setor da construção atravessa uma das maiores crises de que há memória, decorrente das crises nacional e internacional que se têm vindo a sentir.

O setor da construção nova encontra-se saturado e o parque habitacional existente – embora recente – apresenta sinais claros de degradação e de níveis baixos de eficiência, relativamente ao consumo de recursos. Deste modo, olha-se para a reabilitação como uma necessidade de mercado face à crise do setor.

Atualmente a construção sustentável tem de se tornar parte integrante da reabilitação para ir ao encontro das necessidades cada vez maiores por parte dos ocupantes dos edifícios, e possibilitar uma salvaguarda dos diferentes recursos para as gerações vindouras.

## **Abstract**

This dissertation addresses the issue of renovation of residential buildings in the current scenario of the construction sector, integrating the concept of sustainability in all stages of the life cycle of buildings.

Different economic indicators indicate that the construction industry is going through a major crisis in living memory, resulting from national and international crisis.

The new construction industry is saturated and the existing housing stock – though recent – shows clear signs of degradation and low levels of efficiency, concerning resource consumption. Therefore, we look to renovation as a market need with crisis in the sector.

Currently sustainable building has become an integral part of renovation to meet the increasing needs by the occupants of the buildings, and enable a protection of the different resources for future generations.

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

**Fernando Pessoa**

(in *Livro do Desassossego*)

## **Agradecimentos**

Esta secção é totalmente dedicada a todos aqueles que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho e me ajudaram a superar mais esta etapa da minha vida.

Como tal, agradeço:

Ao Professor Eng.º Miguel Branco Teixeira pela sua orientação, pelo seu apoio, pela sua disponibilidade e pelo seu rigor científico ao longo deste processo.

Aos meus Pais, Arminda e Alberto, pelo incentivo, pelos conselhos, pela incansável dedicação e suporte dado a todos os níveis ao longo da minha vida. Pelos valores inculcados, pela paciência e pelos sacrifícios. Sem vocês nada disto teria sido possível.

À Inês, pela ajuda e incentivo presentes neste período da minha vida. Pelos conselhos preciosos provenientes de quem tão bem conhece estes terrenos. Pela palavra de apoio tão valiosa em momentos decisivos desta etapa. E acima de tudo, por me mostrares o verdadeiro sentido da vida.

Aos meus colegas de curso, pela sua ajuda e companheirismo. Especialmente, ao Igor Pinto, ao Diogo Nunes e ao Luís Soares por tudo aquilo que partilhamos ao longo do curso.

À D. Adelina, ao Sr. António, à Beatriz e ao Filipe pela ajuda e incentivo.

À Vânia e ao Bruno pelo incentivo e satisfação com as conquistas.

A todos os professores com quem tive o acaso de me cruzar ao longo da vida. Todos eles deram o seu contributo, de diferentes formas e proporções, mas igualmente importantes.

## Índice Geral

Agradecimentos .....	I
Índice de figuras .....	VI
Índice de tabelas .....	IX
Lista de símbolos e acrónimos.....	X
Introdução .....	1
O enquadramento do tema .....	1
Os objetivos .....	2
A estrutura do trabalho .....	2
I. O estado do setor da construção em Portugal .....	4
I.1. A evolução da produção da construção em Portugal.....	5
I.2. O licenciamento de habitações .....	6
I.3. O mercado da reabilitação .....	7
I.4. O mercado de trabalho na construção .....	8
I.5. O consumo de cimento .....	10
II. O parque habitacional existente .....	12
II.1. A evolução do parque habitacional .....	13
II.2. A idade do parque edificado português.....	14
II.3. A densidade de alojamentos clássicos.....	16
II.4. Os alojamentos por edifício.....	18
II.5. O estado de conservação do edificado .....	19
II.6. A evolução da regulamentação na construção em Portugal.....	25
II.7. O conforto térmico e a eficiência energética do parque edificado português .....	27
II.8. O consumo de recursos .....	28
II.8.1. O consumo de energia .....	29
II.8.1.1. O consumo de energia nas habitações .....	31

II.8.1.2. O consumo de energia no setor da construção.....	34
II.8.2. O consumo de água.....	37
II.8.2.1. O consumo de água nas habitações em Portugal .....	38
II.8.2.2. O consumo de água no setor da construção .....	40
II.8.3. O consumo de materiais .....	41
II.8.3.1. A produção de resíduos de construção e demolição .....	42
III. A reabilitação de edifícios e a sustentabilidade na construção.....	46
III.1. A reabilitação de edifícios na Europa .....	47
III.2. A reabilitação de edifícios em Portugal .....	48
III.3. A capacidade do mercado da reabilitação.....	50
III.4. As vantagens da reabilitação.....	52
III.5. As causas das anomalias .....	53
III.6. A sustentabilidade na construção.....	54
III.7. Portugal e a sustentabilidade.....	57
III.8. O desenvolvimento da reabilitação sustentável .....	58
IV. A apresentação de medidas para a sustentabilidade na construção.....	65
IV.1. As medidas ao nível da energia .....	65
IV.1.1. As energias renováveis: Estratégias Ativas e Passivas .....	65
IV.1.1.1. A energia proveniente da biomassa.....	66
IV.1.1.2. A energia eólica.....	67
IV.1.1.3. A energia geotérmica .....	69
IV.1.1.4. A energia fotovoltaica e solar térmica em edifícios .....	71
IV.1.1.4.1. A energia solar térmica .....	72
IV.1.1.4.2. A energia solar fotovoltaica .....	74
IV.1.1.5. A microgeração .....	75
IV.1.1.6. A localização, a forma e a orientação do edifício .....	77
IV.1.1.7. O sombreamento .....	81

IV.1.1.8. A ventilação natural.....	83
IV.1.1.9. Os vãos envidraçados .....	84
IV.1.1.10. O isolamento térmico .....	87
IV.1.1.11. A vegetação .....	87
IV.1.1.12. A cobertura verde .....	88
IV.1.1.13. Os ganhos solares diretos .....	90
IV.1.1.14. Os ganhos solares indiretos .....	91
IV.1.2. As medidas para a eficiência energética .....	93
IV.1.2.1. Os sistemas de avaliação e certificação em Portugal .....	94
IV.1.2.2. Os instrumentos de avaliação da sustentabilidade de edifícios.....	95
IV.1.2.3. A iluminação .....	99
IV.1.2.4. Os eletrodomésticos .....	101
IV.2. As medidas para o uso eficiente de água .....	102
IV.2.1. O sistema de avaliação da eficiência hídrica em Portugal .....	102
IV.2.2. Os equipamentos que promovem a sustentabilidade hídrica .....	104
IV.2.3. As águas pluviais e residuais .....	113
IV.2.3.1. Os níveis de precipitação na Europa e em Portugal .....	114
IV.2.3.2. O aproveitamento de águas pluviais.....	115
IV.2.3.3. As águas residuais .....	118
IV.3. As medidas para a utilização de materiais sustentáveis.....	119
IV.3.1. A seleção de materiais sustentáveis .....	120
IV.3.2. A avaliação do ciclo de vida dos materiais .....	121
IV.3.3. A diminuição do impacto ambiental dos materiais.....	123
IV.3.4. A aplicação de materiais renováveis .....	123
IV.3.5. A reutilização e a reciclagem de materiais.....	124
IV.3.6. A energia incorporada dos materiais.....	126
IV.3.7. A redução e reutilização/reciclagem de resíduos.....	127

IV.3.8. Os sistemas de certificação ambiental de materiais e equipamentos .....	128
Conclusões.....	132
Referências Bibliográficas.....	135
Anexos.....	142

## Índice de figuras

Figura 1: Estrutura do trabalho .....	3
Figura 2: Variação média anual do número de edifícios clássicos em Portugal (1992-2011).....	4
Figura 3: Produção total da construção no PIB .....	6
Figura 4: Edifícios licenciados pelas câmaras municipais mais populosas para a construção por municípios, segundo o tipo de obras em Portugal, 2011 .....	7
Figura 5: Evolução do desemprego na construção .....	9
Figura 6: Desemprego total e desemprego na construção: variação homóloga trimestral (%).....	9
Figura 7: Consumo de cimento em Portugal .....	11
Figura 8: Distribuição etária do parque habitacional dos estados-membros da UE em 2005.....	12
Figura 9: Número de edifícios clássicos.....	14
Figura 10: Época de construção do edificado em Portugal .....	15
Figura 11: Índice de envelhecimento dos edifícios (2011) .....	16
Figura 12: Evolução do número de edifícios e alojamentos em Portugal (1981-2011) .	17
Figura 13: Densidade de alojamentos clássicos, 2011 .....	18
Figura 14: Taxa de variação dos edifícios (2001-2011).....	22
Figura 15: Número de edifícios clássicos com necessidade de grandes reparações ou muito degradados por NUTS III (2011).....	22
Figura 16: Estado de conservação de edifícios com necessidade de reparação .....	24
Figura 17: Proporção de edifícios clássicos por época de construção e estado de conservação em Portugal (2011) .....	25
Figura 18: Percentagem de certificados energéticos emitidos para os edifícios existentes por classe .....	28
Figura 19: Importação de recursos energéticos, em 2010 (%) .....	30
Figura 20: Consumo de energia por setor, em 2010 (%).....	30
Figura 21: Distribuição da despesa com energia em casa por tipo de utilização .....	31
Figura 22: Consumo (tep) e despesa (€) total nos alojamentos em 2010.....	32
Figura 23: Distribuição percentual da energia incorporada pelos componentes do edifício.....	34
Figura 24: Distribuição percentual de energia incorporada pelos materiais utilizados..	35

Figura 25: Quantidade percentual dos gastos de energia por componente de betão .....	36
Figura 26: Consumo e custos associados à água por setor em Portugal .....	38
Figura 27: A água consumida em Portugal .....	39
Figura 28: Peso da reabilitação residencial na produção total da construção (2009).....	47
Figura 29: Relação entre reabilitação de edifícios e a construção nova em Portugal ...	49
Figura 30: Edifícios licenciados por cada 100 construções novas em Portugal (2001- 2011).....	49
Figura 31: Evolução dos trabalhos de reabilitação .....	50
Figura 32: Principais causas de anomalias em edifícios .....	54
Figura 33: A evolução das preocupações no setor da construção .....	56
Figura 34: Esquema de aquecedor a biomassa .....	67
Figura 35: Turbinas de vento horizontal e vertical.....	68
Figura 36: Esquema de instalação eólica doméstica .....	69
Figura 37: Esquema de instalação geotérmica em habitações.....	70
Figura 38: Esquema de instalação solar térmica .....	73
Figura 39: Esquema de instalação fotovoltaica .....	75
Figura 40: Potencial de energia solar fotovoltaica na Europa.....	78
Figura 41: A disposição dos sombreadores no inverno e no verão .....	82
Figura 42: Utilização de superfícies refletoras para aumento de ganhos solares .....	82
Figura 43: Efeitos da vegetação nas diferentes condições climatéricas e acústicas .....	88
Figura 44: Representação de sistema de ganho direto de radiação solar.....	90
Figura 45: Representação esquemática do vidro transparente e do vidro translúcido....	91
Figura 46: Representação esquemática de um sistema de ganho indireto.....	91
Figura 47: Diversas paredes de acumulação térmica.....	92
Figura 48: Níveis de desempenho ambiental na ótica da sustentabilidade.....	98
Figura 49: Rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal .....	103
Figura 50: Fatores que influenciam o volume de água utilizada na lavagem (roupa)..	112
Figura 51: Fatores que influenciam o volume de água utilizado na lavagem (louça)..	113
Figura 52: Precipitação anual na Europa (mm).....	114
Figura 53: Precipitação acumulada anual em Portugal .....	115
Figura 54: Fatores que contribuem para o aproveitamento de águas pluviais.....	116
Figura 55: Sistema de aproveitamento de águas pluviais em edifício unifamiliar.....	117
Figura 56: Ciclo de vida dos materiais e consumos energéticos associados .....	122
Figura 57: Logotipo de Forest Stewardship Council (FSC).....	129

Figura 58: Logotipo de Programme for Endorsement of Forest Council (PEFC) .....	130
Figura 59: Logotipo do Rótulo Ecológico .....	131
Figura 60: Logotipo de Natureplus.....	131

## Índice de tabelas

Tabela 1: Proporção de edifícios clássicos por estado de conservação e tipo de edifício em Portugal (2011).....	20
Tabela 2: Número e proporção de edifícios clássicos por estado de conservação e tipo de utilização em Portugal (2001-2011).....	21
Tabela 3: Número de edifícios clássicos por estado de conservação (2001-2011) .....	21
Tabela 4: As 5 NUTS III com maior número de edifícios com necessidades de grandes reparações ou muito degradados (2001-2011) .....	23
Tabela 5: Consumo de energia por tipo de transporte .....	37
Tabela 6: Quantidade de água utilizada no fabrico de materiais em função do peso.....	40
Tabela 7: Número de anos esperado até à exaustão das fontes de matéria-prima associadas a alguns materiais usados na construção .....	42
Tabela 8: Relação superfície/volume nos diferentes tipos de edifícios.....	79
Tabela 9: Contabilização das vertentes consoante o recurso e áreas do sistema LiderA	97
Tabela 10: Condições para atribuição de categorias de eficiência hídrica em autoclismos (em litros).....	106
Tabela 11: Categorias de eficiência hídrica nos chuveiros (ANQIP, 2012).....	109
Tabela 12: Categorias de eficiência hídrica das torneiras de lavatório .....	111
Tabela 13: Categorias de eficiência hídrica das torneiras de cozinha .....	111

## **Lista de símbolos e acrónimos**

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida;

ADENE – Agência para a Energia;

AECOPS – Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços;

ANQIP - Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais;

APA – Agência Portuguesa do Ambiente;

AQS – Águas Quentes Sanitárias;

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method;

cm – centímetro;

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono;

DL – Decreto-Lei;

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia;

FEPICOP – Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas;

FIEC - Federação da Indústria Europeia da Construção;

FSC - Forest Stewardship Council;

GPL – Gás de Petróleo Liquefeito;

GWh - Gigawatt hora;

IEFP – Instituto do Emprego e Formação Profissional;

INE – Instituto Nacional de Estatística;

IPA - Inovação e Projetos em Ambiente;

km<sup>2</sup> – Quilómetro quadrado;

km<sup>3</sup> – quilómetro cúbico;

kg/m<sup>3</sup> – quilograma por metro cúbico;

litros/kg – litros por quilograma;

kW – Quilowatt;

LEED - Leadership in Energy & Environmental Design;

LiderA – Liderar pelo Ambiente;

m – metro;

MJ/ton km – Megajoule / tonelada quilómetro;

m<sup>2</sup> – metro quadrado;

m<sup>3</sup> – metro cúbico;

mm – milímetro;

NUTS – Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins estatísticos;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PEFC - Programme For The Endorsement of Forest Council;

PIB – Produto Interno Bruto;

PNAEE - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética;

PNUEA - Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água;

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas;

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios;

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios;

RCD – Resíduos de Construção e Demolição;

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

tep - Toneladas equivalentes ao petróleo;

UE – União Europeia;

€ - Euro;

°C – Grau Celsius;

% - Percentagem.

## **Introdução**

### **O enquadramento do tema**

Até 2003, o mercado imobiliário sofreu um forte crescimento, devido à “intensidade da produção habitacional” e a uma “grande expressão da construção nova” (INE, 2011). Daí para cá, o setor da construção enfrenta atualmente uma das maiores crises que há registo em Portugal. O número de empregos no setor, o licenciamento habitacional e o consumo de cimento são dados reveladores do estado da indústria da construção.

A constante expansão do número de edifícios e alojamentos do parque habitacional e o crescimento do número de alojamentos - superior ao número de famílias clássicas - mostra que há cada vez menos espaço para a construção nova. Quando comparado com os restantes países da União Europeia (UE), o parque habitacional existente em Portugal é relativamente recente, onde a grande maioria do edificado nacional foi construído nos últimos 40 anos.

Embora recente, o parque habitacional possui uma percentagem bastante significativa de edifícios com necessidades de reparação. Para além do estado de degradação do parque habitacional, soma-se o facto do parque habitacional consumir e, ao mesmo tempo, possuir uma elevada ineficiência no consumo de recursos. Por todas estas razões tenta-se perceber se o mercado é vasto e se existe potencial de melhoria.

Portugal é um dos países europeus que menos aposta na reabilitação. No entanto, dado o atual estado do parque habitacional, a reabilitação deve ser olhada como um caminho a seguir para a resolução dos problemas e necessidades dos edifícios existentes. Os problemas do parque habitacional deve-se à inexistência de intervenções, à ineficácia do consumo de recursos, ao fraco conforto ambiental, à degradação do parque habitacional, ao emprego de soluções construtivas inadaptadas ao local e clima e materiais pouco sustentáveis.

Assim, a reabilitação contribui para aumentar a qualidade e o desempenho energético e ambiental através de estratégias de sustentabilidade que vêm sendo aplicadas na construção nova. A aposta na reabilitação permite reduzir os recursos necessários e tornar os edifícios mais eficientes.

## **Os objetivos**

Este trabalho de investigação tem como objetivo mostrar que a reabilitação é uma das necessidades atuais do parque habitacional, onde se enquadra também o conceito da sustentabilidade.

O objetivo do presente trabalho de investigação consiste em conhecer o estado do setor da construção em Portugal através dos principais indicadores.

Pretende-se também conhecer o parque habitacional existente em Portugal, perceber o seu estado de conservação e o consumo de recursos provenientes dele.

Outro dos objetivos deste trabalho de investigação passa por mostrar que a reabilitação de edifícios apresenta-se como uma área de grande potencial para a sustentabilidade.

Por último, pretende-se elaborar um conjunto de medidas para a eficiência e sustentabilidade dos recursos com base nos parâmetros sustentáveis.

## **A estrutura do trabalho**

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos. No Capítulo I é apresentada a situação atual do setor da construção em Portugal, mediante diversos indicadores que atestam a crise no setor e o cenário pouco sustentável. No Capítulo II é exposta a atual situação do parque habitacional existente, caracterizado pela sua saturação, envelhecimento e conseqüente necessidade de reparações; neste capítulo, alude-se também ao consumo excessivo de recursos (água, energia e materiais) na construção, especificando-se os respetivos consumos. O Capítulo III apresenta a reabilitação como alternativa à construção nova, representando uma necessidade face à crise de mercado em Portugal e explora-se como o conceito de sustentabilidade foi introduzido na construção, as modificações que pode trazer e a importância e o contributo que a mesma poderá representar. Conhecidos os consumos de recursos por parte do parque edificado (cf. Capítulo II), no Capítulo IV são apresentadas medidas que permitem soluções sustentáveis. A imagem seguinte esquematiza a estrutura do trabalho anteriormente explicitada.

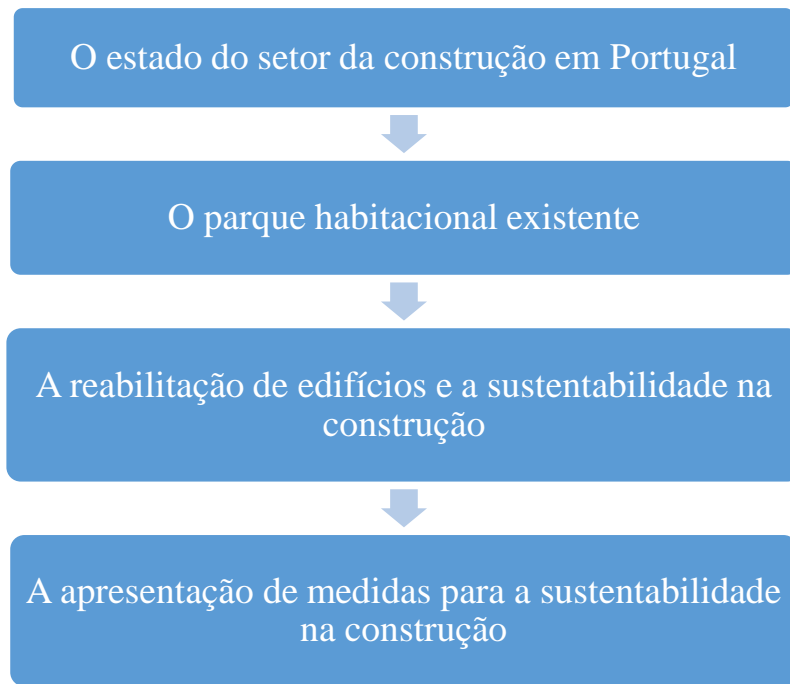


Figura 1: Estrutura do trabalho

## I. O estado do setor da construção em Portugal

Desde há uma década que o setor da construção está em crise. Em Portugal, longe vão os tempos das grandes obras e da expansão do imobiliário. À entrada para 2013, os indicadores económicos revelavam que a produção continua em forte queda, assim como o número de empregos no setor está a reduzir (FEPICOP, 2013a).

A construção é uma atividade muito específica, caracterizada pela sua diversidade de clientes, projetos, produtos, operações produtivas, tecnologias e unidades produtivas. É esta diversidade de atividades de construção que permite caracterizar o setor como “heterogéneo, fragmentado e segmentado” (Afonso et al., 1998).

De acordo com o INE (INE, 2012e), nas últimas décadas, o mercado imobiliário sofreu uma forte expansão, até ao ano de 2003. Isso deveu-se à “intensidade da produção habitacional” e a uma “grande expressão da construção nova”, dada a elevada procura de alojamentos novos na época. Posteriormente, observou-se uma tendência decrescente em todo o tipo de construção, nomeadamente na construção de edifícios de habitação, onde existiu um decréscimo mais acentuado na última década (cf. Figura 2).

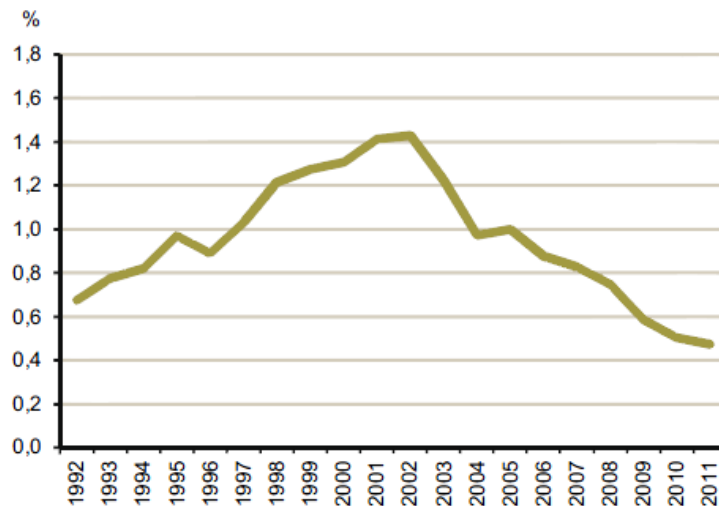


Figura 2: Variação média anual do número de edifícios clássicos em Portugal (1992-2011)

Fonte: INE (2012d)

### **I.1. A evolução da produção da construção em Portugal**

A indústria da construção tem uma importância considerável na economia nacional. Até 2008, observou-se um crescimento do setor da construção habitacional, revelando-se superior ao crescimento do número de famílias. Esta situação reflete o crescimento do setor da construção e a prosperidade da economia que se fazia sentir (Martins, 2008).

A crise económica que Portugal enfrenta atualmente é uma das mais difíceis de que há memória, sendo o setor da construção um dos mais “castigados”.

Segundo Gil (2013), o setor da construção caracteriza-se como um barómetro da economia nacional, sentindo fortemente os efeitos da crise. O volume de negócios da indústria da construção tem vindo a diminuir e, conseqüentemente, o seu contributo para o investimento nacional.

De acordo com Martins (2008),

“O peso da construção na economia tende a ser progressivamente menor à medida que aumenta o desenvolvimento económico, dado que a um elevado nível económico corresponde um grau de satisfação considerável em termos de número de obras.”

A figura seguinte (Figura 3) mostra que Portugal tem apresentado uma tendência de decréscimo de 10% na produção total da construção no Produto Interno Bruto (PIB) entre 2001 e 2011. Segundo Pereira (2012), tal facto deve-se à crise que se faz sentir desde o início da década, sobretudo pelo mercado habitacional e também à dificuldade cada vez maior de aceder ao crédito por parte das empresas de construção.

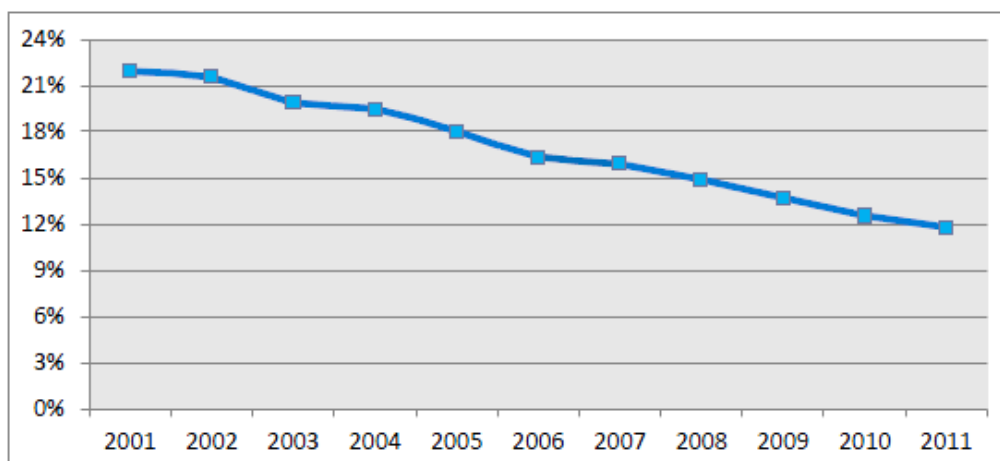


Figura 3: Produção total da construção no PIB

Fonte: Euroconstruct e Comissão Europeia (cit in Pereira, 2012)

## I.2. O licenciamento de habitações

Segundo a FEPICOP (2013c), relativamente ao licenciamento habitacional, em 2012 houve uma quebra de 34,7% face a 2011. Assim, a construção nova apresenta uma diminuição de mais de 90% nos últimos 11 anos sem que tenha sido efetuado um aumento do investimento na reabilitação habitacional. Todavia, o indicador mais significativo é o das obras adjudicadas. Este indicador regista uma quebra de 75,7% em janeiro de 2013 face a período homólogo. Este facto demonstra um forte impacto da crise que afeta o setor da construção à entrada para o ano de 2013. Segundo o mesmo estudo, os empresários indicam que a principal condicionante à atividade foi a procura insuficiente, que atinge os 87% na construção de edifícios de habitação, 93% nos edifícios não residenciais e 81% no segmento das obras públicas.

Na figura seguinte (Figura 4) apresenta-se um gráfico que exhibe o número e a percentagem de edifícios licenciados pelas câmaras municipais para construção por municípios, segundo o tipo de obra, em 2011, nos dez municípios com mais população. Constata-se que a média nacional dos edifícios licenciados pelas câmaras municipais é de 64% para “construções novas” e 29% para “ampliações, alterações e reconstruções”. É possível verificar que nos municípios da Amadora, Braga e Loures somente se licenciou construção nova. Por outro lado, os municípios onde se apostou mais na “ampliação, alteração e reconstrução” comparativamente à “construção nova” e

“demolição” foram Cascais (75%), Porto (73,5%) e Lisboa (67%). Pode-se também verificar que Sintra (39%) é o município com maior taxa de edifícios licenciados pelas câmaras municipais para demolições, seguido de Lisboa (26%) e Porto (15%).

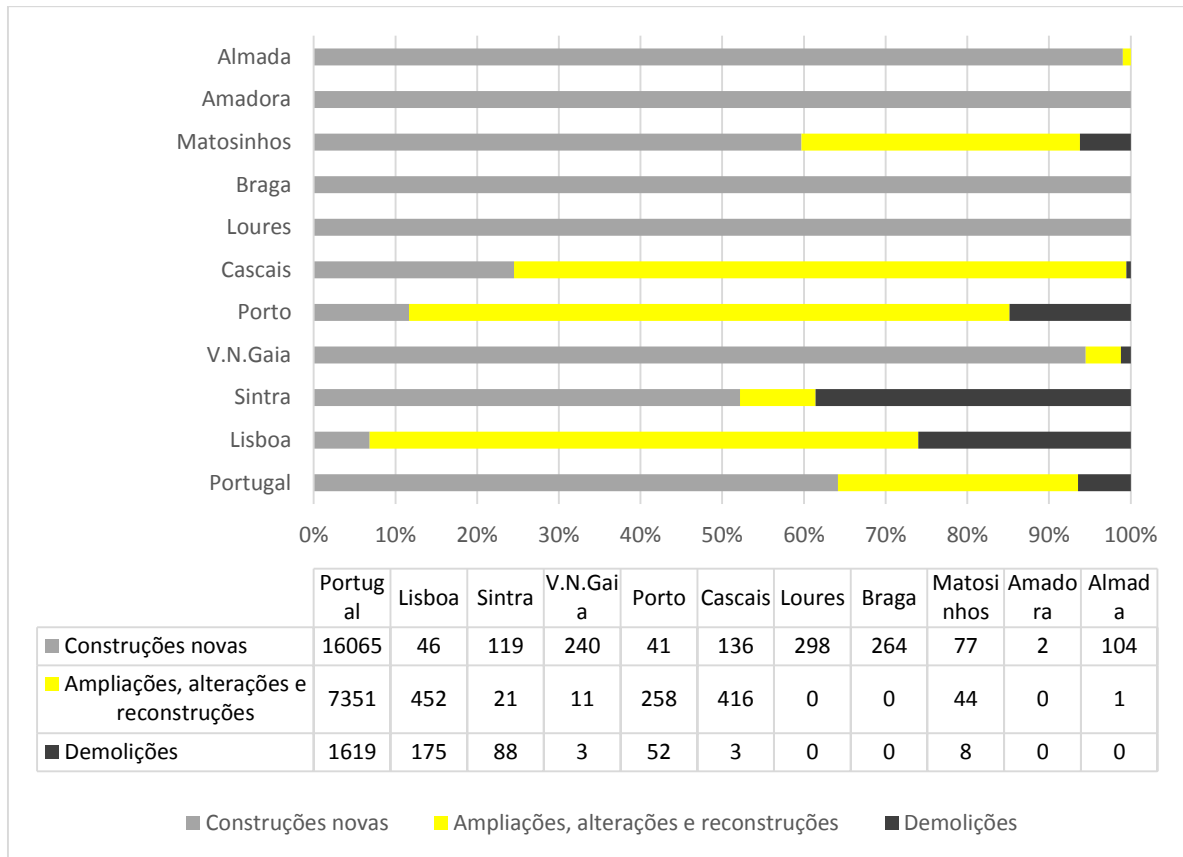


Figura 4: Edifícios licenciados pelas câmaras municipais mais populosas para a construção por municípios, segundo o tipo de obras em Portugal, 2011

Fonte: INE (2012a) e INE (2012b)

### I.3. O mercado da reabilitação

No período entre 1985 e 2009, o licenciamento emitido para trabalhos de reparação/manutenção de edifícios de habitação era de 20%, para 80% relativos a construção nova. O facto de haver tamanha discrepância é, segundo Martins et al. (2009), resultado da política habitacional que foi implementada no nosso país ao longo dos anos. O sistema financeiro português permitiu o alargamento à banca comercial do financiamento à aquisição de habitação, taxas de juro historicamente baixas e a inércia

por parte dos responsáveis políticos que nada fizeram para alterar as condições do mercado de arrendamento, levando a uma situação insustentável e penalizadora, quer para as famílias, quer para a economia portuguesa em geral. Ao invés, promoveu-se a aquisição de casa própria, acentuando o crescimento da produção de novos fogos habitacionais, aumentando o *stock* de habitações existentes e que virão também a necessitar de trabalhos de manutenção/reparação, mais tarde ou mais cedo.

De acordo com Martins et al. (2009), “a falta de investimento que se tem verificado em Portugal em trabalhos de reparação e manutenção de edifícios tem-se revelado bastante penalizadora para o desempenho económico do país”.

“Em 2006, (...) o montante total dos trabalhos de reparação e manutenção declarados pelas empresas do Sector ascendeu a 2.765 Milhões de Euros, correspondendo a 9,6% do valor total dos trabalhos realizados.” Martins et al. (2009).

#### **I.4. O mercado de trabalho na construção**

O setor da construção influencia em grande escala o comportamento da economia portuguesa e mundial, existindo um extenso e complexo encadeamento entre todos os setores da economia, devido aos efeitos multiplicadores sobre o emprego, serviços, equipamentos, etc., tanto a montante como a jusante. Este setor reveste-se de grande importância junto da classe trabalhadora, estimando-se que, por cada emprego direto criado pela indústria da construção, originam-se três postos de trabalho no conjunto da economia (Afonso et al., 1998).

A atual fragilidade das empresas resultou em muitas falências e, segundo os dados revelados pelo INE relativos ao primeiro trimestre de 2013, o número de trabalhadores diminuiu 19,2% ao longo dos últimos 12 meses, para 313,1 mil trabalhadores no trimestre inicial de 2013, diminuindo em 74 mil o número de postos de trabalho no setor (FEPICOP, 2013a).

Em janeiro de 2013, o número de desempregados provenientes do setor da construção e inscritos nos centros de emprego ultrapassou os 111 mil, estabelecendo um máximo histórico (cf. Figura 5) (FEPICOP, 2013a).

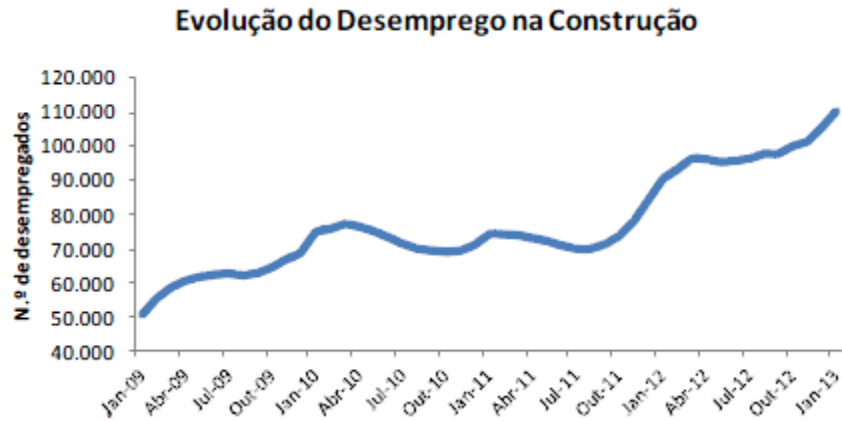


Figura 5: Evolução do desemprego na construção

Fonte: IEFP (cit in FEPICOP 2013a)

De acordo com o gráfico seguinte (Figura 6), constata-se que, nos últimos anos, a taxa de desemprego no setor da construção é superior à taxa de desemprego total, mostrando que a construção é um dos setores de atividade mais castigados pela crise económica que se faz sentir atualmente.

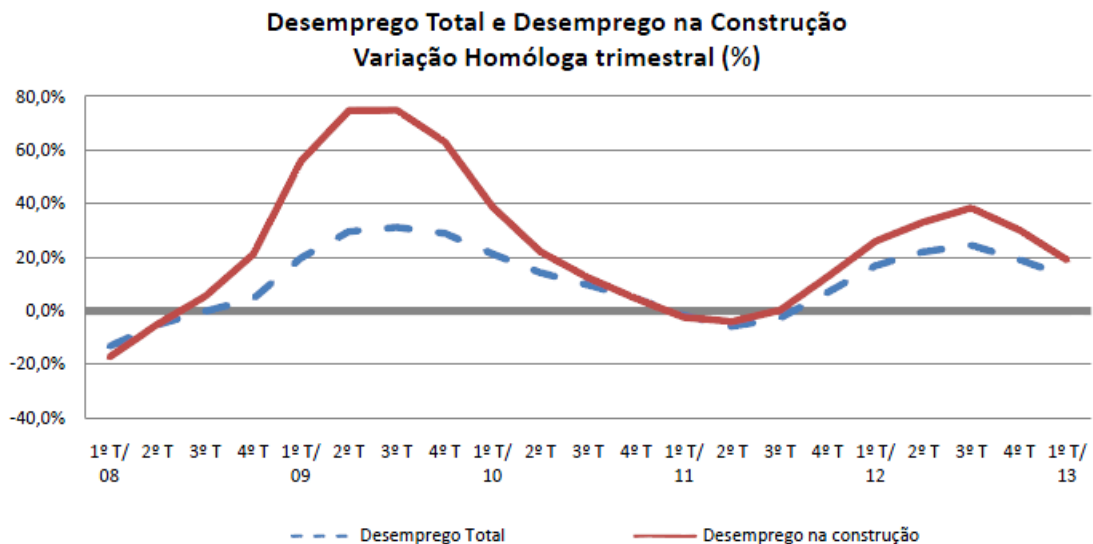


Figura 6: Desemprego total e desemprego na construção: variação homóloga trimestral (%)

Fonte: IEFP (cit in FEPICOP 2013a)

Segundo dados do INE, a indústria da construção apresenta os valores mais baixos de criação de emprego de todos os setores de produção da economia nacional.

“Este aumento sem precedentes no número de desempregados oriundos do sector da construção é revelador da situação limite que atravessam atualmente as empresas que operam neste mercado. A falta de obras, as dificuldades de acesso ao crédito bancário e os atrasos nos pagamentos estão a provocar uma deterioração acelerada do tecido empresarial.” (FEPICOP, 2012)

Conclui-se que, devido à crise nacional e internacional, muitas empresas do ramo da construção têm falido, aumentando o número de desempregados. A falta de obras, as dificuldades de acesso ao crédito bancário e os atrasos nos pagamentos são os principais fatores de decadência deste setor.

### **I.5. O consumo de cimento**

A FEPICOP (2013c) apresentou outro dado revelador da crise neste setor: o consumo de cimento caiu em janeiro de 2013 cerca de 37,4% quando comparado com o mesmo mês do ano anterior. Seria preciso recuar 39 anos, até 1973, para se encontrar uma utilização do cimento em Portugal tão baixa como aquela que se verificou no ano de 2012.

A produção da construção continua em queda, tendo atingido um mínimo histórico, uma vez que as vendas de cimento não atingiram as 600 mil toneladas, o que equivale a uma redução de 40% no 1º trimestre de 2013 (cf. Figura 7) (FEPICOP, 2013b).

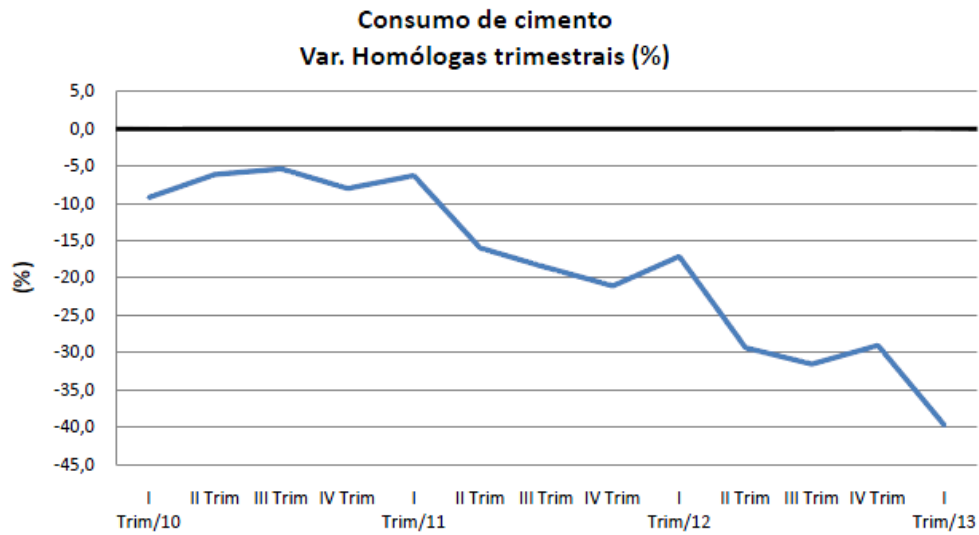


Figura 7: Consumo de cimento em Portugal

Fonte: FEPICOP (2013b)

A quebra no consumo de cimento é um sinal claro que a atividade do setor da construção tem vindo a passar por grandes dificuldades nos últimos anos.

## II. O parque habitacional existente

O conhecimento do estado do parque habitacional é fundamental para a tomada de medidas e estratégias que deverão conduzir à intervenção no edifício. Como tal, é essencial clarificar o estado e a evolução do parque edificado, percebendo quais as suas principais necessidades (Pereira, 2012).

De acordo com um estudo realizado pela Comissão Europeia (2008), a generalidade do parque habitacional edificado europeu cresceu no intervalo entre 1946-1970. Isto deveu-se ao final da Segunda Guerra Mundial. No entanto, o parque habitacional português é dos mais recentes da Europa, apresentando um forte crescimento a partir de 1981 (cf. Figura 8).

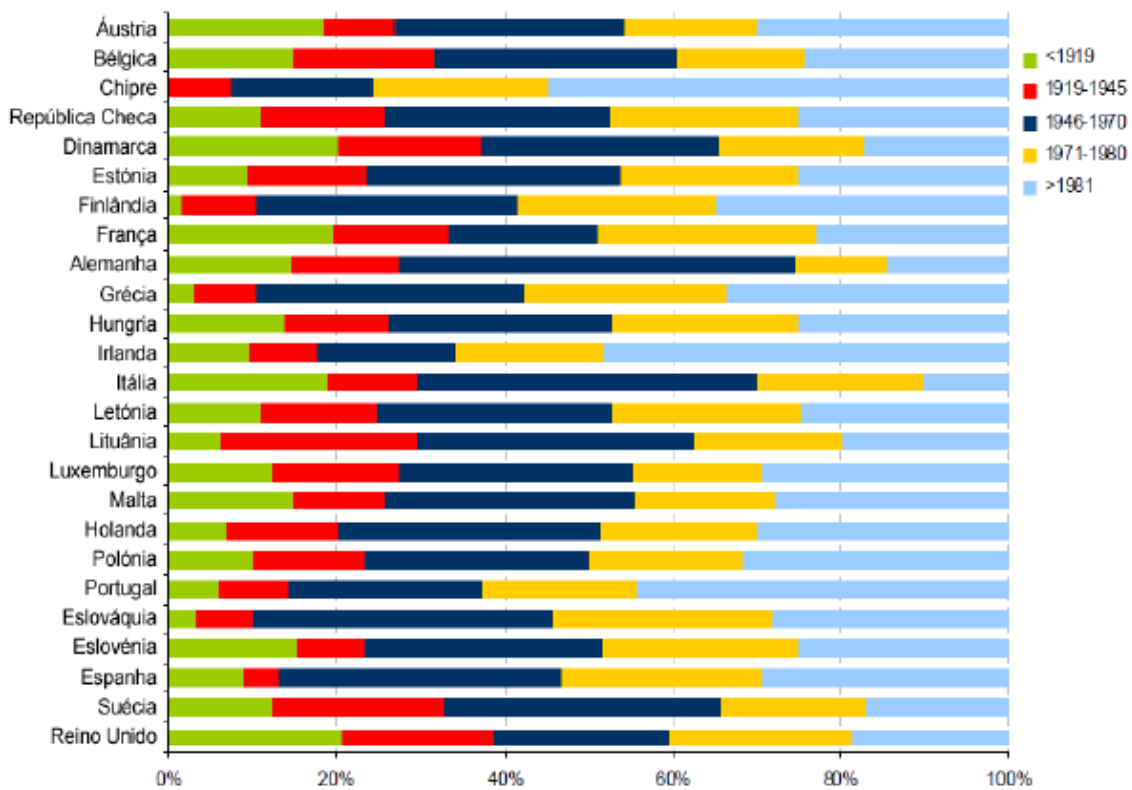


Figura 8: Distribuição etária do parque habitacional dos estados-membros da UE em 2005

Fonte: Boverket e MMR 2005 (cit in Comissão Europeia 2008)

O parque habitacional português é relativamente recente, uma vez que compreende menos de metade dos edifícios anteriores a 1919 que a média europeia e mais 21% de edifícios construídos após 1981 (Paiva *et al*, 2006 *cit in* Lopes, 2010).

Existem fatores decisivos para a distribuição etária na construção habitacional dos diversos estados-membros da UE, tais como o crescimento demográfico e económico, as políticas nacionais de habitação e as políticas de financiamento (Comissão Europeia, 2008).

## **II.1. A evolução do parque habitacional**

Ao longo do século XX, ocorreram profundas mudanças nas sociedades que tiveram muita influência nas cidades europeias, muitas delas devido às consequências da guerra. No entanto, Portugal não sofreu, como muitas das suas congéneres europeias, os efeitos dos conflitos. Durante o período do Estado Novo (1933 – 1974) vivia-se uma época de estagnação que limitava a evolução necessária e desejada. Findado esse período, “assiste-se a rápidas mas profundas alterações nas estruturas económica, social e cultural do país com implicações visíveis nos dias de hoje.” Os fluxos migratórios produziam grandes pressões sobre as grandes cidades (como Porto e Lisboa), o que deu origem a um rápido crescimento, e com isso, menor qualidade construtiva. É desta forma que se compreende que o parque habitacional dos restantes países europeus seja mais qualificado e ao mesmo tempo mais antigo do que o parque habitacional português (Delgado, 2008).

Segundo Delgado (2008), a falta de recursos financeiros por parte dos proprietários para a atualização das instalações dos edifícios conduziu à decadência das condições de desempenho. Assim, a população deslocou-se para zonas periféricas onde as condições de conforto eram mais atrativas, conduzindo ao abandono dos centros urbanos. Por outro lado, o incentivo ao crédito para a compra de habitação nova teve um contributo muito importante na disparidade entre a construção nova e a reabilitação.

O aluguer dos espaços com rendas baixas, o congelamento destas e às baixas taxas de juro contribuíram de forma inequívoca para a posterior desertificação dos centros urbanos e para a degradação acentuada do parque habitacional do país, nomeadamente nas grandes cidades como Lisboa e Porto (Delgado, 2008).

O crescimento do parque habitacional entre 2001 e 2011 ocorreu em todas as regiões do país, onde o Algarve registou o maior incremento em número de edifícios (cerca de 24%), seguido da Região Autónoma da Madeira (23%). Por outro lado, as regiões do Norte e Alentejo foram aquelas que menos cresceram (10%) (INE, 2012d).

No entanto, de acordo com a figura seguinte (Figura 9), o Norte é a região do país com maior número de edifícios clássicos<sup>1</sup> existentes (35%). A região Centro representa 31,2% do total de edifícios e Lisboa detém 12,5% de edifícios. Alentejo, Algarve, Região Autónoma dos Açores e Região Autónoma da Madeira têm, em conjunto, 21,3% do total de edifícios existentes em Portugal (INE, 2012d).

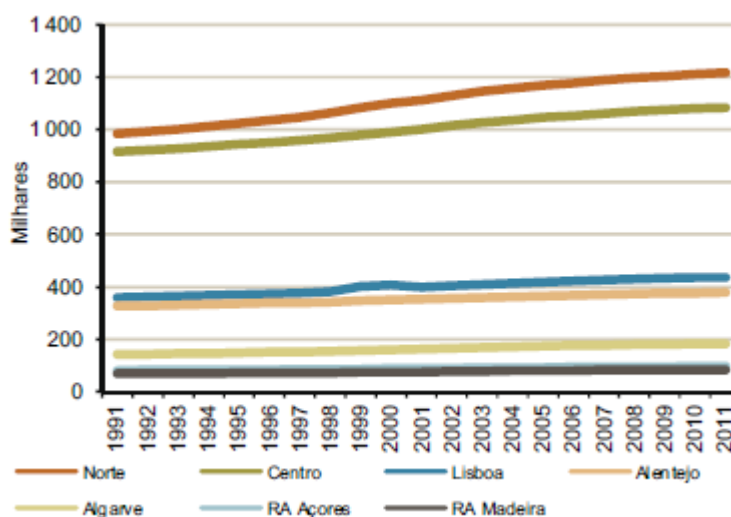


Figura 9: Número de edifícios clássicos

Fonte: INE (2012d)

## II.2. A idade do parque edificado português

No gráfico apresentado abaixo (Figura 10), é exposta a época de construção do parque edificado nacional. A partir dele, é possível concluir que, em 2011, o número de edifícios datados antes de 1919 corresponde a 6%; os edifícios construídos entre 1919 e 1945 correspondem a 9%. Pode-se também verificar que a grande maioria do edificado nacional (63%) foi construído nos últimos 40 anos, onde 33% dos edifícios foram

<sup>1</sup> Edifício cuja estrutura e materiais empregues tem um carácter não precário e duração esperada de, pelo menos, 10 anos.

construídos no período compreendido entre 1971 e 1990, e 30% foram construídos nos últimos 20 anos.

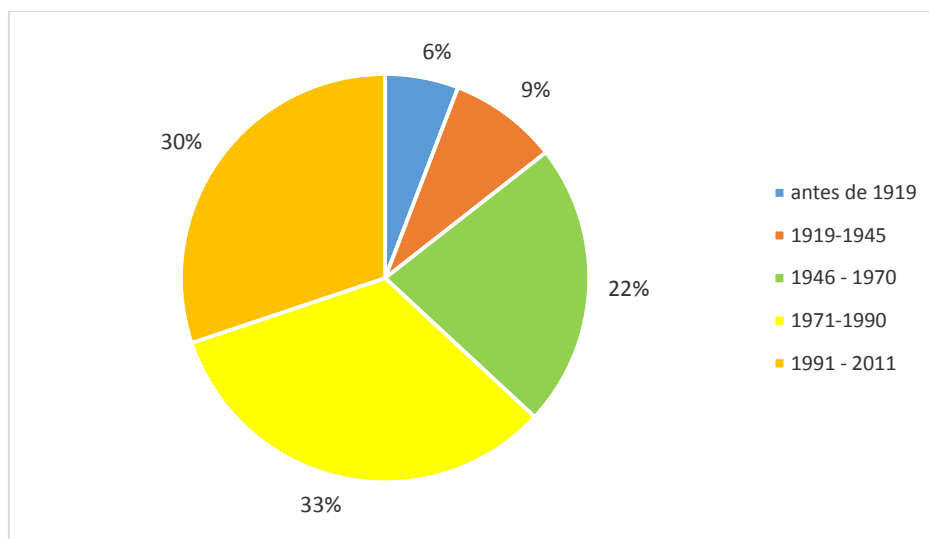


Figura 10: Época de construção do edificado em Portugal

Fonte: adaptado de INE (2011c)

A baixa percentagem de edifícios anteriores a 1919 deve-se à rápida diminuição de edifícios históricos. Entre a década de 1981 e 1991 perdeu-se 36% de edifícios históricos; e entre 1991 e 2001 perdeu-se 52%, demonstrando que os edifícios antigos foram alvo de um elevado número de demolições ou mudanças de utilização. Para além destes dados, está o facto de Portugal ser o país da UE com menor taxa de reabilitação de edifícios, mostrando que “o património histórico tem sido alvo de destruição e abandono cada vez mais acelerados” (Paiva *et al.*, 2006, cit in Lopes, 2010).

Devido à construção massiva registada nos últimos anos, é possível constatar que o parque habitacional é relativamente recente. Segundo o índice de envelhecimento dos edifícios<sup>2</sup> - criado como forma de caracterizar a idade do parque habitacional - apurado através do Censos 2011, o número de edifícios construídos até 1960 é menos do dobro do que aqueles que foram construídos na última década (após 2001), com um índice de 176. As regiões do Algarve e da Madeira apresentam os índices de envelhecimento mais baixos (123 e 131, respetivamente). Os edifícios mais envelhecidos encontram-se no

<sup>2</sup> Índice de envelhecimento dos edifícios: (Número de edifícios construídos até 1960 / Número de edifícios construídos após 2001) \* 100 (Censos 2011, 2011).

interior do país, com a região do Alentejo a destacar-se das restantes regiões (291). No lote de zonas caracterizadas por um edificado envelhecido estão também o Grande Porto e a Grande Lisboa. É possível constatar que os NUTS<sup>3</sup> III adjacentes ao Grande Porto e à Grande Lisboa são os NUTS que possuem uma menor taxa de envelhecimento. Isto indica que as cidades periféricas estão a crescer em número de edifícios (cf. Figura 11).

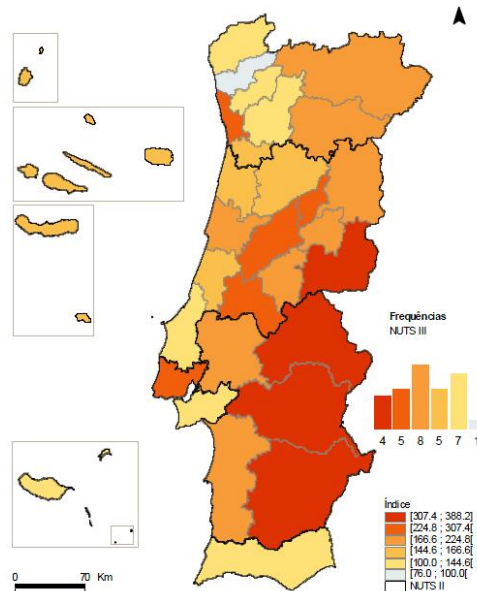


Figura 11: Índice de envelhecimento dos edifícios (2011)

Fonte: INE (2012c)

### II.3. A densidade de alojamentos clássicos

Nas últimas décadas, tem havido uma constante expansão, traduzindo-se no elevado aumento do número de edifícios e alojamentos do parque habitacional. Segundo dados do Censos, nas últimas três décadas, houve um aumento generalizado em Portugal, tendo o número de edifícios crescido cerca de 10% por década (de 2.507.706 edifícios em 1981 para 3.544.389 em 2011). O aumento do número de alojamentos é ainda mais notório nos últimos 30 anos, crescendo cerca de 42% entre 1981 e 2011 (de 3.435.633 alojamentos em 1981 para 5.878.756 em 2011) (cf. Figura 12) (Pereira, 2012 adaptado de INE – Censos 1981, 1991, 2001 e 2011).

<sup>3</sup> Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins estatísticos

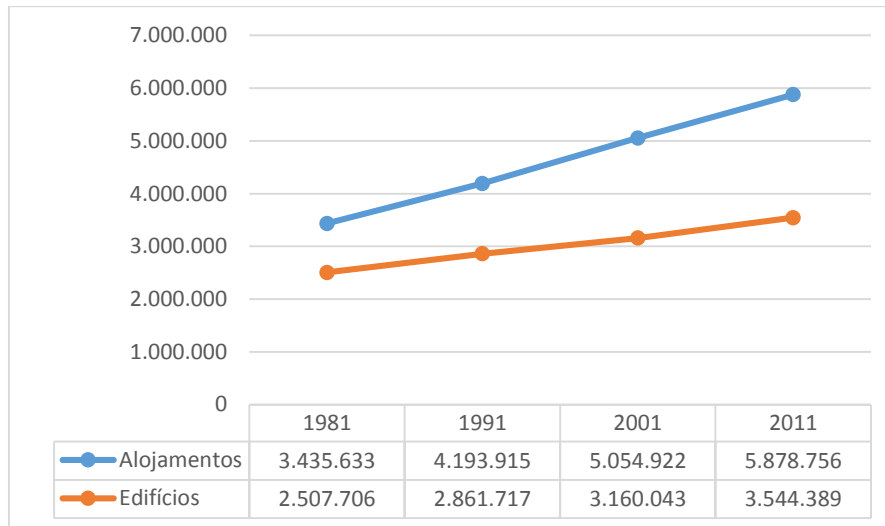


Figura 12: Evolução do número de edifícios e alojamentos em Portugal (1981-2011)

Fonte: INE (1981, 1996, 2002 e 2012c)

Segundo o Censos, em 2001, o número médio de alojamentos/km<sup>2</sup> era de 54,8, aumentando para 63,5, em 2011. Regionalmente, existem grandes disparidades. Sinónimo disto é o elevado número de alojamentos por km<sup>2</sup> registado nas regiões do litoral. A região de Lisboa, com 494,3 alojamentos por km<sup>2</sup>, possuía cerca de oito vezes a média nacional de alojamentos por km<sup>2</sup>, e a Região Autónoma da Madeira cerca de duas vezes e meia (161,2 alojamentos por km<sup>2</sup>), em 2011. No extremo oposto está presente o Alentejo, onde são observados os valores mais baixos, com um índice de densidade de alojamentos de 4,5 vezes inferior à média nacional (cf. Figura 13).

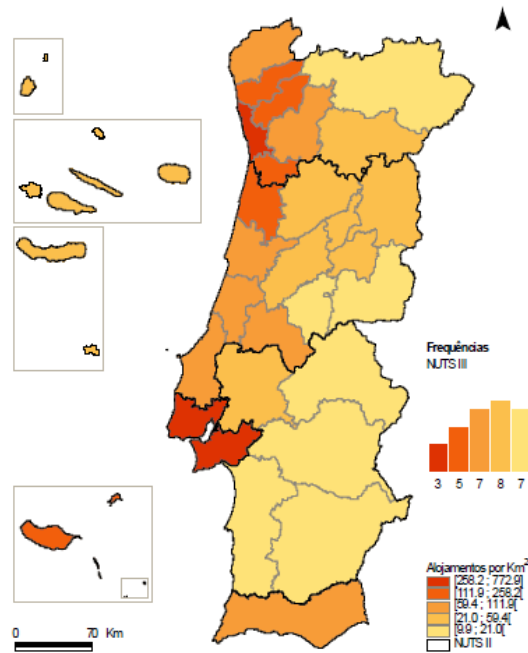


Figura 13: Densidade de alojamentos clássicos, 2011

Fonte: INE (2012c)

O crescimento do número de alojamentos tem sido superior ao número de famílias clássicas em cerca de 11% na última década, expressando um aumento significativo do parque habitacional de residência secundária e vaga (INE, 2012c). No ano de 2011, o número de fogos superou em 45% o total de famílias residentes, isto é, mais 1.822 mil alojamentos do que famílias. Pode assim afirmar-se que existe um número excessivo de habitações para a procura, concluindo-se que o mercado imobiliário se encontra saturado (INE, 2012e).

#### II.4. Os alojamentos por edifício

De acordo com o Censos 2011, tem havido um aumento do número de alojamentos por edifício ao longo das últimas décadas, atingindo 1,7 alojamentos por edifício em 2011.

À semelhança do que acontece com a densidade de alojamentos clássicos, também este indicador varia conforme a região em causa. Na região de Lisboa, a dimensão média dos edifícios existentes é aproximadamente o dobro da média nacional, com 3,3 alojamentos por edifício. Nas antípodas está a Região Autónoma dos Açores com os valores mais

baixos, com 1,1 alojamentos por edifício. As restantes regiões do país situam-se abaixo dos 2,0 alojamentos por edifício.

Portanto, conclui-se que existe uma relação entre a distribuição populacional e a pressão construtiva. É no litoral que se concentra a grande parte do parque habitacional, e também é no litoral a zona onde reside a maioria da população. Por sua vez, a zona interior do país tem um grande número de residências secundárias, face à cada vez maior mobilidade da população. No entanto, é na região do Algarve onde a sazonalidade do uso de edifícios mais se manifesta, uma vez que a população residente é inferior à concentração de edifícios (INE, 2012d).

Os municípios com o mais elevado número médio de alojamentos são a Amadora (6,5), Lisboa (6,2), Oeiras (4,7) e Odivelas (4,2). A grande maioria dos municípios do país, o valor médio de alojamentos por edifício situa-se próximo de 1 (INE, 2011a).

Como já foi visto atrás, a dimensão média dos edifícios aumentou nas últimas décadas. No entanto, o parque habitacional continua a ser representado na sua maioria por edifícios destinados a um alojamento familiar (87,2%). A Região Autónoma dos Açores está no topo das regiões do país com maior percentagem de edifícios com apenas um alojamento (96%). Na outra extremidade, como seria expectável, Lisboa é a região do país com menor percentagem de edifícios com apenas um alojamento (INE, 2011a).

## **II.5. O estado de conservação do edificado**

O estado de conservação do parque habitacional em Portugal é notoriamente deficiente. Os casos de mau estado e degradação das condições de utilização, de salubridade, de segurança e abandono são uma realidade bem presente e generalizada, demonstrando a fraca durabilidade e qualidade dos edifícios e a exígua manutenção (Martins et al., 2009).

“Quando se observa o património edificado, sobretudo nos centros urbanos, verifica-se a degradação acentuada dos edifícios antigos e a existência de um grande número de fogos devolutos, confirmando os dados estatísticos que evidenciam o abandono de milhares de fogos.” (Freitas, 2012).

Segundo o INE (2013), o estado de conservação está relacionado com o tipo de edifício. Assim, os edifícios clássicos com três ou mais alojamentos familiares são aqueles que menos necessitam de reparação, seguido dos edifícios clássicos constituídos por um ou dois alojamentos familiares e, por último, os edifícios isolados com uma percentagem de 73% aproximadamente de necessidade de reparação (cf. Tabela 1).

Tabela 1: Proporção de edifícios clássicos por estado de conservação e tipo de edifício em Portugal (2011)

Estado de conservação	Edifício clássico (1 ou 2 alojamentos familiares)				Edifício clássico (3 ou mais alojamentos familiares)	Edifício clássico de outro tipo
	Total	Isolado	Geminado	Em banda		
	%					
Sem necessidade de reparação	71,1	72,9	69,8	67,4	71,6	62,2
Com necessidade de reparação	27,1	25,4	28,6	30,5	27,7	35,1
Muito degradado	1,7	1,7	1,6	2,1	0,7	2,8
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: INE (2012c)

De acordo com o mesmo estudo do INE (2012c), os edifícios com utilização exclusivamente residencial possuem melhor estado de conservação comparativamente com os demais, onde 71,2% dos edifícios não têm necessidade de reparação, em 2011 (cf. Tabela 2).

Tabela 2: Número e proporção de edifícios clássicos por estado de conservação e tipo de utilização em Portugal (2001-2011)

Estado de conservação	Edifícios exclusivamente residenciais				Edifícios principalmente residenciais				Edifícios principalmente não residenciais			
	2001		2011		2001		2011		2001		2011	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sem necessidade de reparação	1 703 650	59,0	2 353 618	71,2	147 345	61,5	148 392	69,6	17 347	52,5	17 442	66,5
Com necessidade de reparação	1 098 019	38,0	895 470	27,1	87 529	36,5	62 098	29,1	13 788	41,7	8 214	31,3
Muito degradado	85 636	3,0	55 974	1,7	4 834	2,0	2 600	1,2	1 895	5,7	581	2,2
<b>TOTAL</b>	<b>2 887 305</b>	<b>100,0</b>	<b>3 305 062</b>	<b>100,0</b>	<b>239 708</b>	<b>100,0</b>	<b>213 090</b>	<b>100,0</b>	<b>33 030</b>	<b>100,0</b>	<b>26 237</b>	<b>100,0</b>

Fonte: INE (2012c)

Entre 2001 e 2011, o número de edifícios clássicos<sup>4</sup> aumentou 12,2% e houve uma diminuição do edificado em mau estado de conservação (cf. Tabela 3) (INE, 2013).

Tabela 3: Número de edifícios clássicos por estado de conservação (2001-2011)

Estado de conservação	Edifícios clássicos		
	2001	2011	Variação
	Nº		%
Sem necessidade de reparação	1 868 342	2 519 452	34,8
Com necessidade de reparação	1 199 336	965 782	-19,5
Pequenas reparações	706 716	624 322	-11,7
Reparações médias	329 605	244 303	-25,9
Grandes reparações	163 015	97 157	-40,4
Muito degradado	92 365	59 155	-36,0
<b>TOTAL</b>	<b>3 160 043</b>	<b>3 544 389</b>	<b>12,2</b>

Fonte: INE (2012c)

Constata-se que o Algarve registou o maior crescimento de edifícios, seguido da Região Autónoma da Madeira. É possível assinalar que, de toda a zona litoral do país, o Grande

<sup>4</sup> Edifícios clássicos: edifícios cuja estrutura e materiais empregues tem um carácter não precário e duração esperada de 10 anos, pelo menos.

Porto é aquele que possui a menor taxa de crescimento do parque habitacional, tal como é possível comprovar na figura seguinte (cf. Figura 14).

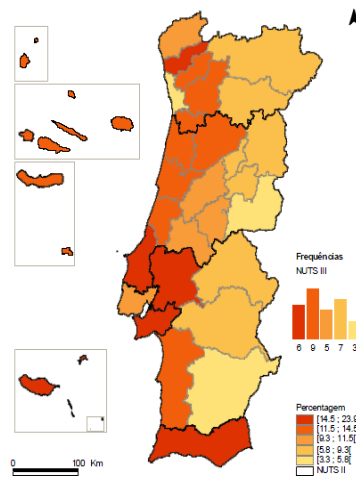


Figura 14: Taxa de variação dos edifícios (2001-2011)

Fonte: INE (2012c)

Os municípios que apresentaram maior número de edifícios em estado de conservação muito degradados no ano de 2011 foram Lisboa, Porto, Vila Nova de Gaia, Leiria e Coimbra (cf. Figura 15) (INE, 2013).

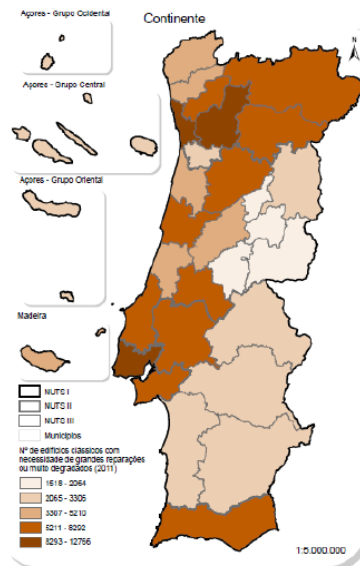


Figura 15: Número de edifícios clássicos com necessidade de grandes reparações ou muito degradados por NUTS III (2011)

Fonte: INE (2012c)

Relativamente às regiões é importante referir o Tâmega, Grande Lisboa e Douro mantiveram as suas posições entre as NUTS III com maior número de edifícios com necessidades de grandes reparações ou muito degradados desde 2001, mas com reduções importantes de 40,4%, 38,4% e 39,1%, respetivamente (cf. Tabela 4).

Tabela 4: As 5 NUTS III com maior número de edifícios com necessidades de grandes reparações ou muito degradados (2001-2011)

Ranking	2001			2011			Variação 2001/2011
	NUTS III	N.º Edifícios <sup>1</sup>	% <sup>2</sup>	NUTS III	N.º Edifícios <sup>1</sup>	% <sup>2</sup>	%
1	Grande Porto	26 342	9,9	Grande Porto	12 766	4,7	-51,5
2	Tâmega	19 480	11,3	Tâmega	11 603	5,9	-40,4
3	Grande Lisboa	18 051	7,2	Grande Lisboa	11 118	4,0	-38,4
4	Douro	13 622	12,3	Douro	8 292	6,9	-39,1
5	Alto Trás-os-Montes	12 876	10,7	Algarve	7 359	3,7	//

<sup>1</sup> Número de edifícios com necessidade de grandes reparações ou muito degradados

<sup>2</sup> Peso do número de edifícios com necessidade de grandes reparações ou muito degradados no número total de edifícios da região NUTS III

Fonte: INE (2012c)

De acordo com o Censos 2011 (INE, 2012c), e apresentado na Figura 16, um grande número de edifícios (28,9%) encontrava-se com necessidade de reparação em Portugal. No entanto, no período entre 2001 e 2011, os edifícios com necessidade de reparação diminuíram cerca de 10%. Por sua vez, em 2011, a taxa de edifícios bastante degradados apresenta-se com 1,7 pontos percentuais, apresentando uma melhoria significativa face a 2001, em que o valor de edifícios muito degradados era de 3%.

É preciso referir que os dados recolhidos resultam da observação dos inquiridores, que, na grande maioria, não tem formação específica na área.

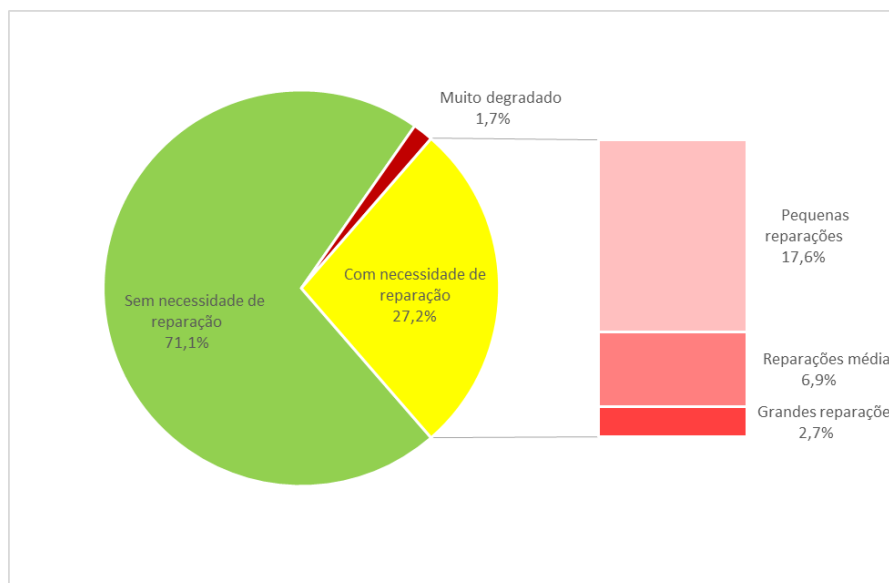


Figura 16: Estado de conservação de edifícios com necessidade de reparação

Fonte: INE (2012c)

Segundo dados do Censos 2011 (INE, 2012c), e como é expetável, existe uma forte relação entre a idade dos edifícios e o seu estado de conservação. É de notar que quanto mais longínqua a época de construção, maior a necessidade de reparação. Esta ligação acentua-se quando o edificado está desprovido de trabalhos de manutenção e preservação dos mesmos. Relativamente aos edifícios muito degradados, a taxa de edifícios construídos antes de 1919 é de 11%, enquanto a taxa de edifícios construídos entre o período de 1919 e 1945 é de 6%. Por outro lado, a taxa de edifícios sem necessidade de reparação é maior nos edifícios mais recentes (cf. Figura 17).

No entanto, deverá ser objeto de reflexão o facto de muitos edifícios que, no ano de 2011, no máximo com 10 anos de idade, apresentarem necessidades de reparação (cerca de 24.721) ou encontrarem-se muito degradados (cerca de 549) (Pereira, 2012; INE, 2011a).

Pese embora o facto de, na última década, a percentagem de edifícios reabilitados ter crescido, conclui-se que os valores revelados acerca da necessidade de reparação dos edifícios são ainda preocupantes.

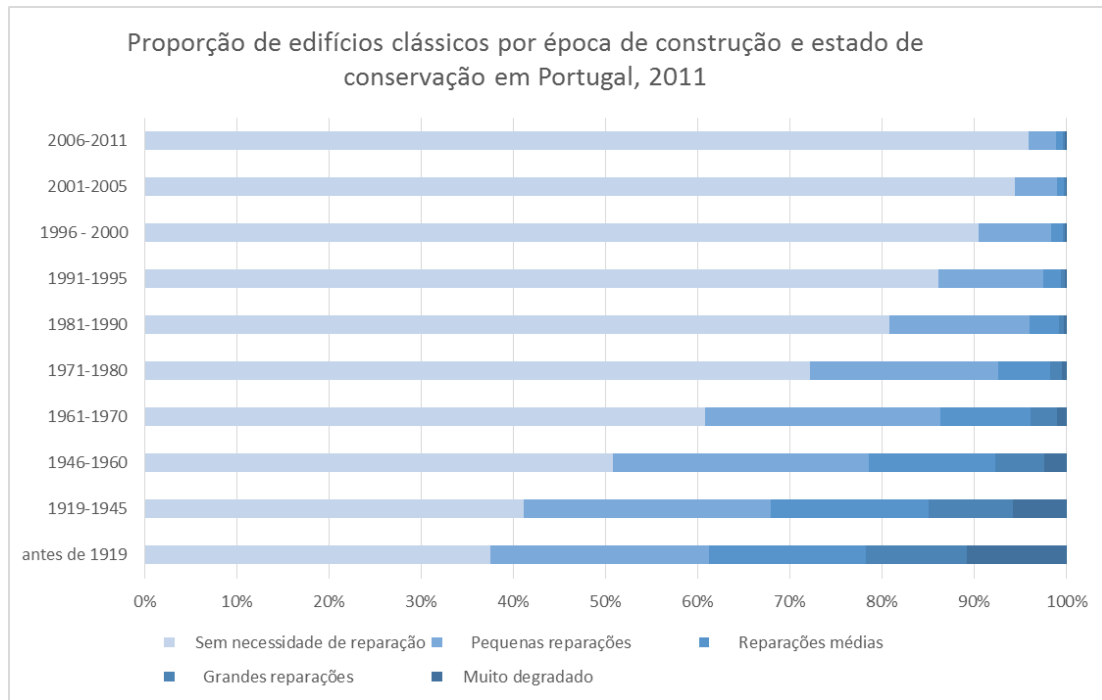


Figura 17: Proporção de edifícios clássicos por época de construção e estado de conservação em Portugal (2011)

Fonte: INE (2012c)

Tendo em consideração a época de construção, verifica-se que 8% dos edifícios construídos até 1945 se encontram muito degradados. Verifica-se a necessidade de reparação em mais de metade dos edifícios clássicos construídos até à época de 1945. A taxa mais elevada de edifícios sem necessidade de qualquer reparação está presente naqueles que foram edificados entre 2006 e 2011, atingindo 96%.

## II.6. A evolução da regulamentação na construção em Portugal

Os padrões de conforto do edificado desenvolveram-se até aos dias de hoje. A introdução destes padrões, através de normas técnicas, são realizadas com o objetivo de melhorar a construção e alcançar condições de conforto superiores. Em Portugal, na década de 50, foi introduzido o **Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)**. Até 1951, a construção era estabelecida pelo bom senso dos proprietários e construtores, surgindo então o RGEU, que foi criado com o propósito de estabelecer normas na área da construção. Contudo, a crescente introdução de novos materiais e

tecnologias, o aumento dos padrões de conforto e a introdução de legislação própria na área da construção conduziu à promulgação de legislações e à revisão das mesmas para assim acompanhar a evolução na construção. Com os anos, o propósito inicial deste regulamento foi alterado, sendo posteriormente complementado com novas normas (acústica, térmica, etc.).

Atualmente, um projeto de reabilitação tem de ser licenciado pela Câmara Municipal e conter os certificados do **Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)**, o **Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)** e o **Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)**.

O **RCCTE** foi o primeiro instrumento legal introduzido na legislação em torno da regulamentação das necessidades energéticas dos edifícios, e surgiu com o intuito de regular e impor requisitos energéticos para os projetos de novos edifícios, assim como para obras de reabilitação superiores em 25% ao valor do imóvel. No entanto, os padrões de conforto aumentaram e as necessidades também, encaminhando para um consumo excessivo de energia num parque edificado com desempenho energético baixo, provocando um aumento dos consumos energéticos (importados por Portugal) e o incremento das emissões de gases poluentes. Para delimitar os potenciais consumos energéticos com a climatização dos edifícios e melhorar o comportamento térmico, foi imposto, através da Diretiva Comunitária nº 2002/91/CE, a regulamentação do desempenho térmico dos edifícios. Assim, o **RCCTE** foi atualizado com vista à integração das normas da diretiva comunitária através de Decretos-Lei.

Este regulamento determina as condições térmicas do parque construído para proporcionar melhores condições de salubridade, higiene e conforto nos edifícios, impondo uma melhoria na qualidade térmica da envolvente dos edifícios, melhorando as condições de conforto sem aumentar os consumos de energia. Este regulamento incentivava todos os agentes a melhorar o comportamento térmico dos edifícios nas diferentes épocas do ano, através da melhoria do conforto térmico, da eficácia na captação de energia solar disponível e proteção, dependendo das condições (Mateus e Bragança, 2006).

O **RSECE** destina-se a edifícios onde os consumos de energia para climatização (aquecimento e/ou arrefecimento) são significativos (Potência > 25 kW), sendo

sobretudo para edifícios de serviços. Este regulamento tem como objetivo de disciplinar a potência dos sistemas de climatização instalados para diminuir os consumos e impor um conjunto de medidas de racionalização de consumos (Mateus & Bragança, 2006).

A certificação energética dos edifícios foi uma obrigação imposta a Portugal pela Diretiva Comunitária sobre Eficiência Energética para informar sobre (a) as características térmicas do imóvel, (b) permitir uma melhor seleção de entre várias opções; (c) informação sobre potenciais medidas a implementar para melhorar o desempenho energético do edifício, (d) informação e sensibilização sobre desempenho do parque construído e (e) permitir recolha de informação objetiva e atualizada sobre o desempenho do parque construído (Mateus & Bragança, 2006).

## **II.7. O conforto térmico e a eficiência energética do parque edificado português**

De acordo com Baptista (2012), até abril de 2012, o parque habitacional certificado era de 8%, correspondendo a 460 mil documentos emitidos. Destes (8%), 75% diziam respeito a edifícios construídos antes da entrada em vigor dos atuais regulamentos, registando um desempenho energético abaixo do patamar de referência para edifícios novos (B-), sendo a classe C a mais representativa.

Segundo a ADENE (2012), 85% dos fogos construídos na década de 70 foram classificados como sendo C ou inferior na escala de certificação energética, sendo os edifícios com o mais elevado nível de ineficiência energética.

De acordo com a figura seguinte (Figura 18), é possível verificar que a maioria dos certificados energéticos emitidos são de nível C, onde 62,1% apresenta potencial de reabilitação energética, uma vez que encontram-se entre o nível C e G.

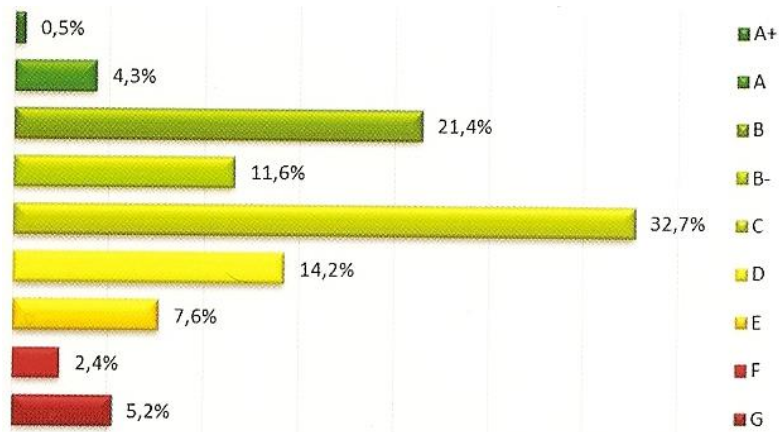


Figura 18: Percentagem de certificados energéticos emitidos para os edifícios existentes por classe

Fonte: Baptista (2012)

De acordo com a Direção Geral de Saúde e a Quercus (2009, cit in Lopes, 2010), as situações mais comuns para o desconforto e a ineficiência energética do parque edificado são o insuficiente isolamento térmico, a fraca qualidade dos vãos envidraçados, a insuficiente exposição solar, a falta de sombreamentos, a falta de sistemas de aquecimento de águas através de painéis solares, entre outros.

Assim, pode concluir-se que, em Portugal, existem edifícios com elevada ineficiência energética e desconforto interior, não permitindo aos utilizadores do parque habitacional usufruir de condições de conforto. No entanto, existe potencial para melhorar estes aspetos através da reabilitação.

## II.8. O consumo de recursos

A população mundial tem vindo a aumentar consideravelmente nas últimas décadas. A estimativa da Organização das Nações Unidas (ONU) acerca da população mundial em 1950 era de 2,6 biliões de pessoas; 37 anos mais tarde, em 1987, a estimativa atingiu a marca de 5 biliões de pessoas; em 1999, a população mundial chegou aos 6 biliões; e em 2009 era aproximadamente de 7 biliões de pessoas (ONU, 2009). Prevê-se que a população mundial continue a crescer até cerca de 8,3 biliões em 2030 e 9,1 biliões em

2050. Ao mesmo tempo, a população urbana deverá aumentar para o dobro em 2050 (UN-Water, 2012).

Esta expansão rápida da população mundial, combinada com o estilo de vida dos países desenvolvidos e seguido pelos países em desenvolvimento, está a causar um grande impacto nos recursos naturais. O aumento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera é a consequência do aumento do consumo global de madeira, carvão, petróleo e gás natural para a produção de energia. A elevada utilização destes recursos, nomeadamente no setor da construção, conduzirá à carência dos mesmos (Nelson e Rakau, 2010).

### **II.8.1. O consumo de energia**

O consumo de energia está a crescer em todo o mundo, prevendo-se que aumente em 50% até 2030, se as políticas se mantiverem inalteradas. A energia é um dos fatores mais importantes na busca do desenvolvimento sustentável, uma vez que o aumento do consumo de energia leva ao aquecimento global e à emissão de gases de efeito de estufa. Como tal, o uso eficiente de energia e a expansão de energias renováveis, é desejável também por questões ambientais (Nelson e Rakau, 2010).

Portugal não possui reservas de energias fósseis e, por este motivo, necessita de importar os recursos energéticos que consome, o que coloca o país numa posição económica vulnerável a nível internacional, devido às constantes alterações do preço dos combustíveis. Portugal tem investido na produção de eletricidade através de fontes de energia renováveis, no entanto - apesar dos esforços efetuados para reduzir a fatura energética portuguesa - constatou-se que, em 2010, a dependência energética do exterior aumentou 29% face ao ano anterior, mostrando que o país se mantém dependente e vulnerável (Sousa *et al.*, 2012).

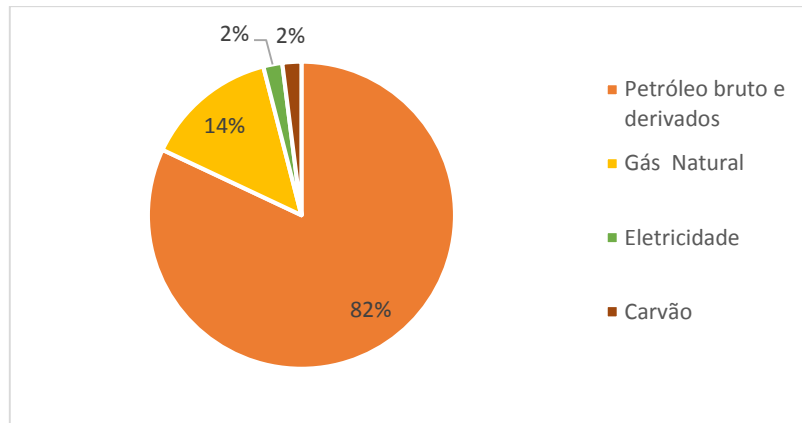


Figura 19: Importação de recursos energéticos, em 2010 (%)

Fonte: DGEG (2010 cit in Sousa et al., 2012)

Como é possível verificar no gráfico anterior (Figura 19), é da importação do petróleo bruto e seus derivados que Portugal está mais dependente (82%), seguido da importação de gás natural (14%).

Em 2010, o consumo energético do setor residencial apresenta-se como o terceiro maior a nível nacional (17,7%), atrás do setor dos transportes (37,5%) e da indústria (30,5%) (cf. Figura 20), mas a tendência é a de aumentar.

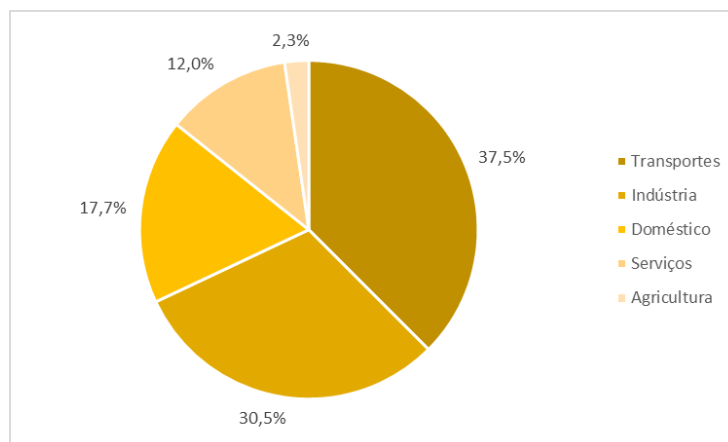


Figura 20: Consumo de energia por setor, em 2010 (%)

Fonte: INE (2011b)

### II.8.1.1. O consumo de energia nas habitações

Os hábitos de consumo energético em Portugal têm vindo a alterar-se. O aumento do poder económico e a melhoria das condições de vida trouxeram melhores condições de conforto, o que leva a um aumento significativo nos consumos energéticos nas habitações. A principal fonte de consumo de energia é a eletricidade (42,6%) – que é também aquela que mais tem vindo a aumentar nos últimos anos – seguindo-se a lenha (24,2%) - que tem vindo a diminuir (INE, 2011b; Sousa et al, 2012).

De acordo com o INE (2011b), existe uma relação direta entre o consumo de energia e a idade dos edifícios. Quanto mais antigas forem as habitações, maiores os consumos energéticos.

De acordo com Sousa et al. (2012), a maioria dos alojamentos existentes foi construída antes de 1991, data em que entrou em vigor a primeira legislação relativa ao desempenho térmico dos edifícios (RCCTE). Até essa data os edifícios apenas tinham de respeitar o RGEU com diretrizes genéricas no que diz respeito a esta matéria específica. Pelo que existe um amplo potencial para a reabilitação energética de edifícios em Portugal.

De acordo com Mota (2013), o consumo de energia em edifícios residenciais em Portugal distribui-se aproximadamente da seguinte maneira: cozinhar (40%), aquecimento de água (27%), equipamentos elétricos (15%), aquecimento do ambiente (11%), iluminação (6%) e arrefecimento do ambiente (1%) (cf. Figura 21).

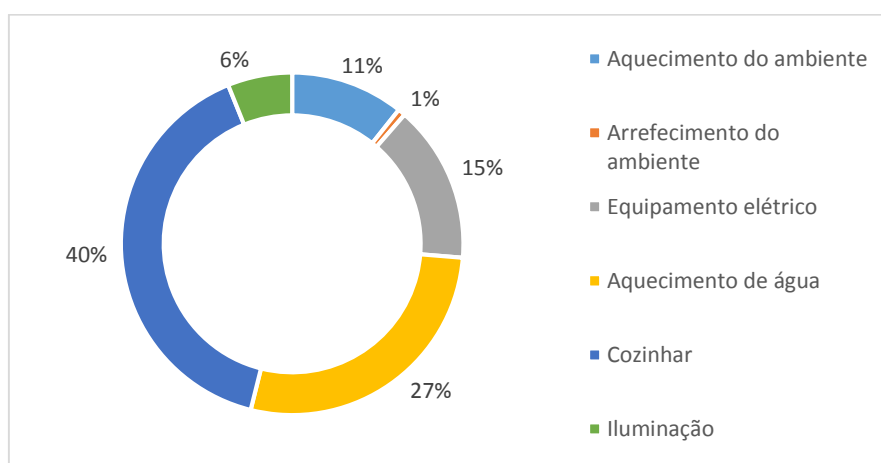


Figura 21: Distribuição da despesa com energia em casa por tipo de utilização

Fonte: DGEG (cit in Mota, 2013)

De acordo com a figura seguinte (Figura 22), em 2010, a eletricidade foi a principal fonte de energia utilizada em Portugal, representando 42,6% do total de energia consumida, seguindo-se a lenha com 24,2% e o GPL Garrafa Butano com 13,6%.

No entanto, de acordo com Sousa et al. (2012) e INE (2011b), verifica-se que as fontes de energia mais consumidas não coincidem totalmente com as fontes de energia mais dispendiosas. Como tal, enquanto as fontes de energia mais consumidas são a eletricidade, a lenha e o GPL de garrafa, as fontes energéticas mais dispendiosas são o gasóleo de aquecimento, a eletricidade, o GPL de garrafa e o GPL canalizado. Por sua vez, a lenha - segunda fonte de energia mais utilizada - é uma fonte barata, revelando-se assim como a fonte de energia com menor custo unitário, uma vez que a relação entre o consumo (tep) e a despesa (€) é a mais reduzida no total de fontes de energia utilizadas, dado que a um consumo relativo de 24,2% corresponde apenas 3,4% da despesa global.

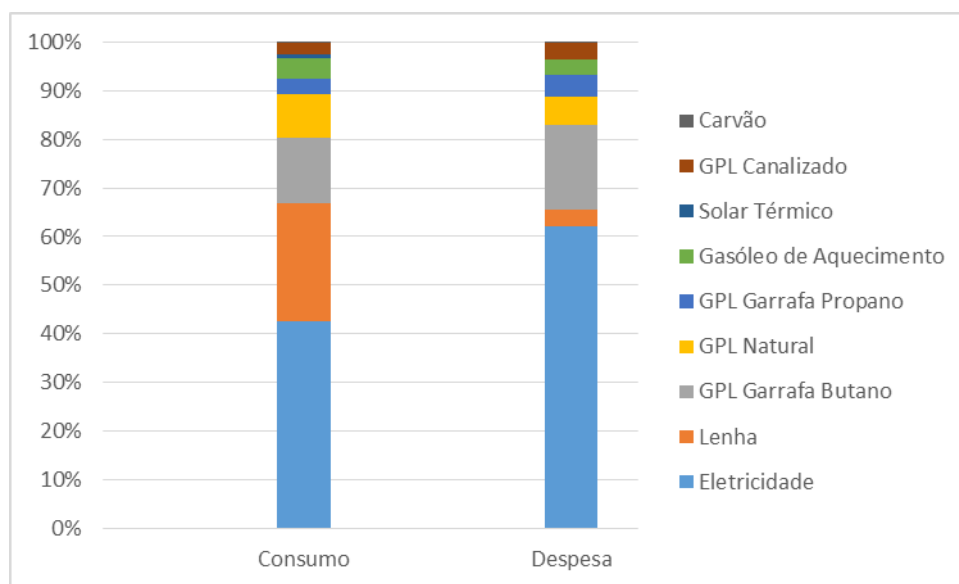


Figura 22: Consumo (tep) e despesa (€) total nos alojamentos em 2010

Fonte: INE (2011b)

De acordo com o INE (2011b), a maioria dos alojamentos foi aquecida através de aquecedores elétricos individuais (61,2%), seguido de lareiras abertas (24%) e de lareiras com recuperador de calor (11,1%). No caso dos sistemas de arrefecimento do ambiente interior, em 2010, 69,5% dos alojamentos utilizou ventiladores, seguido de ar

condicionado para aquecimento/arrefecimento (26%) e aparelho individual de ar condicionado (7,2%), mostrando a maior necessidade de aquecimento em Portugal, sobretudo através de meios mecânicos.

Em Portugal, em 2010, a maioria dos edifícios (99,9%) utilizou a eletricidade como fonte de energia dos sistemas de aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS) em alojamentos, seguindo-se de GPL garrafa butano (56,1%), e a energia solar térmica foi usada em apenas 1,8% dos alojamentos.

O consumo de fontes de energia renováveis no setor doméstico – considerando o carvão vegetal, a lenha e solar térmico – representavam cerca de 25% do consumo total de energia nos alojamentos em 2010. A energia solar térmica representava apenas 0,7% e o carvão 0,2% do consumo energético total em alojamentos por tipo de fonte.

Sousa et al. (2012) concluem que o consumo de energia em edifícios de habitação tem crescido nas últimas décadas. Este crescimento deve-se maioritariamente ao aumento das exigências de conforto térmico nos edifícios e ao cada vez maior número de equipamentos elétricos nas habitações. A taxa de implementação de coletores solares térmicos é muito reduzida, devendo-se ao facto de terem decorrido poucos anos desde a implementação da segunda versão do RCCTE, em 2006, que tornou obrigatória a utilização destes equipamentos, e devido à atual crise no setor da construção. Para além disto, a crise económica levou muitos promotores a desistirem do investimento em painéis solares térmicos.

“Uma vez que a maioria dos edifícios em Portugal foi construída numa época em que não existia qualquer regulamentação específica no âmbito do desempenho térmico de edifícios, existe no parque habitacional um enorme potencial para a reabilitação energética dos mesmos.” (Sousa *et al.*, 2012).

Sousa et al. (2012) concluem também que, devido à grande degradação e à necessidade de condições do parque habitacional, a introdução de energias renováveis em edifícios – como a energia solar térmica para aquecimento de AQS e de espaços interiores – constituiria um importante auxílio para a eficiência energética e no conforto térmico dos edifícios, e consequente diminuição da fatura energética das habitações portuguesas.

Intervenções eficazes em edifícios, nomeadamente no consumo energia utilizada para aquecimento, iluminação e refrigeração, podem levar a uma economia de cerca 30% em relação aos edifícios convencionais (Isolani, 2008; Nelson e Rakau, 2010).

### II.8.1.2. O consumo de energia no setor da construção

De acordo com Berge (2009), a indústria da construção, entre a fase de produção, operação e demolição de edifícios, consome cerca de 40% de toda a energia utilizada na sociedade. Este autor olha para a construção sustentável como um dos desafios mais importantes que enfrentamos, onde o potencial de melhoria é enorme.

Num estudo realizado por Tavares (2006), foram apresentados os valores de energia incorporada distribuída pelos diversos componentes de uma edificação multifamiliar com 32 fogos e 8 pisos, numa área útil da unidade de 100 m<sup>2</sup>, com área total construída de 4340 m<sup>2</sup>. O gráfico seguinte (Figura 23) mostra que os materiais utilizados nas estruturas e alvenarias são aqueles que, nos edifícios, mais energia incorporada inicial possuem. A energia incorporada nestes dois elementos é aproximadamente 69%.

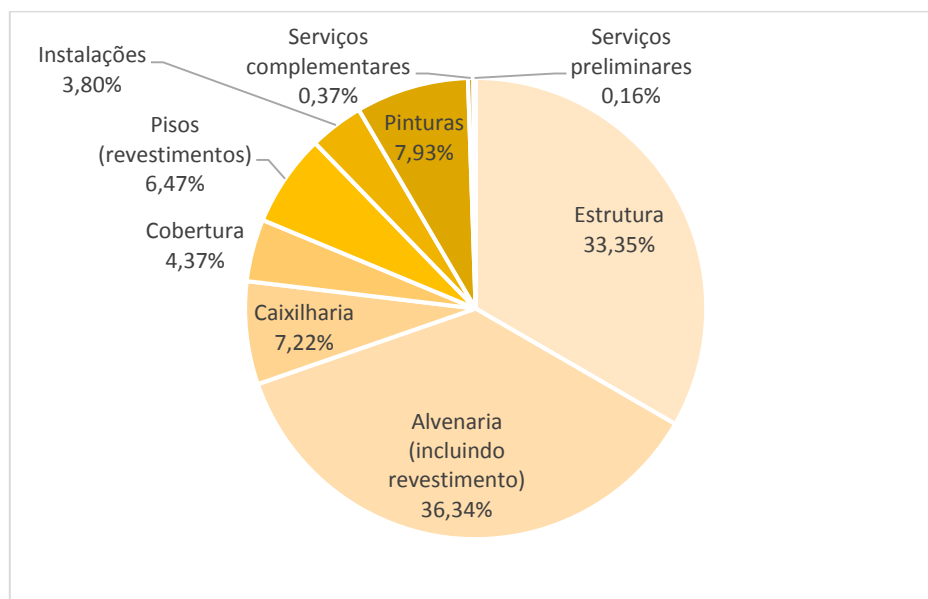


Figura 23: Distribuição percentual da energia incorporada pelos componentes do edifício

Fonte: Tavares (2006)

Segundo Lopes (2010), a reabilitação de edifícios revela a sua importância nesta questão, uma vez que permite reduzir grande parte dos consumos de energia inerentes a cada material de construção, nomeadamente de estruturas e alvenaria. Medidas como a seleção de materiais provenientes das proximidades, de baixa energia incorporada e com capacidade de reutilização e reciclagem são as mais sensatas para diminuir a energia incorporada.

O gráfico seguinte (Figura 24) apresenta a energia incorporada distribuída pelos diversos materiais utilizados.

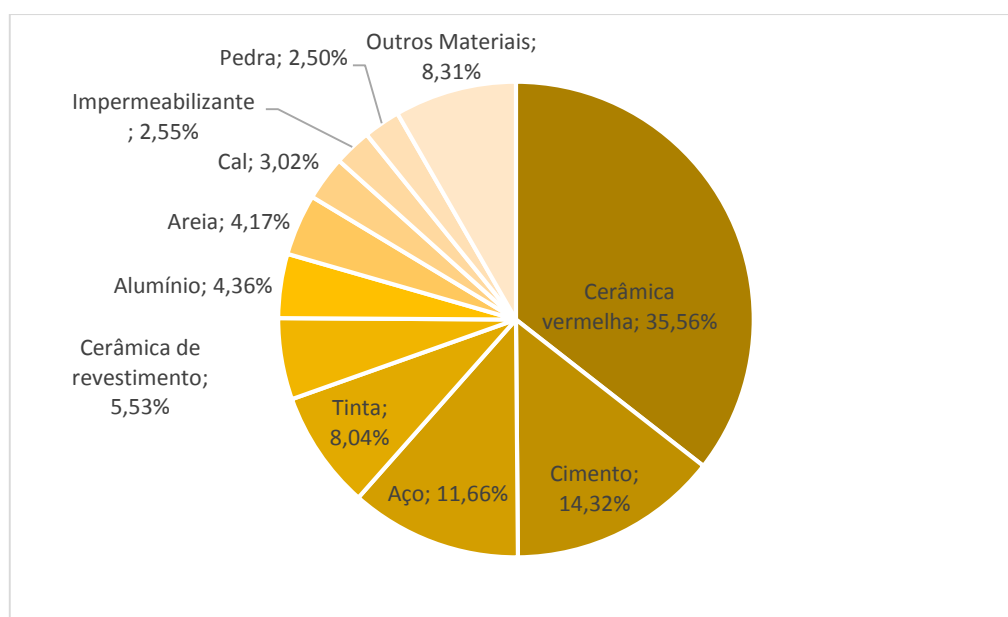


Figura 24: Distribuição percentual de energia incorporada pelos materiais utilizados

Fonte: Tavares (2006)

O betão é atualmente o material mais utilizado na construção em Portugal, de acordo com o INE (2012c). O consumo de energia exigido no seu fabrico é quase integralmente para o fabrico de cimento Portland. De acordo com Fernandes (2010), vários estudos revelam que na produção de uma tonelada de clínquer de cimento Portland, produz-se aproximadamente a mesma quantidade em CO<sub>2</sub> relativa às emissões associadas aos gastos de energia (cf. Figura 25).

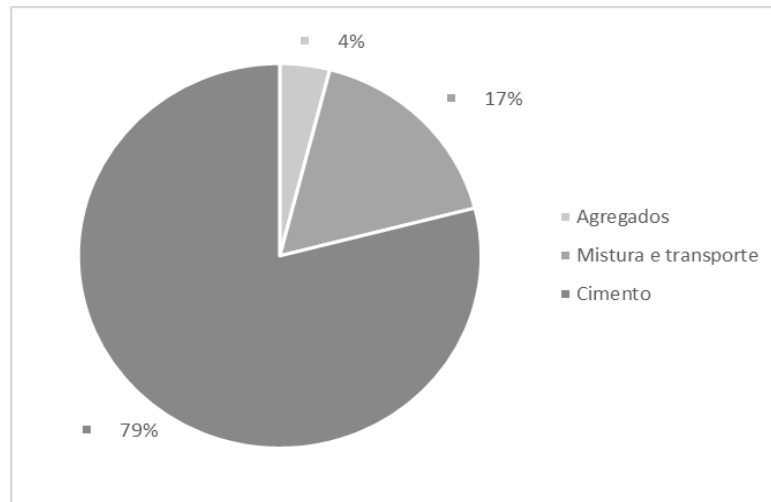


Figura 25: Quantidade percentual dos gastos de energia por componente de betão

Fonte: Torgal e Jalali (cit in Fernandes, 2010)

Uma vez que os agregados que fazem parte do betão representam aproximadamente 80% da composição e devido à intenção – por parte da indústria da construção – de salvaguardar os agregados provenientes de recursos naturais, começam a ser incluídas políticas de reaproveitamento de betão fabricado para construção nova, para além da incorporação dos resíduos anteriormente referidos.

De acordo com Fernandes (2010),

“Algumas empresas apresentam rácios de 70 a 90% de retorno de betão como agregado, o que fez com que nos últimos anos tenha havido um decréscimo em cerca de 45% na produção de agregados primários. No início desta década estima-se que 30% destes componentes tenha origem não-primária, o que equivale a 70 milhões de toneladas.”

É perceptível que a questão da energia gasta na produção de materiais de construção é tão importante quanto a questão da redução do uso de energia operacional do edifício, e que deve ser olhada com atenção por parte dos tomadores de decisão (Berge, 2009).

Segundo Berge (2009), a energia incorporada de materiais é geralmente cerca de 85 a 95% do total de energia gasta na produção de um edifício e está dividida entre a sua extração, processo de fabrico e transporte até à obra. A Tabela 5 apresenta o consumo de energia, em função do tipo de transporte.

Tabela 5: Consumo de energia por tipo de transporte

Tipo de transporte	MJ/ton km
Pelo ar	33-36
Por estrada, diesel	0,8-2,2
Por linhas férreas, diesel	0,6-0,9
Por linhas férreas, eléctrico	0,2-0,4
Por mar	0,3-0,9

Fonte: adaptado de Berge (2009)

A opção pela reabilitação de edifícios existentes - aumentando a vida útil do edifício - reduziria o consumo de materiais novos, a produção de resíduos de construção e demolição (RCD) e o impacto ambiental.

### II.8.2. O consumo de água

A água é um recurso natural indispensável à vida no planeta e à grande maioria das atividades económicas. A água é um bem limitado, escasso e precioso, por isso, é necessário que todos os agentes implicados adotem medidas adequadas para melhorar a sua gestão, atingindo um consumo sustentável (Mota, 2013).

A falta de água afeta mais de 40% das pessoas no planeta. Em 2030, 47% da população mundial estará a viver em regiões com absoluta escassez de água (WWDR, 2012 in UN-Water, 2012).

O volume total de água no planeta é de cerca de 1400 milhões de km<sup>3</sup> dos quais apenas 2,5% correspondem a água doce. No entanto, tendo em conta que a maior parte dessa água se encontra em glaciares, não sendo por isso utilizada para consumo, resta menos de 1% da água doce, correspondendo a 0,01% de toda a água na Terra, proveniente de lagos, rios, águas no solo e aquíferos subterrâneos (Barroso, 2010).

Em Portugal, segundo dados de Baptista (2001, cit in Barroso, 2010), a maioria da água consumida é para o setor agrícola (87% do total) seguindo-se o setor urbano (8% do total) e o setor industrial (5% do total). O setor urbano é um setor a investir ao nível da eficiência da água consumida, sob perspetiva económica e de oportunidade de investimento de poupança, uma vez que utiliza 8% do total de água, mas possui um

custo associado de 46% (cf. Figura 26). Isto faz da água para uso urbano aquela que tem pior relação utilização/custo, tornando-se assim necessário reduzir as perdas e aumentar a eficiência de água consumida (Baptista, 2001, *cit in* Barroso, 2010).

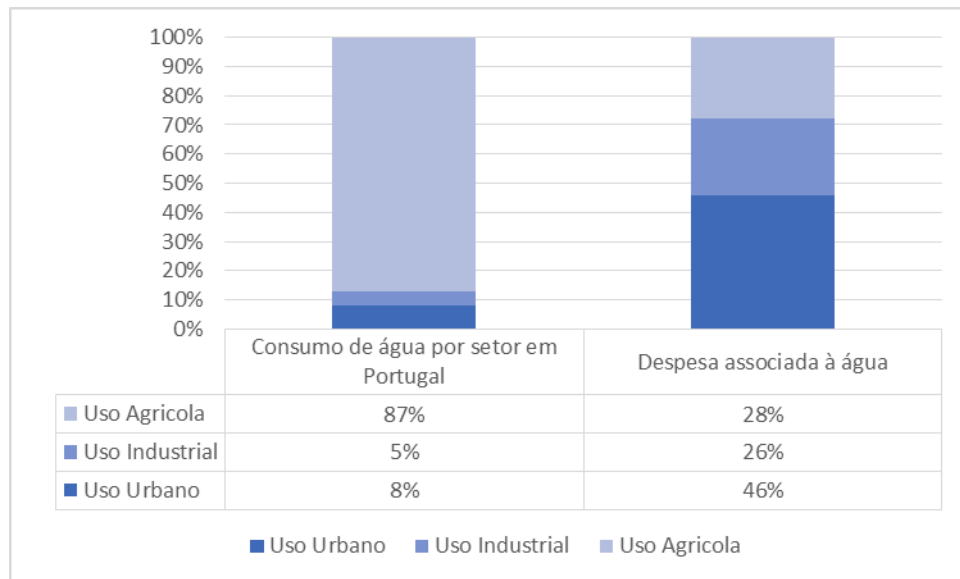


Figura 26: Consumo e custos associados à água por setor em Portugal

Fonte: baseado em Baptista (2001, *cit in* Barroso 2010)

As perdas de água ao longo do percurso são relativamente altas e normalmente contabilizadas como consumo, estimando que o valor médio nacional dos volumes que se perdem entre captação e consumidor final rondará os 35% (PNA, 2004, *cit in* Barroso, 2010).

### II.8.2.1. O consumo de água nas habitações em Portugal

O consumo de água no setor doméstico em Portugal é superior à média europeia (Eurostat, 2007).

Ao longo das décadas, o nível de vida das pessoas tem vindo a crescer. Aliado a este facto, assiste-se a uma crescente procura de água para fins domésticos, nomeadamente para higiene pessoal (banhos, duchas, lavagens de mãos, etc.), preparação de alimentos, descarga de autoclismos, lavagem de roupa e loiça.

De acordo com Barroso (2010), os valores da utilização da água variam bastante consoante os seguintes fatores: a área da habitação, o número de habitantes e os seus padrões de consumo.

De acordo com Sassi (2006), a primeira medida a tomar quando nos referimos a questões ambientais relacionadas com a água é a redução da quantidade utilizada. O uso sustentável da água nos edifícios passa pela eficiência e pela correta utilização dos equipamentos, permitindo a poupança de água potável e a otimização do consumo de água.

Segundo Tirone e Nunes (2010),

“Os edifícios podem ser concebidos e construídos de forma a otimizar consideravelmente a procura de água potável, durante a fase de operação. Por um lado canalizando a água potável apenas para os usos que precisam de todas as suas qualidades e, por outro lado, reduzindo a quantidade necessária para o uso que lhe é dado.”

O valor da fatura da água depende do município de residência. Porém, um facto indiscutível é quanto maiores forem os consumos, maior o valor a pagar. Em média, cada português consome 168 litros de água potável por dia no setor doméstico, repartida das diferentes formas apresentadas em baixo (cf. Figura 27) (Mota, 2013).

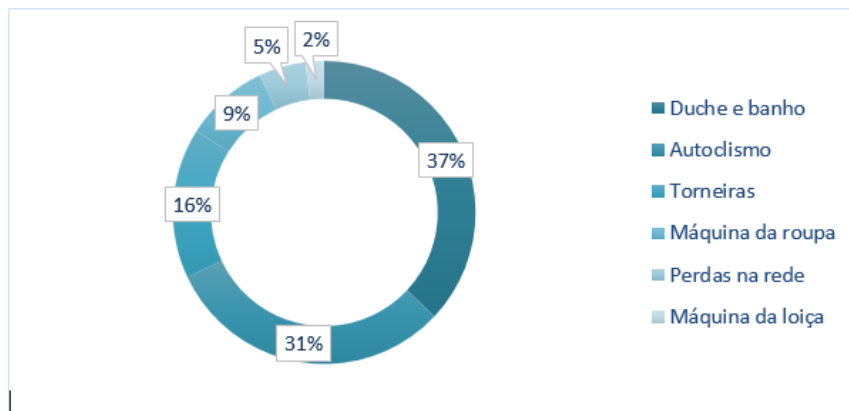


Figura 27: A água consumida em Portugal

Fonte: Mota (2013)

De acordo com o gráfico acima apresentado, podemos verificar que os maiores consumos de água doméstica em Portugal estão relacionados com água utilizada em

casas de banho, com os duches e banhos no topo dos gastos (37%) e os autoclismos (31%), representando cerca de 68% dos consumos domésticos.

### II.8.2.2. O consumo de água no setor da construção

A indústria da construção é um dos setores que maior volume de água consome. Num edifício, a água utilizada na fase de construção é de cerca de 0,6%, enquanto a água utilizada na fase de utilização do edifício é de cerca de 99,4% para um ciclo de vida de 50 anos. O consumo de água na fase de desconstrução do edifício é insignificante, quando comparado com as duas fases anteriores (Barroso, 2010).

O consumo de água na construção é transversal a todo o ciclo de vida de um material. Muitos dos materiais comumente utilizados na construção usam a água como recurso para o seu fabrico. Na tabela seguinte (Tabela 6) são expostos alguns materiais habitualmente usados na construção e correspondente quantidade de água utilizada para o seu fabrico consoante o peso.

Tabela 6: Quantidade de água utilizada no fabrico de materiais em função do peso

	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	Água (litros/kg)
Aço galvanizado	7500	3400
Alumínio	2700	29000
Cobre	8930	15900
Chumbo	11300	1900
Betão com cimento Portland	2400	170
Vidro	2400	680
Lã de rocha	30-120	1360
Pedra	2700	10
Madeira	550	330
Cortiça	130	25
Linóleo	1200	140
Fibra de cânhamo	20-40	0
Fardos de palha	80-100	0

Fonte: Berge (2009)

Segundo a tabela anterior, é possível concluir que a escolha de materiais, na fase de projeto, é importante relativamente à redução do consumo de água. Materiais como o alumínio e cobre consomem muita água no seu processo de fabricação (29000 litros/kg e 15900 litros/kg, respetivamente). Por outro lado, a produção de fibras de cânhamo ou fardos de palha na construção permite a utilização nula deste recurso.

### **II.8.3. O consumo de materiais**

Atualmente assiste-se a uma grande procura de matérias-primas por parte da indústria da construção, verificando-se a diminuição acentuada das reservas de algumas fontes de energia (Mateus e Bragança, 2006).

A indústria da construção é uma das maiores consumidoras de recursos naturais, sendo-lhe imputada grande responsabilidade na delapidação dos recursos e consequente degradação do meio ambiente, sendo responsável por cerca de 25% do consumo de madeira e cerca de 40% em agregados em todo o mundo (Mateus e Bragança, 2006).

A maior parte do consumo global de materiais ocorre na zona temperada do norte. No entanto, a industrialização está a acelerar no hemisfério sul devido à deslocalização considerável das indústrias para explorar a baixa mão-de-obra, ao preço da energia e, sobretudo, devido às legislações ambientais presentes na Europa, tornando mais barata a sua importação (Berge, 2009).

Os recursos naturais podem ser definidos como “renováveis” ou “não-renováveis”. Os recursos naturais são aqueles que podem ser renovados ou colhidos com regularidade. Para isso, estes devem ter condições adequadas para a sua produção. Os recursos não-renováveis são aqueles que só podem ser colhidos uma vez ou que se formam muito lentamente (Berge, 2009).

A tabela seguinte (Tabela 7), apresenta o número de anos esperado até à exaustão das fontes de matéria-prima associadas a alguns dos materiais mais usados na construção (Mateus e Bragança, 2006; Berge, 2009).

Tabela 7: Número de anos esperado até à exaustão das fontes de matéria-prima associadas a alguns materiais usados na construção

<b>Materiais</b>	<b>Reserva (anos)</b>
Aço não reciclado	21
Aço (100% reciclado)	(difícil quantificação)
Agregados (areia, cascalho)	Muito ampla
Alumínio (50% reciclado)	220
Argila	Muito ampla
Betão	(difícil quantificação)
Ferro fundido	95
Lã mineral	390
Madeira laminada	390
Poliestireno extrudido (XPS)	40
Tela asfáltica	40
Vidro	(difícil quantificação)

Fonte: adaptado de Mateus e Bragança (2006) e Berge (2009)

De acordo com Mateus e Bragança (2006), a maior parte dos materiais utilizados na construção pode ser reciclada. A quantidade de soluções é grande e aumenta de dia para dia, devido às investigações que se vão desenvolvendo nesta área. Materiais como o metal, plástico, madeira e vidro – muito presentes na construção – são facilmente reciclados.

### **II.8.3.1. A produção de resíduos de construção e demolição**

O setor da construção é responsável por uma parte significativa dos resíduos produzidos, os RCD, nas fases de construção nova, reabilitação, ampliação e remodelação e na demolição, em que provêm da produção de materiais, das perdas durante o seu armazenamento, transporte, construção, manutenção e demolição. Esses resíduos podem provocar poluição do ar e da água, ocupam maior volume de aterros e, quando mal geridos, poderão provocar risco para a saúde pública e impactes ambientais (Lopes, 2010; Mateus e Bragança, 2006).

Na União Europeia, a construção nova contribui entre 10 a 20% do total de RCD produzidos. Por sua vez a remodelação, ampliação e reabilitação produzem entre 30 a 40% e as demolições contribuem entre 40 a 50% do total dos resíduos de construção e demolição. Países como a Alemanha, Bélgica, Dinamarca e Holanda possuem taxas de reciclagens de resíduos superiores a 80%, mostrando serem bons exemplos na gestão correta de resíduos de construção e demolição (Ruivo e Veiga, 2004, cit in Lopes, 2010).

Em Portugal foram produzidos cerca de 7,5 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição em 2005, de acordo com estimativas da Agência Portuguesa do Ambiente (Lopes, 2010).

Segundo Lopes (2010), a gestão de resíduos não foi concretizada da melhor forma devido a dois fatores:

- Falta de legislação específica acerca do tratamento e gestão dos resíduos de construção e demolição até 2008 (antes da publicação do Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de março);
- Características diversas dos resíduos (constituição não homogénea, frações de dimensões variadas e diferentes níveis de perigosidade).

Até 2008, a ausência de medidas reguladoras e fiscalização à produção e gestão destes resíduos fizeram com que a taxa de reciclagem estivesse na ordem dos 5%, mostrando o fraco interesse apresentado a este tipo de resíduos (Malheiro, 2009, cit in Lopes, 2010).

Da composição destes resíduos de construção e demolição existem materiais (betão, alvenaria, argamassas, madeira, etc.) que têm uma elevada capacidade de reciclagem ou reutilização.

Percebendo a importância de adotar uma abordagem que garanta a sustentabilidade ambiental da atividade da construção numa lógica de ciclo de vida, são definidas no Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de março

“metodologias e práticas a adotar nas fases de projeto 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.”

As metodologias e práticas nas fases de projeto e execução de obra deste Decreto-Lei devem ser medidas que:

“(a) minimizem a produção e a perigosidade dos RCD, designadamente por via da reutilização de materiais e da utilização não susceptíveis de originar RCD contendo substâncias perigosas; (b) maximizem a valorização de resíduos, designadamente por via da utilização de materiais reciclados e recicláveis; (c) 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.”

O tipo de resíduo que não estiver regulado no Decreto-Lei mencionado, de acordo com a gestão de RCD, aplica-se o Decreto-Lei nº178/2006, de 5 de setembro, antecessor do Decreto-Lei 46/2008 de 12 de março.

De acordo com Pereira (2009), esta legislação veio criar condições para a aplicação de medidas de prevenção da produção de RCD e da sua perigosidade, “aliando a utilização das melhores tecnologias disponíveis à utilização de materiais com melhor potencial de reutilização e reciclagem”. Como forma de regular a deposição de RCD em aterros estabelece-se uma triagem prévia e uma taxa de 2€ por tonelada para os resíduos inertes depositados.

Assim, o setor da construção em Portugal tem vindo a dar cada vez mais importância à gestão de resíduos, devido à publicação do Decreto-Lei.

Embora a taxa de produção de resíduos de construção na reabilitação não seja baixo (entre 30 a 40%), a demolição de edifícios é mais prejudicial (40 a 50%) do ponto de vista ambiental. Logo, a reabilitação apresenta-se como uma forma de redução do consumo de recursos e produção de resíduos.

Lopes (2010) conclui que, em Portugal, a gestão de resíduos de construção e demolição não tem tido a importância devida, pois a baixa percentagem de reciclagem de RCD verificada em Portugal comprova isso mesmo. No entanto, o novo Decreto-Lei está a tornar a gestão de RCD mais eficaz, valorizando os resíduos.

Conclui-se que a promoção da reabilitação vem ajudar à redução da produção e consumo de RCD, através da reutilização de materiais. Embora a reabilitação, ampliação e remodelação produza 30 a 40% da produção de RCD, esta é inferior à demolição (40 a 50%). Assim, Lopes (2010) conclui que a aplicação da legislação

relativa à gestão de resíduos de construção e demolição juntamente com a promoção da reabilitação torna-se uma mais-valia para a sustentabilidade ambiental em Portugal.

Como tal, conclui-se que a promoção da reabilitação vem ajudar à redução do consumo de recursos e produção de resíduos, melhora a situação atual do parque habitacional existente, tornando-o ambientalmente mais sustentável.

### **III. A reabilitação de edifícios e a sustentabilidade na construção**

A conservação do património edificado é uma preocupação crescente da sociedade portuguesa, sendo identificada em programas partidários, programas de governo, programas regionais e municipais como uma prioridade e componente indispensável da política de desenvolvimento económico sustentável, da política das cidades e da política de habitação (Martins et al., 2009).

Segundo Freitas (2012), entende-se por reabilitação

“as ações de intervenção necessárias e suficientes para dotar de condições de segurança, funcionalidade e conforto, respeitando a sua arquitetura, tipologia e sistema construtivo.”

Existe um interesse crescente pela conservação do património construído que vai para além dos edifícios monumentais, aceitando-se também hoje edifícios habitacionais, industriais e comerciais antigos. Entende-se por edifícios antigos aqueles que foram edificados antes da generalização do betão armado em Portugal (final da década de 40 do século XX), sendo, portanto, realizados através de técnicas e materiais construtivos considerados tradicionais. (Appleton, 2011).

De acordo com Appleton (2009, 2011), a reabilitação de edifícios antigos é uma tarefa de grande importância em todo o mundo devido (a) à preservação de valores culturais, (b) à proteção ambiental, (c) e pelos proveitos económicos. A preservação de edifícios antigos deve estar presente na agenda de todas as cidades porque mostra a forma como o homem se organizou, viveu e trabalhou, assim como a evolução e adaptação dos edifícios às necessidades do ser humano, mostrando muito acerca da civilização da época. Relativamente à proteção ambiental, a reabilitação permite reduzir a quantidade de demolições necessárias e consumos de energia na produção, aplicação de produtos e emissão de gases poluentes, comparativamente à construção nova. As vantagens económicas em relação à demolição e reconstrução do edificado são os menores custos de demolição, menores custos de licenças e taxas, aprovação mais fácil de projetos, menores custos de estaleiro e menor quantidade de materiais novos.

Nos centros históricos, para além da intervenção física de recuperar e valorizar o património, a reabilitação urbana ajuda a fixar população residente, combatendo o despovoamento e o envelhecimento da população, minimiza o impacto do

desenvolvimento urbano no meio ambiente, reduz o consumo de energia e de matérias-primas, entre outros.

### III.1. A reabilitação de edifícios na Europa

De acordo com os dados apurados no final de 2008 no relatório de 2009 da Federação da Indústria Europeia da Construção (FIEC) presente no trabalho desenvolvido pela AECOPS acerca do volume de produção dos trabalhos de reabilitação de edifícios residenciais no conjunto de 14 países apresentados<sup>5</sup>, o país com maior volume de produção de trabalhos de reabilitação de edifícios residenciais é a Alemanha, onde os trabalhos representam cerca de 32% do total. Seguem-se a Itália (29%) e a Finlândia (26%) da produção com origem neste tipo de trabalhos. Portugal apresenta uma das taxas mais baixas de reabilitação com 6,2%, mostrando que a reabilitação não é uma aposta (cf. Figura 28) (Martins et al, 2009). No entanto, isto constitui um estímulo que merece todo o empenho de setores estratégicos, incluindo o setor da construção.

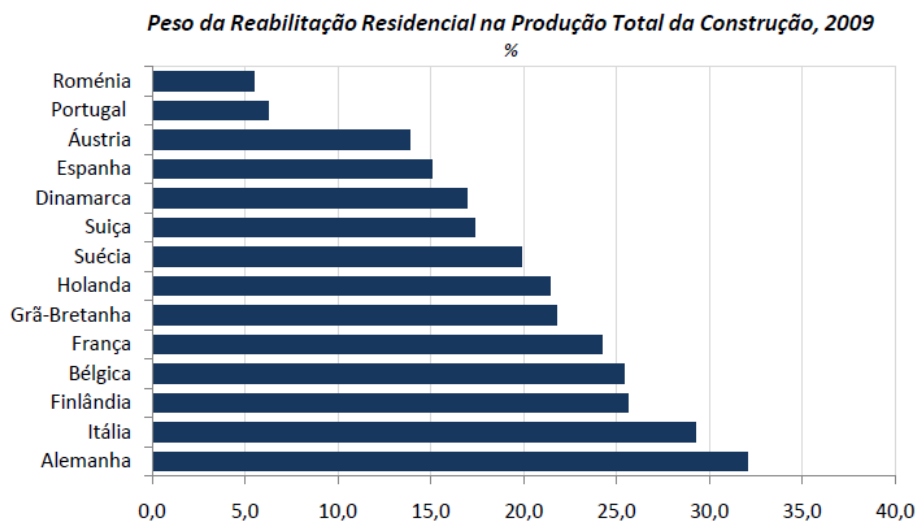


Figura 28: Peso da reabilitação residencial na produção total da construção (2009)

Fonte: Martins et al (2009)

<sup>5</sup> Grupo constituído por: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grã-Bretanha, Holanda, Itália, Portugal, Roménia, Suécia, Suíça.

Segundo Delgado (2008), a reabilitação e manutenção do edificado é importante porque repõe os níveis de qualidade com consequências imediatas nos planos económico e social, atenuando e/ou impedindo a desvalorização do imóvel e a obsolescência do mesmo e garantindo o bem-estar dos seus habitantes.

No entanto, pelos dados apresentados na figura anterior, em Portugal ainda não se ganhou a verdadeira consciência dessas vantagens.

### **III.2. A reabilitação de edifícios em Portugal**

A reabilitação urbana tem hoje um papel muito importante na evolução da política da cidade e da habitação. Nas últimas décadas, Portugal dedicou-se à expansão suburbana, deixando de lado a reabilitação do património urbano. Atualmente, caminha-se para a defesa do património edificado (Dias, 2012).

De acordo com a publicação anual das Estatísticas da Construção e Habitação 2011 (INE, 2012d), em 2010, as construções novas representavam 69,4% do total de edifícios. Contudo, em 2011, a generalidade dos edifícios licenciados destinados a novas construções, representavam 64,2% do total dos edifícios. Isto demonstra o aumento da importância da reabilitação de edifícios no setor da construção (INE, 2012d).

Segundo o INE (2012d), em 2011 foram concluídos 27.790 edifícios em Portugal, onde cerca de 25% respeitavam a obras de reabilitação do edificado. Comparativamente a 2010, registou-se um aumento de 3,1% de edifícios reabilitados, sendo que 70,3% destes correspondem a trabalhos de ampliação e 12,5% a reconstrução.

A figura seguinte refere-se à construção nova e reabilitação do edificado em Portugal. É possível constatar que, até à entrada do século XXI, a construção nova estabilizou. A partir de 2003 assiste-se a um decréscimo generalizado no total de obras, fazendo-se sentir mais nas construções novas. Assim, a importância da reabilitação aumentou relativamente ao total de obras concluídas, tendo um crescimento médio anual de 5% na última década. No entanto, é possível identificar que o tipo de obra que predomina ainda é a construção nova (cf. Figura 29).

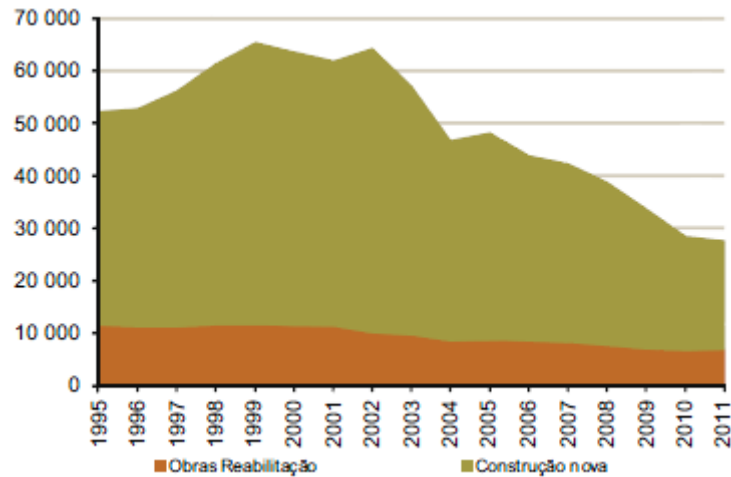


Figura 29: Relação entre reabilitação de edifícios e a construção nova em Portugal

Fonte: INE (2012d)

No que toca aos diferentes tipos de reabilitação - alteração, ampliação, demolição e reconstrução – as ampliações têm vindo a crescer desde 2001. Se em 2001 o conjunto de obras de reabilitação representava 21,1 em cada 100 licenças, em 2011 este valor subiu até aos 45,8, segundo números do INE (cf. Figura 30).

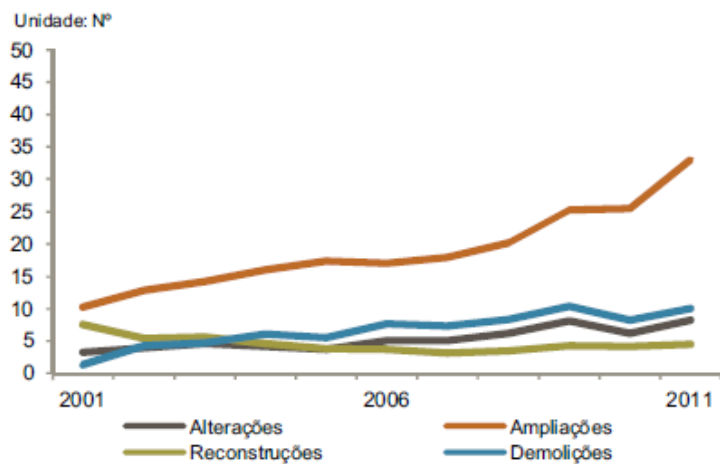


Figura 30: Edifícios licenciados por cada 100 construções novas em Portugal (2001-2011)

Fonte: INE (2012d)

### III.3. A capacidade do mercado da reabilitação

Embora a taxa de crescimento da reabilitação em Portugal esteja aquém das expectativas, existem razões para acreditar que este mercado se desenvolva progressivamente nos próximos anos, devido à degradação, o envelhecimento e ao esgotamento da construção nova. A evolução que se espera deve-se a uma intervenção no património histórico e a políticas públicas, tais como a implementação de programas municipais para a recuperação de zonas históricas (Sociedade de Reabilitação Urbana), benefícios fiscais e financeiros de apoio à conservação de edifícios e a alteração do quadro legal de arrendamento (Lopes, 2010).

Segundo dados da Martins et al (2009), espera-se uma evolução dos trabalhos de reabilitação nos próximos anos (cf. Figura 31).

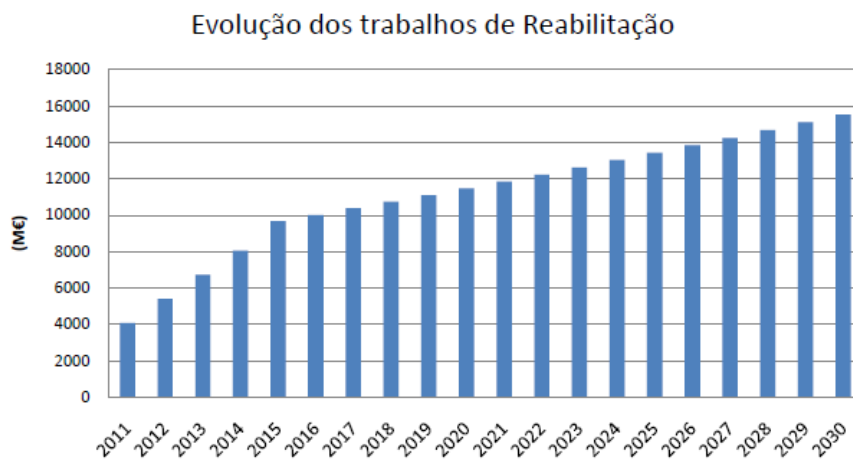


Figura 31: Evolução dos trabalhos de reabilitação

Fonte: Martins et al (2009)

As estimativas efetuadas pela Martins et al (2009) apontam para um mercado de reabilitação que ascenderá a aproximadamente 160 mil milhões de euros dividido pelos mais variados segmentos<sup>1</sup>, onde os edifícios residuais terão a maior fatia (cerca de 75 mil milhões de euros).

De acordo com a Martins et al (2009), “se se admitir que para satisfazer estas necessidades de reabilitação o sector da Construção vai assumir progressivamente um peso na economia idêntico à média europeia (cerca de 6%), que esse aumento irá ter um impacto no crescimento do PIB de 0,5% acima do seu crescimento potencial e que o

volume de construção nova vai diminuindo em termos progressivos, então serão necessários cerca de 20 anos para satisfazer o stock estimado, acrescido de uma parcela de trabalhos de conservação/manutenção corrente que se pressupõe não estarem a ser efetuados”.

Segundo o ponto de vista de Martins et al. (2009), o mercado da reabilitação poderá despontar num curto período de tempo e afirmar-se como o segmento mais dinâmico do setor da construção em Portugal. Esta certeza resulta do estudo realizado pela AECOPS que analisou a relevância deste tipo de intervenção no país.

A quantidade de prédios devolutos e edifícios em mau estado de conservação é grande. Isto deve-se à inexistência de intervenções, à ineficácia do consumo de recursos, ao fraco conforto ambiental e à degradação do parque habitacional, mas acima de tudo à adoção de soluções construtivas usadas nas épocas de construção mas nem sempre adaptadas ao local e ao clima e ao emprego de materiais pouco sustentáveis. O nível de exigência dos ocupantes tem crescido ao longo dos anos, o que leva a que os edifícios antigos respondam cada vez menos ao nível de qualidade e conforto que os seus ocupantes pretendem. No entanto, a construção contemporânea já começa a contrariar esta tendência, aplicando materiais e processos mais sustentáveis. Contudo, este processo é ainda bastante lento e, por isso, insuficiente para atingir objetivos de redução de impacto ambiental. A reabilitação é uma via a ter em conta para atingir a sustentabilidade ambiental, económica e social. O conceito de reabilitação urbana sofreu uma grande evolução. A construção de edifícios eficientes tem aumentado a nível mundial. Isto ocorre devido à sensibilização dos vários intervenientes para a necessidade premente que existe em mitigar o impacto ecológico, procurando materiais apropriados, tecnologias mais eficientes e custos mais baixos. Como tal, é necessário apostar na reabilitação urbana como resposta aos problemas que o setor da construção atravessa (Dias, 2012; Lopes, 2010).

### **III.4. As vantagens da reabilitação**

Até 2050 prevê-se um crescimento da população mundial na sua maioria nas cidades. Esse facto contribuirá para o agravamento dos problemas ambientais, de poluição e de gestão de recursos. Uma vez que os edifícios são responsáveis por uma percentagem considerável do consumo mundial de combustíveis fósseis e da emissão de gases com efeito de estufa, deixa assim de fazer sentido continuar a investir em construção nova com tantos edifícios necessitados de intervenção. No caso de Portugal, a reabilitação de edifícios será um fator preponderante para a obtenção da sustentabilidade, ao contribuir para a inversão do atual crescimento desordenado e de centros urbanos cada vez mais descaracterizados e decadentes (Delgado, 2008).

Tudo o que está descrito anteriormente teve enorme impacto na tão grande diferença entre a reabilitação e a construção nova nos últimos anos. No entanto, segundo Delgado (2008), é preciso ter em conta que a maior parte dos proprietários dos edifícios são de particulares que não estão esclarecidos em relação aos atuais quadros legais e financeiros que devem estar na base destas operações. Mais ainda, é o facto da indústria da construção em Portugal “está desenquadrada e a mão-de-obra não é qualificada para o tipo de intervenção necessária”.

Importa sublinhar, como refere Silva e Sousa (2013), a reabilitação urbana tem, no entanto, muitas e claras vantagens:

- A revitalização dos centros urbanos, aumentando a atratividade e a competitividade e evitando a redução de habitantes e atraindo novos;
- O aumento do número de fogos para arrendamento;
- A diminuição da produção de resíduos de construção;
- A diminuição do excessivo consumo de recursos;
- Melhorar as condições de habitabilidade dos centros urbanos.

### III.5. As causas das anomalias

Os principais problemas do parque habitacional edificado são, segundo Dinis (2010) e Lopes (2010), os seguintes:

- Humidade
  - Humidade de construção
  - Humidade do terreno
  - Humidade de precipitação
  - Humidade de condensação
  - Humidade devida à higroscopicidade dos materiais
  - Humidade devida a causas fortuitas
- Insuficiente qualidade do ar
- Insuficiente conforto acústico
- Insuficiente qualidade térmica
- Baixa eficiência energética
- Falta de durabilidade dos materiais
- Consumo excessivo de água

Para estes problemas do edificado português muito contribuem as falhas durante a execução dos empreendimentos, originando muitas anomalias, levando “à falta de condições de higiene, segurança e conforto” (Jardim, 2009).

Confrontado com estes problemas, Paiva (2002, cit in Jardim 2009), identifica as principais causas das anomalias em edifícios considerando que elas se devem em grande parte a erros de projeto (40%), a defeitos de execução (25%) e a defeitos de materiais de construção (20%) (cf. Figura 32).

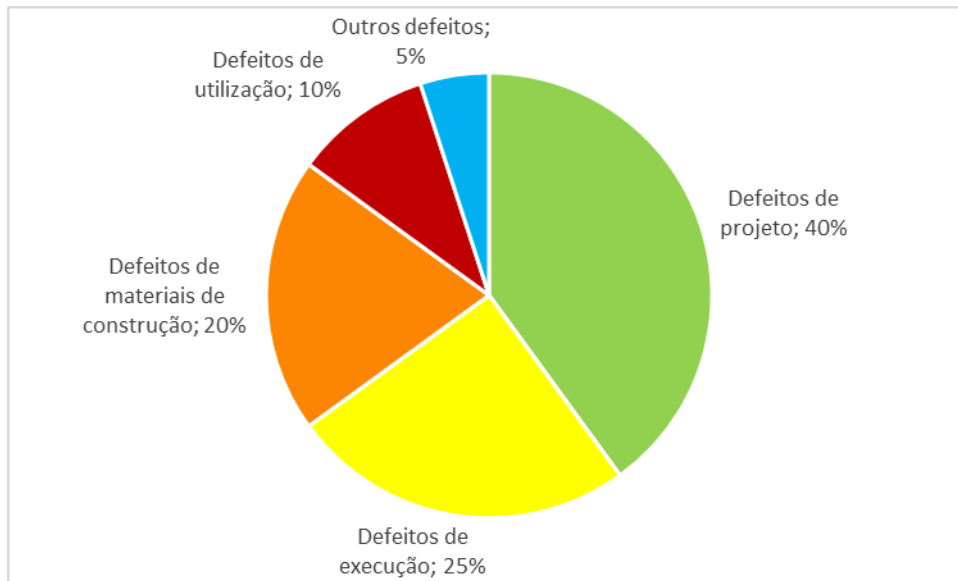


Figura 32: Principais causas de anomalias em edifícios

Fonte: Paiva (2002, cit in Jardim 2009)

Para além da idade do parque habitacional, outros fatores para o atual estado do edificado são sobretudo os defeitos de projeto, de execução, dos materiais e a incorreta utilização dos edifícios.

### III.6. A sustentabilidade na construção

A temática do **desenvolvimento sustentável** começou a surgir na segunda metade do século XX quando o Homem teve consciência do desgaste gradual que as suas políticas de desenvolvimento estavam a provocar no meio ambiente. Constatou-se que a biodiversidade no planeta estava a diminuir e que os recursos inorgânicos não eram infinitos, que não era possível continuar a apostar nos sistemas energéticos provenientes de fontes não renováveis, nem continuar a apostar na política existente no que toca ao destino a dar aos resíduos produzidos pelo ser humano. Com efeito, verifica-se uma relação inversamente proporcional entre o aumento exponencial consumo de recursos naturais - devido a uma população cada vez mais numerosa, desenvolvida e exigente no que toca ao seu conforto – e a quantidade de recursos disponíveis no planeta (Mateus e Bragança, 2006).

O conceito de sustentabilidade surgiu na década de sessenta e foi moldado ao longo da segunda metade do século XX, com destaque para o relatório criado pela então Primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, que desenvolveu o relatório “O Nosso Futuro Comum”, ou Relatório Brundtland (1987), onde apresentou o conceito de ‘desenvolvimento sustentável’, definindo-o como o processo que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas próprias necessidades”.

Esta definição propõe a procura por um equilíbrio entre o nível de desenvolvimento e a quantidade existente de recursos naturais, mantendo um nível de desenvolvimento que não prejudique o ambiente nem as gerações futuras. O desenvolvimento sustentável implica “a preocupação pelas gerações futuras e a manutenção ou melhoria da salubridade e integridade do ambiente a longo prazo”, incluindo preocupações com a qualidade de vida, a equidade entre pessoas no presente, a equidade entre gerações e a preocupação com as problemáticas sociais, sanitárias e éticas do bem-estar humano. Envolve ainda que só devesse haver um maior desenvolvimento se este se situar dentro dos limites necessários ao equilíbrio dos sistemas naturais e artificiais”. Mateus e Bragança (2006) concluem que o

“desenvolvimento sustentável procura a racionalização completa, equilibrando as diferenças a nível social – através da justiça social -, económico – através da eficiência económica – e ecológico – através da prudência ecológica.”

O desenvolvimento sustentável apresenta três dimensões: a **dimensão económica**, a **dimensão social** e a **dimensão ambiental**. O modelo de desenvolvimento sustentável deve estimular e salvaguardar o equilíbrio entre estas três dimensões para não colocar em risco a sobrevivência das gerações futuras. É importante a relação do setor da indústria da construção com as três dimensões da sustentabilidade anteriormente referidas, uma vez que o setor tem uma considerável participação, através do PIB, na dimensão económica, sendo responsável por uma parte muito significativa de postos de trabalho mostrando a sua dimensão social e sendo também responsável pela utilização de recursos naturais, estando esta atividade intrinsecamente relacionada com o meio ambiente uma vez que transforma o ambiente natural através das suas intervenções (Mateus e Bragança, 2006).

Em 1994, o Professor Charles Kibert propôs o termo ‘**Construção Sustentável**’ para descrever as responsabilidades da indústria da construção na sustentabilidade do planeta. De acordo com a avaliação de Kibert à indústria da construção, há uma necessidade de melhor avaliar os critérios de sustentabilidade relativamente aos materiais, aos produtos e aos processos construtivos. Este conceito veio trazer uma evolução nas preocupações no setor da construção.

De acordo com Mateus e Bragança (2006), a construção tradicional

“só era considerada competitiva se tivesse o nível de qualidade exigido pelo projeto, se utilizasse sistemas construtivos que otimizassem a produtividade durante a construção e, por conseguinte, conduzisse à diminuição do período de construção, permitindo uma maior rapidez na recuperação de investimento.”

Mais tarde, é introduzida na construção a preocupação com a qualidade ambiental, conhecida como construção eco-eficiente. Esta traduz-se através da construção com impacto ambiental mínimo – incluindo preocupações ao nível da redução dos desperdícios dos recursos naturais, da produção de resíduos e emissão de gases poluentes e ao nível da conservação da biodiversidade – pretendendo que o meio construído se integre em todos os aspetos dos sistemas ecológicos da biosfera durante todo o seu ciclo de vida (Mateus e Bragança, 2006).

A última fase da evolução integra princípios da eco-eficiência com as condicionantes económicas, a equidade social e o legado cultural, obtém-se as três dimensões da construção sustentável (cf. Figura 33).

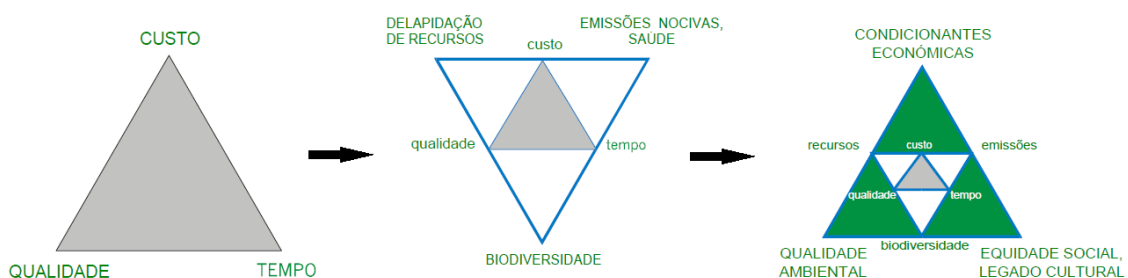


Figura 33: A evolução das preocupações no setor da construção

Fonte: adaptado de Mateus e Bragança (2006)

O conceito de sustentabilidade integra a importância de preservar os valores culturais, tendo sempre presente o aproveitamento e a reutilização do construído poupando recursos e energias. Assim, de acordo com Delgado (2008), a reabilitação constitui uma “oportunidade de promover a sustentabilidade” ambiental, podendo conciliar “a preservação do património, a atualização das condições de funcionamento e conforto, e a melhoria do desempenho ambiental”.

O desenvolvimento sustentável desafia os mais variados setores a procurar soluções que vão ao encontro da sustentabilidade. Na construção (nova ou reabilitada), as obras, os seus produtos e métodos usados podem ir ao encontro da sustentabilidade, reduzindo a influência e o impacto ambiental.

A construção é uma das mais importantes indústrias e consome muitos recursos, principalmente não renováveis. Devido à utilização excessiva de recursos por parte da construção tradicional foi necessário alterar paradigmas, dando origem à construção sustentável.

### **III.7. Portugal e a sustentabilidade**

Ao contrário de países como a Dinamarca, Inglaterra, Noruega ou a Suécia, a temática do desenvolvimento sustentável é bastante recente em Portugal. O desenvolvimento sustentável deixou de ser apenas um aspeto a considerar por ambientalistas e passou a ser tema de debate na sociedade e um fator a ter em conta na avaliação de um imóvel. De facto, a sustentabilidade na construção tem-se afirmado como uma mais-valia nestes países do norte da Europa, potenciando as vendas de produtos e soluções com a marca sustentável (Mateus e Bragança, 2006). A temática da sustentabilidade é, sem dúvida, um instrumento poderoso na imagem de marca para as empresas de construção, ajudando as mesmas a elevar a sua reputação. Mesmo assim, estas novas tendências de mercado são olhadas com desconfiança no setor da construção.

No âmbito da Estratégia Temática para o Ambiente Urbano da Comissão Europeia, para a sustentabilidade na construção crescer é necessário colocar à disposição a informação essencial para sensibilizar o utilizador final, para que este se torne o principal aliado da sustentabilidade na construção (Tirone e Nunes, 2010).

Embora Portugal possua condições climáticas extremamente favoráveis quando comparadas com outros países da Europa, o edificado existente continua a ser pouco adaptado ao clima local. Portugal tem um dos parques edificados com pior desempenho energético-ambiental, o que resulta num aumento no consumo de energia e permanente degradação da salubridade, associando-se à falta de qualidade no meio edificado (Tirone e Nunes, 2010).

Portugal bem como todos os países europeus, têm de aproveitar a oportunidade de produzir a sua própria energia elétrica através de recursos endógenos, limpos e inesgotáveis – energias renováveis. De acordo com Garrido (2008),

“a produção de energia, térmica e elétrica, a partir de fontes renováveis combinada com medidas de eficiência energética, é o único caminho possível para a resolução da crise energética e de atenuação da problemática das alterações climáticas.”

Portugal será mais atrativo e competitivo assim que conseguir aproveitar os recursos endógenos renováveis que possui. A localização geográfica de Portugal permite ao país ter uma panóplia de recursos endógenos à sua disposição. Características como o número de horas anuais de radiação solar, as temperaturas médias confortáveis, os ventos constantes ao longo de toda a costa litoral e o nível de precipitação poderão ser usadas em benefício dos utilizadores. Para isso, é necessário colocá-las à disposição da população de uma forma ampla e eficaz. Sabe-se que mais de metade da população mundial vive em cidades e, por isso, é lá que a procura de recursos é maior. Neste momento, o grande desafio é tornar os edifícios capazes de utilizar os recursos disponíveis da melhor forma possível, conferindo maior eficácia, eficiência e produtividade. Tal como foi referido atrás, o mercado da reabilitação do edificado existente contribui para a passagem para a sustentabilidade (Tirone, 2011a).

### **III.8. O desenvolvimento da reabilitação sustentável**

A reabilitação de edifícios contribui para aumentar a qualidade e o desempenho energético e ambiental. Com o crescimento deste mercado, é o proprietário quem deve tomar as decisões relativamente à reabilitação. Sabendo-se que cada edifício tem as suas características e que, na reabilitação, cada caso é ímpar, o proprietário deve estar bem informado sobre as soluções ao seu dispor para beneficiar a nível económico, de

conforto e salubridade. Devido a isto, a reabilitação de edifícios mostra-se como uma área da construção com grande potencial para a sustentabilidade.

De acordo com Dinis (2010), o objetivo da reabilitação de um edifício é aumentar o seu ciclo de vida e dotá-lo de maior adaptabilidade às suas funções, aumentando os padrões de qualidade, consumindo uma menor quantidade de materiais e energia, comparativamente à construção nova. Assim, “a reabilitação constitui uma oportunidade para introduzir estratégias de sustentabilidade que já vêm sendo aplicadas à construção nova.”

Devido ao crescimento económico e ao aumento do número de atividades do ser humano, o consumo de recursos naturais tem causado danos no ambiente e nos níveis de poluição, fruto do crescimento da população mundial - cada vez mais desenvolvida e exigente nos padrões de conforto - do aumento da produção industrial e do consumo, proporcionando a redução de recursos para suprir as suas necessidades. Por outro lado, a quantidade de recursos apresenta uma tendência contrária, através da redução de áreas florestais, ‘stocks’ de pescas, terrenos agrícolas, espécies, biodiversidade e fontes de energia não renovável que têm vindo a diminuir no planeta. (Mateus e Bragança, 2006).

Atendendo-se ao ritmo de crescimento atual do consumo, os recursos tornar-se-ão cada vez mais escassos, e inclusivamente muitos deles poderão extinguir-se.

Devido aos atuais estados de degradação e saturação do parque habitacional e ao impacto que a construção tem no meio ambiente, a reabilitação assume-se como uma prioridade. O processo de reabilitação, para além de resolver “as anomalias visíveis e a degradação física do edificado”, deve melhorar as condições de conforto e aumentar a eficiência energética e hídrica do edifício, reduzindo a poluição ao longo de todo o seu ciclo de vida (Dinis, 2010).

De acordo com o mesmo autor, “a reabilitação do parque habitacional deve ser intrínseca à dinâmica do desenvolvimento sustentável”, uma vez que “rentabiliza a utilização dos recursos incorporados e reduz a necessidade de consumo de novos recursos e produção de novos impactos”, nomeadamente. A utilização de recursos deve ser minimizada, sobretudo no setor doméstico, onde o consumo de energia é cada vez maior e o consumo de água superior à média europeia.

Segundo Dinis (2010), com o objetivo de minimizar os impactos ambientais e promover uma melhor eficiência energética na reabilitação de edifícios, é fundamental estabelecer medidas que permitam a sustentabilidade na construção. Este tipo de medidas deve ser aplicado em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios (fase de análise e diagnóstico, fase de projeto, fase de construção, fase de utilização/manutenção e fase de desconstrução).

De seguida é possível evidenciar, de acordo com Dinis (2010), os critérios mais importantes para cada **fase do processo de reabilitação sustentável**.

### Análise e diagnóstico

- Análise dos aspetos históricos arquitetónicos e construtivos do edifício e da zona urbana envolvente;
- Análise sobre estado de conservação, segurança, anomalias, soluções construtivas e materiais existentes;
- Avaliação das características que influenciam a sustentabilidade do edifício como a orientação solar, massa térmica, nível de conforto térmico e acústico, iluminação natural, ventilação natural, consumos energéticos e hídricos;
- Ensaio e prospeções para identificação de causas das anomalias do estado físico dos materiais e elementos construtivos;
- Determinação de estratégias e ações necessárias para a resolução de anomalias.

### Projeto

- Definição da intervenção a realizar para maximizar a utilização dos recursos existentes;
- Resolução dos problemas detetados na fase de análise e diagnóstico e cumprimento dos objetivos definidos para a intervenção;
- Definição das melhores soluções em termos de qualidade, durabilidade e custos;
- Realização de projetos das várias especialidades (arquitetura, estrutura, térmica, acústica, distribuição e drenagem de águas, instalações elétricas e climatização);
- Definição de materiais, tecnologias e processos construtivos a implementar em todos os projetos;

- Consideração de diversos fatores para garantir a sustentabilidade do edifício, no que respeita ao aumento do desempenho energético e hídrico, na melhoria da qualidade do ar, melhoria do conforto térmico e acústico, melhoria da iluminação, diminuição da emissão de gases e utilização de materiais ecológicos e reutilização dos existentes.

### Construção

- Escolha ponderada da entidade construtora e subempreiteiros de forma a garantir a probabilidade de erros e atrasos;
- Informação à população sobre objetivos e prazos de intervenção;
- Proteção do património e espaço público envolvente;
- Diminuição do impacto visual, impacto ambiental e poluição sonora, prevenindo a poluição dos solos, ar e degradação características ecológicas;
- Seleção de materiais aplicando-os de forma a potenciar uma melhor desconstrução, considerando o consumo de energia, produção de resíduos e qualidade do ar interior;
- Minimização e controlo dos consumos de energia e água;
- Prevenção e redução da produção de RCD e separação dos mesmos para reciclagem, valorizando-os.

### Utilização/manutenção

- Consciencialização da população para os consumos excessivos de recursos e para a qualidade do ambiente interior;
- Formação e elaboração de manual de utilização e manutenção para utilizadores;
- Implementação de sistemas de monitorização para detetar possíveis erros ou anomalias nos sistemas e tecnologias adotadas.

### Desconstrução

- A sustentabilidade desta fase está ligada às decisões tomadas nas fases de projeto e construção, garantindo uma gestão eficaz de RCD através da adoção de materiais com elevada capacidade de reciclagem, de reutilização, que não originem RCD com substâncias perigosas e facilite a desconstrução e reduzam consumos de energia;

- Separação dos RCD, reciclando e valorizando os resíduos, ao invés da deposição em aterros.

Assim, é possível afirmar que a sustentabilidade tem uma ligação inerente à reabilitação, isto porque rentabiliza e reduz a utilização de recursos, diminui a necessidade de consumo de novos recursos e produção de novos impactos. O potencial da sustentabilidade da reabilitação de toda a construção existente reside nas prioridades assumidas, nas soluções propostas e na intervenção executada, sendo necessário considerar parâmetros (expostos nos pontos seguintes) durante todo o ciclo de vida dos edifícios para a **implementação da sustentabilidade no processo de reabilitação**, segundo as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e económica (Dinis, 2010).

### Sustentabilidade Ambiental

#### Água:

- Seleção de materiais ou componentes com baixa quantidade de água incorporada;
- Seleção de aparelhos sanitários e de dispositivos de utilização mais eficiente;
- Reutilização de águas através de sistemas de captação e armazenamento de águas pluviais para posterior reutilização.

#### Energia:

- Aumento do nível de desempenho energético da envolvente;
- Reforço do desempenho térmico dos vãos envidraçados;
- Reforço do isolamento térmico da envolvente opaca do edifício;
- Seleção de eletrodomésticos energeticamente eficientes;
- Aplicação de lâmpadas compactas de baixo consumo;
- Aplicação de sistemas de águas quentes solares;
- Instalação de sensores de presença nos espaços exteriores;
- Aplicação de sistemas para a produção doméstica de energia elétrica e de calor a partir de fontes renováveis;
- Adoção de sistemas de ventilação natural.

**Materiais:**

- Aquisição de materiais locais;
- Adoção de materiais de acordo com a sua durabilidade;
- Adoção de materiais/produtos com menor energia incorporada e menores emissões de CO<sub>2</sub>;
- Adoção de materiais de baixa toxicidade;
- Adoção de materiais com capacidade de reciclagem ou reutilização.

Sustentabilidade Social

- Adaptação às características estéticas dos edifícios envolventes;
- Proteção do património durante a fase de construção;
- Cumprimento das exigências funcionais de segurança;
- Aplicação de soluções que aumentem a iluminação natural;
- Monitorização da qualidade do ar, temperatura interior e humidade relativa;
- Redução/eliminação de potenciais fontes de contaminantes.

Sustentabilidade económica

- Elaboração do manual de utilização e manutenção;
- Avaliação de custos de periodicidade de manutenção;
- Controlo rigoroso do processo de construção.

A reabilitação do edificado histórico tem, como um dos seus maiores desafios atuais, encontrar um equilíbrio entre a conservação do património cultural e a criação de condições para o seu uso e fruição, tendo sempre presente os atuais parâmetros de segurança, conforto e proteção ambiental. A tarefa não se apresenta fácil, uma vez que, para Lopes (2011), é necessário: (a) a garantia da manutenção e reforço dos principais valores culturais neste tipo de obras; (b) aceitar que os materiais e soluções construtivas tradicionais estejam em desvantagem comparativamente às novas soluções construtivas em termos de conforto e segurança; e que, (c) através da reabilitação e conservação, se possa contribuir para um menor impacto da construção em termos de consumo de materiais, energia e produção de resíduos.

A aposta na reabilitação de edifícios permite reduzir os recursos necessários e torná-la mais eficiente. A fusão entre a reabilitação e a construção sustentável permite prolongar a vida de um edifício - sem necessidade de construir um novo edifício de raiz – reduzindo, assim, os recursos naturais e a produção de resíduos necessários e incrementando soluções construtivas mais amigas do ambiente. Por outro lado, a preservação de edifícios e da herança histórica permite diminuir a desertificação que se verifica em alguns centros urbanos e impedindo a fuga de população para as cidades limítrofes. A construção sustentável é também o uso adequado do solo e dos recursos naturais, reduzindo o impacto ambiental. Na reabilitação, a sustentabilidade reflete-se em adaptações. Essas adaptações representam custos e esses custos vão-se amortizando ao longo da fase de utilização (Mota, 2013).

## **IV. A apresentação de medidas para a sustentabilidade na construção**

### **IV.1. As medidas ao nível da energia**

O objetivo da reabilitação sustentável no que diz respeito à energia reside em permitir que os ocupantes de um edifício mantenham e, se possível, melhorem a sua qualidade de vida, ao produzir a menor quantidade possível de emissões de CO<sub>2</sub>. A solução mais direta consiste em mudar a fonte de energia a partir de sistemas baseados em combustíveis fósseis para fontes renováveis, com baixas emissões de CO<sub>2</sub> (Sassi, 2006).

As pessoas passam cerca de 90% do seu tempo nos edifícios, pelo que uma inadequada gestão energética contribui para elevados gastos de energia. Assim, é importante a implementação de práticas de projeto e construtivas que reduzam os gastos energéticos e recorram a formas de energia renováveis (Rocheta e Farinha, 2007).

As tecnologias renováveis começaram a ter um papel cada vez mais importante na produção de energia desde a crescente preocupação com a queima de combustíveis fósseis, no final dos anos 90.

#### **IV.1.1. As energias renováveis: Estratégias Ativas e Passivas**

O consumo de energia é necessário para o desenvolvimento económico e social de uma sociedade. No entanto, como é reconhecido, a transformação, transporte e uso da energia produz impactos negativos no meio ambiente, tanto a nível local como global (ADENE, 2011).

A consciencialização por parte de governos, indústrias, organizações ambientais e consumidores para a redução do aquecimento global, preservação do meio ambiente e poupança de energia tem vindo a crescer. Estes agentes procuram alternativas às fontes de energia tradicional devido à diminuição dos combustíveis fósseis e do aumento dos preços da energia (Pescada, 2011).

A extinção de recursos não renováveis ou de origem fóssil (carvão, gás natural e petróleo) e os impactos negativos sobre o meio ambiente são as razões principais para se poupar energia e aumentar a eficiência energética. Estima-se que recursos como o urânio, gás natural e petróleo se extingam dentro de 100 anos. Ao contrário destas

fontes de energia, as energias renováveis caracterizam-se por se renovarem de forma natural e pelo impacto ambiental nulo na emissão de gases (ADENE, 2011).

Nos edifícios existem duas formas de obter energia: A - Estratégias Ativas; B – Estratégias Passivas.

## **A – ESTRATÉGIAS ATIVAS**

### **IV.1.1.1. A energia proveniente da biomassa**

A biomassa é uma energia de origem natural e renovável, produzida por meios orgânicos, proveniente de uma grande variedade de combustíveis, como resíduos de florestas, das indústrias agro-pecuária e alimentar, do tratamento de efluentes, entre outros. A energia adquirida a partir da biomassa pode ser gerada a partir de centrais energéticas ou através de pequenas caldeiras domésticas. Esta energia é bastante proveitosa, no entanto tem a desvantagem da necessidade de constante reposição, do ainda pouco desenvolvimento das caldeiras e consequente custo. O desenvolvimento de tecnologias de caldeiras, o planeamento de combustíveis mais seguros e os sistemas de aquecimento urbano estão a progredir com o tempo, tornando-se cada vez mais fiáveis e populares.

Para obter o melhor rendimento de um sistema de aquecimento por biomassa, o mesmo deve ser bem dimensionado e localizado para assim ter uma melhor eficiência.

Comparativamente ao uso de combustíveis fósseis, a maioria das aplicações térmicas em edifícios com biomassa atingem uma poupança de 10%, podendo ser superior dependendo do tipo de biomassa, localização e tipo de combustível fóssil substituído. Assim, a biomassa é vista como um combustível mais barato e ecológico que os convencionais e é uma excelente escolha quando a energia solar não está disponível (ADENE, 2011). Na figura 34 está exposto um esquema de aquecedor a biomassa.

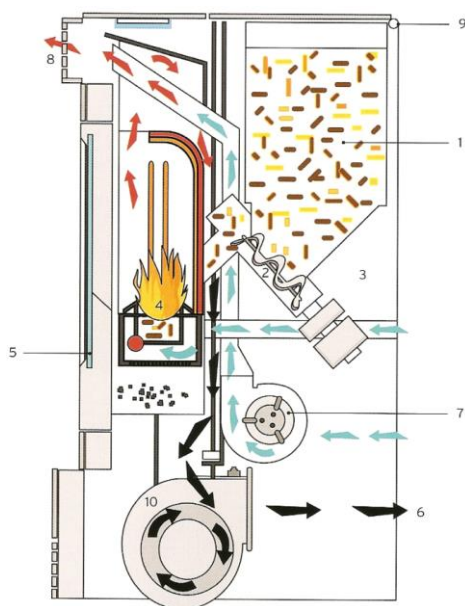


Figura 34: Esquema de aquecedor a biomassa

1.Depósito de *pellets*; 2.Parafuso de Arquimedes para alimentação de combustível; 3.Redutor de velocidade; 4.Recipiente de combustão; 5.Cartucho de resistência elétrica; 6.Tubo de exaustão de fumo; 7.Ventiladores para entrada de ar; 8.Grelha de saída do ar quente; 9.*Display*; 10.Aspirador centrífugo para a exaustão de fumo.

Fonte: Pfaff; in Duran (2011)

#### IV.1.1.2. A energia eólica

A energia eólica é utilizada há milénios em barcos à vela e também em moinhos, e é gerada através do vento e transformada em energia elétrica. A energia cinética contida numa massa de ar faz movimentar as pás das turbinas que, por sua vez, estão ligadas a um gerador que converte a energia rotacional das turbinas na energia elétrica. Este tipo de energia é cada vez mais utilizada no nosso país, através de parques eólicos situados em locais ermos e ventosos como montanhas ou mesmo no mar. Nos parques eólicos, a energia criada abastece cidades, no entanto existem turbinas eólicas que podem ser aplicadas para abastecer uma habitação independente.

De acordo com Garrido (2008), atualmente existem diversas turbinas, diferenciando-se estas em termos de potência, forma e tamanho. As turbinas de eixo horizontal, comparativamente às turbinas de eixo vertical, utilizam-se nos sistemas de maior potência, funcionam melhor em zonas abertas e têm um maior aproveitamento de ventos

mais fortes. Por outro lado, comparativamente às turbinas de eixo horizontal, as turbinas de eixo vertical funcionam melhor em regimes de ventos turbulentos, apresentam níveis de ruído inferiores e estão adaptadas para zonas urbanas. Na figura 35 está exposto um exemplo de uma turbina horizontal e de uma turbina vertical.

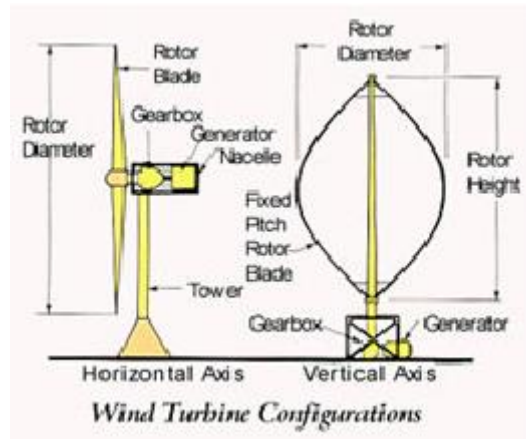


Figura 35: Turbinas de vento horizontal e vertical

Fonte: Garrido (2008 in David Darling)

Para a utilização da energia eólica há fatores que devem ser tidos em conta como: quantidade de vento no local de implementação; número de horas que o vento sopra a uma determinada velocidade; eficiência da turbina devido à turbulência; obstáculos existentes à volta da turbina; altura de colocação da turbina; comprimento das pás; entre outros (Greenspec, 2013).

De acordo com Duran (2011), as turbinas devem estar pelo menos a 10 metros de distância em relação a outros obstáculos e em zonas onde a turbulência não seja excessiva (cf. Anexo 1).

Ao contrário do que se verifica nas tecnologias de produção de energia solar, a energia eólica é produzida predominantemente no período noturno, nas horas de vazio das necessidades energéticas (Mendes, Salgueiro, Cardoso, e Coelho, 2010, *cit in* Fernandes, 2010). No entanto, esta fonte de energia tem como principais desvantagens a impossibilidade de gerar energia em dias onde a ausência de ventos é uma constante.

Na figura seguinte apresenta-se um esquema de uma instalação eólica doméstica (cf. Figura 36).

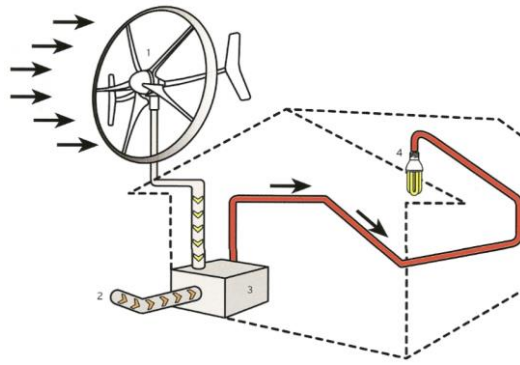


Figura 36: Esquema de instalação eólica doméstica

Instalação eólica doméstica: 1.Turbina; 2.Rede de energia elétrica; 3.Transformador; 4.Potência de saída.

Fonte: Pfaff; in Duran (2011)

#### IV.1.1.3. A energia geotérmica

A energia geotérmica é usada desde meados de 1970 e consiste no reaproveitamento do calor presente no interior da Terra para água quente sanitária e aquecimento. Esta permite economizar 80% de *diesel* e 70% de gás usados nos sistemas convencionais (Duran, 2011).

“Esse tipo de instalação usa o gradiente de temperatura das camadas superficiais do terreno, pois, a partir de uma certa profundidade, a temperatura do solo é constante (...) e, portanto serve como refrigeração no verão e aquecimento no inverno, através do uso de um permutador de calor.” (Duran, 2011)

Segundo Isolani (2008), a terra possui uma elevada inércia térmica, sendo assim um grande acumulador de energia solar sob a forma térmica. Durante todo o ano, a temperatura é de 15°C à profundidade de 5 metros. Como tal, existe uma quantidade de energia disponível para ser usada.

A captação deste tipo de energia é adquirida através de um circuito de tubagens enterradas onde circula geralmente água e um aditivo anticongelante. A água aqui utilizada pode ser proveniente de águas residuais (Isolani, 2008).

Na **instalação horizontal**, para que o custo seja menor, é essencial que este tipo de instalações seja aplicado durante a terraplenagem. A mesma necessita de bastante espaço (Duran, 2011).

Assim, Duran (2011) afirma que “para cada metro da residência é preciso entre 1,2 a 2m de superfície de terreno, sobre o qual não será possível plantar árvores”.

Por sua vez, a **instalação vertical** é mais cara comparativamente com a anterior “devido à necessidade de perfurações até 100m de profundidade, sendo ideal para entornos urbanos” (Duran, 2011).

Ambas as instalações - horizontal e verticais - fazem a climatização no interior da habitação através de piso radiante, aquecedor de convecção e aquecedores convencionais (Duran, 2011).

“Estes sistemas encontram-se muito pouco difundidos no nosso país, sendo penalizados pelos elevados custos de instalação. Por esta razão, o investimento só é rentável em circunstâncias favoráveis muito específicas.” (Isolani, 2008).

A figura seguinte apresenta, de forma esquemática, a instalação geotérmica em habitações (cf. Figura 37).

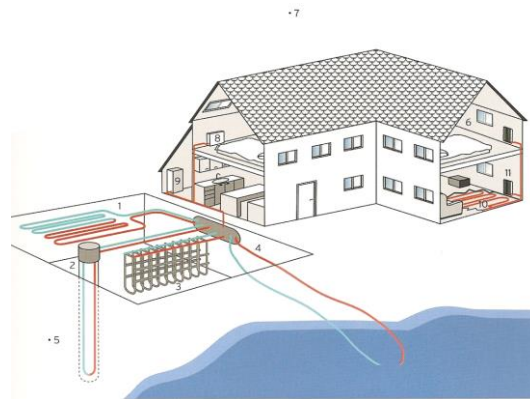


Figura 37: Esquema de instalação geotérmica em habitações

1. Coletor de superfície;
2. Sonda geotérmica;
3. Geopainel;
4. Captador de águas subterrâneas;
5. Temperatura da terra;
6. Temperatura de conforto;
7. Temperatura de exterior;
8. Aquecedor por convecção;
9. Bomba de calor;
10. Piso radiante;
11. Radiador convencional.

Fonte: Pfaff; in Duran (2011)

A geotermia, contrariamente a outras energias renováveis, não está dependente das condições atmosféricas, como o sol, chuva e vento, revelando-se uma fonte estável e duradoura.

#### **IV.1.1.4. A energia fotovoltaica e solar térmica em edifícios**

Uma vez que Portugal é um dos países europeus com maior potencial de aplicação e tem uma alta dependência de importação de energia, a utilização de energia solar em edifícios pode ser bastante benéfica. Para se perceber a importância desta fonte de energia, é preciso referir que Portugal recebe em média duas vezes mais energia solar do que a energia que o país consome por ano. No entanto, como é possível verificar no capítulo “O clima e na Europa e em Portugal”, a capacidade de energia solar varia ao longo do território português (Sousa, 2007).

Como esperado, a quantidade de energia na radiação é menor durante o outono e inverno e a quantidade de energia solar é mais intensa no sul do país durante o ano, apresentando condições mais favoráveis para a aposta na energia solar renovável.

O sol como fonte de energia gratuita, endógena e renovável deve ser muito bem utilizada para ter um papel cada vez mais importante na prosperidade económica, através do aproveitamento das temperaturas médias assim como da sua energia (Tirone, 2011a).

Portugal está a evoluir positivamente no sentido das boas práticas no meio edificado, uma vez que tornou obrigatória a instalação de sistemas solares térmicos em edifícios novos residenciais através da legislação relacionada com a Certificação Energética e com o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE). No país com mais sol da Europa, o período de retorno de investimento em sistemas solares térmicos domésticos não ultrapassa os 8 anos (Tirone, 2011a).

Segundo Almeida (cit in Garrido, 2008),

“A necessidade de aquecimento e de arrefecimento ambiente nos edifícios pode ser reduzida através de medidas de aproveitamento da energia do solar. A instalação de coletores solares em edifícios pode reduzir em cerca de 80% o consumo de energia convencional (eletricidade, gás natural, gás propano, entre outros) para o aquecimento de água.”

Dada a boa exposição solar que Portugal possui e a elevada dependência da importação de energia, tanto a nível político como económico – uma vez que não é possível garantir a estabilidade dos preços –, a utilização de energia renovável em edifícios traz benefícios, tornando Portugal um dos países europeus com maior potencial de aplicação

e utilização de sistemas de energia solar. Atualmente, todos os edifícios que são submetidos a uma renovação do envelope exterior ou de instalações que excedam 25% do valor da construção devem implementar a nova legislação adotando coletores solares para aquecimento AQS (Sousa et al., 2012b).

Como vantagem, a utilidade da energia renovável solar é uma fonte inesgotável de energia, amiga do ambiente, cada vez mais económica devido aos avanços da tecnologia, limpa e simples, podendo ser utilizada, por exemplo, no aquecimento de águas quentes sanitárias e na produção de eletricidade.

No entanto, como qualquer outro produto, tem as suas desvantagens. Os dias de pouco sol influenciam a captação de energia, tornando o sistema inconstante. O armazenamento pouco eficaz e o custo inicial. Contudo, o custo da energia solar está a diminuir à medida que a indústria reduz os custos e a instalação se torna mais comum e eficiente.

Sousa et al. (2012b) concluem que o uso generalizado dos sistemas solares no setor residencial não é ainda uma realidade e a sua implementação é mais comum na construção de novas habitações do que em obras de reabilitação. Contudo, as novas tecnologias fotovoltaicas têm potencial para serem implementadas no setor da reabilitação de edifícios.

#### **IV.1.1.4.1. A energia solar térmica**

A instalação de sistemas solares térmicos em edifícios em Portugal é quase uma obrigatoriedade, pelas razões apresentadas anteriormente. No entanto, a Áustria, Alemanha e Grécia têm 20 vezes mais painéis solares térmicos *per capita* do que o nosso país. Este sistema que visa a otimização do desempenho energético-ambiental pode contribuir com cerca de 70% das necessidades energéticas necessárias para o aquecimento de águas quentes sanitárias, aquecimento e refrigeração. No entanto, o sistema solar térmico precisa de uma fonte de energia convencional associada para os momentos onde o Sol não esteja disponível (dias encobertos ou noite). Esta tecnologia tem um retorno do investimento inferior a cinco anos (Tirone e Nunes, 2010).

“Portugal recebe em média duas vezes mais energia solar do que toda a energia que o país consome num ano. A energia média solar que atinge Portugal por ano pode ser quantificado em 436,000 GWh” (Sousa, 2007; cit in Sousa et al., 2012b).

O sistema solar térmico é a tecnologia que melhor consegue satisfazer uma parte significativa das necessidades anuais de produção de água quente sanitária dos edifícios, sendo aquele que necessita de menor investimento inicial (cf. Figura 38) (Cruz, 2011).

Para um bom desempenho, a elevada produção e uma durabilidade - que pode superar os vinte anos – é conferida pelo correto dimensionamento do sistema e por uma manutenção adequada (ADENE, 2011).

“Multiplicar a instalação de sistemas solares térmicos em edifícios de habitação representa uma oportunidade extremamente importante para Portugal, na medida em que pode substituir uma parte considerável do seu consumo de energia no setor doméstico, utilizando uma energia endógena e renovável. Para além de renovável, a energia solar térmica é um recurso endógeno, ao contrário dos 85% da energia de origem fóssil e importada, que está a ser consumida neste país. Ao instalar sistemas solares térmicos em edifícios está-se, assim, a contribuir para o enriquecimento dos utilizadores de cada sistema e também para o enriquecimento do país, a reduzir a dependência ao abastecimento de energia importada e, (muito importante!), a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.” (Tirone e Nunes, 2010).

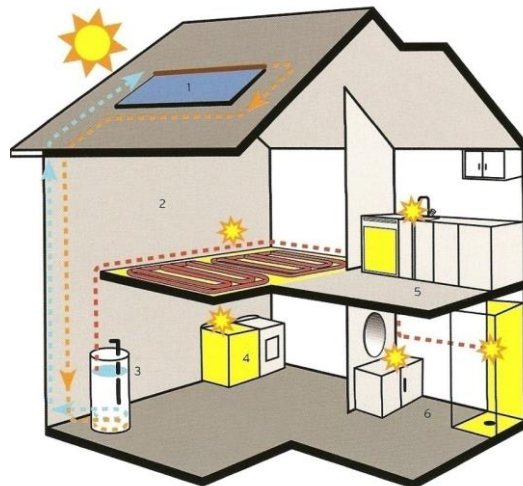


Figura 38: Esquema de instalação solar térmica

1.Coletor solar; 2.Espaço aquecido; 3.Reservatório de água quente; 4.Máquina de lavar; 5.Cozinha; 6.WC.

Fonte: Pfaff; in Duran (2011)

#### **IV.1.1.4.2. A energia solar fotovoltaica**

A energia fotovoltaica tem como princípio a conversão direta da energia solar em energia elétrica, envolvendo a transferência dos fótons da radiação incidente para os elétrons da estrutura atômica desse material.

Desde julho de 2006, todos os edifícios em Portugal que possuam “boas condições para a captação solar” devem ser projetados com painéis solares, segundo o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (DL 80/2006) (Isolani, 2008).

De acordo com o Isolani (2008), a área de painel necessária para uma habitação ronda 1m<sup>2</sup>/pessoa e o depósito deverá conter entre 50 a 70 litros por pessoa.

Este sistema apresenta grandes vantagens. Desde logo a sua alta fiabilidade, a montagem simples e adaptável às necessidades energéticas de cada um, o armazenamento da energia gerada para posterior utilização, a manutenção reduzida e vantagens ambientais, pois não é poluente, ruidoso e nem perturba o ambiente (Isolani, 2008.).

Como desvantagens, esta tecnologia tem custos de investimento ainda elevados, o seu rendimento é reduzido face ao investimento, é pouco competitivo do ponto de vista económico (comparativamente a geradores a gásóleo, por exemplo), e o custo do sistema é maior aquando do armazenamento de energia em baterias (Isolani, 2008).

Para obter o retorno do investimento desejado, este sistema deverá ser eficiente. Assim, os coletores devem estar orientados para sul para poder captar toda a luz solar disponível. A inclinação do mecanismo também é importante, dependendo da época do ano e da arquitetura do edifício. Por sua vez, o isolamento das tubagens é fundamental para reduzir as perdas de calor (Isolani, 2008).

Atualmente, a energia gerada desta forma pode ser utilizada tanto no próprio edifício como pode ser fornecida à rede, em troca de incentivos tarifários.

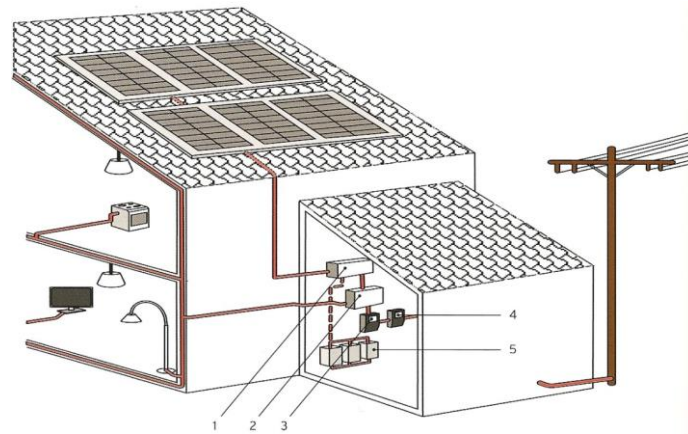


Figura 39: Esquema de instalação fotovoltaica

1.Regulador; 2.Inversor; 3.Contadores; 4.Proteção contra sobrecargas externas; 5.Baterias.

Fonte: Pfaff; in Duran (2011)

O painel fotovoltaico pode ser uma solução adequada para reduzir o consumo de energia de combustíveis fósseis em edifícios e a dependência energética de Portugal. No entanto, a tecnologia terá de ser desenvolvida e os preços mais acessíveis.

#### IV.1.1.5. A microgeração

O sistema de microgeração é um sistema que permite minimizar os gastos energéticos produzindo energia para consumo próprio ou venda à rede pública através de fontes de energia renovável, como o sistema fotovoltaico, eólico e aproveitamento da biomassa.

A microgeração traduz-se numa significativa limitação nas emissões de CO<sub>2</sub>, através de uma maior utilização das energias renováveis, no aproveitamento dos excessos de calor provenientes da geração de eletricidade ou combustível renovável, e pela diminuição das perdas na transmissão de energia elétrica e sistema de distribuição.

Os principais fatores responsáveis pelo crescente interesse do uso da microgeração são a necessidade de redução das emissões no campo da produção de eletricidade, os recentes desenvolvimentos da microgeração e a reestruturação do negócio da eletricidade (Garrido, 2008).

De acordo com Sousa et al. (2012b),

“a energia produzida é vendida à rede a um preço mais elevado do que o custo de aquisição, o que reduz o tempo necessário para amortizar o investimento inicial”.

De acordo com Duarte (2010 cit in Ganhão, 2011), a microgeração apresenta as seguintes vantagens económicas, ambientais e tecnológicas:

- Aumenta a autonomia dos consumidores individuais e das comunidades;
- Aumenta a independência energética do país relativamente ao exterior;
- Evita grandes investimentos ao nível do reforço das infraestruturas de rede;
- Cria novas oportunidade para a indústria de equipamento e componentes elétricos;
- É gerador de emprego e estimula o crescimento económico;
- Contribui para um sistema energético mais amigo do ambiente.

De acordo com Garrido (2008), a produção de energia centralizada tem uma grande inércia, tornando difícil acompanhar as variações do consumo, quer diárias, quer anuais. Por isso, é importante procurar formas de produção de energia mais flexíveis. Assim, as energias renováveis despontam como uma solução para o problema, sobretudo em Portugal, que possui muitos recursos endógenos. Os recursos naturais variam em função da estação do ano. Todavia, segundo o mesmo autor, a produção de energia a partir de fontes renováveis pode satisfazer as necessidades de consumo, através da produção “mais eficiente e ambientalmente mais aceitável” nas diferentes estações do ano.

## **B – ESTRATÉGIAS PASSIVAS**

As estratégias passivas consistem no aproveitamento das condições climáticas locais permitindo controlar os fluxos naturais de energia onde o edifício está inserido, através de meios naturais, tal como a radiação solar, a luz natural, a ventilação e o aquecimento. Estas estratégias são as que menos consomem e, conseqüentemente, as que mais protegem o ambiente.

De acordo com Moita (2010), atualmente constrói-se desprezando os princípios de integração climático-solar devido à falta de legislação, tornando a prática urbanística na utilização passiva de energia solar deficiente.

Desde os primórdios que o ser humano procura tirar proveito das condições naturais. O sol é provavelmente o elemento que mais influencia a habitabilidade. Por isso, o ser humano tem tentado trazer todos os seus benefícios que o sol dispõe para o interior do edifício, através da sua captura, armazenamento e posterior utilização, dando qualidade ao interior do edifício, através desta fonte de energia limpa e gratuita.

Um sistema passivo de captação de energia solar é aquele em que a energia térmica é captada e transmitida naturalmente por convecção, condução e radiação, sem recorrer a meios mecânicos (Moita, 2010).

Tirar partido dos princípios solares passivos permite a um edifício (Mateus e Bragança, 2006):

- Melhorar o seu conforto interior;
- Reduzir ou eliminar os custos energéticos na climatização;
- Diminui a produção de gases de efeito de estufa devido à redução de consumos elétricos em edifícios.

#### **IV.1.1.6. A localização, a forma e a orientação do edifício**

Para beneficiar de estratégias passivas na construção, é preciso ter em conta as características climáticas do local da edificação. Os parâmetros mais importantes a ter em conta para uma construção adequada ao local são a humidade do ar, insolação, radiação solar, temperatura do ar e vento.

As temperaturas médias do continente europeu comprovam que o sul da Europa apresenta-se como a região europeia com maior potencial de exploração da energia solar. Nomeadamente Portugal, possui temperaturas agradáveis para a permanência de pessoas em espaços interiores.

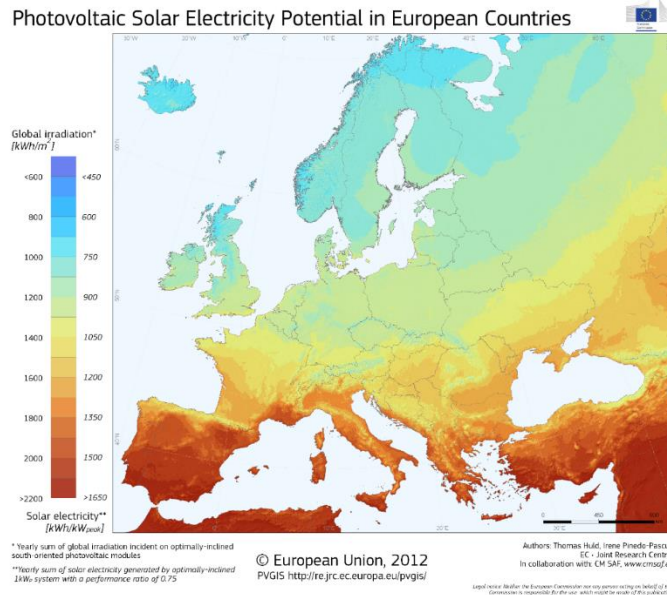


Figura 40: Potencial de energia solar fotovoltaica na Europa

Fonte: Comissão Europeia (2008)

A figura anterior (cf. Figura 40) mostra também que a radiação solar na região mediterrânica é muito benéfica para a produção de energia através de sistemas solares ativos e passivos.

Com isto, é possível constatar que Portugal possui potencial capaz de apostar em tecnologias de obtenção de energia solar.

De acordo com Moita (2010), a **configuração topográfica** do terreno exerce uma influência decisiva nas condições microclimáticas de uma região ou local. Para se fazer a correta integração da construção no meio ambiente, deverá ser feito o estudo do terreno de implementação do edifício, onde devem constar fatores como:

- Zonas orientadas a sul;
- Zonas com pouca humidade;
- Zonas de menor sombra;
- Zonas protegidas de ventos dominantes.

A **forma do edifício** tem uma grande influência na eficiência energética do edifício. No inverno, o calor gerado no interior de uma casa é continuamente transmitido para o seu exterior através das superfícies externas do edifício. Quanto mais reduzida for a superfície exterior, mais reduzidas são as perdas de calor num edifício (Moita, 2010).

Para se conseguir uma maior superfície exposta à radiação solar direta, o edifício deve ter a sua face mais longa orientada a sul (Moita, 2010).

Existe uma relação entre a superfície e o volume do edifício quando se fala de eficiência energética. Para um edifício ser eficiente energeticamente, a relação superfície/volume deve ser baixa (cf. Tabela 8) (Isolani, 2008).

Tabela 8: Relação superfície/volume nos diferentes tipos de edifícios

<b>Tipo de edifício</b>	<b>Superfície/volume</b>
Casa independente	0,8
Casa geminada	0,65
Edifício de um piso	0,5
Edifício de vários pisos	0,3

Fonte: adaptado de Isolani (2008)

A **orientação solar** num edifício é definida na fase de projeto. Em Portugal existe uma divisão bem acentuada entre o verão e o inverno, por isso, é necessário haver um equilíbrio entre ambas, uma vez que é preciso proteger do sol no verão e obter aquecimento no inverno. A orientação escolhida deve ser sempre a orientação a sul porque é aquela que mais otimiza os ganhos solares ao longo de todo o ano. Os edifícios expostos a sul conseguem diminuir as suas necessidades energéticas, pois permite deixar entrar o sol no Inverno o maior número de horas possível – época em que o sol é mais necessário, devido à valorização dos raios solares no interior do edifício nesta época do ano. Os edifícios orientados apenas a norte devem ser evitados devido à falta de sol, tornando os edifícios menos confortáveis para os habitantes (Cf. Anexo 2) (Isolani, 2008; Tirone e Nunes, 2010).

De acordo com Isolani (2008),

“a capacidade que um edifício tem de captar a radiação solar nos períodos em que existe uma maior necessidade de energia (inverno) e de ter a menor superfície possível exposta

à luz do sol quando existe a necessidade de dissipar o calor (verão) determina o grau de conforto oferecido aos ocupantes e os consequentes gastos de energia”.

Orientar corretamente os espaços de permanência do edifício em função do percurso solar permite um melhor aproveitamento do sol como fonte de conforto para estes espaços e a qualidade de vida dos seus usuários (Cf. Anexo 3) (Tirone e Nunes, 2010).

Assim, nos espaços interiores orientados a norte devem ficar situados as divisões com papel secundário numa habitação, como os arrumos, escadas, despensas e outras divisões em que o tempo de permanência por parte dos usuários seja curto e espaços com reduzido ou inexistente fenestração, evitando maiores perdas térmicas.

A parte do edifício orientada a norte apresenta:

- O mínimo de fenestrações possíveis;
- Proteção por vegetação de folha persistente espessa dos ventos dominantes;
- Espaços interiores com funções secundárias;
- Um talude/aterro.

A orientação sul do edifício apresenta:

- Vegetação de folha caduca;
- Sombreamento para radiação solar direta no verão;
- Permissão de entrada de radiação solar direta no inverno.

Nos casos dos edifícios expostos a Nascente ou Poente, torna-se necessária “a colocação de sistemas de sombreamento exterior para controlar ou eliminar” a penetração dos raios solares, principalmente no verão – época em que os ganhos solares, sobretudo a Poente, são enormes. No verão, a radiação solar faz-se quase perpendicularmente às janelas nestas duas orientações (Isolani, 2008).

Relativamente ao aspeto da orientação solar dos edifícios, como forma de otimizar os ganhos solares há duas situações a ter em conta: (a) as distâncias entre edifícios orientados a sul; e (b) a área de envidraçado segundo a orientação solar (Jourda, 2012).

Um fator de grande importância é, sem dúvida, o sombreamento criado por edifícios vizinhos ou zonas arborizadas. Todos os edifícios projetam sombra permanente, que varia consoante a época do ano. Este fator depende da altura do edifício e o local de implantação dos edifícios a sul da habitação em questão (Jourda, 2012).

De acordo com Tirone e Nunes (2010), “é importante considerar a incidência dos raios solares em todas as orientações existentes para otimizar o conforto nos respetivos espaços interiores”. Para isso é preciso ter em conta que, em Portugal, o ângulo solar é de 28° em média no equinócio de inverno, para salvaguardar o direito do número de horas de sol.

#### **IV.1.1.7. O sombreamento**

Os sombreadores têm como função controlar a intensidade luminosa e o excesso de radiação solar durante o dia e isolar termicamente o interior do edifício durante a noite.

O sombreamento em edifícios é muito útil quando se dispõe de grandes superfícies envidraçadas e se pretende controlar a intensidade luminosa e o excesso de radiação solar no seu interior (Moita, 2010).

O emprego do sombreamento deve ter em consideração as diferentes alturas e azimutes do sol durante o ano. Existem vários modos de produzir sombreamento:

- Através da própria conceção arquitetónica;
- Através da orientação dos vãos;
- Através da posição relativa a outras construções;
- Através da vegetação existente.

De acordo com Moita (2010), o tipo e o dimensionamento dos sombreadores têm influência na sua eficácia, que é expresso pela quantidade de energia solar transmitida para o interior (Cf. Anexo 4).

Os elementos construtivos sombreadores devem localizar-se preferencialmente no exterior do envidraçado, uma vez que produzem melhores resultados, dado que os sombreadores “interiores podem contribuir para um aquecimento suplementar do ambiente por efeito de convecção” (Moita, 2010).

A sombra desejada no verão pode ser feita através de telheiros, varandas, alpendres ou palas. A proteção escolhida deverá ter as dimensões adequadas para ser útil, tanto no verão como no inverno.

Segundo Moita (2010), os sombreadores salientes das fachadas, constituídos por plataformas ou prolongamentos do telhado, por vezes, mesmo quando bem dimensionados (permitindo a radiação solar direta no inverno), “podem constituir um indesejável obstáculo à radiação solar difusa” no inverno. Assim, segundo o mesmo autor, os toldos, as palas de recolher, as lamelas amovíveis e outros sombreadores móveis são os mais recomendáveis, sendo de fácil aplicação em qualquer edifício (cf. Figura 41).

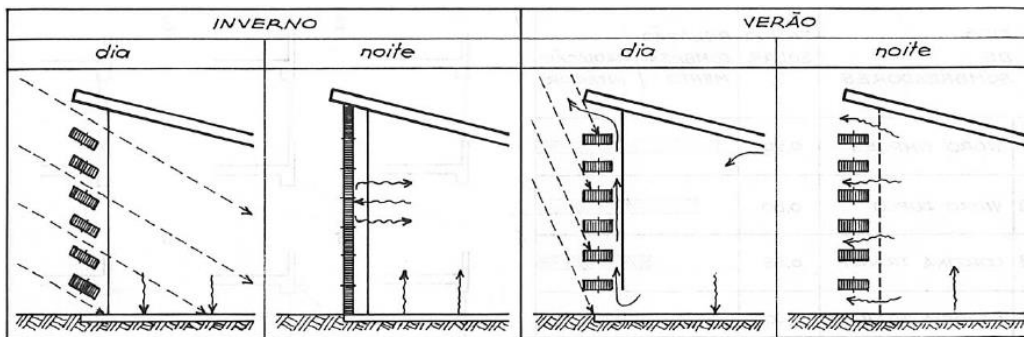


Figura 41: A disposição dos sombreadores no inverno e no verão

Fonte: Moita (2010)

Para obter-se efeitos contrários ao sombreamento, aumentando substancialmente os ganhos de radiação solar no interior do edifício, é possível a utilização de superfícies refletoras (cf. Figura 42).

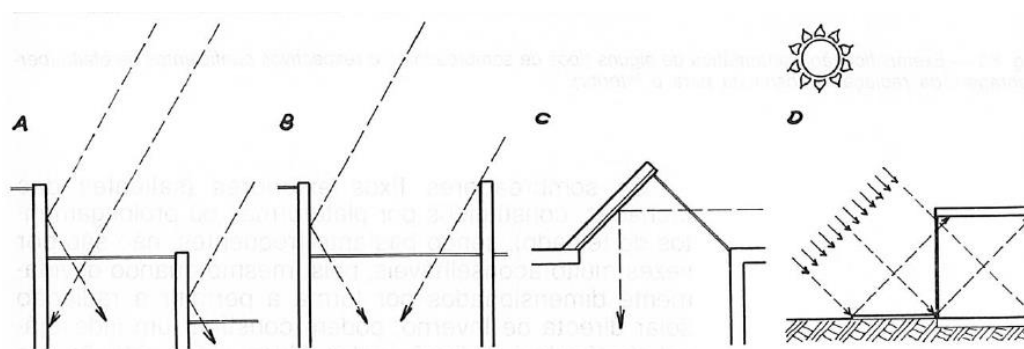


Figura 42: Utilização de superfícies refletoras para aumento de ganhos solares

Fonte: Moita (2010)

No Verão, quando as temperaturas aumentam, existe a necessidade de criar sombreamento nas fachadas orientadas a sul, sobretudo junto aos espaços da habitação de maior permanência. Assim, torna-se importante a presença de árvores, arbustos e/ou trepadeiras de folha caduca. Este tipo de vegetação é muito importante na medida que a sua folhagem varia consoante a época do ano. No Verão, a sua folhagem cria sombra para o edifício não permitindo que aqueça em demasia. No Inverno, este tipo de vegetação deixa passar os raios solares devido à ausência de folhagem, permitindo maior ganho solar. O uso de árvores, arbustos e/ou trepadeiras são tão importantes quanto a presença de alpendres (Tirone e Nunes, 2010).

A introdução de sombreadores nas áreas envidraçadas é uma medida que melhora o desempenho energético do edifício, através do ajuste de acordo com as necessidades.

#### **IV.1.1.8. A ventilação natural**

A ventilação é importante quando o objetivo é eficiência energética de um edifício, sendo utilizadas como ações de estratégia passiva.

As estratégias de ventilação natural são uma solução clara, económica e muito eficaz para manter uma boa qualidade do ar interior e adequados níveis de conforto térmico (Moita, 2010).

A renovação de ar permite ao edifício aumentar o conforto interior e a saúde dos habitantes, reduzindo a humidade e a contaminação do ar interior (Isolani, 2008).

A ventilação natural consiste na utilização da ação do vento na superfície exterior do edifício, através dos princípios da pressão e depressão. No caso da pressão, sendo o ar quente mais leve do que o ar frio, tende a subir e a arrastar o ar frio. Este fenómeno permite que ocorra ventilação no edifício devido às diferenças de temperatura, renovando o ar. Por sua vez, o princípio da depressão consiste na desigualdade de pressões entre lados opostos do edifício, introduzindo ar para o interior do edifício pela fachada onde o vento incide e libertando-o pela fachada oposta (corrente de ar), gerando ventilação natural (Isolani, 2008).

No caso das habitações voltadas apenas para um lado têm obviamente uma capacidade menor de utilizar ventilação natural. O conforto interior está assente na relação entre a temperatura do ar e a humidade relativa. Para se estar presente diante o conforto interior, a temperatura do ar deve encontrar-se compreendida entre os 18 e os 24 °C, enquanto a humidade deve balizada entre os 35 e os 75% (Moita, 2010).

Para se estar perante uma boa estratégia de ventilação natural, atendendo às necessidades de renovação de ar, deve ser tido em conta a geometria, o dimensionamento e o tipo de abertura da fenestração de cada divisão (Moita, 2010).

#### **IV.1.1.9. Os vãos envidraçados**

O vidro tem vindo a ganhar um papel cada vez mais importante num edifício quando se fala em eficiência energética do edifício, uma vez que é por ele que se dá grande parte das perdas de calor. O adequado dimensionamento das áreas envidraçadas, a qualidade do envidraçado e da caixilharia contribuem para o conforto térmico no interior das habitações e reduz o desperdício energético (reduzindo também a fatura energética) (Jardim, 2009).

Segundo Mota (2013), estima que 20% das perdas de calor numa habitação em Portugal têm origem nas janelas.

A substituição de janelas num edifício é a medida mais simples e eficaz para melhorar o nível de eficiência e conforto dos utilizadores. O deficiente desempenho dos vãos envidraçados tem um peso de até 30% das necessidades de climatização de um edifício, reduzindo os custos com aquecimento/arrefecimento. A escolha adequada para garantir um melhor desempenho interior pode garantir um retorno de investimento até seis anos, otimizando o desempenho energético-ambiental dos edifícios (Sampaio, 2011). Posto isto, é por demais evidente que uma adequada escolha dos vãos envidraçados nos edifícios é uma mais-valia para a melhoria considerável da eficiência do conforto dos utilizadores do espaço interior.

Para a escolha da melhor opção em termos de vidro a aplicar, é essencial atender a fatores como: luminosidade; localização do edifício; orientação solar do edifício; dimensão dos vãos da janela; isolamento térmico; e, isolamento acústico. Esses fatores são decididos consoante as características e a utilização do edifício em causa. Um

edifício com vidros adequados às suas características consegue obter uma poupança energética, refletindo-se no bolso do utilizador (Fernandes, 2011).

Relativamente à **área do vidro**, se o edifício estiver orientado para sul, o vão envidraçado deverá rondar 40% da superfície total. Se o vão envidraçado exceder 50% da superfície total do lado sul do edifício, a luz solar conseguida no inverno não aumentará significativamente mas as zonas situadas na parte sul da casa ficarão expostas a calor excessivo na época de verão, diminuindo o bem-estar. Por outro lado, uma superfície envidraçada reduzida diminui o risco de sobreaquecimento no verão, assim como diminui a luz solar no interior, levando a um consumo de energia maior provenientes da iluminação artificial e aquecimento (Isolani, 2008).

No que toca a **isolamento térmico**, existem três famílias de vidros: (a) os *vidros de baixa-emissividade* têm como função reduzir ao mínimo as perdas de calor que se encontra no interior do edifício; (b) os *vidros de controlo solar* têm como propósito reduzir os ganhos solares provenientes da incidência do Sol no edifício; (c) os *vidros seletivos* servem para deixar entrar a luz solar, sem a transmissão de calor solar para o interior do edifício, combinando o controlo solar com a baixa emissividade (Fernandes, 2011).

O **isolamento acústico** é um fator que tem vindo a ganhar cada vez mais importância. Por norma, os vidros com o propósito de isolar acusticamente possuem dois vidros unidos por uma película com propriedades de isolamento acústico (Fernandes, 2011).

No processo de decisão dos vãos **envidraçados** existe uma hierarquia. Essa hierarquia é iniciada nos critérios que têm impacto maior no desempenho térmico dos edifícios até aos de menor impacto. O primeiro passo é saber a zona climática onde o projeto se insere. Portugal está dividido pelo RCCTE em três zonas climáticas de inverno (I1, I2, I3) e três zonas climáticas de verão (V1, V2, V3). Estas zonas reúnem os concelhos do país com climas semelhantes onde o comportamento térmico dos edifícios deve ser idêntico. Após saber a zona climática onde o projeto se insere e a forma como este irá afetar o comportamento térmico do edifício, o passo seguinte é a orientação da fachada. O fator orientação depende muito da envolvente do edifício, onde o projetista deve ter consciência que este fator tem influência no desempenho térmico do edifício. A área de envidraçados é o critério seguinte, que deve ser projetada tendo em conta que os ganhos solares nas diferentes épocas do ano. O critério seguinte é o sombreamento que deve

reduzir os ganhos solares no verão e não impedir a penetração no inverno. O tipo de vidro e os materiais da caixilharia (alumínio, PVC, madeira, etc.), respetivamente, são os critérios que se encontram no final do processo de decisão. O vidro constitui grande parte da área do vão, proporcionando trocas de calor, através de ganhos solares e condução (Sirgado, 2010).

Em alternativa ao acrescento sucessivo de panos, podem ser aplicadas películas de baixa emissividade, aumentando a reflexão do calor e a capacidade de isolamento térmico da janela. Para reduzir perdas térmicas através dos envidraçados, é possível preencher o espaço de ar entre panos com gases menos condutores. Outra alternativa para o aumento do desempenho dos vãos é a utilização de vidros coloridos, uma vez que diminui a quantidade de radiação solar que é transmitida para o interior. No entanto, diminui a quantidade de luz e aumenta a necessidade de aquecimento no inverno (Ganhão, 2011).

A radiação total que incide no vão envidraçado é dividida em três partes: (a) a parte que é transmitida para o interior; (b) a parte que é refletida para o exterior; (c) e uma terceira parte absorvida pelo vidro (q posteriormente segue para o interior e outra para o exterior) (Sirgado, 2010).

Relativamente à **caixilharia**, esta é igualmente importante, uma vez que é o elemento de transição entre as áreas opacas e as áreas envidraçadas, garantindo a estanquidade e o bom desempenho térmico. A caixilharia deve ter em consideração (a) o grau de estanquidade da caixilharia e (b) a capacidade de reciclagem do material que constitui o caixilho e os acabamentos (Garrido, 2008).

A substituição das janelas de edifícios antigos por modelos mais recentes possibilita controlar as trocas térmicas entre o interior e o exterior e reduzir as infiltrações de ar não controladas (Sampaio, 2011).

No âmbito do (PNAEE), a medida ‘Janela Eficiente’, tem como objetivo a reabilitação das superfícies envidraçadas de cerca de 160 mil fogos até 2015 com a implementação de 1,6 milhões de m<sup>2</sup> de vidros mais eficientes em detrimento de vidros simples com necessidades de reparação. Estima-se que o potencial de poupança energética é na ordem de 156,2 TJ. (Lisboa E-Nova, 2009 cit in Ferreira, 2009).

#### **IV.1.1.10. O isolamento térmico**

Segundo Garrido (2008), os revestimentos devem garantir a permeabilidade e a “respiração” dos edifícios (permitindo a saída do vapor para o exterior, impedindo a entrada da chuva e de temperaturas indesejadas). De acordo com o mesmo autor, a qualidade das tintas utilizadas no interior e no exterior são peça-chave no nível de permeabilidade porque uma tinta que crie uma barreira ao vapor causa condensações, aparecimento de humidades e fungos.

Para Garrido (2008),

“um sistema de isolamento térmico com características técnicas e espessura adequadas, aplicado de forma contínua e pelo exterior dos edifícios (pavimento térreo, paredes envolventes e coberturas), contribui mais para a otimização do desempenho energético de um edifício, do que qualquer outro sistema equiparável.”

#### **IV.1.1.11. A vegetação**

A vegetação é um elemento importante na regularização e equilíbrio das condições climáticas extremas. Existem diversos fatores que podem originar diferentes efeitos climáticos específicos, tais como: as espécies e características da vegetação, o tipo e densidade da folhagem, a forma de ordenamento, a posição no terreno, entre outros (Moita, 2010).

É um facto, apresentado por Moita (2010), que as zonas verdes têm amplitudes térmicas mais reduzidas comparativamente às zonas construídas. É também nas zonas verdes que as temperaturas, no verão, se apresentam mais baixas, relativamente às zonas construídas.

Para a construção de barreiras permanentes de proteção de ventos dominantes, a vegetação de folhagem constante e espessa é a mais adequada. Para uma regulação sazonal da quantidade de radiação solar nas fachadas (máxima durante o inverno e mínima no verão), a vegetação de folha caduca é a mais apropriada. Outra medida eficaz é a utilização de plantas trepadeiras como protetores térmicos das fachadas, originando uma camada de ar imóvel entre a folhagem e a parede, se a ramagem for densa (cf. Figura 43) (Moita, 2010).

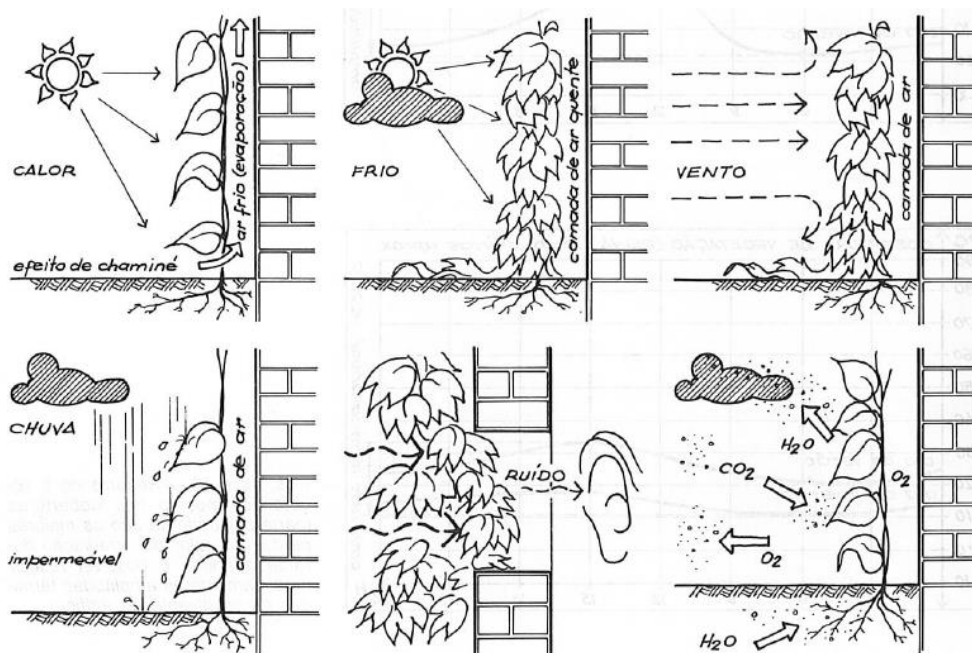


Figura 43: Efeitos da vegetação nas diferentes condições climáticas e acústicas

Fonte: Moita (2010)

O vento reduz a sua intensidade através da vegetação até um valor mínimo de distância igual a cerca de duas alturas da vegetação.

#### IV.1.1.12. A cobertura verde

A construção de coberturas verdes é uma prática com mais de 30 anos em vários países (como por exemplo a Alemanha, Suíça, Dinamarca, Estados Unidos e Canadá), onde já são operacionalizadas linhas de crédito específicas, subsídios e outros incentivos financeiros, publicação de legislação e regulamentação municipal que determinam as normas que deve seguir a construção deste tipo de estrutura (Invernizzi, 2011). No entanto, o mercado nacional está ainda no início. Existem organizações internacionais que ditam normas de aplicação e utilização de coberturas verdes que devem ser ajustadas às condições climáticas de cada país.

De acordo com Moita (2010), nas coberturas, onde se dão as maiores perdas de calor por irradiação durante o período da noite, a vegetação permite reduzir drasticamente as amplitudes térmicas, comparativamente ao asfalto (Cf. Anexo 5).

As coberturas verdes são um recurso valioso presente nas cidades, de área vasta, mais ou menos fragmentada, com grande número de metros quadrados e subaproveitada (Fernández, 2011).

As coberturas verdes gozam de um conjunto de mais-valias, tanto de natureza pública como privada. Quando concebidas e implementadas de forma correta (Invernizzi, 2011):

- Contribuem para uma boa gestão da água, através (a) da retenção de água da chuva para consumo de plantas; e (b) da redução do risco de inundação localizada através do escoamento;
- Aumenta a eficiência energética do edifício e reduz custos de aquecimento e arrefecimento até 5%, funcionando como mais uma camada de isolamento;
- Reduz o impacto da urbanização, melhorando a qualidade do ar no espaço urbano (produção de Oxigénio e redução de CO<sub>2</sub>);
- Diminuem o Efeito de Ilha de Calor Urbano – o uso de materiais como o betão e o asfalto nas cidades absorve e acumula muito calor podendo (as cidades) ser até 10 graus mais quentes do que as áreas rurais – através da adição de espaços verdes nas áreas urbanas;
- Melhoria da biodiversidade, aumentando o número de espécies de insetos, aves e outras espécies no meio urbano;
- Maior sensação de ambiente esteticamente mais agradável em contexto urbano;
- Reduzem a poluição sonora, com a redução da área de superfície e materiais refletores de som;
- Possibilidade de redução de custos de manutenção da construção, devido ao aumento considerável do ciclo de vida da construção explicado pela proteção contra intempéries.

No entanto, segundo Fernández (2011), é necessária vontade política, um planeamento urbano adequado e consciencialização dos benefícios por parte dos cidadãos.

“As coberturas verdes e vivas constituem uma nova e intensa área de negócio, uma exceção notável no panorama de abrandamento de atividade que tem caracterizado o setor da construção nos últimos anos, na sequência da crise financeira global que tem travado o desenvolvimento económico.” (Fernández, 2011).

O conhecimento e utilização de diferentes sistemas de construção em função do tipo de cobertura verde a ser utilizado é fundamental para o sucesso da cobertura verde.

“Todas as coberturas planas, e a grande maioria das coberturas inclinadas poderiam ser coberturas verdes. Deste modo restituirmos à Natureza parte do espaço que lhe subtraímos com as nossas edificações.” (Fernández, 2011).

A grande diferença entre coberturas planas e coberturas inclinadas é a sua drenagem. A maior preocupação numa cobertura inclinada é garantir a estabilidade do substrato, pois se a camada de drenagem não for eficaz a evacuar a água, pode ocorrer um empolamento das várias camadas e conseqüente deslizamento de substrato. Pelo que foi referido atrás, é essencial uma correta seleção e dimensionamento do sistema de drenagem de água (Fernández, 2011).

No entanto, segundo a Ordem dos Arquitectos cit. in Ferreira (2009), este tipo de cobertura envolve um custo considerável que não se aparenta recuperável apenas devido à economia de energia que este sistema permite.

#### IV.1.1.13. Os ganhos solares diretos

Um sistema de ganho direto define-se como um sistema que capta radiação solar através de vãos envidraçados para o interior do espaço habitado (cf. Figura 44) (Moita, 2010).

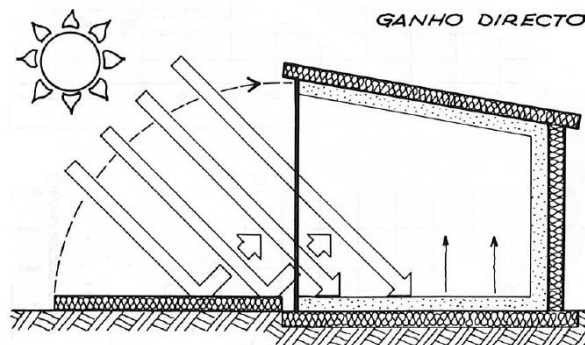


Figura 44: Representação de sistema de ganho direto de radiação solar

Fonte: Moita (2010)

A janela é um elemento muito importante para a aquisição da energia solar para aquecimento do ambiente de conforto, sendo os fatores decisivos para a eficiência a orientação a sul e o seu correto dimensionamento (Moita, 2010).

O sistema de ganhos diretos só consegue atingir o seu máximo potencial no controlo do balanço térmico se tiver como parte integrante isolamento térmico noturno (como, por exemplo, persianas), sombreadores de uso sazonal e mecanismos de ventilação sazonal (Moita, 2010).

Comparativamente ao vidro transparente, o vidro translúcido espalha a radiação direta, evitando o encadeamento por luminosidade excessiva, permitindo uma melhor iluminação natural no interior, reduzindo custos de iluminação artificial (cf. Figura 45).

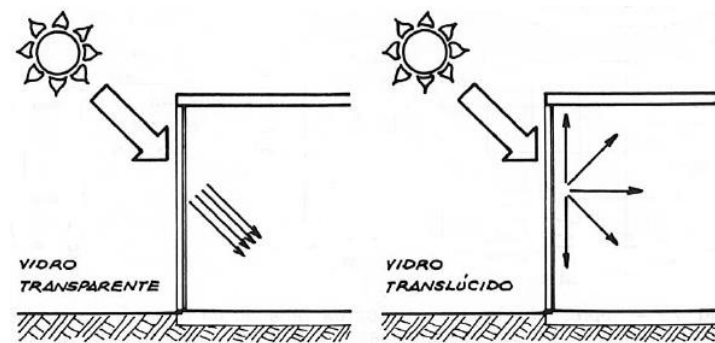


Figura 45: Representação esquemática do vidro transparente e do vidro translúcido

Fonte: Moita (2010)

#### IV.1.1.14. Os ganhos solares indiretos

Um sistema de ganho indireto define-se como um sistema de captação da energia solar através de uma parede coletora situada entre o vidro que faz proteção exterior e espaço interior (cf. Figura 46). A parede deve ser constituída por materiais como o betão, tijolo maciço, pedra ou até mesmo contentores de água (cf. Figura 47) (Moita, 2010).

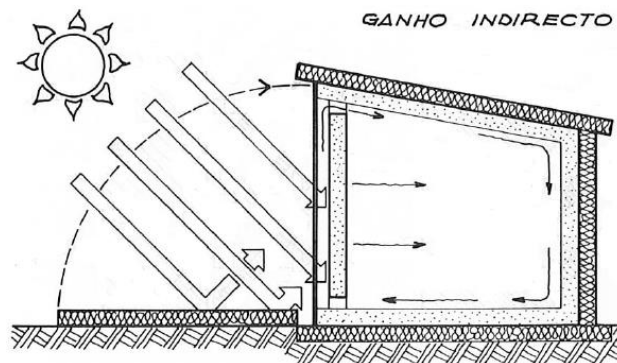


Figura 46: Representação esquemática de um sistema de ganho indireto

Fonte: Moita (2010)

De acordo com Moita (2010),

“o calor assim produzido no lado exterior, durante o período de exposição solar, é armazenado pela massa da parede e conduzido para o seu lado interior, donde se propaga para o compartimento por convecção e radiação.”

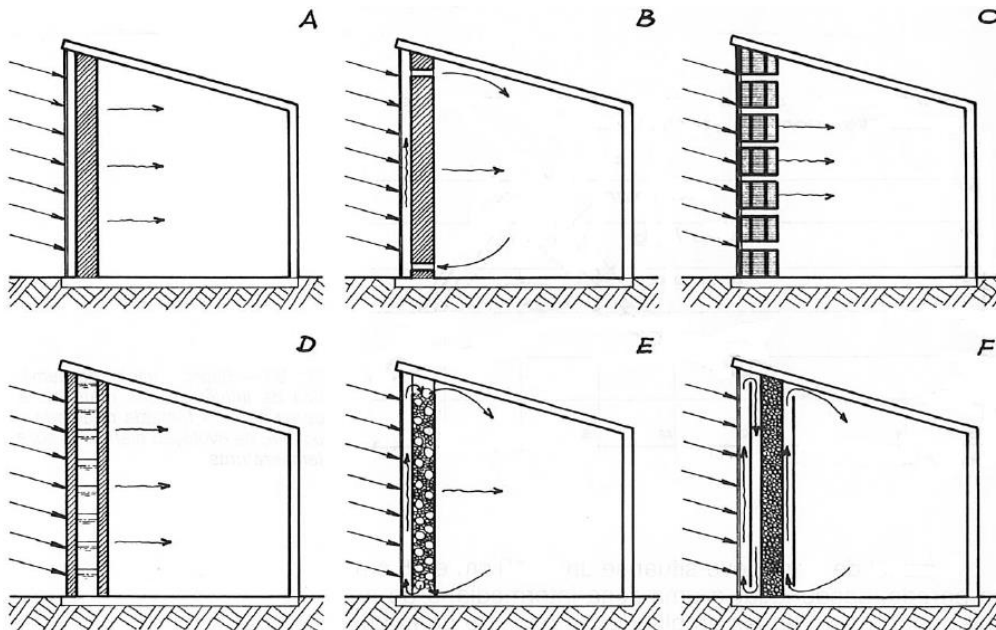


Figura 47: Diversas paredes de acumulação térmica

A. Parede irradiante; B. Parede com ventilação; C. Parede de acumulação com contentores de água; D. Parede com combinação de contentores de água e alvenaria; E. Parede de enrocamento e contentores de água; F. Parede de enrocamento e sistema de ventilação dupla independente.

Fonte: Moita (2010)

De acordo com Moita, (2010), o sistema de ganho indireto impede sobreaquecimentos em dias de forte insolação e, por outro lado, possibilita temperaturas amenas em dias de fraca radiação solar sendo, por isso, preferíveis em climas com elevada percentagem de radiação solar em estação fria.

#### **IV.1.2. As medidas para a eficiência energética**

Os edifícios são vistos como um dos setores onde se poderá obter ganhos importantes ao nível dos consumos energéticos.

Os cidadãos devem ter um papel ativo na utilização mais eficiente da energia, desde logo olhando para a poupança de energia como a primeira fonte de energia renovável disponível, através de comportamentos diários na utilização de sistemas e eletrodomésticos consumidores de energia; na seleção cuidadosa de eletrodomésticos e sistemas de aquecimentos/arrefecimento, tendo em consideração a etiqueta referente ao consumo de energia; e na melhoria da eficiência energética dos sistemas de aquecimento/arrefecimento da habitação (Isolani, 2008).

De acordo com Garrido (2008),

“o sector dos edifícios consome cerca de 40% dos recursos energéticos da UE. É neste sector que se encontra o maior potencial para a melhoria da eficiência energética. As habitações representam dois terços do consumo total de energia dos edifícios europeus. Esse consumo aumenta todos os anos à medida que o nível de vida da população vai melhorando, traduzindo-se numa maior utilização dos sistemas de climatização.”

De acordo com o Diretor Geral da ADENE, Alexandre Fernandes (Construção Sustentável, 2011), o potencial de melhoria do desempenho energético em habitações portuguesas é muito elevado, onde quase dois terços estão abaixo do nível estabelecido para edifícios novos. O mesmo afirma ainda que há uma excelente oportunidade em Portugal no que respeita à reabilitação, sendo imprescindível que a reabilitação seja realizada de um modo sustentado.

Segundo Garrido (2008),

“há que atuar ao nível da redução das necessidades, e tal só é possível com o aumento da eficiência do uso da energia. A poupança energética é, de longe, a forma mais eficaz de, simultaneamente, aumentar a segurança do abastecimento de energia e de reduzir as emissões de dióxido de carbono.”

#### **IV.1.2.1. Os sistemas de avaliação e certificação em Portugal**

O **SCE** pode desempenhar um papel importante na transição para um edificado mais eficiente, levando para padrões mais elevados de eficiência de recursos para assim ser certificado.

O **SCE** entrou em vigor a 1 de junho de 2007 no âmbito da legislação de eficiência energética dos edifícios portugueses, estando publicado no Decreto-Lei nº 78/2006, de 4 de abril, e certifica o **RSECE** e o **RCCTE** nos edifícios através da etiquetagem energética dos edifícios ou frações autónomas avaliadas por técnicos especializados. Estes certificados são semelhantes às etiquetas energéticas dos eletrodomésticos. As entidades gestoras deste processo são a Agência para a Energia (ADENE) a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e a Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

O Certificado Energético analisa as vertentes de aquecimento e arrefecimento ambiente e as águas quentes sanitárias, quantificando o desempenho energético de uma habitação. O certificado apresenta uma classificação através de uma letra, informando de forma simples o desempenho energético da fração ao público em geral.

“A certificação energética pode conduzir a economias médias de 30% aos 40% no consumo de energia, resultantes de pelo menos cinco áreas: renováveis, isolamentos, pontes térmicas, superfícies envidraçadas e sombreamentos” (Lisboa E-Nova, 2009 cit in Ferreira, 2009).

As medidas propostas têm uma hierarquia a seguir para que a intervenção a efetuar siga, primeiramente, um critério de redução de necessidades energéticas, posteriormente intervindo ao nível das energias renováveis e, por último, a utilização de equipamentos mais eficientes.

#### **IV.1.2.2. Os instrumentos de avaliação da sustentabilidade de edifícios**

Atualmente existem já diversos sistemas de avaliação e certificação da construção sustentável. A nível internacional, existem sistemas como o Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) e o Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) que são usualmente tidos como referência. Em Portugal, o sistema voluntário para a avaliação da construção sustentável LiderA (acrónimo de Liderar pelo Ambiente) é o único de referência. Estes sistemas de avaliação ambiental podem ser usados para estabelecer metas, aumentar a perceção, orientar e monitorizar o progresso do empreendimento.

##### **LiderA – Sistema de certificação da sustentabilidade**

O LiderA é um sistema de apoio técnico da construção sustentável desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, juntamente com o apoio da Inovação e Projetos em Ambiente, Lda. (IPA), em 2000 (Pinheiro, 2011).

Com a sua primeira versão criada em 2005, o LiderA é um sistema voluntário português que tem como objetivo efetuar de forma eficiente e integrada de apoio, avaliação e certificação da sustentabilidade dos ambientes sustentáveis, mediante princípios e critérios (LiderA). Mais tarde, foi desenvolvida a versão 2.0 que permite alargar o sistema não só para o edificado mas também para o ambiente construído, espaços exteriores, bairros, zonas e os seus utentes numa ótica de comunidade sustentável.

O Sistema LiderA destina-se:

- Apoiar o desenvolvimento de planos e projetos que procurem a sustentabilidade;
- Avaliar e posicionar o seu desempenho nas diferentes fases do ciclo de vida do edifício (conceção, obra e operação) quanto à procura da sustentabilidade;
- Suportar a gestão na fase de construção e operação;
- Certificar através de verificação por uma avaliação independente;

- Servir como instrumento de mercado distintivo para os empreendimentos e clientes que valorizem a sustentabilidade.

Para a procura de sustentabilidade nos ambientes construídos, o LiderA assenta em seis princípios a serem adotados (Pinheiro, 2011):

- Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
- Fomentar a eficiência no uso dos recursos;
- Reduzir o impacto das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);
- Assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental;
- Fomentar as vivências socioeconómicas sustentáveis;
- Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação.

A avaliação dos princípios que servem como base é feita mediante seis vertentes que subdividem-se em vinte e duas áreas (cf. Tabela 9):

Tabela 9: Contabilização das vertentes consoante o recurso e áreas do sistema LiderA

Vertentes	Área	Ponderação	Crítérios
Integração Local (14%)	Solo	7%	Valorização territorial Optimização ambiental da implantação
	Ecosistemas	5%	Valorização ecológica Interligação de habitats
	Paisagem e património	2%	Integração paisagística Protecção e valorização do património
Recursos (32%)	Energia	17%	Eficiência nos consumos e certificação energética Desenho passivo Intensidade em carbono
	Água	8%	Consumo de água potável Gestão das águas locais
	Materiais	5%	Durabilidade Materiais locais Materiais de baixo impacte
	Produção Alimentar	2%	Produção local de alimentos
Cargas Ambientais (12%)	Efluentes	3%	Tratamento das águas residuais Caudal de reutilização de águas usadas
	Emissões atmosféricas	2%	Caudal de emissões atmosféricas
	Resíduos	3%	Produção de resíduos Gestão de resíduos perigosos Valorização de resíduos
	Ruído exterior	3%	Fontes de ruído para o exterior
	Poluição ilumino-térmica	1%	Poluição ilumino-térmica
Conforto Ambiental (15%)	Qualidade do ar	5%	Níveis de qualidade do ar
	Conforto térmico	5%	Conforto térmico
	Iluminação e acústica	5%	Níveis de iluminação Conforto sonoro
Vivência Socioeconómica (19%)	Acesso para todos	5%	Acesso aos transportes públicos Mobilidade de baixo impacto Soluções inclusivas
	Diversidade económica	4%	Flexibilidade - adaptabilidade aos usos Dinâmica económica Trabalho local
	Amenidades e interação social	4%	Amenidade locais Interação com a comunidade
	Participação e controlo	4%	Capacidade de controlo Condições de participação e governância Controlo de riscos naturais Controlo das ameaças humanas
	Custos no ciclo de vida	3%	Custos no ciclo de vida
Uso Sustentável (8%)	Gestão ambiental	6%	Condições de utilização ambiental Sistema de gestão ambiental
	Inovação	2%	Inovações

Fonte: Pinheiro (2011)

No sistema de avaliação de procura da sustentabilidade, existe um conjunto de critérios que ajudam a operacionalizar os aspetos a considerar nas diferentes áreas. Estes critérios têm como objetivo ajudar a selecionar a solução que melhore o desempenho existente,

possuindo uma percentagem de importância, tanto numa perspectiva ambiental como económica. Os níveis de desempenho são transformados em classes, que vão desde G a A++. O grau de sustentabilidade por área é mensurável em classes de bom desempenho crescentes, onde a classe G é a menos eficiente, a classe E é a classe de referência de utilização e a classe A++ é a classe mais eficiente (cf. Figura 48) (Pinheiro, 2011).



Figura 48: Níveis de desempenho ambiental na ótica da sustentabilidade

Fonte: Pinheiro (2011)

O Sistema LiderA aplica-se a empreendimentos, zonas construídas, fogos e edifícios de diferentes usos, como residenciais, serviços, turísticos, comerciais, em qualquer fase do ciclo de vida.

Baptista (2012) concluiu que o SCE contribui para um maior esclarecimento sobre as qualidades de cada fração ou edifício, assim como, potencia novas oportunidades de negócio através da identificação das medidas de melhoria, “revelando-se sem dúvida como uma mais-valia económica num setor atualmente em abrandamento.”

Segundo o mesmo autor, entre as principais razões para a certificação de imóveis estão a valorização do imóvel (35%) e a melhoria do desempenho energético (35%) do mesmo.

#### **IV.1.2.3. A iluminação**

Segundo Jardim (2009), a iluminação é um fator chave para a eficiência energética dos edifícios pois pode atingir 25% do setor residencial.

“Este é um uso com enorme potencial de economias de energia, não apenas pelo uso de equipamentos mais eficientes, como também pela utilização da iluminação natural. Com efeito, para além da poupança de energia que permite, a iluminação natural propicia maior bem-estar e uma melhor perceção visual dos objetos e, ainda, condições psicológicas mais favoráveis, dada a sua variabilidade em oposição à monotonia da iluminação artificial. Deve-se assim garantir condições de iluminação que permitam a minimização do recurso à iluminação artificial, sem por em causa o conforto térmico dos ocupantes.” (Jardim, 2009)

Os espaços de convívio, tal como a cozinha e a sala de estar, devem ter acesso ao exterior para aproveitar a luz natural e assim poder reduzir o consumo energético. Para além disso, deve optar-se por lâmpadas de baixo consumo.

O consumo de eletricidade tem vindo a aumentar ao longo dos anos. De acordo com Mateus e Bragança (2006), este aumento deve-se principalmente à construção de habitações com maiores áreas e à utilização de um maior número de pontos de luz. Assim, segundo os autores, a iluminação artificial de um espaço está relacionada com as dimensões do espaço, da reflectância das superfícies presentes no espaço e nas atividade que nele se desenvolve.

Como tal, segundo Mateus e Bragança (2006), “um sistema de iluminação eficiente deverá:

- Assegurar um elevado grau de conforto visual;
- Utilizar iluminação natural;
- Assegurar um nível de iluminação adequado à atividade;
- Possibilitar o controlo da iluminação dos espaços por zonas;
- Possuir baixo consumo energético;

- Dar preferência aos acabamentos de cor clara nas superfícies interiores e mobiliário;
- Utilização de interruptores inteligentes.”

As lâmpadas incandescentes são o tipo de lâmpadas mais utilizado na iluminação artificial interior. Embora este tipo de lâmpadas seja o mais barato, é também o menos eficiente e menos durável, uma vez que, da energia consumida, apenas 5 a 10% se transforma em energia luminosa, o que se traduz em custos de operação mais elevados (Mateus e Bragança, 2006).

No campo de ação da reabilitação energética das condições de iluminação artificial é importante destacar, como medida de poupança, o lado da eficiência energética dos equipamentos de iluminação e principalmente a utilização de luz natural.

Assim, para permitir a entrada de luz é uma boa opção o uso de paredes de tijolo, em paredes não estruturantes e telhas de vidro.

Relativamente à iluminação artificial, a utilização de lâmpadas de baixo consumo, como as LED e as lâmpadas fluorescentes são as mais económicas para reduzir o consumo de energia. As lâmpadas de baixo consumo estão ao alcance de todas as carteiras. O investimento realizado na compra deste tipo de lâmpadas é ínfimo comparativamente aos benefícios energéticos, financeiros e ambiental. A tecnologia LED é mais evoluída e reduz para um décimo o consumo de energia, é mais fácil controlar a qualidade da luz emitida e tem uma longevidade superior a cinquenta vezes, comparativamente às lâmpadas tradicionais incandescentes. No que toca a questões ambientais, a tecnologia LED evita o uso de mercúrio e fósforo na sua produção (Tirone e Nunes, 2010).

As lâmpadas fluorescentes, por sua vez, economizam 80% de energia, geram 80% menos CO<sub>2</sub> e têm uma esperança média de vida 15 vezes mais longa que as demais (Duran, 2011).

#### **IV.1.2.4. Os eletrodomésticos**

A evolução tecnológica dos últimos anos e o nível de vida das famílias portuguesas trouxe uma variada gama de eletrodomésticos para os edifícios. Este aumento de maquinaria traduziu-se num aumento dos consumos de eletricidade (Mateus e Bragança).

De acordo com o mesmo autor (Isolani, 2008), a melhoria da eficiência energética dos equipamentos e iluminação são um alvo de intervenção para a economia de energia.

A UE criou a etiqueta energética como forma de ajudar a informar o consumidor acerca do consumo energético do eletrodoméstico durante a sua vida útil e incentivar o produtor a investir no desenvolvimento de aparelhos mais eficientes.

Criada em 1992, a etiqueta energética foi uma das medidas mais emblemáticas no combate ao desperdício energético. Segundo Mota (2013),

“A estratégia consiste em fomentar a procura de aparelhos eficientes, na expectativa de que os fabricantes respondam com a inclusão de critérios progressivamente mais ecológicos na conceção dos produtos. Atualmente, o plano de ataque parece bem-sucedido, já que a maioria dos aparelhos abaixo da classe D, menos eficientes, deixou de ser vendida”.

Os eletrodomésticos de classe A são mais eficientes do que os restantes, cooperando para a otimização do desempenho energético-ambiental da habitação (Garrido, 2008).

Para além de todas estas medidas, é essencial uma cuidada operação por parte dos ocupantes, para que haja um significativo impacto sobre o seu desempenho: educar os usuários, monitorizar o desempenho e uma manutenção frequente são necessárias para garantir a eficiência operacional ideal.

## **IV.2. As medidas para o uso eficiente de água**

À semelhança da energia, a poupança de água deve partir dos usuários e da importância na sua economia.

De acordo com Sassi (2006), existem três abordagens relacionadas com a redução do uso de água nas habitações. A primeira abordagem é relativa à necessidade de implementar sistemas eficientes para uso de água em edifícios. A segunda abordagem é respeitante à procura de outras fontes de água, tais como a água da chuva ou água residuais (provenientes de banheiras, lavatórios e bidés). Por último, a terceira abordagem é alusiva ao tratamento das águas pluviais e residuais através de aparelhos específicos.

Através dos dados apresentados anteriormente, conclui-se que a utilização de água numa habitação é elevada para atingir os níveis de conforto desejados, sobretudo a água utilizada para higiene nas casas de banho. Assim, é necessário ir em busca de novos produtos e equipamentos que permitam a reutilização de água cinzentas e aproveitamento de águas pluviais para diminuir os consumos e aumentar as poupanças de água numa habitação.

### **IV.2.1. O sistema de avaliação da eficiência hídrica em Portugal**

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), aprovado pela publicação da Resolução do Conselho de Ministros nº113/2005, de 30 de junho, vem expor a preocupação e a consciencialização da necessidade de uma utilização eficiente da água, o que não acontecia até à data. Em 2007, o PNEUA criou uma entidade responsável pela certificação hídrica em Portugal chamada Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP). A ANQIP é uma associação sem fins lucrativos que promove e garante a qualidade e eficiência nas instalações prediais.

De acordo com a ANQIP (2013),

“as questões de eficiência hídrica assumem uma importância crescente em Portugal como uma questão de consciência ambiental no nosso país, dado que as ineficiências no uso da água são superiores a 240 milhões de m<sup>3</sup>/ano (com um valor económico próximo de 400 milhões de euros/ano), segundo o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água.”

A ANQIP implementou um sistema de certificação hídrica através de uma rotulagem, em 2008, que permite aos consumidores o conhecimento da eficiência hídrica de cada aparelho. Este sistema funciona à imagem do que acontece com a etiqueta de consumo energético, onde os equipamentos são qualificados de forma escalonada pela sua eficiência, classificando com a classe A (A++, A+) o mais eficiente e com a classe E o menos eficiente. No entanto, ao contrário da certificação energética, a certificação hídrica é voluntária (cf. Figura 49).

Este modelo é fundamentado em especificações técnicas elaboradas por Comissões Técnicas setoriais dos diversos produtos (autoclismos, torneiras, máquinas de lavar, etc.) para assim estabelecer os valores de referência para atribuição da respetiva avaliação (Rodrigues, 2008).

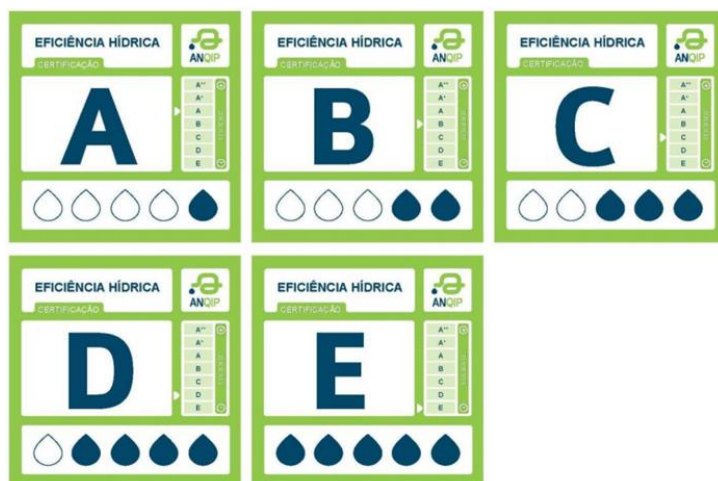


Figura 49: Rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal

Fonte: adaptado de ANQIP (2008)

De seguida, é apresentado um conjunto de medidas para a redução dos consumos de água e para a utilização mais eficiente deste recurso nos edifícios de habitação, sem reduzir o conforto, nem o grau de higiene associados à sua utilização. As medidas apresentadas situam-se ao nível da sensibilização dos utilizadores, de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e águas cinzentas e da utilização de dispositivos mais eficientes.

#### **IV.2.2. Os equipamentos que promovem a sustentabilidade hídrica**

O primeiro passo para a redução do consumo geral de água através da utilização de equipamento ecológico e medidas que ajudem a redução da utilização de água, uma vez que estes têm um grande potencial de redução.

A disponibilização de informação clara e objetiva por parte do fabricante é uma situação que só favorece a eficiência hídrica e o consumidor, permitindo optar pelo equipamento mais adequado (Rodrigues, 2008).

Como foi visto anteriormente, a descarga de **autoclismos** corresponde a um grande consumo doméstico de água. É ainda mais preocupante se se tiver em conta que a água desperdiçada é potável. A frequência diária de uso de um autoclismo encontra-se entre as 4 e as 6 descargas por habitante, onde o volume médio de descarga é de 9 litros e a capacidade dos modelos tradicionais podem atingir os 15 litros (Baptista et al. 2001 in Barroso, 2010).

De acordo com Rodrigues (2008), os consumos de autoclismos devem-se às necessidades fisiológicas, assim como da utilização inadequada através das descargas de resíduos sólidos na bacia de retrete e devido à falta de estanquidade do aparelho.

Como sublinha Batista (2010), cerca de 70% das descargas não necessitam desta quantidade de água, uma vez que não se verifica matéria fecal. Assim, a utilização dos meios adequados resultam numa poupança significativa de água, tornando-se assim uma solução sustentável.

Ora, como bem refere Rodrigues (2008), a redução do consumo de água associado ao autoclismo pode ser feita através (a) da alteração de comportamentos por parte dos utilizadores; (b) pela adoção de equipamento mais eficiente (com descarga de volume reduzido, com descarga de dupla capacidade ou com descarga controla pelo utilizador) comparativamente ao existente; (c) utilização de bacias de retrete em sistema seco através de compostagem, incineração, vácuo ou químicas (embora este sistema apenas seja recomendado em casas isoladas ou pequenos aglomerados rurais); e (d) deteção e reparação de fugas.

Existem várias soluções no mercado que permitem reduzir o consumo de água, tais como (Mateus e Bragança, 2006):

- A seleção de modelos de baixa capacidade;
- Autoclismo de descarga diferenciada;
- Redutor volumétrico nas bacias sanitárias;
- Bacias de retrete em sistema seco;

Segundo Mota (2013), a quantidade gasta de cada vez que se puxa o autoclismo equivale ao que um habitante de alguns países em vias de desenvolvimento consome em higiene e alimentação em apenas um dia.

Para os autoclismos, a utilização ideal - letra A++ – é aquela que corresponde ao autoclismo de dupla descarga, com volume máximo de 4,0 litros, volume máximo de descarga completa entre 4,0 e 4,5 litros e volume mínimo de descarga para poupança de água entre 2,0 e 3,0 litros (cf. Tabela 10).

Tabela 10: Condições para atribuição de categorias de eficiência hídrica em autoclismos  
(em litros)

Volume nominal (l)	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máximo - descarga completa)	Tolerância (Volume mínimo de descarga para poupança de água)
4	Dupla descarga	A++	4,0–4,5	2,0–3,0
5	Dupla descarga	A+	4,5–5,5	3,0–4,0
6	Dupla descarga	A	6,0–6,5	3,0–4,0
7	Dupla descarga	B	7,0–7,5	3,0–4,0
9	Dupla descarga	C	8,5–9,0	3,0–4,5
4	C/ interrupção de descarga	A+	4,0–4,5	-
5	C/ interrupção de descarga	A	4,5–5,5	-
6	C/ interrupção de descarga	B	6,0–6,5	-
7	C/ interrupção de descarga	C	7,0–7,5	-
9	C/ interrupção de descarga	D	8,5–9,0	-
4	Completa	A	4,0–4,5	-
5	Completa	B	4,5–5,5	-
6	Completa	C	6,0–6,5	-
7	Completa	D	7,0–7,5	-
9	Completa	E	8,5–9,0	-

Fonte: adaptado de ANQIP (2008)

A adequação da **utilização de autoclismos permite reduzir o consumo** de água e do volume de água residual produzida sem necessidade de efetuar investimento (poupando anualmente cerca de 20€ por fogo). O simples facto de usar a descarga de menor volume (3 litros) ao invés da descarga de maior volume, aquando da ausência de matéria fecal, permite um potencial de redução de 37% (correspondendo a 10 m<sup>3</sup>/ano/fogo) (Almeida et al, 2006).

No caso de **substituição de um autoclismo convencional** (de 10 litros de descarga) para um autoclismo eficiente de descarga diferenciada (de 6/3 litros) permite uma redução do consumo de água e do volume de água residual produzida, permitindo poupar anualmente cerca de 54 €/fogo, recuperando o investimento em cerca de 2 a 3 anos. Esta ação tem um potencial de redução de 60% (correspondendo a 28 m<sup>3</sup>/ano/fogo) (Almeida et al, 2006).

A **utilização de bacias de retrete sem uso de água** permite reduzir o consumo de água e do volume de água residual produzida, permitindo poupar anualmente cerca de 88 €/fogo, recuperando o investimento em cerca de 15 anos. A substituição de um autoclismo convencional (10 litros de descarga) por uma bacia de retrete sem água

(consumo nulo de água), permite uma potencial eficiência de 100% (correspondendo a 45 m<sup>3</sup>/ano/fogo). No entanto, tem como inconvenientes apenas ser exequível em casos particulares, implica consumo adicional de energia e possui um potencial risco para a saúde, caso a operação do sistema e sua manutenção não forem adequadas (Almeida et al, 2006).

O **sistema de utilização de bacias de retrete por vácuo** permite reduzir o consumo de água e do volume de água residual produzida, apresentando uma potencial eficácia de 80%. No entanto, é um investimento considerável, consome mais energia do que o sistema tradicional (autoclismo convencional), não sendo viável em instalações com um número reduzido de pontos de utilização (Almeida et al, 2006).

Em Portugal, os **duches e banhos** representam mais de 30% do consumo médio diário doméstico, sendo as atividades que mais água consomem numa habitação. Como tal, há uma grande capacidade para poupar através de medidas que reduzem o volume gasto, sem abdicar do conforto do utilizador.

Os fatores que determinam o uso eficiente de água nos chuveiros são o caudal do chuveiro dependente da pressão da rede (e eventualmente do equipamento utilizado para aquecimento – esquentador, termoacumulador ou caldeira), a duração do banho e o número de banhos por dia realizados pelo agregado familiar (Rodrigues, 2008).

Os chuveiros são aparelhos onde existe um grande número de soluções para redução do consumo de água tendo, por isso, um potencial de poupança significativo. No mercado há estabilizadores de caudal. São baratos, simples e permitem reduzir entre 50 a 60% em relação ao chuveiro comum. Também para este sistema é importante verificar os critérios ambientais do fabricante.

A redução do consumo associado ao equipamento de chuveiros é conseguida através da substituição ou adaptação para chuveiros mais eficientes. Esta mesma eficiência é conseguida através da diminuição de caudal, ou volume total de utilização e pode atingir uma eficiência potencial de 25%. De acordo com Rodrigues (2008), esta redução pode ser conseguida através dos seguintes pontos:

- Seleção de um modelo com menor caudal;
- Seleção de torneiras misturadoras, monocomando ou termostáticas permitem reduzir o consumo de água através da redução do tempo de regulação da temperatura e facilidade de abertura e fecho sendo, por isso, mais eficientes;
- Instalação de dispositivos como o redutor de caudal na extremidade da torneira, arejador ou a válvula de seccionamento.

De acordo com o PNUEA in Rodrigues (2008), as medidas mais importantes para a poupança de água em duchas e chuveiros permitem uma eficiência potencial de 50% e passam pela sensibilização do utilizador, sugerindo:

- A utilização do duche em detrimento do banho de imersão;
- A realização de duchas não superiores a 5 minutos;
- Fecho de água durante o período de ensaboamento;
- Em caso de banho, utilização de apenas 1/3 do nível máximo da banheira.

A **redução do tempo de duche** leva evidentemente à redução do consumo de água e energia e do volume de água residual produzida sem necessidade de efetuar investimento, levando a uma poupança anual de cerca de 85 €/pessoa. Assim, a redução da duração do tempo de duche de 10 para 5 minutos permite uma um potencial de redução de 50% (correspondendo a 13 m<sup>3</sup>/ano/pessoa) (Almeida et al, 2006).

A **substituição de um chuveiro** convencional (com caudal de 12 litros/minuto) por um chuveiro eficiente (com caudal de 9 litros/minuto) permite reduzir o consumo de água e energia e do volume de água residual produzida, poupando anualmente cerca de 130 €/pessoa, recuperando o investimento em cerca de 8 meses. Esta ação tem um potencial de redução de 25% (correspondendo a 20 m<sup>3</sup>/ano/habitação) (Almeida et al, 2006).

Todos os valores têm em atenção os estudos e propostas existentes em países que já possuem o rótulo de eficiência hídrica.

Para os chuveiros, a utilização ideal - letra A+ – é aquela que corresponde ao chuveiro igual ou inferior a 5,0 litros/minuto. Relativamente às banheiras, entende-se que as torneiras não devem ser classificadas, uma vez que o consumo de água quente não depende do caudal do aparelho (cf. Tabela 11).

Tabela 11: Categorias de eficiência hídrica nos chuveiros (ANQIP, 2012)

Caudal (l/min)	Chuveiro	Sistemas de duche	Sistema de duche com torneira termostática ou eco-stop	Sistema de duche com torneira termostática e eco-stop
$Q \leq 5$	A+	A+	A++	A++
$5 < Q \leq 7,2$	A	A	A+	A++
$7,2 < Q \leq 9,0$	B	B	A	A+
$9,0 < Q \leq 15,0$	C	C	B	A
$15,0 < Q \leq 30,0$	D	D	C	B
$30,0 > Q$	E	E	D	C

Fonte: adaptado de ANQIP (2012)

As **torneiras** são o dispositivo mais comum nas habitações, encontrando-se em lavatórios, bidés, banheiras, duchas e lava-louças. Como tal, é igualmente importante atuar sobre elas. De acordo com os resultados apresentados anteriormente, as torneiras representam 16% do consumo na habitação.

Os principais fatores que condicionam o consumo eficiente de água nas torneiras são o caudal, a duração de utilização e o número de utilizadores por dia do agregado familiar (Rodrigues, 2008).

De acordo com Mateus e Bragança (2006), a redução do consumo por parte das torneiras é possível através da adoção das seguintes medidas:

- Seleção de modelos com menor caudal;
- Aplicação de emulsionadores de caudal nas torneiras para evitar grande volume de água;
- Opção por torneiras que permitam o corte rápido do fluxo para haver menor desperdícios;
- Aplicação de torneiras com infravermelhos ou temporizador.

Para a substituição de torneiras convencionais por modelos mais eficientes deve-se optar por torneiras com as seguintes características (Almeida et al., 2006):

- Maior ângulo de abertura de manípulo;
- Redutor de caudal;
- Dispositivo arejador;
- Dispositivo pulverizador;
- Fecho automático ou com comando eletrónico;
- Possuidoras de monocomando, misturadoras ou termostáticas.

A **substituição de torneiras** convencionais (caudal médio de 12 litros/minuto) por torneiras eficientes (7 litros/minuto) permite reduzir o consumo de água e energia e do volume de água residual produzida, permitindo poupar anualmente 144 €/torneira, recuperando o investimento em cerca de 6 meses. Esta ação tem um potencial de redução de 42% (correspondendo a 34 m<sup>3</sup>/ano/fogo). O grande desafio é a oferta limitada de dispositivos eficientes no mercado nacional (Almeida et al, 2006).

De acordo com a ANQIP (cit in Barroso, 2010),

“em Portugal, com vista à redução dos consumos de água a ANQIP propõe o uso de torneiras eficientes com caudais inferiores a 2 litros para a casas de banho, e para cozinha, torneiras com caudais inferiores a 4 litros”.

Para as torneiras de lavatório em residências, a utilização ideal - letra A+ – é aquela que tem um consumo de água igual ou inferior a 2,0 litros/minuto. Para a categoria A++ recomenda-se a utilização de torneiras com arejador e/ou eco-stop (cf. Tabela 12).

Tabela 12: Categorias de eficiência hídrica das torneiras de lavatório

TORNEIRAS DE LAVATÓRIO			
Caudal (l/m)	tradicionais	c/ eco-stop ou arejador	c/ eco-stop e arejador
$Q \leq 2,0$	A+	A++	A++
$2,0 < Q \leq 4,0$	A	A+	A++
$4,0 < Q \leq 6$	B	A	A+
$6,0 < Q \leq 9,0$	C	B	A
$9,0 < Q \leq 12,0$	D	C	B
$12,0 < Q$	E	D	C

Fonte: adaptado de ANQIP (2012)

Por sua vez, para as torneiras de cozinha, é considerado como utilização ideal – letra A - aquelas que tem um consumo de água igual ou inferior a 4,0 litros/minuto. Para obter nível A++, deverão possuir eco-stop e/ou arejador (cf. Tabela 13).

Tabela 13: Categorias de eficiência hídrica das torneiras de cozinha

TORNEIRAS DE COZINHA			
Caudal (l/m)	tradicionais	c/ eco-stop ou arejador	c/ eco-stop e arejador
$Q \leq 4,0$	A+	A++	A++
$4,0 < Q \leq 6,0$	A	A+	A++
$6,0 < Q \leq 9,0$	B	A	A
$9,0 < Q \leq 12,0$	C	B	A
$12,0 < Q \leq 15,0$	D	C	B
$15,0 < Q$	E	D	C

Fonte: adaptado de ANQIP (2012)

Atualmente, a **máquina de lavar louça** é um eletrodoméstico muito comum nas habitações portuguesas. Desde a sua invenção que as máquinas de lavar roupa domésticas têm se tornado cada vez mais eficiente no que toca à redução dos consumos.

Os consumos de máquinas de lavar roupa são em média de 90 litros e os modelos mais eficientes consomem menos de 50 litros por lavagem (Almeida et al., 2006).

A figura seguinte apresenta os principais fatores que influenciam o volume de água utilizada em máquinas de lavagem de roupa (cf. Figura 50).

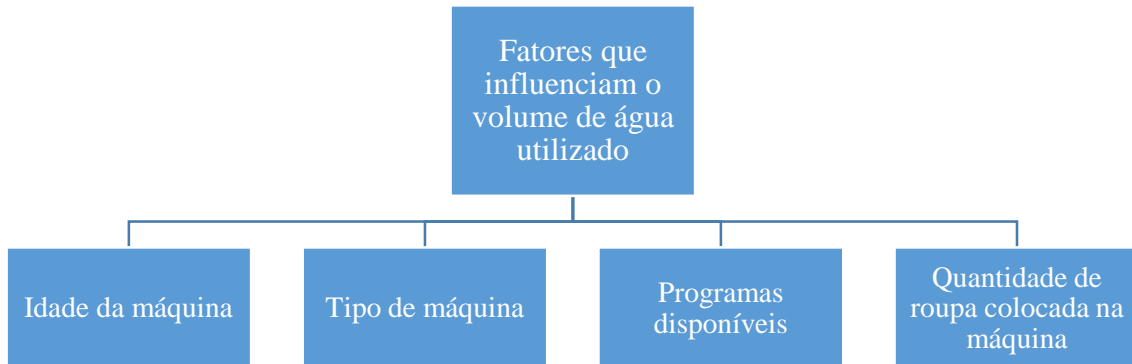


Figura 50: Fatores que influenciam o volume de água utilizada na lavagem (roupa)

Fonte: adaptado de Almeida et al (2006)

Assim como as máquinas de lavar roupa, as **máquinas de lavar louça** têm reduzido sucessivamente os consumos associados a cada lavagem. Dependendo do modelo de máquina, o valor médio por lavagem é de 22 litros.

A figura seguinte apresenta os principais fatores que influenciam o volume de água utilizado em máquinas de lavagem de roupa (cf. Figura 51).

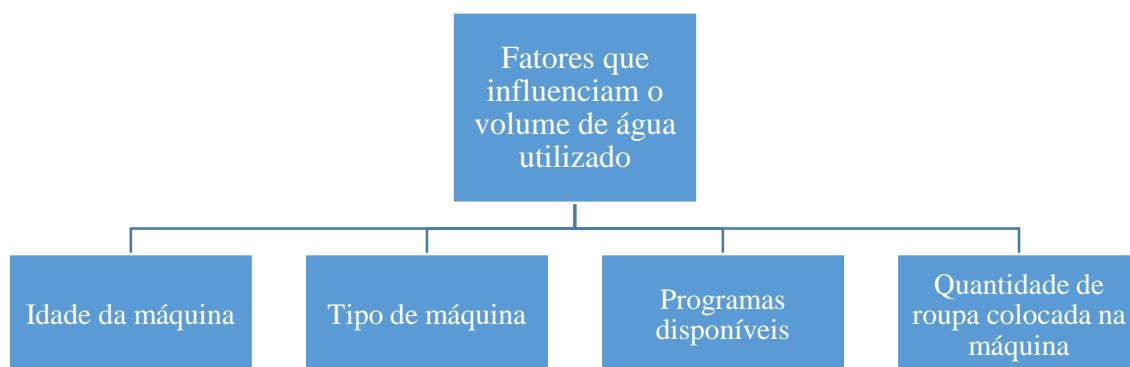


Figura 51: Fatores que influenciam o volume de água utilizado na lavagem (louça)

Fonte: adaptado de Almeida et al (2006)

#### IV.2.3. As águas pluviais e residuais

Atualmente, a água potável é um recurso cada vez mais escasso e, por isso, há que a proteger, diminuindo o seu consumo através de novas fontes, como é o caso da água pluvial e residuais.

A utilização de águas pluviais e residuais reduz o uso de fontes alternativas de coleta de água, reduzindo a necessidade de extração, tratamento e distribuição de água doce e diminui a pressão sobre fontes de água doce e consequente uso de energia (Sassi, 2006).

A utilização de águas secundárias é uma medida de conservação, que resulta em benefícios significativos de baixos custos, uma vez que é uma fonte alternativa de obtenção de água com qualidade para utilização compatível (Almeida et al., 2006).

O grau de qualidade da água não potável pode satisfazer muitas necessidades do quotidiano ajudando a dar um passo importante rumo a uma construção mais amiga do ambiente.

A reutilização das águas provenientes da chuva, do duche e dos lavatórios é uma boa medida para economizar este recurso natural, permitindo reduzir a necessidade de água potável. Para isso, os telhados, pátios, fachadas e outras superfícies devem ser adaptados para direcionar para reservatórios para posterior utilização. Assim, esta água

pode estar disponível para autoclismos, lavagem de pavimentos e regas. No entanto, deve haver condutas independentes de água potável, água da chuva ou de reutilização de águas cinzentas para evitar confusões (Mota, 2013).

#### IV.2.3.1. Os níveis de precipitação na Europa e em Portugal

Para avaliar o aproveitamento das águas pluviais, é necessário conhecer os níveis de precipitação nas diferentes zonas da Europa e, mais concretamente, em Portugal (cf. Figura 52).

O nível de precipitação que cai em Portugal é suficiente para o aproveitamento de água para usos não potáveis. Como tal, uma das formas capazes de reduzir o uso de água nas habitações é através da utilização das águas pluviais (Fernandes, 2010).

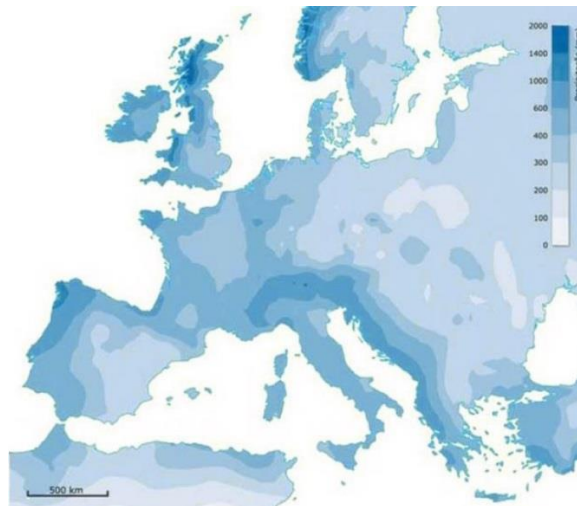


Figura 52: Precipitação anual na Europa (mm)

Fonte: <http://www.slideshare.net/construcaosustentavel/livia-tirone-construo-sustentvel-13435321>

De acordo com Barroso (2010), Portugal não possui uma uniformidade climática ao longo do território. Isso deve-se à distância em relação à orla marítima, às diferenças de relevo e à latitude.

Segundo Barroso (2010),

“apesar das disparidades comprovadas quer em termos sazonais, quer em termos de médias anuais, verifica-se uma certa coerência, salvo algumas situações pontuais, da precipitação nas diferentes localidades do território nacional, quanto aos valores médios. Deste modo, podemos calcular os volumes de água da chuva passíveis de captação, armazenamento e posterior utilização, nas diferentes regiões do território nacional.” (cf. Figura 53).

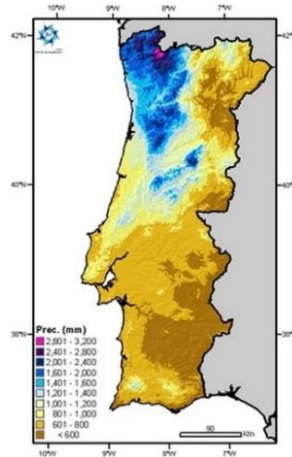


Figura 53: Precipitação acumulada anual em Portugal

Fonte: <http://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml>

#### IV.2.3.2. O aproveitamento de águas pluviais

De acordo com Barroso (2010), o armazenamento e utilização de águas pluviais para fins domésticos poderá ser uma solução na redução de água potável, uma vez que o volume de água da chuva recolhida poderá colmatar cerca de 50% das necessidades de consumo.

A figura seguinte apresenta os principais fatores que contribuem para o aproveitamento de águas pluviais (cf. Figura 54).

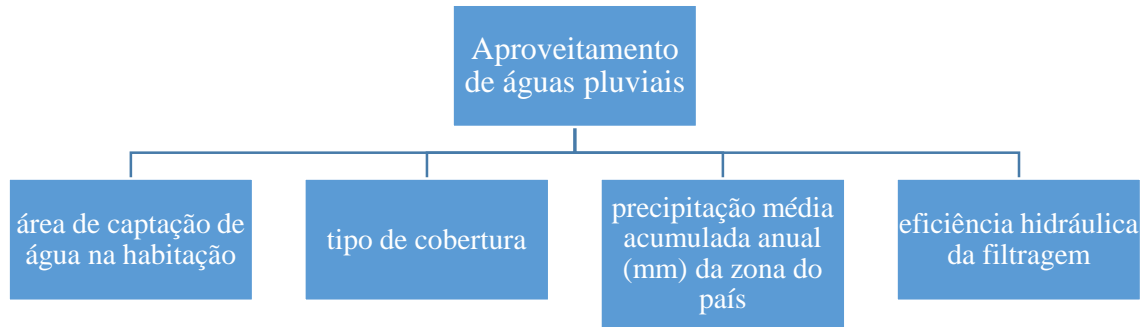


Figura 54: Fatores que contribuem para o aproveitamento de águas pluviais

Fonte: Barroso (2010)

A recolha de águas pluviais em reservatórios também contribui para atenuar o impacto de grandes precipitações, evitando a sobrecarga da rede de esgotos, o que é importante nas cidades, onde grande parte da superfície está impermeabilizada e não tem capacidade para absorver a maior parte de chuva.

De acordo com Mateus e Bragança (2006), a água da chuva, se tiver o tratamento adequado e se os regulamentos locais permitirem, é possível utilizar esta água também nas bacias de retrete e zonas exteriores, evitando a sobrecarga da rede de esgotos.

Na possibilidade de utilização de jardins residenciais, cobertura e/ou pavimentos, o sistema apresenta-se da seguinte forma (cf. Figura 55):

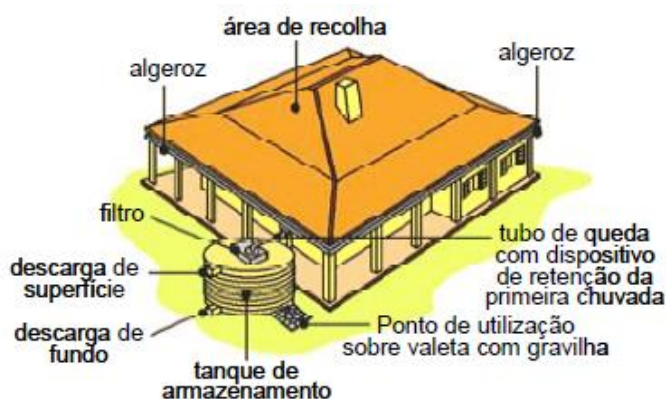


Figura 55: Sistema de aproveitamento de águas pluviais em edifício unifamiliar

Fonte: Almeida et al. (2006)

No entanto, devido aos mais variados detritos que a água pluvial possa arrastar, “é recomendável a instalação de um dispositivo que permita a eliminação do primeiro fluxo” (Almeida et al., 2006) (cf. Anexo 6).

Para Almeida et al. (2006), este sistema tem como benefícios a redução do consumo de água da rede pública, assim como o escoamento superficial das aflúncias pluviais ao sistema público de drenagem.

Como inconvenientes, a principal desvantagem da água da chuva é a ocorrência irregular da mesma. Este sistema tem um elevado custo de reservatório e acessórios e, caso o reservatório esteja acima do solo, pode ocupar uma área significativa de jardim (Almeida *et al.*, 2006).

Para determinar ao fim de quantos anos uma instalação para reutilização de água se torna rentável, é preciso ter em conta alguns fatores, como: os preços da água (que diferem de município para município), da eletricidade, e do tipo de bomba e custo de manutenção, a estimativa da água a reutilizar (que está dependente da quantidade de chuva que cai na região) e a quantidade de água consumida pelo seu agregado e a quantidade de água da rede pública que pode ser substituída por águas reutilizadas.

#### **IV.2.3.3. As águas residuais**

As águas residuais, comparativamente com as águas pluviais, não são tão populares quando o assunto é aproveitamento de águas. As águas residuais são originárias de banheiras, chuveiros, lavatórios e bidés e podem ser aproveitadas em autoclismos e urinóis e torneiras exteriores (lavagem de pátios, carros e rega de jardins).

As águas residuais necessitam de um tratamento antes de poder ser usada: a água é separada, filtrada e armazenada até à sua utilização. A exigência do tratamento da água é definida consoante a qualidade da água e o uso a que se destina (Almeida et al., 2006).

No entanto, esta medida não é tão popular quanto a primeira (aproveitamento de águas pluviais), uma vez que existe alguma relutância devido ao risco de problemas de saúde pública. As águas cinzentas poderão contribuir para a poupança de água através da sua utilização em autoclismos, sistemas de rega e combate a incêndios.

De acordo com Almeida et al. (2006), a reutilização ou uso de água de qualidade inferior permite reduzir o consumo de água e a produção de águas residuais. Este sistema deve ser aplicado nas fases de construção ou renovação das construções. No entanto, tem como inconvenientes (a) a possibilidade de utilização apenas no exterior, (b) o potencial risco de saúde se a operação e manutenção não forem adequadas, (c) os custos de construção e operação dos sistemas de tratamento e armazenamento de água, (d) a necessidade de atualização da regulamentação técnica, (e) limitações resultantes da legislação em vigor.

No entanto, segundo Mota (2013), este sistema de distribuição não é difícil de implementar numa reabilitação de edifício, sobretudo se for realizada numa moradia. A água passa por um depósito onde se armazenam águas cinzentas, que vão abastecer autoclismos e torneiras de exterior.

### **IV.3. As medidas para a utilização de materiais sustentáveis**

O consumo em grande escala de determinados materiais pode levar ao seu esgotamento, como tal, a escolha e conseqüente utilização de materiais provenientes de recursos renováveis e abundantes é a decisão mais acertada.

Os materiais usados na construção raramente são usados no seu estado natural, como tal, são extraídos da natureza e transformados. Assim, a principal preocupação é a disponibilidade do material na natureza e a sua capacidade de regeneração. Como tal, classificam-se os materiais em renováveis ou não-renováveis. Os materiais renováveis são geralmente abundantes e cujo seu ciclo de renovação demora algumas décadas, como a madeira ou a cortiça. No entanto, é preciso gerir de forma sustentável o seu ritmo de renovação, pois se houver excesso de procura, este pode também escassear. Por sua vez, os materiais não-renováveis são aqueles cuja renovação demora séculos, como a pedra ou o carvão, tornando-os cada vez mais escassos (Sassi, 2006).

Os materiais têm grande impacto nos edifícios em termos económicos, ambientais e estéticos. Assim, há a necessidade de melhor compreender a utilização dos materiais, suas características e impactos, tanto nas pessoas como no meio ambiente. Para se perceber o impacto ambiental do material, é essencial avaliar o seu ciclo de vida. Os profissionais da construção devem ter em conta a saúde dos futuros ocupantes da habitação e o ciclo de vida dos materiais, desenvolvendo capacidades e tendo à sua disposição fontes de informação que lhes permitam consultar para garantir a melhor escolha possível dos materiais. Com efeito, atualmente existe uma variada e detalhada gama de publicações para a seleção de materiais e princípios sustentáveis, utilizando sistemas de classificação (Sassi, 2006).

A mudança de mentalidade na seleção de materiais e produtos é fundamental para atingir uma perspetiva mais ambiental na construção. A perceção de que os materiais têm um ciclo de vida complexo, começando na extração de matérias-primas, transporte, transformação, utilização, reutilização e reciclagem é muito importante no momento da decisão. As decisões do projetista irão refletir-se nos impactos sobre o ambiente, energia e saúde humana. A escolha de materiais deve ser feita criteriosamente, tendo em vista o baixo consumo energético para a sua produção, preservação dos recursos naturais, potencial de reciclagem e durabilidade do material (Eires, 2006).

De acordo com Berge (2009), os critérios de escolha de materiais e produtos, tendo em conta o seu ciclo de vida são definidos segundo três fases: (a) a fase de produção dos materiais; (b) a fase de construção, utilização e reparação; e (c) a fase de reutilização, reciclagem ou deposição.

- a) Na fase de produção ou de pré-construção, os materiais devem:
  - i. Reduzir a produção de resíduos no seu processo de fabrico;
  - ii. Seleção de materiais e processos de fabrico com menor consumo de energia incorporado;
  - iii. Optar por recursos naturais;
  - iv. Seleção de processos de fabrico menos poluentes;
  - v. Dar preferência a materiais locais;
  - vi. Optar por materiais reciclados.
- b) Na fase de construção, os materiais devem:
  - i. Optar por materiais que garantam qualidade ao ar interior;
  - ii. Seleção de materiais com desempenho energético eficaz, minimizando a utilização de energia;
  - iii. Optar por materiais com maior durabilidade.
- c) Na fase de reutilização, reciclagem ou deposição, os materiais devem:
  - i. Optar por materiais biodegradáveis;
  - ii. Optar por materiais recicláveis (utilizando os materiais para a produção de novos) e reutilizáveis (removendo e aplicando em diferente local).

#### **IV.3.1. A seleção de materiais sustentáveis**

Ao seleccionar materiais de construção, em oposição aos materiais reciclados ou valorizados, deve considerar-se a sua fonte, se é renovável, não-renovável ou abundante, e os processos de fabricação envolvidos na sua produção. Todos os materiais de construção são derivados de materiais naturais - mesmo aqueles considerados sintéticos. No entanto, os processos de fabrico variam do simples ao extremamente complexo (Sassi, 2006).

Para a melhor seleção de materiais sustentáveis existem, segundo Sassi (2006), cinco pontos fundamentais:

- Minimização da necessidade dos materiais: deve construir-se apenas quando realmente é necessário, projetando uma utilização eficaz de materiais, tendo em vista a durabilidade e uma manutenção reduzida;
- Utilização de materiais já existentes: deve reutilizar-se os materiais e componentes existentes dos edifícios, assim como o uso de materiais reciclados;
- Elaboração de materiais permitindo a sua reutilização em futuras construções e reciclagem: deve projetar-se materiais duráveis, maximizando a vida útil do mesmo, permitindo a sua biodegradação;
- Seleção cuidadosa de novos materiais: escolha de materiais renováveis com ciclos de regeneração curtos, certificados; extração e/ou produção de materiais com o mínimo impacto possível sobre o meio ambiente, onde a sua utilização revele baixos níveis de emissão de gases e poupança de energia durante a vida útil; considerar políticas ambientais dos fabricantes; especificar materiais que não poluem o ar interior e produzidos localmente para evitar o máximo de consumo no seu transporte;
- Material descartado e diminuição de resíduos: reciclar materiais (como a madeira, metal, etc.) durante construção e demolição, encomendar apenas o material necessário, devolvendo o excesso ao fornecedor, e adequada separação de resíduos para utilização futura são práticas sustentáveis.

No entanto, os materiais devem também garantir características que garantam uma excelente qualidade do ar interior e um ótimo desempenho energético-ambiental resultante da sua aplicação.

#### **IV.3.2. A avaliação do ciclo de vida dos materiais**

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta de avaliação de impactos ambientais e recursos utilizados ao longo do ciclo de vida de um produto – desde a aquisição da matéria-prima, passando pela produção e utilização, até à gestão de resíduos.

Como destaca Costa (2010), o ciclo de vida dos produtos indica a duração do seu consumo nas fases de construção, utilização e manutenção, uma vez que este fator influencia os impactos do produto sobre o ambiente.

Para Costa (2010), a ACV pode ajudar os fabricantes a analisar os seus processos de produção como forma de otimizar os materiais e produtos, transformando-os em produtos com melhores características ambientais e económico-energética, dando um claro sinal de escolha mais acertada ao consumidor. A ACV implica o estabelecimento de medidas detalhadas sobre a fabricação do produto, extração de matérias-primas usadas na produção e distribuição, através da sua utilização, reutilização, reciclagem e eventual eliminação. Este permite quantificar os impactos, facilitando a escolha quando comparados (cf. Figura 56).

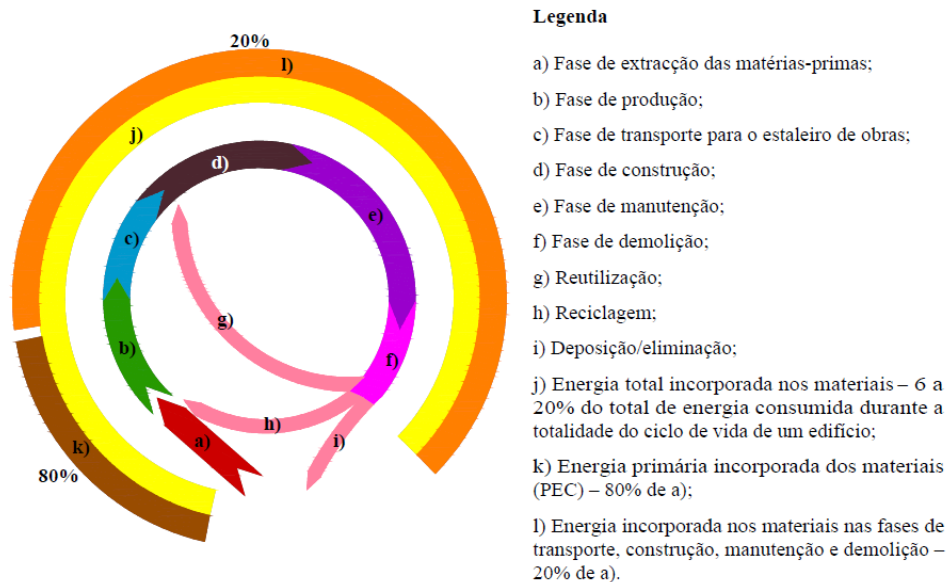


Figura 56: Ciclo de vida dos materiais e consumos energéticos associados

Fonte: retirado de Mateus (2004)

A metodologia de análise do ciclo de vida é a melhor opção para uma maior sustentabilidade dos materiais de construção aquando da escolha entre vários materiais, quando comparado com a utilização de materiais mais duráveis, com menor energia ou recicláveis (Torgal et al, 2007).

Segundo Sassi (2006),

“Todas as fases da vida de um edifício, começando com o projeto de construção e terminando com a sua demolição, oferecem oportunidades para minimizar o desperdício.” (Sassi, 2006).

#### **IV.3.3. A diminuição do impacto ambiental dos materiais**

O impacto ecológico incorporado no material reflete o seu impacto no ambiente. Este impacto ocorre ao longo de toda a cadeia de atividades que vai desde a extração de recursos materiais, os seus processos de fabricação, transporte, utilização e eliminação e pode envolver danos ambientais e sociais de grande alcance, incluindo o aquecimento global, poluição, esgotamento dos recursos naturais, a destruição dos habitats naturais, a extinção de espécies vegetais e animais, resíduos produção, a destruição de comunidades e problemas de saúde (Sassi, 2006).

O impacto ecológico incorporado é medido em emissões de CO<sub>2</sub>. No entanto, as emissões de CO<sub>2</sub> não são o único impacto ambiental relacionado com o material, podendo estes alargarem-se a contaminação dos cursos de água, delapidação dos recursos naturais e cursos energéticos de transporte (Mateus e Bragança, 2006).

Na fase de extração e produção existem certos materiais que produzem impactos consideráveis sobre os cursos de água, muito por culpa da utilização de produtos químicos. A fabricação de certos materiais e produtos pode ser alterada, será preferível a seleção de materiais com “baixo efeito contaminante, seguida pela seleção de produtos que advêm de indústrias com melhor gestão ambiental” (Mateus e Bragança, 2006).

Cabe aos diversos decisores, na fase de projeto, tomar as melhores decisões com o objetivo de reduzir os impactos ambientais na escolha de materiais de construção.

#### **IV.3.4. A aplicação de materiais renováveis**

Os materiais podem ser classificados por materiais renováveis ou materiais não-renováveis. Os materiais renováveis são aqueles que tem um ciclo de regeneração curto, e onde a taxa de extração acompanha o consumo. Os materiais não-renováveis são

aqueles que têm ciclos de regeneração muito longos, como a pedra e o carvão, onde a taxa de consumo é alta, comparativamente à taxa de extração. O principal fator a considerar num material deve ser a sua capacidade de se regenerar, evitando o risco do recurso se esgotar, devido à taxa de consumo do mesmo.

Os materiais renováveis pertencentes à indústria da construção estão cada vez mais acessíveis no mercado europeu. A madeira, o bambu e a cortiça são alguns exemplos. Estes materiais estão presentes nos diversos processos construtivos de uma habitação. A madeira, por exemplo, pode ser usada como elemento estrutural, como lajes e paredes estruturais. A palha, a celulose ou a lã de rocha, por exemplo, atuam como excelentes isolamentos. Para acabamentos, o algodão, a lã e acartonados são materiais renováveis que podem desempenhar esta função. Para a utilização de materiais renováveis empregues em edifícios, é necessária sustentabilidade associada a cada material, através de entidades e certificados que garantam a proveniência e tratamento do material (Jourda, 2012).

#### **IV.3.5. A reutilização e a reciclagem de materiais**

O setor da construção é o setor que mais consome materiais. Por este motivo, deve apostar-se no consumo de materiais reciclados. No entanto, a utilização de materiais reciclados nem sempre é bem explorada. Quando se menciona a capacidade de um material ser reutilizado, deve ter-se em conta a componente estética, financeira e técnica (Sassi, 2006).

Como foi referido anteriormente, a indústria da construção é um dos maiores consumidores de materiais e, por isso, devem ser implementadas medidas para reduzir substancialmente as matérias-primas, assim como os impactos ambientais associados.

O caminho a seguir é a conceção de edifícios com a possibilidade de desmontagem e posterior reutilização ou reciclagem de materiais após o seu fim de vida útil no edifício. Esta medida permite reduzir os impactos em todas as fases de vida de um material (extração, produção, transporte, instalação e aterros/incineração). Porém, para que esta medida seja eficaz, deverá existir um equilíbrio entre materiais reutilizados e reciclados e a procura dos mesmos (Sassi, 2006).

De acordo com Sassi (2006),

“O aumento na procura de materiais reciclados e reutilizados irá fortalecer o mercado desses materiais, aumentando a sua produção ou recuperação, tornando-os mais acessíveis e, ao mesmo tempo, reduzindo os desperdícios e a necessidade de novos materiais.”

Os materiais recicláveis possuem vantagem ambientais óbvias, uma vez que, esgotada a sua vida útil, podem vir a gerar outros materiais. Optar pela reciclagem de produtos reduz o impacto negativo ambiental. De acordo com Torgal et al (2007), “um produto que pode ser facilmente reciclado tem vantagens em relação a um produto que é inicialmente ‘verde’, mas que não pode ser reciclado”.

O reaproveitamento dos materiais, como a madeira, metais e betão, deverá ser uma prática a explorar, tanto na construção nova como na reabilitação.

A utilização de materiais já existentes é importante como forma de reduzir a necessidade de novos materiais e reduzir os impactos relacionados com a dispensa de resíduos. De acordo com Sassi (2006), existem três oportunidades de utilizar os materiais existentes, que são: “a reutilização de edifícios existentes, a reutilização de componentes de construção e a utilização de materiais reciclados”.

Sassi (2006), refere o conceito de reciclagem de materiais como “o reprocessamento de um material ou componente para formar o mesmo material ou equivalente”. A reciclagem depende sempre do tipo de material. Quanto menos transformado tiver sido o material, mais fácil é a sua reciclagem.

Sassi (2006) define reutilização como o processo de “colocar a nova utilização de um componente de construção utilizado anteriormente a partir de um edifício ou fonte.” O componente pode ser feito de um ou mais materiais. Um dos processos mais utilizados atualmente consiste no ‘downcycling’, o qual representa o “reprocessamento de um material noutro material de importância inferior” como, por exemplo, madeira em aglomerado de madeira.

Grande parte dos materiais e produtos utilizados na indústria da construção em Portugal raramente são reciclados, no entanto, existem produtos com potencial para serem reciclados e/ou reutilizados durante o seu ciclo de vida (Costa, 2010).

O facto de um material reciclável poder facilmente originar outros produtos, dá-lhe um valor ainda maior do que aquele que à partida teria caso não tivesse essa faculdade, uma vez que aumenta o seu ciclo de vida, reduz os impactos ambientais negativos, contribuindo para a sustentabilidade na indústria da construção.

O aumento do uso de materiais reaproveitados e reciclados deve estar ligado a incentivos financeiros e legislativos para que eles possam ser mais competitivos com os demais.

#### **IV.3.6. A energia incorporada dos materiais**

Os materiais são raramente usados no seu estado natural. Geralmente, os produtos utilizáveis em edifícios necessitam de algum processo de preparação ou de fabrico antes da sua aplicação. Este processo requer normalmente energia.

A energia incorporada corresponde à quantidade de energia no seu ciclo de vida, e pode variar entre 6 a 20% da quantidade total de energia consumida durante a vida útil de um edifício, dependendo de vários fatores (Mateus e Bragança, 2006).

A Energia Primária Incorporada dos materiais ocupa 80% do ciclo de vida dos materiais de construção, correspondendo aos recursos energéticos consumidos na fase de produção dos materiais (energia gasta na extração das matérias-primas, transporte para locais de processamento e transformação). Os restantes 20% são resultantes da energia consumida no transporte de materiais para o estaleiro, na fase de construção (como os processos de montagem), processos de manutenção e reabilitação dos elementos de construção e operações de desmantelamento/demolição no final do seu ciclo de vida (Mateus e Bragança, 2006).

Reduzir o total de energia incorporada na produção pode ser feita através da redução das necessidades de transporte. O transporte de materiais, desde o local de extração, passando pelo fabrico e terminando no local de aplicação/construção é geralmente feito por estrada, o que leva à emissão de poluentes (CO<sub>2</sub>) para o ar. Posto isto, é importante ter em conta a seleção de fabricantes próximos do local de aplicação do material construtivo.

De acordo com Mateus e Bragança (2006), na seleção de materiais com o objetivo de diminuir a energia incorporada nos edifícios, deve ser tido em conta:

- i. Preferência por produtos locais, diminuindo a energia associada ao transporte, comparativamente aos demais;
- ii. Utilização de materiais com elevado potencial de reutilização e/ou grande durabilidade;
- iii. Utilização de materiais/sistemas de construção de baixa massa, uma vez que, em geral, quanto menor for a massa de um edifício, menor será a quantidade de energia incorporada.

Segundo Berge (2009), a redução do consumo de energia é necessária e pode ser alcançada através de: (a) produção descentralizada reduzindo o transporte; (b) uso de fontes de alta eficiência energética; (c) uso de fontes locais de energia, diminuindo a quantidade de energia perdida na distribuição (podendo estas perdas atingir cerca de 15%); (d) uso de tecnologias de produção eficientes em termos energéticos; (e) utilização de produtos de baixa energia; (f) escolha de materiais de rápida secagem; e (g) utilização de técnicas de construção que favorecem a reciclagem (no caso da reciclagem de metais, pode economizar-se entre 40 a 90% de energia relativamente à extração).

No entanto, Sassi (2006) esclarece que a energia incorporada não deve ser usada como o único critério de seleção. Existem materiais (como os isolamentos) com energia incorporada relativamente alta que recuperam várias vezes essa energia nos custos de energia gastos durante a vida útil de um edifício.

#### **IV.3.7. A redução e reutilização/reciclagem de resíduos**

A construção é uma das principais fontes produtoras de resíduos. Dado que os resíduos possuem quantidades significativas de constituintes com potencial de reutilização e reciclagem, é importante dar o destino adequado aos resíduos, em vez da convencional deposição em aterro. Atualmente, mais de 65% dos resíduos são enviados para aterro, 30% reciclados ou reutilizados e o restante é alvo de incineração. A má gestão dos RCD causa problemas de esgotamento prematuro dos aterros, poluição visual, problemas de

saúde pública e o esgotamento das fontes de matérias-primas não renováveis (Rocheta e Farinha, 2007).

Para a melhor gestão dos RCD, os mesmos autores, propõem as seguintes práticas:

- Incentivo à reabilitação de edifícios degradados em detrimento da demolição;
- Realização de um planeamento adequado do processo construtivo de novos edifícios para que sejam minimizadas as alterações em obra;
- Inclusão de elementos pré-fabricados que permitam posterior utilização;
- Minimização do uso de materiais compósitos;
- Criação de projetos flexíveis permitindo a sua modificação futura, em virtude de alteração da sua função;
- Diminuição da produção de resíduos perigosos;
- Projetar colocação de ecopontos;
- Recolha seletiva de RCD;
- Reutilização de materiais;
- Redução da produção de resíduos;
- Utilização de acabamentos de reparação simples.

#### **IV.3.8. Os sistemas de certificação ambiental de materiais e equipamentos**

Na construção civil existe um sem número de produtos. Grande parte desses materiais têm já um sistema de rotulagem associado que classifica os produtos de baixa emissão. Os principais produtos abrangidos por essa classificação são os materiais de revestimento e acabamento.

Segundo definição da SETAC (in Hilgenberg, 2010), a ACV é “processo para avaliar as implicações ambientais de um produto, processo ou atividade, através da identificação e quantificação dos usos de energia e matéria e das emissões ambientais; avaliar o impacto ambiental desses usos de energia e matéria e das emissões; e identificar e avaliar oportunidades de realizar melhorias ambientais”

Os rótulos ecológicos surgiram da necessidade de fornecer a todos os agentes informação acerca de produtos e processos e são atribuídos por um organismo oficial que garante o seu baixo impacto ambiental.

Atualmente existem muitos rótulos e certificados ambientais, onde imensos países possuem o seu próprio sistema de certificação. De acordo com Scheuer e Keoleian (2002; cit in Hilgenberg (2010), cada um dos rótulos “tem ênfase em diferentes abordagens e métodos próprios de apurar e analisar dados, conforme o que se prioriza contemplar e valorizar, destacando aquilo que contextualmente julgam mais relevante”.

Os certificados aqui tratados são referentes a edifícios e/ou empreendimentos e a produtos/equipamentos usados na construção civil.

### **Forest Stewardship Council (FSC)**

A Forest Stewardship Council (FSC) é uma organização internacional, não-governamental e sem fins lucrativos, surgiu no Reino Unido em 1993 como resposta às preocupações sobre desflorestação global, criou um certificado que garante a gestão sustentável da plantação de madeira, comprovando que o produto está de acordo com as exigências definidas, indicando a procedência da madeira e a forma como foi explorada. Os certificados são aplicáveis a organizações, indústrias ou agentes com responsabilidades na gestão de áreas florestais e na produção de produtos florestais (cf. Figura 57).



Figura 57: Logotipo de Forest Stewardship Council (FSC)

### **Programme For The Endorsement of Forest Council (PEFC)**

O PEFC, fundado em 1999, é uma organização internacional não-governamental, sem fins lucrativos dedicada à promoção da Gestão Florestal Sustentável. Desde então,

proprietários e gestores de vários continentes legitimaram a PEFC para certificar as suas práticas de manuseamento das florestas, garantindo aos consumidores a qualidade dos produtos. A PEFC trabalha junto da cadeia de abastecimento florestal para promover elevados padrões ecológicos, sociais e éticos na produção de produtos florestais. A aplicação do certificado permite identificar os produtos provenientes de florestas geridas de forma sustentável, comprometendo-se com a sua conservação e biodiversidade. Dois terços de todas as florestas certificadas têm presente o carimbo da PEFC, sendo o mais popular sistema de certificação florestal do planeta (cf. Figura 58).



Figura 58: Logotipo de Programme for Endorsement of Forest Council (PEFC)

### **Rótulo Ecológico**

O Rótulo Ecológico é reconhecido na UE, Noruega, Liechtenstein e Islândia e distingue produtos que possuem elevados padrões de desempenho e qualidade ambiental durante todo o ciclo de vida (desde extração das matérias-primas até à sua eliminação – abordagem Cradle-to-Grave). Para possuir este rótulo, os produtos têm de ser submetidos a testes rigorosos de conformidade. O Rótulo Ecológico torna-se um valor acrescentado aos produtos que fabricantes e retalhistas, assim como vantagens competitivas no mercado crescente de bens e serviços mais amigos do ambiente. Do ponto de vista do consumidor, ao optar por produtos com o Rótulo Ecológico, estão a adquirir produtos que consomem menor recursos naturais, recorrem a menos energia, oferecendo igual ou melhor desempenho relativamente aos demais, são produtos mais fáceis de reciclar e mais duradouros (cf. Figura 59).



Figura 59: Logotipo do Rótulo Ecológico

### **Natureplus**

A Natureplus é uma organização ambiental internacional cujo objetivo é a promoção da sustentabilidade no setor da construção. Esta entidade acredita produtos relacionados com edifícios que incluam um mínimo de 85% de matéria-prima renovável ou materiais com base em minério que sejam fonte quase ilimitada. Os produtos que possuem este rótulo são caracterizados pelo seu nível de qualidade no âmbito da saúde, meio ambiente e funcionalidade (cf. Figura 60).



Figura 60: Logotipo de Natureplus

## Conclusões

O presente trabalho de investigação teve como objetivo aprofundar a integração entre os temas da reabilitação e da sustentabilidade.

A indústria da construção em Portugal vive tempos difíceis. A produção total da construção nacional tem tido uma evolução negativa nos últimos anos. O setor da construção é, neste momento, pouco sustentável como mostra o decrescente licenciamento de habitações, as altas taxas de desemprego e o mínimo histórico que o consumo de cimento alcançou em território nacional.

O mercado para a construção nova encontra-se atualmente saturado, olhando-se agora para o setor da reabilitação com maior interesse. No entanto, para além do mercado da reabilitação ser visto como uma alternativa, é também uma necessidade, dado o atual estado de degradação do parque habitacional português e a sua ineficiência, fruto da aposta na construção nova nas últimas décadas. Uma vez que grande parte do parque habitacional certificado português foi construído antes da entrada em vigor do RCCTE, conclui-se que existe um amplo potencial de reabilitação energética dos edifícios em Portugal.

Foi possível observar ao longo da presente dissertação a crescente procura pelo consumo de recursos. É inegável o efeito que o parque habitacional e o setor da construção têm sobre os recursos naturais. A importação de energia de fontes não renováveis aumentou, assim como consumo de energia no setor doméstico, devido às exigências de conforto térmico nos edifícios e há, ainda reduzida, implementação de fontes de energia renováveis.

O aumento da eficiência hídrica nas habitações é também uma necessidade, uma vez que o consumo de água potável em Portugal é superior à média dos países europeus.

A indústria da construção consome igualmente uma grande quantidade de recursos, sobretudo associada aos produtos, os quais possuem uma elevada energia incorporada e uma alta quantidade de água utilizada no fabrico de cada material. No que concerne ao consumo de materiais, pode constatar-se que a construção é um setor de atividade que consome muitos materiais, sendo importante avaliar todo o ciclo de vida dos mesmos. Quanto à gestão de RCD, apenas uma pequena percentagem é aproveitada. Esta situação

pode vir a alterar-se graças ao mais recente Decreto-Lei 46/2008 de 12 de março, o qual possibilita que Portugal valorize gradualmente a gestão de RCD.

Assim, conclui-se que, a reabilitação de edifícios é o caminho mais eficaz para que o parque habitacional edificado atinja maiores níveis de sustentabilidade. A reabilitação de edifícios apresenta-se como uma área da construção com grande potencial para integrar a sustentabilidade, permitindo prolongar o ciclo de vida de um edifício, aumentar os padrões de qualidade e rentabilizar os recursos existentes, apoiado nas três dimensões da sustentabilidade: a preservação dos valores culturais, a qualidade ambiental e as condicionantes económicas. Por outro lado, a preservação do edifício e da sua história permite combater a fuga de pessoas para as cidades limítrofes.

Os sistemas de avaliação e certificação da construção sustentável conduzem os edifícios a alcançar os padrões de sustentabilidade pretendidos. Embora voluntários, estes sistemas são o caminho mais assertivo para enquadrar a reabilitação e a sustentabilidade, fruto do trabalho de especialistas.

Como conclusão do trabalho desenvolvido foi possível identificar um conjunto de medidas a aplicar nas fases de projeto, construção, utilização e demolição de um edifício e que contribuem para uma reabilitação mais sustentável. As medidas foram estabelecidas segundo três dimensões: energia, água e materiais.

A implementação de mecanismos e de estratégias ativas e passivas permite cobrir as necessidades energéticas, alcançando a sustentabilidade, tirando proveito dos recursos endógenos e renováveis que o país possui.

A sustentabilidade hídrica pode ser obtida através da alteração de comportamentos por parte dos utilizadores, pela adoção de equipamentos mais eficientes e adoção de sistemas de aproveitamento de água residual e pluvial. Através dela (sustentabilidade hídrica) é possível reduzir grandes quantidades de água em todos os aparelhos domésticos.

No que respeita à utilização de materiais constatou-se que grande parte dos produtos da construção têm baixo potencial de reciclagem e, por isso, é importante estar a par de todas as fases da vida dos materiais. Nesse sentido, a minimização da necessidade de novos materiais, a utilização de materiais existentes, a escolha cuidadosa de materiais com possibilidade de reutilização futura, a opção por materiais existentes próximos dos

locais de colocação e a diminuição de RCD são os 5 pontos-chave para melhorar o emprego de materiais na construção.

A implementação destas medidas certamente contribuirão para a diminuição dos problemas identificados, mostrando que a construção sustentável pode deixar de ser uma exceção e passar a ser a regra. Seria interessante no futuro acompanhar o parque habitacional e verificar se as medidas foram implementadas e se a situação foi melhorada.

## Referências Bibliográficas

ADENE – Agência para a Energia (2011). *Guia da eficiência energética*. Algés, ADENE.

ADENE – Agência para a Energia (2012). *A importância da legislação na eficiência energética dos Edifícios*. Apresentação de conferência APCMC. Lisboa.

Afonso, F. et al. (1998). *O Sector da Construção: Diagnóstico e Eixos de Intervenção*. Lisboa, Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento.

Almeida, M., Ribeiro, R. Vieira, P., (2006). *Uso eficiente da água no sector urbano, Guia Técnico N.º.8*. Lisboa, IRAAR, INAG e LNEC.

ANQIP (2012). *Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização*. [em linha]. Disponível em [http://www.anqip.com/images/stories/ETA\\_0803.3.pdf](http://www.anqip.com/images/stories/ETA_0803.3.pdf) [consultado em 3 setembro 2013].

Appleton, J. (2011). *Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e Tecnologias de Intervenção*. Amadora, Edições Orion.

Appleton J. (2009). *Congresso LiderA 09: Novas oportunidades para a construção sustentável. Reabilitação Sustentável*. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Baptista, N. (2012). *Sistema de certificação energética, Construção Sustentável*, Abril 2012, p. 29.

Barroso, L. (2010). *Construção sustentável – soluções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Berge, B. (2009). *The ecology of building materials (2ª ed.)*. Oxford, Architectural Press.

Comissão Europeia (2008). *European Communities: Environmental Improvement Potentials of Residential Building (IMPRO-Building)*. Institute for Prospective Technological Studies. Luxemburgo.

Construção Sustentável (2011). *Entrevista com Alexandre Fernandes – Director-Geral da Agência para a energia*, Construção Sustentável. Junho 2011, p.10-15.

Construção Sustentável (2012). Temperaturas na Europa. [em linha] Disponível em <http://www.slideshare.net/construcaosustentavel/livia-tirone-construo-sustentvel-13435321> [consultado em 02-10-2013].

Costa, M. (2010). *Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Cruz, A. (2011). *Sistemas solares térmicos*, Construção Sustentável, Setembro 2011, p. 28-30.

Delgado, M. (2008). *A requalificação arquitetónica na reabilitação de edifícios: critérios exigências de qualidade; Estudo de casos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Dias, L. (2012). *A sustentabilidade na reabilitação do património edificado*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Dinis, R. (2010). *Contributos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Duran, S. (2011). *A Casa Ecológica – Ideias Práticas para um Lar Ecológico e Saudável*. Barcelona, Edições Gustavo Gili, SL.

Eires, R. (2006). *Materiais não convencionais para uma construção sustentável utilizando cânhamo, pasta de papel e cortiça*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

Eurostat (2007). *Consumers in Europe - Facts and figures on services of general interest*. European Commission, Eurostat.

Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas. (2012). *Mercado de Trabalho e Situação Financeira das Empresas em Degradação Acentuada. Conjuntura da Construção*, Abril 2012, nº 60.

Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas. (2013a). *Construção com menos 74 mil empregos num ano. Conjuntura da Construção*. Maio 2013, nº 69.

Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas. (2013b). *Construção sem obras, sem encomendas e sem crédito. Conjuntura da Construção*. Abril 2013, nº 68.

Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas. (2013c). *Desempregados da Construção já ultrapassam os 110 mil. Conjuntura da Construção*. Fevereiro 2013, nº 67.

Fernandes, A. (2011). *Uma envolvente eficiente – Janelas: a dinâmica do vidro, Construção Sustentável*, Setembro 2011, p. 25.

Fernandes, F. (2010). *Especificações para a reabilitação sustentável de edifícios*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.

Fernández, A. (2011). *Tendências e boas práticas para as coberturas verdes, Construção Sustentável*, Junho 2011, p. 48-50.

Ferreira, M. (2009). *A eficiência energética na reabilitação de edifícios*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Freitas, V. P. et al (2012). *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos (1ªed.)*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte.

Garrido, J. (2008). *Sistemas Energéticos para o Sector – Edifícios em Portugal: Sustentabilidade e Potencial de Inovação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Ganhão, A. (2011). *Construção Sustentável – Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.

Gil, C (2013). *Relatório Semestral do Setor da Construção em Portugal | 1º Semestre 2013*. Lisboa, Instituto da Construção e do Imobiliário, I.P.

Greenspec (2013). Domestic scale wind turbines, 1-6kW. [em linha]. Disponível em <http://www.greenspec.co.uk/small-wind-turbines.php> [consultado em 25-07-2013].

Hilgenberg, F. (2010). *Sistemas de certificação ambiental para edifícios – estudo de caso: Aqua*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.

Instituto Nacional de Estatística. (1984). *Recenseamentos da População e da Habitação: Resultados Definitivos de 1981*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. (1996). *Censos 91 – Resultados Definitivos*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. (2002). *Censos 2001: Resultados Definitivos*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. (2011a). *Censos 2011 – Resultados Provisórios*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística (2011b). *Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico 2010*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística I.P. e Direcção-Geral de Energia e Geologia.

Instituto Nacional de Estatística. (2012a). *Anuário Estatístico da Região Lisboa 2011*. Lisboa. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística. (2012b). *Anuário Estatístico da Região Norte 2011*. Lisboa. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística (2012c). *Censos 2011: Resultados Definitivos*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística. (2012d). *Estatística da Construção e Habitação 2011 – edição 2012*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística. (2012e). *Parque Habitacional em Portugal: Evolução na última década 2001-2011*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística (2013). *Reabilitação do Parque Habitacional 2001-2011*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2013). Área educativa – Clima de Portugal Continental. [em linha]. Disponível em <http://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml> [consultado em 02-10-2013].

Isolani, P. (2008). *Eficiência energética nos edifícios residenciais*. Lisboa, Comissão Europeia.

Invernizzi, F. (2011). *Inovação em materiais para coberturas vivas, Construção Sustentável*. Junho 2011, p. 52-55.

Jardim, F. (2009). *Propostas de intervenção de reabilitação energética de edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

Jourda, F-H. (2012). *Pequeno Manual do Projeto Sustentável*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, SL.

Lopes, F. (2011). *Reabilitação e Revitalização Sustentável da Baixa Pombalina: Respeitar o passado, abrir caminhos ao futuro, Construção Sustentável*, Setembro 2011, p. 22-23.

Lopes, T. (2010). *Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Martins, B. et al. (2009). *O Mercado da Reabilitação – Enquadramento, Relevância e Perspectivas*. Lisboa, Associação de Empresas de Construção Obras Públicas e Serviços.

Mateus, R. (2004). *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

Mateus, R., Bragança, L. (2006). *Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção*. Ermesinde, Edições Ecopy.

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.aiccopn.pt/upload/DL\\_46\\_2008\\_RCDs.pdf](http://www.aiccopn.pt/upload/DL_46_2008_RCDs.pdf), consultado a 12/11/2013.

Moita, F. (2010). *Energia Solar Passiva*. Lisboa, Argumentum – Edições, Estudos e Realizações.

Mota, A. (2013). *Consumo ecológico – Poupar o ambiente e a carteira*. Lisboa: Deco Proteste.

Nelson, A., Rakau, O. (2010). *Green Buildings - A niche becomes mainstream*; Deutsh Bank Reaserch.

ONU. (2009). *A ONU e a população mundial*. [em linha]. Disponível em <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-em-acao/a-onu-e-a-populacao-mundial/> [consultado em 11-10-2013].

Pereira, B. (2012). *A Crise na Construção e a Reabilitação como Solução*. Dissertação de Mestrado, Universidade Fernando Pessoa.

Pereira, P. (2009). *Construção Sustentável: o desafio*. Dissertação de Mestrado, Universidade Fernando Pessoa.

Pescada, J. (2011). *A solução energética para o futuro, Construção Sustentável*, Setembro 2011, p. 32-33.

Pinheiro, M. (2011). *LiderA: sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa.

Recriar com você (2012). Relatório Brundtland – Nosso Futuro Comum. [em linha]. Disponível em [http://www.recriarcomvoce.com.br/blog\\_recriar/relatorio-brundtland-nosso-futuro-comum/](http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/relatorio-brundtland-nosso-futuro-comum/) [consultado em 25-09-2012].

Rocheta, V., Farinha, F. (2007). *Práticas de Projecto e Construtivas para a Construção Sustentável*. Congresso Construção 2007 - 3º Congresso Nacional, Coimbra, Universidade de Coimbra.

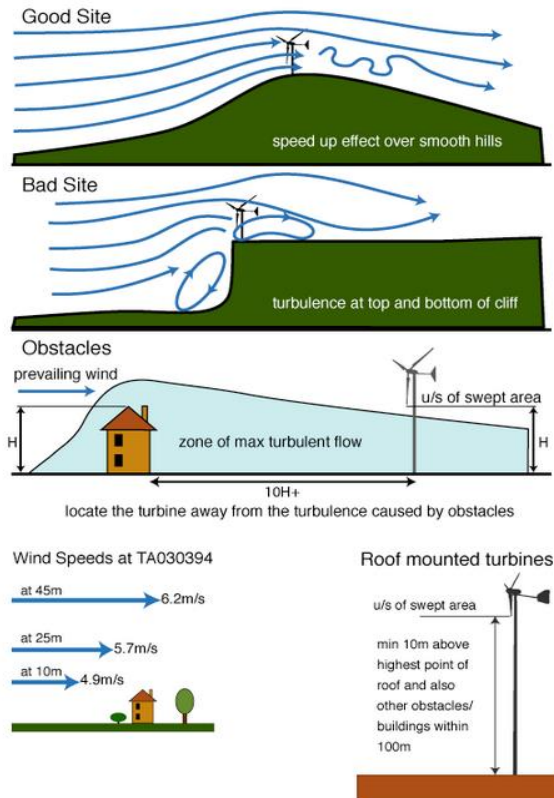
Rodrigues, C. (2008). *Um modelo para a avaliação da eficiência hídrica de produtos*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.

Sampaio, O. (2011). *Uma envolvente eficiente – janelas, reabilitação de caixilharias, Construção Sustentável*, Setembro 2011, p. 24.

- Sassi, P. (2006). *Strategies for Sustainable Architecture*. Oxon, Taylor & Francis.
- Silva, A. e Sousa, J.M. (2013). *Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: Presente e Futuro*. Jornadas Técnicas OET: Reabilitação Urbana, Porto (Portugal), 17 maio, 2013.
- Sirgado, J. (2010). *Análise do impacte dos vãos envidraçados no desempenho térmico dos edifícios*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa.
- Sousa, J., Silva, S., Almeida, M. (2012a). *Enquadramento energético do setor residencial português*. Seminário Reabilitação Energética de Edifícios. Universidade do Minho.
- Sousa, J., Almeida, M., Bragança, L. (2012b). *Low Energy Renovation of Buildings using the Potential of Solar Renewable Energy*. Universidade do Minho. Portugal.
- Sousa, J., Sousa, P., Pereira, S. (2007). *Energia Solar - Conversão em Energia Térmica. Paper presented at the congress "Fontes de Energia e Políticas Energéticas". 15th March 2007*. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal.
- Tavares, S. (2006). *Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Tirone, L., Nunes, K. (2010). *Construção Sustentável – Soluções Eficientes Hoje, A Nossa Riqueza de Amanhã*. Lisboa, 3ª edição - Tirone Nunes, SA.
- Tirone, L. (2011a). *Coberturas eficientes: Guia para a reabilitação energético-ambiental do edificado*. Sintra, Tirone Nunes, SA.
- Tirone, L. (2011b). *Prosperidade Renovável, Construção Sustentável*, Junho 2011, p. 18-19.
- Torgal, F., Jalili, S. (2007). *Construção Sustentável. O Caso dos materiais de construção – Congresso Construção 2007 – 3º Congresso Nacional 17 a 19 de dezembro, Coimbra, Portugal*. Universidade de Coimbra.
- UN-Water – “Water and Urbanization” [http://www.unwater.org/statistics\\_urb.html](http://www.unwater.org/statistics_urb.html) [consultado em 2013/11/05].

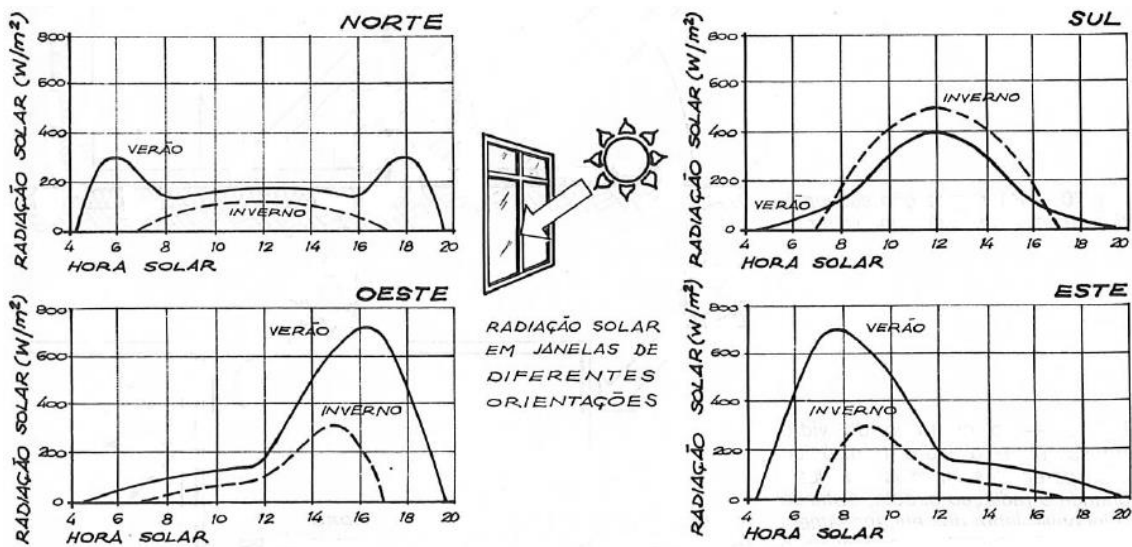
# Anexos

**Anexo 1:** Esquema de boas e más práticas da utilização de energia eólica



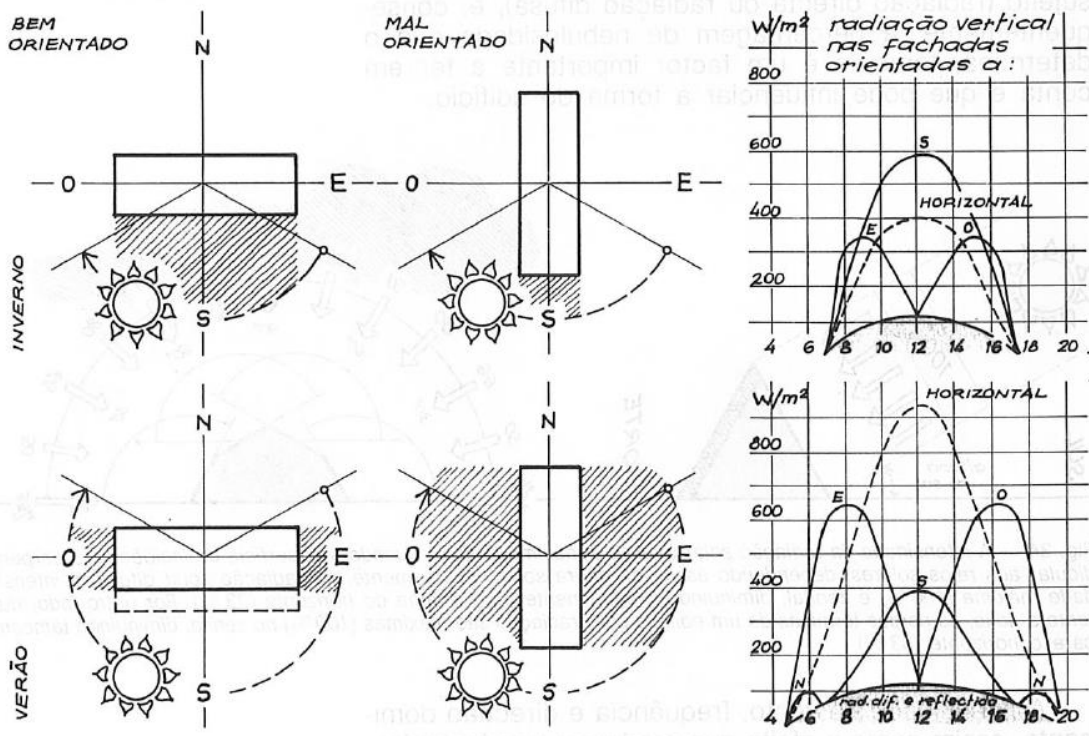
Fonte: <http://www.greenspec.co.uk/small-wind-turbines.php>

**Anexo 2:** Variação da radiação solar global em janelas de diferentes orientações, para latitude 40°.



Fonte: Moita, 2010.

**Anexo 3:** Representação esquemática dos valores da radiação nas fachadas de um edifício no Verão e Inverno.



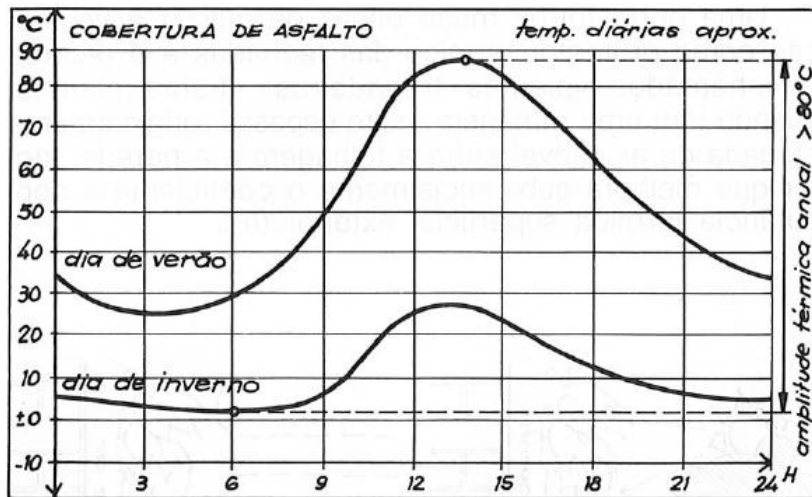
Fonte: Moita (2010).

**Anexo 4:** Exemplificação de diversos tipos de sombreamento e respetivos coeficientes de efeito.

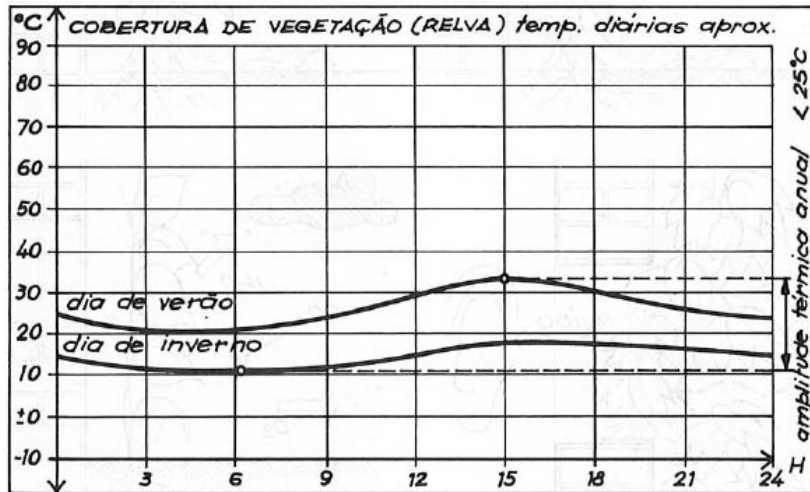
TIPO DE SOMBREADORES	FACTOR SOLAR %	RELAÇÃO SOMBREA-MENTO / RADIÇÃO INTERIOR	1	2	3
1 VIDRO SIMPLES	0,90				
2 VIDRO DUPLO	0,80				
3 CORTINA TRANSP.	0,55				
4 GELOSIA INTERIOR	0,40				
5 TOLDO EXTERIOR	0,30				
6 LAMELAS MOV. EXT.	0,24				
7 VARANDA, ALPENDRE	0,24				
8 PERSIANAS	0,24				
9 GELOSIA EXTERIOR	0,20				

Fonte: Moita, 2010.

**Anexo 5:** Comparação entre amplitude térmica anual em cobertura de asfalto e em cobertura de vegetação (relva)

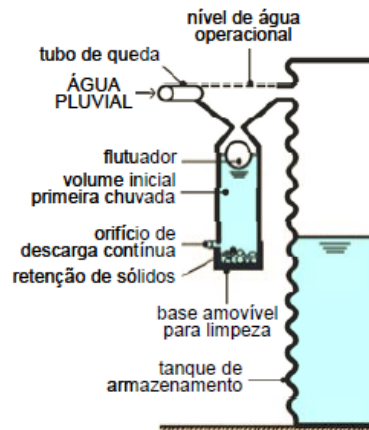


Fonte: Moita, 2010.



Fonte: Moita, 2010.

### Anexo 6: Armadilha de primeiro fluxo



Fonte: Almeida et al. 2006.