



Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

Paulo Jorge Neves Ferreira Mendes

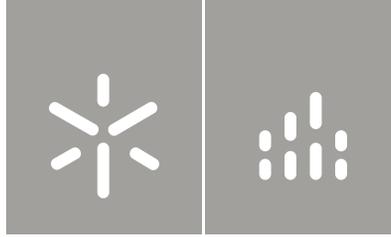
A influência do RCCTE na Arquitectura
e as Perspetivas para o Futuro

A influência do RCCTE na Arquitectura
e as Perspetivas para o Futuro

Paulo Jorge Neves Ferreira Mendes

UMinho | 2013

dezembro de 2013



Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

Paulo Jorge Neves Ferreira Mendes

A influência do RCCTE na Arquitectura
e as Perspetivas para o Futuro

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Arquitectura

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Ricardo Filipe Mesquita da Silva
Mateus

e a co-orientação da
Professora Doutora Maria Manuela de Oliveira Guedes
de Almeida

DECLARAÇÃO

Nome: **Paulo Jorge Neves Ferreira Mendes**

Endereço eletrónico: **arq.pmendes@gmail.com**

Telefone: **91 941 27 48**

Número do Bilhete de Identidade: **13354282**

Título da dissertação de mestrado:

A influência do RCCTE na Arquitetura e as Perspetivas para o Futuro

Orientadores:

Ricardo Filipe Mesquita da Silva Mateus e Maria Manuela de Oliveira Guedes de Almeida

Ano de Conclusão: 2013

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

Mestrado em Construção e Tecnologia

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho,

Assinatura:

We're at war with the most dangerous enemy that has ever faced mankind in his long climb from the swamp to the stars, and it's been said if we lose that war, and in so doing lose this way of freedom of ours, history will record with the greatest astonishment that those who had the most to lose did the least to prevent its happening (...) there's no place to escape to.

Ronald Reagan - A time for Choosing (The Speech - October 27, 1964)

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese não seria possível sem a ajuda e apoio de algumas pessoas muito importantes. A todos eles deixo aqui o meu profundo e sincero agradecimento.

Ao Professor Ricardo Mateus quero agradecer e demonstrar a minha gratidão, por toda a disponibilidade, atenção, paciência, e dedicação dispensada.

Quero agradecer especialmente à Joana, pela sua companhia, pela constante ajuda na reflexão e organização do trabalho.

Pela colaboração na elaboração de vários elementos gráficos apresentados nesta dissertação, bem como pelos vários momentos de reflexão, quero agradecer ao Michael.

Dedico este trabalho aos meus pais e restante família pelo incondicional apoio e incentivo na concretização da mesma.

Por último à Ana, agradeço-lhe pelo enorme suporte que me deu sempre ao longo desta investigação, pela compreensão, encorajamento e por tudo o que representa para mim.

RESUMO

Este trabalho procura perceber a influência da regulamentação de eficiência energética e comportamento térmico dos edifícios na prática da arquitetura, bem como refletir sobre o seu futuro. O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) surge em 1991, com um intuito principal de melhorar a qualidade das novas habitações. Já com a revisão em 2006, foram aumentadas as exigências, porém a atualização foi alvo de grande ceticismo. Foi novamente revisto com entrada em vigor em Dezembro de 2013, entretanto renomeada para o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), apresenta novos requisitos e mais exigências de forma a Portugal atingir as metas 20-20-20 da União Europeia.

A presente dissertação procura contextualizar e sintetizar as principais influências do RCCTE na prática da arquitetura, através da análise à evolução do edificado nacional e da diversidade dos sistemas construtivos existentes.

Pretende-se sobretudo contribuir, de uma forma proativa, para a otimização deste regulamento, estudando a sua relação com o sector da construção, com a especificidade do parque habitacional português e com os intervenientes na prática de projeto e classificação.

Com este trabalho foi possível identificar a existência de uma larga margem de melhoria e evolução da legislação, em especial o RCCTE. Preconiza-se que o aumento dos seus requisitos será bastante oportuno, pois este parece ser o principal dinamizador do atual mercado nacional para o sector da construção, em que a reabilitação terá no futuro um papel mais importante. Para garantir a sua própria sustentabilidade e do sector, o regulamento deverá cada vez mais ter em conta a sustentabilidade e não apenas um foco na eficiência energética. Deverá ter como objetivo último, uma leitura mais ampla e de responsabilidade social, que consolide edifícios e cidades mais sustentáveis, mas também melhores, fortalecendo assim todo o país.

Palavras Chave: Sustentabilidade, Eficiência Energética, RCCTE, Construção

ABSTRACT

This paper attempts to understand the influence of Characteristics of Thermal Performance of Buildings Regulation (RCCTE) on practice of architecture as well as to reflect on their future.

With the revision in 2006, the requirements were increased, but there are still many voices of scepticism. It has been revised again in December 2013, but renamed for the Regulation of Energy Performance of Buildings Housing (REH), and introduces also new requirements and more demands in order to achieve the goals of 20-20-20 EU.

This dissertation intends to analyse and synthesize the major influences RCCTE in the practice of architecture by analysing the evolution of buildings and national diversity of existing building systems.

It is intended primarily contribute pro-actively to the optimization of this Regulation, studying their relationship with the construction industry, with stakeholders in design practice, classification and also the specificity of the Portuguese housing.

With this it was possible to show that there is a large margin for improvement and evolution of the regulation beyond that extending the rehabilitation is very appropriate, as this seems to be the main driving force of the current national market for the construction industry. To ensure their own sustainability and sector, the regulation should increasingly take into account sustainability and not just a focus on energy efficiency. Should aim ultimately a wider reading and social responsibility, which consolidates more sustainable buildings and cities, but also strengthens the entire country.

Keywords: Sustainability, Energy efficiency, Regulation, Construction

ABREVIATURAS

ONU	Organização das Nações Unidas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
CEE	Comunidade Europeia Económica
UE	União Europeia
EU-15	União Europeia dos 15
EU-27	União Europeia dos 27
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico
GEE	Gases de Efeito de Estufa
ARU	Área de Reabilitação Urbana
SRU	Sociedade de Reabilitação Urbana
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
AQS	Águas Quentes Sanitárias
ETICS	External Thermal Insulation Composite System
LGSF	Light Gauge Steel Frame

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO	3
1.1 Objetivos	3
1.2 Metodologia	4
1.3 Estrutura	4
CAPÍTULO 2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E O SEU CONTRIBUTO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO	9
2.1 Desenvolvimento Sustentável - Origem e revisão histórica	9
2.2 A Eficiência Energética em Portugal	17
2.2.1 Evolução da população, das famílias e dos alojamentos	17
2.2.1.1 População e território	17
2.2.1.2 Alojamentos e famílias	19
2.2.1.3 Forma de ocupação dos alojamentos familiares clássicos	19
2.2.1.4 Regime de propriedade dos alojamentos	21
2.2.2 Necessidades de reabilitação do parque habitacional	21
2.2.2.1 Carências habitacionais	21
2.2.2.2 Estado de conservação	23
2.2.2.3 A Reabilitação de edifícios e o sector da construção civil	23
2.2.2.4 Reabilitação Energética no Sector Residencial - Incentivos e Programas	26
2.2.3 Documentos Legais de Suporte	29
2.2.4 Os Consumos Energéticos em Portugal	32
2.3 A Sustentabilidade na Arquitetura - Princípios	35
2.4 Implicações da Eficiência Energética	39
2.4.1 Condicionantes Passivas Externas	39
2.4.1.1 Implantação	39
2.4.1.2 Orientação e Forma	39
2.4.2 Condicionantes Passivas Internas	41
2.4.2.1 Inércia Térmica	41
2.4.2.2 Isolamento Térmico	41
2.4.2.3 Envidraçados e Iluminação Natural	43
2.4.2.4 Ventilação Natural	43
2.4.3 Condicionantes Ativas - Sistemas e Instalações	43
2.4.3.1 Climatização	43
2.4.3.2 Águas Quentes Sanitárias	45
2.4.3.3 Iluminação Artificial	45
2.4.4 Benefícios da Vegetação na Eficiência Energética da Arquitetura	47
2.4.4.1 Uso De Vegetação Integrada Na Construção	47
2.4.4.2 Uso Interior De Vegetação, Complementar À Construção	49
2.4.4.3 Uso Exterior De Vegetação, Complementar À Construção	50
CAPÍTULO 3. EVOLUÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS	55

3.1 Caracterização Funcional do parque habitacional	55
3.1.1 Tipo de Implantação e Número de Pisos	55
3.1.2 Número de Divisões e Área Útil	55
3.1.3 Tipo de Aquecimento	55
3.1.4 As Fontes Energéticas para Aquecimento	57
3.1.5 Ar Condicionado	59
3.2 Caracterização Construtiva do parque habitacional	61
3.2.1 Estrutura	61
3.2.2 Revestimento Exterior de Paredes	61
3.2.3 Cobertura	61
CAPÍTULO 4. INFLUÊNCIA DO RCCTE NA ARQUITETURA	67
4.1 Análise e Observações da Influência do RCCTE na prática da Construção	67
4.1.1 Implantação, Forma e Orientação	67
4.1.2 Envolvente Opaca	67
4.1.2.1 Paredes	67
4.1.2.2 Lajes e Pavimentos	71
4.1.2.3 Coberturas	71
4.1.2.4 Pontes Térmicas	73
4.1.3 Envolvente Não Opaca	77
4.1.3.1 Caixilharias	83
4.1.3.2 Proteções solares	83
4.1.4 Sistemas de AQS e de Climatização	85
4.1.5 Análise Custo vs Benefício	85
4.2 Inquérito sobre o RCCTE na prática da Construção	89
4.2.1 Sustentabilidade	89
4.2.2 A Eficiência Energética em Portugal	91
4.2.3 A Eficiência Energética em Edifícios Novos	91
4.2.4 A Prática da Construção em Edifícios Novos	91
4.2.5 A Eficiência Energética em Edifícios Existentes	93
4.2.6 A Prática da Construção em Reabilitação	93
CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
5.1 Barreiras e Impedimentos	99
5.2 Perspetivas para o Futuro	99
5.3 Conclusões	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Origem e Revisão histórica da Sustentabilidade - Infográfico	8
Figura 2.	Limits to Growth - Previsão vs Realidade	10
Figura 3.	Mapa de emissões de CO ² entre 1990 e 2004	12
Figura 4.	Análise dos progressos entre as Conferências Rio de Janeiro em 1992 e 2012	12
Figura 5.	Mapa de transformações climáticas e ambientais	14
Figura 6.	Mapa de densidade populacional	14
Figura 7.	Densidade Populacional, por município 2011	18
Figura 8.	Índice de envelhecimento da população dos Estados membros da União Europeia 2011	18
Figura 9.	Número de alojamentos familiares clássicos e de famílias clássicas 1970-2011	18
Figura 10.	Variação do número de famílias clássicas e de alojamentos familiares clássicos 1970-2011	18
Figura 11.	Dimensão média das famílias clássicas 1970-2011	20
Figura 12.	Distribuição de alojamentos familiares clássicos segundo a forma de ocupação 1991-2011	20
Figura 13.	Distribuição de alojamentos familiares clássicos segundo o regime de propriedade na União Europeia	20
Figura 14.	Proporção de alojamentos familiares clássicos ocupados como residência habitual, segundo o regime de propriedade 1991-2011	20
Figura 15.	Valor médio e taxa de variação do valor médio mensal da renda dos alojamentos familiares segundo a entidade proprietária 2001-2011	22
Figura 16.	Taxa de cobertura das carências habitacionais quantitativas, por NUTS III 2001-2011	22
Figura 17.	Carências habitacionais quantitativas e taxa de variação, por tipo de carência 2001-2011	22
Figura 18.	Número e taxa de variação do número de alojamentos familiares clássicos sobrelotados e sublotados	24
Figura 19.	Número de edifícios clássicos segundo o estado de conservação 2011 e por NUTS III	24
Figura 20.	Número de edifícios clássicos muito degradados ou com necessidade de grandes reparações segundo a época de construção	24
Figura 21.	Número de edifícios clássicos muito degradados ou com necessidade de grandes reparações segundo o tipo de estrutura do edifício 2011	25
Figura 22.	Distribuição de alojamentos familiares clássicos segundo o estado de conservação do edifício e forma de ocupação 2011	25
Figura 23.	Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual e o estado de conservação segundo a entidade proprietária	25
Figura 24.	Distribuição da produtividade do setor da construção em países da União Europeia segundo segmento	25
Figura 25.	Número de fogos concluídos em obras de construção nova e reabilitação 1991-2011	28
Figura 26.	Evolução do Consumo Energético no Sector Doméstico	28
Figura 27.	Cronograma da Legislação	30
Figura 28.	Mapa de Zonas Climáticas	30
Figura 29.	Consumo do Sector Doméstico e do Sector dos Transportes	34
Figura 30.	Distribuição da despesa com energia no alojamento por tipo de utilização	34
Figura 31.	Repartição por Tecnologia da energia comercializada em Portugal	34
Figura 32.	Esquema geral do Ecosistema do Planeta	36
Figura 33.	Efeitos de diferentes situações topográficas na perda ou ganho de energia solar devido ao vento	38
Figura 34.	Perdas de calor através de diferentes estruturas tridimensionais com o mesmo volume	38
Figura 35.	Princípios de zoneamento térmico dos compartimentos nos Edifícios	38
Figura 36.	Orientação preferencial dos espaços em habitação	40
Figura 37.	Esquemas - Inércia e Isolamento Térmico	40
Figura 38.	Perdas de calor através de Pontes térmicas	40
Figura 39.	Gama de coeficientes de transmissão térmica de vão envidraçados	42
Figura 40.	Esquemas de envidraçado sem e com proteção solar	42
Figura 41.	Eficácia Luminosa de vários tipos de lâmpadas	44
Figura 42.	Exemplo de edifício com envolvente ajardinada - CR Land Guanganmen Green Technology (Vector Architects)	46
Figura 43.	Esquema de utilização e benefícios de utilização de vegetação	46
Figura 44.	Exemplos de aplicação de coberturas ajardinadas com inclinação	48
Figura 45.	Exemplos de aplicação de vegetação integrada no interior	48
Figura 46.	Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o número de divisões 2011	54
Figura 47.	Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o escalão de área útil	54
Figura 48.	Número médio de divisões dos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a época de construção do edifício 2011	54
Figura 49.	Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o tipo de aquecimento disponível 2011	56
Figura 50.	Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o tipo de aquecimento disponível, por época de construção	56
Figura 51.	Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a disponibilidade de aquecimento, por NUTS III	56
Figura 52.	Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a fonte de energia utilizada para aquecimento, por NUTS III	58
Figura 53.	Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a fonte de energia utilizada para aquecimento em 2011	58
Figura 54.	Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a existência de ar condicionado, por época de construção	58
Figura 55.	Número de edifícios clássicos segundo o tipo de estrutura de construção em 2011	60
Figura 56.	Distribuição de edifícios clássicos segundo o tipo de estrutura de construção, por época de construção do edifício em 2011	60
Figura 57.	Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício em 2011 por região	60
Figura 58.	Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício em 2011	62
Figura 59.	Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício entre 2001 e 2011D	62
Figura 60.	Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício por época	62
Figura 61.	Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de cobertura do edifício entre 2001 e 2011	63
Figura 62.	Distribuição de edifícios clássicos segundo o tipo de cobertura em edifícios por época	63
Figura 63.	Evolução de Paredes Exteriores em Portugal - Parte I	66

Figura 64.	Evolução de Paredes Exteriores em Portugal - Parte II	68
Figura 65.	Esquema das Pontes Térmicas possíveis num edifício de habitação	70
Figura 66.	Cobertura com ou sem desvão e respectivas pontes térmicas consoante aplicação do Isolamento Térmico	72
Figura 67.	Cobertura inclinada com revestimento cerâmico e isolamento na ligação com a parede	72
Figura 68.	Solução com isolamento térmico pelo exterior de uma cobertura inclinada com desvão habitável	72
Figura 69.	Cobertura inclinada com revestimento cerâmico e isolamento na ligação com a parede	72
Figura 70.	Solução com isolamento térmico pelo interior de uma cobertura inclinada com desvão habitável	72
Figura 71.	Aplicação de Isolamento Térmico contínuo ou descontínuo entre varas em Estrutura Madeira	73
Figura 72.	Exemplos das patologias decorrentes da existência de Pontes Térmicas	74
Figura 73.	Manchas na superfície interior, usualmente denominadas de "fantasmas"	74
Figura 74.	Correção de Ponte Térmica pelo interior em zona de pilar & Zona corrente de alvenaria e na ligação entre a parede e laje de piso intermédio como isolamento	74
Figura 75.	Fissuração horizontal e desprendimento do revestimento junto à laje de cobertura	76
Figura 76.	Fissuração horizontal e desprendimento do revestimento junto à laje & Fissuração horizontal e desprendimento das forras cerâmicas de correção térmica	76
Figura 77.	Fissuração horizontal e desprendimento das forras cerâmicas de correção térmica	76
Figura 82.	Pormenor do isolamento térmico pontual da zona de ponte térmica com dois sistemas de revestimento pelo exterior	78
Figura 83.	Pormenor de correção térmica com isolamento térmico com revestimento descontínuo e independente ou com placas prefabricadas e	78
Figura 78.	Aspecto visual possível pelo exterior numa zona de ponte térmica em cunhal	79
Figura 79.	Correção Térmica pelo exterior em zona de pilar	79
Figura 80.	Pormenor de execução da forra cerâmica na platibanda	79
Figura 81.	Exemplo de execução de forras cerâmicas simples e duplas pelo exterior, executadas na continuidade de cada pano corrente	79
Figura 84.	Pormenor de zona de pilar e respectiva correção térmica	80
Figura 85.	Exemplos de caixas de estore com ou totalmente em isolamento térmico	80
Figura 86.	Exemplo e Pormenor de Correção térmica em zona de ombreira	80
Figura 87.	Pormenor de Correção em tecto falso com isolamento térmico pelo interior na zona de ligação parede exterior e laje pontual	81
Figura 88.	Pormenor de Correção em sanca com iluminação oculta na zona de ligação parede exterior e laje com isolamento térmico pontual	81
Figura 89.	Esquema Síntese da Evolução das caixilharias	82
Figura 90.	Exemplos de sistemas ou grelhas de ventilação em caixilharia ou parede para garantir a boa qualidade ambiental interior	82
Figura 91.	Exemplo de caixilharia desenvolvida pela empresa Sapa e o arquiteto Eduardo Souto de Moura	82
Figura 92.	Exemplos de Proteções Solares exteriores	84
Figura 93.	Exemplo de painéis solares não integrados em cobertura inclinada	86
Figura 94.	Exemplo de painéis solares e sistemas solares em cobertura plana	86
Figura 95.	Integração de colectores solares com depósito em cobertura inclinada	86
Figura 96.	Esquema de integração de painéis solares em cobertura inclinada	86
Figura 97.	Esquema de aumento de platibanda que oculta o sistema sem afeta o desempenho	86
Figura 98.	Simulação de ocultação à posteriori com um aumento da platibanda para melhor integração arquitetónica	86
Figura 99.	Fachada fotovoltaica do Edifício Solar XXI - INETI	87
Figura 100.	Fachada de Edifício em Lisboa com vários sistemas de A.C.	87
Figura 101.	Exemplo de integração de Ar Condicionado no interior	87
Figura 102.	Inquérito - Dados de Amostra e a Sustentabilidade	88
Figura 103.	Inquérito - Eficiência Energética em Edifícios Novos	90
Figura 104.	Inquérito - Prática da Construção em Edifícios Novos	92
Figura 105.	Inquérito - Eficiência Energética em Edifícios Existentes	94
Figura 106.	Inquérito - Prática da Construção em Edifícios Existentes I	95
Figura 107.	Inquérito - Prática da Construção em Edifícios Existentes II	96
Figura 108.	Casa Três Pátios em Santo Estêvão, Benavente - Autoria de Miguel Marcelino	102
Figura 109.	Esquema - Miguel Marcelino	102

CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO

CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO

A atividade humana tem hoje extremo impacto no planeta, e o sector da construção não é exceção: além de constituir uma das atividades humanas com maior impacto direto no meio ambiente, apresenta ainda um elevado consumo energético. Com o agravamento do aquecimento global e a antevisão de esgotamento de vários recursos naturais surgiu uma maior consciencialização em relação às questões ambientais e um maior cuidado com os consumos energéticos. Essa preocupação verificou-se também a nível europeu e refletiu-se através de uma diretiva europeia que determina que os países pertencentes à EU devem tomar medidas para reduzir os consumos energéticos nos edifícios.

Em Portugal verifica-se que este sector consome atualmente aproximadamente 31% da energia final utilizada e que o sector residencial, é responsável por cerca de 18% do consumo, contribuindo significativamente para a emissão de GEE (Gases com Efeitos de Estufa). Em 1991, foi aprovado o primeiro Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios – RCCTE. Esta primeira versão pretendia sobretudo limitar potenciais consumos energéticos, dadas as carências qualitativas térmicas verificadas na altura. Já com a revisão em 2006, foram aumentadas as exigências, porém a atualização foi alvo de grande ceticismo. Foi novamente revisto com entrada em vigor em Dezembro de 2013, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), apresenta novos requisitos e mais exigências de forma a Portugal atingir as metas 20-20-20 da União Europeia.

A presente dissertação procurará compreender a evolução dos sistemas construtivos na adaptação às atuais exigências, contextualizando e sintetizando as principais influências do RCCTE na prática da arquitetura e da construção. Constatando-se que houve uma evolução das necessidades do habitar, e por conseguinte havendo em Portugal uma falta de informação sistematizada sobre o assunto resolveu-se dedicar aos capítulos iniciais desta dissertação ao desenvolvimento da contextualização evolução do Parque Habitacional Português.

Procurou-se assim, através desta reflexão, contribuir, de uma forma ativa, para possíveis desenvolvimentos futuros da regulamentação que atua sobre a eficiência energética e comportamento térmico, na sua relação com a prática da arquitetura.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos (1) analisar a evolução do conceito de Desenvolvimento Sustentável para, assim, compreender a necessidade de regulamentação aplicada à Arquitetura e (2) compreender as implicações da Eficiência Energética na concepção do edifício.

É igualmente objectivo, (3) analisar de forma sistematizada a evolução do parque habitacional português, compreendendo a importância de desenvolvimento de edifícios orientados para as expectativas e necessidades da população.

Pretende-se ainda (4) verificar a influência do RCCTE na prática da arquitetura, através do estudo da evolução das diferentes soluções construtivas ao longo das últimas décadas, nomeadamente no que refere a envolvente opaca e não opaca dos edifícios, implantação e sistemas de climatização e AQS.

Por fim, pretende-se (5) propor alternativas que contribuam para o futuro do regulamento com maior compatibilidade com a realidade nacional, e uma maior abrangência a outros aspetos da sustentabilidade na arquitetura, para além da eficiência energética.

1.2 METODOLOGIA

Compreender as influências da regulamentação na prática da construção implica, antes de mais, conhecer a necessidade desta regulamentação e as suas origens e contextualização, pois a sua relação com a arquitetura evoluiu com a concepção e revisão da mesma.

A evolução da legislação em Portugal está estreitamente relacionada com o Parque habitacional construído. Imputar ao RCCTE responsabilidade de determinada linguagem arquitetónica ou evolução do parque habitacional seria falacioso, pois existem muitos outros fatores e regulamentações de maior prevalência e importância na prática arquitetónica. Todavia é possível verificar a influência do RCCTE na prática da arquitetura através das condicionantes impostas.

Para tal, efetuou-se um levantamento destas condicionantes, classificadas em passivas (internas ou externas) e ativas, analisando a sua evolução desde o primeiro regulamento até a contemporaneidade.

Posteriormente, procedeu-se a um inquérito a arquitetos, engenheiros e intervenientes na construção, de modo a confrontar de que forma as condicionantes inventariadas se manifestam na prática da arquitetura e compreender expectativas futuras para a construção nova ou reabilitação.

Desta forma foi possível relacionar as condicionantes impostas pelo RCCTE com o parque edificado atual e com as dificuldades práticas de técnicos especializados na regulamentação, fundamentando a investigação não apenas no estudo de outros autores mas também na experiência direta.

Por fim, procurou-se estruturar uma proposta alternativa para solucionar algumas dificuldades de aplicação do RCCTE, sobretudo no que diz respeito ao edificado existente, numa perspetiva de maior sustentabilidade.

1.3 ESTRUTURA

O primeiro capítulo desta dissertação, Enquadramento, expõe de forma sintética a problemática em estudo, enquadrando-a de forma mais abrangente no tema da Sustentabilidade. Neste capítulo, são também apresentados os objetivos desta pesquisa, a metodologia de investigação e, por último, a organização geral do trabalho.

No segundo capítulo, A Eficiência Energética e o seu Contributo para a Sustentabilidade da Construção, apresenta-se uma breve análise aos principais eventos e questões que foram construindo o conceito de desenvolvimento sustentável, revelando a necessidade da humanidade procurar um equilíbrio entre a sua existência e com a Natureza.

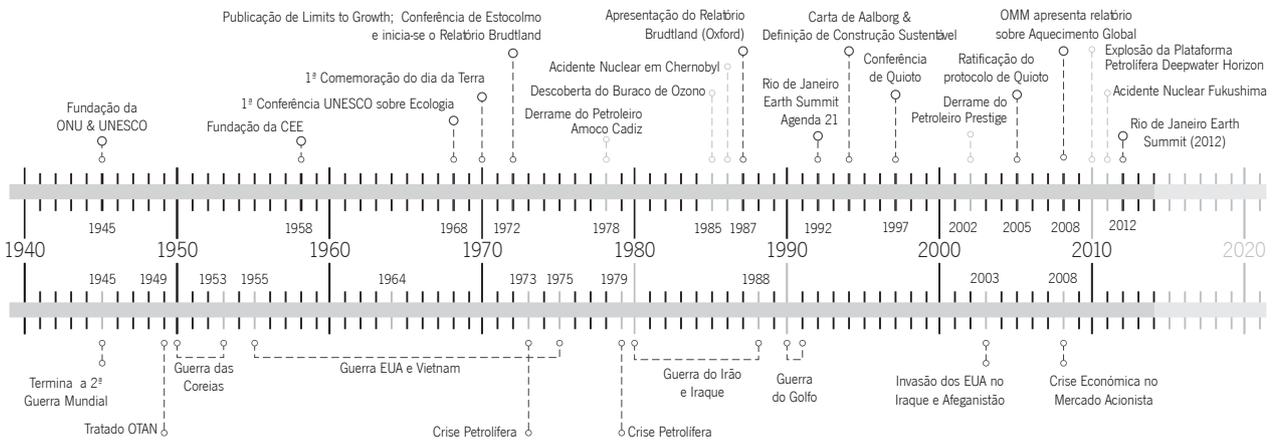
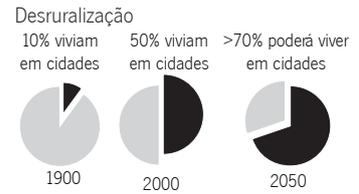
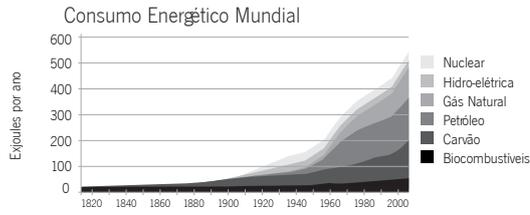
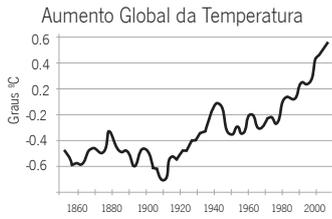
No capítulo 3, A Evolução do Parque Habitacional Português, analisa-se o desenvolvimento do parque habitacional português, caracterizando-o, através da sistematização dos Censos de 2011, funcional e construtivamente.

No capítulo 4, A Influência do RCCTE na Prática da Arquitetura, foi organizado em duas fases: num primeiro momento, analisam-se as implicações da regulamentação para a eficiência energética nos edifícios do sector residencial, estudando a evolução das soluções construtivas de implantação, forma

e orientação, envolvente opaca, envolvente não-opaca e sistemas de climatização e AQS; com base na revisão bibliográfica numa segunda etapa desenvolveu-se um questionário específico para arquitetos, engenheiros e peritos, de forma a complementar e melhor compreender a aplicação prática do RCCTE e quais as áreas mais complexas de resolver em projeto.

No capítulo 5, Discussões e Conclusões, apontam-se caminhos para uma arquitetura mais sustentável, sintetizam-se algumas propostas para uma futura revisão do RCCTE, suportadas pela análise dos resultados obtidos no capítulo anterior e apresentam-se algumas linhas de desenvolvimento para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E O SEU CONTRIBUTO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO



Crise Petrolífera



Valor máximo registado por barril de crude



Urbanização do Planeta

Ranking de Cidades mais populosas - Mega Cidades

1	Tokyo	Japão	35.682.460	11	New York	ELA	19.831.858
2	Jakarta	Indonésia	28.019.545	12	Cairo	Egipto	19.439.541
3	Seoul	Coreia do Sul	25.600.000	13	Los Angeles	ELA	16.800.000
4	Shanghai	China	25.300.000	14	Beijing	China	16.400.000
5	Karachi	Paquistão	23.500.000	15	Osaka	Japão	16.200.000
6	Cidade de México	México	23.200.000	16	Moscou	Rússia	15.700.000
7	Delhi	Índia	23.000.000	17	Dhaka	Bangladesh	14.565.547
8	São Paulo	Brasil	21.100.000	18	Kolkata	Índia	14.300.000
9	Mumbai	Índia	20.800.000	19	Buenos Aires	Argentina	14.000.000
10	Manila	Filipinas	20.700.000	20	Istanbul	Turquia	13.850.000

Crescimento Populacional

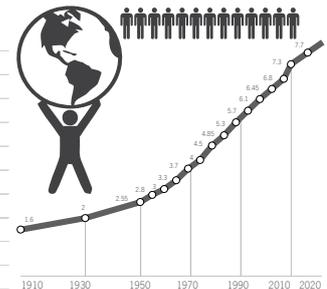


Figura 1.

Origem e Revisão histórica da Sustentabilidade - Infográfico

Adaptado de Th. Brinkhoff: The Principal Agglomerations of the World, 2012 & <http://www.financialsense.com>

CAPÍTULO 2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E O SEU CONTRIBUTO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ORIGEM E REVISÃO HISTÓRICA

Continuamente a civilização tem se desdobrado em respostas conscientes e inovadoras para ultrapassar alguns problemas, consequência do grande desenvolvimento desde a Revolução Industrial.

Este desenvolvimento, com a sua base económica no mercado capitalista, alimenta-se a petróleo e mantém a cultura do produto descartável. Esta necessidade incessante de gerar progresso e consequentemente mais riqueza não é viável nem concretizável exceto através de um crescimento sustentável, ou seja, um “desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (...)” (WCED, 1988).

O ambiente de pós-guerra, a partir de 1945, foi um período de expectativa, de fé, de confiança no futuro da humanidade e de vontade de aprender com os erros do passado. Neste ambiente, várias nações estabeleceram um acordo, conhecido como Carta das Nações Unidas e fundaram-se importantes organizações como a Organização das Nações Unidas (ONU) e A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), ambas em 1945, para manter a paz internacional e promover a cooperação internacional na solução dos problemas económicos, sociais e humanitários. Estabelecem-se, assim, os primeiros passos para o desenvolvimento sustentável, sem o qual a resolução desses problemas não seria possível. Neste seguimento, em 1958, a nível europeu, emerge a CEE, entretanto renomeada para União Europeia (EU) que será no futuro a principal origem dos regulamentos até agora implementados.

Este período salientou a importância da cooperação intergovernamental e internacional no desenvolvimento de uma matriz de organização social comum, motivando alguns acontecimentos que, na segunda metade do século XX (Figura 1), permitiram consolidar o conceito de desenvolvimento sustentável:

i. 1ª Conferencia UNESCO (1968)

Em 1968, realiza-se, a primeira conferência intergovernamental de conciliação entre o meio ambiente e o desenvolvimento, organizada pela UNESCO. Foi um conferência precursora das preocupações ambientais e na qual emergiu o Programa Biosfera. O objetivo deste programa era promover o conhecimento, a prática e os valores humanos para implementar as boas relações entre as populações e o meio ambiente em todo o planeta, constituindo um dos primeiros passos no caminho para o desenvolvimento sustentável.

ii. 1ª Comemoração do dia da Terra (1970)

O Dia da Terra destaca-se pela sua autonomia de qualquer entidade ou organismo. Também está relacionado com reivindicações políticas, nacionais, religiosas ou ideológicas. Surge após o desastre petrolífero de Santa Barbara, na Califórnia, ocorrido em 1969: no dia 22 de Abril inspirado pelos protestos dos jovens norte-americanos que contestavam a guerra, Gaylord Nelson, desenvolveu esforços para conseguir colocar o tema da preservação da Terra na agenda política

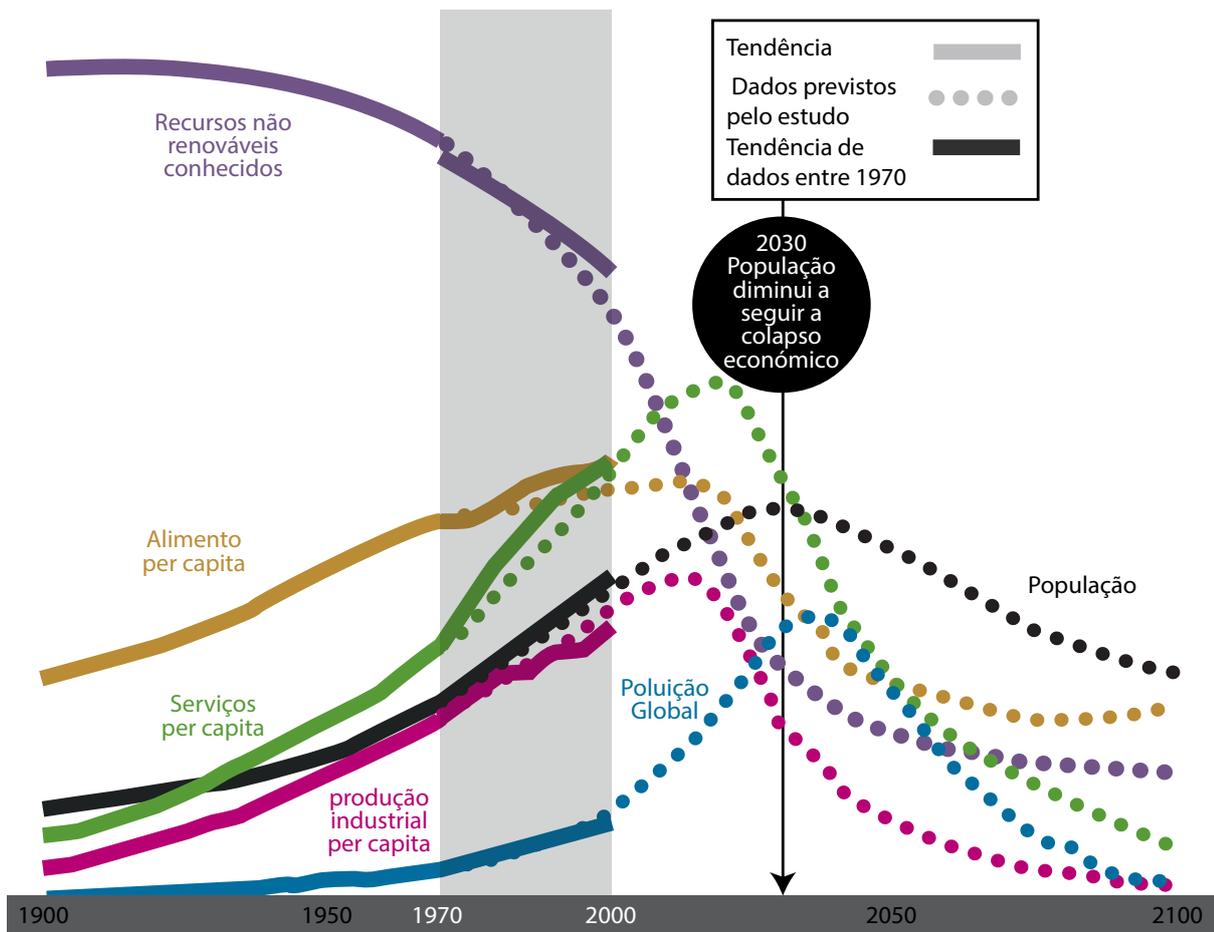


Figura 2. Limits to Growth - Previsão vs Realidade
Adaptado de <http://marketclues.blogspot.pt/>

norte-americana e motivar uma manifestação com mais de 20 milhões de pessoas, só nos EUA.

iii. Limits to Growth (1972)

Em 1972 é publicado o livro *Limits to Growth – Limites para Crescimento*, comissionado pelo Clube de Roma, representado essencialmente por Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, e William W. Behrens III. Esta publicação alerta para as consequências do crescimento exponencial da população mundial e para os recursos naturais finitos. Um aspeto relevante introduzido foi a simulação computacional dos sistemas do planeta com a civilização humana. O modelo incluía cinco variáveis principais: população mundial, industrialização, poluição, produção de alimentos e esgotamento de recursos.

Mais recentemente, em 2008, Graham Turner, comparou a realidade dos últimos trinta anos com as previsões feitas em 1972 (Figura 2). Assim, constatou que as transformações na industrialização, produção de alimentos e poluição são coerentes com as previsões do *Limits to Growth*, que previam o seu culminar num colapso económico e social no século XXI (Strauss, 2013).

iv. A guerra Fria e as Crises Petrolíferas de 73 e 79

As principais políticas socioeconómicas mundiais que surgiram do pós-guerra estiveram associadas a duas potências mundiais: por um lado os EUA, cuja economia se fundava no capitalismo, e

por outro a URSS, cuja base económica socialista foi imposta pela Revolução bolchevique de 1917. Foi um período de bipolarização mundial, com uma ânsia de desenvolvimento industrial a nível tecnológico e bélico. Inclusivamente as ações da geopolítica subsequente dos principais países industrializados, no Médio Oriente onde existem variadíssimas reservas de combustíveis fósseis, revelam a existência de um forte vínculo entre a procura da sua segurança energética e o seu envolvimento militar na região (Hobsbawm, 1997). As crises petrolíferas dos anos 70 demonstraram o quanto o crescimento económico dos países industrializados era dependente dos combustíveis fósseis.

A primeira crise emerge como resultado da desvalorização do dólar americano, moeda de referência para negociação do Petróleo, em 1971 e do conseqüente aumento dos preços, por parte dos países da OPEP, em 1973. A crise petrolífera não foi apenas motivada pelas crises económicas, pois a fragilidade já era notória na década anterior. Foi também uma tomada de posição político-económica contra os principais países consumidores e no elevado lucro de revenda que detinham. Iniciou-se então a discussão sobre a necessidade de otimizar o consumo de energia ou de investigar outras fontes energéticas (Hobsbawm, 1997).

Já em 1979, a queda do Xá do Irão, agravada pela segunda crise do petróleo e pela intervenção soviética no Afeganistão, gerou na geopolítica norte-americana no Oriente Médio uma percepção de fragilidade da sua posição na região (Sudbrack, 2012).

Em meados dos anos 80, assiste-se a um maior crescimento económico, com o crescimento do mercado acionista, mas, conseqüentemente, também um maior consumismo. Se por um lado o crescimento económico intensificou a ação do homem sobre o planeta, também tornou propício o ambiente cultural e científico para o estudo de novas tecnologias: a indústria, lentamente, começou também a procurar uma concepção projetual de edifícios energeticamente eficientes.

v. Conferência de Estocolmo e o relatório de Brundtland (1987)

Indicada na Conferência de Estocolmo, a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, chefiou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, para estudar o assunto do Desenvolvimento Sustentável. Mais conhecido como Relatório Brundtland, o documento final desses estudos, designado “ O Nosso Futuro Comum”, apesar de não estar intrinsecamente relacionado com a construção, aponta uma série de medidas que devem ser tomadas pelos países para promover o desenvolvimento sustentável. A sua definição de desenvolvimento sustentável envolve dois vetores chave: a premência de atender às necessidades básicas das populações mais carenciadas; e a criação de medidas e limitações, impostas pelo atual estado de desenvolvimento tecnológico e organização social, de modo a garantir a satisfação das necessidades atuais e futuras. Algumas dessas medidas seriam a limitação do crescimento populacional, a redução dos consumos energéticos e o desenvolvimento tecnológico tendo em vista as fontes energéticas renováveis, o aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas e o controlo da urbanização desordenada e integração entre urbano e rural, de modo a atender às necessidades básicas das populações (como saúde, ensino e habitação), garantindo os recursos básicos (água, alimentos e energia) a longo prazo e

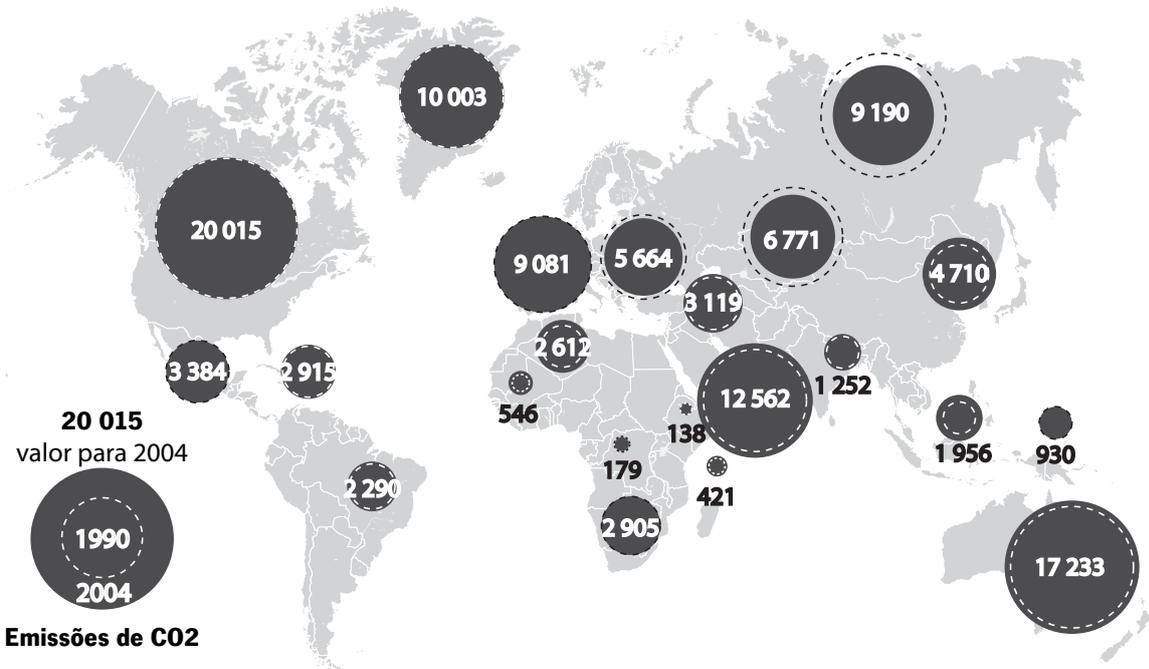


Figura 3. Mapa de emissões de CO² entre 1990 e 2004
 Adaptado de <http://blogs.ft.com/the-world/tag/rio20/> por Loureiro&Mendes ©

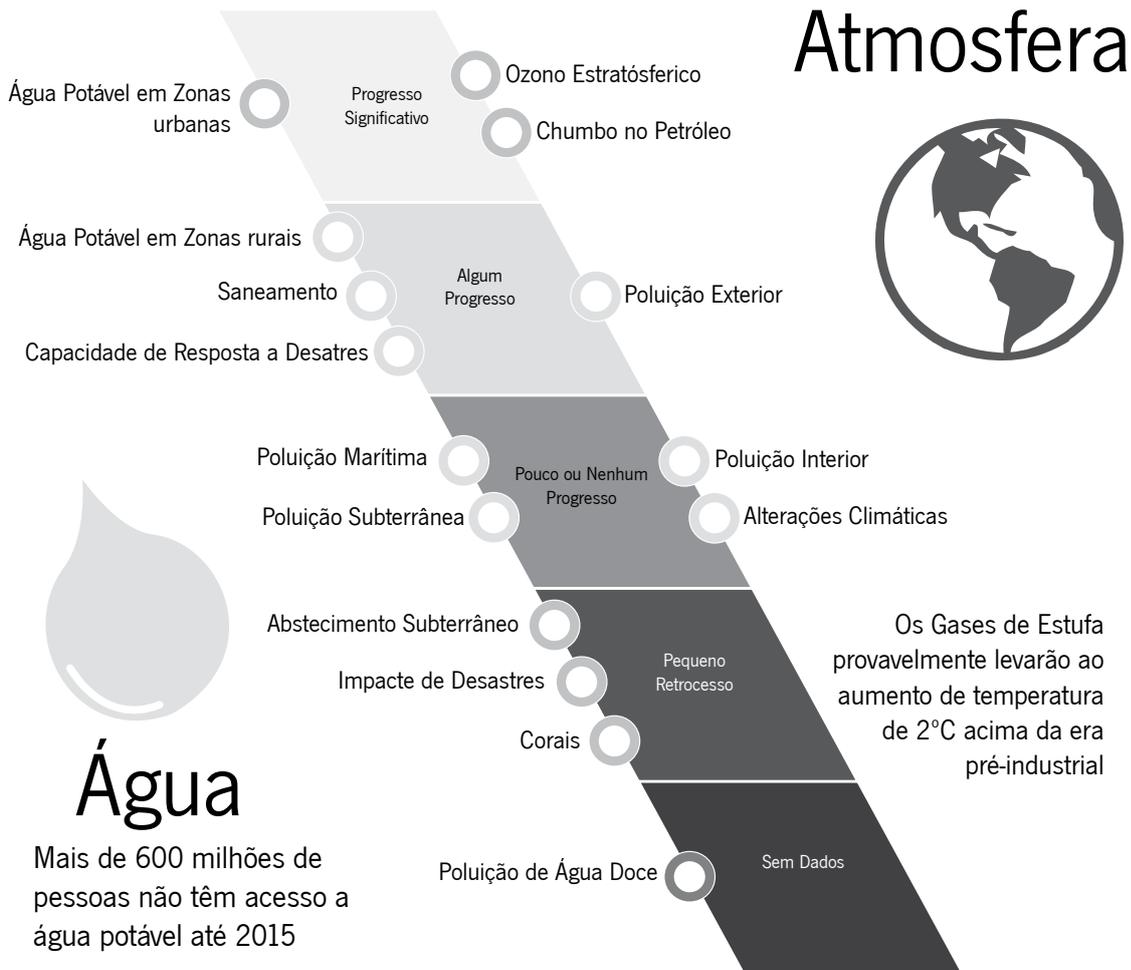


Figura 4. Análise dos progressos entre as Conferências Rio de Janeiro em 1992 e 2012
 Adaptado de <http://www.circleofblue.org/>

preservar a biodiversidade dos ecossistemas.

vi. Rio de Janeiro - Earth Summit (1992)

Em 1992, vinte anos de depois da primeira conferência Earth Summit, que tinha como objetivo refletir sobre o desenvolvimento sustentável enquanto modelo de crescimento económico menos consumista e mais adequado ao equilíbrio ecológico, realizou-se a conferência Earth Summit – ECO 92 no Rio de Janeiro. Nesta conferência participaram 108 nações, bem como um elevado número organizações intergovernamentais que foram a base para o desenvolvimento da “Agenda 21 – Programa de Ação para o Desenvolvimento Sustentável”, que incluía a preocupação com o povoamento e evolução demográfica sustentável, com a sustentabilidade da agricultura e do desenvolvimento rural.

A partir destes documentos pioneiros foram desenvolvidas, a nível local, nacional e internacional, diferentes políticas e outras soluções com o propósito de estimular a construção sustentável.

vii. Carta de Aalborg

Aprovado em 1994, o Documento base da Campanha Europeia das Cidades e Vilas Sustentáveis (CECVS), denominado “Carta de Aalborg” representa um compromisso político para com os objetivos do desenvolvimento sustentável, destacando-se os seguintes pontos (CECVS, 1994):

1. Participação da comunidade local e obtenção de consensos;
2. Economia urbana (conservação do capital natural);
3. Equidade social através de correto ordenamento do território;
4. Mobilidade urbana;
5. Clima mundial e conservação da natureza”.

vi. Conferência Mundial do CIB (1994)

Em 1994, numa conferência mundial organizada pelo CIB (Conselho Internacional de Construção), o Professor Charles Kibert sugeriu pela primeira vez o conceito de Construção Sustentável, que teria como objetivo “a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e em princípios ecológicos”.

Este conceito de construção sustentável considera que os recursos da construção são os materiais, o solo, a energia e a água e deverá ser tido em conta todo o seu ciclo de vida. A partir destes recursos, Kibert estabeleceu os cinco princípios básicos da construção sustentável (Kibert, 2005):

1. Reduzir o consumo de recursos;
2. Reutilizar os recursos sempre que possível;
3. Reciclar materiais em fim de vida do edifício e usar recursos recicláveis;
4. Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as atividades;
5. Eliminar os materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida.

vii. Conferência de Quioto – ratificação do Protocolo (1997)

O principal resultado da conferência de Quioto, em 1997, foi o Protocolo que estabeleceu uma

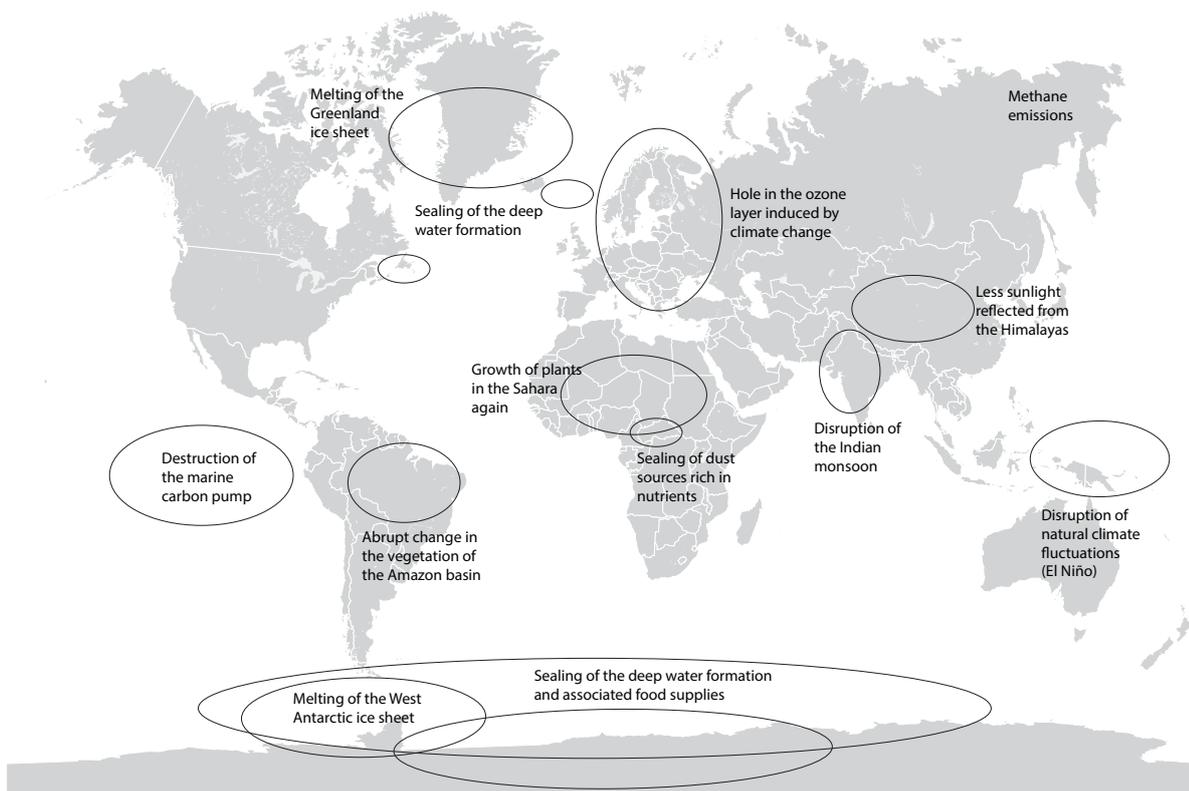


Figura 5. Mapa de transformações climáticas e ambientais
 Adaptado de Hegger, et al. (2008) por Loureiro&Mendes ©

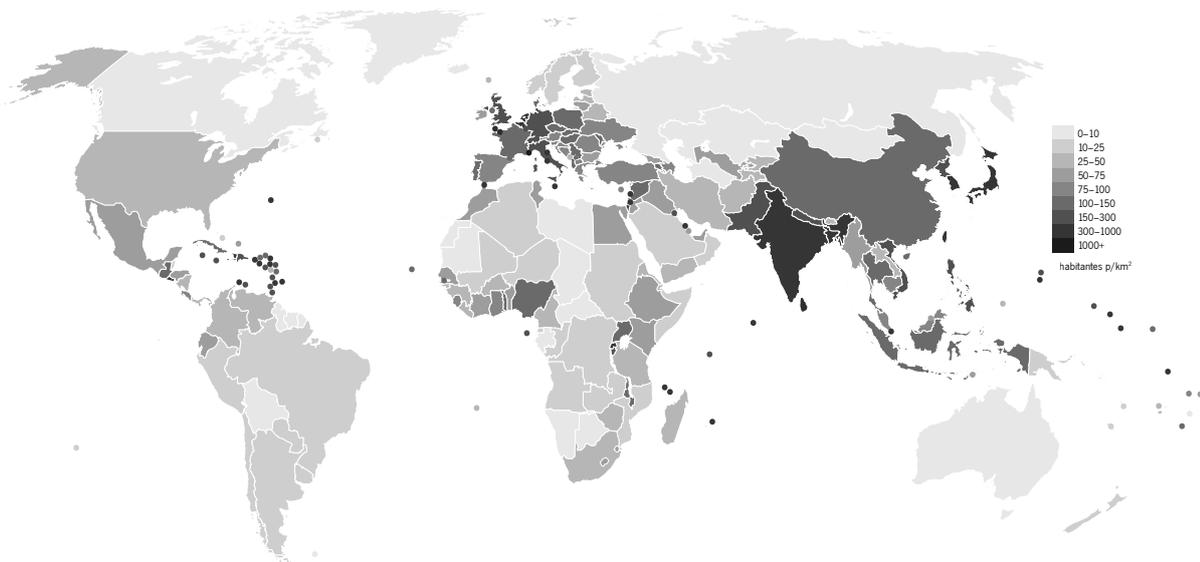


Figura 6. Mapa de densidade populacional
 Adaptado de Hegger, et al. (2008)

meta de redução em 20% das emissões de gases, como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄) que contribuem para o efeito estufa que foram apontados como a principal causa para as alterações climáticas que se começavam a conjeturar.

A União Europeia assinou o Protocolo de Quioto em 1998, obrigando os países membros a definirem medidas de ação que incentivassem a utilização racional dos recursos energéticos de forma a reduzir a emissão de Gases do Efeito de Estufa (GEE) para a atmosfera. O sector residencial, é foco de grande atenção, por ser o responsável por mais de 40% do consumo final de energia da UE (Jardim, 2010). No entanto, apenas em 2005 é que este entrou em vigor, com o incremento dos prazos até 2020, com assinatura de praticamente todos países, excetuando-se a notória falta de ratificação por parte dos EUA e Austrália.

O acordo obriga países mais emissores de GEE, a reduzir as suas emissões em 8% até 2012 relativamente aos níveis de emissão estipulados na década de 90, prevendo sanções em caso de incumprimento. No âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades da EU ficou estabelecido que Portugal deveria limitar o crescimento das suas emissões em 27% em relação a 1990 (REA, 2008). Assumiu, assim até 2010 o compromisso de produzir com origem em fontes de energia renováveis 39% da sua eletricidade final.

viii. Rio de Janeiro - Earth Summit 2012

Uma década após a ECO-92 realizou-se a chamada Rio+10 a fim de rever as metas propostas pela Agenda 21 e otimizar as áreas que necessitam um esforço maior (Figura 4). Havia a expectativa que se definisse um novo plano internacional de ação global capaz de compatibilizar o desenvolvimento económico e social de forma a promover a sustentabilidade do planeta para gerações futuras. Todavia o evento apresentou um debate mais focado em problemas de cunho social e uma demonstração por alguns países de defesa exclusiva dos seus interesses, sobretudo os principais responsáveis pela emissão de GEE (Jardim, 2010).

ix. Acidentes Ambientais e Mudanças Climáticas

É de conhecimento geral de que o aquecimento médio da temperatura global tem conduzido ao aumento da intensidade dos fenómenos atmosféricos à volta do mundo e está a derreter o gelo polar. No entanto, é apenas possível supor a verdadeira gravidade destas alterações. Estas previsões vão desde o desconfortável ao catastrófico, pois nas últimas décadas os acidentes ambientais têm aumentado progressivamente e são cada vez mais lesadores ao planeta (Figura 5).

A temperatura da superfície da Terra aumentou nos últimos 100 anos cerca de 0.8°C, e 11 dos últimos 12 anos estão entre os mais quentes de sempre (Hegger, et al., 2008). Estas mudanças foram inicialmente consideradas subjetivas, sobretudo através do aumento da frequência de fenómenos climáticos extremos nos últimos anos. No entanto, em 2007 o Grupo Intergovernamental das Alterações Climáticas (IPCC), num relatório afirma que o aquecimento global é inequívoco e é atribuído à ação do Homem.

Já há alguns anos que se fala da massiva desflorestação à escala global, mas um dos piores exemplos, é o coração florestal do mundo, a Amazónia, onde nestes últimos anos se tem

registado mais de 20000 km² de área desflorestada por ano. Devido à gravidade da situação, vários ambientalistas têm procurado alertar o Governo Brasileiro, e desde 2005, ano em que se atingiu o maior número de desflorestação, desde 1988 (Diário de Notícias, 5 de Maio de 2005), o que foi significativo para o decréscimo a cada ano de cerca de 10%, em que o ano de 2011, regista o menor número dos últimos 23 anos, com 6238 km² de desflorestação.

x. Crescimento Populacional e Urbanização do Planeta

Atualmente, cada vez mais pessoas vivem em cidades e menos em zonas rurais, e a população a viver em zonas urbanas aumenta ao ritmo de 180 000 pessoas por dia (UN, 2013). Talvez o facto mais alarmante é que os principais aumentos de processos de desruralização acontecem em países menos desenvolvidos, como, por exemplo, na Índia, Nigéria, Somália ou Uganda (Figura 6). Este elevado incremento de procura de habitação e a falta de capacidade de resposta nos países em vias de desenvolvimento faz com que o recurso a habitação precária seja, em grande parte das vezes, a única solução. Deste modo, apesar de as cidades ocuparem apenas 2% na superfície do Planeta, a comum prática de urbanização desregrada do solo, leva à perda de solo arável com bom potencial agrícola, que pode chegar a atingir valores na ordem dos 40.000km² por ano (Mateus, 2009). Verificou-se paralelamente um aumento do crescimento tecnológico e aumento dos padrões do conforto, que resultam no aumento do consumo de combustíveis fósseis e outros recursos finitos, geralmente de grande impacte ambiental.

Este crescimento populacional, acompanhado dos processos de desruralização, agravados pelo crescente padrão de conforto aumenta exponencialmente os impactes do homem no planeta. É portanto, necessário repensar e procurar mitigar estes efeitos de forma a atingir valores aceitáveis para um Desenvolvimento Sustentável.

Vários autores têm refletido acerca dos diversos problemas globais que podem ser diretamente relacionadas com a atividade humana - em especial com o aumento de população, o consumo de energia e recursos naturais e a tecnologia – como a destruição da camada de ozono, as alterações climáticas e a perda de biodiversidade (Hunter, et al., 1998). Caso este ritmo de ações se mantenha, por volta do ano de 2032 a expansão do meio construído irá destruir ou perturbar os habitats naturais e a vida selvagem em cerca de 70% da superfície terrestre (UNEP, 2002).

Em suma, pode concluir-se que os sistemas sociais, políticos e económicos vigentes ainda não estão convenientemente posicionados a favor do Desenvolvimento Sustentável. A sociedade de mercado consumista, característica de todos os países industrializados, conta apenas com um quarto da população mundial, mas consome cerca de 60-80% dos combustíveis fósseis e minerais e é responsável, na mesma medida, pelos problemas ambientais resultantes (Jardim, 2010).

Para realmente se conseguir mudar este cenário deverá existir um equilíbrio entre os sistemas natural e artificial, de forma a atingir um Desenvolvimento Sustentável que se deve estruturar sempre nas suas três dimensões: **ambiental, social e económica** (Mateus, 2009).

2.2 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PORTUGAL

A adesão de Portugal à Comunidade Europeia abriu portas aos grandes mercados de venda; a banca generalizou-se e facilitou o acesso ao crédito. Portugal aproximou-se do nível de vida europeu, mas nos últimos anos perdeu terreno. A convergência com os padrões europeus foi menos acentuada na criação de riqueza que sustenta o consumo (Neves, 2013). Esta evolução levou a grandes disparidades entre regiões e cidadãos, como se analisará neste subcapítulo.

O sector da construção beneficiou também da adesão à CEE, com um financiamento substancial de grandes projetos, como a Expo '98 ou o conjunto de infraestruturas de comunicação e transporte. Este dinamismo, associado à aceleração da atividade económica e à descida das taxas de juro nominais, incentivaram a construção e compra de habitação nos anos 90 (Baganha, et al., 2002). Nos últimos anos, o sector da construção acompanhou a desaceleração económica dos restantes sectores, ressentindo-se os efeitos da crise numa diminuição do volume de negócios e do contributo deste sector para a economia nacional. Assim, “o sector continuará a ter que enfrentar uma conjuntura desfavorável – os grandes ajustamentos eram previsíveis face aos excessos da construção nova em Portugal nas últimas duas décadas, quer de edifícios, quer de infraestruturas” (Gil, 2012).

Apesar disso, as estratégias nacionais demonstraram também uma preocupação com a Sustentabilidade. Os vários intervenientes, progressivamente versaram sobre a situação da construção sustentável do meio edificado, “embora se verifique que existe pouco conhecimento em relação à sua aplicação à escala nacional, nomeadamente em relação à sua efetiva implementação e resultados obtidos (Jardim, 2010)”.

2.2.1 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO, DAS FAMÍLIAS E DOS ALOJAMENTOS

Esta secção é essencial para se compreender não só a evolução do parque habitacional bem como da população, as suas características, os seus problemas e necessidades. Procurou-se estabelecer uma síntese entre vários documentos de recenseamento (realizados entre 1970 e 2011, com especial atenção às duas últimas décadas); dados do EuroStat; relatórios sobre o sector da construção; e o relatório de 2013 sobre o Parque Habitacional e a sua Reabilitação – Análise e Evolução.

É portanto crucial olhar a realidade mais recente, compreendê-la para só depois procurar perceber quais as eventuais transformações e de que forma o regulamento influenciou o mesmo, bem como poderá evoluir.

2.2.1.1 POPULAÇÃO E TERRITÓRIO

Os dados mais recentes dos Censos 2011 demonstram um país ainda marcado por grandes contrastes regionais, principalmente no **dualismo litoral e interior**, e uma **desaceleração do crescimento demográfico** desde 1990.

A desruralização também parece afetar cada vez mais o país, observando-se que mais de metade da população reside em regiões costeiras, mais concretamente na faixa situada entre Minho-Lima e Península de Setúbal e no Algarve (Figura 7).

Os últimos Censos, de 2011, apontam para um agravamento do envelhecimento da população, bem como a estagnação da natalidade. Em 1991, Portugal registava um índice de envelhecimento de 68.1 idosos (mais de 65 anos de idade) por cada 100 jovens (0 e 14 anos de idade). Já em 2011 esta relação

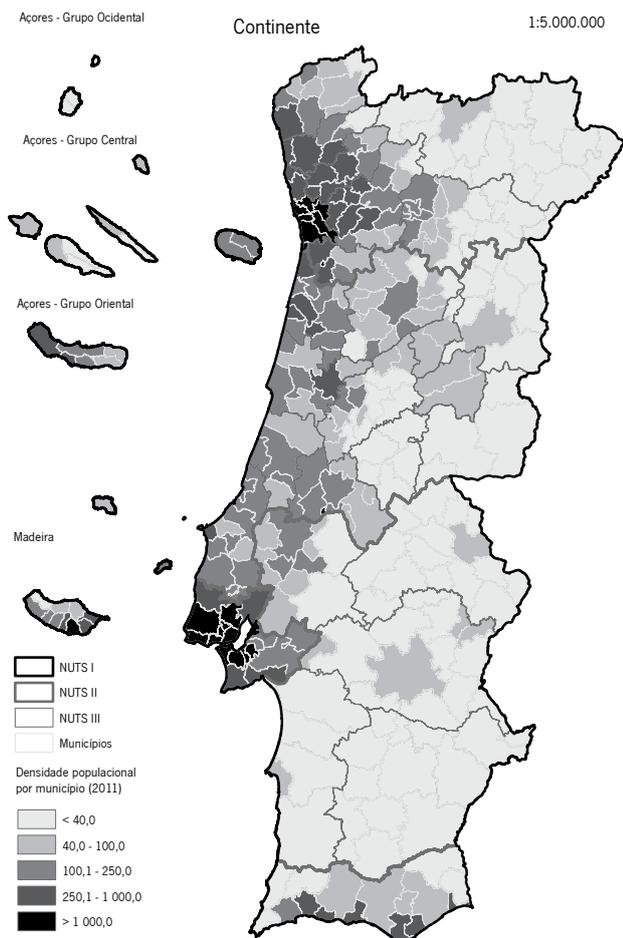
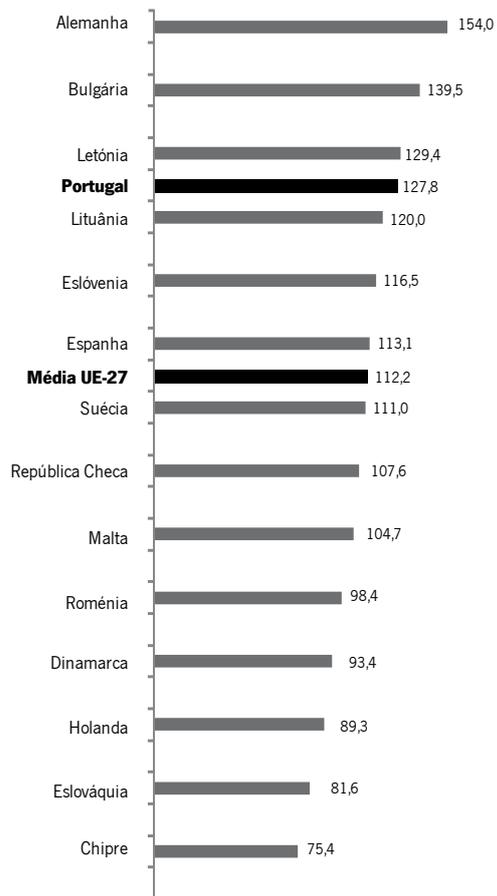


Figura 7. Densidade Populacional, por município 2011
Fonte: INE, Censos 2011



Fonte: Eurostat (população a 1 de janeiro de 2011) e INE, Censos 2011

Figura 8. Índice de envelhecimento da população dos Estados membros da União Europeia 2011

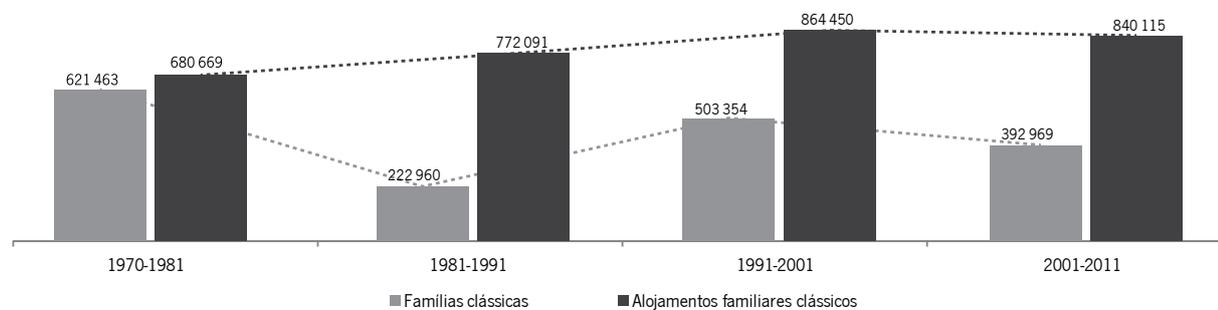


Figura 9. Número de alojamentos familiares clássicos e de famílias clássicas 1970-2011
Fonte: INE, Censos 1970, 1981, 1991, 2001 e 2011

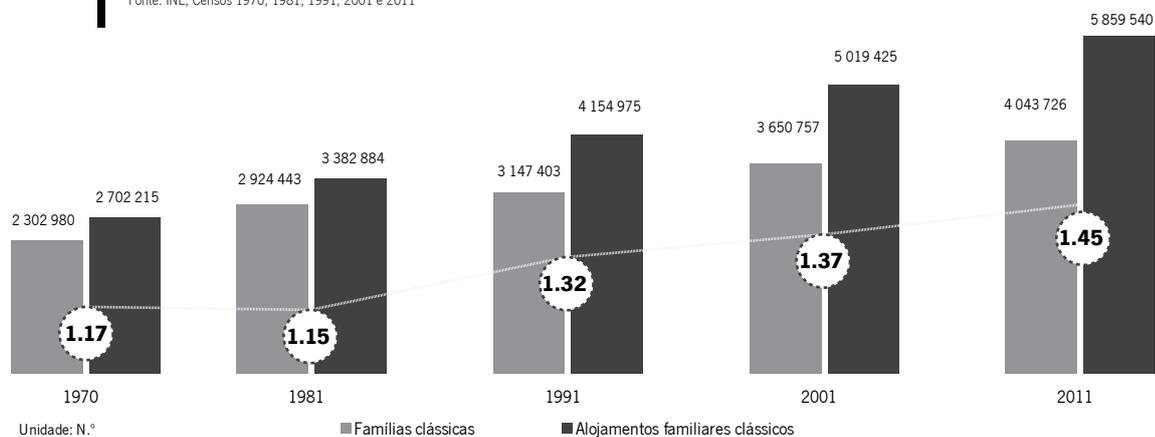


Figura 10. Variação do número de famílias clássicas e de alojamentos familiares clássicos 1970-2011
Fonte: INE, Censos 1970, 1981, 1991, 2001 e 2011

atingiu o valor alarmante de 127,8, um dos mais elevados da UE (Figura 8).

Esta dupla dinâmica de envelhecimento demográfico adquire extrema importância já que contribui para compreender as condições da habitação num edificado também ele envelhecido, assim como a descida da procura de habitação por parte dos jovens, cada vez em menor número.

2.2.1.2 **ALOJAMENTOS E FAMÍLIAS**

A distribuição territorial do parque edificado e da habitação acompanhou a evolução da dinâmica demográfica em Portugal e, paralelamente a esta, mais de metade dos edifícios e dos alojamentos concentram-se em regiões do litoral. No Algarve e na Madeira observam-se ritmos mais intensos entre 2001 e 2011, o que pode indiciar a aposta na construção ao serviço do sector turístico, com residências secundárias ou de uso sazonal.

Apesar da diminuição continuada de população e de famílias (Figura 9), as regiões do interior continuaram a registar taxas de crescimento positivas do número de alojamentos, numa provável tentativa de prolongar o efeito impulsionador da construção nas economias locais e, sobretudo, na manutenção de emprego.

Em 1970, a taxa de alojamentos familiares clássicos (i.e. constituídos por uma divisão ou conjunto de divisões num edifício de carácter permanente e entrada individual) por família era de 1,17 (Figura 10). Nas últimas três décadas a taxa de crescimento do número de alojamentos familiares clássicos superou sempre a taxa de crescimento das famílias clássicas e atingiu o valor de 1,45 em 2011 (INE, 2012).

Desde a década de 70 que em Portugal as estruturas familiares são cada vez mais pequenas e diversas. De uma dimensão média de 3,7 pessoas por família transitou-se para uma média de 2,6 pessoas em 2011 (Figura 11). Apesar de o tipo de família predominante nuclear (pai, mãe e filhos), verifica-se um incremento significativo do peso das famílias monoparentais, casais sem filhos ou famílias unipessoais. Os dois últimos tipos de família englobam situações muito diversas de autonomização da população jovem, que opta por viver só ou em conjugalidade, e de situações de isolamento de idosos, muito comuns no interior do País e nos municípios de Lisboa e do Porto (Machado, 2007).

2.2.1.3 **FORMA DE OCUPAÇÃO DOS ALOJAMENTOS FAMILIARES CLÁSSICOS**

Os alojamentos de residência habitual, de acordo com os Censos de 2011, constituem hoje, mais de dois terços (68,1%) do parque habitacional português (Figura 12). Este valor tem estado em queda desde 1991 dado o incremento de alojamentos de residência secundária/uso sazonal e o aumento de alojamentos vagos. Relativamente aos alojamentos que se encontravam vagos em 2011 (12,6%), mais de metade (58,7%) eram alojamentos em situação expectante (i.e., não se encontravam disponíveis no mercado nem aguardavam demolição) (INE, 2012). Entre 2001 e 2011, os alojamentos não ocupados pelo proprietário e que eram propriedade de ascendentes ou descendentes registaram um forte crescimento (58,5%) (INE/LNEC, 2013). Esta evolução da forma de ocupação dos alojamentos em Portugal são indicadores de casos de vínculo afetivo ao alojamento, de um desconhecimento da realidade do mercado, com o valor dos alojamentos sobrestimado, ou mesmo do crescimento de uma classe média com capacidade financeira para um alojamento secundário ou de uso sazonal.

Verifica-se um predomínio mais acentuado nas regiões do litoral do País dos alojamentos de residência

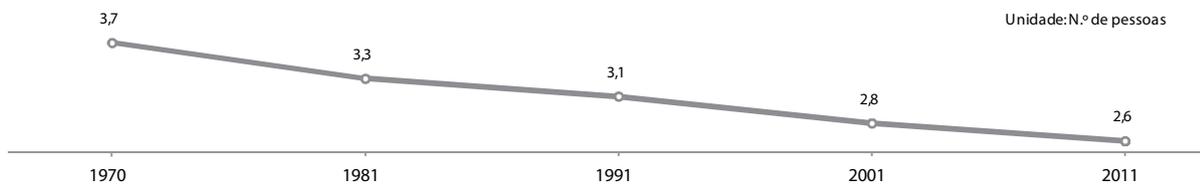


Figura 11. Dimensão média das famílias clássicas 1970-2011
 Fonte: INE, Censos 1970, 1981, 1991, 2001 e 2011

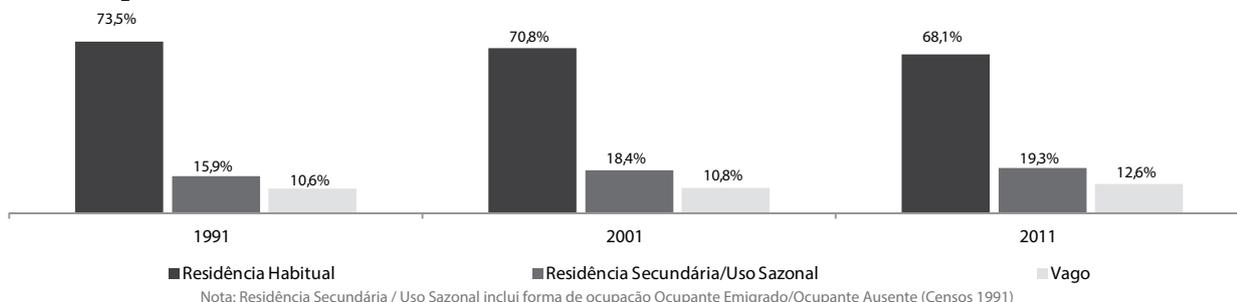


Figura 12. Distribuição de alojamentos familiares clássicos segundo a forma de ocupação 1991-2011
 Fonte: INE, Censos 1991, 2001 e 2011

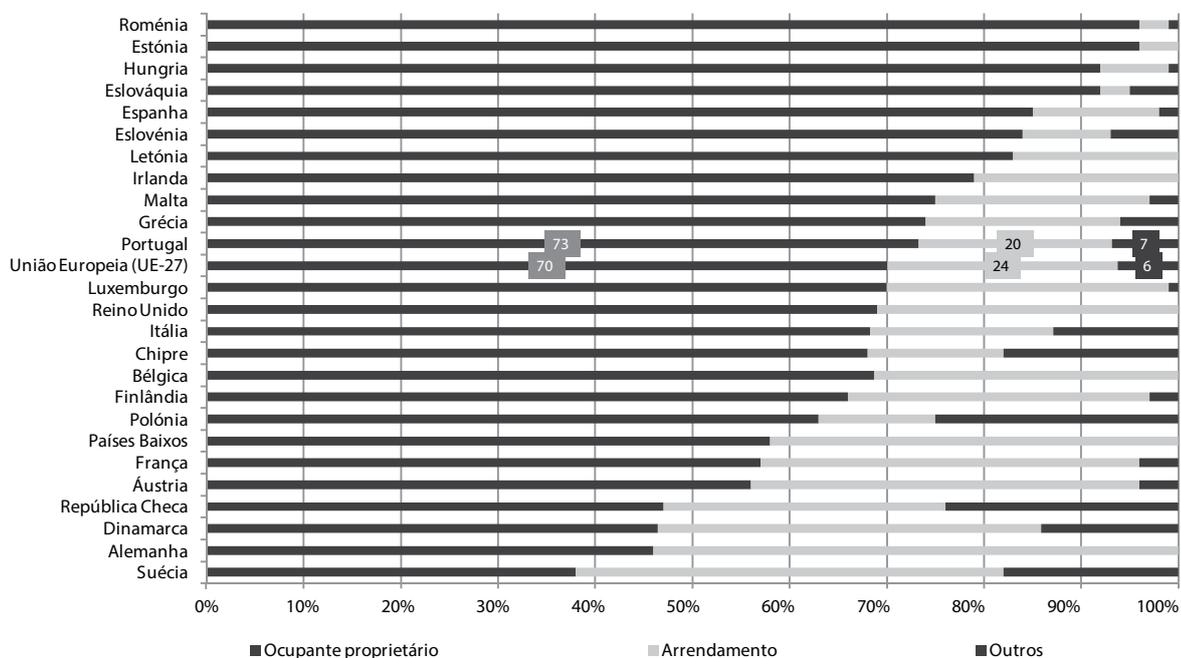
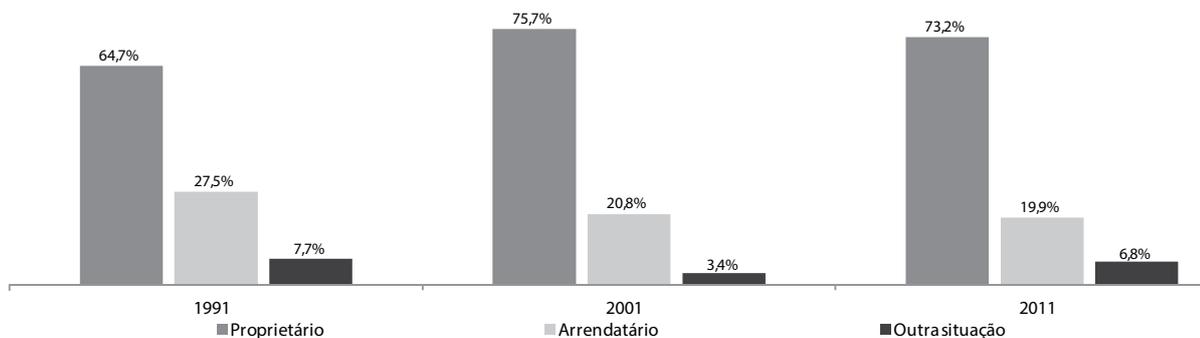


Figura 13. Distribuição de alojamentos familiares clássicos segundo o regime de propriedade na União Europeia
 Fonte: Housing Statistics in the European Union 2010; INE, Censos 2011



Nota: Proprietário inclui coproprietários e proprietários em regime de propriedade coletiva de cooperativa de habitação; Arrendatário inclui subarrendatários (Censos 2011)

Figura 14. Proporção de alojamentos familiares clássicos ocupados como residência habitual, segundo o regime de propriedade 1991-2011
 Fonte: INE, Censos 1991, 2001 e 2011

habitual, apenas se destacando a região do Algarve que possui uma elevada proporção de alojamentos de residência secundária ou sazonal (39,5%). Nesta região, o total de alojamentos de residência habitual rondou os 47,3% em 2011 e 13,2% encontravam-se vagos. Destes últimos, aproximadamente metade estavam no mercado para venda (27,9%) ou arrendamento (24,3%). Refira-se que foi no Algarve que se registou um maior aumento, em termos absolutos, de residências secundárias entre 2001 e 2011 de 42 946 alojamentos (INE/LNEC, 2013).

2.2.1.4 **REGIME DE PROPRIEDADE DOS ALOJAMENTOS**

Em Portugal verificava-se em 2011 uma predominância do ocupante proprietário na ocupação residencial de 73%, valor mais elevado mas próximo dos 70% da média da atual UE-27 (Figura 13).

Por outro lado, a proporção de alojamentos arrendados situava-se nos 19,9% (Figura 14). Apesar de ter registado uma taxa de crescimento de 7,3% entre 2001 e 2011, o peso dos alojamentos arrendados no total de alojamentos manteve-se, em 2011, semelhante ao de 2001. As principais regiões metropolitanas de Lisboa e Porto foram as que concentraram maior volume de alojamentos arrendados (INE/LNEC, 2013).

O valor médio mensal das rendas registou um aumento, passando de 123€ em 2001 para 235€ em 2011 (Figura 15). Uma análise a preços correntes de 2011 permite constatar que se verificou um aumento de 50,6%. Apesar disso, o valor médio dos encargos mensais com a habitação própria manteve-se superior, passando de 291€ em 2001 para 395€ em 2011 (a preços correntes de 2011 corresponde a uma variação de +7,3%)(INE/LNEC, 2013).

2.2.2 **NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL**

2.2.2.1 **CARÊNCIAS HABITACIONAIS**

De acordo com os dados do Recenseamento Geral da Habitação, em 2001, Portugal apresentava, em termos globais, uma necessidade de 170 279 alojamentos para a resolução de situações de famílias residentes em condições precárias - alojamentos não clássicos (16%), hotéis ou similares (1%) ou em regime de ocupação partilhada (40,1%), e para garantir o funcionamento do mercado e a mobilidade da população (42,9%). O número de alojamentos considerados suficientes para garantir o funcionamento do mercado e a mobilidade da população é definido como 2% do número de famílias clássicas residentes

Para suprir estas carências habitacionais existiam disponíveis no mercado, para arrendar ou para venda, 185 509 alojamentos vagos, verificando-se assim, um excedente de alojamentos para suprir as carências identificadas, resultando mesmo numa taxa de cobertura de 108,9% (INE/LNEC, 2013).

Nos 10 anos que se seguiram verificou-se uma redução de 22,1% das carências habitacionais quantitativas, que podem hoje ser consideradas residuais em Portugal devido ao número de alojamentos vagos disponíveis no mercado exceder o número de alojamentos necessários para a solucionar. Contudo, devido às características particulares do mercado da habitação, cujos bens são imóveis e, por esse motivo, impedidos de ser deslocados para os locais necessários, tal facto poderá não corresponder à realidade. Acrescente-se ainda que 17 municípios portugueses apresentavam menos alojamentos vagos disponíveis no mercado que o número de alojamentos identificados como carências habitacionais (Figura 16). A maior redução ocorreu nos alojamentos não clássicos (alojamento que não satisfaz

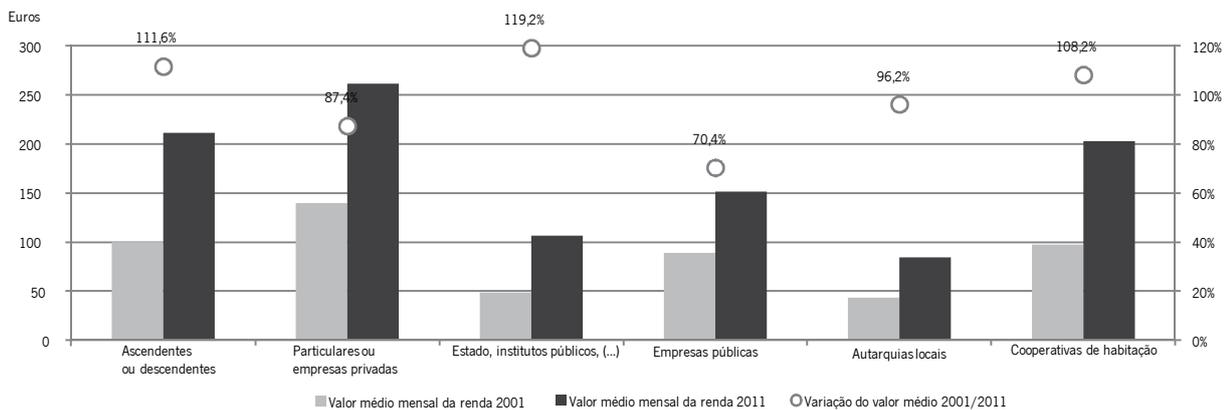


Figura 15. Valor médio e taxa de variação do valor médio mensal da renda dos alojamentos familiares segundo a entidade proprietária 2001-2011
 Fonte: INE, Censos 2011

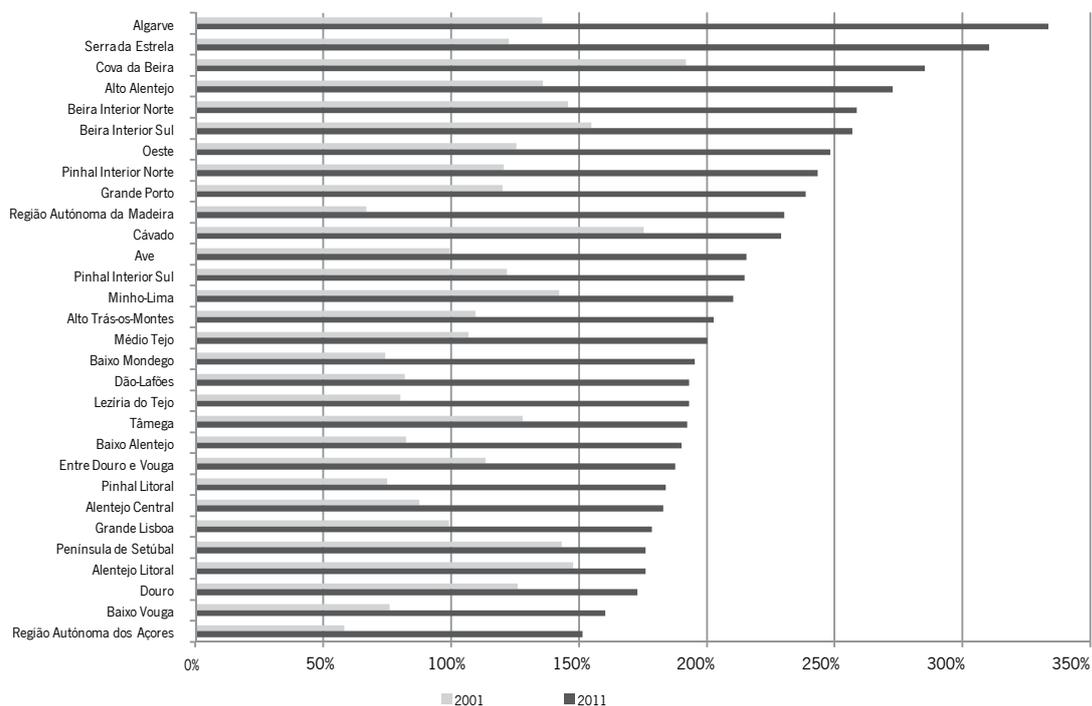


Figura 16. Taxa de cobertura das carências habitacionais quantitativas, por NUTS III 2001-2011
 Fonte: INE, Censos 2001 e Censos 2011

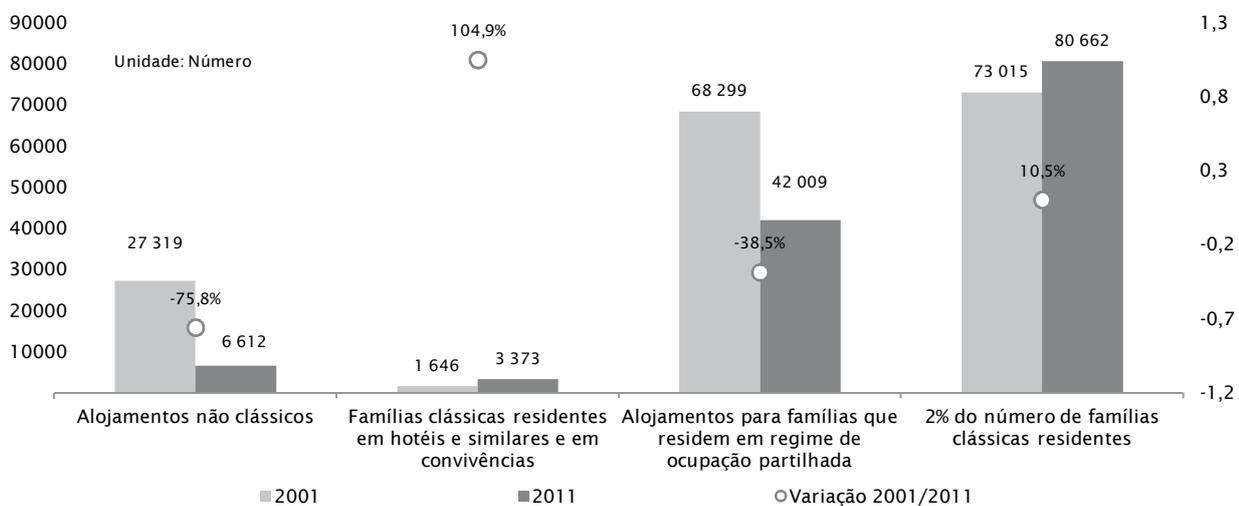


Figura 17. Carências habitacionais quantitativas e taxa de variação, por tipo de carência 2001-2011
 Fonte: INE, Censos 2001 e 2011

inteiramente as condições do alojamento familiar clássico), atingindo 75,8% (Figura 17). A diminuição da habitação partilhada foi 38,5% (INE/LNEC, 2013).

O número de alojamentos sublotados aumentou 28,2% entre 2001 e 2011, verificando-se um aumento de 60,7% de alojamentos com um excedente de 3 ou mais divisões em relação à dimensão da família que aí habitava. A taxa de sobrelotação diminuiu de uma forma geral em todo o País. No entanto, em 2011 subsistiam 450 729 alojamentos familiares clássicos sobrelotados, dos quais 77,6% correspondiam a alojamentos carenciados de uma divisão (Figura 18) (INE/LNEC, 2013).

Entre 2001 e 2011, verificou-se a uma diminuição substancial do número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, situados em edifícios muito degradados. Em 2011, existiam 18 297 alojamentos nessas condições, aproximadamente menos 67,8% que em 2001.

Em 2011, dos cerca de 4 milhões de alojamentos familiares clássicos, apenas 76 581 (1,9% do total) apresentavam carência de uma ou mais infraestruturas básicas (INE/LNEC, 2013).

2.2.2.2 ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Cerca de um terço (32,7%) dos edifícios com necessidade de grandes reparações ou muito degradados, em 2011, estavam concentrados em cinco regiões: Grande Porto, Tâmega, Grande Lisboa, Douro e Algarve (Figura 19). Mais de metade (58,1%) dos edifícios com necessidade de grandes reparações ou muito degradados tinham sido construídos até 1945 (Figura 20). No parque edificado posterior a 1990 os edifícios com necessidade de grandes reparações ou muito degradados são praticamente inexistentes, pelo que se pode considerar que a possibilidade de reabilitação de edifícios com mais de 70 anos é maior.

A quase totalidade (94,6%) dos edifícios com necessidade de grandes reparações ou que estavam muito degradados tem um ou dois pisos. Cerca de 68,0% dos edifícios com necessidade de grandes reparações ou que estão muito degradados têm estrutura em paredes de alvenaria sem placa, de alvenaria de pedra solta ou de adobe, o que sugere que maioria destes edifícios será anterior a 1940 (Figura 21) (INE/LNEC, 2013).

A quase totalidade (90,8%) dos alojamentos familiares de residência habitual, situados em edifícios clássicos muito degradados e com necessidade de grandes reparações, são propriedade dos ocupantes ou de privados, 46,2% e 42,3%, respetivamente (Figura 23). Esta situação pode ser resultado de limitações financeiras por parte proprietários ocupantes, ou arrendatários com rendas baixas e consequente falta de vontade ou possibilidade em realizar obras por parte dos senhorios (INE/LNEC, 2013).

2.2.2.3 A REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS E O SECTOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Sector da Construção e do Imobiliário tem um papel fundamental para o crescimento do país, designadamente pelo peso que representa na atividade económica, no emprego e no investimento. Este sector é responsável por 18,2% do PIB e cerca 610 mil postos de trabalho, agregando atividades que vão desde a construção e manutenção de infraestruturas e edifícios, até áreas tão distintas como a produção e comercialização de materiais de construção, a promoção e mediação imobiliária e os serviços de engenharia e arquitetura (MEE, 2013).

O segmento da reabilitação de edifícios representou cerca de 26% (Figura 24) da produtividade (valor de todos os gastos que concorrem para a realização de obras) do sector da construção em Portugal,

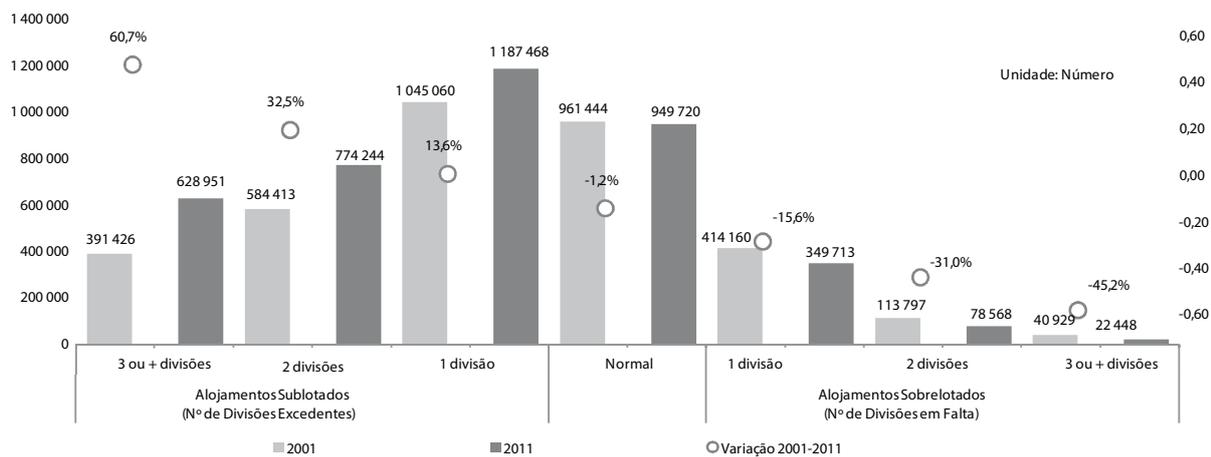


Figura 18. Número e taxa de variação do número de alojamentos familiares clássicos sobrelotados e subletados
 Fonte: INE, Censos 2001 e 2011

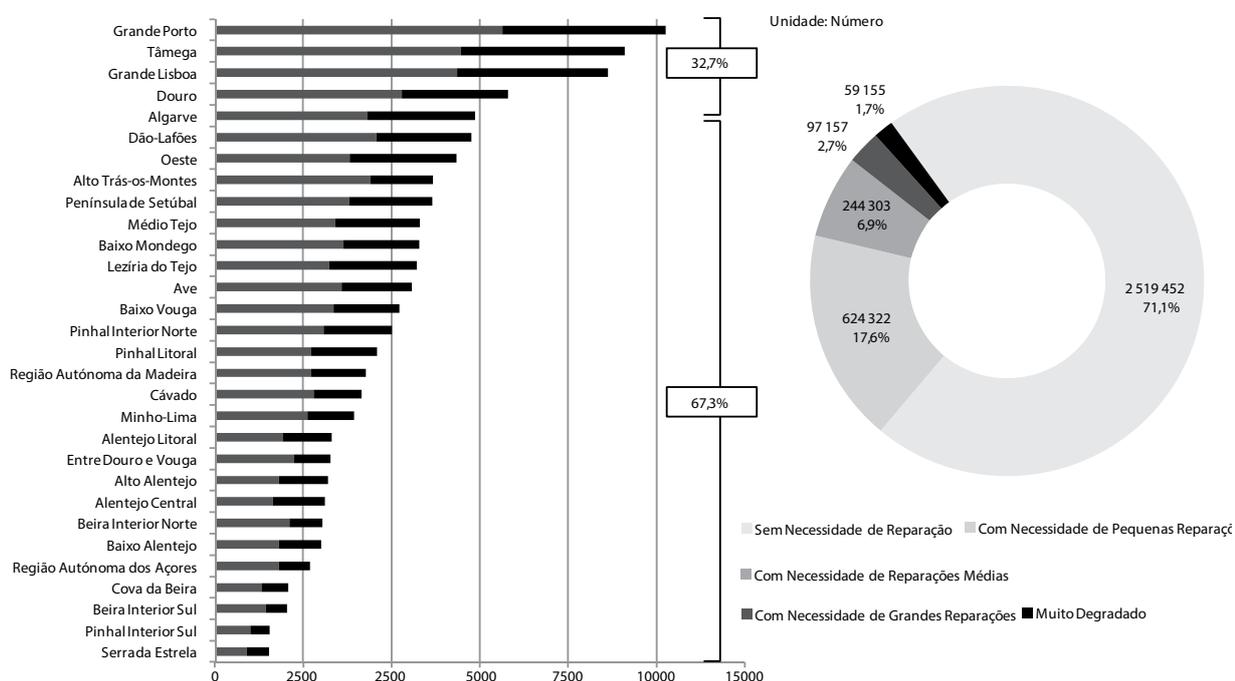


Figura 19. Número de edifícios clássicos segundo o estado de conservação 2011 e por NUTS III
 Fonte: INE, Censos 2011

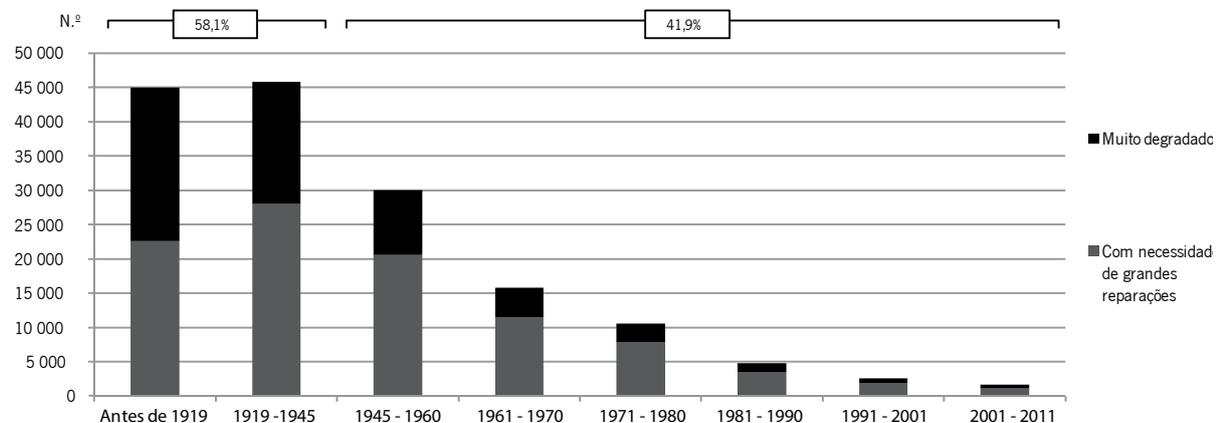


Figura 20. Número de edifícios clássicos muito degradados ou com necessidade de grandes reparações segundo a época de construção
 Fonte: INE, Censos 2011

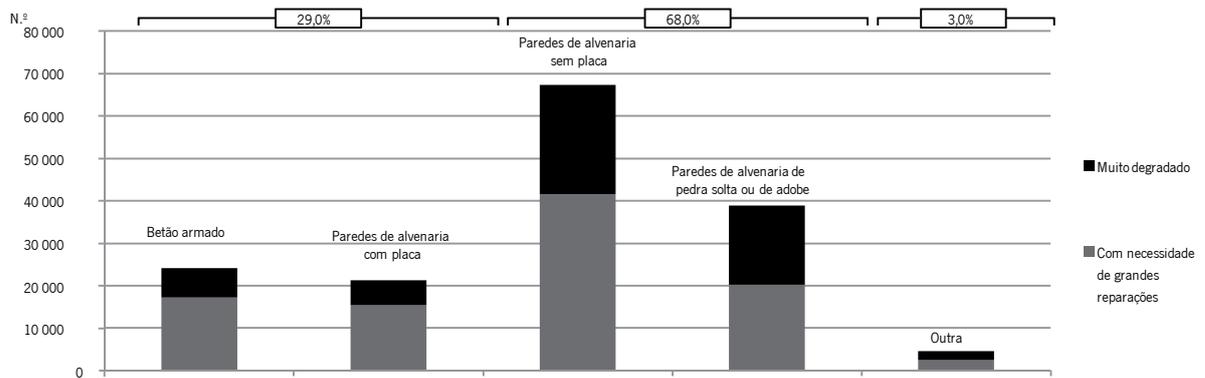


Figura 21. Número de edifícios clássicos muito degradados ou com necessidade de grandes reparações segundo o tipo de estrutura do edifício 2011
 Fonte: INE, Censos 2011

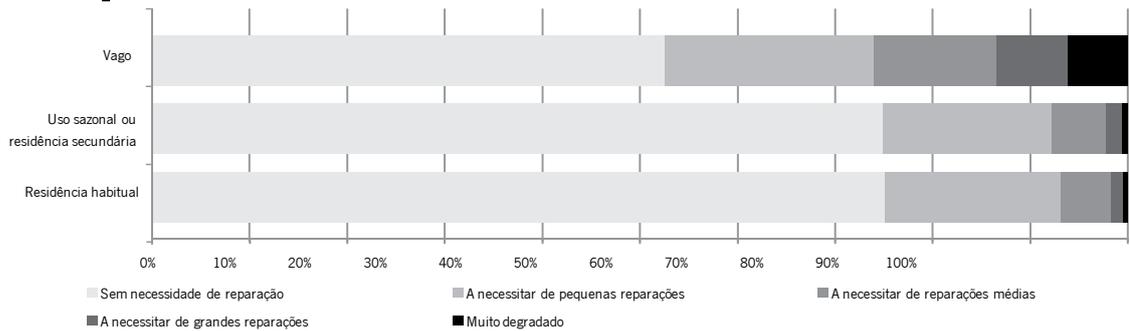


Figura 22. Distribuição de alojamentos familiares clássicos segundo o estado de conservação do edifício e forma de ocupação 2011
 Fonte: INE, Censos 2011

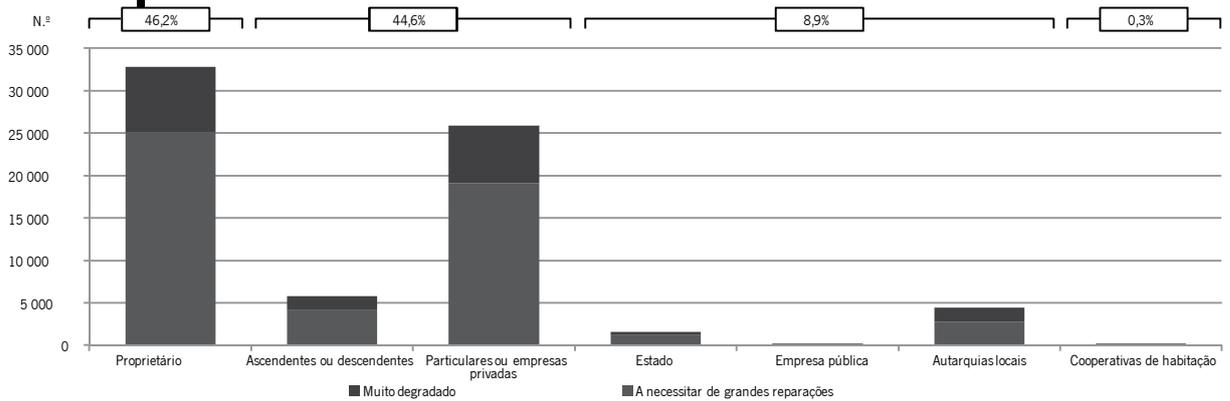


Figura 23. Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual e o estado de conservação segundo a entidade proprietária
 Fonte: INE, Censos 2011

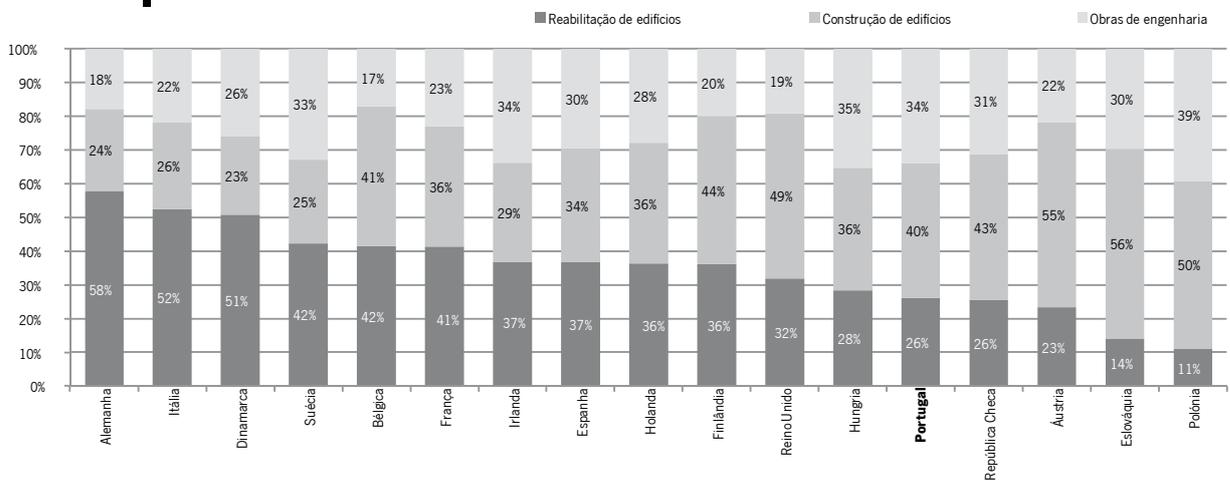


Figura 24. Distribuição da produtividade do setor da construção em países da União Europeia segundo segmento
 Fonte: EUROCONSTRUCT, 74th Conference

no ano 2011, e a reabilitação de edifícios residenciais representou 20% da produtividade do sector da construção, sendo o segmento com menor significado a nível nacional. Estes valores são claramente inferiores à média europeia, na ordem dos 34,9% em 2011. Em 2011, o segmento da reabilitação representava já 15,6% das obras concluídas em alojamentos, um aumento, que se tem verificado desde 2002. No entanto este valor não resultou do aumento do número de obras de reabilitação, mas da diminuição do número de construções novas concluídas (Figura 25)(INE/LNEC, 2013).

As regiões com maior número de fogos concluídos em obras de reabilitação, na última década, foram o Grande Porto, Algarve e, em especial, a Grande Lisboa. A reabilitação tem consistido maioritariamente em obras de «ampliação», logo seguidas de obras de «alteração» (Figura 26). De uma forma geral a reabilitação tem sido promovida por pessoas singulares ou empresas privadas, sendo o peso de outras entidades, nomeadamente públicas, ainda bastante reduzida. As obras de «reconstrução» têm apresentado uma expressão menor que as obras supracitadas. Os municípios com ARU constituídas mas sem SRU apresentaram uma diminuição das obras de reabilitação nos últimos anos. Ao contrário da criação de ARU, os municípios com SRU constituídas revelaram uma maior dinâmica de reabilitação quando comparados com os restantes municípios, que apresentaram um decréscimo desse tipo de obras entre 2006 e 2011 (INE/LNEC, 2013).

Apesar da produtividade do sector ter aumentado nos últimos anos, a partir de 2004 e até 2011 houve uma redução drástica de cerca de 30 000 empresas ligadas à construção, passando-se de um total de 128 832 empresas para apenas 99 179 empresas, em 2011. Preocupante é também a diminuição de mais de 120 000 empregos, baixando de um valor de 527 330 para 405 928 entre 2008 e 2011.

Estima-se que, nos próximos anos, a diminuição de produtividade nos diversos segmentos do sector da construção em Portugal seja superior à média europeia e que a sua recuperação seja mais lenta (INE/LNEC, 2013).

Em suma, percebe-se que têm havido uma retração significativa do sector, com perspectivas de agravamento quer da procura, quer do financiamento (INE/LNEC, 2013).

2.2.2.4 REABILITAÇÃO ENERGÉTICA NO SECTOR RESIDENCIAL - INCENTIVOS E PROGRAMAS

O Governo entendeu oportuno consagrar um conjunto de benefícios fiscais como forma de estimular as operações de requalificação urbana, incentivando os particulares a uma intervenção mais ativa no processo e ao estabelecimento de parcerias com as entidades públicas. Nesse sentido, foram introduzidos um conjunto de incentivos à reabilitação urbana de obras iniciadas entre Janeiro de 2008 e concluídas até Dezembro de 2020 para prédios arrendados com rendas antigas que sejam objeto de ações de reabilitação e Prédios urbanos localizados em ARU que sejam objeto de ações de reabilitação.

Os principais benefícios fiscais verificam-se em impostos de IRS, IMI e IMT, além de outras mais-valias.

A criação de áreas de reabilitação urbana (ARU) encontra-se prevista no Decreto-Lei nº 307/2009 de 23 de Outubro, que associa igualmente alguns benefícios fiscais. Paralelamente foi também criado um conjunto de benefícios para Fundos de Investimento Imobiliário em reabilitação urbana.

Em 2008, foi apresentado pelo Governo à época, o Programa de apoio à Reabilitação (ProReabilita) sobre a gestão e responsabilidade do Instituto de Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU) que pretende

concentrar num único, os programas até então existentes (Dias, 2012):

- RECRIA - Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados criado pelo Decreto-Lei nº 4/88, de 14 de Janeiro, que visava apoiar a execução de obras que permitissem a recuperação de fogos e imóveis arrendados em estado de degradação, mediante a concessão de apoios e de incentivos pelo Estado e Municípios. Os apoios consistiam numa comparticipação a fundo perdido e num empréstimo a oito anos para a parte não comparticipada, sendo ainda possível a sua articulação com as medidas previstas no programa SOLARH, no respeitante aos fogos devolutos. Acrescia que, os proprietários que fizessem obras de apoio ao abrigo do programa RECRIA pudessem ainda requerer uma comparticipação adicional de 10% ao programa REHABITA, caso os imóveis objetos de intervenção se encontrassem localizados em zonas históricas ou fizeram parte integrante de uma atuação municipal de recuperação.
- REHABITA - Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas, instituído pelo Decreto-Lei nº 105/96, de 31 de Julho, que consistia numa extensão do Programa Recria e visava apoiar a execução de obras de conservação, de beneficiação ou de reconstrução de edifícios habitacionais e ações de realojamento provisório ou definitivo daí decorrentes;
- RECRIPH - Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal, regulado pelo Decreto-Lei nº 106/96, de 31 de Julho que estabelecia um regime específico de comparticipação e financiamento a fundo perdido, com um limite de 20% do seu custo na realização de obras de conservação e beneficiação nas partes comuns dos prédios, levadas a cabo pelas administrações de condomínios de prédios cuja licença tivesse sido emitida antes de 1970 e as obras tivessem sido realizadas pelos condóminos nas suas respetivas frações;
- SOLARH - Programa de Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação Própria permanente foi criado pelo Decreto-Lei nº 7/99, de 8 de Janeiro. Este regime visava financiar, sob a forma de empréstimo sem juros, até 11.970,00 euros e por um prazo que pode ir até aos 30 anos, os agregados familiares de baixos rendimentos que realizem obras de conservação e beneficiação em habitação própria permanente.

O programa ProReabilita permite, entre outros, certificar as obras de recuperação de imóveis, conferindo o acesso à atualização de rendas, no âmbito do Novo Regime de Arrendamento Urbano (NRAU), a todos os senhorios que as tenham realizado com o apoio deste programa. Este programa substitui/aglutina todos os programas de apoio à reabilitação urbana (RECRIA, RECRIPH, REHABITA e SOLARH) e gere subsídios a fundo perdido e empréstimos sob a tutela do Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU).

Acresce que, sobre a responsabilidade do IHRU foi também implementado o Plano Estratégico de Habitação 2008/2013 que permite às autarquias locais participarem na regulação do mercado de habitação, através dos programas locais incluídos. Este programa penaliza a nível fiscal os proprietários de casas devolutas e edifícios degradados (Dias, 2012) .

Mais recentemente surgiu a iniciativa comunitária, sobre o nome de JESSICA, que permite aos Estados Membros utilizarem as verbas atribuídas no âmbito dos Fundos Estruturais, designadamente

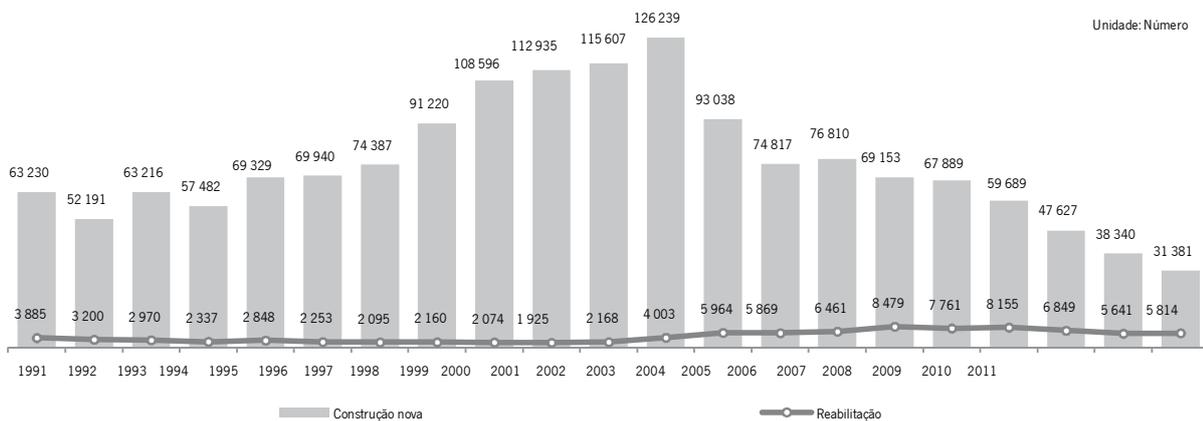


Figura 25. Número de fogos concluídos em obras de construção nova e reabilitação 1991-2011
 Fonte: INE, Estatísticas das Obras Concluídas

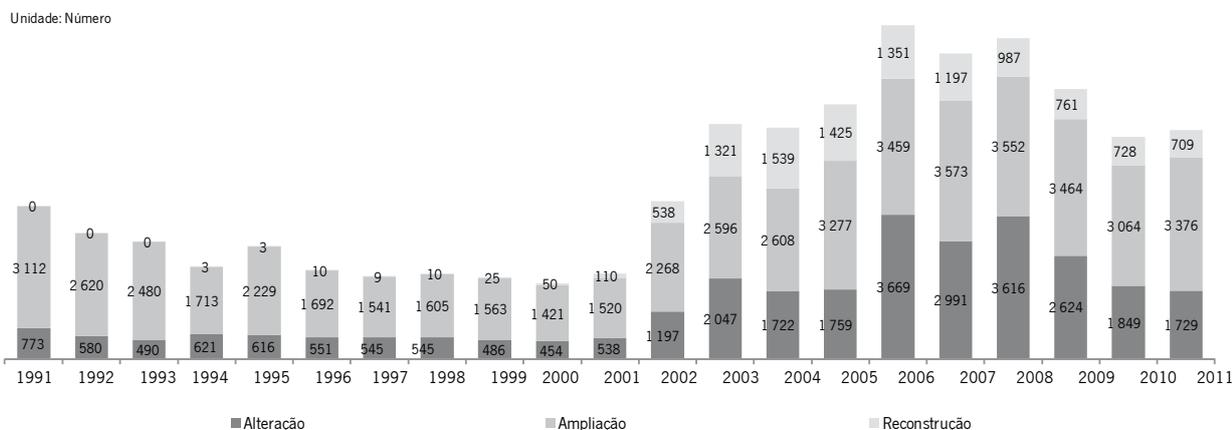


Figura 26. Evolução do Consumo Energético no Sector Doméstico
 Fonte: INE, Estatísticas das Obras Concluídas

FEDER, para a criação de Fundos de Desenvolvimento Urbano (FDU), destinados a apoiar investimentos em projetos de Reabilitação Urbana e planos integrados de desenvolvimento urbano sustentável. Este plano de uma forma geral não é abrangente suficiente, uma vez que apenas diz respeito a reabilitação urbana, e não especificamente a operações de melhoria ou reabilitação energética.

Apesar destas iniciativas é necessário reconhecer que uma boa parte dos agregados familiares não terá meios para efetuar as reparações ou as melhorias necessárias para a reabilitação energética das suas habitações, mas também será importante reconhecer que a falta de informação, ou o desinteresse por parte dos consumidores, mesmo nos agregados com maior disponibilidade económica, são com frequência os principais motivos de inação.

Assim pode-se afirmar que a produção de redução energética, a partir de ações de conservação ou reabilitação, depende da motivação e decisão dos consumidores pelo que a sua realização está ancorada à intervenção do Estado e outras entidades que deverão atuar no sentido de alterar as atitudes comportamentais de todos os agentes económicos para os quais, em grande parte, a conservação de energia é uma atividade secundária ou inexistente (Jardim, 2010).

2.2.3 DOCUMENTOS LEGAIS DE SUPORTE

Desde a entrada de Portugal na UE, que se tem verificado um crescente número de documentos legais com vista a alcançar metas de eficiência energética (Figura 27).

A primeira legislação a incidir sobre a Térmica de Edifícios foi aprovada em 1990, pelo DL nº40/90 de 6 de Fevereiro. Entrou em vigor em 1991 e teve a designação de Regulamento das Características Térmicas dos Edifícios – RCCTE. Esta primeira versão, pretendia sobretudo limitar potenciais consumos energéticos, dadas as carências qualitativas térmicas verificadas na altura (Silva, 2009). Estabeleceram-se os requisitos para projeto de novos edifícios e de grandes remodelações, isto é, intervenções na envolvente ou nas instalações com um custo superior a 25% do valor do edifício calculado com base num valor de referência (Cref) por metro quadrado e tipologia de edifício.

Estes requisitos tinham como objetivo melhorar o comportamento térmico da construção e garantir a satisfação das condições de conforto térmico nos edifícios sem gastos excessivos de energia quer no Inverno quer no Verão, mas também garantir a não ocorrência de condensações superficiais e internas de modo a minimizar os efeitos patológicos por elas provocados. Estes requisitos contribuíram para uma melhoria da qualidade de construção em Portugal, conduzindo a uma utilização mais corrente de isolamento térmico na construção, até nas zonas com climas mais amenos (Coelho, 2011).

Já em 2002, a EU elaborou uma diretiva - Diretiva 2002/40/CE - que, com o intuito de redução do consumo de energia pelos sectores residenciais e de serviços, obrigava a que o desempenho energético dos edifícios nos estados membros fosse alvo de legislação e regulamentação. Esta diretiva deveria ser transposta até Janeiro de 2006, com o propósito de minorar a dependência energética externa da EU, bem como a redução de GEE, harmonizando a disparidade de emissões verificadas neste sector.

Estabelece, também, os requisitos mínimos para os novos edifícios, bem como para a reabilitação dos existentes com menos de 1000 m² ou reabilitações 25% superiores ao valor do imóvel. Esta Diretiva introduz ainda a certificação obrigatória dos edifícios, das caldeiras e sistemas de aquecimento com mais de 15 kW e dos sistemas de ar condicionado com mais de 12 kW instalados, exigindo qualificação profissional adequada por parte dos técnicos de certificação e auditorias (Jardim, 2010). Esta Diretiva também identifica várias medidas já aqui referidas, como a potenciação das propriedades locais, acessibilidade, flexibilidade e conforto ambiental interior segundo Mapas de Zonas Climáticas para o Inverno e o Verão (Figura 28).

Em suma, a promoção de maior eficiência energética por parte dos edifícios, deverá ser conseguida por metodologias de cálculo que têm em conta a tipologia do edifício e a sua durabilidade, e sejam energeticamente certificadas por técnicos perito qualificados para o efeito.

O RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios - foi aprovado apenas 7 anos depois, em 1998 pelo DL nº119/98, de 7 de Maio. Este veio definir um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados sistemas de climatização, os quais, para além dos aspetos relacionados com a envolvente e da limitação dos consumos energéticos, abrange também a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, impondo a realização de auditorias energéticas periódicas aos edifícios de serviços (DL Nº79/2006). Tendo sido também, posteriormente, revisto em 2005, pela Resolução do Conselho de Ministros nº 169/2005 (RCM 169/2005) de 24 de Outubro, visa o incremento de energias renováveis, a redução de emissões

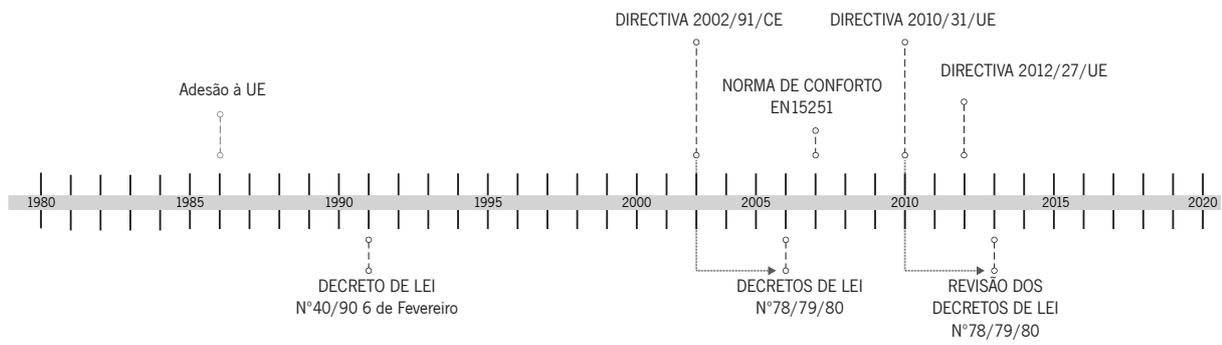


Figura 27. Cronograma da Legislação

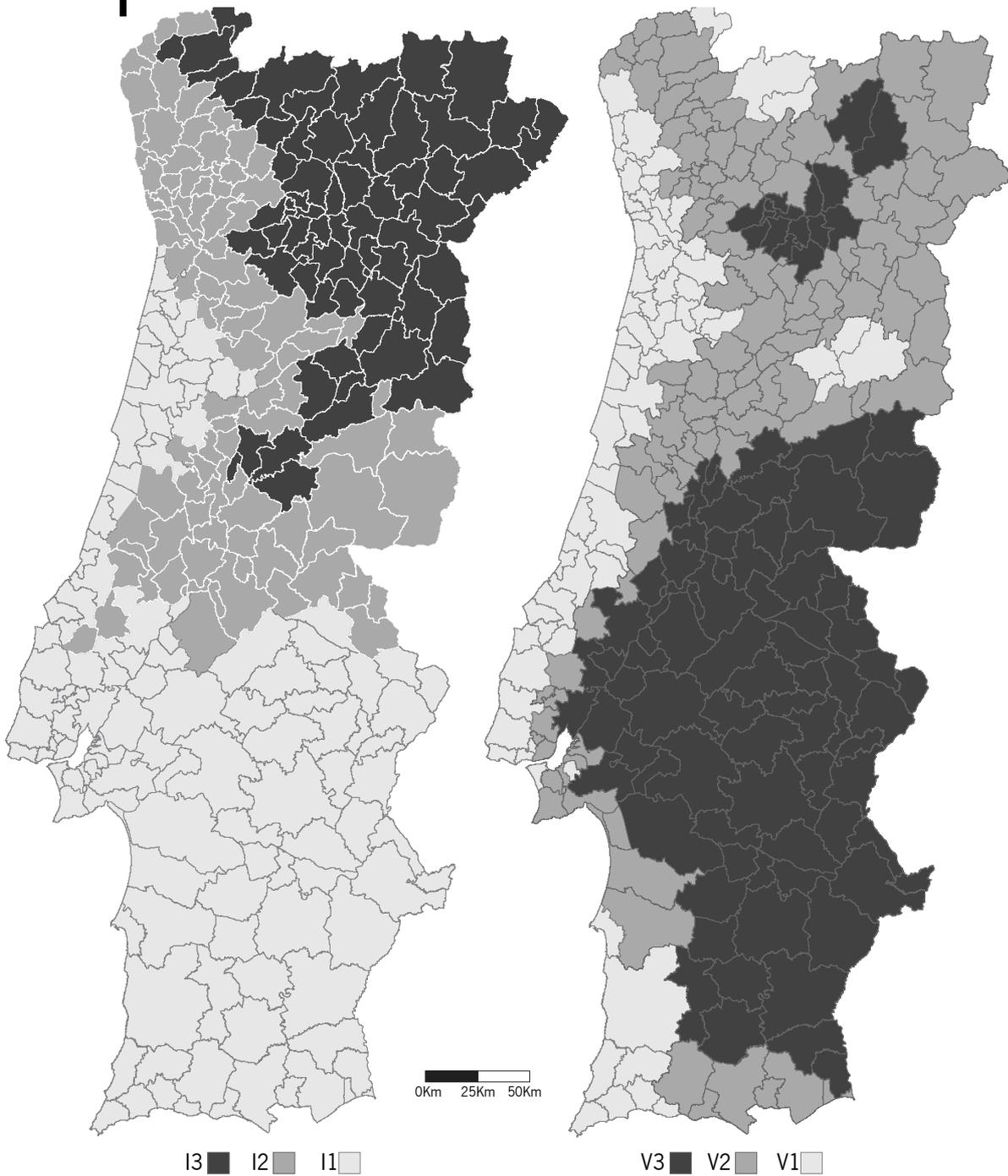


Figura 28. Mapa de Zonas Climáticas

de CO₂ e o aumento da eficiência energética, definindo-se a Estratégia Nacional para a Energia (Jardim, 2010)

Ainda nesta Resolução, RCM nº169/2005, foi assumida a transposição para Portugal da Diretiva Comunitária 2002/91/CE sobre a eficiência energética dos edifícios. Esta Diretiva viria a ser transposta a nível nacional com a revisão do primeiro RCCTE de 1990 e a implementação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar nos Edifícios (SCE).

O aumento de 40% da eficiência energética dos edifícios foi estipulado pelo Governo com um pacote de legislativo que reforçou a obrigatoriedade da sua implementação através da maior exigência dos seus requisitos. O pacote legislativo dividiu-se em três partes:

1. O Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril, que aprova o SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar - que tem por objetivo assegurar a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às questões de eficiência energética, à utilização de energias renováveis e à certificação do desempenho energético. Deve responder às condições de garantia de qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no RCCTE e no RSECE.

A certificação classifica-se através de classes de desempenho energético, que varia desde o A+ ao G (valor de eficiência mais baixo). Exige a identificação de medidas de melhoria ou correção do desempenho, com estimativas de custos de execução e uma estimativa do tempo de retorno do investimento; bem como o nível de emissões de CO₂.

2. O Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril, que aprova o RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, em substituição do DL 119/98 procurou definir as condições de conforto térmico e de higiene que devem ser requeridas (requisitos exigências) nos diferentes espaços dos edifícios, em consonância com as respetivas funções. Definiu as melhorias para a eficiência energética global dos edifícios, não só nos consumos para climatização mas em todos os tipos de consumos de energia que neles têm lugar, promovendo a sua limitação efetiva para padrões aceitáveis, quer nos edifícios existentes, quer nos edifícios a construir ou nas grandes intervenções de reabilitação de edifícios existentes. Impôs ainda as regras de eficiência aos sistemas de climatização que permitam melhorar o seu desempenho energético efetivo e garantir os meios para a manutenção de uma boa qualidade do ar interior, quer a nível do projeto, quer a nível da sua instalação, quer durante o seu funcionamento, através de uma manutenção adequada. Por fim determinou também a monitorização com regularidade das práticas da manutenção dos sistemas de climatização como garantia da contínua condição da eficiência energética e da qualidade do ar interior dos edifícios.

3. O Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril, que aprova o RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - em substituição do DL 40/90, e que indica as regras a observar no projeto de todos os edifícios de habitação e serviços sem sistemas de climatização centralizados para que as necessidades energéticas de um edifício possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia, sendo estimadas por cálculo à partida, considerando as necessidades de energia para aquecimento e para arrefecimento do espaço, a necessidade de energia para a produção AQS e as necessidades de energia primária, para equipamentos

e iluminação. Definiu igualmente a obrigatoriedade da instalação de coletores solares para a produção AQS com um potencial energético a ser definido conforme o seu aproveitamento solar segundo a envolvente próxima e localização geográfica. O RCCTE para sua metodologia de cálculo divide geograficamente diferentes necessidades de consumo energético para o Inverno ou o Verão. Fundamentalmente, em cada estação subdivide-se em três zonas geográficas que contabiliza um intervalo de graus-dia de aquecimento, a sua duração e a radiação solar local (Jardim, 2010).

Em 2009 a Presidência do Conselho de Ministros desenvolveu um documento com o novo Regime Jurídico de Reabilitação Urbana (RJRU) apoiado em 3 princípios: o desenvolvimento de novos instrumentos de financiamento e de fiscalidade favoráveis à regeneração urbana; a instauração de parcerias locais de entidades públicas, associativas e privadas para maior ação de reabilitação urbana; e por último a criação de um quadro legal com a imposição legal de reabilitação de edifícios pelos particulares e pelos municípios (Presidência do Conselho de Ministros, 2008). Esta abordagem teria o intuito de aumentar o mercado de obras de reabilitação de edifícios, sobretudo, nos grandes centros urbanos com necessidade clara de serem regenerados.

Em 2010, a Diretiva Comunitária 2002/91/CE foi revista e atualizada pela Diretiva Comunitária 2010/31/EU, e que previa por lado uma maior exigência relativa ao desempenho energético dos edifícios e por outro a obrigatoriedade dos edifícios novos passarem a ter um desempenho energético próximo ao de um edifício com necessidade quase nulas de energia. Pretende-se portanto que as necessidades de um edifício novo “deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia provenientes de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades”. (Coelho, 2011) A transposição da Diretiva 2010/31/UE deveria ser até ao 9 de Julho de 2012, o que não se verificou e apenas aconteceu a 14 de Junho de 2013, já com base na Diretiva de 2012/31/UE, entrando em vigor em Dezembro de 2013.

2.2.4 Os Consumos Energéticos em Portugal

Com as crescentes preocupações ambientais e de desenvolvimento sustentável, torna-se fulcral entender e identificar causas e responsabilidades para o crescente aumento de consumo de energia verificado. Nos últimos 15 anos tem-se verificado em Portugal uma transformação dos hábitos de consumo de energia das famílias, de acordo com os resultados do Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico realizado em 2010 (INE/DGEG, 2011).

De uma forma geral, o consumo de energia dos alojamentos sempre foi superior ao consumo de energia nos veículos utilizados no transporte individual dos residentes no mesmo alojamento. Mas em 2009, pela primeira vez, a parcela de consumo dos veículos utilizados no transporte individual dos residentes no mesmo alojamento foi superior (50,6%) ao consumo de energia no alojamento com cerca de 49,4% (Figura 29). Todavia, a proporção é não apenas resultado do direto crescimento do uso de transporte individual, mas sim de um crescimento de ambos, em que o uso de transporte individual teve um crescimento significativamente maior.

No que diz respeito às fontes energéticas para o consumo de energia no alojamento, verifica-se que, no período de referência, surge como principal fonte de energia consumida a Eletricidade, representando

42,6% do consumo total de energia no sector doméstico (INE/DGEG, 2011). Esta fonte de energia aumentou expressivamente desde os últimos inquéritos (15,8% em 1989 para 27,5% em 1996). Já a Lenha é segunda principal fonte de energia, com um peso de 24,2% no consumo total de energia nas habitações. Porém é de destacar a sua perda de importância nos últimos anos (60,3% em 1989 e 41,9% em 1996) (INE/DGEG, 2011).

O consumo de energia elétrica assume um papel muito relevante no sector residencial, uma vez que a generalidade e maioria dos equipamentos de uso doméstico exige este tipo de fonte de energia, o que demonstra uma óbvia dependência desta fonte na sociedade atual. O crescimento do consumo de eletricidade estará diretamente associado ao aumento do conforto térmico e ao crescimento do número de equipamentos elétricos disponíveis nas habitações.

A cozinha representa a maior parcela de consumo de energia, 40%, face aos restantes tipos de utilização no alojamento (Figura 30). A utilização de energia para o aquecimento de águas surge logo a seguir, com 23%. Contudo, consoante o tipo de uso, a fonte de energia dominante difere dado que na cozinha domina a utilização de Eletricidade, enquanto no aquecimento de águas é predominantemente utilizado o GPL em garrafa (INE/DGEG, 2011).

Entre 2000 e 2007, o consumo de energia em Portugal teve um crescimento médio anual de 3,2% no consumo de energia final devido a alguns fatores como o aumento de conforto, o aumento da área média e da taxa de posse de equipamentos consumidores de energia.

Verifica-se que o sector dos edifícios consome atualmente aproximadamente 31% da energia final utilizada em Portugal. Quanto ao sector residencial, é responsável por cerca de 18% do consumo, contribuindo significativamente para a emissão de GEE. Apesar deste crescimento do consumo dos alojamentos, a proporção de energia elétrica proveniente de fontes renováveis representou, pela primeira vez no ano de 2011, mais de metade da energia produzida (Figura 31).

Assim, compreende-se então a ainda grande dependência do país ao nível da importação de recursos energéticos e a necessidade de cada vez mais sensibilizar os mais variados técnicos envolvidos na construção bem como a população em geral.

Figura 29. Consumo do Sector Doméstico e do Sector dos Transportes
 Fonte: DGEG (2012)

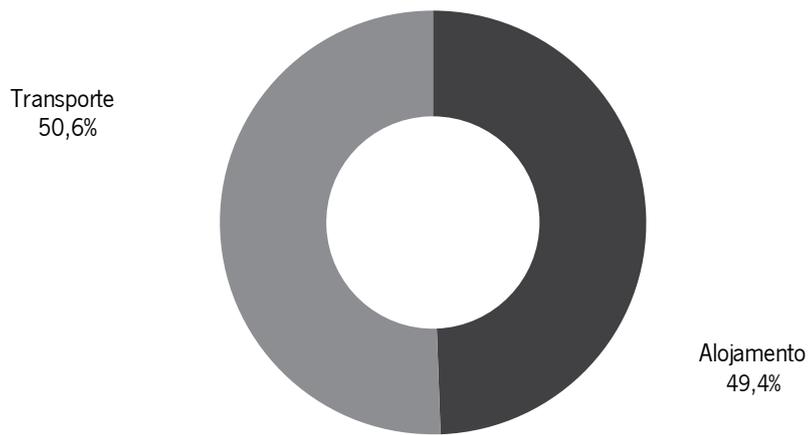


Figura 30. Distribuição da despesa com energia no alojamento por tipo de utilização
 Fonte: DGEG (2012)

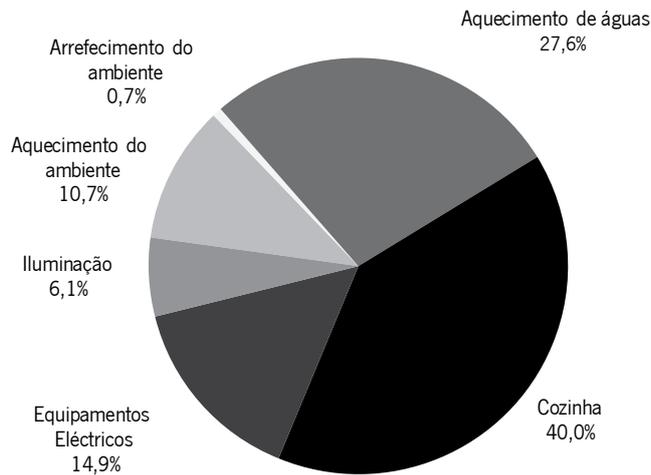
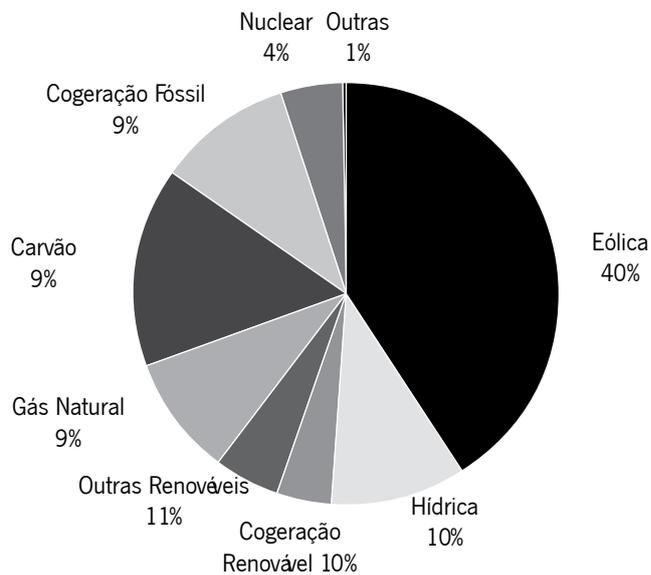


Figura 31. Repartição por Tecnologia da energia comercializada em Portugal
 Fonte: EDP, Novembro 2013



2.3 A SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA - PRINCÍPIOS

Nas últimas décadas, a sociedade contemporânea começou a desvalorizar a arquitetura vernácula, abandonando muitas das suas soluções tradicionais de controlo de recursos, forma arquitetónica de mínimo consumo, construção com materiais abundantes e próximos do local, optando por formas pensadas e adaptadas ao próprio clima, minimizando o consumo de energia.

Torna-se fundamental repensar a importância que foi atribuída à orientação, contexto, vegetação, ventilação, iluminação natural, ou materiais, para se conseguir uma arquitetura capaz de satisfazer as necessidades humanas e ambientais, utilizando racionalmente os recursos deste planeta, focada na redução de poluição e do consumo de energia, preterindo sempre uma integração e interação com o ecossistema do planeta (Figura 32).

Continua a observar-se uma arquitetura que, cada vez mais, se desenha da história, da experiência do passado, do funcional e racional, em ordem da beleza do objeto ou da forma, negando toda a sua envolvente natural, e o seu papel como agente social. No entanto, desde sempre, o ser humano vive num ciclo dependente da manutenção do equilíbrio entre os recursos naturais e o meio ambiente.

De todas as atividades humanas, o sector da construção (juntamente com a indústria associada) é o maior consumidor de recursos naturais, gerando ao mesmo tempo grandes quantidades de resíduos. Os impactos ambientais dos edifícios refletem-se ao longo do seu ciclo de vida, desde a concepção à operação e desativação ou desconstrução (Pinheiro, 2006).

Atualmente verifica-se a necessidade de projetar tendo em conta todo o ciclo de vida, e nesta ótica, é possível apresentar uma lista de prioridades que podem ser consideradas os pilares da construção sustentável (Mateus, et al., 2006):

- **Economizar energia e água**, em todo o ciclo de vida dos edifícios.
- **Assegurar a salubridade dos edifícios**, pois o conforto ambiental interior dos edifícios é essencial para a saúde do homem e a garantia de longevidade e eficiência energética do edifício através da iluminação e ventilação natural.
- **Maximizar a durabilidade dos edifícios**, não só garantindo a longevidade dos edifícios, mas também a flexibilidade de uso dos mesmos, de forma a ampliar o ciclo de vida dos edifícios.
- **Planear a conservação e a manutenção dos edifícios**. Há necessidade de sensibilizar proprietários para necessidade realizar manutenções periódicas para não comprometer gravemente os edifícios. Estas se realizadas permitem um aumento do ciclo de vida das construções, para além de salvaguardar eventuais problemas de saúde aos ocupantes.
- **Utilizar materiais ecoeficientes**. Os materiais ecológicos ou eco eficientes são todos aqueles que desde a fase de extração até à devolução ao meio ambiente, apresentam baixo impacto ambiental.

São considerados materiais ecoeficientes os materiais que não contenham químicos nocivos à camada de ozono, sejam duráveis e resistentes no tempo com reduzidas operações de manutenção, de disponibilidade local, de reduzida energia primária incorporada e se possível de elaborados a partir de matérias recicladas e/ou que apresentem grandes potencialidades de ser recicladas ou reutilizadas.

- **Apresentar baixa massa de construção**. Quanto menor for a massa total do edifício,

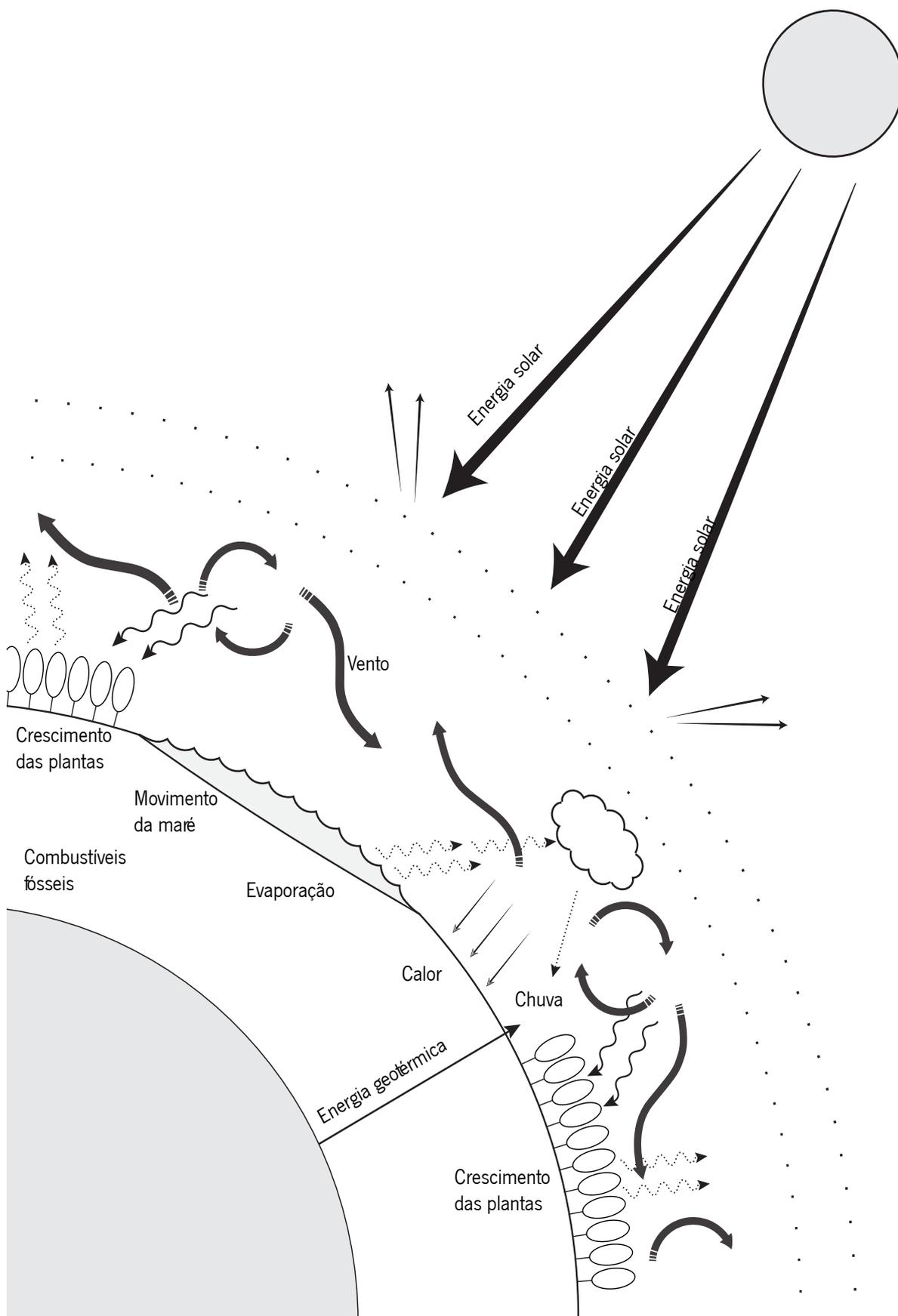


Figura 32.

Esquema geral do Ecossistema do Planeta
 Adaptado de Hegger, et al. (2008) por Loureiro&Mendes ©

menor será a quantidade incorporada de recursos naturais, ou seja as soluções que podem substancialmente contribuir para uma construção mais racional será a introdução de tecnologias construtivas que permitam reduzir o peso das construções a um limite aceitável que permita tirar partido das qualidades de massa térmica.

- **Minimizar a produção de resíduos.** Deverá ter-se o cuidado de reduzir a produção de resíduos durante todas as fases, e portanto a utilização de sistemas pré-fabricados pode ser muito benéfica neste ponto.

- **Ser económica.** A economia construtiva é mais facilmente conseguida se confirmados os pontos anteriores, todavia esta não será competitiva se o seu custo for significativamente superior. Mais uma vez se verifica que a sistematização construtiva e consequente inferior necessidade de mão de obra podem ajudar na economia de construção. Caso a se consiga a concepção de sistemas que podem ser mais facilmente reabilitados, reutilizados, ou mesmo reciclados, maior será o valor desses sistemas.

Em suma, é de referir, que atualmente que o conceito de construção económica ainda está algo distante de construção barata, pelo que urge a continuidade de estudos em sistemas mais otimizados.

- **Garantir condições dignas de higiene e segurança nos trabalhos de construção.** Esta situação deverá ser garantida nas várias fases do ciclo de vida de uma construção, melhorando as condições dos trabalhadores e reduzindo eventuais riscos de acidente.

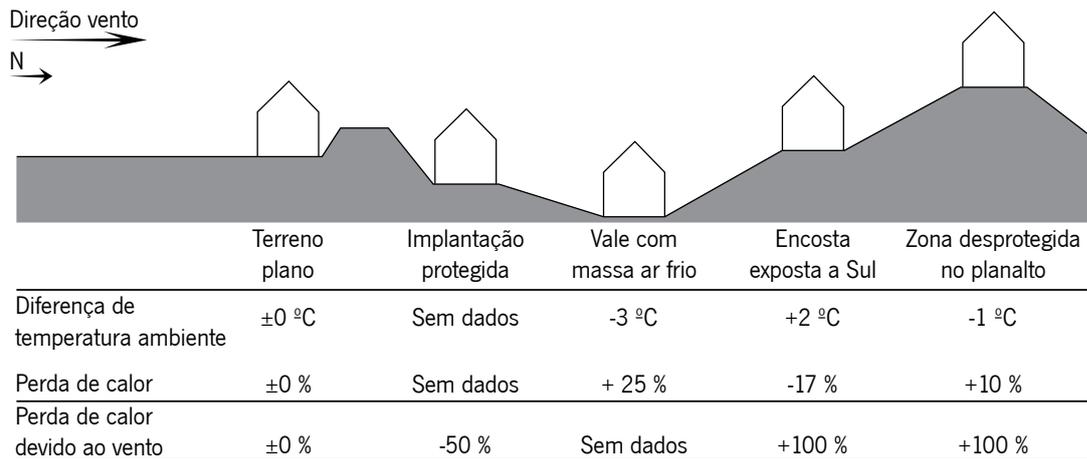


Figura 33. Efeitos de diferentes situações topográficas na perda ou ganho de energia solar devido ao vento
Adaptado de Hegger, et al. (2008) por Loureiro&Mendes ©

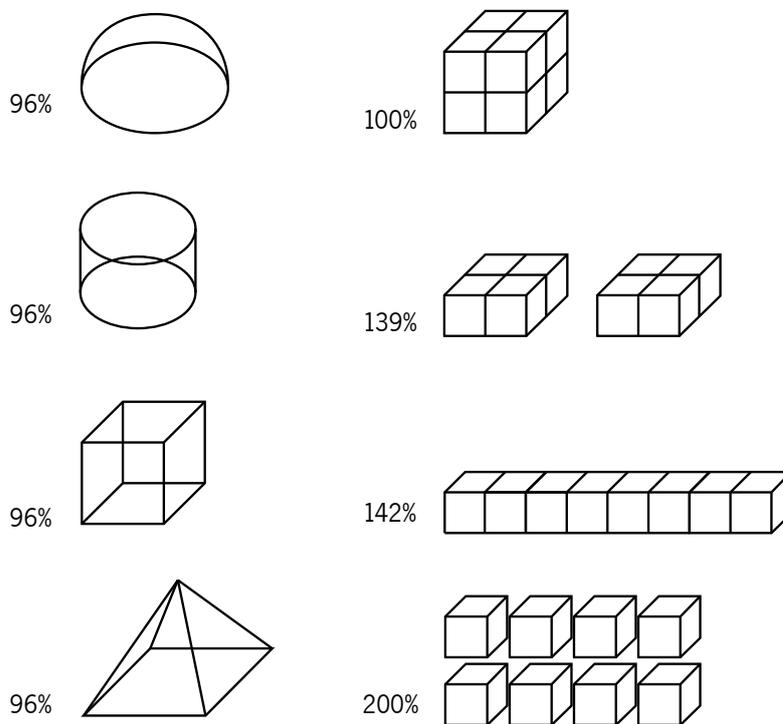
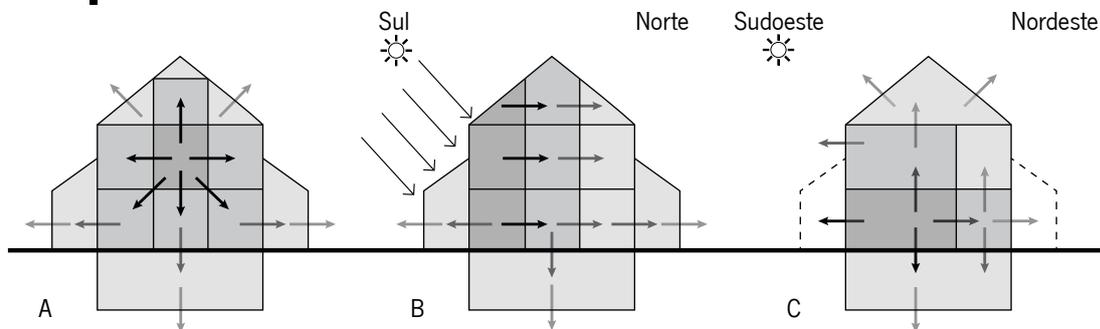


Figura 34. Perdas de calor através de diferentes estruturas tridimensionais com o mesmo volume
Adaptado de Hegger, et al. (2008) por Loureiro&Mendes ©



A - Zoneamento Concêntrico

O zoneamento concêntrico permite amplas profundidades do edifício. Compartimentos com usos que necessitam de ser protegidos do ambiente ou que requerem condições térmicas mais estáveis, são colocados no centro do edifício.

B - Zoneamento Linear

O zoneamento linear é baseado na orientação com especial atenção ao sol. Os compartimentos com maiores necessidades de luz e aquecimento são posicionados a sul, este ou oeste. Quanto aos compartimentos com pouca ou necessidade esporádica devem estar orientados a norte.

C - Zoneamento por Pisos

No zoneamento por pisos, os compartimentos com maiores necessidades térmicas são normalmente colocados entre os pisos, preservando assim mais facilmente a temperatura.

Figura 35. Princípios de zoneamento térmico dos compartimentos nos Edifícios
Adaptado de Hegger, et al. (2008) por Loureiro&Mendes ©

2.4 IMPLICAÇÕES DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A análise do passado permite compreender que é possível tirar partido das propriedades intrínsecas da Natureza e, assim, aproveitar as suas potencialidades para maximizar o conforto e ao mesmo tempo garantir maior eficiência energética. É, portanto, necessário perceber e compreender quais as formas de manter o equilíbrio do construído com o sítio e os recursos naturais autóctones. De modo a contextualizar este trabalho, que se centra nas implicações do RCCTE na prática da arquitetura e a sua aplicação nas operações de reabilitação de edifícios, torna-se necessário apresentar e caracterizar os fatores que interferem no comportamento térmico e energético a nível passivo ou ativo.

Os edifícios residenciais serão energeticamente eficientes quando implantados num determinado ambiente que reduza as tensões desfavoráveis e aproveite todos os recursos naturais para atingir a máxima eficácia de projeto e, conseqüentemente, o conforto e bem-estar dos ocupantes. A este respeito devem ser analisadas as principais práticas de Arquitetura Solar Passiva e Ativa, bem como quais as condicionantes ou implicações que estas impõe aos edifícios.

2.4.1 CONDICIONANTES PASSIVAS EXTERNAS

2.4.1.1 IMPLANTAÇÃO

As condições climáticas são sempre consequência da localização geográfica. A longitude a latitude são determinantes na definição de condições macroclimáticas e microclimáticas. O microclima é também afetado por outros fatores determinantes na implantação do edifício, como: a pendente do terreno; a orientação predominante da habitação; a existência próxima de elevações, que podem incidir como barreira frente ao vento ou frente à radiação solar; a existência de linhas de água, que reduzem as variações bruscas de temperatura e incrementam a humidade ambiente ou a existência de zonas arborizadas e de edifícios próximos, como é possível perceber na Figura 33.

Os dados climáticos de uma determinada região devem ser analisados segundo as características anuais dos seus elementos constituintes. Assim, deve-se ter em conta os efeitos modificados pelas condições microclimáticas de cada lugar.

2.4.1.2 ORIENTAÇÃO E FORMA

A orientação e forma do edifício são extremamente relevantes para a eficiência energética. Quanto à forma uma reduzida relação superfície/volume é um fator importante para a eficiência energética como se pode perceber pelo esquema da Figura 34. Já a orientação é sobretudo essencial para a captação ou proteção de radiação solar, no Inverno e Verão respetivamente.

Na estação de Arrefecimento torna-se muito difícil proteger as superfícies a Este e Oeste, pois a radiação incide quase perpendicularmente aos envidraçados. De uma forma geral, no hemisfério Norte, interessa reduzir o número de superfícies opacas ou não-opacas a Norte, de forma a potenciar as superfícies a Sul. Porém, a opção terá que prever a bipolaridade da situação, para que no Inverno se obtenha ganhos térmicos e no Verão seja possível a sua proteção.

Assim, um edifício estará mais bem preparado para as possíveis oscilações térmicas sazonais, sem a necessidade de sistemas ativos de climatização, sendo energeticamente mais eficiente.

A orientação do edifício influencia diretamente o comportamento dos movimentos de ar circundantes.

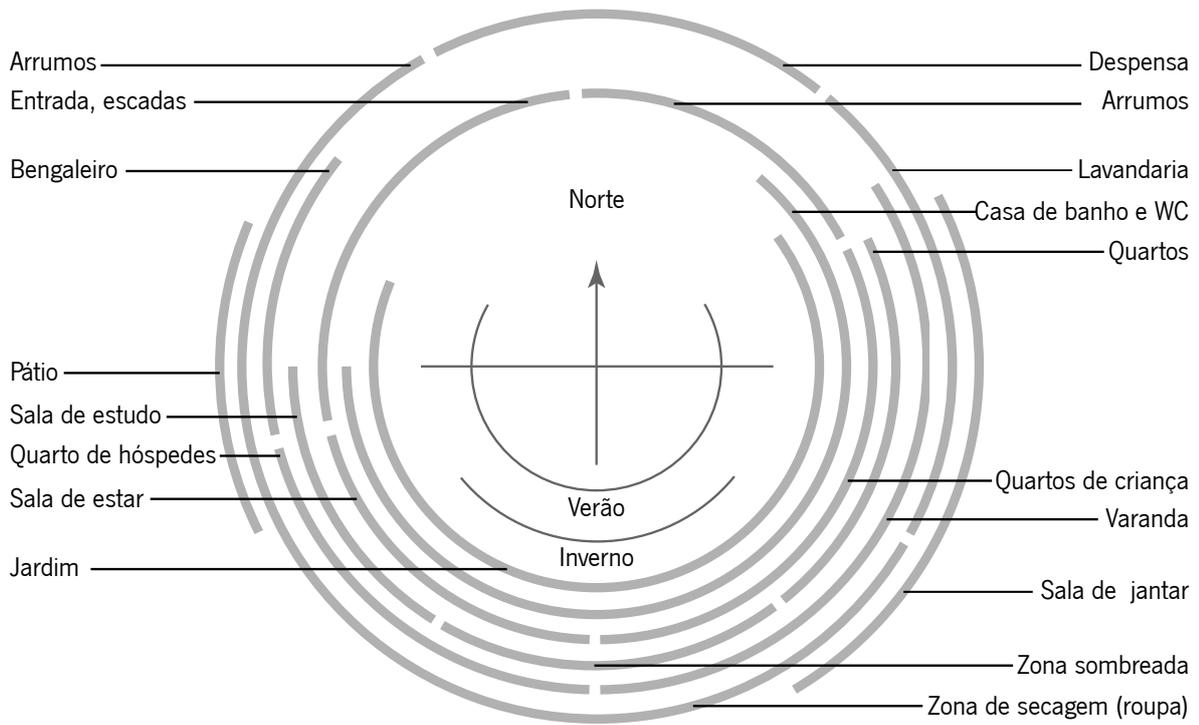


Figura 36. Orientação preferencial dos espaços em habitação
Adaptado de Hegger, et al. (2008) Loureiro&Mendes ©

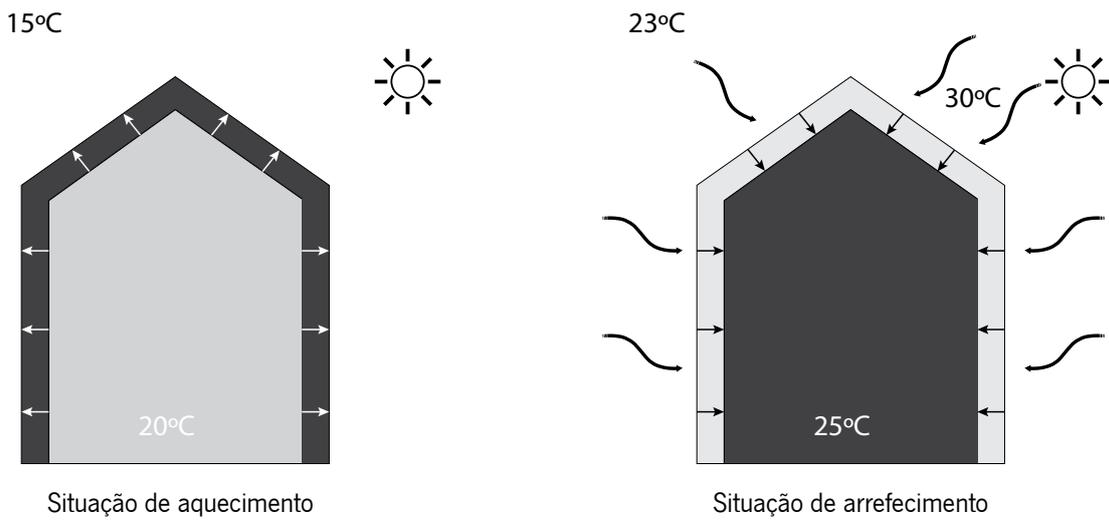


Figura 37. Esquemas - Inércia e Isolamento Térmico
Adaptado de Afonso (2010)

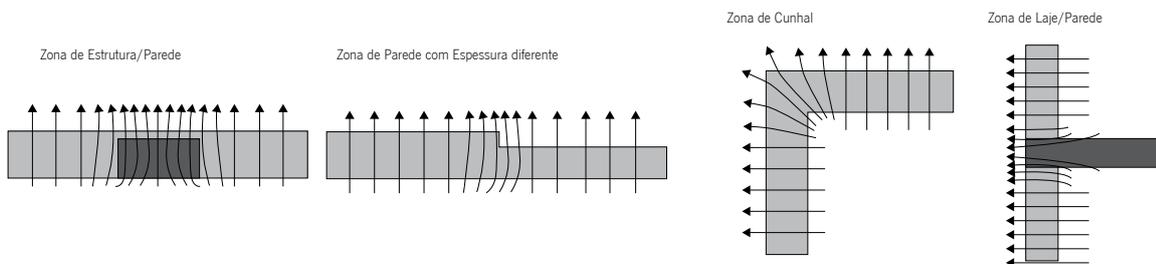


Figura 38. Perdas de calor através de Pontes térmicas
Adaptado Paiva, et al. (2006)

Compreende-se portanto a necessidade de projetar de forma adequada em relação às direções dos ventos predominantes para aproveitamento no interior.

Segundo Hegger, et al. (2008) a orientação e colocação dos compartimentos no volume da envolvente podem ser organizadas de acordo com a temperatura, requisitos de luz natural, ou até mesmo as preferências dos usuários ou ocupantes. Para a maior eficiência energética deve usar zoneamento térmico, isto é, os principais compartimentos são isolados termicamente por espaços tampão adjacentes ou espaços de piso auxiliares (Figura 35).

A solução deve prever o seu comportamento ao longo das estações, isto é, interessa encontrar uma solução de minoração de infiltrações na estação de aquecimento e incremento de ventilação na estação de arrefecimento conforme a utilização dos compartimentos em questão (Figura 36).

2.4.2 CONDICIONANTES PASSIVAS INTERNAS

2.4.2.1 INÉRCIA TÉRMICA

A Inércia Térmica é muito importante nos edifícios, particularmente em climas temperados. O efeito da inércia térmica na temperatura ambiente interior relaciona-se com o tipo de envolvente exterior, considerando apenas a massa térmica interior ao isolamento, bem como as massas térmicas de todos os elementos interiores de compartimentação e lajes de pavimento e teto, sempre que não haja isolamento (Mendonça, 2005). Este fenómeno é determinante para reduzir a oscilação térmica no interior, e assim proporcionar o conforto dos seus ocupantes, porém está sempre dependente da quantidade de massa térmica existente, o que pode ser menos sustentável, uma vez que “quanto menor for a massa total do edifício, menor será a quantidade incorporada de recursos naturais” (Mateus, 2009). Para tal deve-se realizar uma análise de custo/benefício de todas as medidas.

Compreende-se então que a inércia térmica interfere objetivamente sobre o comportamento do edifício tanto no Inverno ao determinar a capacidade de utilização dos ganhos solares, como no Verão ao influenciar a capacidade do edifício absorver os picos de temperatura, ou de preservar a temperatura no interior no Inverno como se pode perceber na Figura 37.

2.4.2.2 ISOLAMENTO TÉRMICO

O isolamento térmico reduz significativamente a passagem de calor, por condução, entre o interior e o exterior. A introdução do mesmo permite, então, manter uma temperatura constante mais facilmente, diminuindo as perdas de calor e aproveitando os ganhos. Para além disso, a colocação do isolamento térmico previne as condensações em superfícies com a temperatura inferior ao ponto de orvalho (ASHRAE, 1997). No entanto, estes benefícios dependem da continuidade do isolamento, de modo a que não resultem pontes térmicas, isto é, zonas localizadas na envolvente do edifício onde existe maior perda de calor em relação às restantes áreas da envolvente exterior (Figura 38). Estes pontos frágeis na envolvente levam a um aumento do consumo de energia para aquecimento, podendo mesmo originar patologias como infiltrações e condensações, reduzindo a sua durabilidade (Jardim, 2010).

De modo a evitar estas fragilidades, a utilização do isolamento térmico será melhor se colocada à face exterior da massa térmica, para assim garantir a capacidade inércia térmica dos elementos interiores e conseqüentemente proteger das variações térmicas do exterior.

Gama de coeficiente de transmissão térmica (U) de vãos envidraçados (W/m²K)

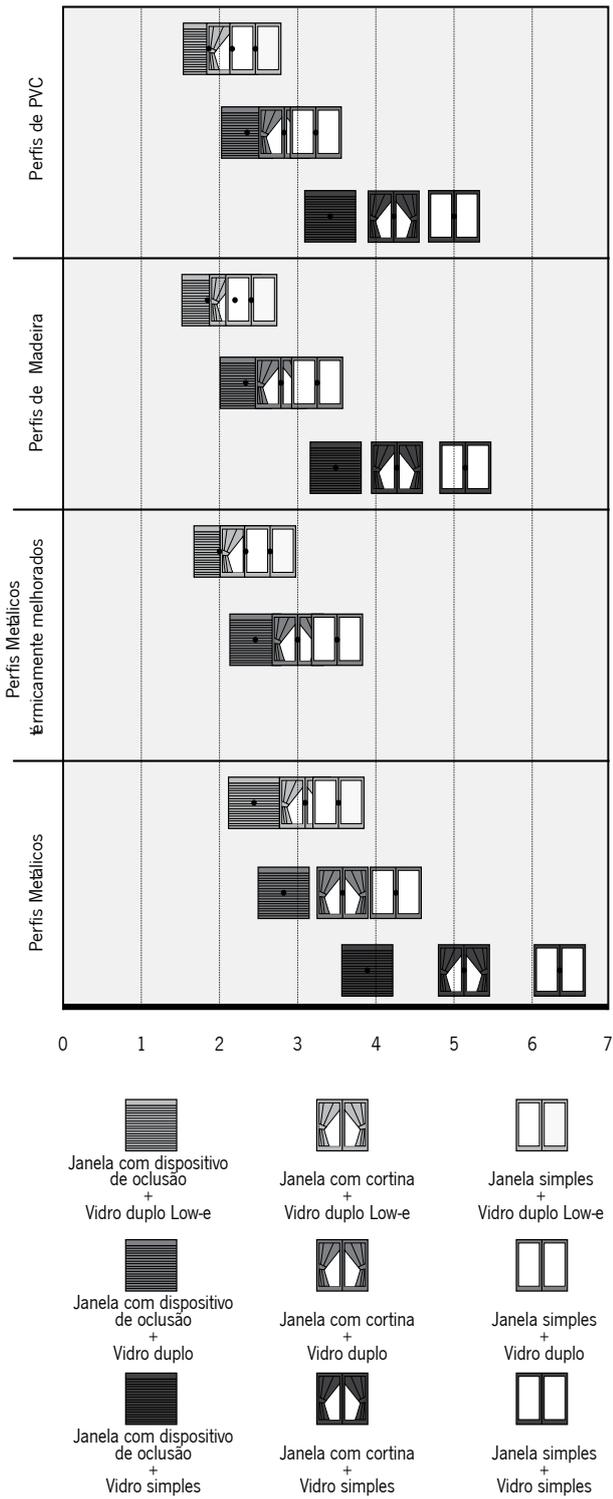


Figura 39. Gama de coeficientes de transmissão térmica de vão envidraçados
Adaptado Paiva, et al. (2006) por Loureiro&Mendes ©

Eficácia relativa de dispositivos de sombreamento interiores e exteriores na protecção contra os ganhos solares

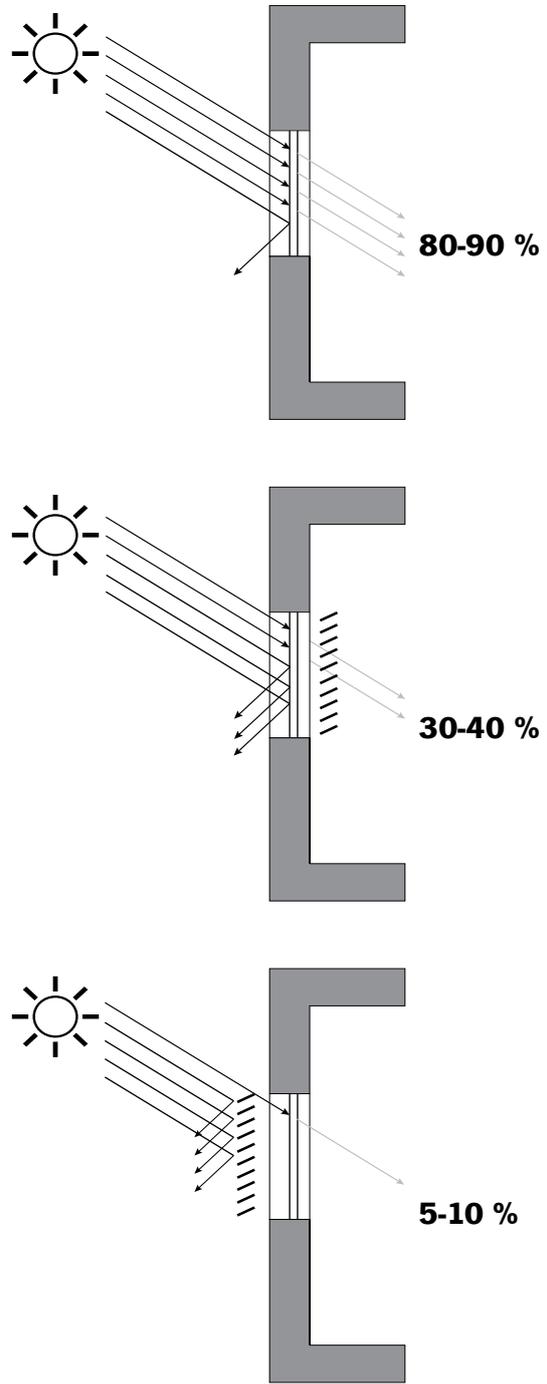


Figura 40. Esquemas de envidraçado sem e com proteção solar
Adaptado de Silva (2009) por Loureiro&Mendes ©

2.4.2.3 ENVIDRAÇADOS E ILUMINAÇÃO NATURAL

A utilização excessiva de envidraçados pode colocar em causa o conforto dos edifícios e obrigar à utilização de sistemas de climatização, para corrigir perdas e ganhos de calor que ocorrem através dos mesmos. O isolamento térmico de um vão envidraçado depende da qualidade do vidro e do tipo de caixilharia utilizada, que desempenha um papel importante na dissipação de calor (Figura 39). Igualmente importante é a orientação solar dos mesmos, a sua posição, dimensão, e proteção solar (Figura 40). É, portanto, essencial projetar para captação de ganhos solares no Inverno e para proteção no Verão. A ventilação natural pode também ser pensada de forma a reduzir custos.

2.4.2.4 VENTILAÇÃO NATURAL

É essencial garantir a qualidade do ar, vital para a vida dos seres humanos, de forma a prevenir uma grande variedade de doenças e problemas, de olhos, nariz, respiração, ocasionalmente também irritações na pele, dores de cabeça, cansaço, sentimentos gerais de mal-estar, vertigem e inclusive problemas de concentração. Para edifícios muito herméticos, como edifícios eficientes ou casas passivas, devido a exigências mais baixas para aquecimento e arrefecimento, o projeto deverá ser realmente cuidadoso e não suportado em valores meramente empíricos.

De uma forma geral o reforço da ventilação dos ambientes é o método mais eficaz e mais económico de secagem de paredes, evitando problemas de humidade. A simples abertura de janelas, de modo a criar correntes de ar, permite que ar relativamente seco esteja sempre em contacto com as paredes humedecidas, favorecendo-se desta forma o processo de secagem. Este procedimento só é possível em condições climáticas favoráveis, no que se refere ao binómio humidade relativa/temperatura do ar exterior. Assim, poderão prevenir-se não só problemas de utilização, bem como de patologias de construção.

A ventilação dos edifícios é uma necessidade muitas vezes desvalorizada, em especial nas condições em que é mais necessária, ou seja no período de Inverno. Causa alguma preocupação aos utentes dos espaços permitir que o ar frio e, por vezes, muito húmido do exterior, possa penetrar nos espaços ocupados, por troca com o ar interior. Este receio é infundado, pois o ar frio e húmido do exterior é aquecido em contacto com o ar interior, provocando esse acréscimo de temperatura uma consequente diminuição da sua humidade relativa e, por extensão, da humidade relativa da massa de ar que preenche os edifícios (Silva, 2010). Em suma, a maioria das medidas que visam melhorar a qualidade do ar interior de uma forma passiva reduzem também as necessidades energéticas durante a vida do edifício.

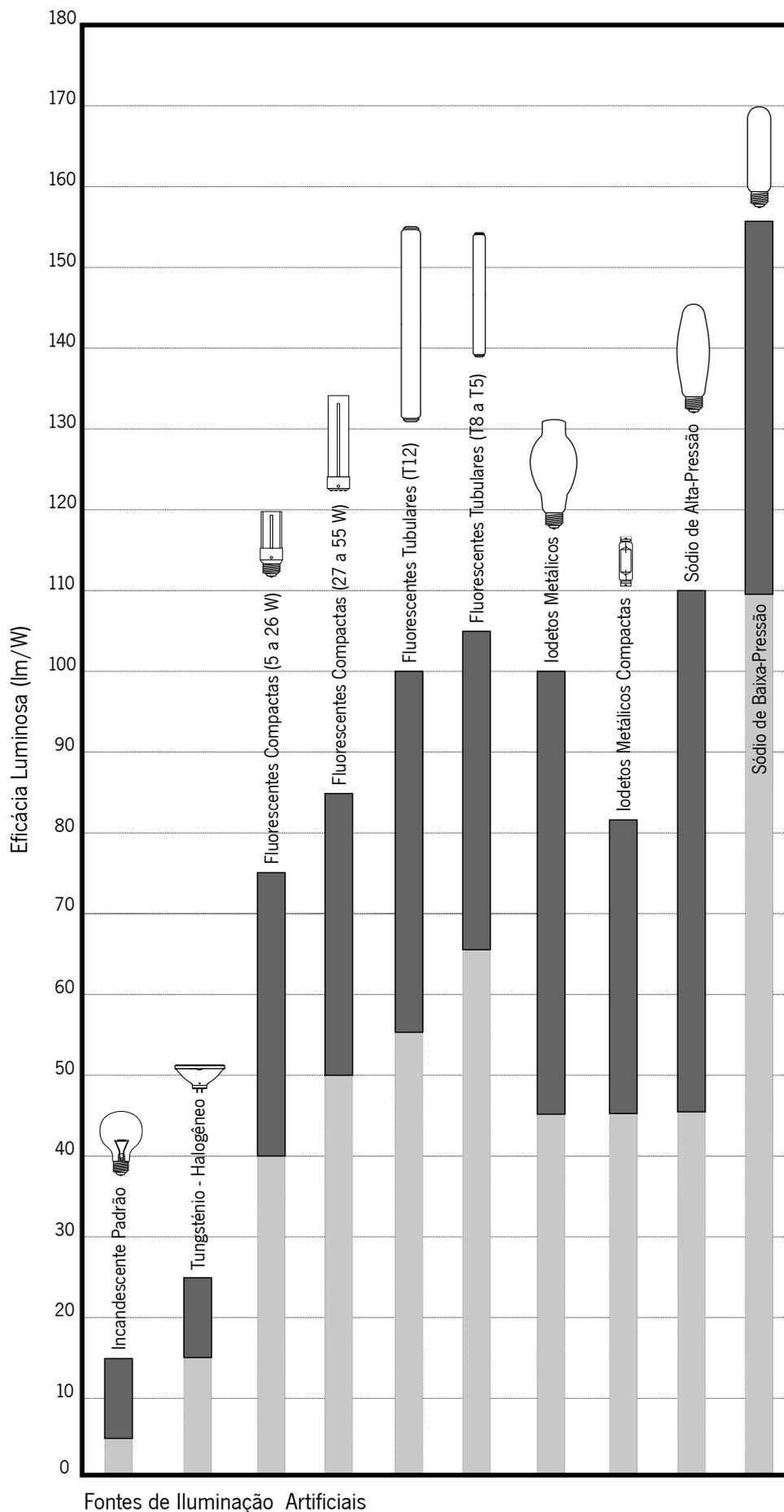
2.4.3 CONDICIONANTES ATIVAS - SISTEMAS E INSTALAÇÕES

Atualmente existem diversos sistemas tecnológicos que se implementam nos edifícios que podem permitir uma significativa melhoria de conforto dos ocupantes.

Apesar de ser sempre preferível utilizar uma abordagem projetual fundamentada em sistemas passivos.

2.4.3.1 CLIMATIZAÇÃO

Atualmente, há vários sistemas disponíveis para manter o interior dos edifícios a uma temperatura e nível de humidade determinados, aumentando significativamente o conforto ambiente dos seus



Fontes de Iluminação Artificiais

Figura 41.

Eficiência Luminosa de vários tipos de lâmpadas
 Adaptado Paiva, et al. (2006) por Loureiro&Mendes ©

ocupantes. Todavia, são igualmente responsáveis por parte da fatura energética da habitação. Como anteriormente referido, o uso de sistemas passivos deve ser complementado por estes e não o contrário.

Segundo Aguiar e Santos (2007), a climatização é a categoria de usos de energia com maior crescimento, dada a conhecida situação de desconforto térmico em grande parte das residências portuguesas. Isto é revelador da evolução da espessura das paredes e pavimentos em Portugal, reduzidas significativamente, dando supremacia à utilização de sistemas de climatização, com repercussões na fatura energética mas também num aumento exponencial das emissões de Dióxido de Carbono e consequente aquecimento global. A potência do sistema deverá sempre ter em conta as especificidades previstas para o seu ciclo de vida útil, e não ser inferior nem superior na resposta às necessidades previstas, uma vez que agravaria os encargos de modo desnecessário.

2.4.3.2 **ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS**

Em Portugal verifica-se uma supremacia de sistemas de aquecimento como esquentadores a gás ou termoacumuladores elétricos (Jardim, 2010). Portugal é dos países da Europa com mais potencial para sistemas de aproveitamento solar e, atualmente, a introdução de coletores solares para integração num sistema de AQS é uma obrigatoriedade prevista na legislação.

O dimensionamento e instalação, devidamente qualificada e certificada, de um sistema de aproveitamento de energia solar, pode reduzir em cerca de 70% os custos em energia necessários para a produção de AQS nas habitações (Nunes, et al., 2008).

2.4.3.3 **ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL**

O consumo em iluminação artificial é mais significativo quando existem carências por mau aproveitamento de iluminação natural. Agrava-se ainda mais quando os sistemas de iluminação são de baixa eficiência ou não estão bem posicionados ou projetados para a função dos espaços em que se inserem. A utilização de lâmpadas de baixa eficiência, como lâmpadas incandescentes, pode inclusivamente ser responsável por aumentos de temperatura indesejáveis e, consequentemente, incremento de gastos em sistemas de arrefecimento (Jardim, 2010). As lâmpadas de halogéneo são um pouco mais eficientes (Figura 41) e já possuem um maior índice de cor com maior semelhança à luz natural, porém sempre que possível deverão ser utilizadas lâmpadas com tecnologia superior, como por exemplo as lâmpadas LED (com uma eficácia luminosa entre 60 a 130 lm/W).

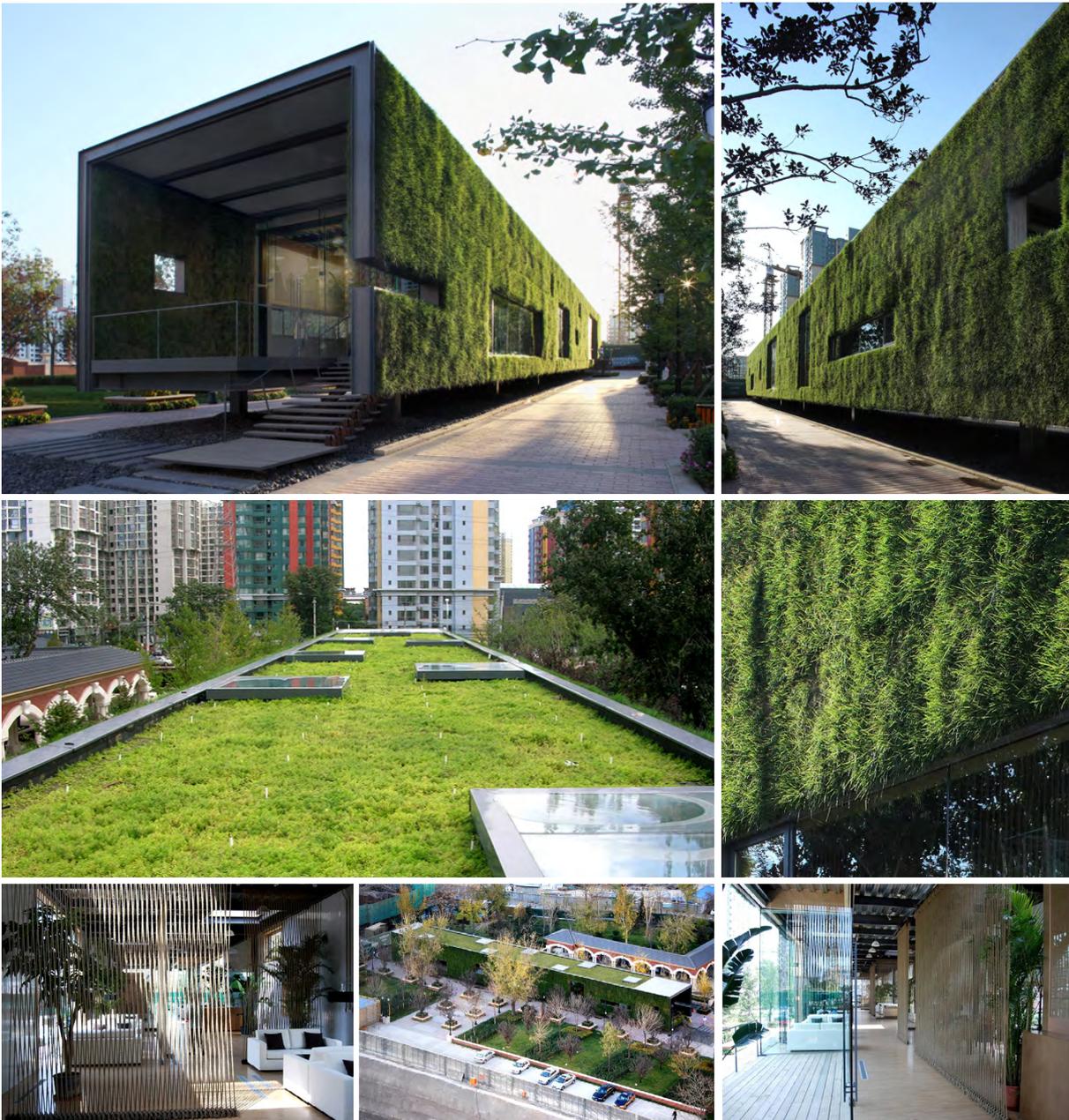


Figura 42. Exemplo de edifício com envoltente ajardinada - CR Land Guanganmen Green Technology (Vector Architects)
www.archdaily.com

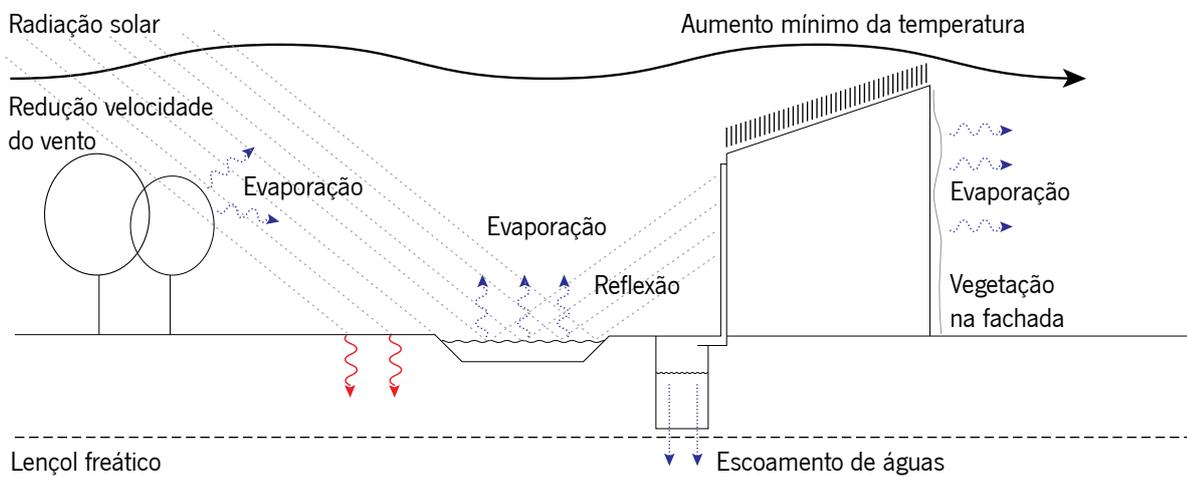


Figura 43. Esquema de utilização e benefícios de utilização de vegetação
 Adaptado de Hegger, et al. (2008) por Loureiro&Mendes ©

2.4.4 BENEFÍCIOS DA VEGETAÇÃO NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ARQUITETURA

Como muitos recursos naturais são limitados, atualmente procuram-se ideias inovadoras que tentem resolver estes problemas de escassez de bens naturais, necessários à vida do Homem neste planeta. É recuperando e devolvendo a antiga força à Natureza, que se evita o colapso ambiental, procurando inserir desta maneira a importância da reflorestação, ainda que a pequenas e micro escalas, como a inserção de uma planta no interior de um edifício. Assim, procura-se, mostrar a necessidade urgente de criar espaços verdes, de criar novos dinamismos espaciais, novas técnicas construtivas, que incluam vegetação como tema principal de desenvolvimento.

Segundo Wines (1998) é possível distinguir dois tipos de uso de vegetação na arquitetura – o uso integrado na construção e o uso complementar, que se divide em exterior e interior.

O uso integrado na própria construção pretende evidenciar-se como um uso mais técnico, onde a vegetação cresce intrinsecamente relacionada com o material utilizado, aparecendo como parte do sistema construtivo. Exemplos deste tipo de uso são as coberturas ajardinadas, ou os jardins verticais.

O uso complementar salienta a necessidade de criação de espaços verdes urbanos, ou a escalas mais pequenas, como possíveis jardins em apartamentos, para significativa melhoria da qualidade do ar exterior. Quanto ao interior, refere-se a que colocação de pequena vegetação, pode melhorar os ambientes interiores, contribuindo para boa qualidade de vida.

2.4.4.1 USO DE VEGETAÇÃO INTEGRADA NA CONSTRUÇÃO

O aumento da biodiversidade e o melhoramento do ar atmosférico interior e exterior podem beneficiar do uso de vegetação na envolvente opaca dos edifícios (Figura 42), além de esta ter uma componente estética atrativa e promover o convívio com a natureza.

A cobertura ajardinada contribui para a manutenção da humidade relativa do ar e forma um microecossistema. O controlo da drenagem de águas pluviais é outra mais-valia: a retenção das águas beneficia a drenagem urbana e evita, assim, a poluição de rios e cheias (Costa, 2010).

A cobertura ajardinada contribui ainda para o conforto térmico com a evaporação e a transpiração das plantas. O calor estas libertam, proporciona o arrefecimento da envolvente próxima como é possível perceber no esquema da Figura 43. Com esta redução da temperatura ambiente pode-se reduzir o consumo de energia, através da menor necessidade de utilização de ar condicionado. O fator acústico é igualmente beneficiado com a diminuição da reverberação dos sons.

Para que não haja consequências como infiltrações e perda de plantas e terra por erosão, a implantação de cobertura ajardinada requer infraestrutura adequada e mão de obra especializada. Caso seja para um edifício preexistente, é necessária uma avaliação prévia da estrutura, que deve levar em conta sua capacidade de carga. A laje plana é mais indicada do que o telhado inclinado, até para lazer ou manutenção, no entanto, há sistemas que podem ser colocados sobre telhado inclinado como por exemplo na Figura 44.

Os problemas de infiltração são prevenidos com uma proteção impermeabilizante. Podem ser colocadas desde a telha de fibrocimento, metálica a uma manta asfáltica de lajes preexistentes, entre outros. A utilização de coberturas ajardinadas deve ter especial atenção à irrigação e drenagem para não prejudicar o conforto termoacústico. Este tipo de projeto paisagístico se bem realizado e bem aplicado



Figura 44. Exemplos de aplicação de coberturas ajardinadas com inclinação
www.neoturf.pt



Figura 45. Exemplos de aplicação de vegetação integrada no interior
www.plants-for-people.org

pode mesmo tornar-se mais barato que um telhado convencional (Wines, 1998). O tipo de vegetação deve ser adaptado ao clima regional. Devem ser utilizadas plantas nativas ou adaptadas, nos arranjos ecológicos, e de baixa manutenção. Para um melhor efeito estético e térmico recomendam-se coberturas densas com relvados que permitem aproveitamento da área como local de lazer e estar.

2.4.4.2 **USO INTERIOR DE VEGETAÇÃO, COMPLEMENTAR À CONSTRUÇÃO**

Também o uso de vegetação no interior dos edifícios os pode tornar mais eficientes. No limite, as plantas interiores representam a base de um sistema conhecido como “Green Solar Architecture”, dirigido na Alemanha por Dieter Schempp. Neste sistema, a qualidade do ar do interior do edifício é regulado por plantas, que são escolhidas pela sua sobrevivência ao ambiente interior e que garantem boa qualidade do ar e regulação de humidade.

Desta forma, conseguem-se menores amplitudes térmicas, uma vez que no Inverno, ao perderem as folhas, as plantas deixam entrar radiação solar, mas no Verão oferecem sombreamento e evapotranspiração para arrefecimento. A evapotranspiração define-se como um processo natural em que a água, através da planta, se move do solo para a atmosfera por evaporação e transpiração. Quase toda a água que a planta absorve é transladada para o ar e todo este processo depende da quantidade de luz disponível, humidade relativa do ar, ventilação, espécie de planta e também do seu tamanho.

Colocando plantas no interior dos edifícios como por exemplo na Figura 45, consegue-se também reduzir significativamente a quantidade de pó e ácaros no ambiente, por atracção e aderência à superfície das folhas, reduzindo assim riscos de alergias e protecção de equipamentos electrónicos sensíveis. Tudo isto dependerá, obviamente, da quantidade de vegetação existente, proporcionalmente à quantidade de espaço em questão.

Altas concentrações de dióxido de carbono são conhecidas por induzirem estados de sonolência e conseqüente redução de concentração e produtividade, o que se torna frequente em edifícios contemporâneos, por existência de grande isolamento e fraca ventilação. Para contrariar este efeito, o uso de vegetação ajuda na troca entre dióxido de carbono por oxigénio durante o dia. Para edifícios ativos durante a noite, a melhor solução seria a utilização de plantas como cactos, que produzem a fotossíntese durante a noite. O trabalho de Bill Wolverton na NASA, um dos mais cotados acerca de benefícios provenientes do uso de vegetação, conclui que as plantas conseguem absorver gases poluentes como formaldeído, benzina e tricloroetano que são libertados em pequenas quantidades por um grande número de actividades humanas (Wolverton, 2005).

Trabalhos como o de Roon Wood e Margaret Burchett, concluem que várias espécies comuns de plantas têm a habilidade de removerem compostos químicos da atmosfera, como benzina e hexano em cerca de 50% até 75% de redução total de Compostos Orgânicos Voláteis. Assim, os autores concluem que para garantir a sustentabilidade do ambiente urbano, suportada pelas suas bases ambiental, social e económica, espera-se que a utilização de plantas no interior se torne uma tecnologia padrão para melhorar significativamente a qualidade ambiental interior.

Outro importante benefício deste tipo de utilização da vegetação é a redução de ruído, pois a vegetação no interior é capaz de absorver e desfragmentar o som, podendo contribuir para equilibrar custos de obra, no que refere a isolamentos acústicos. Quanto mais pequenas forem as folhas mais

difundem o som, quanto maiores, melhor o absorvem, e para uma melhor eficiência em absorção, será conveniente usar grandes vasos, com grande quantidade de terra; misturar várias espécies de plantas com diferentes tamanhos; colocá-las em limites e cantos, e a poucos centímetros de afastamento da parede, para puderem absorver o som refletido também (OA, 2001).

2.4.4.3 **USO EXTERIOR DE VEGETAÇÃO, COMPLEMENTAR À CONSTRUÇÃO**

Com a proliferação do transporte privado em detrimento do uso do espaço público, que devora a cidade mal pensada e que cresce exageradamente sem limite aparente, com o desenvolvimento dos meios de comunicação que diminuíram a importância do espaço público como lugar de encontro e comunicação e somando a tudo isto a crescente poluição atmosférica por contaminação de várias atividades humanas, e por crescente desrespeito pela Natureza, chega-se a um ponto crucial, em que é urgente reabilitar as cidades contemporâneas, através de pequenas ou grandes intervenções no tecido urbano. Para contrariar todos estes fatores de empobrecimento das cidades contemporâneas, a vegetação corporiza uma ferramenta de grande importância, ajudando a devolver carácter e identidade a espaços destruídos e pobres, impondo-se assim como elemento claramente funcional, sem se tornar apenas decorativo, enfatizando também o seu papel fundamental na crise ambiental que o planeta vive.

Revela-se também como o melhor elemento regulador da malha urbana, proporcionando uma série de benefícios ambientais, estéticos e psicológicos, interferindo diretamente na vida do indivíduo, a nível físico, psicológico e social. Uma outra razão para a importância do uso de vegetação exterior explica-se pela dependência do Homem à terra para sua subsistência, quer das cidades ao meio rural, uma vez que não conseguem ser autossuficientes.

O clima urbano pode-se definir como uma ilha térmica onde se cria uma inversão térmica: a cidade funciona como um acumulador de calor gerado por ela mesma, mais concretamente pelas suas atividades como automóveis ou indústria. Os edifícios e o asfalto possuem uma capacidade térmica superior à da água e da vegetação, refletindo calor constantemente. Por outro lado, os efeitos de refrigeração são nulos quando não há vegetação perto, uma vez que não existe evapotranspiração, criando-se um ambiente seco e contaminado. No Verão as temperaturas nos espaços verdes urbanos podem ser cerca de 10% inferiores às que se verificam nas áreas densamente edificadas, e mais amenas pelo Inverno, uma vez que protegem ventos dominantes.

Por oposição a este mecanismo térmico, existe o mecanismo próprio da vegetação, cujo metabolismo gera oxigénio e vapor de água, devolvendo 98% da água que consomem. O próprio processo de fotossíntese provoca a libertação de oxigénio e consome dióxido de carbono (que atualmente consiste num dos maiores problemas ambientais) para produzir energia.

Outro benefício consiste na filtragem que a vegetação produz relativamente aos gases poluentes, fixando nos seus tecidos metais pesados que podem provocar problemas de saúde, como problemas de crescimento.

As vantagens derivadas da existência de vegetação urbana, não se prendem somente à melhoria da contaminação atmosférica, mas também se estendem à prevenção da erosão dos solos. O crescimento radical das plantas fixa o terreno evitando a erosão superficial e os destacamentos, constituindo uma preciosa ajuda em taludes artificiais de vias urbanas, ou qualquer outro tipo de construção, evitando o

seu conseqüente derrubamento.

Toda a atividade urbana produz ruído e atualmente este representa um dos problemas piores a combater, uma vez que existem muitas atividades necessárias ao funcionamento da cidade contemporânea que excedem os 50 dB, representando este o valor máximo de conforto sonoro, considerado pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2010). Os efeitos de excesso de ruído no ser humano não são apenas fisiológicos como a perda de audição, ou o aumento de tensão arterial, mas também psicológicos como excessiva irritabilidade, estando uns e outros relacionados. A utilização de um denso conjunto de arvoredo e plantas como barreira acústica, representa uma das melhores soluções para este problema, desde que não sejam em folhas de agulha.

Um outro efeito benéfico significativo do uso de vegetação exterior, é o psicológico. Mais conhecido como efeito Ulbrich, este efeito consiste na diminuição de *stress* e na indução de um estado de relaxamento lúcido, refletido na maior amplitude das ondas alfa do electroencefalograma do indivíduo submetido à experiência.

CAPÍTULO 3. EVOLUÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS

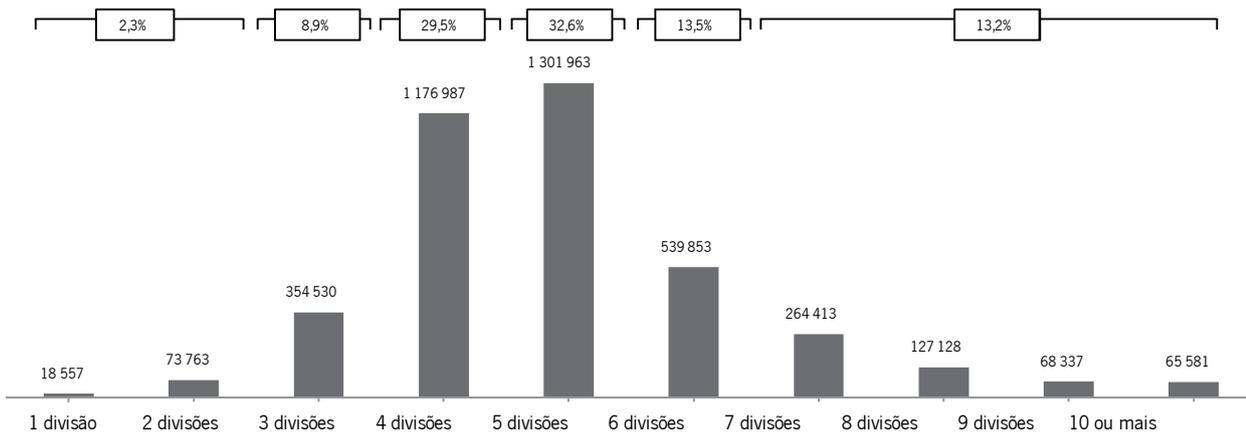


Figura 46. Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o número de divisões | 2011
Fonte: INE, Censos 2011

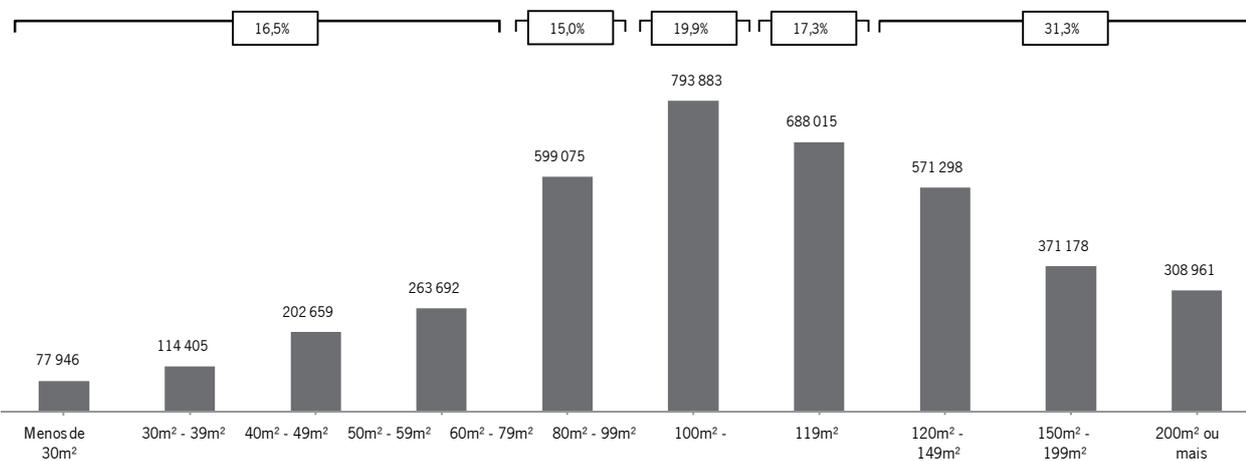


Figura 47. Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o escalão de área útil | 2011
Fonte: INE, Censos 2011

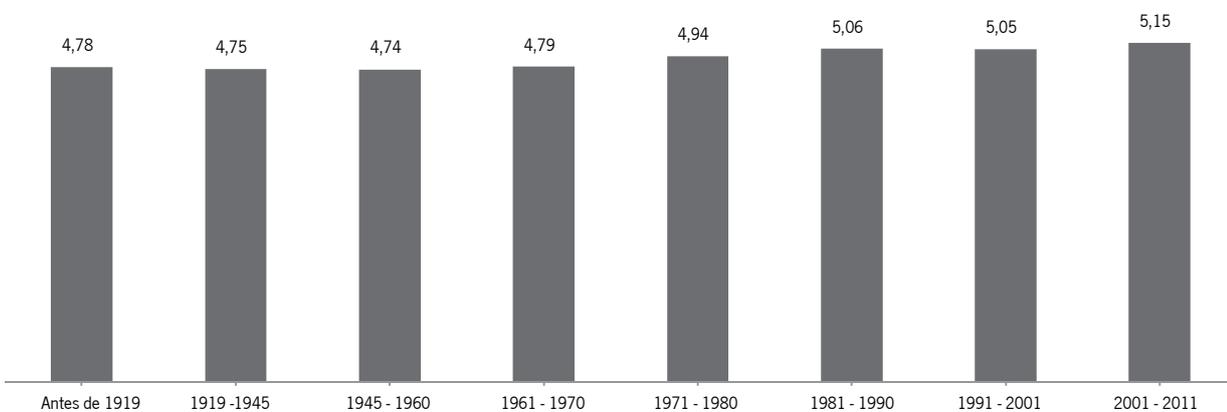


Figura 48. Número médio de divisões dos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a época de construção do edifício 2011
Fonte: INE, Censos 2011

CAPÍTULO 3. EVOLUÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS

3.1 CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DO PARQUE HABITACIONAL

3.1.1 TIPO DE IMPLANTAÇÃO E NÚMERO DE PISOS

Os edifícios construídos após a década de 70 constituem 63,1% dos edifícios clássicos do parque habitacional português existente em 2011 (INE/LNEC, 2013).

Em 2011, o parque edificado habitacional português era constituído mais de 85% por edifícios com apenas um alojamento, sendo a proporção deste tipo de edifícios independente da época de construção. Consequentemente percebe-se que 84,9% dos edifícios do parque habitacional português têm entre um ou dois pisos. A proporção de edifícios com um ou dois pisos diminuiu progressivamente nos edifícios com época de construção mais recente, mas manteve-se acima dos 75%. Mais uma vez, as principais regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto destacam-se por possuírem quase metade (47,7%) dos edifícios com quatro ou mais pisos. Apesar da proporção dos edifícios isolados e em banda variar substancialmente nas diferentes regiões do País, 60,5% tinham implantação isolada e possuem apenas 1 ou 2 alojamentos (INE/LNEC, 2013).

Em 2011 mais de 70% dos edifícios do parque habitacional português não apresentava necessidade de reparação. Entre 2001 e 2011, verificou-se uma melhoria generalizada do estado de conservação dos edifícios, destacando-se a diminuição de 40,4% nos edifícios com necessidade de grandes reparações e de 36,0% nos edifícios muito degradados. Apesar da melhoria do estado de conservação, em 2011 subsistiam cerca de 1 milhão de edifícios do parque habitacional que necessitavam de intervenção, valor distribuído uniformemente nas diferentes regiões do país. Este valor diminuía de forma gradual e acentuada nos edifícios cuja época de construção era mais recente (INE/LNEC, 2013).

3.1.2 NÚMERO DE DIVISÕES E ÁREA ÚTIL

Em 2011, o número médio de divisões por alojamento familiar clássico, ocupado como residência habitual, era cerca de 5 divisões. Mais de metade (62,1%) do total de alojamentos familiares clássicos ocupados como residência habitual tinha quatro ou cinco divisões (Figura 46). Portugal era o quinto Estado-membro da União Europeia com o maior número médio de divisões por alojamento (INE, 2013).

Cerca de metade (52,2%) dos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, possuía uma área útil entre 60 m² e 119 m² (Figura 47). A área média útil dos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, foi aproximadamente de 109,1 m². A área média útil dos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, aumentou nos edifícios com época de construção mais recente. Portugal era o terceiro Estado-membro da União Europeia com a maior área média útil dos alojamentos (Figura 48) (INE/LNEC, 2013).

3.1.3 TIPO DE AQUECIMENTO

Em 2011, cerca de 48,7% dos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, tinha aquecimento proporcionado através de aparelhos móveis ou fixos (Figura 49). As lareiras e os recuperadores de calor são o tipo de aquecimento disponível em 26,6% dos alojamentos; 10,7% dos alojamentos tinha aquecimento central e apenas 14,0% dos alojamentos não tem qualquer tipo de

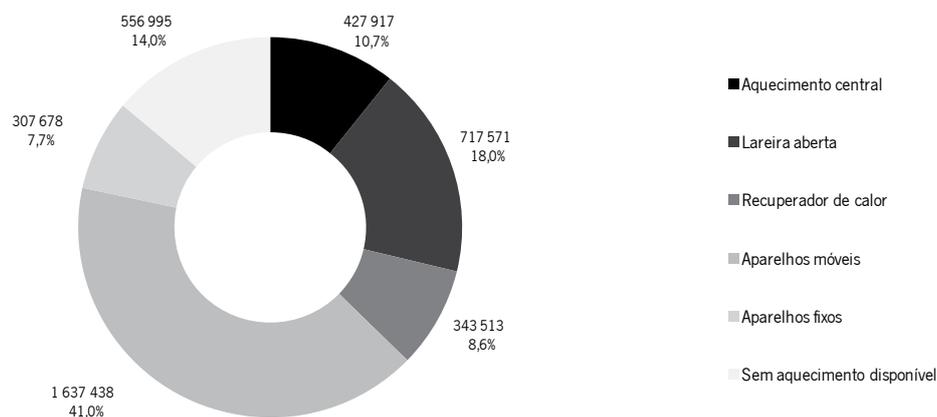


Figura 49. Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o tipo de aquecimento disponível | 2011

Fonte: INE, Censos 2011

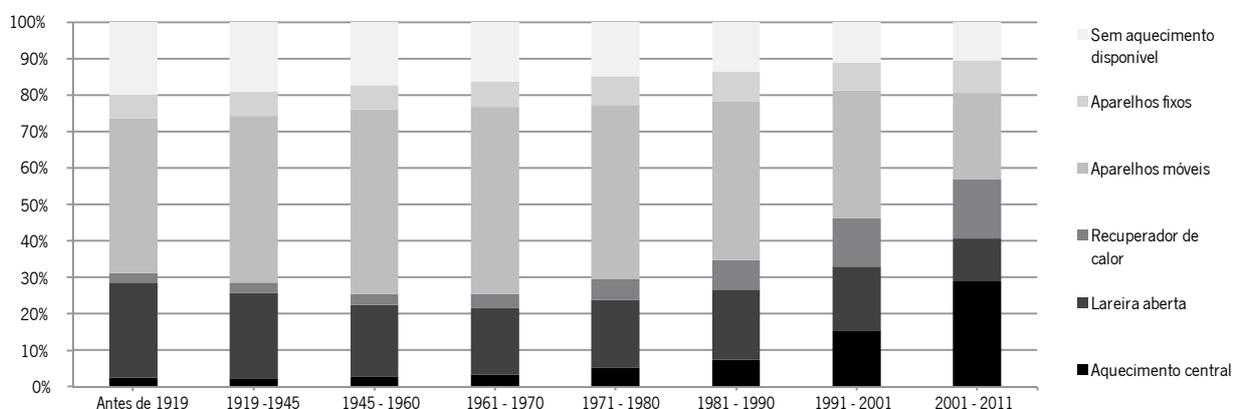


Figura 50. Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o tipo de aquecimento disponível, por época de construção

Fonte: INE, Censos 2011

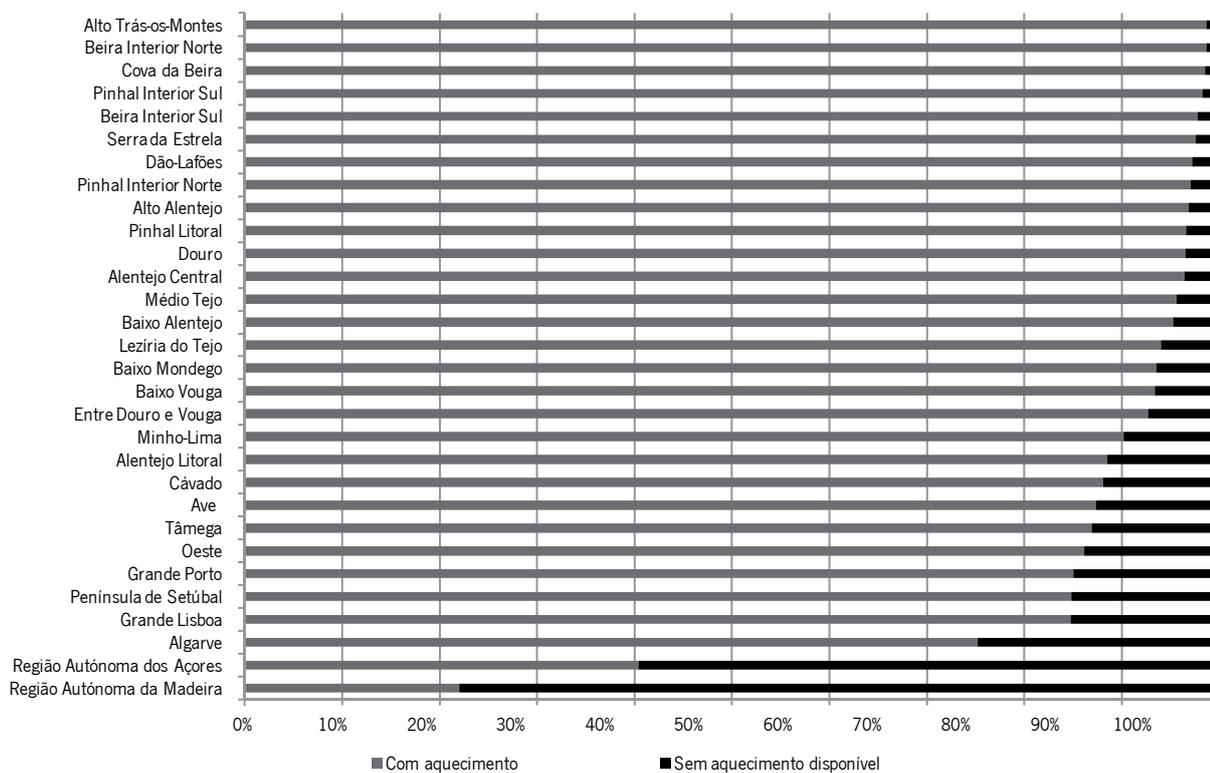


Figura 51. Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a disponibilidade de aquecimento, por NUTS III

Fonte: INE, Censos 2011

aquecimento disponível (INE/LNEC, 2013).

Na quase totalidade das regiões, mais de 84% dos alojamentos familiares clássicos ocupados como residência habitual, tem algum tipo de aquecimento disponível (Figura 50 e Figura 51). Em algumas regiões do interior, nomeadamente Alto Trás-os-Montes, Beira Interior Norte, Cova da Beira e Pinhal Interior Sul verificou-se que mais de 98% dos alojamentos tem algum tipo de aquecimento, por outro lado no Algarve, Açores e Madeira verificaram-se valores mais baixos, respetivamente de 75,2%, 40,4% e 22,0% (INE/LNEC, 2013). O tipo de aquecimento disponível nos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, variou substancialmente nas diferentes regiões do País (Figura 52).

A proporção de alojamentos com aparelhos fixos, aquecimento central e recuperadores de calor é relativamente reduzida na generalidade das regiões, contudo têm aumentado progressivamente nos edifícios com época de construção mais recente (Figura 53) (INE/LNEC, 2013).

Verificou-se também uma contração da proporção de alojamentos com aparelhos móveis e lareira aberta nos edifícios com época de construção mais recente. Averiguou-se igualmente que a proporção de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, sem aquecimento era menor nos edifícios com época de construção mais recente (INE/LNEC, 2013), facto que pode revelar no futuro a necessidade de reabilitação energética.

Em 2011, pouco mais de metade (53,4%) dos alojamentos clássicos, ocupados como residência habitual, e que dispunham de aquecimento, utilizavam a eletricidade como principal fonte de energia para aquecimento. Cerca de um terço (34,1%) dos alojamentos ainda utilizavam a madeira, carvão ou outros combustíveis sólidos para o mesmo fim. A relevância do valor da Lenha por um lado pode ser explicado pelo menor custo unitário, bem como o facto de mais de um terço ser apanhada nas proximidades (INE/DGEG, 2011).

3.1.4 AS FONTES ENERGÉTICAS PARA AQUECIMENTO

As principais fontes de energia utilizadas variaram sempre em função do tipo de aquecimento predominante. A madeira, carvão ou outros combustíveis sólidos foram a principal fonte de energia para aquecimento nos alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, com lareira aberta ou recuperador de calor. Por outro lado, a eletricidade foi a principal fonte de energia para aquecimento nos alojamentos com aparelhos de aquecimento móveis (92,7%) (INE/LNEC, 2013).

A eletricidade e a madeira, carvão e outros combustíveis sólidos como fontes de energia tiveram parcelas de representatividade idêntica nos aparelhos de aquecimento fixos. Apesar de um predomínio dos combustíveis gasosos (39,7 %) nos alojamentos com aquecimento central no alojamento, outras as fontes de energia são bastante variadas. (INE/LNEC, 2013)

A proporção de alojamentos em que a eletricidade constituía a principal fonte de energia para aquecimento registou uma redução progressiva nos alojamentos integrados em edifícios mais recentes. Em contrapartida, a proporção de alojamentos que utilizavam o gás e outros combustíveis gasosos aumentou, particularmente nos edifícios posteriores a 1991. A proporção de alojamentos que utilizavam a madeira como principal fonte de energia para o aquecimento manteve-se estável ao longo das várias épocas de construção. A proporção de alojamentos que utilizavam combustíveis líquidos para aquecimento aumentou nos edifícios construídos mais recentemente, mantendo contudo uma representatividade reduzida (INE/LNEC, 2013). Em suma a grande maioria (86,0%) dos alojamentos

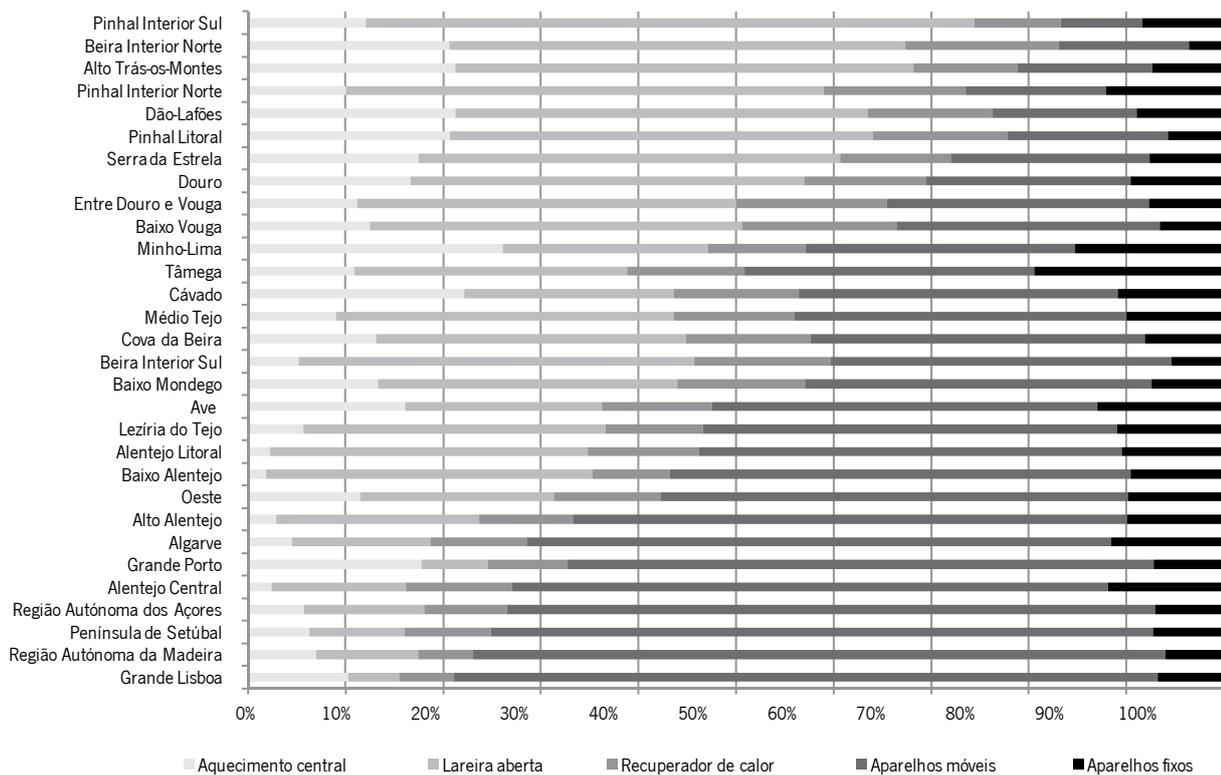


Figura 52. Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a fonte de energia utilizada para aquecimento, por NUTS III
Fonte: INE, Censos 2011

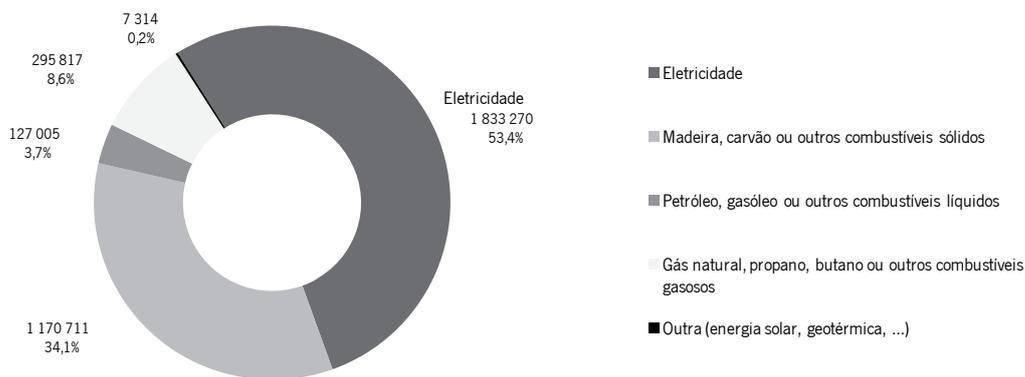


Figura 53. Número de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a fonte de energia utilizada para aquecimento em 2011
Fonte: INE, Censos 2011

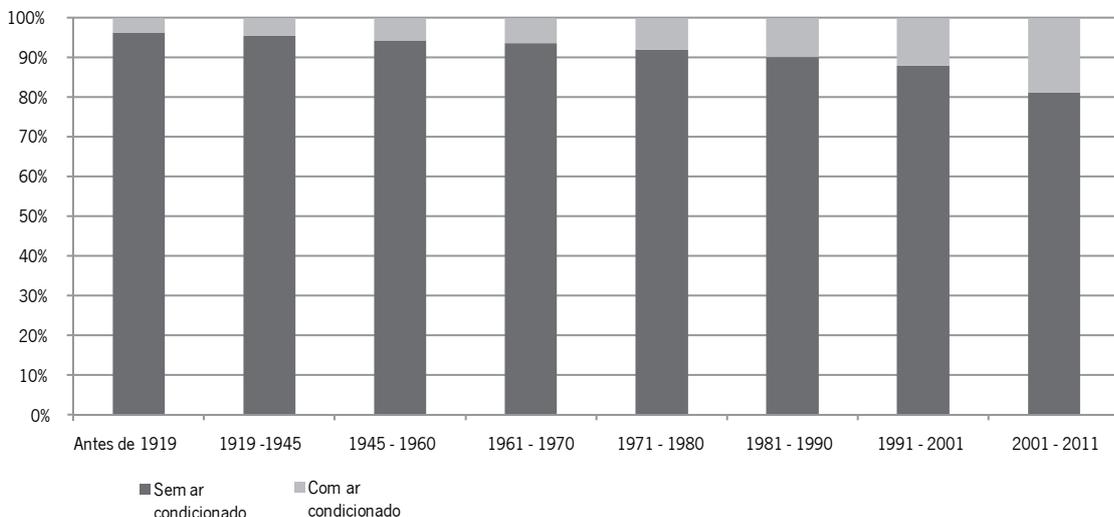


Figura 54. Distribuição de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, segundo a existência de ar condicionado, por época de construção
Fonte: INE, Censos 2011

familiares clássicos, ocupados como residência habitual, tem algum tipo de aquecimento disponível e apenas em regiões de climas mais quentes (Algarve, Açores e Madeira) a proporção de alojamentos com algum tipo de aquecimento era bastante inferior à média nacional. Nas diversas regiões do País os dois tipos de aquecimento dominantes eram as lareiras abertas e os aparelhos móveis; consequentemente a eletricidade e os combustíveis sólidos eram as fontes de energia mais utilizadas para aquecimento.

A fonte menos representativa como principal fonte de energia para o aquecimento foram os combustíveis gasosos, que se verificou em apenas 8,6% dos alojamentos (INE/LNEC, 2013).

3.1.5 AR CONDICIONADO

Em 2001 apenas 10,2% dos alojamentos clássicos, ocupados como residência habitual, dispunha de ar condicionado. Esta proporção variou significativamente nas diferentes regiões do País, sobretudo nas regiões do Algarve e do Alentejo registaram-se proporções de alojamentos com ar condicionado entre os 20% e os 30% (INE/LNEC, 2013).

A proporção de alojamentos familiares clássicos, ocupados como residência habitual, com ar condicionado aumentou progressivamente nos edifícios com época de construção mais recente. Nos alojamentos situados em edifícios anteriores a 1919, 3,7% tinham ar condicionado (Figura 54). Esta proporção aumentou para 18,9% nos alojamentos situados em edifícios construídos entre 2001 e 2011. Pouco mais de metade (52,8%) dos alojamentos com ar condicionado estavam situados em edifícios construídos entre 1991 e 2011 (INE/LNEC, 2013).

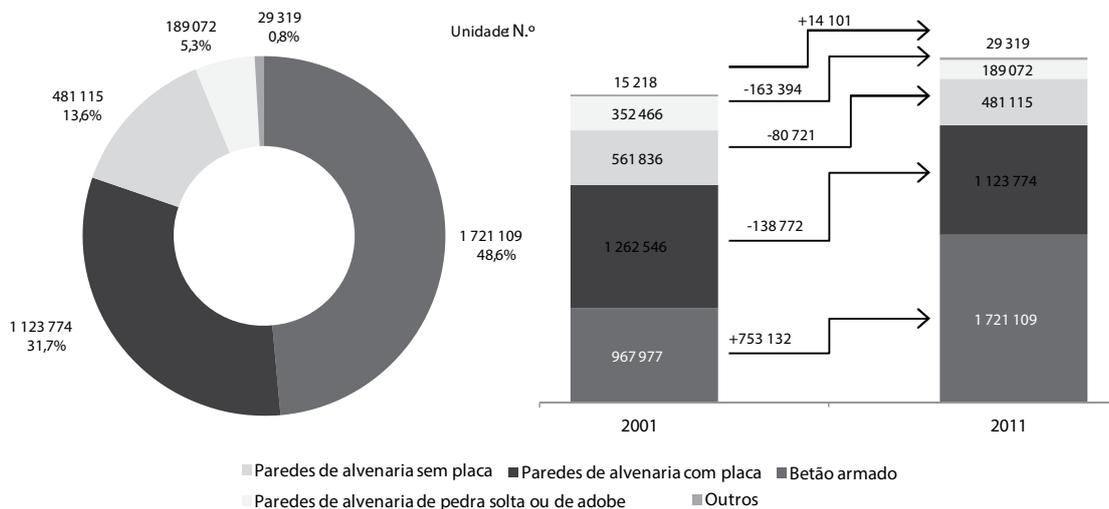


Figura 55. Número de edifícios clássicos segundo o tipo de estrutura de construção em 2011
 Fonte: INE, Censos 2011

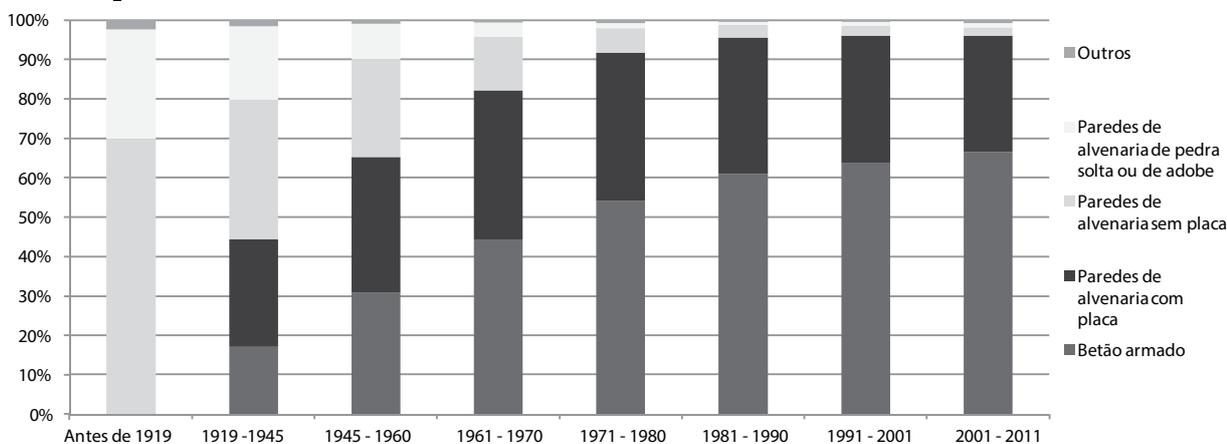


Figura 56. Distribuição de edifícios clássicos segundo o tipo de estrutura de construção, por época de construção do edifício em 2011
 Fonte: INE, Censos 2011

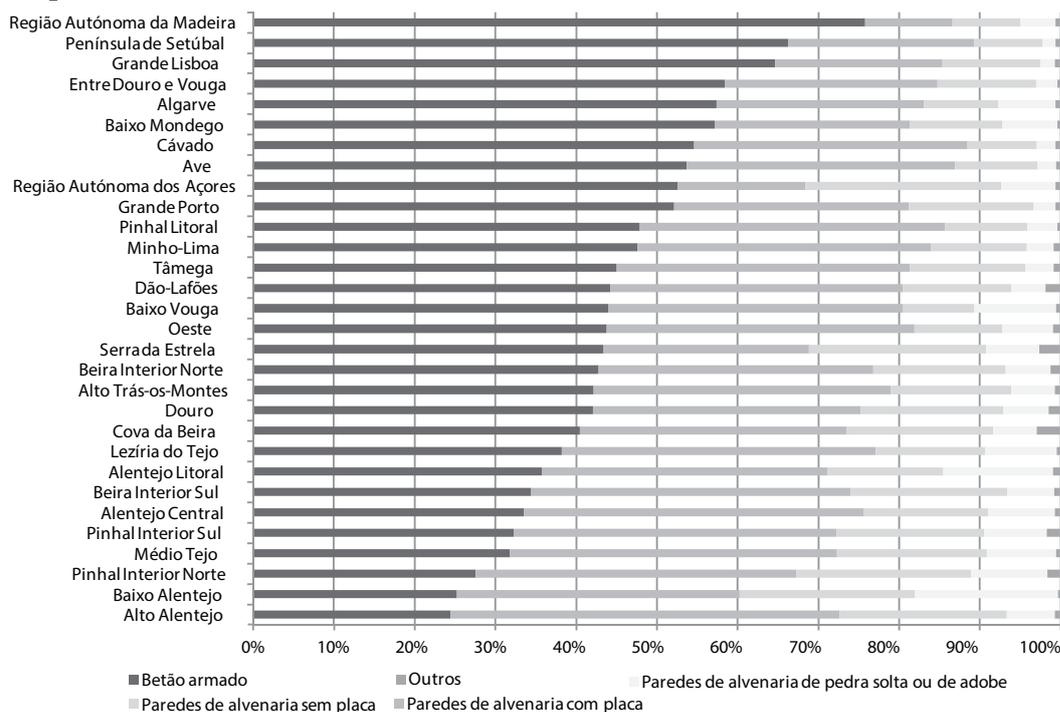


Figura 57. Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício em 2011 por região
 Fonte: INE, Censos 2011

3.2 CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DO PARQUE HABITACIONAL

3.2.1 ESTRUTURA

Praticamente metade dos edifícios em 2011 tinham estrutura de betão armado (48,6%) e sensivelmente um terço dos edifícios tinha estrutura constituída por paredes de alvenaria com laje em betão armado (31,7%). Os edifícios remanescentes possuíam tipos de estrutura menos representativos como paredes de alvenaria sem laje em betão armado, paredes de alvenaria de pedra solta ou de adobe e outros tipos de estrutura, respetivamente 13,6%, 5,3%, 0,8% (Figura 55) (INE/LNEC, 2013).

Entre 2001 e 2011 verificou-se um aumento substancial, de mais 753 132, (um aumento de 77,8%) de edifícios com estrutura de betão armado, um crescimento que têm sido contínuo desde a introdução deste tipo de estrutura (Figura 56). Na zona Sul e no interior Centro do País verificou-se uma proporção de edifícios com estrutura de betão armado menor. A região do Algarve era exceção a esta tendência com os edifícios com estrutura de betão armado a atingirem os 57,4% em 2011 (Figura 57). No litoral de Portugal continental, em particular em torno das regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto, a proporção de edifícios com estrutura de betão armado era maior. Ainda que região da Madeira registou uma maior proporção de edifícios com estrutura de betão armado, atingindo os 75,8%. Por outro lado, no que diz respeito a estrutura em paredes de alvenaria de pedra solta ou de adobe, a maior proporção de edifícios verificou-se no Baixo Alentejo (17,7%) e o Alentejo Litoral (13,6%) (INE/LNEC, 2013).

3.2.2 REVESTIMENTO EXTERIOR DE PAREDES

No que respeita ao revestimento exterior das paredes identificam-se algumas especificidades regionais, porém é notória a predominância de rebocos tradicionais e marmorites, com uma proporção de 84,0% (Figura 58). Entre 2001 e 2011 verificou-se um aumento de mais de um milhão de edifícios com revestimento exterior das paredes em reboco tradicional ou marmorite. É importante referir que esta categoria passou a incluir os edifícios com revestimento em betão à vista, que nos Censos de 2001 estava individualizada e em 2011, “foi excluída a categoria «Betão à vista (com ou sem pintura)» uma vez que a proporção de edifícios habitacionais em que este material prevalece nas partes opacas das fachadas não era relevante” (Figura 59). A proporção dos restantes tipos de revestimento exterior era reduzida: 11,6% em pedra, 3,8% em ladrilho cerâmico ou mosaico e 0,6% em outros revestimentos (INE/LNEC, 2013).

Nas zonas Sul e Interior do País verifica-se uma maior predominância

Entre 1981 e 2011 manteve-se sensivelmente constante a proporção dos diferentes tipos de revestimento exterior das paredes nos edifícios construídos entre: os edifícios com revestimento em reboco tradicional ou marmorite representavam quase 90% (com tendência para diminuir) e os edifícios com revestimento em pedra representavam cerca de 6% (com tendência para aumentar) (Figura 60) (INE/LNEC, 2013).

3.2.3 COBERTURA

Em 2011, a quase totalidade (93,1%) dos edifícios do País tinha cobertura inclinada revestida a telhas cerâmicas ou de betão (Figura 61). A cobertura dos restantes edifícios dividia-se de forma aproximadamente equilibrada entre cobertura inclinada revestida a outros materiais (1,8%), cobertura

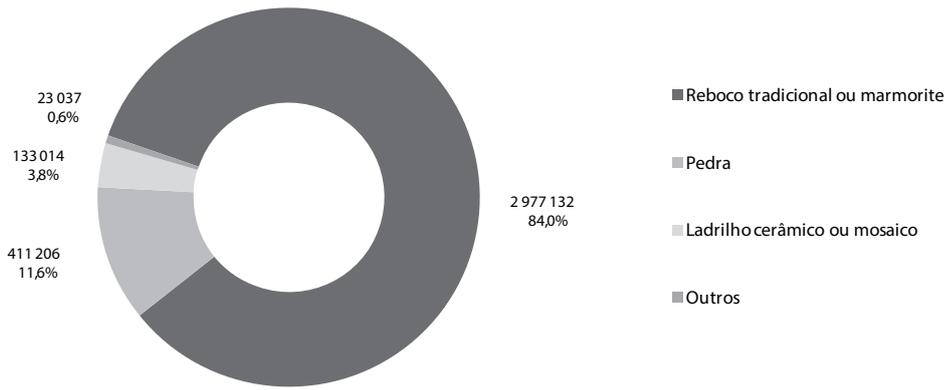
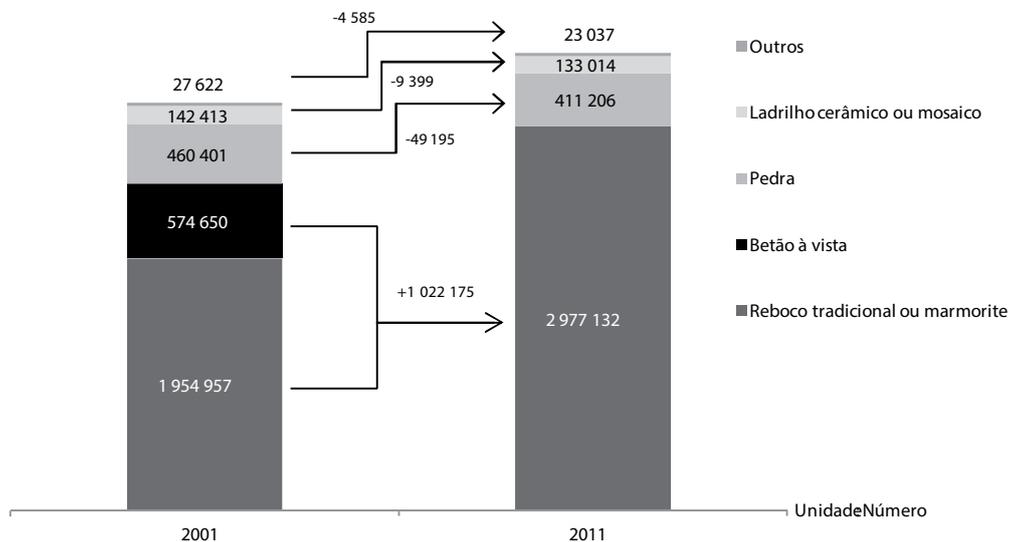


Figura 58. Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício em 2011
 Fonte: INE, Censos 2011



Nota: Dado que a categoria "Betão à vista" não existia em 2011, para efeitos de comparação entre 2001 e 2011, as categorias "Betão à vista" e "Reboco tradicional ou marmorite" foram agrupadas

Figura 59. Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício entre 2001 e 2011
 Fonte: INE, Censos 2011

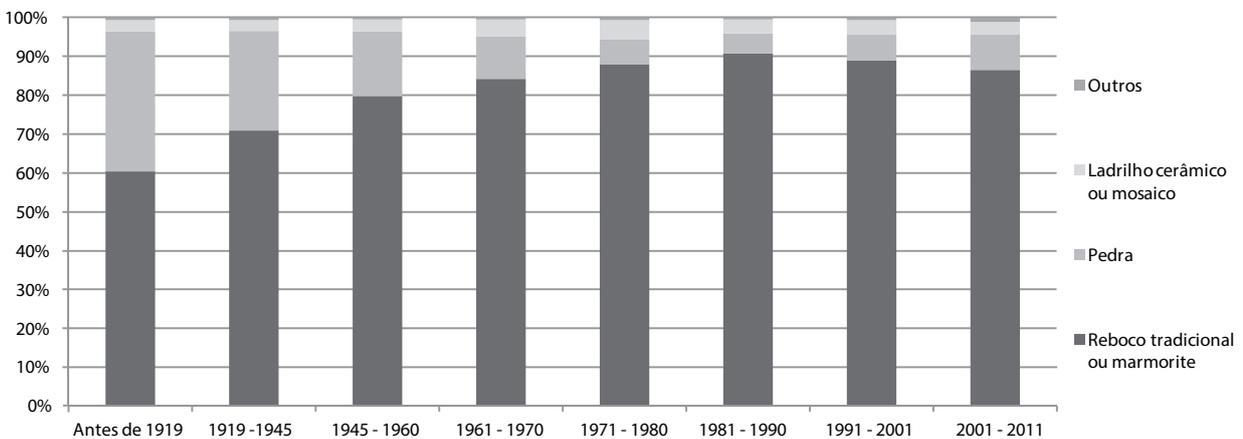


Figura 60. Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de revestimento exterior do edifício por época
 Fonte: INE, Censos 2011

mista (inclinada e terraço) (2,1%) e cobertura em terraço (3,0%) (INE/LNEC, 2013).

A taxa de variação do número de edifícios por tipo de cobertura, nessa década, foi a seguinte: mais 13,0% (ou seja, mais 379.247) de edifícios com cobertura inclinada revestida a telhas cerâmicas ou de betão, mais 21,4% (18.645) de edifícios com cobertura em terraço, mais 10,5% (6.167) de edifícios com cobertura inclinada revestida a outros materiais e menos 21,1% (menos 19.713) de edifícios com cobertura mista (INE/LNEC, 2013).

Em síntese, a grande maioria dos edifícios apesar de com algumas especificidades regionais e alguma flexibilidade a outros tipos de revestimento, possuem cobertura inclinada revestida a telhas. Este valor não se alterou significativamente na última década (Figura 62).

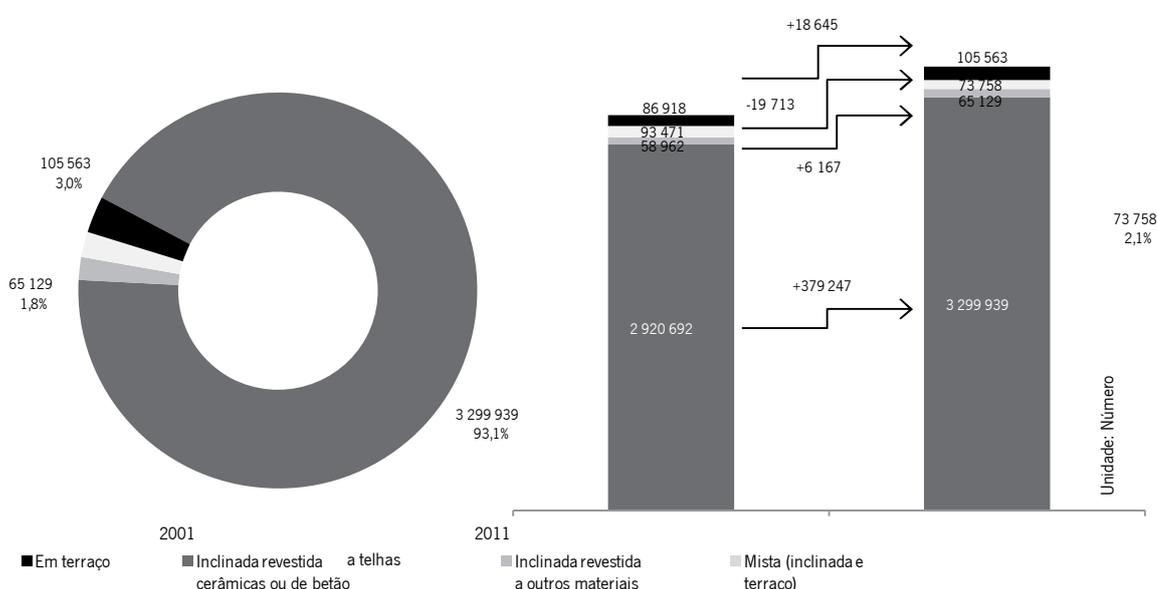


Figura 61. Distribuição de edifícios clássicos segundo tipo de cobertura do edifício entre 2001 e 2011
Fonte: INE, Censos 2011

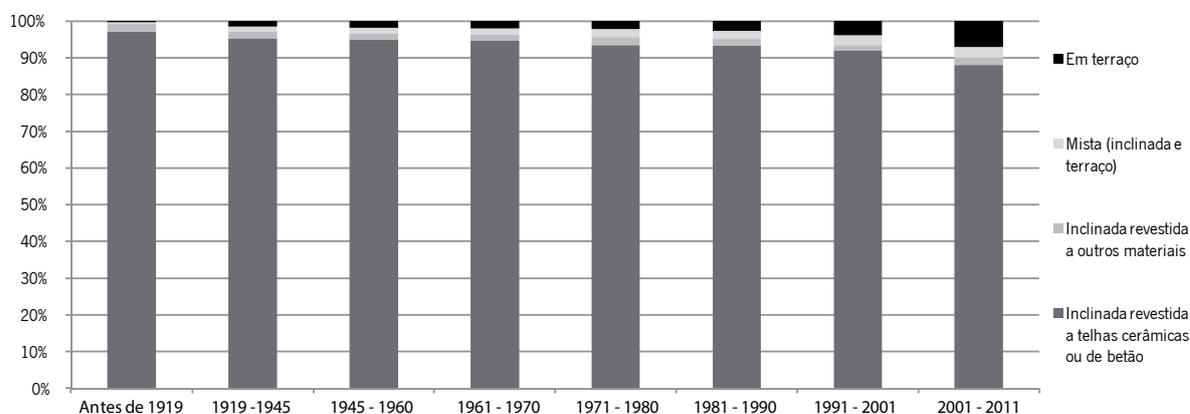
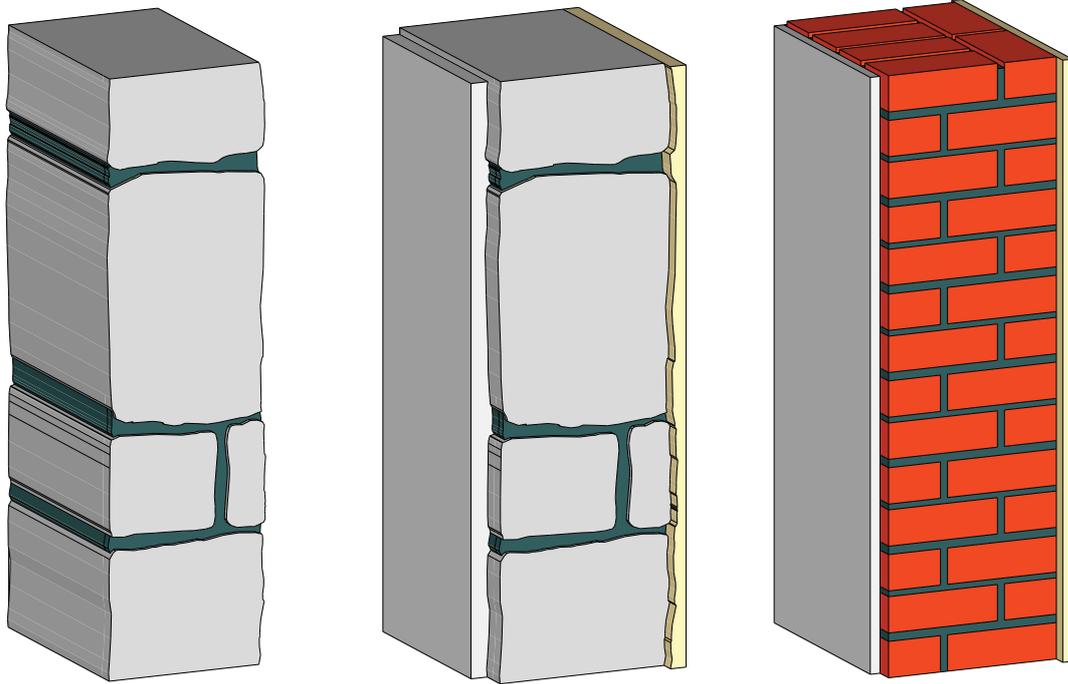


Figura 62. Distribuição de edifícios clássicos segundo o tipo de cobertura em edifícios por época
Fonte: INE, Censos 2011

CAPÍTULO 4. INFLUÊNCIA DO RCCTE NA ARQUITETURA



1920 - 1950

1950 - 1970

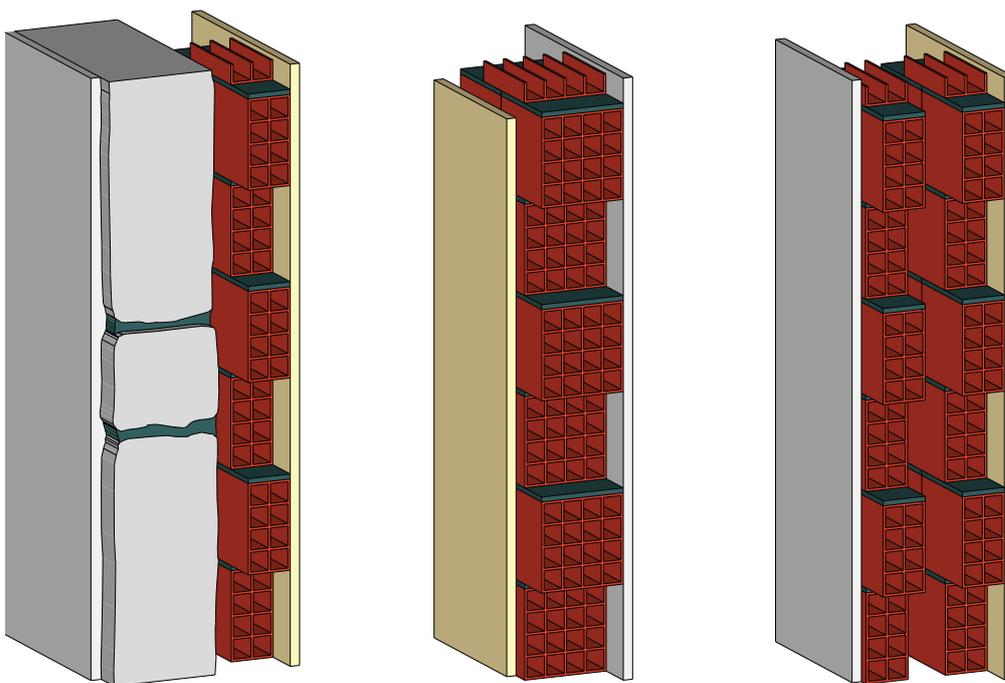


Figura 63. Síntese da Evolução de Paredes Exteriores em Portugal - Parte I
Adaptado de Sousa(1996)

CAPÍTULO 4. INFLUÊNCIA DO RCCTE NA ARQUITETURA

4.1 ANÁLISE E OBSERVAÇÕES DA INFLUÊNCIA DO RCCTE NA PRÁTICA DA CONSTRUÇÃO

4.1.1 IMPLANTAÇÃO, FORMA E ORIENTAÇÃO

Questões como, implantação, orientação e forma poderão ser de grande importância para os resultados na aplicação da metodologia do RCCTE. Por exemplo, Afonso (2010) refere que na estação de aquecimento, a obtenção da limitação energética depende do fator de forma (FF) habitacional, o que aumenta significativamente o grau de exigência do regulamento. Assim, deixa de fazer sentido a preocupação arquitetónica de procura de formas habitacionais que apresentem o maior volume com a menor área envolvente possível.

Apesar da importância destes fatores para uma arquitetura mais sustentável, a sua correta aplicação está muitas vezes restrita por condicionantes como preexistências, regulamentação ou mesmo parcelamento urbano.

4.1.2 ENVOLVENTE OPACA

4.1.2.1 PAREDES

No que respeita a envolvente opaca dos edifícios, a introdução no regulamento de limites máximos de coeficiente de transmissão térmica é uma das medidas mais revelantes, na medida em que transformou significativamente os diversos sistemas construtivos, levando não só à evolução dos mesmos, mas também à multiplicação de soluções. Para melhor compreender estas transformações, preconizadas ou motivadas pelo RCCTE, deve-se compreender também a sua evolução nas últimas décadas, ainda que muitas vezes não lineares, e com exceções regionais (Figura 63 e Figura 64).

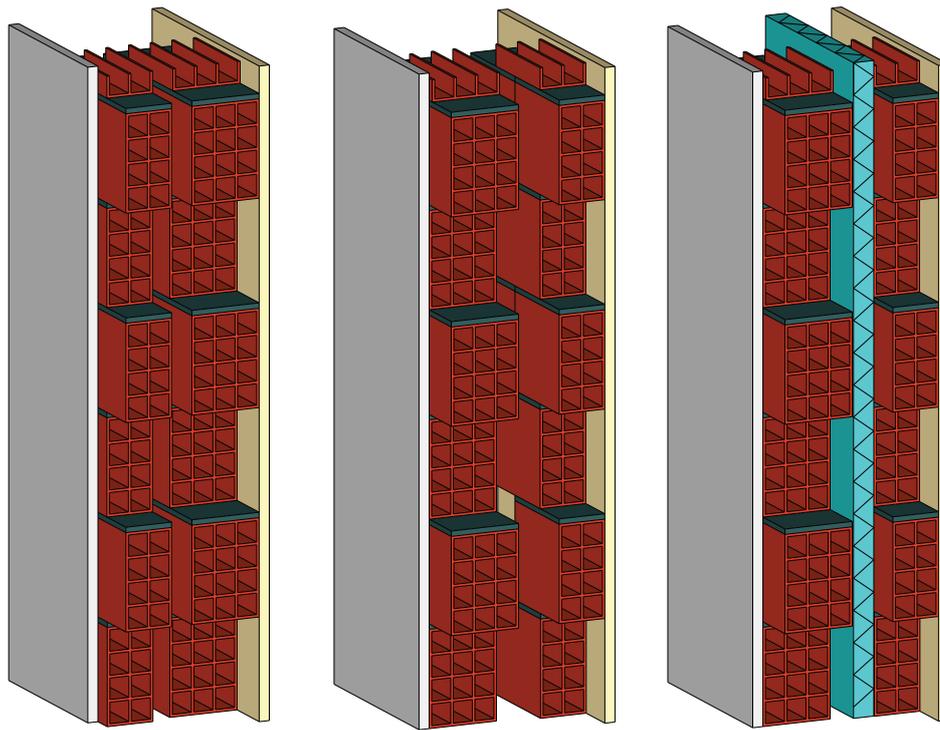
Por volta de 1930 com o processo de industrialização das grandes cidades e o aumento da concentração da população nas mesmas, com a consequente necessidade de mais alojamentos, começa a generalizar-se a utilização do betão na construção.

Com esta construção mais rápida e económica, começam a ser construídos grandes bairros e vilas operárias, cujos exemplos ainda hoje podem ser vistos ao longo de grandes faixas da cidade de Lisboa.

Esta técnica começou por ser, inicialmente, utilizada de forma pontual, com a substituição dos pavimentos de madeira na cozinha, casas de banho e varandas, por lajes maciças de betão. Mais tarde, esta substituição estendeu-se a todo o pavimento. No rés-do-chão, começam-se a utilizar vigas de betão armado, para dar maior estabilidade e abertura ao espaço do edifício, até que se alargou a sua utilização para uma estrutura porticada de betão armado e de tijolo furado, permitindo a substituição de pilares e vigas metálicas de suporte por estruturas de betão armado (Lopes, 2010).

A partir da década de 40, o betão armado surge como solução estrutural, perdendo, assim, as alvenarias as características resistentes que até aí possuíam.

Para preencher esta estrutura em betão, recorreu-se inicialmente, à utilização de pedra e tijolo, sendo estas construções caracterizadas pelo aspeto robusto e pequena quantidade de janelas que apresentavam, característicos dos edifícios dos anos 50. As paredes deixam então de desempenhar um papel de suporte e passam a ser consideradas como um simples enchimento da estrutura em betão,



1970 -1990

1990>

2000>

2010>

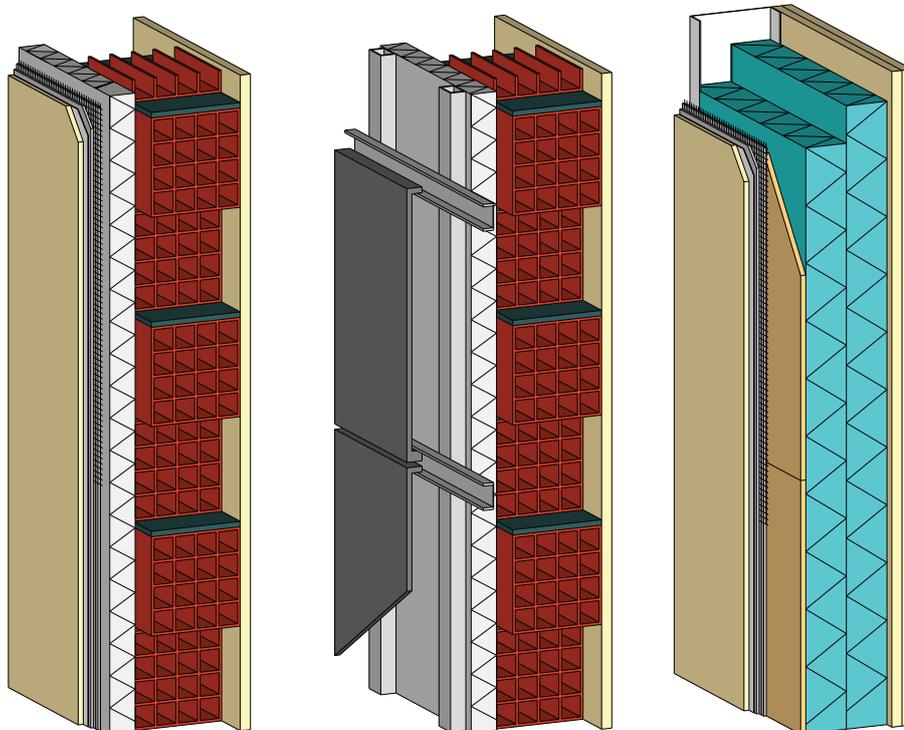


Figura 64.

Síntese da Evolução de Paredes Exteriores em Portugal - Parte II
Adaptado de Sousa(1996)

resultando em alvenarias de fraco desempenho térmico (Silva, 2007).

A partir dos anos 60, dá-se uma grande expansão edificatória que coloca em desuso as paredes de alvenaria simples. Este processo permitiu uma grande simplificação das técnicas construtivas, conseguindo custos muito baixos. A solução dominante era, de forma geral, a construção de pórticos de betão armado com lajes aligeiradas, paredes de tijolo vazado rebocadas e pintadas, com caixilharia de alumínio anodizado e cobertura de telhas sobre laje de esteira.

Os anos 70, são também marcados pela rutura com os processos produção, com a rápida diminuição de mão de obra especializada e o abandono de técnicas artesanais, para outras de maior rapidez de execução, como a utilização de paredes simples de alvenaria de tijolo de 22 cm. Como refere Silva (2006), o conforto térmico neste período baseava-se, essencialmente, em sistemas ativos de aquecimento e arrefecimento.

Já no final da década de 70, com uma melhoria económica no horizonte, resultante da maior abertura do mercado europeu, e uma maior diversidade material e de opções construtivas foi a base para uma construção mais equilibrada. Para dar resposta ao mau desempenho higratérmico das paredes simples de tijolo, surge a parede dupla com tijolo de 11 cm em ambos os planos. Este tipo de paredes apresenta-se como uma inovação, relativamente às anteriores, pela introdução de um corte hídrico, vulgarmente chamada “caixa de ar”. Pelas melhorias que apresentou na época, este tipo de solução foi largamente aplicado na construção, constituindo atualmente, grande parte das paredes existentes no parque edificado português.

Já no decorrer da década de 80, as “paredes duplas de tijolo de 11” começaram a incorporar um isolante leve que deveria ser fixado em placas ao pano interior devido ao aumento das exigências de conforto, nomeadamente térmico (Silva, 2007).

Todavia, a necessidade de maior rapidez de execução, a par da máxima economia, resultou numa construção de muita baixa qualidade térmica, baixo conforto e fraca durabilidade, e que não tinha em consideração os condicionalismos climáticos da zona na qual estavam inseridos. Este facto, aliado a um aumento da qualidade de vida e exigência de conforto no interior das habitações, levou a uma utilização generalizada de equipamentos de climatização e, conseqüentemente, a um aumento insustentável do consumo energético dos edifícios.

Nos anos 90, a exigência aumentou, com várias regulamentações europeias a serem publicadas, em Portugal mais especificamente o RCCTE, bem como a obrigatoriedade de normalização, certificação e homologação dos materiais, e um incremento das exigências do mercado.

Com o desenvolvimento, em 1990, do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), e na tentativa de corrigir os problemas relacionados principalmente com as pontes térmicas, surge a parede dupla de 11+15 com isolante leve (Silva, 2007). O aumento da espessura do pano interior proporcionou uma maior inércia térmica.

O pano exterior, normalmente de dimensões mais reduzidas, apresentava fraca resistência mecânica e era comum o aparecimento de fissuras, permitindo, desta forma, a entrada de humidade. Assim, optou-se por inverter a espessura dos planos, aparecendo o tijolo de 15 cm no exterior do pano, mas perdendo os benefícios relativos à inércia térmica.

A introdução de isolamento, então efetuada no interior da caixa de ar, revelou-se ineficaz, pela

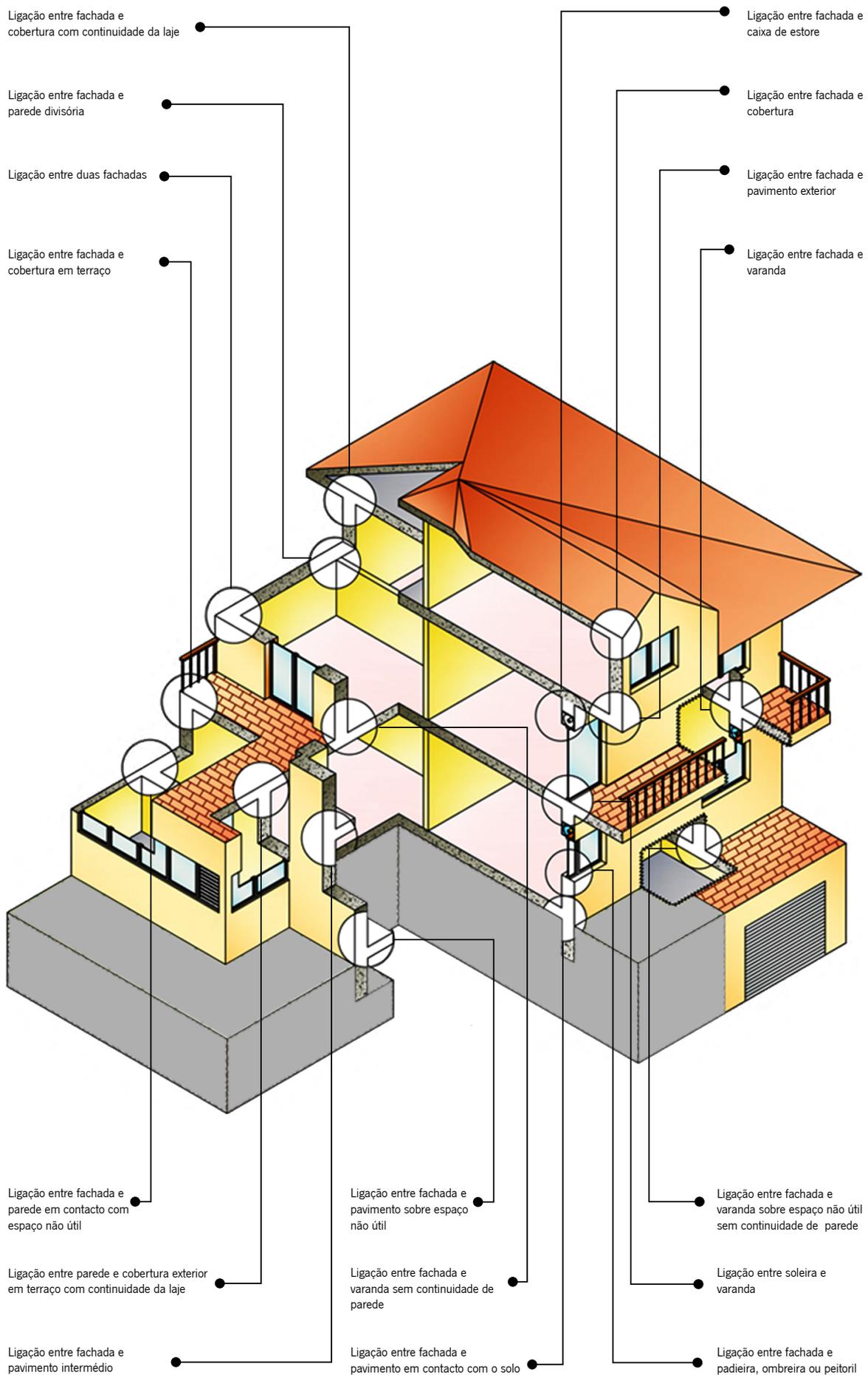


Figura 65. Esquema das Pontes Térmicas possíveis num edifício de habitação
 Adaptado de www.itecons.uc.pt

inexistência de uma continuidade em toda a envolvente opaca, criando zonas de ponte térmica, muitas vezes responsáveis pela formação de condensações superficiais, e em situações extremas pode levar ao aparecimento de patologias. Foram necessárias várias transformações construtivas para evitar a disparidade de coeficientes de transmissão térmica superficiais entre a envolvente normal e as zonas de ponte térmica, sobretudo ao nível das ligações entre paredes exteriores com vigas e pilares, ou entre lajes de pavimento ou cobertura. Outras zonas igualmente importantes são zonas de paredes, pavimentos enterrados, e zonas de vão (caixa de estore ou padieira).

O crescente conhecimento científico, bem como um maior nível de exigência resultou na revisão do primeiro RCCTE para a regulamentação em vigor, entre 2006 e 2013. A evolução do parque habitacional demonstra que as soluções de paredes de betão armado à vista foram praticamente abandonadas, em virtude do seu elevado coeficiente de transmissão térmica.

Com a revisão do RCCTE em 2006, a correção das pontes térmicas obrigava a que estas não tivessem um coeficiente de transmissão térmica duas vezes superior ao menos coeficiente da envolvente.

Simultaneamente, constata-se um aumento significativo da aplicação de isolamento pelo exterior, de modo a minimizar os problemas causados pelas diversas pontes térmicas (Figura 65) e respondendo da forma mais eficiente à obrigatoriedade acima mencionada.

As soluções mais utilizadas para o exterior, de forma geral são a mimetização de rebocos tradicionais através de sistemas de ETICS e a ocultação dos componentes em sistemas de fachada ventilada (Barbosa, 2011).

4.1.2.2 LAJES E PAVIMENTOS

O RCCTE confere também especial atenção aos pavimentos, sobre espaços exteriores; sobre espaços interiores não aquecidos, tais como varandas, zonas de arrumos ou garagens; e sobre espaços não ventilados e não aquecidos, como caixas de ar sobre o terreno; e sobre pisos térreos. A todos estes se aplicam as mesmas restrições de coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis no RCCTE, resultando geralmente em correções térmicas pontuais (Jardim, 2010).

Com a revisão em 2006, verifica-se ocasionalmente a utilização de pisos sobre desvão sanitário (isolados termicamente), uma vez que podem favorecer a verificação dos requisitos de comportamento térmico.

4.1.2.3 COBERTURAS

A cobertura é um elemento da envolvente opaca bastante influente no desempenho térmico de um edifício, e que geralmente apresenta o maior potencial de melhoria. Se, por um lado, no Verão deve suportar o sobreaquecimento, no Inverno é a principal barreira às fugas de calor para o exterior. É, portanto, essencial assegurar à cobertura uma capacidade de neutralizar as flutuações térmicas do exterior. A maioria dos edifícios em Portugal ainda opta por cobertura inclinada com telha, apesar do aumento de cobertura plana. Independentemente da cobertura utilizada, verificam-se dificuldades de compatibilidade a nível construtivo na aplicação do isolamento térmico, sobretudo nas zonas de ponte térmica.

Nas coberturas inclinadas a zona de desvão pode ser habitável ou não (Figura 66). E portanto da

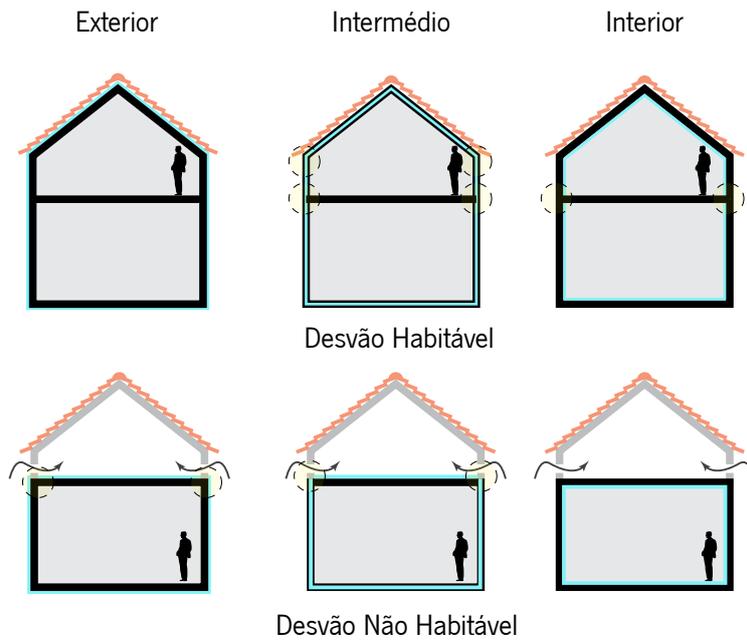
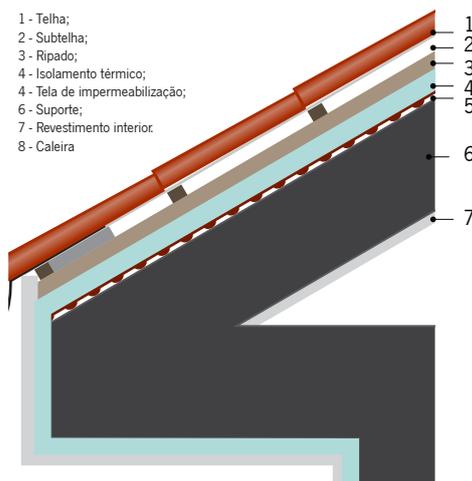
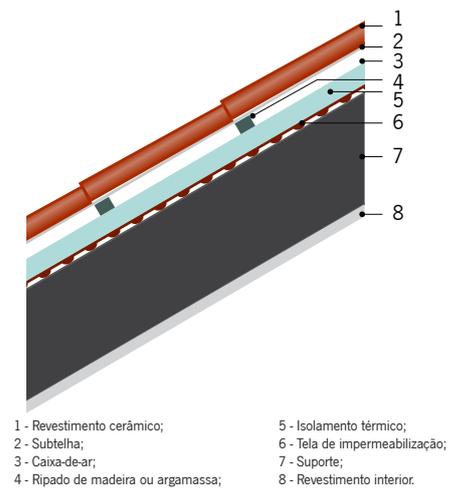


Figura 66. Cobertura com ou sem desvão e respectivas pontes térmicas consoante aplicação do Isolamento Térmico
Adaptado de Silva (2013)



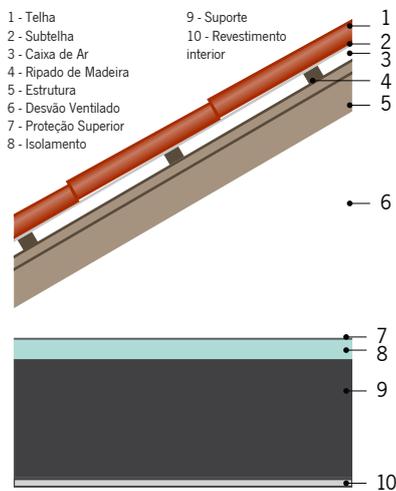
- 1 - Telha;
- 2 - Subtelha;
- 3 - Ripado;
- 4 - Isolamento térmico;
- 4 - Tela de impermeabilização;
- 6 - Suporte;
- 7 - Revestimento interior.
- 8 - Caleira

Figura 67. Cobertura inclinada com revestimento cerâmico e isolamento na ligação com a parede
Adaptado de Silva (2013)



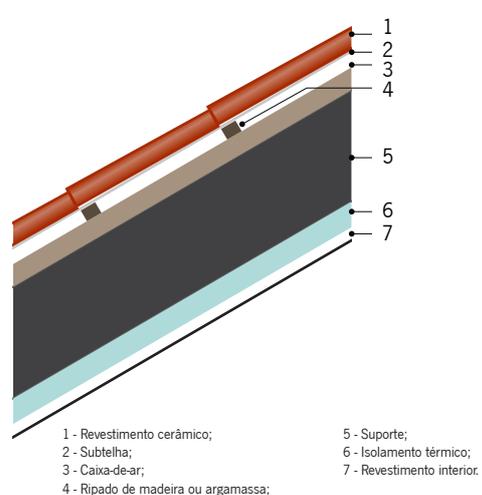
- 1 - Revestimento cerâmico;
- 2 - Subtelha;
- 3 - Caixa-de-ar;
- 4 - Ripado de madeira ou argamassa;
- 5 - Isolamento térmico;
- 6 - Tela de impermeabilização;
- 7 - Suporte;
- 8 - Revestimento interior.

Figura 68. Solução com isolamento térmico pelo exterior de uma cobertura inclinada com desvão habitável
Adaptado de Silva (2013)



- 1 - Telha
- 2 - Subtelha
- 3 - Caixa de Ar
- 4 - Ripado de Madeira
- 5 - Estrutura
- 6 - Desvão Ventilado
- 7 - Proteção Superior
- 8 - Isolamento
- 9 - Suporte
- 10 - Revestimento interior

Figura 69. Cobertura inclinada com revestimento cerâmico e isolamento na ligação com a parede
Adaptado de Silva (2013)



- 1 - Revestimento cerâmico;
- 2 - Subtelha;
- 3 - Caixa-de-ar;
- 4 - Ripado de madeira ou argamassa;
- 5 - Suporte;
- 6 - Isolamento térmico;
- 7 - Revestimento interior.

Figura 70. Solução com isolamento térmico pelo interior de uma cobertura inclinada com desvão habitável
Adaptado de Silva (2013)

mesma forma que na restante envolvente opaca, há uma necessidade de isolar termicamente. Quando um desvão ou sótão é habitado, deverá ser isolado para permanecer à temperatura ambiente dos espaços habitados confinantes. Uma das formas mais eficientes atualmente para isolar estes espaços é isolar termicamente pelo exterior como na Figura 67 e Figura 68.

Quando o desvão não é habitado o isolamento térmico é geralmente colocado na face superior do teto dos espaços habitados confinantes (Figura 69). A solução pode igualmente ser aplicada pelo interior como na Figura 70, porém perde-se neste caso há uma perda da Inércia Térmica da cobertura.

Quando o desvão útil têm uma cobertura inclinada com estrutura em madeira normalmente verifica-se duas possibilidades de isolar termicamente - contínua e descontínua entre as varas - como se pode verificar na Figura 71.

As coberturas planas ainda têm pouca representatividade no Parque Habitacional Português, porém, como refere Afonso (2010), a adoção de coberturas horizontais e a escolha de construções verticais, privilegiando a execução de vários pisos, é de forma geral energeticamente mais benéfica, pelo que é expectável que esta aumente significativamente. Para além de mais eficientes, as coberturas planas, permitem a sua utilização como terraço ou cobertura ajardinada.

4.1.2.4 PONTES TÉRMICAS

Segundo o estudo de Abreu (2003), os sistemas construtivos descritos conduzem a uma envolvente termicamente heterogénea, uma vez que se verificam elementos com diferentes coeficientes de transmissão térmica em toda a envolvente vertical. Os problemas mais frequentes no parque edificado português prendem-se normalmente com as estruturas de betão armado; as paredes duplas de material cerâmico e as caixas de estore.

Com entrada em vigor do RCCTE, novas exigências surgiram no âmbito do isolamento térmico da envolvente, e foi dada maior atenção à problemática das pontes térmicas na envolvente nas soluções construtivas até então utilizadas. Numa fase inicial, as heterogeneidades já existentes com o sistema tradicional foram agravadas pelo facto de a aplicação prática dos princípios do RCCTE se ter limitado à colocação de um isolante térmico na caixa de ar da zona corrente, sem contudo ser realizada qualquer atuação nas zonas menos resistentes termicamente. Esta tendência aumentou significativamente a

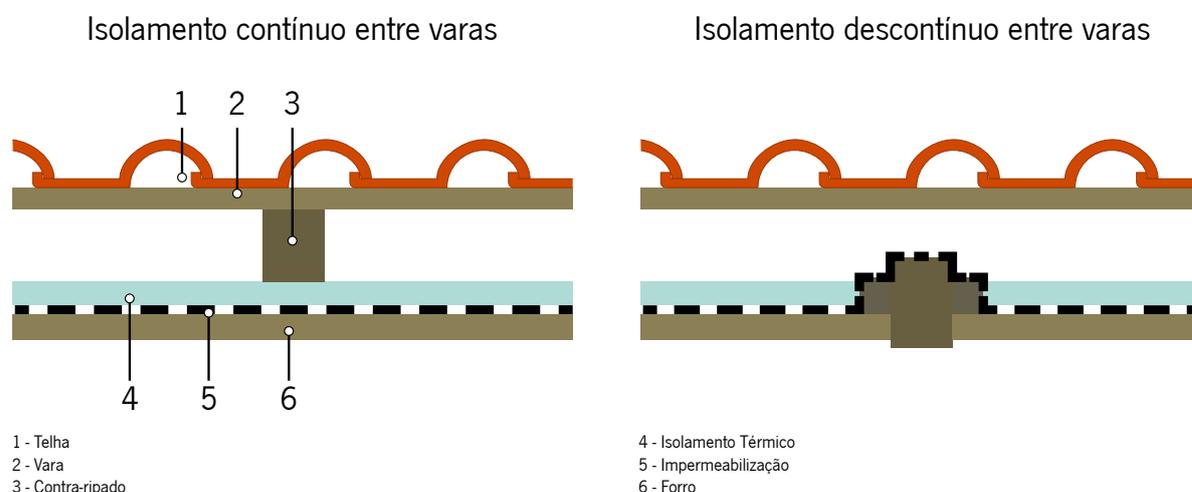


Figura 71. Aplicação de Isolamento Térmico contínuo ou descontínuo entre varas em Estrutura Madeira
Adaptado de Silva (2013)



Figura 72. Exemplos das patologias decorrentes da existência de Pontes Térmicas
Correia (2011)



Figura 73. Manchas na superfície interior, usualmente denominadas de "fantasmas"
Correia (2011)

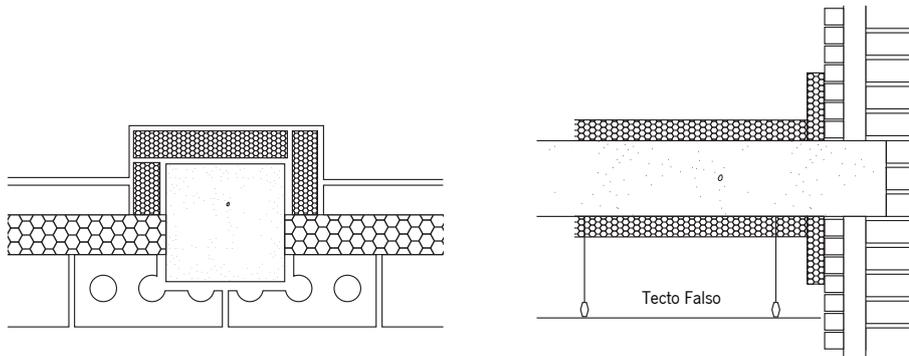


Figura 74. Correção de Ponte Térmica pelo interior em zona de pilar & Zona corrente de alvenaria e na ligação entre a parede e laje de piso intermédio como isolamento
Adaptado de Abreu(2003)

discrepância entre as resistências térmicas dos vários elementos da envolvente e até agravou o fenómeno de ponte térmica, mantendo-se ainda hoje nos hábitos construtivos (Lopes, 2006).

Nem todas as pontes térmicas têm o mesmo comportamento e dão origem a uma maior heterogeneidade das temperaturas superficiais relativamente à zona corrente. É nestas zonas que se verificam fenómenos patológicos mais acentuados. Questões como ausência de luz solar incidente e fraca ventilação dos espaços exacerbam estas patologias. A Figura 72 mostra os efeitos de pontes térmicas em diversas zonas do interior da envolvente.

Outras consequências negativas do fenómeno de ponte térmica surgem, tal como já referido, devido à heterogeneidade das temperaturas superficiais interiores entre zona de ponte térmica e zona corrente, podendo resultar em manchas de deposição de pó, usualmente denominadas “fantasmas”, nas zonas de temperatura mais baixa; alterações em tintas e revestimentos ou mesmo fissuração dos revestimentos interiores (Figura 73).

A tentativa de minimização destas pontes térmicas é sem dúvida um dos pontos de maior dificuldade de resolução na prática da arquitetura e tem sofrido a influência da implementação do RCCTE. Na sua primeira versão o RCCTE denomina estas correções, através da introdução de uma resistência térmica adicional, como correção simples - $0,06 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$; e correção dupla - $0,12 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$.

Amplamente influenciadas pelo regulamento, várias medidas foram sendo adotadas, quer na construção nova quer na reabilitação de edifícios, tendo em vista as melhorias nas soluções construtivas, como, por exemplo, a realização de forras cerâmicas, de pequena espessura, a envolver as faces exteriores ou interiores dos elementos estruturais em betão armado.

Ainda que, preferencialmente, a correção deva ser efetuada pelo exterior, muitas vezes isso não foi possível, conduzindo às soluções apresentadas na Figura 74, que incorporam o isolamento pelo interior.

Na primeira solução, garante-se a correção pela continuidade do isolante, porém esta revela-se no interior pela saliência provocada pela correção. Na segunda, o princípio de correção assenta na garantia de que o atravessamento, pelas linhas de fluxo, de uma distancia suficientemente longa ao longo da laje para que se crie uma resistência térmica semelhante à resistência térmica na zona próxima da ligação, que por um lado leva várias vezes a colocação de tecto falso. De referir que a reabilitação na parte superior da laje não é suficientemente pormenorizada, sendo necessário pensar no tratamento desta zona, seja pela colocação de revestimento para o piso ou mesmo para o rodapé.

Porém, embora evitando patologias no interior da habitação, estas soluções de correção são, muitas vezes, elas próprias geradoras de problemas no exterior. Em zona de ligação entre laje de cobertura e fachada verifica-se, por vezes, a fissuração horizontal do revestimento e dos elementos da alvenaria ao longo da ligação ou um destacamento e desprendimento dos revestimentos e o desfasamento para o exterior da zona superior à fissuração (Figura 75).

Já em fachadas com forras cerâmicas pelo exterior ou em sistemas de fachada tijolo de face à vista surgem outro tipo de anomalias, como o esmagamento e destacamento das forras cerâmicas (Figura 76), com criação de “barrigas” ou o desprendimento dos elementos da forra cerâmica (Figura 77).

Como resposta a estes problemas começam, então, a surgir as soluções de isolamento pelo exterior, que, normalmente, resultam em alterações ao aspecto exterior da fachada (Figura 78 e Figura 79).

As platibandas ou muretes de cobertura também são revestidas com as forras cerâmicas pelo



Figura 75. Fissuração horizontal e desprendimento do revestimento junto à laje de cobertura
Correia (2011)

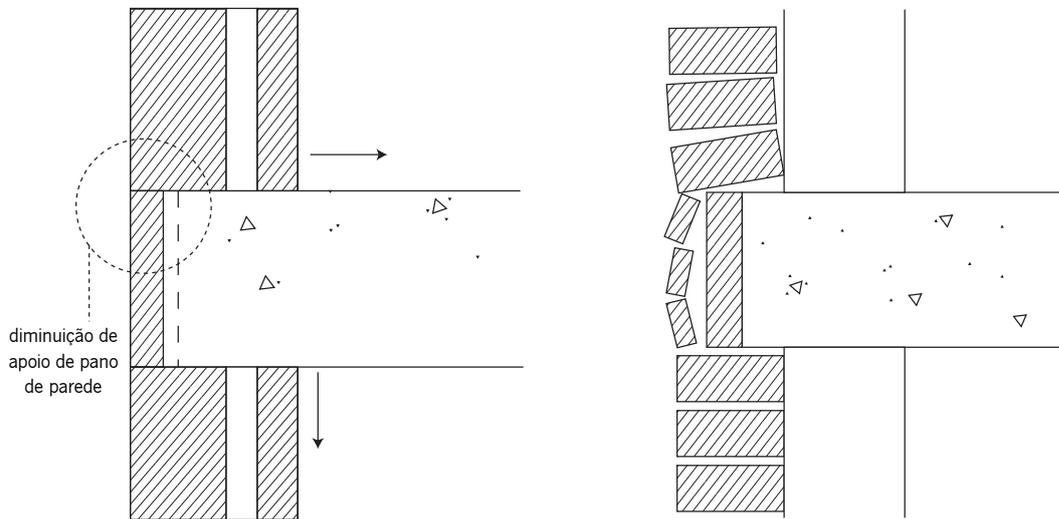


Figura 76. Fissuração horizontal e desprendimento do revestimento junto à laje & Fissuração horizontal e desprendimento das forras cerâmicas de correção térmica
Adaptado de Abreu (2003)



Figura 77. Fissuração horizontal e desprendimento das forras cerâmicas de correção térmica
Correia (2011)

exterior (Figura 80).

A Figura 81 mostra alguns exemplos de correção térmica em edifícios com execução da forra ao mesmo tempo que é executado o pano corrente. Para realizar este tipo de correção terá que se recorrer a sistemas de isolamento térmico pelo exterior. É importante que o isolante de correção envolva toda a platibanda e se ligue ao isolante térmico da laje, para que, desta forma, não permaneça uma ponte térmica (Figura 82). Pode-se visualizar igualmente um possível aspecto de uma fachada com realização desta solução. Para a correção pelo exterior é necessário pensar na solução térmica mas também na solução construtiva. A correção pelo exterior pode ser resolvida com os sistemas disponíveis no mercado para isolamento pelo exterior, aplicados pontualmente na zona afetada pela ponte térmica.

Na Figura 83 apresentam-se dois tipos de sistemas: o sistema com placas prefabricadas revestimento/ isolante térmico e o sistema de revestimento descontínuo e independente. É também possível visualizar-se um eventual aspecto de uma correção térmica ou intervenção de reabilitação térmica pontual pelo exterior nesta zona de ponte térmica.

A Figura 84 mostra um pormenor de reabilitação da ponte térmica com revestimento descontínuo e independente sobre o isolante térmico, fixado mecanicamente ao suporte. A mesma figura apresenta também um possível aspecto da correção numa fachada.

Este processo permitiu evoluir até soluções de isolamento contínuo pelo exterior, como por exemplo (ETICS), geralmente mais eficientes.

Um das mais claras influências do RCCTE na prática da arquitetura, nomeadamente em obra, foram as caixas de estore onde existem pontes térmicas planas que têm de verificar as mesmas condições de vigas e pilares. Para construções novas ou reabilitações profundas de paredes, começou a aplicar-se caixas de estore pré-fabricadas em betão ou em material cerâmico, devidamente isoladas, ou caixas compostas inteiramente por material isolante (Figura 85).

Na Figura 86 podem-se visualizar de uma forma simples o efeito visual da conjugação das várias intervenções de reabilitação possíveis em ombreiras, parapeitos e caixas de estore.

Estas soluções ao nível do interior também podem implicar alterações. Pode implicar por exemplo a uma reestruturação da sanca existente ao longo do rebordo do tecto. Uma solução será a realização de um tecto falso que envolva a correção, não sendo necessário pensar em medidas estéticas engenhosas e muito complicadas.

A Figura 87 apresenta uma solução, simples com a colocação de tecto falso e simples rebordo lateral. Certas soluções permitem o disfarce de parte da correção térmica. A realização de sancas de grandes dimensões e tecto falso também se executam. As sancas podem servir por exemplo para iluminação indireta de espaços (Figura 88).

4.1.3 ENVOLVENTE NÃO OPACA

A envolvente não opaca de um edifício é fundamental para o equilíbrio entre perdas e ganhos térmicos. Para reduzir ou eliminar a necessidade de dispositivos de climatização mecânica, segundo o RCCTE, terá de haver um equilíbrio no aproveitamento de ganhos solares no Inverno e uma redução excessiva radiação solar no Verão.

Associados a esta incorporação, começam-se a substituir as caixilharias em madeira por caixilharias metálicas em alumínio ou em PVC. Estas, sendo mais estanques, vão provocar uma diminuição da

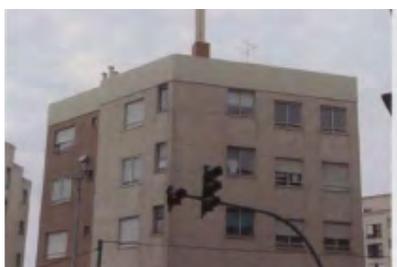
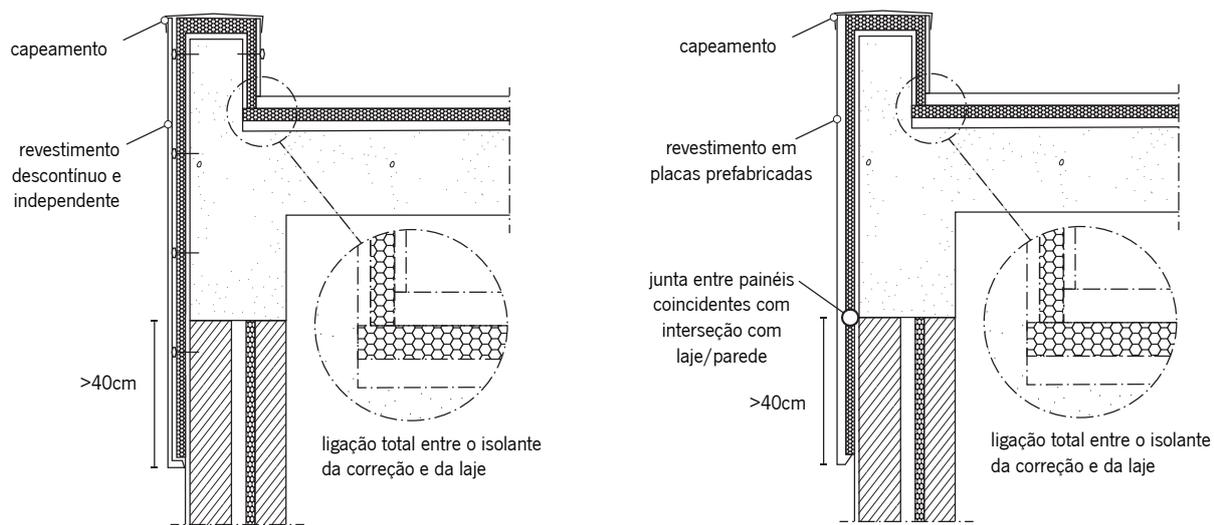


Figura 82. Pormenor do isolamento térmico pontual da zona de ponte térmica com dois sistemas de revestimento pelo exterior
 Imagens de Abreu(2003)

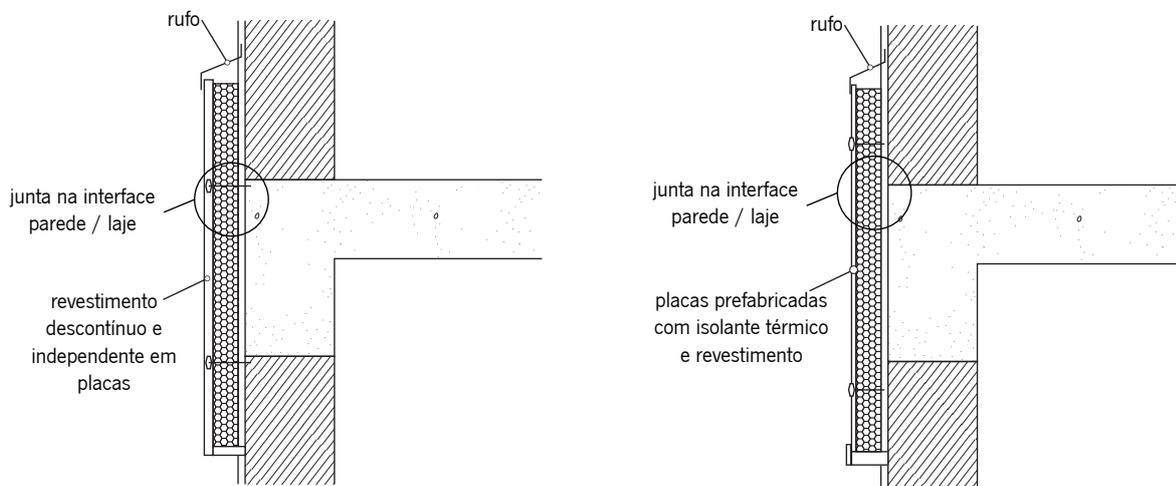


Figura 83. Pormenor de correção térmica com isolamento térmico com revestimento descontinuo e independente ou com placas prefabricadas e
 Imagens de Abreu(2003)



Figura 78. Aspecto visual possível pelo exterior numa zona de ponte térmica em cunhal
Imagens de Abreu(2003)

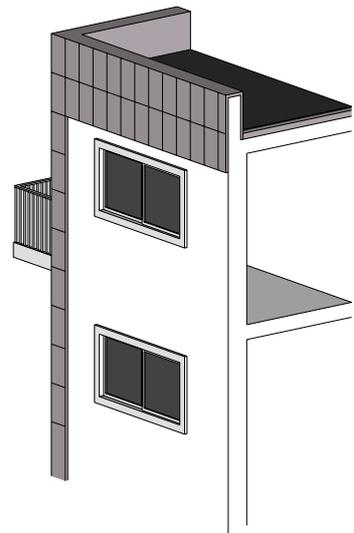


Figura 79. Correção Térmica pelo exterior em zona de pilar
Abreu(2003)



Figura 80. Pormenor de execução da forra cerâmica na platibanda
Abreu(2003)

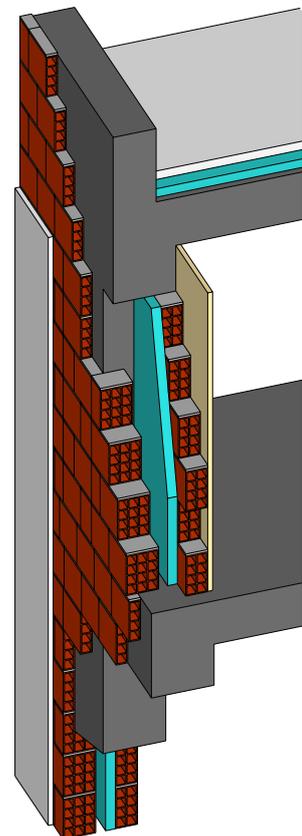


Figura 81. Exemplo de execução de forras cerâmicas simples e duplas pelo exterior, executadas na continuidade de cada pano corrente
Imagens de Abreu(2003)

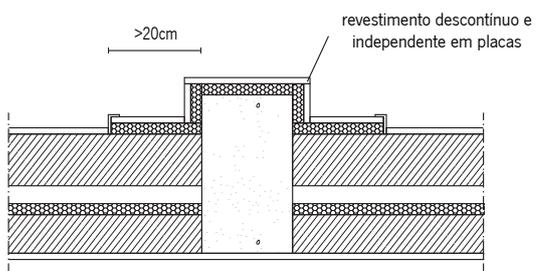


Figura 84. Pormenor de zona de pilar e respectiva correção térmica
Abreu (2003)

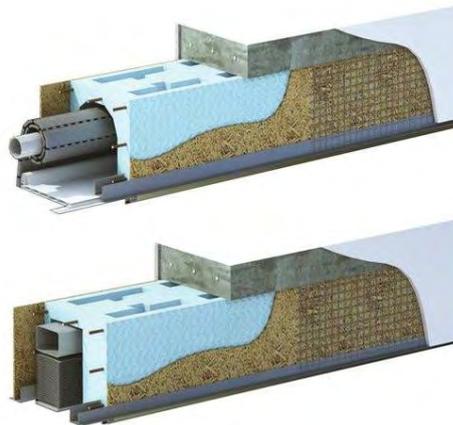


Figura 85. Exemplos de caixas de estore com ou totalmente em isolamento térmico
<http://fcproteccaosolar.pai.pt>

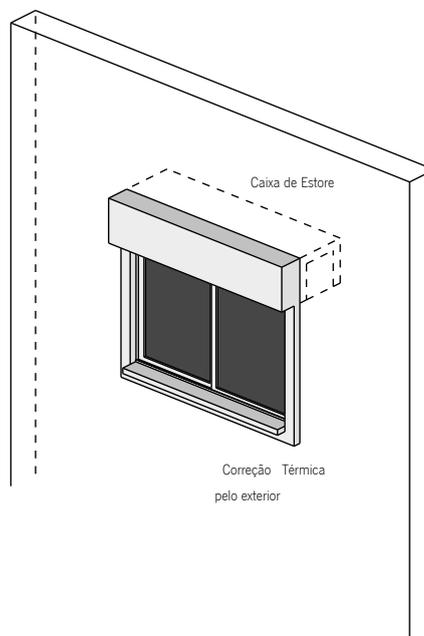
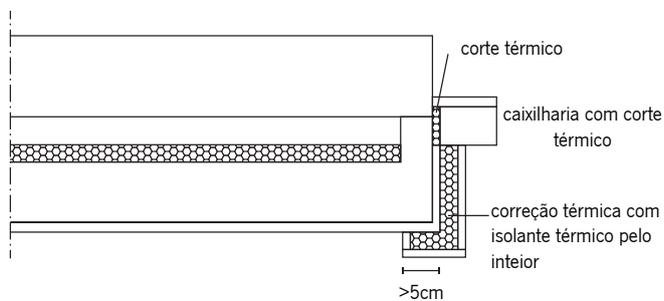


Figura 86. Exemplo e Pormenor de Correção térmica em zona de ombreira
Adaptado de Correia (2011)

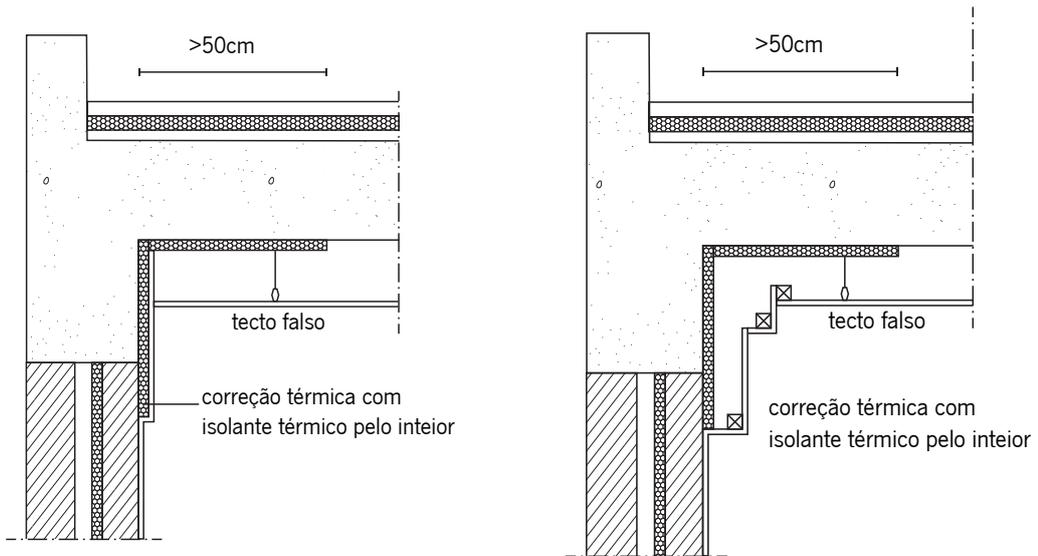


Figura 87. Pormenor de Correção em tecto falso com isolamento térmico pelo interior na zona de ligação parede exterior e laje pontual
Adaptado de Abreu (2003)

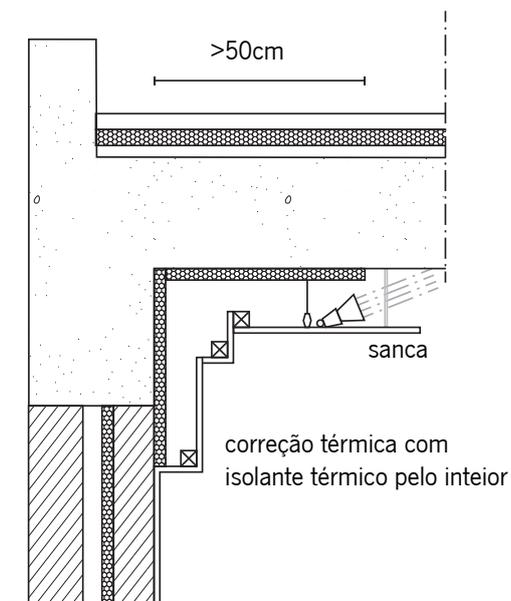


Figura 88. Pormenor de Correção em sanca com iluminação oculta na zona de ligação parede exterior e laje com isolamento térmico pontual
Abreu(2003)

Figura 89. Esquema Síntese da Evolução das caixilharias

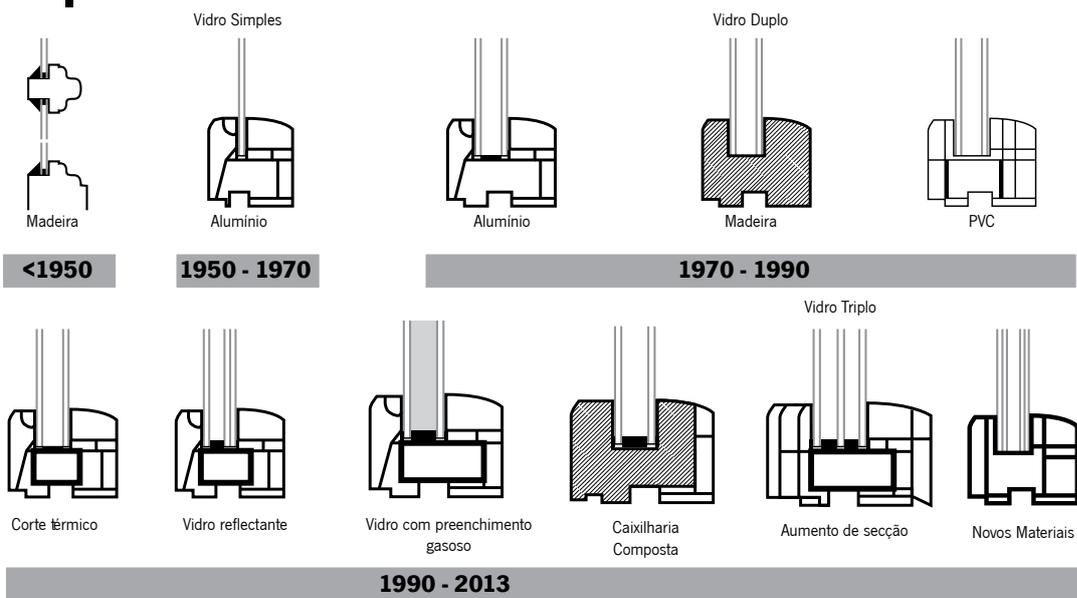


Figura 90. Exemplos de sistemas ou grelhas de ventilação em caixilharia ou parede para garantir a boa qualidade ambiental interior
Correia (2011) & Silva (2013)

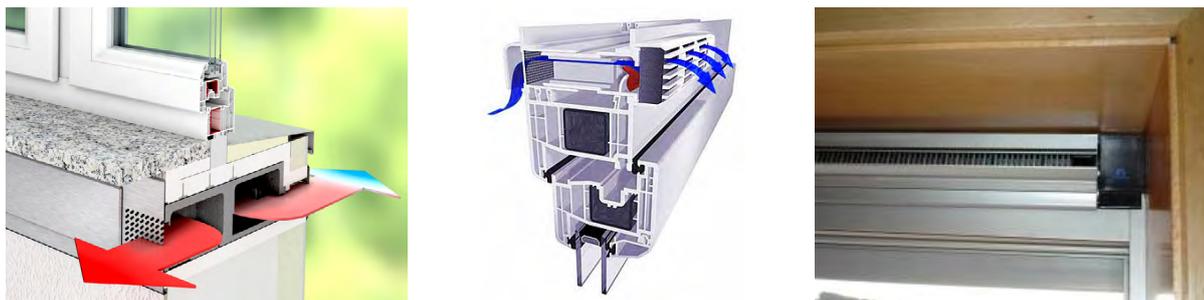
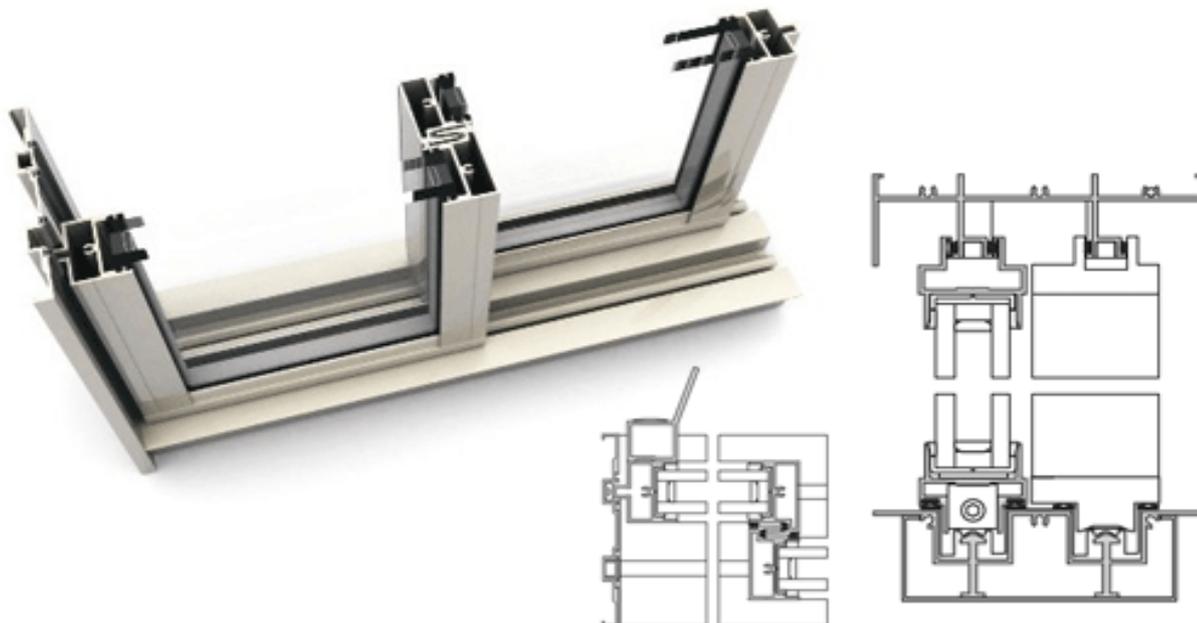


Figura 91. Exemplo de caixilharia desenvolvida pela empresa Sapa e o arquiteto Eduardo Souto de Moura
www.sapa.pt



ventilação interior, o que pode provocar graves patologias ao nível das pontes térmicas.

4.1.3.1 **CAIXILHARIAS**

Até à introdução do RCCTE, a generalidade das caixilharias, em madeira ou alumínio, usava apenas vidro simples. O RCCTE foi certamente influente para a introdução de vidros duplos. Este não só permite melhor desempenho térmico dos vãos, como melhora o desempenho acústico dos mesmos.

Esta inovação foi apenas o início para o surgimento de novas soluções, como a utilização de diferentes espessuras de vidros e de caixas de ar. Atualmente, verificam soluções no mercado com capacidade de reduzirem a absorção da radiação solar, através de películas ou caixas de ar que dificultam a passagem da radiação, por exemplo com árgon ou azoto. Ainda assim, de uma forma geral, estes têm transmitâncias luminosas mais baixas, reduzindo assim os índices de iluminação natural, e consequentemente aumentando o energético por via do uso de iluminação artificial.

Surgiram igualmente no mercado soluções de caixilharia em PVC, que geralmente possuem um coeficiente de transmissão térmico bastante baixo, quando comparado com soluções em madeira ou alumínio.

De forma geral as caixilharias tornaram-se mais estanques, provocando assim uma diminuição da ventilação interior, o que pode causar graves patologias ao nível das pontes térmicas. É possível também verificar um aumento substancial da sua secção, com a inclusão de corte térmico reduzindo ainda mais os coeficientes de transmissão destas caixilharias(Figura 89).

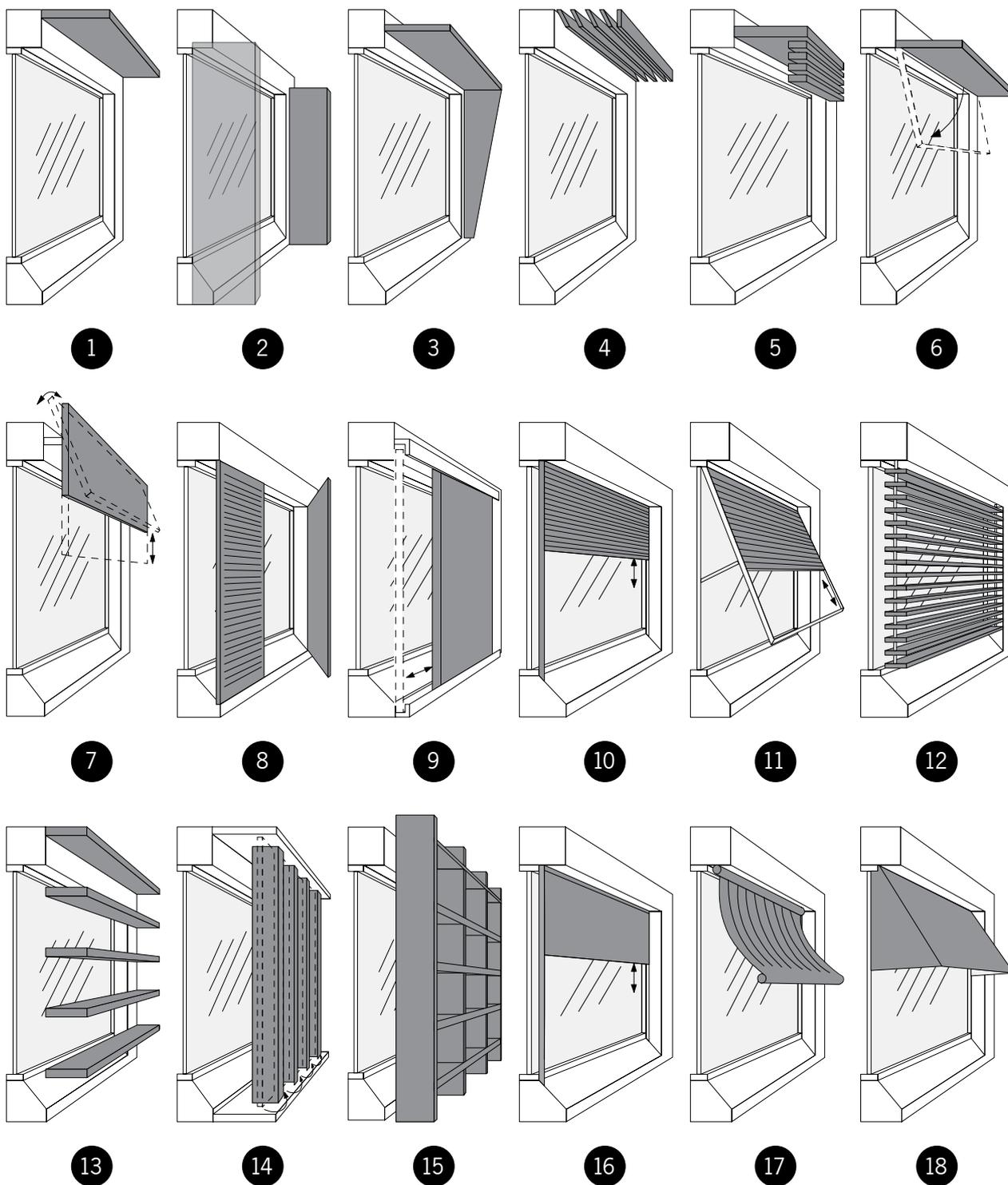
De forma a garantir a qualidade do ar interior, sobretudo, no caso de caixilharias muito estanques têm-se verificado a introdução de grelhas de admissão de ar autorreguláveis. Estas também se podem encontrar nas paredes, na zona de caixa de estore (Figura 90).

Atualmente, a certificação de caixilharias em Portugal quase ainda não existe de forma generalizada, encontrando-se atualmente um número bastante reduzido de empresas certificadas no sector a trabalhar no nosso país (Lopes, 2006). O RCCTE atual prevê o uso de caixilharias certificadas através da classificação de classes de caixilharia segundo o fator solar dos vidros, a sua estanquidade e os fatores de sombreamento.

Existem já atualmente casos de associação de arquitetos com empresas certificadas para o desenho dos caixilhos que tão relevantes podem ser na imagem arquitetónica de um projeto. Na Figura 91, pode-se verificar um exemplo como é o caso do arquiteto Eduardo Souto de Moura, que associado com a Sapa®, projetou vários tipos de caixilhos em alumínio.

4.1.3.2 **PROTEÇÕES SOLARES**

Para as soluções, ao nível da envolvente não-opaca, conseguirem um bom desempenho térmico foram, muitas vezes, utilizados dispositivos de proteção solar, que podem ser colocados no exterior (Figura 92) ou no interior. Estes podem influenciar bastante a estética exterior dos edifícios, e o seu objetivo é o de controlar a radiação solar direta nas estações de aquecimento e arrefecimento. O tipo e o grau de sombreamento a assegurar, depende de vários fatores, tais como a orientação e a geometria dos vãos.



- | | | |
|--|--|--|
| 1 Pala horizontal simples | 7 Pala horizontal com elementos verticais basculantes ou deslizantes | 13 Quebra sol de lâminas horizontais fixas |
| 2 Palas verticais | 8 Portada | 14 Quebra sol de lâminas verticais orientáveis |
| 3 Palas horizontal e vertical | 9 Painel deslizante | 15 Quebra sol de lâminas horizontais e verticais fixas |
| 4 Pala horizontal de lâminas verticais descontínuas | 10 Estore de correr | 16 Lona |
| 5 Pala horizontal e lâminas horizontais descontínuas | 11 Estore de correr e basculante | 17 Toldo deslizante |
| 6 Pala horizontal basculante | 12 Estore de lâminas horizontais orientáveis | 18 Toldo fixo |

Figura 92.

Exemplos de Proteções Solares exteriores

Adaptado Paiva, et al. (2006) por Loureiro&Mendes (2013)

4.1.4 SISTEMAS DE AQS E DE CLIMATIZAÇÃO

Com a revisão do RCCTE em 2006, a instalação de sistemas solares para AQS, em edifícios novos ou para grandes reabilitações, tornou-se obrigatória sempre se verifique possibilidade de um rendimento mínimo, isto é, sempre que haja terraços ou coberturas inclinadas orientadas entre os quadrantes sudeste e sudoeste. A regulamentação prevê que deva existir 1m² de painel solar por morador, para que este tenha um rendimento satisfatório. Para satisfazer as necessidades de consumo noturno de Águas Quentes, o sistema deve ser complementado com um reservatório isolado termicamente. No caso da área de cobertura exposta à radiação solar ser insuficiente para cumprir a regra de 1m² de painel por habitante, pode ser usada apenas 50% da área de telhado disponível. Esta regra aplica-se, sobretudo, em edifícios de apartamentos, onde a dificuldade de integrar um grande número de painéis solares na cobertura é evidente.

Esta obrigatoriedade tornou-se uma das medidas com mais visibilidade do RCCTE de 2006, por exigir uma integração cuidada desde as fases de projeto ou correndo o risco de resultar numa má integração no conjunto (Figura 93 e Figura 94).

Verifica-se igualmente a possibilidade de este sistema de AQS estar associado ao aquecimento central. Tudo isto exigiu, cada vez mais, uma grande atenção, em projeto e em obra, com previsão de mais zonas de coretes mas também para a colocação dos painéis e respetivo reservatório integrado na cobertura (Figura 95), que tanto podem estar no exterior como no interior do edifício (Figura 96).

A nível de impacto estético, pode-se verificar por vezes a opção por cobertura horizontal com uma platibanda mais elevada (Figura 97) que oculte em parte o sistema como na Figura 98, mas que, se mal dimensionada, pode sombrear os painéis, conduzindo à ineficiência do sistema.

Verifica-se que atualmente já existem alguns ensaios de integração dos sistemas de aproveitamento de energia solar sobretudo em edifícios de que não habitacionais (Figura 99), porém o custo e a sua difícil integração estética são grandes entraves à utilização de painéis.

Quanto aos sistemas de climatização, assistiu-se a um aumento acentuado, sobretudo nas duas últimas décadas, da introdução dos mesmos no interior dos edifícios.

Na Figura 100 pode-se ver alguns exemplos da colocação de sistemas de ar condicionado à posteriori que transformam largamente o aspecto da sua fachada. Ao nível do interior os sistemas de climatização também podem ter implicações estéticas no espaço em que são inseridos, cabe ao arquitecto pensar na melhor forma de o integrar com o mesmo (Figura 101).

4.1.5 ANÁLISE CUSTO VS BENEFÍCIO

Do ponto de vista económico, a principal implicação que o RCCTE traz é, sem dúvida, um acréscimo do investimento inicial, em virtude das melhorias construtivas a que obriga. Todavia, este incremento do custo inicial, geralmente tem um período de retorno inferior a 10 anos, uma vez que a eficiência energética permite a amortização num período inferior ao de vida útil (Guerreiro, 2012).

Igualmente importante é o custo de exploração de determinados sistemas, sobretudo os sistemas de climatização. Recentemente, tem-se verificado um aumento da utilização de sistemas de arrefecimento e aquecimento, o que pode ser benéfico para o conforto interior. Por um lado, quanto maior o custo de exploração, menor será o tempo de retorno do investimento; por outro lado, atingir determinados níveis de conforto através de sistemas climatização, só pode ser conseguido à custa de um aumento do



Figura 93. Exemplo de painéis solares não integrados em cobertura inclinada
www.impala.pt



Figura 94. Exemplo de painéis solares e sistemas solares em cobertura plana
www.inovafiel.pt



Figura 95. Integração de colectores solares com depósito em cobertura inclinada

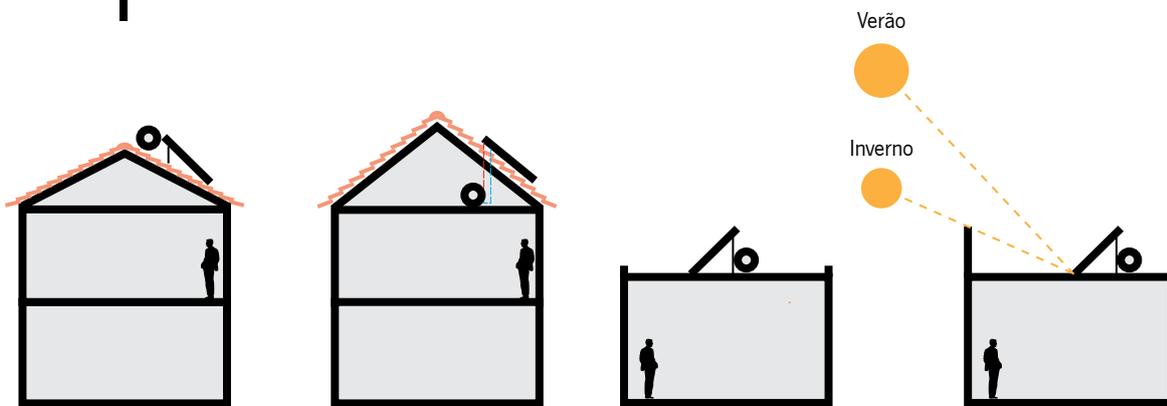


Figura 96. Esquema de integração de painéis solares em cobertura inclinada

Figura 97. Esquema de aumento de platibanda que oculta o sistema sem afeta o desempenho



Figura 98. Simulação de ocultação à posteriori com um aumento da platibanda para melhor integração arquitetónica
Adaptado de www.inovafiel.pt

consumo de energia, o que é contraproducente (Teixeira, 2009).

Outra questão económica levantada pelo RCCTE, é o aumento dos custos de manutenção, sobretudo de sistemas ativos, para garantir o bom funcionamento e evitar que estes prejudiquem a qualidade ambiental interior.

Em suma, é possível concluir que o RCCTE influencia a Arquitetura em dois vetores primordiais - o físico e o económico.

Quanto às implicações de carácter Físico na arquitetura estas podem influenciar de forma decisiva os seguintes aspetos:

- Implantação, Forma e Orientação
- Sistema Construtivo, através da introdução generalizada de isolamento e resolução de pontes térmicas.
- Envidraçados - Proteção Solar e Caixilharia
- Obrigatoriedade de sistemas AQS

Já as implicações de carácter Económico afetam a arquitetura nos seguintes pontos:

- Custo Inicial de Investimento
- Custo de Exploração
- Custo de Manutenção.

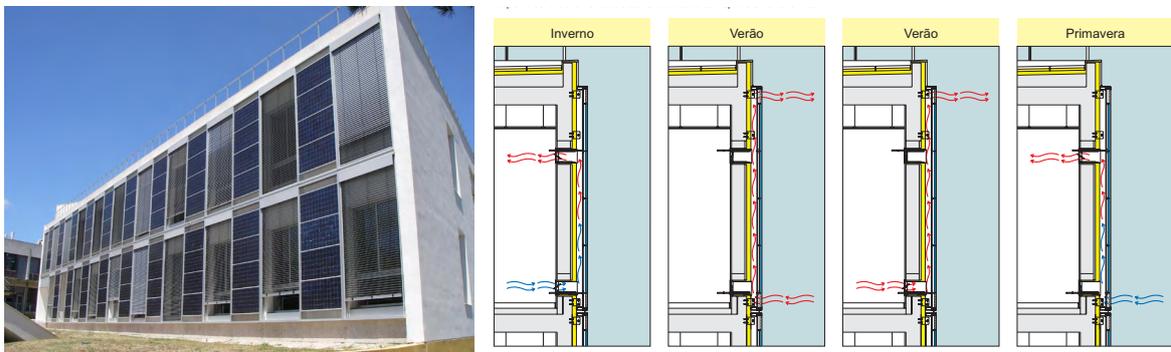


Figura 99. Fachada fotovoltaica do Edifício Solar XXI - INETI
www.ftsolar.com

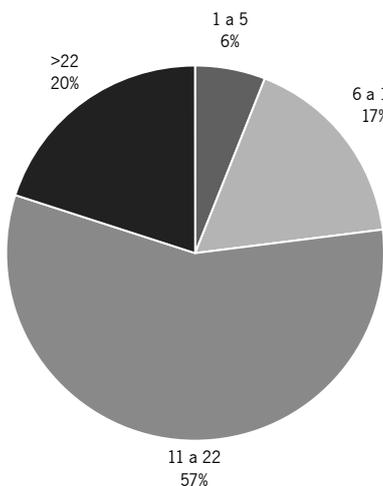


Figura 100. Fachada de Edifício em Lisboa com vários sistemas de A.C.
www.p3.publico.pt

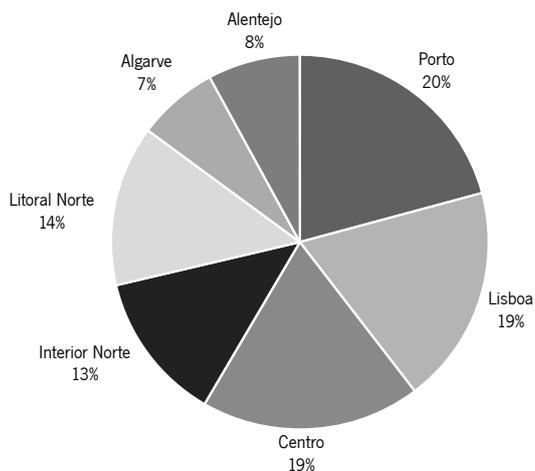


Figura 101. Exemplo de integração de Ar Condicionado no interior

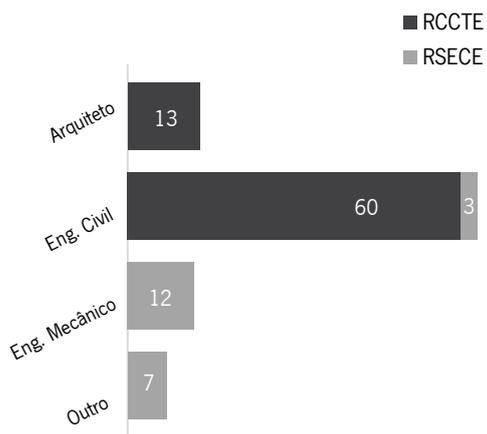
Quanto tempo trabalha no sector da construção?



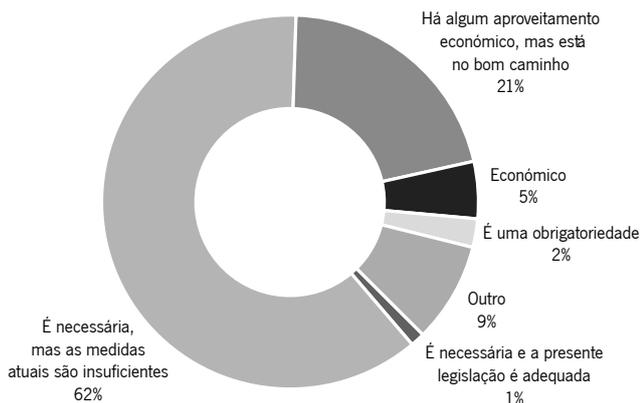
Regiões de Actividade



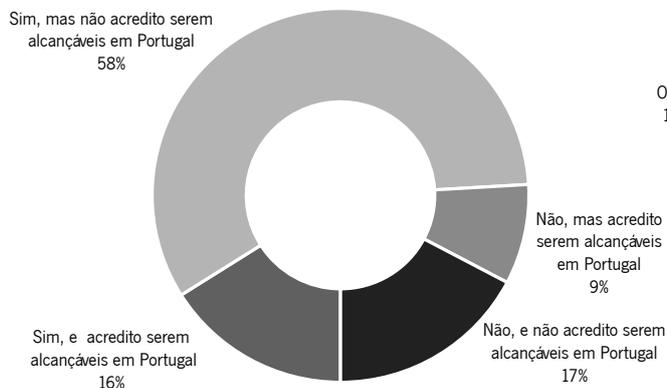
Área de experiência?



Para uma maior adesão aos certificados energéticos em contratos compra/arrendamento deveriam...



Tem conhecimento das metas 20-20-20 da Comissão Europeia e acredita que as mesmas são alcançáveis em Portugal?



Considera que a transposição das directivas europeias (em eficiência energética) para legislação nacional deveria...

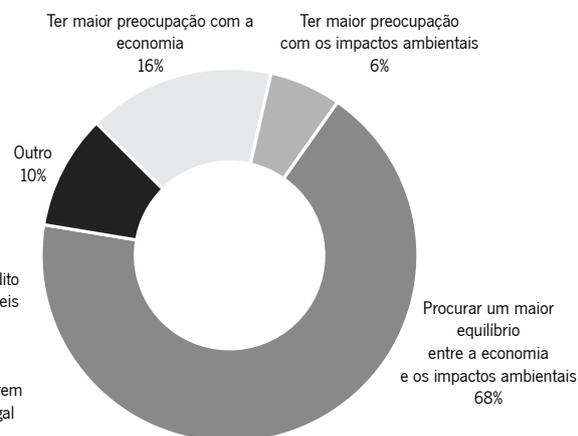


Figura 102. Inquérito - Dados de Amostra e a Sustentabilidade

4.2 INQUÉRITO SOBRE O RCCTE NA PRÁTICA DA CONSTRUÇÃO

No capítulo anterior, observou-se a realidade do parque habitacional, bem como algumas principais características do edificado. Para melhor perceber a influência do RCCTE na Arquitetura Portuguesa foi realizado um inquérito aos técnicos envolvidos no processo.

As questões colocadas dividem-se em seis blocos diferentes. No tema Sustentabilidade, procura compreender-se o nível de divulgação e conhecimento das Diretivas europeias, metas 20-20-20 ou programas de incentivo para a eficiência energética do edificado; o segundo bloco de questões A eficiência energética em Portugal tenta perceber o posicionamento geral dos inquiridos face ao RCCTE, no que refere a sua abrangência, interpretação e sistema de classificação; nos blocos 3 e 4, focados na construção de edifícios novos pretendem identificar os principais desajustes de regulamentação face à nova construção mas também reconhecer os sistemas construtivos mais utilizados, avançando perspectivas ao futuro; por fim os temas 5 e 6 têm as mesmas preocupações que os temas anteriores sobre edifícios existentes, alvo de maior exigência na mais recente revisão do regulamento.

O inquérito desenvolvido procura compreender de que forma a experiência enquanto técnico perito do RCCTE, afeta a perceção sobre o mesmo e quais as suas implicações na prática da construção. De uma amostra de 81 peritos qualificados, quase a totalidade atravessou a fase transitória de revisão do primeiro RCCTE para a atual revisão em 2006, e mais de metade trabalha no sector desde a introdução da primeira Regulamentação das Características Térmicas dos Edifícios (Figura 102).

A amostra apresenta uma boa distribuição regional, com uma cobertura de quase todo o país, com peritos que atuam simultaneamente em várias regiões, permitindo assim um entendimento maior da regulamentação em toda a sua extensão territorial de ação.

4.2.1 SUSTENTABILIDADE

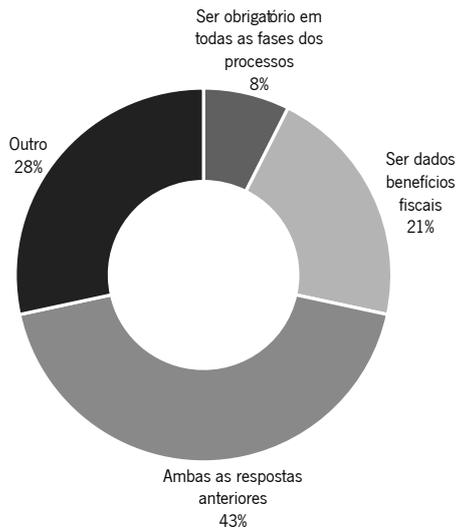
Mais de 62% dos inquiridos admitem a necessidade clara da existência do regulamento, porém acreditam que as medidas ainda são superficiais ou insuficientes. Por outro lado, cerca de 21% acredita haver algum aproveitamento económico relacionado com a temática da construção sustentável, apesar de acreditarem que está no bom caminho.

A generalidade dos inquiridos tinha conhecimento das metas 20-20-20- da EU (74%), porém cerca 58% não acredita que estas serão possíveis de atingir em Portugal. Os resultados também revelam que, para 68% dos inquiridos, a transposição das diretivas europeias em eficiência energética para o panorama nacional deveria articular mais equilibradamente preocupações económicas e ambientais.

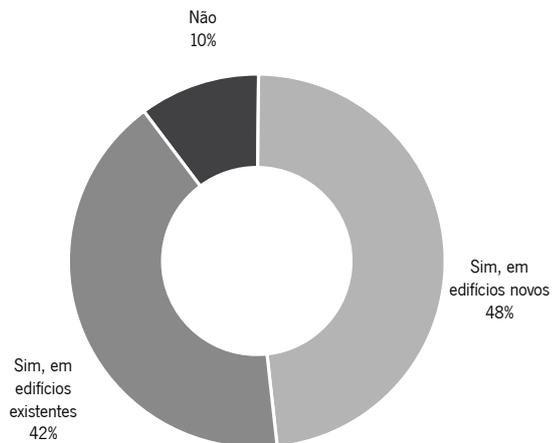
Cerca de 70% dos profissionais inquiridos tinha conhecimento de algum tipo de incentivo para a eficiência energética em Portugal, sendo os mais conhecidos o Sistema de Eficiência Energética e o Programa de Renováveis na Hora, com as percentagens de 38% e 21% respetivamente. É praticamente consensual (mais de 64%) que os certificados energéticos deveriam ser alvo de uma beneficiação fiscal como forma de atingir uma maior adesão e implementação no sector. Por outro lado, esta questão foi alvo de várias respostas mais específicas, por exemplo alguns dos peritos demonstram ainda alguma reticência quanto à necessidade de aplicação da certificação energética em casos para além da compra de edifícios novos.

Mais de 48% dos inquiridos revela dificuldades na aplicação do Regulamento em Edifícios Novos. Para além disso, cerca de 42% admitiu também dificuldades em aplicar o RCCTE em edifícios existentes.

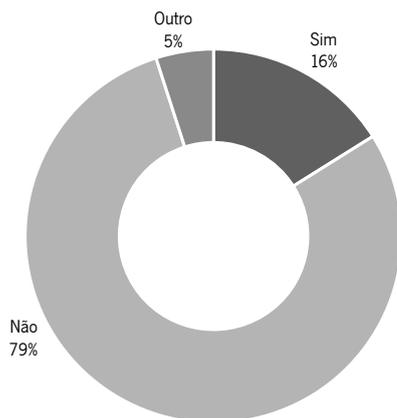
Para uma maior adesão aos certificados energéticos em contratos compra/arrendamento deveriam...



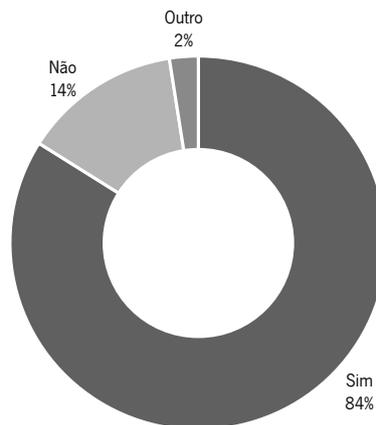
Já teve projectos em que teve dificuldades em aplicar o RCCTE?



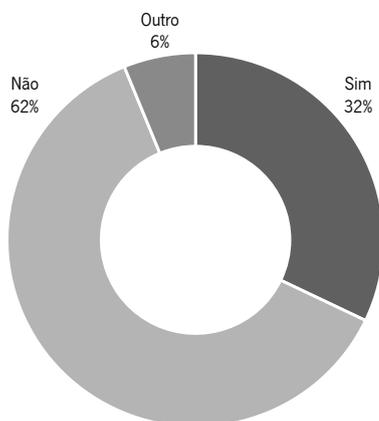
Considera que o texto do RCCTE está escrito de forma clara, para evitar ambivalências e más interpretações?



Considera que a regulamentação deveria ser mais abrangente a outros princípios de sustentabilidade para além da eficiência energética?



Considera que um eventual incremento das medidas atuais de eficiência energética podem agravar a situação no sector da Construção?



Considera que a certificação deveria incluir a classificação obtida para cada uma das necessidades energéticas ?

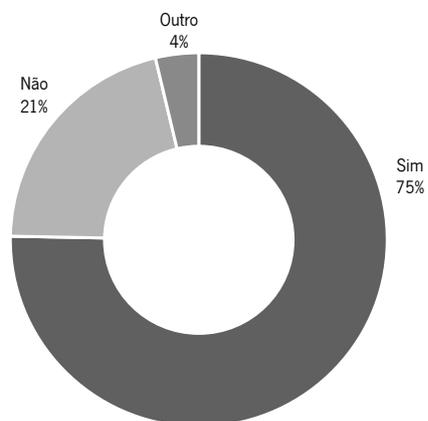


Figura 103. Inquérito - Eficiência Energética em Edifícios Novos

4.2.2 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PORTUGAL

Cerca de 79% dos inquiridos considera que o RCCTE não está escrito de forma clara, o que pode levar a más interpretações. Notavelmente, 84% dos inquiridos acreditam que o regulamento deveria ser mais abrangente a outros princípios de sustentabilidade, para além da eficiência energética (Figura 103). Por outro lado, aproximadamente 62% acredita que o eventual incremento das medidas não agravariam necessariamente o sector da construção.

Cerca de dois terços (67%) dos inquiridos não consideram que o índice N_t – necessidades globais de energia primárias - seja suficientemente adequado para a caracterização térmica. Aproximadamente 75% peritos inquiridos defendem que a certificação térmica deveria incluir a classificação para cada uma das necessidades energéticas - aquecimento, arrefecimento e AQS – permitindo uma melhor avaliação energética dos edifícios.

4.2.3 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS NOVOS

Sensivelmente 81% da amostra acredita que o regulamento atualmente em vigor valoriza excessivamente medidas ativas em detrimento de medidas passivas, acentuando a sua maior propensão para a construção nova.

Cerca de dois terços (63%) dos inquiridos admite ou demonstra incerteza sobre uma possível relação entre a área de envidraçados e área útil do edifício máxima de 20% possa ser limitadora em termos arquitetónicos.

Uma grande maioria dos técnicos considera que existem várias disposições desadequadas no RCCTE para cálculo em Edifícios Novos: aproximadamente 26% considera que é atribuída excessiva valorização aos sistemas de climatização, 18% que existe uma excessiva valorização de AQS, e 17% assinalavam a pouca valorização da melhoria da envolvente térmica com a presença do isolamento térmico. Outras disposições desajustadas que também assinaladas foram a excessiva valorização da ventilação mecânica, baixo valor atribuído à inércia térmica, bem como os valores do fator de conversão de energia primária em útil.

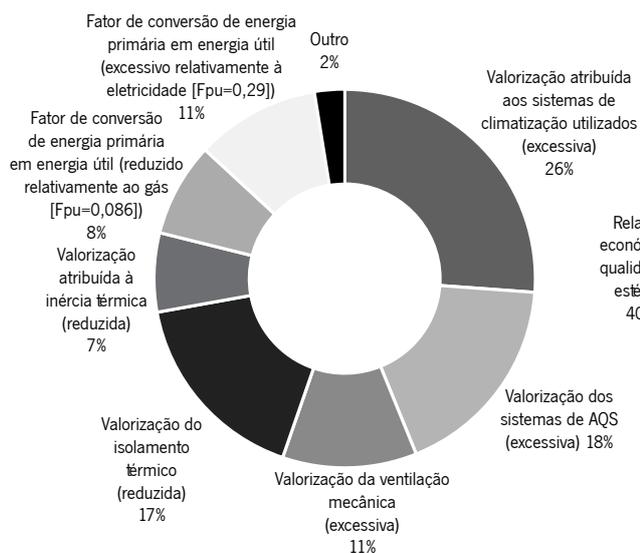
4.2.4 A PRÁTICA DA CONSTRUÇÃO EM EDIFÍCIOS NOVOS

De modo geral, o fator Económico é considerado o principal critério na seleção dos sistemas construtivos, seguido por uma relação económica e qualidade ou estética. Não obstante, cerca de 40% define que a para decisão de escolha dos sistemas construtivos procura otimizar a relação entre economia, qualidade e estética (Figura 104).

Quase metade (48%) dos inquiridos tem preferência por paredes de exterior isolamento em sistema de ETICS. Já a parede dupla de tijolo com isolamento térmico foi a segunda opção mais preferida, com cerca de 23%. No que diz respeito ao revestimento em paredes exteriores, o reboco tradicional ou marmorite é ainda o principal revestimento utilizado, com uma percentagem de 60%. A nível de paredes interiores, a quase totalidade dos inquiridos (86%) tem clara preferência por um sistema à base de parede de tijolo furado.

Ao nível do sistema construtivo de lajes a preferência divide-se sobretudo entre lajes maciças de betão, com 43%, e lajes de vigotas pré-esforçadas com abobadilha cerâmica, com cerca de 40%. A cobertura inclinada com desvão ventilado é a mais elegida, com 46%, seguida pela cobertura Plana

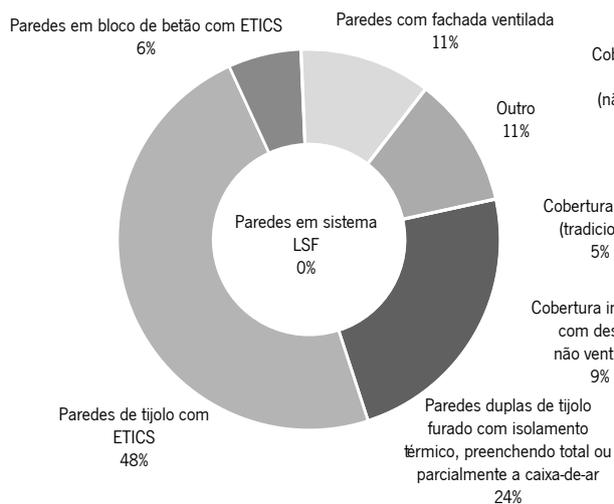
Que disposições considera mais desajustadas do RCCTE no que respeita a EDIFÍCIOS NOVOS?



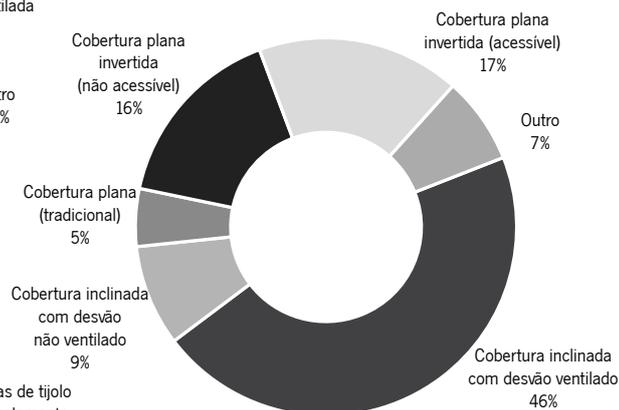
Quais os principais factores de seleção dos sistemas construtivos em construção nova?



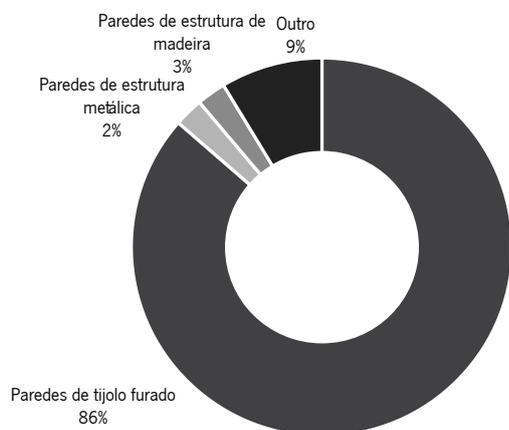
Tem preferência por algum tipo de sistema construtivo em paredes em contacto com o exterior?



Tem preferência por algum tipo de sistema construtivo em coberturas?



Tem preferência por algum tipo de sistema construtivo em paredes interiores?



Tem preferência por algum tipo de sistema construtivo em lajes?

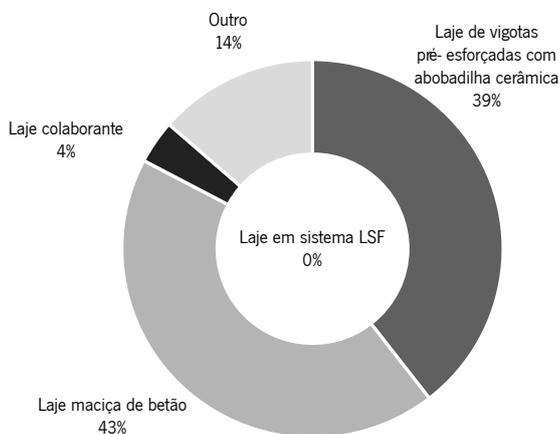


Figura 104. Inquérito - Prática da Construção em Edifícios Novos

Invertida (não acessível, com 16% e acessível com 17%).

4.2.5 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS EXISTENTES

O RCCTE prevê que para edifícios existentes onde as obras de alteração e reconstrução excedam 25% do valor edifício seja obrigatório o cumprimento integral do regulamento. Mais de 66% dos inquiridos concorda deste valor, todavia cerca de 15% da amostra já teve algum tipo de dificuldade em lidar com esta questão (Figura 105). Não obstante, uma larga maioria, 70%, admitiu dificuldades de cumprimento de RCCTE com a utilização de soluções tradicionais ou não industrializadas (Figura 106).

No que diz respeito às disposições mais desajustadas do RCCTE para cálculo em Edifícios Existentes, os resultados são semelhantes aos de cálculo para Edifícios Novos. Assim, a excessiva valorização aos sistemas de climatização, excessiva valorização de AQS e a pouca valorização da melhoria da envolvente térmica com a presença do isolamento térmico, registaram valores de 24%, 23% e 15%, respetivamente. Mais de metade (54%) acredita que é difícil cumprir as exigências regulamentares em reabilitação.

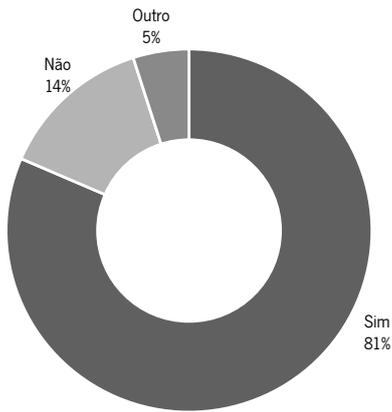
4.2.6 A PRÁTICA DA CONSTRUÇÃO EM REABILITAÇÃO

A análise dos resultados do inquérito permite compreender que o fator económico é o principal motivo de seleção dos sistemas construtivos, ainda que, tal como nos edifícios novos, possa surgir de forma balanceada com a qualidade e a estética. Mais de metade da amostra (52%) afirma que, quando chamada a intervir em paredes interiores, opta por realizar a manutenção das paredes tradicionais existentes; o peso das restantes opções reparte-se de forma quase igual, entre paredes de tijolo ou de estrutura metálica revestida em gesso cartonado. Cerca de um terço (36%) optaria pela hipótese de reabilitar paredes exteriores com um revestimento em sistema ETICS quando possível (Figura 107). Quando ao sistema construtivo de laje há uma predominância da estrutura de betão (46%), seguida por uma laje de estrutura metálica com cerca de 25% e uma laje em estrutura de madeira com 16%.

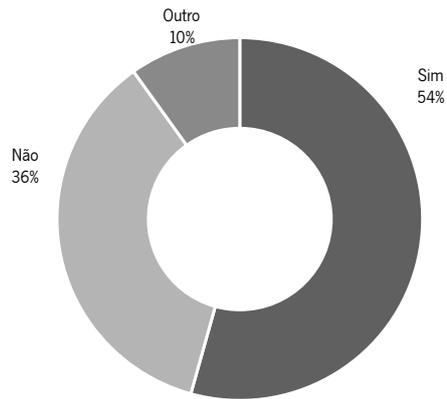
No caso de uma reabilitação de parede interior ou exterior, optam maioritariamente (52%) pela solução compatível ou semelhante mas com atenção ao seu custo. Verificou-se que as questões económicas, a falta de vontade por parte dos proprietários e a restritiva são apontados como os principais entraves à Reabilitação, com parcelas de 44%, 20% e 18% respetivamente. Mais de dois terços (69%) consideram existir dificuldades de cumprimento do RCCTE e de realização em obra de soluções construtivas satisfatórias.

Uma larga maioria (81%) admite que adoção de uma regulamentação com requisitos baseados no desempenho, em vez dos habituais requisitos prescritivos poderia ser benéfica, para possibilitar o estudo e definição de soluções mais adaptadas à reabilitação. Verificou-se, com cerca de 73% dos inquiridos, que de uma forma geral consideram existir alguma carência de formação e técnicos especializados.

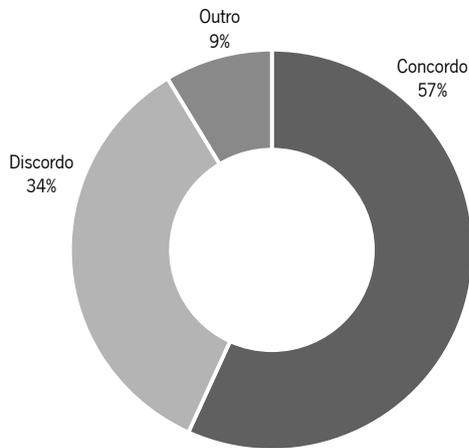
Considera que o actual regulamento se encontra direccionado para a construção nova, valorizando mais as medidas activas do que as medidas passivas?



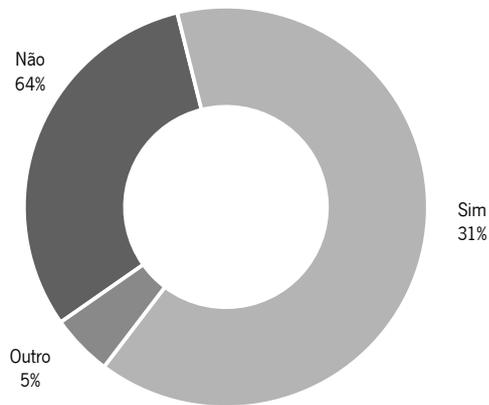
Considera o RCCTE difícil compatibilizar/satisfazer as diversas exigências regulamentares em reabilitação?



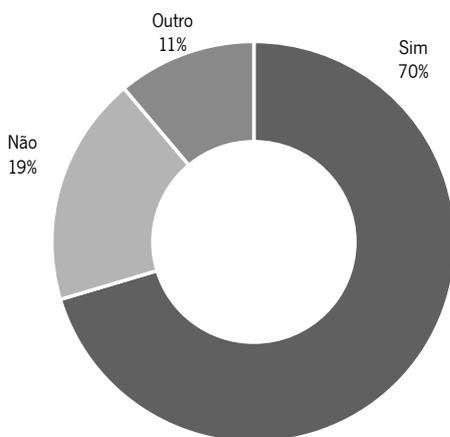
Por grande remodelação ou alteração entendem-se as intervenções na envolvente ou nas instalações cujo custo seja superior a 25% do valor do edifício. Concorda com este valor?



O valor acima é calculado com base num valor de referência Cref por metro quadrado e por tipologia de edifício definido anualmente em portaria conjunta de ministros. Já teve dificuldades com esta questão ou o valor?



Considera difícil cumprir o RCCTE em edifícios com soluções tradicionais «não industrializadas»?



Que disposições considera mais desajustadas do RCCTE no que respeita a EDIFÍCIOS EXISTENTES?

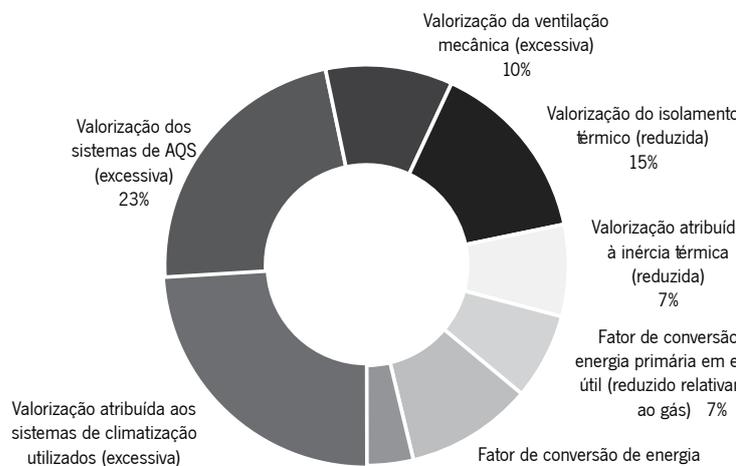
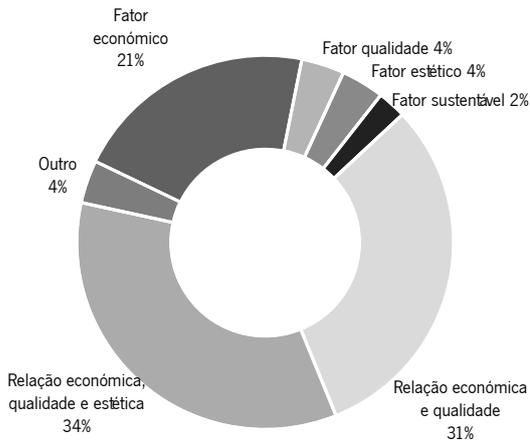
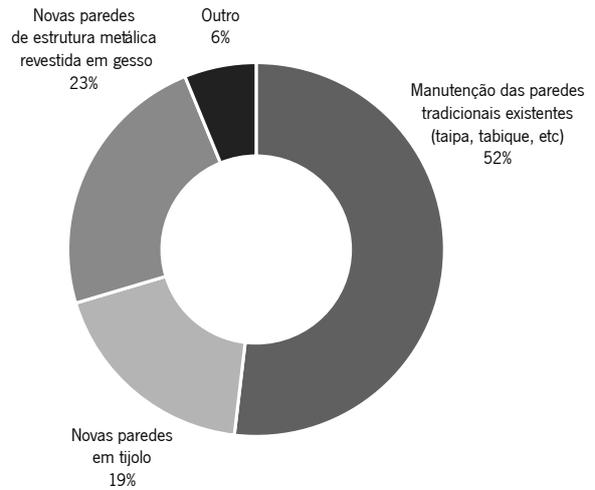


Figura 105. Inquérito - Eficiência Energética em Edifícios Existentes

Quais os principais factores de seleção dos sistemas construtivos para reabilitar?



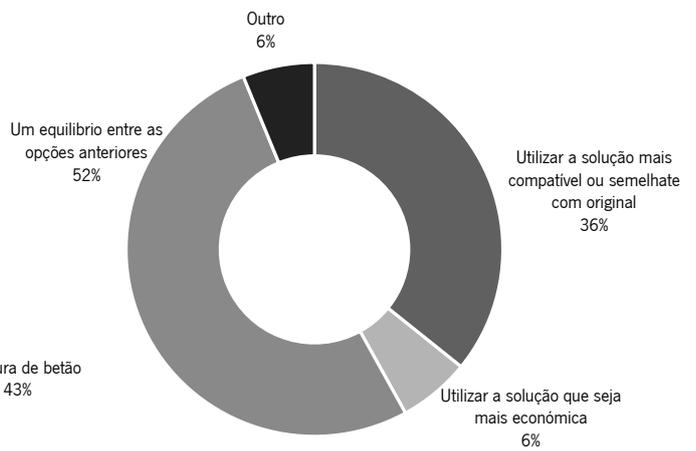
Preferência ao intervir em paredes interiores



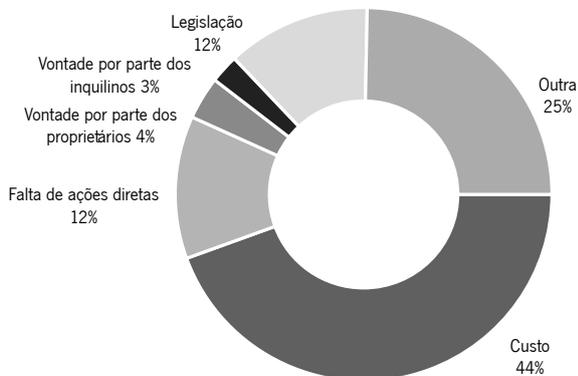
Tem preferência para sistema construtivo de laje?



No caso de uma reabilitação de parede de interior ou exterior procura...



Quais considera serem os principais entraves à Reabilitação?



Na reabilitação deveria ser adoptada uma regulamentação com requisitos baseados no desempenho, em vez dos habituais requisitos prescritivos?

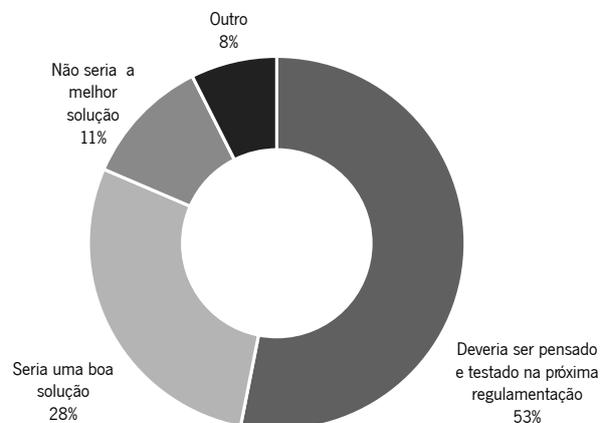
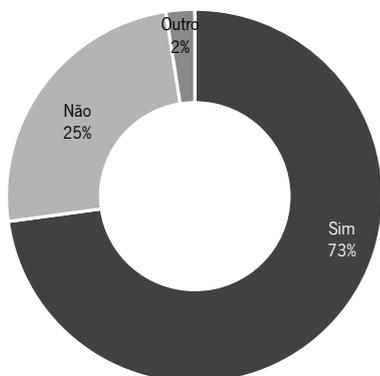
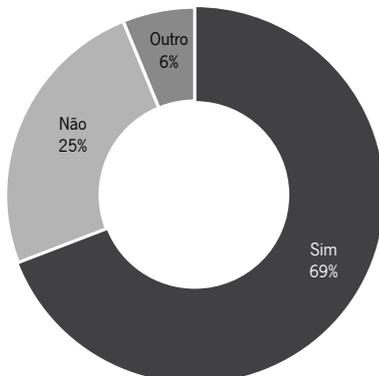


Figura 106. Inquérito - Prática da Construção em Edifícios Existentes I

Considera que existe alguma carência de formação e técnicos especializados em soluções construtivas tradicionais «não industrializadas»?



Considera existirem dificuldades (sobretudo em frações de menor dimensão) de verificar o cumprimento do RCCTE e a realização (em obra) de soluções construtivas satisfatórias?



Tem preferência por algum tipo de revestimento em paredes de exterior?

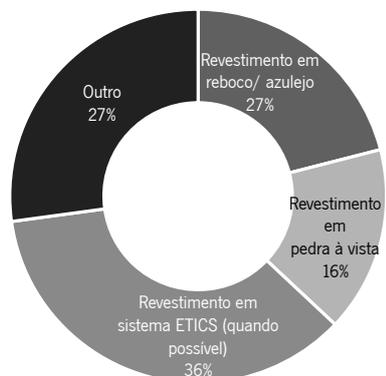


Figura 107. Inquérito - Prática da Construção em Edifícios Existentes II

CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste Capítulo analisar-se-ão inicialmente quais as barreiras para o futuro, bem como algumas propostas alternativas com o intuito de otimizar esta relação entre a arquitetura e a regulamentação para a eficiência energética.

5.1 BARREIRAS E IMPEDIMENTOS

Atualmente, verificam-se várias barreiras que limitam a prática da Arquitetura em Portugal. Seja em edifícios novos ou existentes, o mercado precisa de se dinamizado, e para tal devem compreender-se as limitações atuais. Por outro lado, é necessário demonstrar aos utilizadores finais quais os benefícios, bem como os custos associados, e qual a necessidade de implementação de medidas que visem uma maior sustentabilidade do edificado.

Assim, dificuldades que se podem prever, para um futuro próximo, poderão ser dispostas em três níveis:

- Barreiras comportamentais – Do ponto de vista cultural e social, verifica-se que quem projeta e constrói os edifícios, mas também os compradores e utilizadores, estão ainda pouco sensibilizados para a eficiência energética;
- Barreiras económicas – Do ponto de vista económico, existe ainda a perceção geral de que os edifícios eficientes são edifícios de luxo, com grandes custos de investimento inicial;
- Barreiras técnico construtivas – Ao nível físico construtivo, a diversidade construtiva em Portugal, condiciona determinadas opções e medidas de reabilitação. Verifica-se, igualmente, alguma carência de mão de obra especializada em determinadas técnicas.

Em síntese, é possível afirmar que as principais barreiras para a prática da Arquitetura e projeto de edifícios mais eficientes serão a de viabilidade económica e do desconhecimento ou falta de vontade socialcultural, dos mais variados intervenientes.

Os países serão mais competitivos à medida que aumentarem a sua eficiência energética, consumindo menos energia por unidade de produto realizado ou de serviço prestado. Este é o cenário atual dos países desenvolvidos, particularmente no sector industrial. No entanto, nos sectores dos transportes e dos edifícios, incluindo as habitações, a situação é diferente, pois a eficiência energética não está a evoluir como seria desejável (ADENE, 2012). Torna-se, então, fundamental procurar algumas possibilidades de melhoria na regulamentação do sector.

5.2 PERSPETIVAS PARA O FUTURO

Atualmente, verifica-se um índice de envelhecimento populacional em alta, que conjugado com o reforço da litoralização do País, apresenta um grande desafio ao mercado da habitação em transformação. O mercado tem sido inundado com mais alojamentos do que o número de famílias, resultado de um crescimento de residências secundárias ou sazonais e também de alojamentos vagos.

Apesar do aumento de alojamentos sublotados, ainda subsistem 450 mil alojamentos sobrelotados, isto independentemente de um aumento da área média útil dos alojamentos conforme a época de construção, bem como número de divisões, que se situa em média entre 4 e 5 divisões. Isto pode ser indicador de que, por um lado, há uma necessidade de requalificação funcional e até espacial, mas

também, por outro lado, alerta para a possibilidade de que reabilitar energeticamente deverá refletir as necessidades específicas das famílias.

O parque habitacional português é predominantemente de proprietários ocupantes, exceto nas principais zonas metropolitanas da Grande Lisboa e do Grande Porto, onde se verifica uma maior expressão dos arrendatários. Há uma predominância de edifícios construídos após 1970, de baixa altura, com apenas um alojamento e de implantação isolada com algumas especificidades regionais. Uma característica importante é o facto dos edifícios mais velhos se concentrarem nas principais zonas metropolitanas e os restantes se encontrarem em zonas menos densas, o que demonstra a necessidade de adaptação.

Existem cerca de 1 milhão de edifícios que carecem de intervenção, apesar da redução das carências quantitativas, sobretudo de alojamentos não clássicos e da ocupação partilhada. Com maior urgência de reabilitação, encontram-se claramente os edifícios construídos até 1945, com máximo de 4 pisos e sem estrutura de betão armado, que apresentam o pior estado de conservação.

A necessidade de repensar a legislação térmica tendo em conta a realidade é crucial por um lado para a sua implementação e aceitação em geral, mas também para garantir a sua constante adaptação e evolução.

O próximo RCCTE estenda a sua aplicação a praticamente a todos os edifícios, novos ou existentes, e será bastante influente no futuro da reabilitação. O estudo de Balaras, et al., (2007) considera a imposição de uma área mínima de 1000m² para os edifícios existentes ainda um valor muito elevado, por excluir grande parte do edificado. Este valor deverá ser revisto na nova regulamentação, e portanto, há a necessidade de maior compatibilização entre o regulamento e a reabilitação. A aplicação do RCCTE deve atender mais às especificidades regionais, na sua capacidade de aproveitamento solar e adequação ao clima, e procurar valorizar outras medidas para uma maior sustentabilidade, para além da eficiência energética.

Mateus (2004) refere que existe a necessidade de caminhar no sentido da construção sustentável, através de materiais e tecnologias construtivas mais avançadas, como por exemplo as estruturas leves, nomeadamente em LGSF. Porém, como se verificou no inquérito realizado, a aceitação destes sistemas em Portugal é ainda reduzida. Prevê-se, assim, que as soluções construtivas nos próximos anos passem, sobretudo, por uma estrutura de betão armado a confinar paredes exteriores em alvenaria de tijolo furado ou em blocos de betão leve, com isolamento pelo exterior, predominantemente o sistema ETICS.

A utilização de coberturas verdes é amplamente recomendável, como já referido anteriormente, pelo que deveriam ser estudadas quantitativamente as qualidades de implementação da mesma.

Atualmente em Portugal é já possível encontrar alguns casos de estudo que trabalham o projeto arquitetónico sob a perspectiva da sustentabilidade, apontando caminhos para o futuro. Um bom exemplo, é o projeto da “casa dos três pátios” do arquiteto Miguel Marcelino, em Santo Estêvão – Benavente (Figura 108).

Neste projeto é evidente a preocupação com o desenho solar passivo, a integração da vegetação, tirando partido da mesma como proteção solar, e dos coletores solares térmicos para AQS, como se pode verificar no esquema da Figura 109. É também possível perceber a estratégia de aproveitamento de águas pluviais para operações em que não é necessária a utilização da água potável - rega, lavagens

diversas ou utilização de autoclismos.

O RCCTE atual debruça-se sobretudo sobre as necessidades energéticas existentes na habitação. Este regulamento, ou outro complementar, deveria abranger outros princípios para a sustentabilidade, desde a construção ou reabilitação de um edifício até ao fim do seu ciclo de vida útil. Sobretudo as construções novas deverão preencher requisitos mais exigentes. Com incentivo para uma maior adoção de medidas para a construção sustentável, a introdução destas poderiam ser alvo de ajudas de custo no investimento inicial ou dar direito a benefícios fiscais de forma a fomentar o mercado com enorme potencial.

A certificação energética deveria incluir a classificação individual de cada uma das necessidades energéticas - aquecimento, arrefecimento e AQS – permitindo uma melhor compreensão e avaliação energética dos edifícios para o seu utilizador final. É, também, fundamental que a eficiência energética tenha mais consideração pelas soluções de arquitetura solar passiva do que por sistemas ativos.

Para além disso, a regulamentação deverá demonstrar, de forma que a sua implementação é benéfica não só a curto prazo, como a longo prazo, demonstrando ser economicamente viável com retorno num prazo útil inferior a 10 anos. A aplicação do regulamento não deve servir de principal entrave à construção ou reabilitação de um edifício, ajudando a desconstruir a ideia de que um edifício mais eficiente será, sempre, no final, mais caro.

Recentemente, os benefícios fiscais para casas classificadas com A ou A+ em redução de fatura por IRS foram retirados. A reintrodução destes benefícios, como redução de taxas de IMI, de deduções fiscais em IRS, ou de outro género devem ser pensados, estudados e implementados de forma a motivar todo o sector e mercado.

A aplicação do RCCTE em edifícios existentes deve ter em especial atenção a idade dos edifícios, a sua localização e implantação, sobretudo em edifícios construídos antes da primeira versão do RCCTE. Uma maioria dos edifícios no Parque Edificado apenas possuem um ou dois alojamentos no máximo, pelo que se deveria fomentar um parque habitacional de maior densidade, de forma a aumentar a sua sustentabilidade. Através da promoção e ajuda na criação de sociedades ou associações a nível mais regional ou local de sistemas de geração ou microgeração de energia através de fontes renováveis permitiria reduzir os custos da energia, e promover o uso de energia de fontes renováveis. Neste caso, torna-se imperativo que o regulamento estabeleça a clara distinção entre eletricidade de origem renovável ou não renovável os consumos energéticos dos edifícios. Deveria, no que respeita aos equipamentos, quer de preparação de AQS, quer de climatização na estação de aquecimento, privilegiar equipamentos e energia produzida em Portugal, no sentido de fomentar a indústria nacional e evitar importações, nomeadamente a energia proveniente de biomassa, e elétrica.

A qualidade ambiental interior atualmente só se refere, essencialmente, à térmica e à qualidade do ar. A qualidade lumínica dos edifícios deveria ser igualmente considerada e pensada a sua integração nos regulamentos.

É ainda usual não projetar uma área específica de secagem de roupa, de forma protegida. A ausência deste espaço incentiva o recurso a máquinas de secar a roupa, um dos principais consumidores domésticos de energia eléctrica, para além de prejudicar o comportamento higratérmico do edifício. Esta medida beneficia, ainda, o edifício do ponto de vista estético.



Figura 108. Casa Três Pátios em Santo Estêvão, Benavente - A autoria de Miguel Marcelino

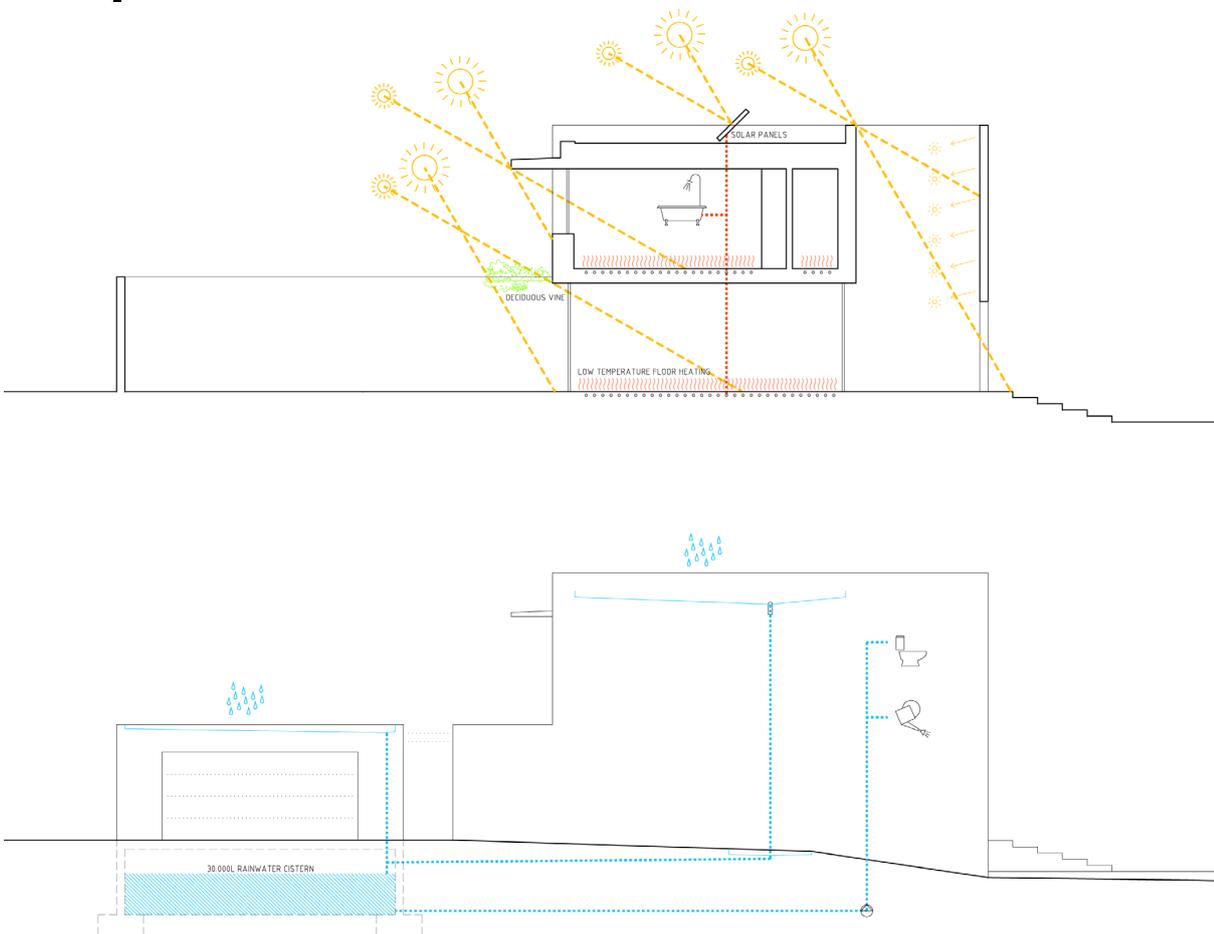


Figura 109. Esquema - Miguel Marcelino

A imposição de limites de coeficiente de transmissão térmica é talvez a medida mais influente do RCCTE que é possível demonstrar na prática de arquitetura, no entanto, Coelho (2011) ao comparar o RCCTE e o CTE (Código Técnico dos Edifícios - Espanha) identificou que este último é mais exigente, sobretudo nos valores bastante inferiores dos coeficientes de transmissão térmica, e na obrigatoriedade de utilização de isolamento térmico.

Já Faria (2012) refere que a implementação da melhoria da envolvente conjugada com equipamentos

ativos de climatização em termos de rentabilidade e período de retorno, é ótima, uma vez que se garante uma maior capacidade de manutenção da temperatura de conforto conferida pela redução das trocas energéticas pela envolvente. Este refere ainda que as suas vantagens não são apenas economicamente viáveis, uma vez que a melhoria da envolvente não está sujeita a avarias como os equipamentos, nem de fornecimento energético para funcionar, contribuindo permanentemente para o conforto da habitação.

Na reabilitação, e segundo o estudo de Faria (2012), a melhoria de envolvente e a melhoria de caixilharias deve ser muito bem equacionada, sob pena de reduzida rentabilidade em termos de retorno em tempo de vida útil. Segundo o estudo de Jardim (2010), mantendo a caixilharia existente, reforçando apenas termicamente a parte envidraçada será possível reduzir o consumo energético entre 24 a 35% do consumo anual das perdas, e no que no caso dessa troca ser completa poderá alcançar uma melhoria de 34 a 41 % sobre os valores iniciais. De forma geral, os resultados do estudo demonstram que a substituição de caixilharias, só se justifica se as caixilharias existentes se encontrarem em péssimo estado de conservação (Jardim, 2010).

De uma forma geral, os coeficientes de transmissão térmica deverão ser reduzidos sobretudo em soluções que não as tradicionais e façam uso de materiais pouco sustentáveis, distinguindo claramente a reabilitação e a nova construção, que deverá ser alvo de maior exigência. Existem hoje variadas bases de dados e sistemas de avaliação de sustentabilidade, onde a integração destes princípios pode ser prevista e estudada desde fases preliminares do projeto (Gonçalves, et al., 2010).

Para motivar a manutenção e maior reabilitação dos edifícios, dever-se-á sensibilizar para a necessidade de uma calendarização de um plano de manutenção para garantir um ciclo de vida mais prolongado. A quantificação e monitorização de um edifício poderia ser benéfica para a melhoria do regulamento, bem como a sua aplicação.

Por fim, o regulamento deverá refletir a diversidade do parque habitacional português, com suficiente flexibilidade para assegurar a valorização das especificidades locais e garantir o seu acesso.

5.3 CONCLUSÕES

O desenvolvimento sustentável é de grande importância, mas também o é conhecer os efeitos reais e potenciais do ambiente construído, sobretudo num sector tão importante como o da habitação. O principal desafio atual é o encontrar o equilíbrio para as necessidades do homem e as possibilidades que o planeta oferece.

Tal como escreveu Burtynsky (2005) "(...) o movimento ambiental falhou. É utilizado em demasia. Utiliza-se um tom demasiado apocalíptico. Não conseguiu demonstrar os aspetos positivos de haver preocupação ambiental e de realmente ser a solução". Também o RCCTE tem sido aceite com alguma relutância, talvez pela incapacidade de provar as suas mais-valias junto do utilizador final.

A introdução deste mostrou-se determinante para um aumento efetivo de maior qualidade ambiental interior dos edifícios, sobretudo para edifícios novos. Não é possível atestar uma influência absoluta do RCCTE, no entanto, é possível supor que algumas das transformações reconhecidas no parque habitacional terão tido influência das suas exigências, bem como preocupações levantadas desde a primeira versão do regulamento. Apesar de existirem dificuldades, como refere Tainha (2000) "(...) Cada um deve procurar encontrar as suas próprias regras e, com a liberdade que só as regras proporcionam, construir os mundos possíveis". É próprio do ser arquiteto, como do ser poeta, carpinteiro, músico ou

qualquer outro ofício, possuir as regras pelas quais se regula o seu trabalho, e assim poder falar sobre ele”.

De forma geral o parque habitacional foi construído rapidamente e de forma intensa, por vezes com qualidade inferior aos padrões aceitáveis com vista à redução de custos, penalizando assim o conforto térmico, acústico e visual (Jardim, 2010). Existe a possibilidade de vários edifícios serem reabilitados tendo em vista a maior eficiência energética, dinamizando o sector da construção que tem registado uma grande quebra tanto a nível de empresas como ao nível de empregados.

Definir uma diretriz e apontar soluções ou melhorias ao regulamento é fundamental conhecer a realidade do parque habitacional já construído, só assim se conseguirá realmente reduzir ou ultrapassar as dificuldades entre a regulamentação e a prática da arquitetura.

Com este trabalho demonstrou-se que existe uma larga margem para melhoria e evolução do regulamento, bem como necessidade de adaptar mais para a reabilitação é bastante oportuno. Para a sua própria sustentabilidade e do sector o regulamento deverá cada vez mais ter em conta a sustentabilidade e não apenas um foco na eficiência energética.

Percebe-se que um grande entrave à evolução e melhoria na prática da Arquitetura será o fator económico, pelo que cabe ao governo central e local, a competência de incentivar, informar convenientemente e proporcionar as bases para que esta melhoria aconteça.

Há que definir uma estratégia energética que, não só aumente o conforto do utilizador, mas também possa ser mais sustentável. Deverá ter como objetivo último, uma leitura mais ampla e de responsabilidade social, que consolide edifícios e cidades mais sustentáveis, mas também melhores fortalecendo assim todo o país. É fundamental que Portugal na Sustentabilidade como ponto comum, estabeleça objetivos para as trajetórias ambiental, social e económica.

Por fim, como relembra Steffen (2010) “As pessoas não mudam porque se critica o que fazem (...) Nenhum de nós muda apenas porque nos dizem que o que fazemos está errado ou incorreto. Apenas mudamos quando vemos a possibilidade de um sistema melhor, de outra alternativa que queremos mais .

O objetivo central deste trabalho foi refletir sobre a evolução da Regulamentação para a eficiência energética em Portugal, compreendendo as suas implicações na arquitetura atual, mas também os pontos que importa otimizar e ajustar para a realidade existente.

Esta investigação poderá ser aprofundada e complementada futuramente, através das seguintes linhas de pesquisa:

- Desenvolvimento de algumas das propostas aqui enunciadas;
- Ampliar o raio de estudo para além do RCCTE e procurar associar a outras regulamentações;
- Desenvolvimento de estudos quantitativos que comprovem a validade das medidas previstas pela regulamentação, de modo a sensibilizar os intervenientes no processo;
- Análise e ponderação da mais recente revisão do RCCTE, ainda a aguardar publicação em portaria, para entrar em vigor.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- **Abreu, M. (2003).** Correção de Pontes Térmicas em Intervenções de Reabilitação. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- **ADENE. (2012).** Guia de Eficiência Energética. Lisboa: ADENE - AGÊNCIA PARA A ENERGIA.
- **ADENE/INETI. (2001).** Fórum Energias Renováveis - Relatório Síntese. Coimbra. Obtido de [http:// e-Geo. ineti. pt/geociencias/edicoes_online/diversosjenergias_renov/indice. htm](http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversosjenergias_renov/indice.htm).
- **Afonso, A. (2010).** Dificuldades de Aplicação do RCCTE. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.
- **ASHRAE. (1997).** ASHRAE Handbook-Fundamentals. Atlanta,; American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- **Baganha, M. I., Marques, J. C., & Góis, P. (2002).** O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: 1999-2000. Relatório para a Comissão Europeia.
- **Balaras, C., Gaglia, A., Georgopoulou, E., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., & Lalas, D. (2007).** European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energyconsumption, emissions and potential energy savings. Em C. G. Balaras, Building and environment vol. 42, nº3. Oxford: Elsevier.
- **Barbosa, J. M. (2011).** A eficácia energética como oportunidade de exploração expressiva da envolvente. Guimarães: Universidade do Minho.
- **Burtynsky, E. (2005).** Hermenêutica. Lisboa: Edições 70.
- **Coelho, P. (2011).** Análise do RCCTE no contexto da regulamentação Europeia. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- **Correia, T. (2011).** Avaliação do impacte das pontes térmicas no desempenho térmico dos edifícios do Campus da FCT/UNL - análise numérica . Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- **Costa, D. (2010).** Sourcebook of Contemporary Green Architecture. London: Collins Design.
- **Dias, L. (2012).** A Sustentabilidade na Reabilitação do Património Edificado. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa.
- **Direct, E. (9 de Outubro de 2013).** Europa.eu. Obtido de Web site “Sínteses da legislação da UE”: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_pt.htm
- **DL N°79/2006.** D.-L. (s.d.). Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios. Lisboa: Diário da República. Obtido de [http://dre.pt/pdf1sdip/2006/04/067A00/24162468. pdf](http://dre.pt/pdf1sdip/2006/04/067A00/24162468.pdf)
- **Faria, P. (2012).** Reabilitação Energética de Edifícios- Envolvente versus Equipamentos. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.
- **Gil, C. (2012).** O sector da construção em Portugal. Lisboa: Ministério da Economia e do Emprego.
- **Gonçalves, J., Mendes, P., Loureiro, M., & Mota, F. (2010).** Aplicação do sistema de avaliação SBToolPT-H na otimização da sustentabilidade de um caso de estudo em Guimarães. Guimarães: universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- **Gonçalves, N. M. (2011).** Influência dos Parâmetros de Cálculo do RCCTE na Avaliação

do Desempenho Energético de Edifícios Residenciais. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa.

- **Hegger, Fuchs, Stark, & Zeumer. (2008).** Energy Manual Sustainable Architecture. Birkhauser Architecture.

- **Hobsbawm, E. (1997).** A Era dos Extremos - O breve século XX - 1914-1991, (2ª ed., 9ª reimpr., ed.). São Paulo: Companhia das Letras.

- **Hunter, D., Salzman, J., & Zaelke, D. (1998).** International Environmental Law and Policy. Nova Iorque: Foundation Press.

- **IHRU. (2012).** Benefícios Fiscais. Obtido em 12 de Outubro de 2013, de Portal da Habitação: <http://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/reabilitacao/apoios/incentivosfiscais.html>

- **INE. (2012).** Evolução do Parque Habitacional em Portugal 2001-2011. Lisboa: INE.

- **INE/DGEG. (2011).** Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010. Lisboa: INE/DGEG.

- **INE/LNEC. (2013).** O Parque Habitacional e A sua Reabilitação - Análise e Evolução. INE e LNEC.

- **Jardim, F. (2010).** Proposta de Reabilitação Energética de Edifícios de Habitação. Guimarães: Universidade do Minho.

- **Lopes, N. (2006).** Reabilitação de Caixilharias de Madeira em Edifícios do Século XIX e Início do Século XX. Porto: FEUP.

- **Lopes, T. (2010).** Potencial de Energia na climatização de edifícios habitacionais. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.

- **Machado, P. (2007).** As malhas que a cidade tece, mudança social, envelhecimento e velhice em meio urbano. Lisboa: LNEC.

- **Mateus, R. (2004).** Novas Tecnologias Construtivas com vista à Sustentabilidade da Construção. Guimarães: Universidade do Minho.

- **Mateus, R. (2009).** Avaliação da Sustentabilidade da Construção - Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais sustentáveis. Guimarães: Universidade do Minho.

- **Mateus, R., & Bragança, L. (2006).** Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção. Porto: Edições Ecopy.

- **MEE. (2013).** Compromisso para a Competitividade Sustentável do Sector da Construção e Imobiliário. Lisboa: Ministério da Economia e do Emprego.

- **MEE. (2013).** Compromisso para a Competitividade Sustentável do Sector da Construção e Imobiliário. Lisboa: Ministério da Economia e do Emprego.

- **Mendonça, P. (2005).** Habitar Sob Uma Segunda Pele. Guimarães: Universidade do Minho.

- **Michael Bauer, P. M. (2010).** Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture. Munich: Callwey Verlag.

- **Neves, C. (15 de Julho de 2013).** Consumo com Crédito Fácil ofusca criação de riqueza. Obtido de Diário de Notícias: http://www.dn.pt/inicio/economia/interior.aspx?content_id=3323032

- **Nunes, J. J., Fernandes, E. d., & Leal, V. M. (2008).** Estudo da problemática do aumento da penetração do gás natural face à electricidade e à água quente solar. Porto: Tese de Mestrado em

Engenharia Mecânica.

- **OA. (2001).** A Green Vitruvius, Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura. Lisboa: Costa e Valério - Ordem dos Arquitectos.
- **Pina dos Santos, C., Camelo, S., & Ramalho, Á. (2006).** Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Lisboa: INETI.
- **Pinheiro, M. D. (2006).** Ambiente e Construção Sustentável. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente / Instituto do Ambiente.
- **Pinto, A. (2007).** A Nova Regulamentação dos Edifícios e o Sistema de Certificação Energética. Lisboa: ADENE.
- **Presidência do Conselho de Ministros. (2008).** Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética - Portugal Eficiência 2015. Lisboa. Obtido de <http://www.adene.pt>
- **Proença, J. J., & Gomes, A. S. (2011).** Colectânea de Legislação de Arquitectura (2ª Edição (Actualizada e Aumentada) ed.). Lisboa: Quid Juris.
- **Rodeia, J. B. (2000).** Precisoões (para Michael Toussaint). Em OA-SRS, Teoria e Crítica de Arquitectura Século XX (2010). Lisboa: Caleidoscópio.
- **Silva, L. (2007).** Análise técnico/financeira de paredes exteriores em panos simples. Lisboa: Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa
- **Silva, J. P. (2009).** Avaliação de Programas de Cálculo. Porto: Relatório de Projecto Faculdade de Engenharia Civil da Universidade do Porto..
- **Silva, S. M. (2010).** Patologia e Reabilitação Não Estrutural de Edifícios. Universidade do Minho.
- **Silva, N. (2011).** Análise de viabilidade de mudança dos sistemas de iluminação de um estabelecimento de ensino superior para outros mais eficientes. Coimbra: Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra.
- **Silva, V., (2013).** Guia para a Reabilitação - Isolamento Térmico de Edifícios Correntes com Poliestireno Extrudido . Ílhavo: LFTCDEC da Universidade do Minho
- **Sousa, R. (2002).** Mercado Accionista, Riqueza e Consumo. Guimarães: Univesidade do Minho.
- **Steffen, A. (9 de Novembro de 2010).** Wordlchanging.com - "What can we all do about it?". Obtido em 16 de Agosto de 2013, de <http://www.alexsteffen.com/>
- **Strauss, M. (Abril de 2013).** Smithsonian Magazine. Obtido de Web site Smithsonian Magazine: Smithsonian Magazine
- **Sudbrack, M. (2012).** O Desafio da Sustentabilidade Energética dos EUA. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - FCECRI.
- **Susana Camelo, Carlos Pina dos Santos, Álvaro Ramalho. (2006).** Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Lisboa: INETI.
- **Tainha, M. (2000).** "O arquitecto deve saber falar daquilo que está a fazer". Em M. Tainha, extos do arquitecto Manuel Tainha. Lisboa: Estar.
- Teixeira, A. (2009). Impacto da Norma de Conforto EN 15251 na Certificação Energética em

Edifícios de Serviços. Porto: FEUP.

- **UN. (2013).** United Nations Population Division. Obtido em 10 de Outubro de 2013, de United Nations Population Division: <http://www.un.org/en/development/desa/population/>
- **UN. (10 de Outubro de 2013).** World Population. Obtido de United Nations Population Division: <http://www.un.org/en/development/desa/population/>
- **UNEP, E. (2002).** Global Environmental Outlook 3. London: UNEP, CIB, CSIRCIDB.
- **WCED, (. (1988).** Our Common Future. Rio de Janeiro.
- **Wines, J. (1998).** Green Architecture. Lisboa: Taschen.
- **Wolverton, B. (2005).** Plants Clean Air and Water for Indoor Environments. (NASA) Obtido em 15 de Outubro de 2013, de NASA Spinoff: http://spinoff.nasa.gov/Spinoff2007/ps_3.html