



João Filipe Lino Reis Pedroso

Licenciado em Ciências de Engenharia Civil

**As condicionantes da Eficiência
Energética e a sua inter-relação no
Planeamento Urbano**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Doutor Rui Noel Alves Vera-Cruz, FCT-UNL
Co-orientadora: Prof.^a Doutora Ana Catarina Pinto de Sousa
da Cruz Lopes, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Fernando M. A. Henriques
Arguente: Prof. Doutor Daniel Aelenei
Vogais: Prof. Doutor Rui N. A. Vera-Cruz



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Junho de 2017

INDICAÇÃO DE DIREITOS DE CÓPIA

“*Copyright*” João Filipe Lino Reis Pedroso, FCT/UNL e UNL

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

O presente trabalho foi escrito, por opção do autor, segundo as regras do Acordo Ortográfico de 1945.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu Orientador, Professor Rui Noel Alves Vera-Cruz pela disponibilidade, apoio e transmissão de conhecimento ao longo deste trabalho.

À minha co-orientadora, Professora Ana Catarina Pinto de Sousa da Cruz Lopes pelas sugestões, simpatia e pela total disponibilidade demonstrada não só no esclarecimento de dúvidas como na ajuda preciosa na formatação da dissertação.

A todos os meus amigos e colegas pela companhia, amizade e por todos os momentos bem passados.

Ao Pedro Brites (ECOCIAF), engenheiro responsável pela obra em análise, por toda a informação e documentação disponibilizada, bem como esclarecimento de dúvidas e atenção prestada.

E finalmente por todo o carinho e paciência demonstrada, um agradecimento muito especial à minha família, M^a de Nazaré Pedroso, Joaquim Pedroso, Sandra Pedroso, Rui Pedroso e Célia Pedroso por toda a motivação e apoio incondicionais.

RESUMO EM PORTUGUÊS

Vive-se, actualmente, uma época em que a dependência energética se tornou um dos factores mais influentes da evolução civilizacional. Adicionalmente, a escassez dos recursos naturais e a decorrente poluição resultante da sua exploração, fazem com que a resolução desta problemática configure no programa dos governos europeus contemporâneos.

Nesta medida, os estados membros da União Europeia comprometeram-se a reduzir as emissões de gases com efeitos de estufa e a aumentar o incentivo ao uso de fontes de energias renováveis, a par com a gestão dos consumos.

Para alcançar resultados, Portugal desenvolveu planos e programas que visam, fundamentalmente, princípios baseados na racionalidade económica e na sustentabilidade. É também importante que esta política se estenda à indústria da construção uma vez que este sector contribui bastante para o agravamento da sustentabilidade. Assim, considerando como premissas um planeamento bem executado, uma rentabilização das infra-estruturas e uma ocupação territorial mensurada, pode-se efectuar um planeamento urbano com o objectivo de amenizar a deterioração do ambiente, proveniente dos gastos energéticos.

A eficiência energética assume um papel preponderante na poupança energética e conseqüente melhoria da protecção ambiental. Esta dissertação pretende perceber em que medida o planeamento urbano pode beneficiar da eficiência energética, visto que é uma preocupação que não tem sido suficientemente abordada, mas que pode representar uma importante ajuda na construção das cidades futuras.

No sentido de dar um contributo no âmbito de uma política que aposte num planeamento urbano energeticamente eficiente, tentou-se estudar medidas que condicionem positivamente a eficiência energética dos edifícios inseridos em malhas urbanas diferentes. Para quantificar a redução das necessidades energéticas simulou-se o balanço energético do edifício através de ferramentas de cálculo elaboradas pelo ITeCons e LNEC.

Constatou-se que mesmo sem alterar as características construtivas do edificado, o desempenho energético da habitação numa envolvente urbana e contexto diferentes melhorou consideravelmente.

Foi também possível confirmar a importância da morfologia da malha urbana, orientação solar, ventilação bem como sombreamento e arborização, afirmando-se como principais condicionantes à eficiência energética infligidas pelo planeamento urbano.

Termos Chave: Desenvolvimento Sustentável; eficiência energética; planeamento urbano; sustentabilidade.

ABSTRACT

We're currently living in an age where energy dependence has become one of the most influential factors in civilizational evolution. Along with that, the scarcity of natural resources and consequent pollution brought by its exploration have made solving this issue a part of the program of contemporary European governments.

In order to tackle this issue, EU state members have committed to reduce emissions of greenhouse gas effects and increase the incentives for the use of renewable energy sources and management of consumption.

In order to achieve results, Portugal developed plans and programs fundamentally aimed at economic rationality and sustainability.

It's also important that this policy is extended to construction as this sector contributes quite negatively to the worsening of sustainability. Thus, assuming that the planning is well executed, and running a profitable infrastructure and land-use measured, it is possible to plan in order to mitigate the deterioration of the environment from the energy expenditure.

Energy efficiency plays a key role in energy savings and the consequent improvement of environmental protection. This thesis aims to evaluate the extent to which urban planning can help in energy efficiency, as there hasn't been great concern in this direction and can be an important aid in the construction of future cities.

In order to contribute for a policy focused on energy-efficient urban planning, this thesis tried to study the measures that could positively influence the energy efficiency in buildings inserted in different urban networks. In order to quantify the reduction of the energy needs, the thermal performance was simulated through calculation tools developed by ITeCons and LNEC.

It was observed that even without changing the building's construction characteristics, the housing energy performance improved considerably on a different urban environment and context.

It was also possible to confirm the importance of urban mesh morphology, solar orientation, ventilation and also shading and afforestation as the main factors inflicted by urban planning on energy efficiency.

Keywords: Sustainable Development; energy efficiency; urban planning; sustainability

ÍNDICE DE MATÉRIAS

RESUMO EM PORTUGUÊS.....	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE MATÉRIAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE QUADROS	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento do tema	1
1.2. Motivação e objectivo	1
1.3. Estrutura e metodologia do trabalho	2
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. História das cidades e planeamento urbano	5
2.2. Planeamento urbano	8
2.3. Conceito actual de planeamento urbano.....	11
2.4. O conceito de desenvolvimento e construção sustentável	12
2.5. Planeamento urbano sustentável.....	19
2.6. Planeamento urbano como estratégia de eficiência energética	21
2.6.1. Factores bioclimáticos	22
2.6.2. Sistemas passivos de aquecimento	26
2.6.3. Sistemas passivos de arrefecimento.....	28
2.6.4. Sistemas activos energéticos e de aquecimento	33
2.7. Energia	35
2.8. Energias renováveis	36
2.8.1. Energia solar.....	37
2.8.2. Sistemas solares térmicos.....	38
2.8.3. Sistemas fotovoltaicos	39
2.8.4. Energia eólica	40
2.8.5. Energia da biomassa.....	40
2.8.6. Energia geotérmica	41
2.9. Energias não renováveis	41
2.10. Eficiência energética	41
2.11. Eficiência energética nos edifícios	44

2.12.	Certificação energética nos edifícios.....	46
2.13.	Redes eléctricas inteligentes.....	47
3.	ANÁLISE DE ESTUDOS DE CASO	49
3.1.	Edifício multifuncional, Avenidas Novas.....	49
3.2.	Edifício de habitação municipal, Alta do Lumiar centro	52
3.3.	Eco-bairro Bairro da Boavista, Lisboa.....	53
3.4.	CTT – Melhor Consumo, Melhor Ambiente	55
3.5.	Siemens – 3i <i>Buildings</i>	55
3.6.	Nova sede da Câmara de Oeiras	56
3.7.	<i>Retrofit</i> no <i>Office Park Expo</i>	57
3.8.	Edifício Solar XXI, Lisboa	58
3.9.	Póvoa de Santa Iria, Vila Franca de Xira	60
3.10.	Ørestad, Dinamarca	61
3.11.	Comparação dos estudos de caso	62
4.	CASO DE ESTUDO – TRAVESSA DO ALMARGEM	65
4.1.	Enquadramento	65
4.2.	Descrição do edifício e envolvente.....	65
4.3.	Proposta	67
4.4.	Análise de resultados	72
5.	DISCUSSÃO	77
5.1.	Condicionantes e barreiras à eficiência energética.....	79
5.2.	Reabilitação e construção sustentável.....	82
5.3.	Arquitetura vernacular	84
5.4.	Soluções de eficiência energética nos edifícios.....	85
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
6.1.	Conclusões.....	91
6.2.	Desenvolvimentos futuros	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Esquema da estrutura metodológica da dissertação.....	3
Figura 2.1 – Sistemas bioclimáticos.....	22
Figura 2.2 – Correcta orientação dos edifícios.....	23
Figura 2.3 – Barreira de vegetação aos ventos dominantes.....	24
Figura 2.4 – Barreira de vegetação à radiação solar	25
Figura 2.5 – Exemplo de ventilação conjunta	30
Figura 2.6 – Exemplo do desempenho das palas horizontais em situação de Inverno e Verão.....	32
Figura 2.7 – Taxa de dependência energética em Portugal	36
Figura 2.8 – Termossifão.....	38
Figura 2.9 – Circulação forçada	39
Figura 2.10 – Exemplo de sistema fotovoltaico	40
Figura 2.11 – Gerador de energia eólica.....	40
Figura 2.12 – Inúmeros benefícios da eficiência energética.....	43
Figura 2.13 – Evolução da produção energética	44
Figura 2.14 – Valores limite das classes energéticas	47
Figura 2.15 – Classes energéticas.....	47
Figura 3.1 – Vista geral do edifício.....	50
Figura 3.2 – Perspectiva da aplicação de isolamento térmico pelo exterior e respectivas camadas...	52
Figura 3.3 – Vista geral do edifício.....	53
Figura 3.4 – Bairro da Boavista.....	54
Figura 3.5 – Futuro edifício da Câmara de Oeiras.....	56
Figura 3.6 – Edifício do parque expo	58
Figura 3.7 – Entrada do edifício Solar XXI.....	59
Figura 3.8 – Cobertura do estacionamento.....	60
Figura 3.9 – Ørestad, Dinamarca	62
Figura 4.1 – Vista geral do edifício (Travessa do Almargem)	66
Figura 4.2 – Vista panorâmica da envolvente da Travessa do Almargem	67
Figura 4.3 – Planta de localização da Travessa do Almargem.....	67
Figura 4.4 – Vista geral da envolvente da Travessa do Almargem	68

Figura 4.5 – Vista geral da envolvente da Av. Almirante Gago Coutinho.....	69
Figura 4.6 – Vista panorâmica sobre a Av. Alm. Gago Coutinho.....	69
Figura 4.7 – Vista global sobre o edificado (Tv. do Almargem).....	70
Figura 4.8 – Planta de Localização Av. Alm. Gago Coutinho.....	71
Figura 4.9 – Comparação das diferentes orientações.....	73
Figura 4.10 – Necessidades com maior distância de arruamento.....	74
Figura 4.11 – Comparação dos cenários em Alvalade.....	75
Figura 4.12 – Comparação final dos vários cenários.....	76

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Etapas do processo de planeamento urbano	20
Quadro 2.2 – Resumo das práticas passivas de aquecimento.....	28
Quadro 2.3 – Resumo das práticas passivas de arrefecimento	33
Quadro 3.1 – Medidas implementadas	51
Quadro 4.1 – Levantamento dimensional das divisões	65
Quadro 4.2 – Quadro síntese das medidas implementadas.....	71
Quadro 5.1 – Políticas necessárias para superar algumas barreiras	79
Quadro 5.2 – Vantagens e desvantagens da aplicação do isolamento térmico pelo exterior	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADENE	Agência para a Energia
CEE	Comunidade Económica Europeia
DGEG	Direcção Geral de Energia e Geologia
Eco.AP	Programa de eficiência Energética para a Administração Pública
EPBD	<i>Energy Performance of Buildings Directive</i>
ITE	Informação Técnica Edifícios
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico
PDM	Plano Director Municipal
PEOT	Planos Especiais de Ordenamento do Território
PIB	Produto Interno Bruto
PIMOT	Plano Intermunicipais de Ordenamento do Território
PMOT	Plano Municipal de Ordenamento do Território
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis
PNPOT	Plano Nacional da Política de Ordenamento do Território
PP	Plano de Pormenor
PRU	Planeamento Regional e Urbano
PS	Plano Sectoriais de Incidência
PU	Plano de Urbanização
nZEB	<i>Net Zero Energy Building</i>
UE	União Europeia
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
REH	Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
SCE	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do tema

É diariamente notado que o consumo energético está a atingir patamares inaceitáveis. À medida que uma sociedade se torna mais desenvolvida aumentam também as suas necessidades de conforto e de consumo energético.

Acresce ainda, o facto da população mundial estar em constante crescimento e ser necessário acautelar as políticas a ser tomadas no futuro para não comprometer a sustentabilidade.

É sobejamente conhecido que actualmente as populações se encontram maioritariamente concentradas nas grandes áreas urbanas. É nessas cidades onde se dão os excessivos consumos energéticos e onde é premente intervir a fim de minimizá-los.

O planeamento urbano pode ser uma solução possível, uma vez que a elaboração de um mau planeamento leva posteriormente a uma desordem e a um desalinhamento urbano que implicaria consequentemente um maior gasto energético ou vice-versa.

Relativamente a Portugal, o crescimento desmesurado e pouco cuidado dos anos 80 provocou um desordenamento do território e do parque edificado nacional.

O tema desta dissertação enquadra-se no contributo da eficiência energética no planeamento das novas cidades e suas condicionantes.

Pretende ainda fomentar e dar preferência à escolha de medidas eficientemente energéticas dado que Portugal se encontra na lista dos países com maior dependência energética da União Europeia e necessita ver esse índice reduzido.

1.2. Motivação e objectivo

No panorama actual, onde o consumo energético aumenta constantemente e onde poucas energias renováveis são utilizadas, a eficiência energética torna-se uma inevitabilidade. No entanto, existem algumas barreiras à implementação de medidas de eficiência energética. Uma delas tem a ver com os efeitos benéficos ou prejudiciais, que uma actividade económica tem sobre terceiros, que não estão envolvidos nessa actividade. A título de exemplo, os ganhos de uma acção de eficiência energética obtidos a nível particular não se confinam a esse indivíduo, mas também beneficiam outros. Sucede que, quando uma pessoa a nível particular investe em soluções eficientes, procura normalmente as mais económicas e que tenham um maior retorno financeiro. É nesse sentido que o papel do governo se apresenta determinante para ajudar a regulamentar o sector energético.

A presente dissertação tem como principal objectivo perceber em que medida a eficiência energética pode condicionar a execução do planeamento urbano das áreas urbanas futuras e analisar quais as barreiras associadas à eficiência energética.

Identificar também as medidas que possam ou não, ser satisfatórias e que conduzam a um menor gasto energético.

Vão ainda ser analisados alguns casos práticos e tentar perceber quais os factores condicionantes e quais as medidas de eficiência energética implementadas.

Por fim apresenta-se uma proposta académica, uma discussão sobre os temas em análise e a conclusão do trabalho.

1.3. Estrutura e metodologia do trabalho

A metodologia seguida no presente trabalho foi estruturada em diferentes etapas. Inicialmente, foi efectuada uma pesquisa bibliográfica e escolhidas envolventes urbanas com diferentes características e malhas urbanas. Após a selecção da obra em estudo, foram efectuadas algumas visitas e verificadas condicionantes locais para posteriormente desenvolvimento do trabalho.

Para uma melhor organização, esta dissertação apresenta-se dividida em 6 capítulos (Figura 1.1).

No primeiro capítulo foi elaborado um pequeno enquadramento de introdução ao tema do trabalho, onde são explicitados os objectivos que se espera alcançar e a estrutura da dissertação.

No capítulo seguinte, com base na pesquisa bibliográfica foi abordado o estado da arte, onde foram apresentados os temas relacionados com o presente trabalho.

No terceiro capítulo, foram expostos os casos de estudos em análise, no sentido de estudar as medidas efectuadas para aumentar a eficiência energética.

No quarto capítulo, foi apresentado um caso estudo acoplado a propostas promovendo a eficiência energética, bem como a melhoria do planeamento urbano.

No quinto capítulo, começou-se por fazer uma discussão geral sobre o tema e casos de estudo e, em seguida, apresentadas as condicionantes da eficiência energética em várias escalas.

Finalmente, o sexto capítulo apresenta conclusões da dissertação bem como temas relevantes para desenvolvimentos futuros.

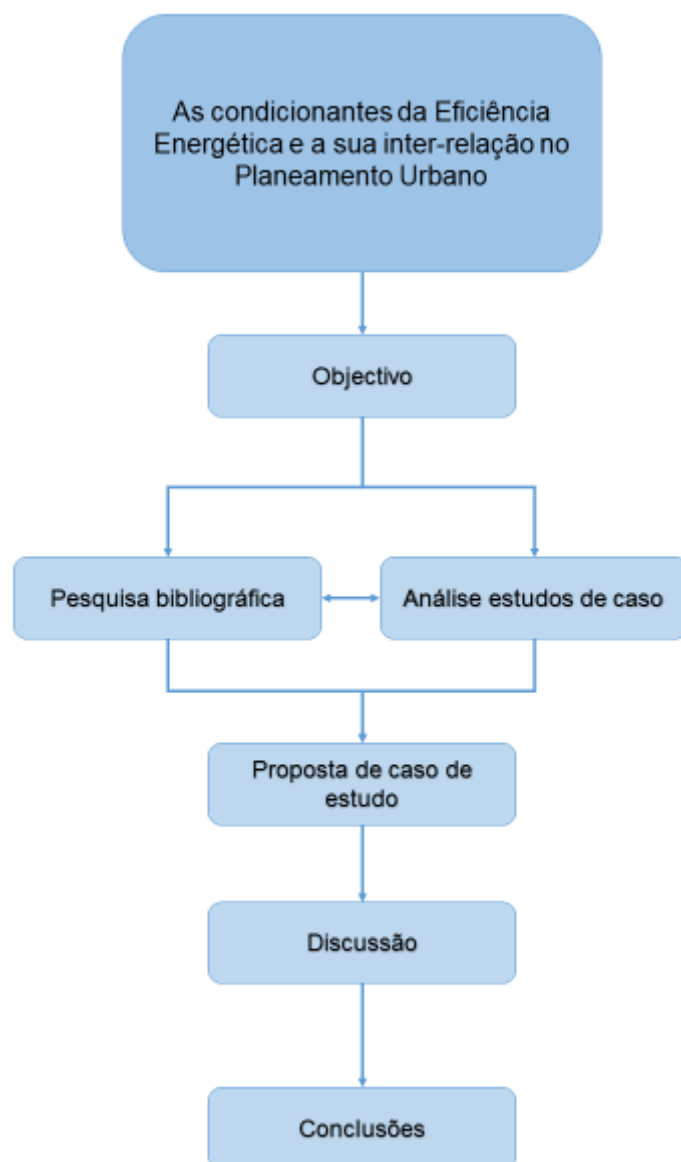


Figura 1.1 – Esquema da estrutura metodológica da dissertação

2. ESTADO DA ARTE

2.1. História das cidades e planeamento urbano

Ainda que a formação das cidades tenha sido um processo com mais de mil anos, foi com a revolução industrial e através do fenómeno de urbanização massiva que surgiram as primeiras teorias de urbanismo do século XIX (Delfante & Isac, 2006).

A evolução das cidades modificou-se ao longo dos vários períodos históricos. Desde logo o império Persa e Egípcio se notou um maior cuidado nas áreas envolventes dos principais templos e palácios, verificando-se a construção de vias de circulação em malhas ordenadas (Delfante & Isac, 2006).

Coincidente com a antiguidade clássica, o urbanismo grego e o romano socorreram-se de muralhas e fortalezas para poder proteger convenientemente as suas cidades e populações que maioritariamente aí se instalavam. Com a construção de monumentos passou a haver também uma utilização de geometrias com quadrículas regulares (Delfante & Isac, 2006).

Os gregos foram dos primeiros a construir as suas cidades, fundaram inúmeras colónias nas proximidades do Mediterrâneo e adoptaram a, referida anteriormente, estrutura em quadrícula. Embora já utilizada em outras civilizações, a autoria deste traçado urbano tem sido atribuída a Hipódamo (Delfante & Isac, 2006).

Na Idade Média apesar de serem um pouco heterogéneas, algumas cidades tinham características comuns, como a sua forma irregular e malha adaptada ao terreno, o traçado das cidades medievais seguia um padrão radiocêntrico, com o objectivo de melhorar a defesa. O que levou a construções em colinas e sítios abruptos provocando um traçado das ruas bastante sinuoso e irregular (Delfante & Isac, 2006).

No início do século XV com o Renascimento passou a haver uma maior predominância dos traçados regulares, simetria e proporção das vias e praças. Seguiu-se assim uma quadrícula de ruas que definem uma série de quarteirões iguais que rodeiam os edifícios mais importante como a igreja ou o paço municipal (Delfante & Isac, 2006).

A transição do período renascentista para o barroco – século XVII e XVIII – é caracterizada pelo aumento da importância das cidades e da designação das principais capitais e aquelas ligadas ao comércio (Delfante & Isac, 2006).

Até ao século XIX as cidades eram de pequena dimensão, mas com a “Revolução Industrial”, veio o desenvolvimento e concentração das indústrias que provocou um grande crescimento demográfico das cidades. Como consequência, a criação de grandes bairros industriais e por extensão bairros operários iniciam o processo de suburbanização periférica que ocupa todo o tipo de espaços, incluindo jardins e espaços verdes, diminuindo as condições sanitárias. Devido a esta rápida ocupação populacional, verificou-se que imensas pessoas viviam em condições de pouca salubridade e algumas famílias ficavam alojadas em espaços vazios disponíveis dentro dos bairros antigos (Delfante & Isac, 2006).

Já no final do século XIX, verificou-se uma racionalização das vias de comunicação com a elaboração de grandes artérias e criação de grandes empreendimentos. Finalmente começou-se a dar maior atenção às condições higiénicas e as indústrias e serviços nocivos são remetidos para uma distância prudente, nos subúrbios onde se encontram alojadas a classe média e operária (Delfante & Isac, 2006).

No Modernismo, início do século XX, foram introduzidos os transportes colectivos, o que se traduziu num desenho precoce das ligações entre o centro e a periferia. Apresentaram-se também planos de expansão, como o proposto por Ildefonso Cerdá que, em 1859, relevou o Plano de Expansão de Barcelona. Este plano pretendia transformar o interior dos quarteirões em espaço público, para permitir a criação de espaços verdes (Delfante & Isac, 2006).

Arturo Soria y Mata idealizou um modelo que preconizava “urbanizar o campo e ruralizar a cidade, juntando num mesmo espaço, campo, indústria, serviços e residências”. O intuito era formar uma malha ortogonal com uma via central, promovendo o crescimento da cidade ao longo desse eixo através da facilidade de acesso entre a cidade e o campo (Delfante & Isac, 2006).

Surgiu também o conceito de Cidade-Jardim, notabilizado por Ebenezer Howard, que propunha a deslocação de uma boa parte da população para novas cidades rurais. As cidades eram rodeadas por uma cintura verde que impedia a sua expansão e delimitava o perímetro urbano. Opondo-se assim à industrialização tinha o objectivo de aproveitar as vantagens do campo e eliminar as desvantagens das grandes cidades (Delfante & Isac, 2006).

Posteriormente, em 1933, os Congressos Internacionais de Arquitectura Moderna, deram origem à Carta de Atenas baseada em quatro funções: habitar, trabalhar, circular, cultivar o corpo e espírito. Influenciada por muitas ideias de Le Corbusier, a cidade radiosa, alterou o padrão. Assente em estruturas de betão armado, a horizontalidade deu lugar à verticalidade e passou a haver uma elevada concentração de população em edifícios altos, rodeados de espaços livres (Delfante & Isac, 2006).

Nos tempos actuais, tem havido uma mistura de paradigmas, tendo sempre como premissa o aumento da qualidade de vida, verifica-se uma expansão territorial em forma de mancha de óleo, por vezes sem precaver possíveis problemas. As medidas tornam-se rapidamente obsoletas devido à crescente modernização e progressão das cidades (Delfante & Isac, 2006).

Em todo o caso, o conceito de planeamento pode ter várias interpretações e diferentes definições. A mais usual definição de planeamento pode ser entendida como um conjunto ordenado e sequencial de acções que conduza à concretização dos objectivos propostos. Pode-se considerar que é uma actividade organizada, concebida para desenvolver a melhor estratégia para conseguir solucionar os problemas existentes e as tarefas propostas (Hall, 2002).

O planeamento urbano pode então ser definido, como a actividade que tendo em conta a componente geográfica, assegura adequadamente a organização espacial e pensada que conduza a um aumento da qualidade do espaço urbano (Hall, 2002).

Todavia o planeamento urbano é também função das comunidades, da sua população, ocupação do solo, infra-estruturas económicas e finalmente pela regulamentação em vigor (Slocombe, 1993).

No planeamento territorial para se obter um desenvolvimento sustentável é necessário que se considerem três perspectivas. Perspectiva conceptual, que é dedicada ao estudo do papel do planeamento enquanto instrumento de política de ambiente e desenvolvimento sustentável. A perspectiva processual e metodológica, que abrange a integração de novos objectivos nas fases fundamentais de processo de planeamento. E, por fim, a perspectiva política e institucional, que se refere à articulação de interesses entre os diversos agentes sociais e económicos envolvidos no processo (Nogueira & Pinho, 1996).

Uma outra abordagem refere que o planeamento territorial tem que integrar princípios de sustentabilidade através da definição de objectivos, programas de longo prazo e a inter-relação entre dimensões sociais, económicas e de protecção ambiental. (Winters, 1994) Para além disso o planeamento territorial deve recorrer-se das melhores localizações para cada actividade pressupondo que possa haver um crescimento continuado (Redclift, 1999).

Nesse sentido, face ao expectável crescimento demográfico e urbano das cidades, o planeamento urbano deve promover a construção sustentável e evitar ou reduzir impactes ambientais. Atendendo que há limites de desenvolvimento que se podem tornar insustentáveis, é também relevante que a regulamentação possa restringir medidas que possam no futuro ser prejudiciais (Marshall, 1992).

Neste contexto, o planeamento tradicional deve incluir medidas articuladas entre o desenvolvimento e o ambiente, sem descorar ainda as preocupações sociais. Para assim possibilitar que as questões ambientais sejam tratadas como condicionantes para garantir a eficácia do processo (Blowers, 1993).

Outro aspecto relevante é que o planeamento territorial pode promover o desenvolvimento sustentável. Para isso é necessário que haja uma adequada coordenação dos diferentes agentes políticos, sociais e económicos no sentido de dar uma maior celeridade processual com o objectivo de potenciar mais-valias para as comunidades abrangidas pelas acções de planeamento (Miguel Amado, 2002).

Em Portugal

Todas as cidades são diferentes e têm especificidades que as caracterizam. O desenvolvimento do planeamento das cidades portuguesas data do início do século XIX, contemporâneo da revolução industrial. A partir daí a criação de zonas industriais e alojamento incrementou o consumo intensivo dos recursos naturais (Miguel Amado, 2002).

Casos como os de Lisboa, Porto, entre outros, tiveram um “processo de transformação exageradamente rápido que levou a que ocorresse um processo urbano que daria lugar a uma espécie de segregação espacial e social entre os diferentes níveis de qualificação operária”. Este crescimento fez com que houvesse uma migração do interior do país para estas zonas industriais (Rodolfo, 2002).

Nesta altura as cidades evoluíam “anarquicamente”, já na década de 90 com os apoios comunitários da CEE (Comunidade Económica Europeia), os municípios criaram os planos municipais de ordenamento do território (PMOT). Mas para além de terem por base uma cartografia desactualizada foram ainda executados num muito curto espaço de tempo o que conduziu a planos desajustados da realidade e sem preocupações do foro ambiental e da sustentabilidade (Miguel Amado, 2002).

Posteriormente criaram-se os primeiros quadros legais, a saber, Plano Director Municipal (PDM), Plano de Urbanização (PU), Plano de Pormenor (PP), elementos necessários para o desenho e implementação da estratégia de acção local (Virtudes, 1999).

Estes planos estão inseridos num sistema de gestão territorial que por sua vez se organiza em três âmbitos distintos, são eles: nacional, regional e municipal (Virtudes, 1999).

Relativamente ao âmbito nacional, é constituído pelo Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT) e pelos Planos Sectoriais de Incidência Territorial (PS). Os Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) inserem-se no âmbito regional. Por fim o âmbito municipal é regulado por Planos Intermunicipais de Ordenamento do Território (PIMOT) e por Planos Municipais de Ordenamento do Território (PDM; PU; PP) (Virtudes, 1999).

Apesar de todo este enquadramento legal, houve muita construção desregulamentada e que actualmente não configura o desenho arquitectónico ideal. Casos como os de ruas, quarteirões e até mesmo edifícios antigos estão a condicionar o urbanismo das cidades contemporâneas (Virtudes, 1999).

2.2. Planeamento urbano

As cidades podem desempenhar um importante papel na aplicação de soluções sustentáveis, uma vez que é nas cidades onde é consumida a maior parte da energia mundial. Espera-se que os urbanistas aprendam a identificar as oportunidades políticas para reduzir o consumo energético e explorar melhor a sua capacidade de gerar energia.

Ao nível local, as políticas destinadas a garantir um abastecimento energético sustentável são aparentemente mais fáceis de implementar. Todavia os impactes das políticas nacionais e regionais também devem ser considerados pois têm implicações nas cidades. Desse modo, as políticas energéticas devem procurar uma coordenação que suplante as necessidades nacionais, regionais e locais. Importantes áreas como, o planeamento urbano, eficiência energética dos edifícios, produção de energia, e políticas de transporte e distribuição devem contribuir todas para o mesmo fim.

Os impactes desses domínios de intervenção devem ser analisados pois todos estão interligados, por exemplo, a ligação entre as políticas energéticas e a gestão de resíduos e água muitas vezes negligenciada, posiciona-se como uma das áreas de maior relevância.

O planeamento urbano é um vector deveras importante na política energética, uma vez que o zonamento das zonas residenciais, industriais e todo desenho urbano influencia em grande parte as necessidades de aquecimento/arrefecimento das cidades.

Outro bom exemplo é o sector dos transportes que por ser outro grande consumidor energético, precisa de melhorar a sua eficiência. Políticas de encorajamento à aquisição de veículos eficientes ou de promoção aos transportes públicos eficientes devem ser previstas. Sempre que possível é crucial que se invista em infra-estruturas que visem o transporte não poluente, como é o caso de ciclovias e pistas reservadas a peões. Estas políticas não só reduzem o consumo energético e as emissões de gases, como melhoram substancialmente a qualidade do ar local e ruído nas cidades. Tal como reduzir as distâncias entre os postos de trabalho, zonas comerciais e áreas residenciais melhorará a qualidade de vida da população. Aglomerar estas zonas aumenta a eficiência energética da cidade, visto que se economiza energia devido à redução efectiva das distâncias percorridas pelos moradores das cidades.

Em relação à distribuição de energia, os políticos devem considerar as redes inteligentes, por proporcionarem melhor resposta à procura energética, à eficiência energética, à integração de recursos renováveis e permitirem serviços de recarga de veículos eléctricos. Além disso estas redes suavizam os picos de consumo e gerem melhor o consumo energético.

Para se conseguir uma implementação eficaz das medidas adequadas é necessário haver uma consciencialização global da população. Desse modo, é essencial que os edifícios públicos sejam eficientes em termos energéticos e que recorram à utilização de energias renováveis para poderem dar o exemplo dessa política e promoverem a sustentabilidade.

Pode-se afirmar que um bom planeamento urbano é influenciado não só pela localização dos edifícios e suas características (clima, radiação solar, morfologia da malha urbana, entre outros), como pelos transportes, fornecimento de energia, gestão de resíduos e água. Não se deve centrar a questão apenas na tecnologia mas sim ter uma visão mais ampla do problema. Soluções urbanas ajardinadas podem também aumentar a qualidade de vida e possibilitar o arrefecimento das cidades ao reduzir o fenómeno da ilha de calor e aumentar as áreas permeáveis das cidades. Visto que as políticas nacionais far-se-ão sentir primeiramente nas áreas locais, as cidades apresentam-se como factor mais influente na solução da ineficiência. Para isso é necessário que haja uma adequada priorização e coordenação entre as várias políticas nacionais.

Amado refere que há inúmeras condicionantes no que ao planeamento urbano diz respeito. A geomorfologia, a radiação solar e a orientação das encostas, as espécies arbóreas, o vento, a estrutura da rede viária, os espaços públicos, a morfologia da malha urbana e a mobilidade, são algumas das considerações a ter em conta na proposta do desenho urbano (Miguel Amado, 2002).

Segue-se, agora, uma descrição de algumas dessas condicionantes (Miguel Amado, 2002):

Geomorfologia

A influência que a envolvente construída ou natural pode vir a ter numa nova área urbana é considerável em função das características da malha urbana. Por exemplo no caso de haver uma grande densidade urbana e volumetria, as trocas energéticas entre construção e envolvente são menores. Isto traduz-se numa estabilização da temperatura e redução da ventilação provocada pela obstrução que os edifícios provocam à radiação solar directa e ao vento.

Radiação solar

Um dos factores mais importantes a retirar da análise ambiental é sem dúvida a radiação solar, uma vez que tem imensa influência nos consumos energéticos e no conforto da habitação e espaços urbanos. Nessa medida condiciona a selecção da orientação dos edifícios e espaços livres bem como a disposição interior e definição da zona de implantação dos espaços públicos.

Espécies arbóreas e vegetação

A vegetação e espécies arbóreas têm vantagens consideráveis a saber: permitem controlar a humidade relativa e a qualidade do ar, promovem o conforto ambiental e social, constituem-se como barreiras de protecção aos ventos frios e simultaneamente direccionam as correntes de ar para as orientações estudadas. Caracterizam-se ainda por fazerem o controlo da insolação e da capacidade de sombreamento aos espaços exteriores.

A protecção do ruído é outro dos aspectos que os elementos arbóreos proporcionam, facto indispensável quando se pretende a criação de ambientes calmos, zonas de convívio e descanso.

Estrutura da rede viária e espaços públicos

A estrutura da rede viária é um dos elementos principais da organização e configuração de uma zona urbana, no geral a sua definição deve ser condicionada pela topografia, ventos predominantes, orientação e incidência solar.

Relativamente aos espaços públicos (parques, jardins, praças, entre outros) consoante as suas características intrínsecas constituem-se como principais condicionantes a dimensão, a forma, localização, orientação solar, tipo de solo e vegetação. No geral são similares às condicionantes dos aspectos da geomorfologia.

Morfologia da malha urbana

A morfologia da malha urbana pode condicionar os resultados energéticos gerados pela radiação solar, o aproveitamento dos ventos predominantes e protecção da chuva, mas também influenciar a estrutura da rede viária e da rede de espaços verdes.

A malha geométrica a adoptar deverá ter em consideração formas e superfícies adaptáveis à estrutura viária de modo a garantir a maior exposição a Sul no sentido de proporcionar uma arquitectura solar passiva que permita uma redução dos consumos energéticos.

A densidade da malha urbana tem ainda como condicionante o aproveitamento máximo dos solos envolvidos, sempre tendo em consideração as futuras populações.

Finalmente importa referir que, não só a morfologia como as outras condicionantes, estão previamente condicionadas pela legislação e regulamentação vigente, em especial nos Planos Municipais de Ordenamento do Território.

2.3. Conceito actual de planeamento urbano

O Planeamento Regional e Urbano (PRU) é uma actividade que surgiu apenas em meados do século XX. Ainda hoje não é vista enquanto ciência, em parte por na sua prática agregar um vasto conjunto de saberes, possibilitando que o seu desenvolvimento seja executado por profissionais de diversas origens e competências. O PRU pretende pela sua acção conhecer e compreender os fenómenos e as dinâmicas de ocupação do território promovendo soluções de eficiência para as actividades humanas no território. Não possui uma teoria única e/ou consensual, em parte devido aos problemas com que lida – homem, ambiente, actividades humanas – mas também devido ao seu eclectismo e todas as ciências e disciplinas que o suportam (Miguel Amado, 2015).

O PRU tem como propósito contribuir para que o modelo de ordenamento do território assegure as condições para o desenvolvimento das actividades humanas num contexto de harmonia e dentro da capacidade de suporte ambiental no território (Miguel Amado, 2015).

Permite ainda facilitar a relação entre as actividades programadas para um dado território e as consequências geradas por essas actividades no meio (Miguel Amado, 2015).

Há várias opiniões sobre o conceito de planear mas, é relativamente unânime, que se pode definir o planeamento como uma ferramenta para promover e gerir a mudança com uma abordagem espacial. Esta tarefa procura trazer benefícios para a sociedade, aumentando a qualidade de vida sem prejuízo do meio ambiente.

Todavia o planeamento urbano é muito diversificado e depende de cidade para cidade e das suas variadas condicionantes intrínsecas à sua localização.

No processo de urbanização há inúmeros problemas que o planeamento tenta dar resposta. Questões de acessibilidade, articulação de diferentes modos de transporte, congestionamento, estacionamento à superfície, no geral a densificação do uso do espaço. E, com a constante evolução ao longo do tempo, é também importante solucionar as transformações de áreas rurais em urbanas.

Neste contexto, a integração da dimensão energética no planeamento urbano é um imperativo de qualquer política de Desenvolvimento Sustentável. O planeamento e a gestão urbana deviam ter também como objectivo promover o aumento de emprego, combater a exclusão social e promover a

vida cultural, manter as estradas e os cursos de água limpos e reduzir as emissões poluentes, e melhorar a competitividade empresarial maximizando a eficiência dos transportes e de outras infra-estruturas (Curwell, Deakin, & Symes, 2005).

De uma forma geral, uma ferramenta de planeamento energético urbano deverá ser de apoio à decisão criteriosa, uma vez que dada a complexidade e especificidades das cidades não existe apenas uma solução para cada problema. É assim necessário que haja uma certa flexibilidade, para adequar as medidas às particularidades de cada cidade (Castanheira, 2002).

Exemplo disso é o sector dos transportes que, se houver um sistema de transportes públicos eficaz, passa a diminuir a utilização do transporte individual. O planeamento territorial urbano acarreta consequências directas no futuro consumo energético, dessa maneira, deve-se alinhar o planeamento territorial com os serviços de transporte e desencorajar a utilização do veículo privado ou encorajar o transporte não-motorizado (Castanheira, 2002).

2.4. O conceito de desenvolvimento e construção sustentável

A temática do Desenvolvimento Sustentável surgiu na segunda metade do século XX, quando o Homem começou a tomar consciência dos seus actos ao longo da história mais recente, que se têm vindo a mostrar catastróficos para o planeta e para os seres que nele habitam. Comportamentos esses, relacionados maioritariamente com a exploração de energias não renováveis como o carvão ou os produtos petrolíferos, que anteriormente se pensavam ser inesgotáveis e que actualmente são o principal motor da economia mundial.

Este conceito surge numa altura em que se passa a haver uma maior consciencialização da insustentabilidade do mundo e da necessidade de alertar e sensibilizar as pessoas para o consumo excessivo dos recursos naturais e para o aumento progressivo da poluição.

Esta realidade levou a que ultimamente se tenham feito investigações e estudos com vista a criar soluções energéticas alternativas que sejam inofensivas para o meio ambiente.

A utilização alargada do conceito de Desenvolvimento Sustentável teve como ponto de partida as duas conferências das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento, em que em ambas, foi reconhecida a necessidade de ser adoptada nova estratégia de desenvolvimento tanto a nível global como local. Foi então elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o "Relatório de *Brundtland*", definindo o significado de "Desenvolvimento Sustentável". Este relatório defendia que "Desenvolvimento Sustentável é desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades". Posteriormente, em Junho de 1992, no âmbito da Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro sobre "Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano", foi elaborado um documento denominado "Agenda 21" com a intenção de globalizar o conceito de Desenvolvimento Sustentável, e desse modo recomendar alterações estratégicas desta temática em todos os 170 países envolvidos na cimeira. Poder-se-á afirmar que este documento foi o intermediário entre o "Desenvolvimento

Sustentável” e o sector da construção, resultando daí o termo “Construção Sustentável” (CIB, 1999). A importância deste documento torna-se ainda mais evidente quando analisados os valores da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e da *United Nations Environment Programme* (UNEP) relativos ao consumo de recursos, estes estimam que “o parque edificado em cada país é responsável por aproximadamente 40% de energia consumida, 30% dos recursos naturais utilizados, 20% de água gasta e 10% de solo usado” (Holden, Linnerud, & Banister, 2014).

Os princípios do Relatório de *Brundtland* basearam-se nas vertentes económica, social e ambiental, fundamental para a mudança de atitude dos governantes. Estes princípios procuram alcançar uma construção mais sustentável com recursos a medidas que visam “a diminuição da utilização dos recursos naturais e a maximização da reciclagem e reutilização” e promover a eficiência (Holden et al., 2014).

Outra condicionante que deve ter-se em conta é a ocupação dos solos. Devido à expansão da população para edifícios novos e do abandono dos edifícios antigos, a utilização eficiente dos solos tem sido comprometida. É por essa razão que é fundamental o prolongamento da vida útil dos edifícios com recurso a actividades de reabilitação para mitigar esse efeito.

Na medida em que o sector da construção desempenha um papel preponderante na economia nacional, não só pelos investimentos que estimula como pela contribuição para o PIB e quantidade de indústrias que influencia constata-se que o sector contribui imensamente para a poluição do meio ambiente. Para evitar este fenómeno reconhece-se às energias renováveis garantia de viabilidade.

Perante esta realidade, é necessário alterar mentalidades e seguir o caminho da construção sustentável com os seguintes objectivos (M. Amado, Pinto, Alcacafe, & Ramalhete, 2015):

- Aumentar o ciclo de vida dos edifícios;
- Reduzir o consumo de recursos;
- Reutilizar os recursos sempre que possível;
- Reciclar materiais em fim de vida do edifício e utilizar recursos recicláveis;
- Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as actividades;
- Eliminar materiais tóxicos e subprodutos.

Neste contexto, (Mateus, 2004) elaborou uma lista de prioridades que se podem considerar como os pilares da construção sustentável:

1. Economizar energia e água
2. Melhorar o conforto interior dos edifícios
3. Maximizar a durabilidade dos edifícios
4. Planear a conservação e a manutenção dos edifícios
5. Utilizar materiais eco-eficientes
6. Apresentar baixa massa de construção

7. Minimizar a produção de resíduos
8. Ser económica
9. Assegurar a higiene e segurança em obra

Ou seja, a sustentabilidade na construção dos edifícios é transversal às fases de projecto, construção e manutenção.

Por conseguinte na fase de projecto e construção os projectistas devem procurar alcançar os seguintes objectivos (M. Amado et al., 2015):

- Localização sustentável

Se possível deve ser escolhida uma zona de implantação que já possua instalações prediais e acessos. O edifício deve ser adaptado à topografia local para minimizar a movimentação de terras.

- Eficiência no uso da água

No sentido de promover o menor gasto de água possível, os projectistas devem adoptar tecnologias de tratamento e reutilização das águas cinzentas do edifício, bem como sistemas de recolha de águas pluviais para posterior utilização. A preferência por equipamentos mais eficientes e a redução das áreas impermeáveis na envolvente do edifício também devem ser consideradas, de modo a permitir a penetração de água no solo e reduzir ao máximo o escoamento de águas.

- Eficiência energética

As soluções construtivas da habitação devem potenciar a eficiência energética em conjunto com a escolha de electrodomésticos com baixo consumo energético. Deve igualmente dar-se relevância à orientação solar do edifício no sentido de aproveitar os ganhos solares e ainda recorrer a energias renováveis.

- Selecção de materiais e preservação de recursos

Seleccionar materiais de construção com base nos seguintes critérios:

- Não possuírem químicos nocivos à camada do ozono e que possam prejudicar a saúde dos ocupantes;
- Serem duráveis;
- Terem um potencial elevado de reutilização e/ou reciclagem;
- Exigirem poucas operações de manutenção;
- Serem provenientes de matérias recicladas;
- Terem pouca energia incorporada¹;

¹ Energia utilizada durante a fase de construção dos edifícios. É a energia contida em todos os materiais utilizados nos edifícios e nas suas instalações técnicas, bem como toda a energia consumida durante a construção e renovação dos edifícios. A energia contida nos materiais inclui a energia necessária para a extracção das matérias-primas, na sua produção e transporte até à obra (Ramesh, Prakash, & Shukla, 2010).

- Encontrarem-se disponíveis nas proximidades do local de construção ou serem produzidos na região.

- Conforto higrotérmico

O conforto no interior dos edifícios varia consoante a localização geográfica e os ocupantes. E depende claro da sensação de cada pessoa – inquantificável – mas também da temperatura, nível de iluminação natural, qualidade do ar, nível de ruído e humidade do ar.

Relativamente ao desenvolvimento urbano sustentável, o estudo do Desenvolvimento Sustentável tem de ser efectuado a diferentes escalas. Não só ao nível do edifício mas também à escala da zona urbana. O que deve implicar condicionantes ao nível da gestão urbanística, do planeamento urbano e inclusive com o ordenamento do território.

Em Portugal, foi elaborada a Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável, que identificou as seguintes condicionantes (Torgal & Jalali, 2010):

- Ineficácia na gestão dos resíduos;
- Património natural e biodiversidade em risco;
- Deficiente gestão dos recursos hídricos;
- Forte dependência energética;
- Elevados níveis de emissão de gases responsáveis pelos efeitos de estufa (GEE).

No seguimento dos princípios da sustentabilidade surgiram os edifícios com necessidades quase nulas de energia, os chamados *Net-Zero Energy Building*, que visam produzir energia para seu próprio consumo de forma menos poluente. As condicionantes que afectam este tipo de edifício são variadas, desde logo, na fase de projecto é necessário considerar factores como a orientação solar, as características locais e as soluções construtivas a adoptar (vãos envidraçados, materiais, paredes, pavimentos, coberturas, entre outros). Para que um edifício possa ser designado de balanço energético nulo tem que de satisfazer alguns requisitos, tais como (Ascenso, 2014):

- A utilização de energia renovável e/ou energia de fontes alternativas;
- A adopção de materiais de baixo impacto ambiental, duráveis e, consequentemente com menores exigências ao nível da manutenção;
- Definir o seu dimensionamento com base na sua auto-suficiência;
- Gerar uma produção anual de energia superior ou igual à consumida.

Neste contexto, apresenta-se o estudo realizado pela Ecorys² em conjunto com o CEDRU³ em que o foco incide na implementação do desenvolvimento urbano em Portugal, mais especificamente na forma como o desenvolvimento urbano é planeado, coordenado e implementado (ECORYS & CEDRU).

² Empresa internacional de consultoria e gestão

³ Centro de Estudos e Desenvolvimento Regional e Urbano

O estudo elege 8 factores críticos para o sucesso e explica a razão desses factores serem importantes. Sugere ainda medidas políticas possíveis de dar resposta às necessidades.

1. Priorização de acções de desenvolvimento urbano

Importa dar resposta aos crescentes desafios económicos num enquadramento de austeridade. Há necessidade de definir uma série de políticas nacionais para priorizar as temáticas a investir e quais as cidades a que se dirige o financiamento. Deve-se dispor de tempo suficiente de preparação e planeamento das intervenções.

Relativamente às possíveis respostas políticas:

- Fortalecer os processos financeiros e dos recursos humanos dentro das organizações de desenvolvimento urbano;
- Desenvolver critérios rigorosos para facilitar a selecção dos projectos;
- Desenvolver bases de evidências robustas, que pormenorizem os desafios socioeconómicos, para ajudar o processo de priorização.

2. Integração do ordenamento do território com outras temáticas do desenvolvimento urbano

Devido ao forte enfoque histórico dos programas de desenvolvimento urbano portugueses em projectos físicos, é expectável que abordagens mais integradas que juntem uma série de temáticas possam gerar impactes sociais mais fortes.

Medidas políticas a tomar:

- Fortalecer os vínculos entre os projectos físicos e outras temáticas para garantir que os benefícios se estendem às comunidades locais;
- Desenvolver métodos práticos para envolver as comunidades e as empresas no planeamento e na implementação dos programas/projectos.

3. A importância do planeamento estratégico ao nível da cidade

Os municípios têm, actualmente, um elevado número de planos que não articulam conjuntamente as várias temáticas do desenvolvimento urbano. Há necessidade de dispor de estratégias integradas únicas, a funcionar como um enquadramento à implementação de abordagens integradas de desenvolvimento urbano, em oposição ao desenvolvimento de novos planos.

Respostas possíveis políticas:

- Incentivar o desenvolvimento de planos estratégicos ao nível da cidade;
- Desenvolver à escala da cidade parcerias integradas para prosseguir com o planeamento estratégico;
- Assegurar que os planos integrados são monitorizados e avaliados.

4. Conhecimento e competências dos indivíduos e organizações envolvidos no desenvolvimento urbano

A escala de desafios económicos e as restrições de financiamento tornam necessário que os profissionais possam trabalhar numa série de temáticas e trabalhar com um leque diversificado de organizações. Partilha de boas práticas poderia representar uma importante ferramenta de desenvolvimento do conhecimento. A avaliação é um importante instrumento de produção de conhecimento de aprendizagem colectiva.

Possíveis respostas políticas:

- Implementar um programa nacional abrangente de capacitação para os profissionais do desenvolvimento urbano;
- Criar redes nacionais/regionais para partilha de boas práticas;
- Participar em redes europeias de desenvolvimento urbano;

5. Flexibilidade no financiamento do desenvolvimento urbano

As medidas de austeridade vão limitar a disponibilidade de financiamento público para o desenvolvimento urbano, enquanto que as condições económicas podem restringir a capacidade do sector privado para financiar os programas. A necessidade de aumentar o conhecimento da existência de programas de financiamento como o JESSICA⁴ e o FEDER⁵.

Possíveis respostas políticas:

- Realizar eventos em cidades portuguesas para divulgar e sensibilizar para o JESSICA;
- Estabelecer fóruns ao nível da cidade para permitir ao sector público e privado contacto com promotores e bancos;
- Explorar a integração do apoio financeiro a projectos de desenvolvimento físico com o apoio financeiro às PME;
- Alocar fundos FEDER em projectos, numa escala temporal decrescente.

6. Abordagens robustas das parceiras para o desenvolvimento urbano

A necessidade de aumentar o envolvimento da comunidade e do sector privado ao longo da vida do projecto. Aumentar a velocidade dos processos de decisão em parceria. Ênfase na função das parcerias, em vez de estruturas legais.

Possíveis respostas políticas:

- Incorporar requisitos de trabalho entre várias entidades nos processos de avaliação das candidaturas ao FEDER;
- Desenvolver parcerias à escala urbana para supervisionar o planeamento estratégico, com uma forte liderança da administração local;

⁴ JESSICA – *Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*

⁵ FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

- Ter como condição de financiamento das operações urbanas estas serem implementadas por parcerias locais.

7. A importância de abordagens *bottom-up* flexíveis no desenvolvimento urbano

As abordagens *top-down* não reflectem os desafios socioeconómicos específicos das cidades e dos seus espaços urbanos. Alguns desafios de desenvolvimento urbano resolvem-se melhor ao nível de bairro. No entanto, existem outros que se resolvem de forma eficaz a um nível municipal.

Possíveis respostas de políticas:

- Desenvolver e incorporar uma cultura de abordagem *bottom-up* para as acções financiadas pelo FEDER;
- Desenvolver um guia de boas práticas para os chefes de projecto FEDER para a implementação efectiva de abordagens de base local para o desenvolvimento urbano.
- Incentivar as redes de pequenas áreas urbanas a apresentar propostas conjuntas para enfrentar desafios comuns.

8. Envolvimento bem-sucedido do sector privado durante todas as fases dos programas de desenvolvimento urbano

O sector privado é uma das principais fontes de informação no desenvolvimento de uma base de evidências abrangente sobre os desafios socioeconómicos que afectam uma área urbana. Os privados serão uma fonte importante de financiamento para futuros programas de desenvolvimento urbano e terão um papel fundamental a desempenhar na coordenação da implementação de projectos para garantir que as acções respondem com sucesso às exigências do mercado.

Possíveis respostas políticas (ECORYS & CEDRU):

- Desenvolver fóruns ao nível municipal para assegurar que as organizações públicas e privadas estão em contacto regular, tanto em relação aos projectos de desenvolvimento urbano planeados como aos projectos em andamento;
- Assegurar que os processos de avaliação das candidaturas ao FEDER coloquem um maior ênfase em assegurar que as propostas contemplam uma ampla variedade de temáticas e que existem ligações entre a regeneração física e outras acções para aumentar a competitividade económica;
- Assegurar que os processos de avaliação das candidaturas ao FEDER incentivam um maior nível de projectos focados directamente no aumento da competitividade económica de uma localidade;
- Assegurar que as candidaturas ao FEDER contêm um compromisso explícito dos *stakeholders* do sector privado, quer no que respeita a financiar projectos, quer como parceiros na implementação dos projectos;

- Deverão ser alterados os critérios de elegibilidade do FEDER, ao nível Europeu passando a incluir a reabilitação dos edifícios de propriedade privada;
- Novos programas de regeneração deverão ser promovidos junto do sector privado, bem como o apoio disponibilizado às entidades privadas, para garantir a sua participação.

2.5. Planeamento urbano sustentável

O processo de planeamento urbano deve-se orientar por estratégias que visem a promoção da melhoria da qualidade de vida das populações tendo como principal premissa a sustentabilidade.

Na sua maioria, os centros urbanos, revelam uma preponderância das relações económicas face às sociais e ambientais, o que se pode verificar pelos movimentos pendulares das populações e pelo fenómeno da expansão urbana. Porém, a viabilidade do desenvolvimento económico ficará comprometida se não se apostar também no desenvolvimento das vertentes sociais e ambientais para que haja um equilíbrio do quadro de desenvolvimento global que se pretende sustentável (Miguel Amado, 2002).

O uso negligente do solo tem sido uma questão importante que deve ser melhorada com soluções inovadoras e que não comprometam as gerações futuras. Devem-se portanto tomar medidas reversíveis, no caso de não terem o efeito desejado.

Tem-se notado alguma desarticulação entre a necessidade de melhorias ambientais e planeamento urbano. Um dos factores mais condicionantes é a necessidade de as intervenções sobre o território não comprometam as expectativas das gerações futuras, e em paralelo, possam garantir a gestão sustentada dos recursos naturais (Miguel Amado, 2002).

Para conseguir fazer cumprir esses objectivos de Desenvolvimento Sustentável é essencial que o processo de planeamento possua uma estrutura simples, objectiva e de fácil aplicabilidade. Obviamente que esse processo deverá possibilitar a obtenção de ganhos quantificáveis nas várias áreas de acção, de modo a assegurar a satisfação do maior número de objectivos estratégicos de sustentabilidade (Charter, 1994).

Em seguida enumeram-se os mais importantes princípios de sustentabilidade (Miguel Amado, 2002):

1. Uso sustentável dos recursos naturais;
2. Redução de consumos e desperdícios;
3. Preservação da diversidade natural, económica e cultural numa relação justa;
4. Promoção da economia e dinamização da utilização de energias renováveis;
5. Envolvimento da população local no processo;
6. Divulgação e informação do desenvolvimento previsto e verificado ao longo do processo.

Para que haja uma correcta articulação do processo, é necessário que sejam implementadas metas e medidas a cumprir (Miguel Amado, 2002):

- Definição dos objectivos estratégicos da intervenção;
- Definição da situação de referência nos campos: ambiental, económico, social e urbanístico;
- Motivação à participação da população e dos agentes dinamizadores locais;
- Assegurar o equilíbrio entre diferentes sectores e grupos sociais;
- Promoção de novos tipos de mobilidade;
- Motivação à modernização dos sectores de actividade;
- Motivação à poupança de energia e à utilização de soluções com recurso a energias renováveis;
- Promoção de padrões de qualidade estética e urbanística elevada.

A listagem apresentada é susceptível de sofrer alterações para uma maior adequabilidade a cada caso em concreto (Miguel Amado, 2002).

Por fim, o processo de planeamento urbano sustentável, apresenta uma estrutura de concepção dividida em 4 etapas (Quadro 2.1) que devem ser adequadas em função do nível ambiental, económico e social mas também mais especificamente do problema a resolver e seus propósitos (Miguel Amado, 2002).

Quadro 2.1 – Etapas do processo de planeamento urbano
Adaptado de (Miguel Amado, 2002)

Objectivo da intervenção	Definição de objectivos e acções estratégicas em conjunto com a população
Situação de referência	Análise ambiental Análise económica Análise social e urbanística Condicionantes e potencialidades Definição de critérios específicos
Concepção	Cadastro fundiário Condicionantes Estratégias e factores de sustentabilidade Localização de equipamentos e espaços livres Traçado de vias Implantação de lotes Elaboração da proposta Avaliação
Implementação	Fichas de implementação

Esta proposta referida por Miguel Amado, tem em vista a criação de um instrumento operacional de apoio à promoção dos princípios do Desenvolvimento Sustentável através do planeamento urbano.

Uma das medidas que se afigura relevante é a possibilidade efectiva de participação e acompanhamento do evoluir dos trabalhos por parte da população, no sentido de prevenir a ocorrência de possíveis conflitos de interesse.

Este planeamento vem ainda reforçar a ideia que todas as decisões tomadas neste âmbito requerem especial cuidado com as condições e situação que as gerações futuras herdarão no futuro.

2.6. Planeamento urbano como estratégia de eficiência energética

A eficiência energética de um edifício pode ser bastante incrementada com o planeamento urbano, mas mais especificamente, com o planeamento urbano bioclimático, na medida em que promove os princípios do Desenvolvimento Sustentável. Nomeadamente no que se refere ao aproveitamento das características locais e condições climáticas (M. Amado et al., 2015).

Este planeamento desenvolve-se durante a fase de projecto/concepção e é suportado pelos seguintes factores (M. Amado et al., 2015):

- Uso do edifício;
- Definição do tipo de habitação;
- Ventilação Natural (orientação favorável e ventos predominantes);
- Sombreamento;
- Aproveitamento da radiação solar (orientação favorável);
- Disposição dos vãos nas fachadas;
- Forma e a orientação das coberturas;
- Materiais a utilizar e suas resistências térmicas;
- Cores a utilizar.

O aproveitamento das características biofísicas locais e consequente elaboração de um desenho solar passivo em consonância, incrementa em grande medida o conforto térmico dos habitantes do edifício. Como o objectivo é melhorar a eficiência energética, a opção por soluções passivas é uma excelente via, uma vez que, se bem dimensionadas, deixa de ser necessário recorrer a soluções mecânicas para aquecimento, arrefecimento e ventilação. De facto, esta solução para além de originar vantagens económicas, ainda se mostra uma solução benéfica ao nível ambiental (M. Amado et al., 2015).

Inicialmente deve fazer-se um levantamento dos factores bioclimáticos do local, nomeadamente a exposição solar, os ventos predominantes, a vegetação e o comportamento térmico para posteriormente dimensionar adequadamente a disposição espacial do edifício, bem como das fachadas e áreas envidraçadas (M. Amado et al., 2015).

Os sistemas construtivos podem-se dividir em sistemas passivos e sistemas activos, mas buscam o mesmo objectivo que é melhorar o conforto no interior do edifício evitando recursos a equipamentos de climatização (M. Amado et al., 2015).

Os sistemas passivos são associados aos dispositivos integrados nos edifícios com o objectivo de contribuir para o aquecimento, arrefecimento e ventilação natural. Relativamente aos sistemas activos, são aqueles que recorrem a energias renováveis, onde a energia captada é transformada em energia eléctrica e térmica, complementadas com a instalação de equipamentos eficientes que conduzam a uma redução dos gastos energéticos (Rocheta & Farinha, 2007), (Gonçalves & Graça, 2004).

Neste contexto, os sistemas bioclimáticos (Figura 2.1) são “um conjunto de regras ou medidas de carácter geral destinadas a influenciarem a forma do edifício bem como os seus processos, sistemas e componentes construtivos. As estratégias a adoptar num determinado edifício ou projecto deverão ser seleccionadas tendo em atenção a especificidade climática do local, função do edifício e consequentemente, modo de ocupação e operação do mesmo, com o objectivo de promoverem um bom desempenho em termos de adaptação ao clima” (Gonçalves & Graça, 2004).

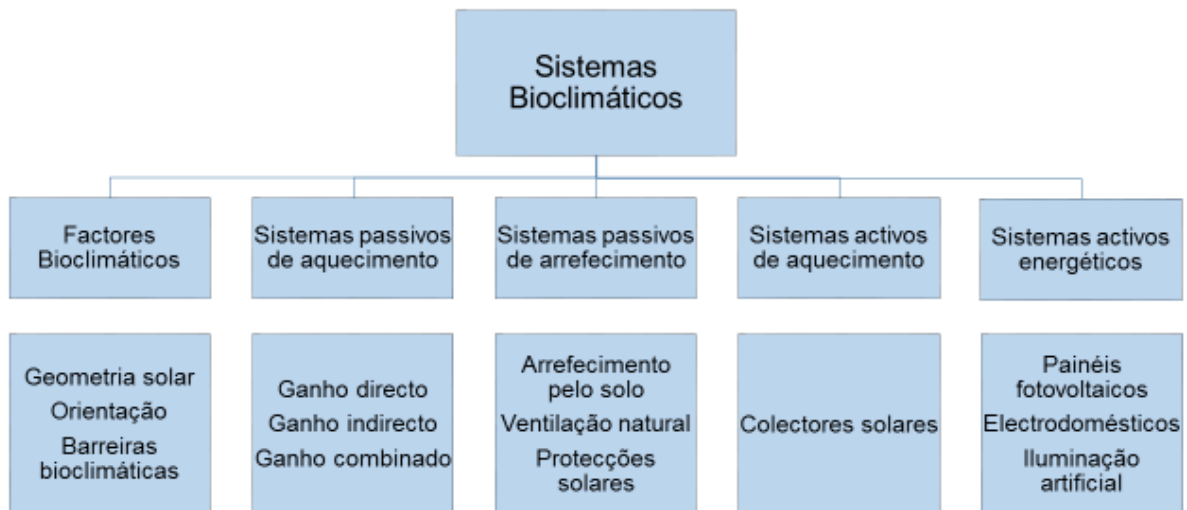


Figura 2.1 – Sistemas bioclimáticos
Adaptado de (M. Amado et al., 2015)

2.6.1. Factores bioclimáticos

Importa estudar os factores bioclimáticos – geometria solar, orientação, barreiras bioclimáticas – no sentido de perceber em que medida influenciam o projecto do edifício e contribuem para o conforto higrotérmico. Como é o caso da escolha do local e zona de implantação do edifício face à exposição solar uma vez que condiciona os ganhos solares e as soluções a adoptar no Verão (arrefecimento) e no Inverno (aquecimento).

Outras condicionantes igualmente a ter em conta são as temperaturas exteriores e a exposição aos ventos predominantes, pois desempenham um papel importante nos ganhos/perdas de calor e em termos de ventilação natural (M. Amado et al., 2015).

Geometria solar e orientação

A orientação do edifício deve ser efectuada de maneira a potenciar o maior aproveitamento solar. Em Portugal, a orientação a Sul é a que mais otimiza os ganhos solares. Nesse caso, as fachadas com maiores áreas envidraçadas devem estar orientadas nessa direcção para potenciar os ganhos energéticos, já que no Inverno se pretende aproveitar o máximo da incidência solar por forma a aumentar a temperatura interior (Tirone & Nunes, 2007).

Por outro lado, o dimensionamento das áreas envidraçadas requer atenção, uma vez que no Verão o excesso de incidência solar pode vir a provocar desconforto térmico, o que levaria a um gasto energético em equipamentos para arrefecimento. Como alternativa pode-se facilmente optar por implementar mecanismos de sombreamento (M. Amado et al., 2015).

Pode-se observar na Figura 2.2 a correcta orientação dos edifícios nas duas situações (Verão e Inverno) face às condições solares para o hemisfério Norte.

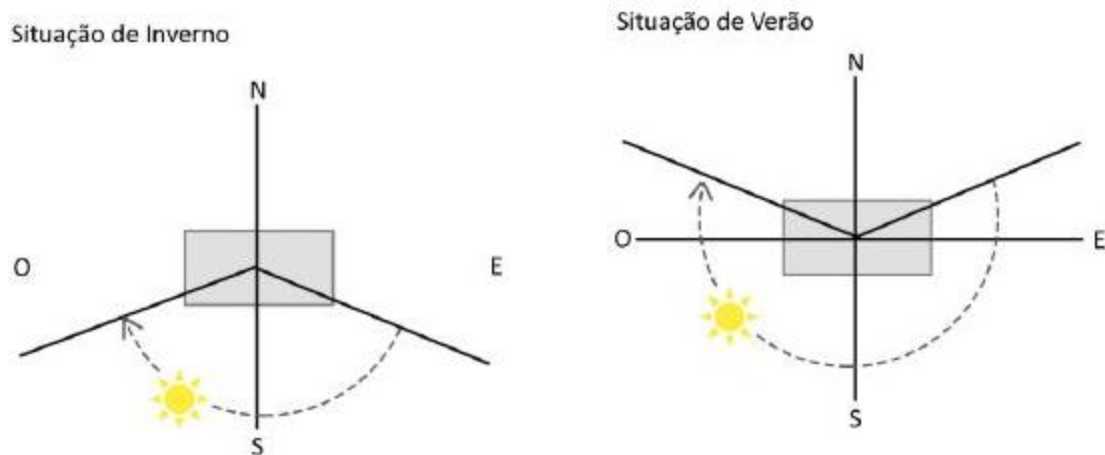


Figura 2.2 – Correcta orientação dos edifícios
(M. Amado et al., 2015)

Neste contexto, é relevante que se analise detalhadamente a organização espacial dos edifícios consoante a orientação solar.

Nesse sentido uma solução possível para a disposição interior, seria por exemplo, as zonas de permanência (salas de estar, quartos, cozinhas, escritórios) se situarem com orientação Sul, Sudeste e Este. No que se refere às zonas de serviço como instalações sanitárias, arrecadações, garagens, entre outros, considera-se que se encontrem orientadas nos quadrantes com menos ganhos solares: Noroeste e Nordeste (M. Amado et al., 2015).

Analise-se agora como exemplo a situação de Inverno. É facilmente verificável que a fachada a Sul é a que maiores ganhos solares produzirá uma vez que recebe radiação solar durante mais tempo. Por oposição a fachada Norte não recebe qualquer radiação solar directa, enquanto que as fachadas Este e Oeste, recebem pouca radiação.

Barreiras bioclimáticas

Os ventos predominantes são um dos factores a considerar numa estratégia bioclimática, na medida em que, por um lado provocam o bem-estar (arrefecimento) nos espaços livres envolventes aos edifícios na estação de Verão. Por outro, na estação de Inverno, podem produzir efeitos negativos para o conforto, tanto pelos seus efeitos mecânicos como pelos seus efeitos térmicos (M. Amado et al., 2015).

Relativamente às barreiras de vegetação, arbóreas e arbustivas, têm como objectivo atenuar os efeitos do vento e proteger os edifícios, sendo que essa protecção é condicionada pela altura, pelo comprimento e densidade da vegetação.

O factor densidade depende essencialmente do tipo de espécies utilizadas e da estação do ano. Por exemplo, se o objectivo for de protecção ao vento nos meses de Inverno, aconselha-se o uso de espécies de folha perene como exemplificado na Figura 2.3. Por outro lado, se a barreira vegetal for concebida para proteger o local dos ventos nos meses de Verão, é aconselhado o uso de espécies de folha caduca (Hernández Aja et al., 2013).

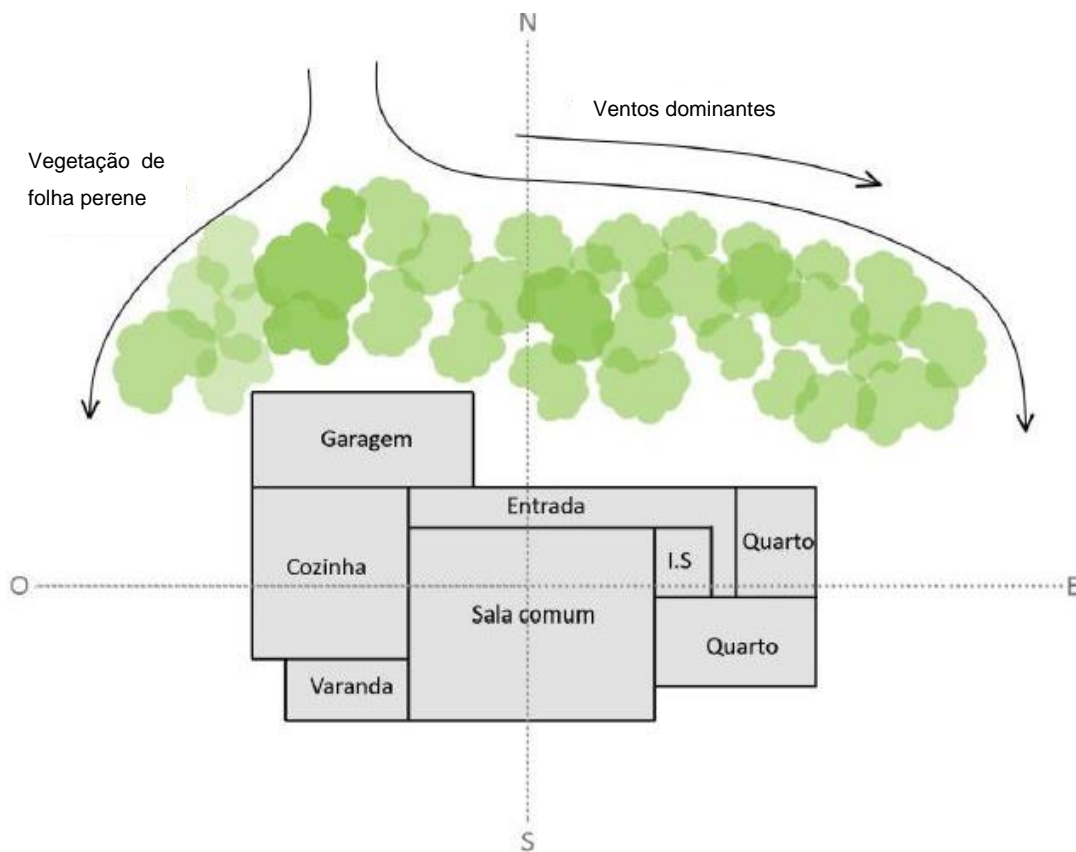


Figura 2.3 – Barreira de vegetação aos ventos dominantes
(M. Amado et al., 2015)

Acresce ainda o facto de a vegetação poder constituir um elemento de protecção à radiação solar no que se refere a edifícios e espaço público. Nesse sentido a utilização de espécies arbóreas de folha caduca configura uma medida importante dado que, nos meses de Inverno perdem as suas folhas e

assim permitem a passagem de radiação solar. Em sentido inverso, na situação de Verão, por terem abundância em folhas, estas árvores proporcionam sombra e regulam a temperatura na envolvente.

Neste contexto, a existência de folha caduca junto a fachadas com grande exposição solar e com vãos envidraçados permitem não só a entrada de radiação solar nos meses de Inverno, mas também por outro lado, nos meses de Verão, conseguem bloquear a entrada directa da radiação o que evita o sobreaquecimento do interior da habitação conforme ilustra a Figura 2.4.

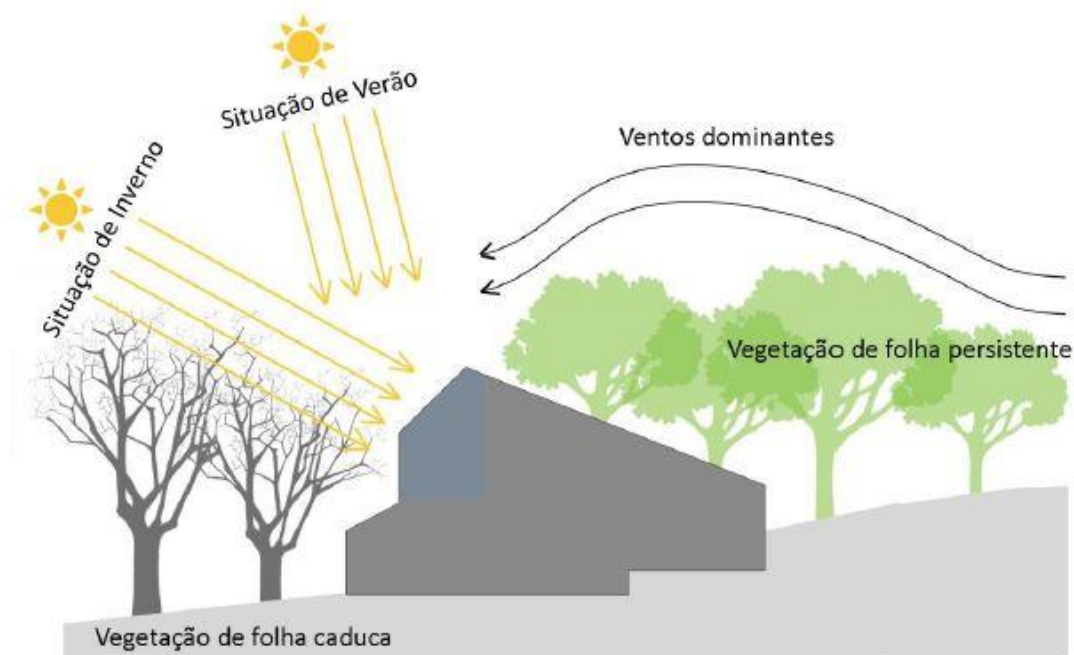


Figura 2.4 – Barreira de vegetação à radiação solar
(M. Amado et al., 2015)

Note-se ainda que a eficácia de sombreamento provocado pelas árvores e arbustos depende muito da densidade da copa. Mas permite também em certa medida, reduzir a temperatura superficial dos revestimentos verticais dos edifícios e assim, evitar o aumento de temperatura dos espaços livres envolventes.

Há também a possibilidade de colocar vegetação junto dos paramentos exteriores verticais dos edifícios que gera algumas vantagens, nomeadamente (M. Amado et al., 2015):

- Nos meses quentes, cria-se uma camada de ar frio entre o paramento e a vegetação, que tem a capacidade de controlar a temperatura dos revestimentos e assim, contribuir para o controlo das transferências de calor entre o interior e o exterior do edifício. Nos meses de Inverno, a vegetação tem a mesma função ao formar-se uma camada de ar quente entre a vegetação e o paramento exterior;
- Protege os paramentos da acção do vento, da chuva e do ruído.

A mais-valia em relação à protecção relativa ao ruído pode ser importante nos meios urbanos, onde a principal fonte de ruído está associada ao tráfego rodoviário e, nessa medida, as barreiras de vegetação

podem constituir uma medida benéfica para mitigar esse problema produzido em espaços abertos. A fim de ser uma medida eficaz e viável é necessário que as plantas utilizadas tenham uma densidade acentuada. Nesse sentido, no meio urbano, devem ser incluídas zonas cobertas de vegetação herbácea e espécies de árvores com a capacidade de reduzir o nível de intensidade acústica reverberada. No dimensionamento deste tipo de barreiras devem considerar-se os seguintes parâmetros (Hernández Aja et al., 2013):

- Devem situar-se o mais perto possível da fonte de emissão;
- Deve ser considerada uma mistura de vegetação (árvores de diferentes portes e arbustos) para que as diferentes ondas sonoras sejam atenuadas, na medida em que quanto mais compactas forem as barreiras, maior é a sua eficiência;
- A barreira deve ser dimensionada de acordo com a fonte emissora que se pretende mitigar. Por exemplo, se o objectivo da barreira acústica visar a redução do ruído proveniente de uma via rodoviária com tráfego intenso, deve ser adoptada vegetação densa e com elevada resistência à poluição; Se, por outro lado, a barreira acústica se destinar à mitigação do ruído proveniente de uma linha férrea próxima do núcleo urbano é frequente a articulação entre a vegetação e as características topográficas;
- Sempre que possível, deve ser considerada vegetação com folha perene, uma vez que é mais eficaz na atenuação do ruído proporcionando protecção ao longo do ano.

2.6.2. Sistemas passivos de aquecimento

Os sistemas passivos de aquecimento podem ser caracterizados como aqueles que, fazendo parte integrante da sua estrutura construtiva, têm a capacidade de proporcionar conforto interior na habitação através de estratégias para a captação de calor. Ou seja, têm a capacidade de aquecer o edifício sem recorrer a sistemas mecânicos (aquecedores por exemplo) (Gonçalves & Graça, 2004).

Na estação de Inverno, estes sistemas têm como objectivo, maximizar a absorção de calor feita através dos vãos envidraçados e para isso é necessário que estejam adequadamente orientados (Sul) e sejam complementados por materiais e cores para o efeito. Deve ainda ter-se em consideração a massa térmica para absorção, o armazenamento e a distribuição de calor (Gonçalves & Graça, 2004).

Sistema de ganho directo

Para se ter o desempenho correcto no sistema de ganho directo, é necessário que o espaço a aquecer disponha de vãos envidraçados bem orientados por forma a maximizar a incidência da radiação no espaço e nas massas térmicas envolventes (paredes e pavimentos) (Gonçalves & Graça, 2004).

As massas térmicas existentes nos edifícios desempenham uma função de regulação das condições térmicas interiores, na medida em que atenuam a amplitude térmica no interior dos edifícios. Neste sentido, quanto maior for a massa térmica, menor será essa variação, sendo que se torna mais difícil aquecer o edifício. Assim é necessário que haja um equilíbrio entre a massa térmica, o isolamento e a área dos vãos envidraçados, dependendo muito do tipo e características do edifício e da sua

localização. Durante o período diurno, a massa térmica absorve o calor resultante da radiação solar e, durante a noite, este calor é transmitido gradualmente para o espaço interior (Gonçalves & Graça, 2004).

Sistema de ganho indirecto

Nos sistemas de ganho indirecto, a absorção de calor é primeiramente efectuada por uma massa térmica que posteriormente irá transferir o calor acumulado para o espaço interior, de modo imediato ou desfasado consoante a estratégia de circulação de ar adoptada.

Uma das soluções construtivas mais utilizadas deste tipo de sistema é a parede de Trombe no qual predomina o efeito de estufa, onde se atingem temperaturas elevadas no espaço entre o vidro e a parede de armazenamento. A energia acumulada pode ser transferida para o interior do espaço a aquecer por intermédio da ventilação natural através dos orifícios existentes na parede. Contrariamente, se não se pretender utilizar a estratégia de ventilação natural, a “energia” incidente irá sendo acumulada na parede durante o dia, e por condução, será transferida para o interior do espaço a aquecer, demorando um tempo que depende da espessura da parede (Gonçalves & Graça, 2004).

As paredes de Trombe ventiladas diferem das não ventiladas por possuírem orifícios de termo-circulação na parte inferior e superior de ambas as paredes, permitindo a ocorrência de aquecimento e arrefecimento do espaço, consoante as necessidades. Em situação de Inverno, tanto de dia como de noite, as aberturas da parede de vidro devem permanecer fechadas de modo a minimizar as perdas térmicas. Relativamente à parede interior que funciona como elemento acumulador de calor, durante o dia deve manter-se com os orifícios abertos para que o calor existente na caixa-de-ar seja transferido para o interior do edifício, tanto por convecção como por condução. A partir do momento em que a radiação solar incidente se torne pouco significativa, os orifícios da parede interior devem ser encerrados de modo a evitar perdas de calor por inversão da circulação do ar. Em situação de Verão, a parede de vidro deve ter protecções de sombreamento, permitindo o arrefecimento através do orifício superior. A parede interior deverá ter apenas o orifício inferior aberto de modo a favorecer a ventilação. Durante a noite, a parede de vidro deverá ter abertos ambos os orifícios para que ocorra o arrefecimento da caixa-de-ar e da parede (Rocheta & Farinha, 2007).

Ganho combinado

Nos sistemas de ganho combinado, a captação dos ganhos solares e aproveitamento da energia captada ocorre em zonas anexas ao edifício, como é o caso de estufas ou colectores a ar. A energia solar é transmitida ao espaço adjacente à estufa por condução através da parede de armazenamento que os separa e ainda por convecção, no caso de existirem orifícios que permitem a circulação de ar.

Os sistemas de colector a ar são constituídos por uma superfície de vidro e uma outra absorvedora sem capacidade de armazenamento térmico. O seu funcionamento é por termossifão e permite ventilar os espaços onde é instalado durante todo o ano. Em situação de Inverno, este sistema, com auxílio de um dispositivo de captação solar, aquece o ar exterior, introduzindo-o em seguida no interior do espaço

adjacente por ventilação natural. Durante o Verão, este sistema extrai o calor no interior do espaço para o exterior (Gonçalves & Graça, 2004). Em seguida, o Quadro 2.2 apresenta um resumo das práticas passivas de aquecimento.

Quadro 2.2 – Resumo das práticas passivas de aquecimento
Adaptado de (Gonçalves & Graça, 2004)

Sistemas passivos de aquecimento		
	Sistema passivo	Aplicabilidade
Ganho directo	Envidraçados – promovem o rápido aquecimento dos espaços e devem localizar-se nas fachadas orientadas a Sul	Todos os edifícios com ocupação diurna e nocturna
Ganho indirecto	Paredes de Trombe – permitem a absorção diurna da energia solar, cujo efeito ocorre durante o período nocturno	Sistema a utilizar em zonas com ocupação nocturna
Ganho combinado	Estufas – funcionamento semelhante à parede de trombe, porém, exige maiores cuidados durante a estação de Verão	Para uso diurno na estação de Inverno
	Colectores a ar – promove a introdução de ar quente nos espaços com grande necessidade de renovação de ar na estação de Inverno	Edifícios com ocupação elevada durante o dia (auditórios, escolas)

2.6.3. Sistemas passivos de arrefecimento

Os sistemas de arrefecimento passivo baseiam-se em estratégias de diminuição da temperatura interior nos edifícios através da utilização de fontes frias, para não ser necessário a utilização dos sistemas de climatização convencionais. Nesse sentido, a implementação de soluções que conduzam à atenuação de ganhos de calor e de estratégias que originem dissipação de calor, permitirá uma redução das necessidades de arrefecimento e melhoria das condições de conforto térmico (Gonçalves & Graça, 2004).

Tendo em vista, a prevenção de ganhos solares, é necessário considerar o tipo de vidro adequado e as soluções de sombreamento exterior que impeça a entrada directa da radiação solar no interior do edifício.

A colocação de isolamento na envolvente dos edifícios, e especialmente pelo exterior, conduz à diminuição das solicitações térmicas através da envolvente opaca, reduzindo assim a carga térmica de arrefecimento. Deve também ser dada especial atenção à escolha dos materiais constituintes das coberturas dos edifícios por serem as superfícies mais expostas à radiação solar. Principalmente em condições de Verão, outro aspecto que se traduz em menores valores de captação da radiação solar é a cor dos edifícios, que se for de cores claras, contribuem para um melhor desempenho térmico do edifício (Gonçalves & Graça, 2004).

Ventilação natural

A ventilação natural consiste num processo baseado nas diferenças de temperatura existente entre o interior e o exterior. A circulação de ar é determinante não só para o arrefecimento mas também para a salubridade do espaço interior e conforto dos ocupantes. Note-se que a ventilação das habitações deve ser geral e permanente, mesmo nos períodos em que a temperatura exterior obriga a manter as janelas fechadas.

As principais regras a que devem obedecer os sistemas de ventilação natural dos edifícios de habitação dotados de equipamentos a gás, são as seguintes (Instituto Português da Qualidade, 2002):

- “Os vãos de uma mesma habitação em comunicação com o exterior devem, preferencialmente, ser localizados em fachadas de orientação diferente de maneira permitir o aproveitamento da diferença de pressões provocada pela acção do vento para aumentar a eficácia da ventilação”;
- “A disposição dos compartimentos e a orientação das aberturas para o exterior devem, preferencialmente, estar coordenadas com a direcção do vento predominante de forma a favorecer a admissão de ar exterior pelos compartimentos principais (sala e quartos) e a evacuação pelos compartimentos de serviço (cozinhas e instalações sanitárias)” (Figura 2.5).



Figura 2.5 – Exemplo de ventilação conjunta
(Instituto Português da Qualidade, 2002)

O processo de ventilação deve ainda compreender (Instituto Português da Qualidade, 2002):

- A admissão de ar, nos compartimentos principais, deve ser realizada por aberturas na fachada (onde se incluem as aberturas posicionadas nas caixas de estores e outros elementos das fachadas) e por condutas (que podem ser individuais ou colectivas). O dimensionamento das aberturas depende da classe de exposição do edifício ao vento;
- A comunicação entre os compartimentos principais para os compartimentos de serviço deve ser garantida e feita por meio de grelhas aplicadas nas portas ou por folgas entre as portas e as suas soleiras;
- As saídas de ar dos compartimentos de serviço devem ser realizadas através de aberturas servidas por condutas individuais ou colectivas de evacuação de ar para o exterior do edifício.

As exigências de ventilação são quantificadas através de caudais-tipo. Uma vez que não é possível ter controlo sobre as acções que promovem a ventilação, o caudal tipo, deve ser entendido como um elemento de dimensionamento e não como um caudal a assegurar fisicamente.

Neste contexto, o dimensionamento do caudal tipo é determinado tendo em atenção o volume dos compartimentos a ventilar e as respectivas exigências mínimas de renovação de ar, de acordo com a norma (NP 1037-1) (Instituto Português da Qualidade, 2002):

- Compartimentos principais: uma renovação por hora;
- Compartimentos de serviço: quatro renovações por hora.

Globalmente a ventilação tem um papel preponderante na renovação do ar do interior dos edifícios, não só por apresentar melhorias relativamente à salubridade do edifício, como também de arrefecer a habitação.

Arrefecimento através do solo

Dado que, no Verão, o solo tem temperaturas inferiores à temperatura exterior, apresenta-se como uma possível fonte de arrefecimento do edifício e poderá intervir como uma medida de dissipação de calor. O processo de dissipação de calor pode ocorrer por processos directos ou indirectos. No caso do arrefecimento por contacto directo, o interior do edifício encontra-se ligado ao solo através das paredes e pavimentos que, por condução, garante a transferência de calor. No método indirecto, o interior do edifício recebe o ar do solo através de condutas subterrâneas. A eficácia deste tipo de método depende das dimensões das condutas e da profundidade a que são colocadas, ou seja, da temperatura a que se encontra o solo e da velocidade do ar que circula no seu interior (Gonçalves & Graça, 2004).

Protecção solar e sombreamento

Como anteriormente referido, a radiação solar é uma das possíveis estratégias de aquecimento passivo. No entanto, na situação de Verão, pode causar desconforto térmico quando em excesso incide directamente nos vãos envidraçados e nas fachadas. Facto que se torna um pouco num binómio contraditório, dado que, se por um lado a radiação solar se apresenta como uma solução para aquecimento no Inverno, em condições de Verão, pretende-se que esse índice seja minimizado. Consequentemente, em fase de projecto, importa analisar o percurso do sol ao longo do ano com o intuito de verificar o modo como a radiação solar incide nas fachadas e posteriormente dimensionar as respectivas medidas de protecção solar adequadas. Nota ainda para o sombreamento das fachadas produzido pelos edifícios circundantes pois é um factor relevante e que se deve ter em atenção.

Neste contexto, devem-se adoptar alternativas com vista a minimizar esse efeito, como é o caso de elementos de sombreamento. As árvores e arbustos se colocados nos locais adequados, não só melhoram a estética e qualidade ambiental, como proporcionam sombra e protecção do vento. Paralelamente, as árvores de folha caduca oferecem um bom grau de protecção do Sol no Verão, ao passo que no Inverno permitem que o Sol aqueça a habitação. Adicionalmente, se rodearmos o edifício zonas ajardinadas, em detrimento de pavimentos impermeáveis, promove-se a diminuição de temperatura. A arborização é uma alternativa sustentável às soluções mais usuais, como é o caso dos estores, persianas e palas.

Em Portugal, a maioria dos edifícios possuem soluções de sombreamento reguláveis, tais como estores, persianas ou telas. Para além destas soluções, a arquitectura do edifício pode igualmente proporcionar zonas de sombra através de elemento salientes nas fachas ou associadas aos vãos envidraçados. O dimensionamento destes elementos devem conciliar simultaneamente as condicionantes solares de Inverno e de Verão, nomeadamente palas horizontais, verticais e mistas; assim como telas, estores exteriores e vidros especiais (M. Amado et al., 2015).

As palas horizontais (Figura 2.6), que podem ser um prolongamento da cobertura ou simplesmente localizadas por cima do vão envidraçado, impedem a incidência dos raios solares tendo em consideração o ângulo de altura solar. No caso das palas verticais, encontram-se laterais às janelas ou às aberturas, permitindo o sombreamento solar tendo em conta o ângulo de azimute solar. Relativamente às palas mistas, resultam da combinação de palas horizontais e verticais (M. Amado et al., 2015).



Figura 2.6 – Exemplo do desempenho das palas horizontais em situação de Inverno e Verão (M. Amado et al., 2015)

Os estores e as telas são dos elementos de sombreamento reguláveis que, com o avanço tecnológico permitem uma adequação às necessidades do utilizador. Os estores exteriores por exemplo conseguem reflectir cerca de 80% a radiação solar incidente permitindo ainda a privacidade do exterior para o interior e sem retirar visibilidade para o exterior (Peuser, Remmers, & Schnauss, 2013).

Enumera-se de seguida as principais vantagens das medidas de sombreamento no âmbito das soluções passivas de arrefecimento (M. Amado et al., 2015):

- Soluções de fácil execução e integração nos edifícios;
- Melhoria do conforto térmico e visual do ambiente interior;
- Evitam o recurso a equipamento de climatização e o conseqüente consumo energético;
- Adaptam-se a todos os edifícios e diferentes necessidades de protecção.

De um modo sumário, apresenta-se no Quadro 2.3 as práticas passivas de arrefecimento a serem consideradas em projecto:

Quadro 2.3 – Resumo das práticas passivas de arrefecimento
Adaptado de (Gonçalves & Graça, 2004)

Sistemas passivos de arrefecimento		
	Sistema passivo	Aplicabilidade
Ventilação	Ventilação transversal – permite o arrefecimento dos espaços e mantém a sua salubridade	Todos os edifícios, em especial os de habitação
Arrefecimento	Arrefecimento pelo solo – os espaços são arrefecidos por contacto com o solo e o ar exterior	Todos os edifícios
Restringir ganhos solares	Protecções solares e elementos de sombreamento – permitem sombrear os vãos envidraçados reduzindo a incidência de radiação solar directa	Todos os edifícios

2.6.4. Sistemas activos energéticos e de aquecimento

Os sistemas activos energéticos caracterizam-se por recorrerem a formas de energia renováveis e à instalação de equipamentos com altos valores de eficiência energética, com o objectivo da redução do consumo energético.

Colectores solares e painéis fotovoltaicos

Portugal é um dos países europeus com maior insolação solar, e conseqüentemente, o potencial disponível é considerável. O valor médio de horas de Sol por ano no continente é de cerca de 2200 a 3000 horas e nos Açores e Madeira, entre 1700 a 2200 horas de Sol (ADENE, 2016).

A regulamentação actual já prevê a obrigatoriedade da instalação de colectores solares para produção de água quente sanitária no sentido de diminuir a dependência energética de Portugal (ADENE, 2016).

Para se conseguir obter o melhor desempenho deste sistema é necessário considerar as seguintes medidas (Isolani, 2008):

- Os colectores solares devem estar orientados a Sul ou, caso não seja possível, devem estar orientados a Sudeste ou a Sudoeste;
- O ângulo dos colectores solares face ao plano horizontal deve ser o correspondente à latitude do local;

- As tubagens do sistema devem estar isoladas de modo a minimizar as perdas de calor desde o colectador até ao ponto de consumo;
- O acesso aos colectores solares deve ser de fácil acesso de modo a permitir operações de manutenção.

Relativamente aos painéis fotovoltaicos, o sistema caracteriza-se por converter a energia solar captada em energia eléctrica. Seguidamente a electricidade produzida é armazenada numa bateria ou aplicada directamente na rede eléctrica (APA, 2017).

Tal como os colectores solares, os painéis fotovoltaicos devem ser instalados com a orientação Sul e o mais próximo do local de consumo, de maneira a reduzir as perdas.

Em termos de vantagens e desvantagens deste tipo de sistema, podem-se enumerar as seguintes (Isolani, 2008):

- Elevada fiabilidade;
- A adaptabilidade dos módulos ao possibilitar uma montagem simples e adaptável às necessidades energéticas;
- A energia captada durante o período diurno pode ser armazenada em baterias de modo a ser utilizada no período nocturno;
- Requer baixa manutenção;
- Corresponde a um sistema não poluidor;
- Exige um investimento inicial elevado;
- O rendimento real de conversão de um módulo é reduzido face ao investimento;
- Observa-se pouco competitivo do ponto de vista económico;
- O armazenamento de energia torna o sistema mais dispendioso.

Electrodomésticos e iluminação artificial

A instalação de equipamentos eficientes é uma medida fundamental para reduzir o consumo e pode ser facilmente identificável com a etiqueta energética. A etiqueta energética fornece aos consumidores informações necessárias para saber qual o desempenho e o consumo energético de cada produto. A maior parte dos electrodomésticos têm esta etiqueta, e o que mais energia consome é o frigorífico. Nesse sentido, deve optar-se por comprar frigoríficos com uma boa classificação energética, uma vez que por ter um uso contínuo, tem um consumo considerável («ADENE - Agência para a Energia: Guia para a Eficiência Energética», 2012).

A iluminação artificial representa aproximadamente 14% da electricidade consumida na habitação. Assim também deve ser dada atenção à escolha do tipo de lâmpadas consoante o fim a que se destinam. Deve ser dada preferência a lâmpadas fluorescentes (baixo consumo) e em zonas que não necessitem de luz permanente deve ser aplicado sensores de movimento («ADENE - Agência para a Energia: Guia para a Eficiência Energética», 2012).

Um edifício eficiente, com boa arquitectura bioclimática, pode atingir poupanças até 70% na climatização e iluminação da casa («ADENE - Agência para a Energia: Guia para a Eficiência Energética», 2012).

Globalmente pode-se dizer que a poupança de energia é a primeira fonte de energia renovável actualmente disponível. Cabe também aos utilizadores uma utilização eficaz e consciente dos equipamentos («ADENE - Agência para a Energia: Guia para a Eficiência Energética», 2012).

2.7. Energia

A energia foi-se tornando um bem essencial ao longo dos tempos até aos dias de hoje. É o elemento fundamental para que seja possível obter uma maior qualidade de vida. Com a constante evolução da sociedade os consumos energéticos vão conseqüentemente aumentar e os recursos disponíveis diminuir. Por um lado, é devido à energia que conseguimos ter acesso a um estilo de vida que seria impossível desfrutar caso não dispuséssemos de recursos energéticos. Mas por outro lado a transformação, transporte e uso final da energia causam impactos negativos no meio ambiente, tanto a nível local como global («ADENE - Agência para a Energia: Guia para a Eficiência Energética», 2012).

É então imprescindível que se consciencialize as populações na óptica da poluição e que se incuta a necessidade de poupança energética em simultâneo com a eficiência energética e o conceito de sustentabilidade. Destinando assim esses cuidados com vista à redução de impactos negativos sobre o meio ambiente, utilizando energias renováveis uma vez que as de origem fóssil tendem a extinguir-se.

Neste contexto importa classificar a noção de energia em primária e final. Como tal, energia primária refere-se ao recurso energético que se encontra disponível na natureza como o petróleo, gás natural, energia hídrica, eólica, entre outros. Já por energia final refere-se à energia que é disponibilizada aos utilizadores sob as formas mais comuns, mas principalmente electricidade. Contudo, é possível a energia primária coincidir com a final, como é o caso do gás natural ou lenha que podem ser disponibilizadas directamente aos utilizadores («GETEP-Arquitectura e Engenharia»).

Dada a escassez de recursos energéticos nacionais constata-se uma elevada dependência energética do exterior. Verifica-se que Portugal tem necessidade de colmatar essa situação recorrendo à importação de combustíveis fósseis. A aparente solução passa pela adopção de energias renováveis ou pela eficiência energética para tentar mitigar as conseqüências derivadas dessa dependência. Como se pode observar na Figura 2.7, Portugal em 2011 apresentou uma dependência energética exterior de 79,3%. Facto que resulta em maior parte da importação de fontes primárias de origem fóssil («DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia»).

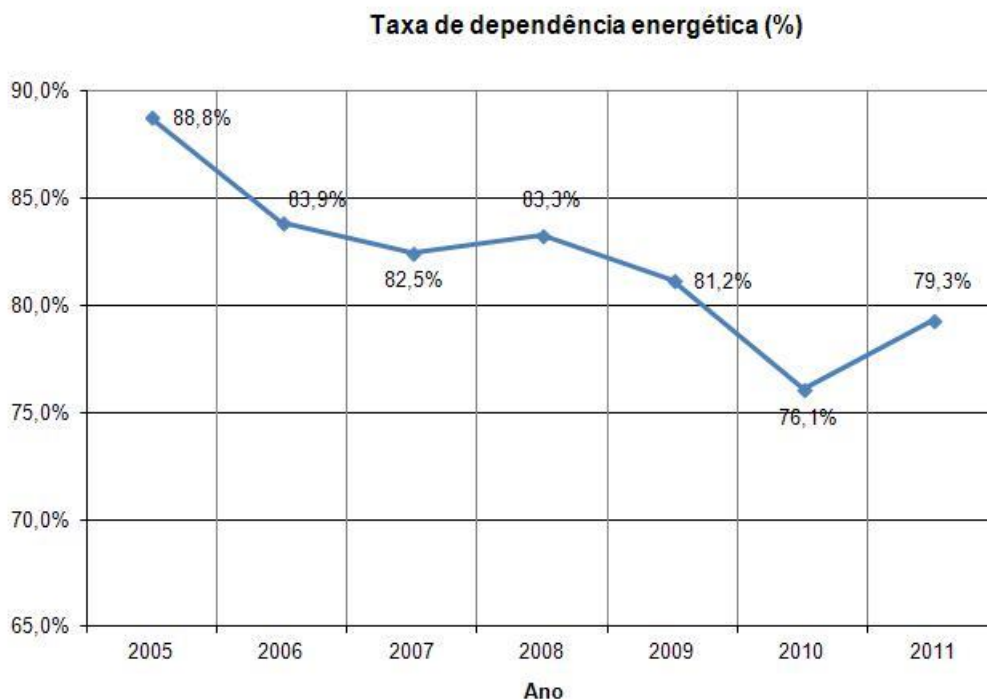


Figura 2.7 – Taxa de dependência energética em Portugal
(«DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia», sem data)

Relativamente ao consumo de energia primária, verifica-se que o petróleo, o gás natural e o carvão são as fontes de maior consumo em Portugal.

Apesar da utilização de energias renováveis ter vindo a aumentar com o recurso a energia solar, energia eólica e energia geotérmica, tendo atingido 16% da energia primária utilizada em 2008, urge a sua utilização mais regular, uma vez que Portugal tem importado quantidades consideráveis de energia e fica sujeito às políticas de outros países («DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia», sem data).

Ao ritmo que cresce o consumo dos combustíveis fósseis, e tendo em conta que se prevê um aumento ainda maior a curto/médio prazo, colocam-se dois importantes problemas: i) questões de ordem ambiental e ii) o facto dos recursos energéticos fósseis serem finitos, ou seja, esgotáveis. As fontes de energia renováveis surgem como uma alternativa ou complemento às convencionais. Num país como Portugal, que não dispõe de recursos energéticos fósseis, o aproveitamento das fontes de energia renováveis deveria ser um dos objectivos primordiais da política energética nacional («AGENEAL», sem data).

2.8. Energias renováveis

Diz-se que uma fonte de energia é renovável quando não é possível estabelecer um fim temporal para a sua utilização. São fontes provenientes de recursos naturais que se renovam constantemente, de um modo sustentável, mesmo depois de serem usadas para gerar electricidade ou calor. É o caso do calor emitido pelo Sol, da existência do vento, das marés ou dos cursos de água. Não obstante serem

virtualmente inesgotáveis, são limitadas em termos de quantidade de energia que é possível extrair em cada momento («AGENEAL», sem data).

Para além disso, a sua utilização tem um reduzido impacte ambiental no que respeita à emissão de gases que provocam o efeito de estufa e podem ainda ser exploradas localmente. No entanto, ainda são pouco utilizadas devido aos custos de utilização, à inexistência de tecnologias e redes de distribuição experimentadas e, em geral, ao desconhecimento e falta de sensibilização para o assunto por parte dos consumidores e dos municípios («AGENEAL», sem data).

O aproveitamento das energias endógenas inesgotáveis presentes em cada país deve fazer parte de qualquer planeamento energético urbano sustentável (Castanheira, 2002).

De facto este tipo de energias são uma das soluções possíveis para a resolução dos problemas das zonais urbanas, que se destacam por apresentar diversas vantagens, entre as quais (Castanheira, 2002):

- Criação de emprego;
- Melhoria do ambiente;
- Segurança do fornecimento energético;
- Redução da dependência externa;
- Melhoria do balanço energético;
- Aumento da eficiência do sistema energético

Estes factores possibilitam por sua vez um aumento da competitividade económica do local onde são implementados.

No que às habitações diz respeito, as fontes de energia renováveis utilizadas com sucesso são a energia solar fotovoltaica e térmica, a energia eólica, a energia da biomassa e a energia geotérmica.

2.8.1. Energia solar

O nosso país é, a nível europeu, dos que tem mais horas de Sol por ano: entre 2200 a 3000. Perante este cenário, seria natural que fôssemos também um dos maiores consumidores de energia solar. No entanto, apenas existem 220 000 m² de painéis solares instalados, o que é muito pouco comparativamente por exemplo com a Grécia que tem 2,6 milhões m², e a mesma exposição solar («AGENEAL», 2016).

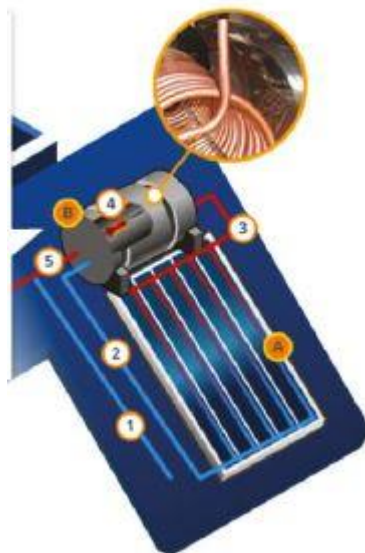
Ainda que sejam necessários sistemas auxiliares de armazenamento e captação que não utilizam energia renovável, o Sol não só é uma fonte de energia inesgotável, como permite obter energia limpa e gratuita. Outra vantagem relevante é que os sistemas de aproveitamento de energia solar são dos mais acessíveis monetariamente ao consumidor («AGENEAL», 2016).

2.8.2. Sistemas solares térmicos

A energia solar é mais frequentemente usada para aquecimento de um fluido, líquido ou gasoso. O aquecimento de água por esta via é hoje uma tecnologia fiável e económica. A sua aplicação mais frequente verifica-se no sector doméstico, para produção de águas quentes sanitárias e, em alguns casos, para aquecimento do ambiente. Além do sector doméstico, existem também aplicações de grandes dimensões, nomeadamente em piscinas, recintos gimnodesportivos, hotéis e hospitais («AGENEAL», 2016).

Relativamente ao funcionamento, este tipo de sistemas capta, armazena e usa directamente a energia solar que neles incide. Os edifícios constituem um bom exemplo de sistemas solares passivos. Um edifício de habitação pode ser concebido e construído de tal forma que o seu conforto, a nível térmico, no Inverno e no Verão, seja mantido com recurso reduzido a energias convencionais (como a electricidade ou o gás), com importantes benefícios económicos e de habitabilidade. Para isso, existe um grande número de intervenções ao nível das tecnologias passivas, desde as mais elementares, como sejam o isolamento do edifício e uma orientação e exposição solar adequados às condições climáticas, a outras mais elaboradas, respeitantes à concepção do edifício e aos materiais utilizados. Em muitas dessas intervenções o sobrecusto relativamente a uma construção sem preocupações energéticas é mínimo. Em situações em que esse sobrecusto é maior, ele é facilmente recuperado em economia de energia e em ganhos de conforto («AGENEAL», 2016).

Para aplicações de produção de água quente sanitária, existem 2 tipos de soluções: termossifão (Figura 2.8) e o sistema de circulação forçada (Figura 2.9) (ADENE, 2016).



- A. Colector solar
- B. Depósito
- 1. Água fria (da rede)
- 2. Fluido Frio para o colector solar
- 3. Fluido quente para o colector solar
- 4. Permutador de calor
- 5. Água quente para consumo

Figura 2.8 – Termossifão
(ADENE, 2016)

No sistema em termosifão todos os componentes do sistema solar térmico estão no exterior e o depósito é colocado a uma cota superior à do colector solar. O fluido térmico é aquecido no colector continuamente até haver radiação solar. O depósito recebe a água da rede e tem uma saída para entregar água quente ao consumo.



Figura 2.9 – Circulação forçada (ADENE, 2016)

O sistema de circulação forçada requer uma bomba de circulação para movimentar o fluido térmico do colector para o depósito. Através de um sistema de comando, a bomba de circulação é accionada quando a temperatura do fluido no colector for superior à da água no depósito (ADENE, 2016).

2.8.3. Sistemas fotovoltaicos

Outro sistema possível é a conversão de energia solar em energia eléctrica por intermédio de células fotovoltaicas. A implementação de painéis solares nos edifícios permite o fornecimento de necessidades básicas de energia eléctrica em habitações uma vez que esta electricidade pode ser introduzida directamente na rede eléctrica de distribuição ou ser armazenada numa bateria.

A radiação solar ao incidir nas células fotovoltaicas tem a capacidade de gerar electricidade, que é tanto maior quanto maior for a intensidade do Sol (ADENE, 2016).

Um sistema solar fotovoltaico (Figura 2.10) é essencialmente constituído por um campo solar e um inversor. O campo solar é responsável pela produção de electricidade em corrente contínua. Ao passar pelo inversor a electricidade passa a corrente alternada, ficando assim disponível à utilização na instalação eléctrica do edifício (ADENE, 2016).



Figura 2.10 – Exemplo de sistema fotovoltaico (ADENE, 2016)

2.8.4. Energia eólica

A energia gerada a partir do vento dá-se o nome de energia eólica. É um recurso energético natural que pode ser utilizado para a produção de energia eléctrica através de um aerogerador que trata da conversão. A energia cinética do vento é aproveitada utilizando turbinas eólicas ligadas a geradores, fazendo com que o movimento da turbina produza energia eléctrica no gerador. O conjunto constituído pela turbina eólica e pelo gerador é denominado por aerogerador (Figura 2.11) (ADENE, 2016).



Figura 2.11 – Gerador de energia eólica («Notícias e empregos em Energia Eólica», sem data)

2.8.5. Energia da biomassa

Toda a energia que visa o aproveitamento energético da matéria orgânica, por exemplo, dos resíduos provenientes da limpeza das florestas, da agricultura e dos combustíveis resultantes da sua transformação. A energia da biomassa pode ser obtida através da combustão directa dos materiais ou

duma transformação química ou biológica, de forma a aumentar o poder energético do biocombustível («AGENEAL», 2016).

2.8.6. Energia geotérmica

Caracteriza-se por ser um tipo de energia proveniente do interior da Terra. Normalmente utiliza-se em estações termais para fins medicinais e de lazer, mas também pode ser utilizada no aquecimento do ambiente e de águas sanitárias. No domínio das edificações, esta energia pode ser aproveitada através de bombas de calor («AGENEAL», 2016).

2.9. Energias não renováveis

As fontes de energia não renováveis são aquelas que se encontram na natureza em quantidades limitadas e que se extinguem com a sua utilização. As suas reservas são finitas e não podem ser regeneradas. Não constituem portanto um princípio de sustentabilidade para além que o seu uso é responsável pela maioria das emissões de CO₂ causadas pelo homem («AGENEAL», 2016).

Com a escassez das reservas, a sua extracção torna-se cada vez mais difícil pelo que, o seu custo de exploração tende a aumentar.

As energias não renováveis podem ser de origem fóssil ou mineral. Relativamente às de origem fóssil, são formadas pela transformação de restos orgânicos acumulados na natureza há milhões de anos, nomeadamente o petróleo, o carvão ou o gás natural.

No que diz respeito ao ambiente, não é só o uso final da energia não renovável que provoca impactes negativos. Tanto a sua transformação como transporte assumem um papel importante nesse índice pois produzem resíduos que contaminam as águas e solos e geram emissões de gases prejudiciais. Na globalidade a produção de energia e o seu uso é responsável pela maioria das emissões de CO₂ causadas pelo homem («AGENEAL», 2016).

2.10. Eficiência energética

O método para a redução dos consumos energéticos à escala global tem de passar pela eficiência energética. E, é fundamental, que todos os países sigam esse rumo.

Os países da UE – onde está incluído Portugal – adoptaram o Protocolo de Quioto como compromisso para realizar essa redução e cumprir as metas impostas. Para isso criaram modelos energéticos que permitam alcançar um melhor desempenho energético («ADENE - Agência para a energia», 2017a).

Em Portugal a política energética baseia-se em dois pilares fundamentais, são eles a racionalidade económica e a sustentabilidade. Este plano prevê medidas de eficiência energética, maior utilização das energias renováveis e a necessidade de reduzir custos («ADENE - Agência para a energia», 2017a).

Em traços gerais são objectivos desta política («ADENE - Agência para a energia», 2017a):

1. Reduzir significativamente as emissões de gases com efeito de estufa, de forma sustentável;
2. Reforçar a diversificação das fontes de energia primária, contribuindo para aumentar estruturalmente a segurança de abastecimento do País;
3. Aumentar a eficiência energética da economia, em particular no sector Estado, contribuindo para a redução da despesa pública e o uso eficiente dos recursos;
4. Contribuir para o aumento da competitividade da economia, através da redução dos consumos e custos associados ao funcionamento das empresas e à gestão da economia doméstica, libertando recursos para dinamizar a procura interna e novos investimentos.

No âmbito de uma política que aposta num modelo energético racional e sustentável, sem comprometer a competitividade das empresas nem a qualidade de vida dos cidadãos, foram desenvolvidos programas e planos que concorrem para objectivos específicos e vão permitir dinamizar medidas a todos os níveis («ADENE - Agência para a energia»):

PNAEE - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética

PNAER - Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis

Eco.AP - Programa de eficiência Energética para a Administração Pública

Eficiência energética é um conceito amplamente relacionado com os princípios de poupança de cada um. Deve haver uma utilização responsável de cada recurso e serviço uma vez que sempre é necessário aumentar o consumo energético para usufruir de uma maior diversidade de serviços, por vezes basta simplesmente ser-se poupado.

É natural que à medida que uma sociedade se torna mais desenvolvida aumentem as suas necessidades de conforto e conseqüentemente consumo de energia. A relação entre o conforto e a dependência energética torna essencial o investimento em energias renováveis em conjunto com políticas de sustentabilidade.

Assim, para aumentar a competitividade de cada país, é necessário que se retire o máximo proveito de cada recurso ou serviço, consumindo a menor energia possível. Ou ainda utilizando a mesma quantidade energética mas obtendo um maior aproveitamento.

Uma das prioridades políticas para muitos países em todo mundo consiste no desenvolvimento da eficiência energética. Não só por melhorar o bem-estar do consumidor, mas também, por ser amplamente reconhecida como o meio mais eficaz e disponível para resolver vários problemas relacionados com a energia. Como é o caso dos impactes sociais e económicos, dos altos preços da energia e das preocupações com as alterações climáticas (International Energy Agency, 2014b).

Um dos maiores objectivos políticos no momento actual visa alcançar uma redução de consumo energético e das emissões poluentes para a atmosfera. Dado que se não forem tomadas medidas para melhorar a eficiência neste sector, é expectável um aumento de 50% do consumo energético em 2050. E, tendo em conta que é provável a contínua expansão de edifícios residenciais e de serviços,

impulsionado pelo crescente aumento da população, este problema torna-se de prioritária resolução (International Energy Agency, 2014c).

Logicamente que as tendências energéticas variam de país para país, conforme as suas características intrínsecas, como o clima, população e desenvolvimento económico. Conjectura-se que consoante esses factores se adequa o investimento nas novas tecnologias eficientes que melhorem essas áreas (International Energy Agency, 2014c).

A eficiência energética é um pilar fundamental para o decréscimo do consumo de energia na actividade humana. Melhorar este índice consiste em explorar o rácio entre o resultado do desempenho (bens, serviços, ou energia gerada) e a energia utilizada para esse efeito («LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia», 2010a).

A melhoria da eficiência energética proporciona vários benefícios (Figura 2.12), em especial para países em desenvolvimento e que procuram recursos para reduzir a pobreza e apoiar o crescimento sustentável. A eficiência energética possibilita o acesso a melhores serviços energéticos, permite ainda fornecer energia a menores custos, logo a um maior número de pessoas. Melhora a produtividade industrial e reduz o consumo, o que conduz a menor poluição (International Energy Agency, 2014a).

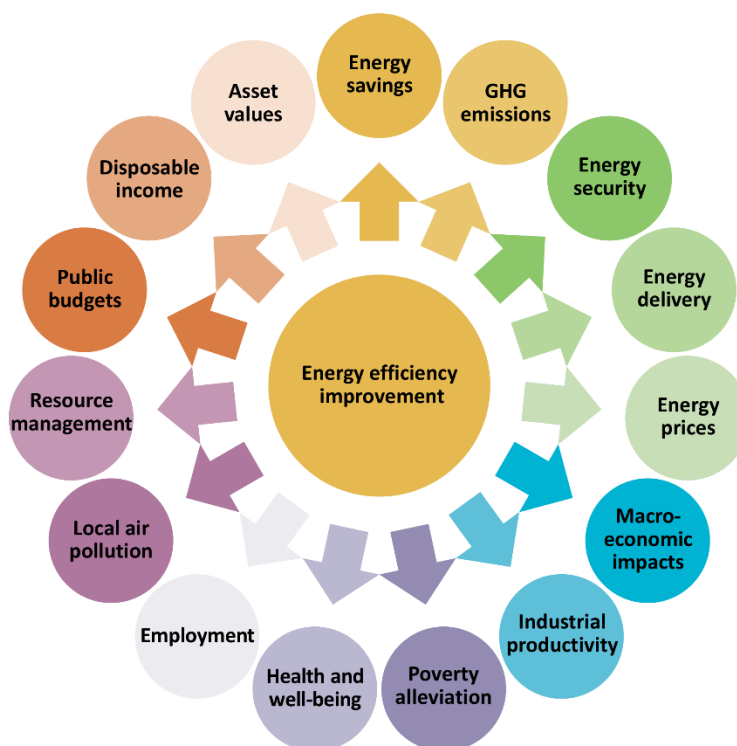


Figura 2.12 – Inúmeros benefícios da eficiência energética (International Energy Agency, 2014a)

Cada governo deve estabelecer prioridades consoante as suas necessidades e áreas a intervir para conseguir obter melhores resultados. Os indicadores energéticos são uma importante ferramenta para se poder seleccionar adequadamente os sectores a melhorar.

2.11. Eficiência energética nos edifícios

Actualmente, o sector da construção é o maior consumidor de energia do mundo, e representa mais de um terço do consumo total de energia final. Logo, é também uma importante fonte de emissões de dióxido de carbono. Um dos maiores objectivos políticos no momento actual visa alcançar uma redução de consumo energético e das emissões de poluentes para a atmosfera (International Energy Agency, 2014c).

Em 2014, Portugal produziu 5,6 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) provenientes de energias renováveis, valor que se torna por isso variável. Mas a média dos últimos dez anos cifra-se nos 5,0 Mtep (Figura 2.13) (International Energy Agency, 2016).

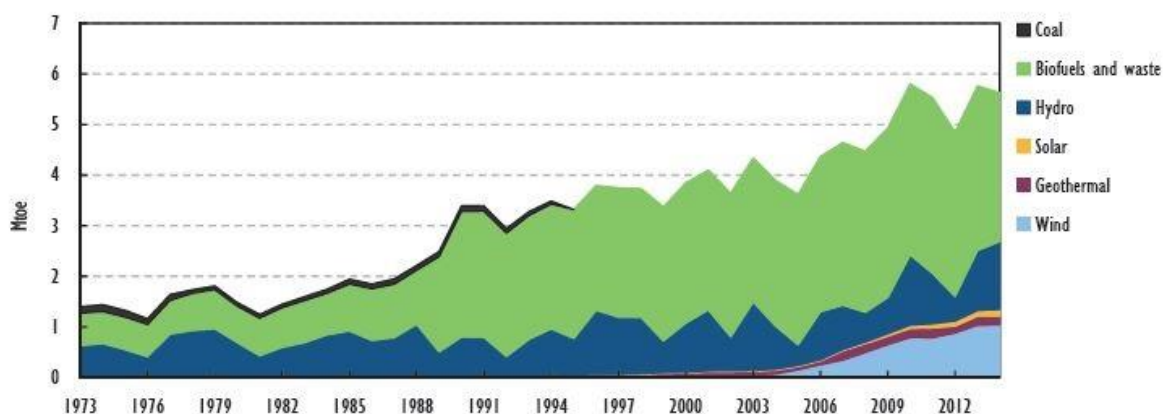


Figura 2.13 – Evolução da produção energética (International Energy Agency, 2016)

O consumo de energia final foi de 16,2 Mtep em 2013 sendo a indústria o sector com maior percentagem energética.

O sector dos edifícios é responsável por aproximadamente 30% do consumo final de energia em Portugal. A Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) estima que 50% desse consumo pode ser reduzido em 50% por meio de medidas de eficiência energética (International Energy Agency, 2016).

Espera-se que haja uma sintonia entre os países, e se apliquem políticas e medidas radicais de forma a incentivar o investimento em tecnologias mais eficientes. Neste contexto, deve-se dotar cada país com a regulamentação necessária de modo a padronizar e se poder avaliar o desempenho dos edifícios.

Em Portugal, os primeiros regulamentos de eficiência energética para edifícios residenciais foram introduzidos pela primeira vez em 1990 e para os edifícios não-residenciais em 1998. Em 2006, foram actualizados para todos os edifícios, como resultado da Directiva de Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD - *Energy Performance of Buildings Directive*).

“A Directiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios, foi transposta para o

ordenamento jurídico nacional através do Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de abril, que aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, do Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de abril, que aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, e do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril, que aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.” (Diário da República, 2013)

O Estado português, nesta conjuntura, decidiu promover a eficiência energética nos edifícios e dinamizar a utilização de energias renováveis.

“Com a publicação da Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios, foi reformulado o regime estabelecido pela Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2002. Aquela diretiva vem clarificar alguns dos princípios do texto inicial e introduzir novas disposições que visam o reforço do quadro de promoção do desempenho energético nos edifícios, à luz das metas e dos desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020.” (Diário da República, 2013)

A transposição da Directiva n.º 2010/31/UE, permitiu melhorar o sistema de certificação energética nacional, bem como os respectivos regulamentos. Neste contexto, foram incluídos num único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), no sentido de uniformizar e simplificar este quadro legislativo. A regulamentação actual, pretende assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios (Diário da República, 2013).

Mais recentemente houve uma revisão da legislação nacional em vigor onde, para além de se reforçar a aplicabilidade do quadro legislativo, elaborou-se um regime de dispensa de cumprimento dos requisitos mínimos de eficiência aplicável às operações urbanísticas.

“Por outro lado, o Decreto -Lei n.º 53/2014, de 8 de abril, que estabelece um regime excecional e temporário aplicável à reabilitação urbana, veio reconhecer, na esteira do estipulado no Decreto -Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, a possibilidade de, nas situações em que exista inviabilidade de ordem técnica, funcional, de valor arquitetónico ou económico e desde que justificadas mediante termo de responsabilidade subscrito pelo técnico autor do projeto, seja dispensado o cumprimento dos requisitos mínimos de eficiência energética e qualidade térmica nos casos de operações de reabilitação de edifícios ou de frações, cuja construção tenha sido concluída há pelo menos 30 anos ou localizados em áreas de reabilitação urbana, sempre que destinados ao uso habitacional.” (Diário da República, 2015)

2.12. Certificação energética nos edifícios

Nos últimos tempos verificou-se um aumento na procura de melhores condições de conforto por parte dos utilizadores tanto ao nível do conforto térmico bem como da procura por equipamentos mais eficientes. Pretende-se alcançar conforto sem penalizar a factura energética, e para isso, é preciso dotar a habitação de envolventes eficientes e que permitam reduzir ao mínimo as trocas de calor e frio com o exterior. Inclusivamente devem-se adquirir equipamentos igualmente eficientes, que promovam a redução energética («ADENE - Agência para a Energia: Guia para a Eficiência Energética», 2012).

Neste contexto, a certificação energética é hoje fundamental, pois permite cadastrar do ponto de vista da eficiência energética todo o tipo de edifícios (novos/existentes, serviços) de uma forma prática. Possibilita ainda a comparação entre habitações uma vez que estabelece um padrão e permite perceber o potencial de eficiência energética e medidas de melhoria. Note-se que, ao nível dos edifícios existentes, o certificado energético incluiu também sugestões de melhoria de desempenho energético e da qualidade do ar interior, que o proprietário pode implementar. Outra vantagem da certificação é que também pode ser usada para monitorizar o desempenho energético do parque edificado, não só dos edifícios novos como os já existentes (Fragoso, 2016).

A certificação energética assenta em três pilares (Fragoso, 2016):

1. Edifícios novos e grandes intervenções - avaliar os requisitos mínimos que lhes são exigidos.
2. Avaliação periódica do potencial de melhoria – auditorias periódicas a edifícios públicos e grandes edifícios de comércio e serviços;
3. Promoção e informação – promoção de imóveis em venda ou arrendamento e informação ao cidadão.

Pode-se sintetizar a classificação energética como o resultado do desempenho energético de um edifício depois de determinadas as soluções construtivas, os sistemas e equipamentos energéticos em comparação com os valores definidos como referência (Faria, 2016).

Note-se que a regulamentação relativa à classificação tem vindo constantemente a aumentar a exigência do desempenho desde 2006. Em 2013 voltou a sofrer outra actualização e o valor base de referência voltou a aumentar. No presente é expectável que em 2018 volte a aumentar o nível de exigência para algo próximo dos nZEB (*Net Zero Energy Building*) (Faria, 2016).

Actualmente um edifício para obter uma classe A+ tem de consumir apenas 25% de energia, ou seja quatro vezes menos que o edifício de referência, como mostra a Figura 2.14.

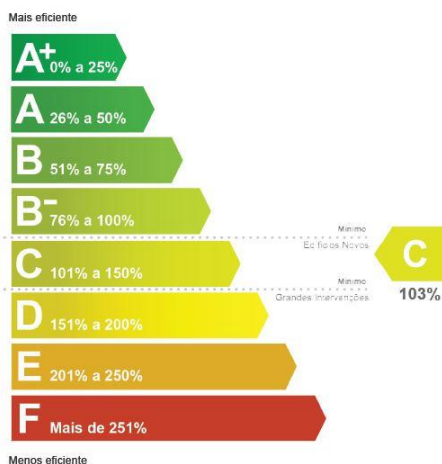


Figura 2.14 – Valores limite das classes energéticas (Fragoso, 2016)

Assim, é natural que seja cada vez mais difícil os edifícios conseguirem obter esses valores sem recorrerem a estratégias energéticas alternativas, tais como:

- Soluções arquitectónicas passivas que condicionam o desenho arquitectónico
- Soluções passivas de arrefecimento, aquecimento e ventilação
- Iluminação Natural
- Produção de energia renovável

Em seguida apresenta-se na Figura 2.15 a escala de 8 classes da classificação que os edifícios podem ter («ADENE - Agência para a energia», 2017a):



Figura 2.15 – Classes energéticas («ADENE - Agência para a energia», 2017a)

Sendo que a classe A+ corresponde a um edifício com o melhor desempenho energético e em oposição a classe F corresponde ao edifício de pior desempenho energético.

De referir que os edifícios novos, segundo o SCE (Sistema Certificação Energética dos Edifícios) estão sujeitos a uma classe superior ou igual a B-. Relativamente aos edifícios sujeitos a grandes intervenções têm de apresentar um limiar inferior C e, por fim, os edifícios existentes poderão apresentar qualquer classe («ADENE - Agência para a energia», 2017c).

2.13. Redes eléctricas inteligentes

As recentes preocupações com a eficiência energética têm provocado uma grande inovação ao nível dos equipamentos e serviços. Assim sendo, é necessário monitorizar os consumos para ter noção das

poupanças efectivas. As *smartgrids* ou redes eléctricas inteligentes permitem a gestão em tempo real de todo o sistema eléctrico. São por isso uma das chaves para a resolução dos desafios colocados por mais energia renovável, aumento de microgeração e mobilidade eléctrica («Planetazul – O Portal de Ambiente e Sustentabilidade»).

As *smartgrids* permitem ainda («Planetazul – O Portal de Ambiente e Sustentabilidade», sem data):

- Gestão remota de equipamentos da rede;
- Redução dos custos de manutenção da rede;
- Capacidade para detectar situações anómalas;
- Atendimento mais rápido e personalizado;
- Melhor controlo sobre fluxos de energia na rede, minimizando perdas e utilizando melhor a capacidade instalada;
- Capacidade de aumentar a penetração de renováveis;
- Suporte a soluções para a mobilidade eléctrica.

3. ANÁLISE DE ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo, analisam-se alguns casos de estudo realizados pela Lisboa E-Nova⁶ em conjunto com outras entidades no sentido de criar um manual de boas práticas para permitir aos proprietários de edifícios similares, adoptar medidas que promovam a melhoria da eficiência energética e consequente redução da factura energética do seu edifício, aumentando simultaneamente o conforto.

Note-se que se escolheram estes casos de estudo, primeiramente por serem bons exemplos das diversas melhorias de eficiência energética que podem ser implementadas no edificado e nas zonas urbanas, mas também por abrangerem tanto reabilitações térmicas e urbanas como alterações do planeamento urbano e medidas de consciencialização/monitorização energética em diferentes escalas urbanas.

3.1. Edifício multifuncional, Avenidas Novas

O edifício em análise situa-se na Avenida Elias Garcia nº 7 (Figura 3.1), e data dos anos 50. O edifício é constituído por 4 pisos e tem uma utilização mista. Começou-se por fazer a caracterização detalhada do edifício e dos seus elementos construtivos e, por conseguinte averiguar os coeficientes de transmissão térmica dessas soluções (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010b).

Para estimar os consumos da habitação foi utilizado um programa de simulação energética – Energy Plus – em simultâneo com a consulta das facturas de energia para averiguar a precisão dos valores teóricos em comparação com os reais (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010b).

Obtiveram-se os seguintes valores médios anuais de necessidades de energia primária:

- 36,2 kgep/m².ano para uma fracção habitacional
- 38 kgep/m².ano para a fracção dos escritórios

Estes valores são responsáveis por uma emissão de 6,5 tonCO₂/ano e 12,4 tonCO₂/ano respectivamente. Note-se ainda que, relativamente à fracção habitacional, o maior gasto energético corresponde ao aquecimento da envolvente. No que se refere aos escritórios os consumos de maior relevância são os referentes aos equipamentos e iluminação.

Seguidamente analisaram-se as oportunidades de intervenção e optou-se por intervir ao nível da envolvente do edifício, ao nível da instalação de energias renováveis e da substituição de equipamentos e de sistemas de iluminação.

⁶ Lisboa E-Nova: Agência de Energia e Ambiente de Lisboa



Figura 3.1 – Vista geral do edifício
(Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010b)

Ao nível da envolvente do edifício foi prevista a aplicação de isolamento térmico pelo exterior nas fachadas e coberturas e a reabilitação dos vãos envidraçados conforme ilustra a Figura 3.2.

Relativamente à instalação de energias renováveis foi avaliada a adopção de painéis solares térmicos para a produção de águas quentes sanitárias e de painéis fotovoltaicos para produção de electricidade.

Por fim, na substituição de equipamentos e sistemas de iluminação existentes foi analisada a aquisição de equipamentos com melhores prestações do ponto de vista do consumo energético.

Todas as intervenções analisadas foram pensadas de maneira a promover a economia energética e protecção ambiental, e tendo em conta as necessidades de cada tipologia de fracção optou-se pelas medidas com um melhor período de retorno (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010b).

Apresenta-se de seguida no Quadro 3.1 a síntese das medidas implementadas.

Quadro 3.1 – Medidas implementadas

Adaptado de (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010b)

Descrição
Paredes exteriores: aplicação de isolamento térmico (poliestireno expandido, 60 mm) pelo exterior.
Cobertura: aplicação de isolamento térmico (poliestireno expandido, 60 mm) na esteira horizontal.
Vãos envidraçados: substituição das caixilharias existentes por outras mais estanques e com vidros duplos na habitação e escritórios.
Instalação de painéis solares fotovoltaicos (50 m ²)
Substituição dos equipamentos de climatização dos escritórios por outros de maior eficiência.

No final da intervenção mediu-se novamente os consumos e verificou-se uma diminuição de cerca de 57% na habitação. De salientar que as emissões poluentes estão directamente relacionadas com o consumo energético logo, obviamente viram esse valor reduzido.

Nas fracções de escritórios a implementação das medidas promoveram uma redução dos consumos energéticos em cerca de aproximadamente 33% o que permitiu uma redução dos consumos da ordem dos 26,8 kgep/m².

De salientar que foi conseguido um aumento significativo da classe energética do edifício, que anteriormente era classe G, e passou a ser classe C.



1	Camada de reboco pré preparado;
2	Adesivo integral;
3	Painel isolante e aplicação de cavilhas de polipropileno;
4	Barramento em duas demãos, armado com rede em fibra de vidro;
5	1ª demão de primário e acabamento
6	2ª demão de acabamento

Figura 3.2 – Perspectiva da aplicação de isolamento térmico pelo exterior e respectivas camadas (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010b)

3.2. Edifício de habitação municipal, Alta do Lumiar centro

O edifício em estudo encontra-se na Rua Maria do Carmo Torres (Figura 3.3), na zona da Alta de Lisboa, e foi construído nos anos 90. Constituído por 7 pisos e 21 apartamentos, com tipologias T2 e T4 e que apresenta uma classe energética C.

Fez-se o levantamento dos consumos energéticos e chegou-se a um valor de consumo global anual do edifício de 32,5 tep/ano o que corresponde a um total de emissões de 60 tonCO₂/ano distribuídas por 22 tonCO₂ derivadas do consumo de gás natural e 38 tonCO₂ derivadas do consumo de energia eléctrica (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010).

Depois de encontradas as debilidades, foram perspectivadas intervenções ao nível da envolvente do edifício, como a aplicação de isolamento térmico nas paredes e cobertura e reabilitação dos vãos envidraçados. Foi ainda equacionado a instalação de painéis solares para redução do consumo de gás natural para a produção de águas quentes sanitárias.

As medidas equacionadas para a envolvente do edifício têm um período de retorno de 21 anos e relativamente aos painéis solares revelam um período de retorno simples de 15 anos.

Finalizadas as intervenções, verificou-se que o comportamento da envolvente melhorou significativamente e reflectiram uma diminuição das necessidades de aquecimento ambiente em 68% no que toca ao conforto permanente.

Com a instalação dos painéis solares observou-se uma redução de 69% no consumo de gás natural para a produção de águas quentes sanitárias. As percentagens de redução de consumo energético são directamente proporcionais às emissões de CO₂ e notou-se uma diferença bastante acentuada. Ao passo que inicialmente o consumo de gás natural era responsável pela emissão de 12 tonCO₂/ano, no

seguimento da aplicação dos painéis solares este valor cifrou-se em 3,8 tonCO₂/ano (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010).

Globalmente as alterações efectuadas ao edifício conduziram a uma redução de 39% no consumo de energia primária. Situação que traduz uma redução total de 13 tep/ano o que equivale a uma redução de emissões de CO₂ especificamente de 16 ton CO₂/ano (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010).



Figura 3.3 – Vista geral do edifício
(Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa & Edifícios Saudáveis Consultores, 2010)

3.3. Eco-bairro Bairro da Boavista, Lisboa

O Bairro da Boavista localizado na freguesia de Benfica (Figura 3.4) foi construído na década de 40 com o propósito de criar residências para realojamento. No âmbito de um programa de criação de eco-bairros o bairro da Boavista foi seleccionado com o objectivo de melhorar o seu desempenho energético-ambiental.

O plano de acção consistiu em: («ECO-BAIRRO - Boavista Ambiente + (Projeto Concluído)», sem data)

1. Reabilitação dos edifícios de habitação:

- Revestimento e isolamento ecológico das fachadas;
- Substituição das janelas e caixilharias.

2. Construção de novos equipamentos no bairro:

- Eco-centro, espaços verdes, ciclovia, entre outros.

3. Instalações de energia renovável:

- Solar-Térmico para aquecimento de águas da piscina e do pavilhão desportivo;
- Cobertura fotovoltaica para produção de energia eléctrica para o eco-centro;
- Torres Eólicas para produção de energia eléctrica para a piscina e Pavilhão Desportivo Municipal.

4. Sensibilização e Monitorização energética-ambiental:

- Distribuição porta-a-porta de “Eco-Caderneta” e concurso de poupança e redução de consumos domésticos.

Estas medidas permitiram reduzir os consumos energéticos em larga escala. A título de exemplo foram monitorizadas algumas famílias e, uma delas, obteve uma redução do consumo de electricidade de 77%, de 28% relativamente ao gás natural e 55% de água. O que demonstra a importância da utilização consciente dos equipamentos e sua relação com a eficiência («ECO-BAIRRO - Boavista Ambiente + (Projeto Concluído)», sem data)

Este projecto de Sustentabilidade Ambiental revelou ainda uma grande aplicabilidade a outros bairros lisboetas.



Figura 3.4 – Bairro da Boavista
(«Bairro da Boavista - Lisboa», sem data)

Neste contexto analisam-se agora outros exemplos da aplicação de medidas de eficiência energética em Portugal efectuada por diversas empresas.

3.4. CTT – Melhor Consumo, Melhor Ambiente

O Centro de Produção de Produção e Logística do Sul, em Lisboa, é um edifício com uma área de 30.000 m² e é considerado um consumidor intensivo de energia. Nestas circunstâncias os CTT (Correios de Portugal) implementaram um plano de racionalização do consumo energético, com vista à redução dos consumos de energia e à promoção da eficiência energética (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a).

O plano resultou da aplicação de quatro medidas (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a):

1. Diminuição do consumo dos equipamentos ligados à corrente sem estarem em utilização;
2. Substituição dos equipamentos de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC);
3. Substituição das lâmpadas do edifício por lâmpadas com balastro electrónico e mais eficientes em conjunto com um sistema de programação centralizada dos níveis de iluminação;
4. Substituição das placas da cobertura do cais por placas translúcidas para promover a iluminação natural.

Este projecto permitiu a redução de 616 toneladas anuais de emissões de CO₂. Antes da aplicação das medidas o consumo de energia anual era de 1796 tep (toneladas equivalentes de petróleo) e passou a ser 1458 tep (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a).

3.5. Siemens – 3i Buildings

A Siemens desenvolveu uma ferramenta de gestão integrada de edifícios, criada para infra-estruturas urbanas complexas, como hospitais, centros comerciais e aeroportos (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a).

O *3i Buildings* capta e gere, em tempo real, um grande volume de dados gerado no interior do edifício por intermédio de sensores e utilizadores do edifício (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a).

Esta aproximação da infra-estrutura às pessoas implica uma interacção dinâmica e contínua entre ambos, suportada por interfaces que processam a informação e geram respostas que maximizam a experiência do cliente e permitem otimizar a gestão do edifício (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a).

A troca de informação constante entre o edifício e o centro de gestão, e entre os utilizadores e o centro de gestão, permite uma aprendizagem contínua que possibilita ao sistema a capacidade de melhorar a eficiência ao longo do tempo (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a).

Com esta ferramenta a Siemens em Portugal conseguiu em 2 anos reduzir as emissões de CO₂ em 9%, o consumo de energia em 8% e o consumo de água em 27% (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015a).

3.6. Nova sede da Câmara de Oeiras

O edifício em estudo (Figura 3.5) já apresenta uma classificação de B-, mas o objectivo foi conseguir subir a classificação para B ou para A. Foram analisadas várias soluções para melhorar o desempenho energético sem comprometer a sustentabilidade económica e contributo relativo para a melhoria da classificação (Faria, 2016).

Para atingir a classificação A, foi dimensionada uma solução fotovoltaica e de dimensão considerável que teve de ser harmonizada e compatibilizada com a arquitectura, com a estrutura e com as instalações técnicas.

Foram então instalados 2 sistemas iguais com as seguintes características (Faria, 2016):

- 352 painéis de 1,60 m x 1,00 m
- 564 m² úteis e cerca de 600 m² brutos
- 300 Wp por painel
- Total de 106 kWp (kilowatt-pico)
- 5 Inversores 420 kW, 117kW
- Total de 97 kW AC instalado
- Produção estimada de 320 MWh/ano

Com esta alteração o edifício conseguiu obter uma classificação A o que significa que este edifício consome agora menos de 50% da energia consumida pelo edifício de referência (Faria, 2016).



Figura 3.5 – Futuro edifício da Câmara de Oeiras
(Faria, 2016)

3.7. Retrofit no Office Park Expo

O parque expo está localizado em Lisboa (Figura 3.6) e compreende um complexo de escritórios, comércio e estacionamento. Foi construído entre 2004 e 2007 e tem uma área total de 65.000 m² (escritórios/serviços) e 130.000 m² (estacionamento) (Faria, 2016).

Em termos de soluções técnicas gerais, os dois lotes do complexo são constituídos por fachadas com grandes superfícies envidraçadas de vidro duplo de qualidade. A iluminação tem como base fontes de luz fluorescentes T5 para os escritórios e estacionamento. Tem também instalado um Sistema de Gestão Técnica que controla e monitoriza todos os sistemas em todos os edifícios. Ainda assim não foram instaladas soluções com energias renováveis (Faria, 2016).

Com vista a manter o edifício na vanguarda da tecnologia e eficiência, foi realizado um Plano de Racionalização Energética estruturado em 6 tópicos e as conclusões foram as seguintes (Faria, 2016):

- Envolvente do edifício e soluções construtivas – As intervenções foram mínimas dado que a construção é muito recente e apresenta muita qualidade;
- Soluções de AVAC – A principal alteração consistiu na instalação de um *chiller* totalmente regulável por forma a compensar a baixa eficiência dos anteriores;
- Soluções de Iluminação – Substituição de lâmpadas fluorescentes compactas por LED nas circulações e substituição parcial das fontes T5 por LED nos estacionamentos.
- Soluções de outros sistemas com equipamentos electromecânicos – Substituição das fontes de iluminação T8 por LED nas cabinas dos elevadores, produção de energia nos elevadores e alteração de rotinas de controlo;
- Produção de Energia com soluções Renováveis – Instalação de um sistema fotovoltaico de produção de energia por cada edifício para auto-consumo;
- Sistemas de Monitorização e Controlo – Adaptação e alteração do Sistema de Gestão Técnica de forma adequada a todas as alterações concretizadas em todos os sistemas ou implementação de novos, instalação de novos sensores e contadores adicionais para registo e monitorização futura das alterações implementadas.

Estas alterações permitiram uma poupança energética na ordem dos 40% e um retorno simples do investimento em menos de 6 anos. A classificação energética do edifício final foi classe A (Faria, 2016).



Figura 3.6 – Edifício do parque expo
(Faria, 2016)

3.8. Edifício Solar XXI, Lisboa

O objectivo deste projecto foi dimensionar um edifício de serviços com um baixo consumo energético, integrando tecnologias renováveis (solar térmico e fotovoltaico) e sistemas passivos para aquecimento e arrefecimento ambiente. Na linha do conceito nZEB – *Net Zero Energy Building* este edifício pretende servir de exemplo para projectos futuros que consigam simultaneamente consumir pouca energia e responder positivamente às condições do clima da sua localização satisfazendo as condições de conforto térmico no seu interior durante todo o ano (Gonçalves, Aelenei, & Rodrigues, 2012).

Para conseguir obter esse baixo consumo e de forma a potenciar o uso de energias renováveis, foram adoptadas as seguintes estratégias («LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia», 2010b):

- Optimização térmica da envolvente;
- Aumento da área de captação de ganhos solares – fachada solar a Sul, como um sistema de ganho directo para aquecimento;
- Fachada fotovoltaica, para aproveitamento eléctrico (100 m² e 12 kWp);
- Recuperação de calor por convecção natural na fachada fotovoltaica para aquecimento ambiente;
- Colectores solares para aquecimento ambiente;
- Sistema de arrefecimento passivo por tubos enterrados;
- Iluminação natural.

A optimização térmica da envolvente foi obtida através da aplicação de isolamento térmico pelo exterior de modo a corrigir as pontes térmicas.

A fachada solar a Sul (Figura 3.7) com amplos envidraçados é a que representa o maior elemento de captação de ganhos solares – sistema de ganho directo para aquecimento. Por ser a fachada com maior incidência solar foi projectado um sistema de painéis solares fotovoltaicos em harmonia com os vão envidraçados («LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia», 2010b).



Figura 3.7 – Entrada do edifício Solar XXI
(«LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia», 2010b)

Na cobertura do edifício (Figura 3.8) foi colocado um sistema solar com colectores e na cave um sistema de armazenamento. Este sistema pretende manter o conforto térmico durante o período de Inverno e em zonas a Norte do edifício.

O edifício está dotado de um sistema de arrefecimento pela entrada de ar através de tubos enterrados para, em contacto com a fonte fria (terra), arrefecer o ar exterior que será insuflado para o interior. Para além disso o sistema foi complementado com estratégias de ventilação natural («LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia», 2010b).

Em termos de iluminação natural, todas as salas a Sul têm grandes áreas envidraçadas e as portas de comunicação têm bandeiras translúcidas. Outro dos elementos principais para a estratégia da iluminação natural é a criação de um poço de luz central com clarabóias no topo para a luz atravessar verticalmente toda a zona central do edifício.

Por fim foi estimado um consumo de 16 kgep/m².ano o que corresponde a uma classe energética A+ («LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia», 2010b).



Figura 3.8 – Cobertura do estacionamento
(«LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia», 2010b)

3.9. Póvoa de Santa Iria, Vila Franca de Xira

No âmbito do Programa Polis XXI – Eco-bairro, numa parceria entre a Câmara Municipal de Vila Franca de Xira e a Quercus desenvolveu-se o projecto “Póvoa Central uma Eco-Comunidade”. A Câmara candidatou-se a fundos comunitários (FEDER) para os “Eco-Bairros” e obteve aprovação. Nesse sentido, resumidamente, o projecto visou (CMVFX, 2013):

- Elevar o uso e gestão sustentável dos recursos (água, energia, resíduos);
- Promover formas alternativas de mobilidade com especial enfoque no transporte público e circulação pedonal;
- Qualificação dos espaços públicos (praças, zonas verdes e reabilitação do edificado).

No âmbito da candidatura, os objectivos propostos dividiam-se em (CMVFX, 2013):

1. Qualificação do espaço público e do ambiente urbano: zonas verdes, águas, energia, resíduos, mobilidade, ambiente urbano;
2. Desenvolvimento Económico;
3. Desenvolvimento Social;
4. Desenvolvimento Cultural;
5. Animação da parceria/dinamização do Programa.

Seguem-se agora algumas das melhorias que foram implementadas (CMVFX, 2013):

Requalificação do Mercado de Levante e estruturação da envolvente

A proposta consiste na execução de uma nova praça central, orientada no sentido dominante da malha urbana (nascente/poente) e em sintonia com o edifício da Escola Básica. Adicionalmente a praça terá alamedas de peões e um será equacionado um parque de estacionamento automóvel, sendo que está também previsto a presença de arborização com o objectivo de sombreamento. O novo Recinto das Freiras pretende ser um espaço polivalente para receber vários tipos de eventos. No que se refere à zona envolvente ao Mercado irá apresentar pavimento permeável, para recolha de águas pluviais, e será promovida uma iluminação mais eficiente (CMVFX, 2013).

Hortas urbanas – eco parque da Póvoa

No projecto está previsto uma área de cerca de 6,5 hectares com um total de 136 talhões que serão distribuídos à população e onde toda a área de intervenção tem instalada uma rede de drenagem para efectuar a recolha de águas pluviais no sentido de melhorar as condições de permeabilidade dos solos e de favorecer a infiltração de água (CMVFX, 2013).

Reforço da mobilidade – Eliminação de barreiras arquitectónicas

Durante a fase de levantamento e diagnóstico verificou-se a existência de diversos problemas na área de intervenção, nomeadamente a ausência de passeios ou subdimensionados, ausência de passeadeiras nos cruzamentos e respectivo rebaixamento nos devidos locais. Este tipo de obstáculos dificulta a acessibilidade a algumas pessoas e este projecto também deve intenção de intervir nesse campo. O objectivo prende-se em dotar o espaço público de uma rede de percursos acessíveis para todos (CMVFX 2013).

Jardim vertical – Barreira sonora e ambiental

O projecto preconiza ainda a instalação de jardins verticais, sobre as barreiras acústicas existentes ao longo dos 450 metros da linha de caminho-de-ferro, no limite nascente da área de intervenção. O projecto consiste na plantação de superfícies vegetais nas barreiras acústicas existentes, de modo a conquistar este espaço para um espaço verde, permitindo um aumento muito significativo das zonas verdes no núcleo antigo da Póvoa (CMVFX, 2013).

Estes jardins verticais apresentam vários benefícios, tais como (CMVFX, 2013):

- Redução da exposição ao ruído;
- Melhoria da qualidade do ar;
- Amenização da temperatura ambiente;
- Retenção e reutilização de águas pluviais;
- Absorção de poeiras e poluentes;
- Baixos custos de manutenção.

3.10. Ørestad, Dinamarca

Ørestad (Figura 3.9) é uma comunidade entre a cidade de Copenhaga e o aeroporto. Trata-se de um projecto urbano em que houve interacção entre diversos interesses, incluindo os transportes, no sentido de assegurar a sustentabilidade do projecto. A ideia de criar um metro ligeiro simultaneamente com a criação de um empreendimento urbano energeticamente eficiente que suportasse o investimento no metro. Com este projecto, cada morador fica com o metro praticamente à porta de casa, reduzindo assim drasticamente o uso de combustíveis fósseis e melhorando a qualidade do ar exterior (DGOTDU, 2008).

O conceito de Ørestad foi o resultado da investigação de um comité estatal, no sentido de fazer uma reformulação dos sistemas de transportes e tentar demonstrar de que forma o transporte público

poderia ser significativamente melhorado e como se poderia atingir essa melhoria recorrendo a mecanismos de financiamento “não convencionais”. O comité propôs então a introdução de um sistema ferroviário ligeiro para servir a zona central de Copenhaga com uma ligação ao aeroporto (DGOTDU, 2008).

O pagamento do sistema seria assegurado pela urbanização de uma faixa de 5 x 0,5 km que ladeia um parque natural existente, propriedade do Estado e da cidade de Copenhaga, adjacente à auto-estrada e à futura estação do comboio prevista no projecto (DGOTDU, 2008).

O aumento exponencial no valor do solo, gerado pela abertura da nova estação criaria um rendimento suficientemente expressivo para pagar os investimentos iniciais de infra-estruturação e o sistema ferroviário ligeiro (DGOTDU, 2008).

O volume total de construção previsto foi calculado em cerca de 3 milhões de m², distribuídos entre usos comerciais, educacionais, culturais e residenciais. O ministro das Finanças ficou satisfeito com a ausência de encargos para o Estado no financiamento de uma infra-estrutura, enquanto que o presidente da Câmara aprovou a canalização do valor acrescentado do solo para o financiamento de uma infra-estrutura da cidade (DGOTDU, 2008).



Figura 3.9 – Ørestad, Dinamarca
Obtido de («Orestad | Greater Copenhagen Investments», sem data)

3.11. Comparação dos estudos de caso

Ao longo deste capítulo foram apresentados casos de estudo, em que o objectivo da eficiência energética é partilhado por todos e está sempre presente. Embora na análise efectuada se tenham apresentado principalmente casos de estudos em Portugal, como é evidente, o conceito de sustentabilidade e eficiência energética é um conceito global e universal a todos os países e sectores.

Verificou-se que, nas mais diversas áreas se pode evoluir de um modo sustentável e que o planeamento urbano representa um importante vector dessa política uma vez que permite boas ligações viárias, espaços verdes/lazer e, quando bem executado possibilita a expansão.

Todos os casos de estudo se relacionam por recorrerem a estratégias energéticas alternativas, como por exemplo soluções arquitectónicas passivas que condicionam o desenho arquitectónico, produção de energia renovável e reabilitações energéticas ou construtivas.

Estas intervenções têm como foco principal a melhoria da qualidade de vida, tendo como premissas a sustentabilidade, economia energética, a protecção ambiental e o planeamento urbano adequado.

Os dois primeiros casos de estudo, apresentam como ponto forte, a reabilitação térmica, em que o principal objectivo foi melhorar as soluções construtivas no sentido de reduzir as necessidades energéticas.

Os eco-bairros, bairro da Boavista e Póvoa de Santa Iria, o foco principal foi, em conjunto com a consciencialização dos habitantes proceder à monitorização dos consumos juntamente com a implementação de medidas de eficiência energética e de planeamento urbano, onde foram construídas ciclovias, espaços verdes, entre outros. Num contexto semelhante a Siemens desenvolveu um projecto de gestão e monitorização de dados energéticos para aplicação em edifícios de grande porte que, por sua vez, permite saber onde se dão os maiores gastos energéticos para aí intervir.

Relativamente aos casos Parque Expo, sede da Câmara de Oeiras, e CTT as medidas prendem-se principalmente substituição dos equipamentos, iluminação e produção energética com o objectivo global da redução do consumo energético.

No âmbito dos edifícios passivos e na vanguarda dos edifícios de balanço energético nulo, surgiu o projecto Solar XXI, onde o objectivo era reduzir as necessidades energéticas do edifício. Para isso recorreu-se de diversas estratégias eficientes tendo em vista a integração e produção de energias renováveis.

Finalmente o caso de Ørestad, é um conceito um pouco mais inovador e arrojado, uma vez que visa uma reformulação completa do planeamento da comunidade e do sistema de transportes. Foi elaborado um plano que promove consideravelmente a sustentabilidade na medida em que, reduz drasticamente o consumo de energias fósseis e melhora a qualidade do ar.

4. CASO DE ESTUDO – TRAVESSA DO ALMARGEM

4.1. Enquadramento

Na medida em que se pretende contribuir academicamente com propostas de melhoria da eficiência energética dos edifícios que incluam alterações do planeamento urbano, foi analisada a possibilidade de alterar a localização de um edifício para analisar o seu desempenho energético numa envolvente diferente. Estudar ainda as consequências da alteração para uma nova malha urbana e tentar perceber quais as mais vantajosas quantitativamente e qualitativamente.

4.2. Descrição do edifício e envolvente

O edifício em estudo situa-se na Travessa do Almargem em Lisboa (Figura 4.1) e foi concluído em finais do século XIX. É um edifício de habitação multifamiliar constituído por 4 pisos onde a fachada principal está orientada a Este. A fracção em análise é o primeiro andar e tem uma tipologia T5, com 5 quartos, 2 salas de estar e uma cozinha (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Levantamento dimensional das divisões

Divisão	Área (m ²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m ³)
Sala Estar 1	16,65	2,90	12,7	48,29
Sala Estar 2	19,84	2,90	15,2	57,54
Quarto 1	13,90	2,90	10,6	40,31
Quarto 2	11,17	2,90	8,5	32,39
Quarto 3	14,45	2,90	11,1	41,91
Quarto 4	17,43	2,90	13,3	50,55
Quarto 5	19,61	2,90	15,0	56,87
Cozinha	17,67	2,90	13,5	51,24
TOTAL	130,720	2,900	100,0	379,09

Em termos soluções construtivas, simplificou-se o exercício, analisando-se apenas para efeitos de cálculo as paredes exteriores, vãos envidraçados, ventilação, sombreamento e orientação.

As paredes exteriores são constituídas por paredes simples de alvenaria ordinária de cor clara e têm um coeficiente de transmissão térmica de 1,6 W/(m².°C) uma vez que têm aproximadamente 0,6 m de espessura (valor obtido no ITE 52 – Informação Técnica Edifícios). Duas das fachadas (Norte e Oeste) do edifício estão contíguas a outros edifícios não tendo portanto aberturas e têm de área 46,11 m² relativamente à fachada Norte e de 45,88 m² relativamente à fachada Oeste. A fachada Este tem 5 vãos envidraçados com uma área total de 17,40 m² e a fachada Sul tem 6,96 m², o que se traduz numa área efectiva para a parede Este de 28,71 m² e de 38,92 m² para a fachada Sul respectivamente.

No que se refere aos vãos envidraçados têm todos as mesmas características. São janelas do tipo simples com caixilharia de madeira, vidro simples e com os dispositivos de oclusão nocturna com elevada permeabilidade ao ar (portadas pelo exterior). O que se reflecte num coeficiente de transmissão térmica para o vão envidraçado de $3,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (valor obtido no ITE 50).

Em relação à ventilação adoptaram-se dois modelos tendo em conta a dimensão do arruamento e distância ao obstáculo mais condicionante. Nesse sentido, elaboraram-se dois ficheiros relativos à ventilação, o primeiro com a distância existente do arruamento de 3,5 m e o segundo com uma distância de 16 m afastada do obstáculo para cumprir o Artigo 59.º do RGEU (Regra dos 45º).

Para além disso o edifício encontra-se a uma altitude de cerca de 16 metros acima do nível médio da água do mar, localiza-se a aproximadamente 15 quilómetros do mar e tem uma área de implantação aproximadamente de 278 m^2 .



Figura 4.1 – Vista geral do edifício (Travessa do Almargem)

Relativamente à envolvente do edifício (Figura 4.2), caracteriza-se por ter uma malha urbana não reticulada orgânica e por conter uma elevada densidade de edifícios, com arruamentos muito estreitos e edifícios com variadas volumetrias.

Acresce ainda o facto de não dispor de espaços verdes, e apresentar um solo composto por materiais pouco permeáveis que contribuem para o aquecimento global da zona, como é o caso da pedra, cimento e asfalto.



Figura 4.2 – Vista panorâmica da envolvente da Travessa do Almargem (Google Earth, 2017)

Deste modo esta localização não permite o eficiente aproveitamento da luz solar directa, o que a torna menos sustentável. Na Figura 4.3 pode-se observar a planta de localização da Travessa do Almargem.

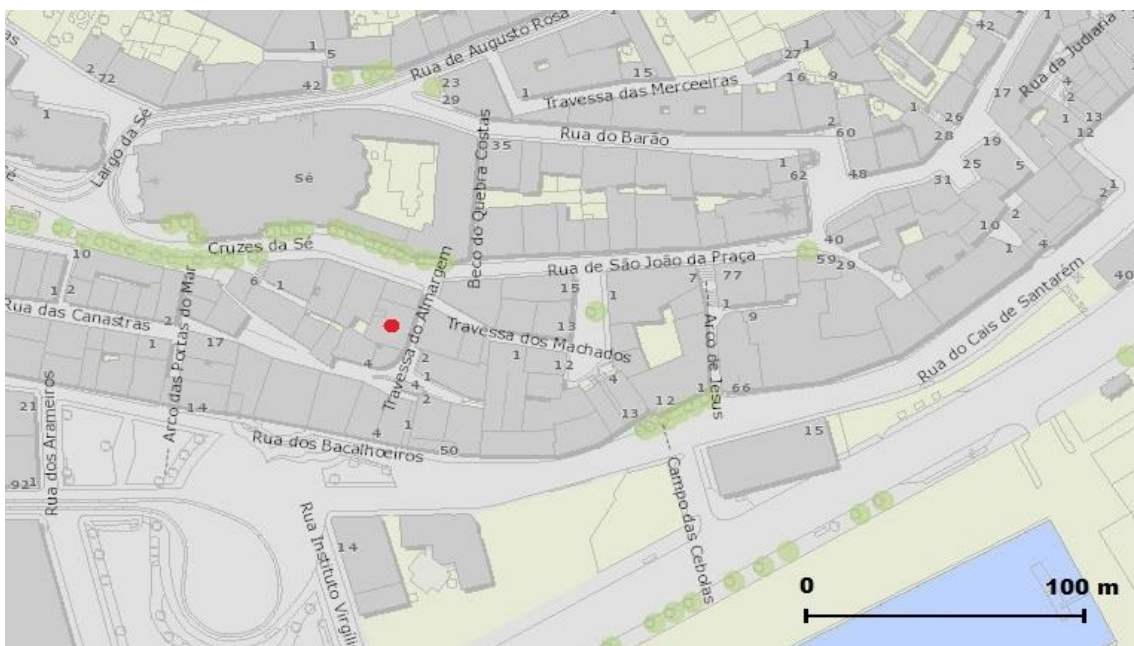


Figura 4.3 – Planta de localização da Travessa do Almargem (CM-Lisboa, 2017)

4.3. Proposta

Com recurso a ferramentas de cálculo elaboradas pelo Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (ITeCons) e pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e, no sentido de facilitar o cálculo do desempenho e necessidades

energéticas, foram estudadas algumas possibilidades de aumentar a eficiência energética do edifício em estudo e sua inserção no planeamento urbano.

Com o objectivo de analisar a influência do planeamento urbano na eficiência energética dos edifícios, decidiu-se escolher duas localizações em Lisboa com malhas urbanas distintas. Nesse sentido optou-se por um edifício localizado na zona da Sé de Lisboa, na freguesia de Santa Maria Maior por se situar no centro histórico da cidade, onde houve uma solução com um planeamento urbano adequado à época como se pode observar na Figura 4.4.

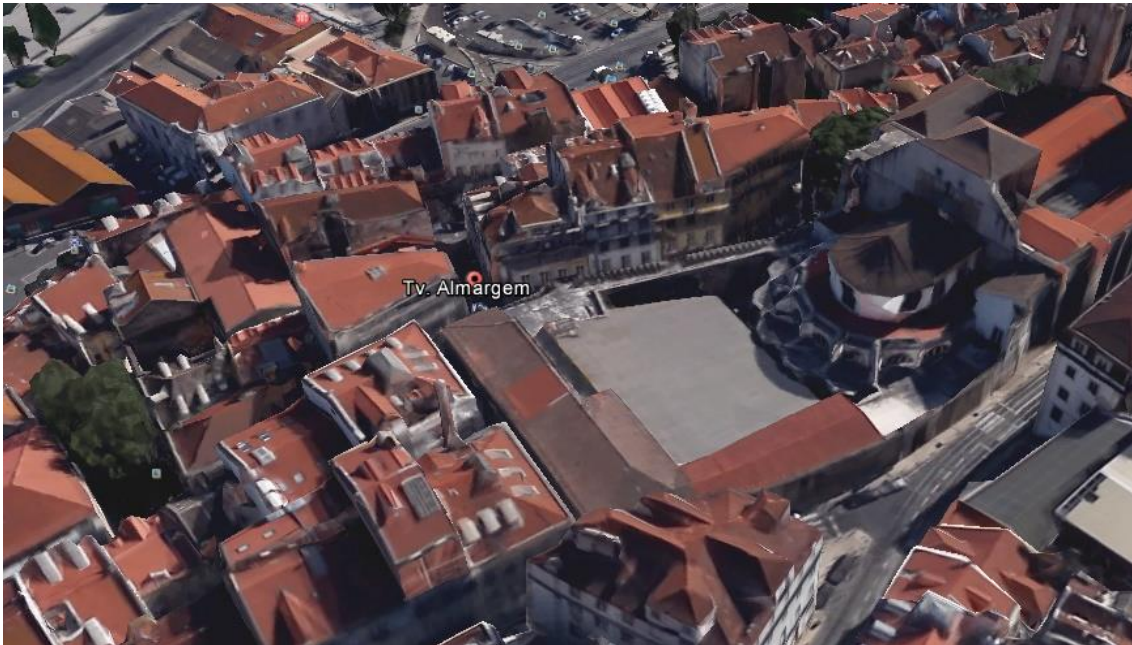


Figura 4.4 – Vista geral da envolvente da Travessa do Almargem
(Google Earth, 2017)

Por outro lado optou-se por trasladar esse mesmo edifício para uma zona com um planeamento urbano mais cuidado e actual, como é exemplo a zona da freguesia de Alvalade, mais especificamente a Avenida Almirante Gago Coutinho e zona envolvente. Esta avenida por apresentar uma malha urbana reticulada ortogonal e vegetação/arborização apresenta-se como uma opção viável para o estudo em causa. Acresce ainda o facto de possuir um arruamento largo que possibilita haver uma grande distância entre edificações diferenciando assim o planeamento. Nesse sentido esta proposta aproveitou-se de um desenho urbano mais reticulado e eficaz para testar outros resultados (Figura 4.5).



Figura 4.5 – Vista geral da envolvente da Av. Almirante Gago Coutinho
(Google Earth, 2017)

Outra característica relevante e que fundamenta a escolha desta localização tem a ver com o aproveitamento dos inúmeros benefícios que os espaços verdes representam e que este local dispõe, nomeadamente regularização da temperatura ambiente, diminuição da radiação que atinge o solo e aumento da qualidade do ar (Figura 4.6).



Figura 4.6 – Vista panorâmica sobre a Av. Alm. Gago Coutinho
(Google Earth, 2017)

Se por um lado na primeira localização (Tv. do Almargin) os edifícios estão todos muito próximos e provocam sombreamento uns aos outros, por outro, na Av. Gago Coutinho, a maior distância entre edifícios permite o aproveitamento solar e uma ventilação adequada (Figura 4.7).

Para além disso, e uma vez que na envolvente da Travessa do Almargin existe uma grande densidade do edificado e ausência de espaços verdes, a ocupação do solo torna-o impermeável o que provoca um sobreaquecimento da zona, um fenómeno tipo ilha de calor e fraca ventilação.

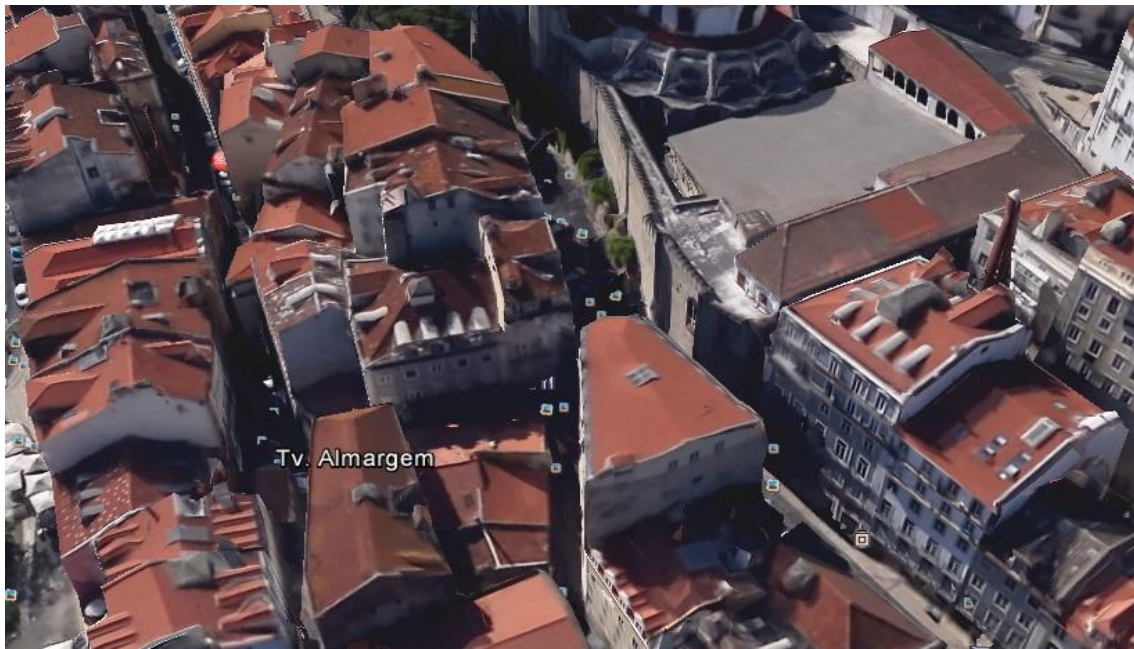


Figura 4.7 – Vista global sobre o edificado (Tv. do Almargin)
(Google Earth, 2017)

Ao nível urbano, na proposta em estudo, tentou-se implementar um desenho solar passivo que passou por soluções ao nível da orientação dos edifícios, sombreamento, dimensões dos arruamentos e obstáculos.

Neste contexto, e tendo em conta a proximidade dos edifícios envolventes ao edifício em análise, propuseram-se as seguintes medidas:

- Na localização original do edifício, alterar a sua orientação que actualmente é Este, para Sudeste e para Sul;
- Analisar o comportamento do edifício na mesma localização mas com os obstáculos envolventes afastados 16 metros (altura do edifício em estudo);
- Alterar a localização do edifício para uma zona mais desafogada (Alvalade) e, com a melhor orientação (Sul), averiguar os resultados obtidos;
- Com o edifício trasladado para Alvalade e orientado a Sul, implementar nas fachadas com envidraçados, arborização de folha caduca.

Estas alterações têm em vista a eficiência energética tendo como premissa o planeamento urbano. Apresenta-se no Quadro 4.2 as diferentes medidas a serem implementadas de onde resultam seis cenários.

Quadro 4.2 – Quadro síntese das medidas implementadas

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Localização	Travessa Almargem	Travessa Almargem	Travessa Almargem	Travessa Almargem	Alvalade	Alvalade
Orientação	Este	Sudeste	Sul	Sul	Sul	Sul
Sombreamento	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Largura do arruamento	3,5 m	3,5 m	3,5 m	16 m	≥ 16 m	≥ 16 m
Arborização	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

De seguida, na Figura 4.8 pode-se observar a planta de localização da envolvente em estudo onde evidencia as suas características e adequado planeamento urbano.



Figura 4.8 – Planta de Localização Av. Alm. Gago Coutinho (CM-Lisboa, 2017)

4.4. Análise de resultados

Tal como já foi referido, neste trabalho utilizou-se uma ferramenta de cálculo para conseguir obter os índices térmicos fundamentais a quantificar, nomeadamente, as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (*Nic*), as necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (*Nvc*) bem como as necessidades globais de energia primária (*Ntc*).

Na medida em que não se pretendia aprofundar o cálculo térmico e se pretendia agilizar esse processo, nem todos os campos que o ficheiro de cálculo solicitava foram preenchidos. Nesse sentido, alguns dos valores foram estimados automaticamente pelo ficheiro.

Inicialmente, começou-se por fazer uma análise das características da habitação, da envolvente e levantamento dimensional.

Em seguida procedeu-se à simulação do balanço energético para as situações descritas anteriormente e obtiveram-se os seguintes resultados:

Cenário 1:

- Cálculo das necessidades energéticas do edifício na localização actual (Tv. do Almargem);
 - Cálculo da ventilação admitindo uma distância ao obstáculo de 3,5 m;
 - Considerando sombreamento nas paredes e envidraçados;
 - Orientação da fachada principal: Este (actual).
- Necessidades de aquecimento (*Nic*): 37,39 kWh/m².ano
 - Necessidades de arrefecimento (*Nvc*): 6,15 kWh/m².ano
 - Necessidades globais de energia (*Ntc*): 173,23 kWh/m².ano

Cenário 2:

- Cálculo das necessidades energéticas do edifício na localização actual (Tv. do Almargem);
 - Cálculo da ventilação admitindo uma distância ao obstáculo de 3,5 m;
 - Considerando sombreamento nas paredes e envidraçados;
 - Orientação da fachada principal: Sudeste.
- Necessidades de aquecimento (*Nic*): 37,39 kWh/m².ano
 - Necessidades de arrefecimento (*Nvc*): 5,09 kWh/m².ano
 - Necessidades globais de energia (*Ntc*): 173,23 kWh/m².ano

Cenário 3:

- Cálculo das necessidades energéticas do edifício na localização actual (Tv. do Almargem);
- Cálculo da ventilação admitindo uma distância ao obstáculo de 3,5 m;
- Considerando sombreamento nas paredes e envidraçados;
- Orientação da fachada principal: Sul.

- Necessidades de aquecimento (*Nic*): 37,39 kWh/m².ano
- Necessidades de arrefecimento (*Nvc*): 5,56 kWh/m².ano
- Necessidades globais de energia (*Ntc*): 173,23 kWh/m².ano

A Figura 4.9 mostra graficamente os resultados obtidos nos três primeiros cenários.

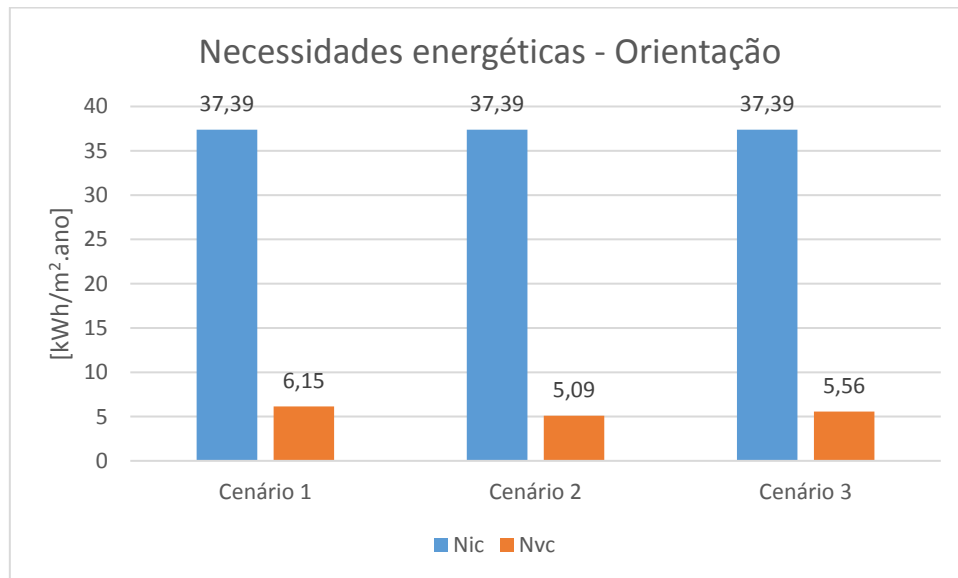


Figura 4.9 – Comparação das diferentes orientações

Como é sabido a melhor orientação solar para um edifício é ao quadrante Sul e, nesse sentido, numa situação ideal, as necessidades de aquecimento deveriam diminuir e simultaneamente as necessidades de arrefecimento aumentar. No entanto, como foram consideradas palas de sombreamento e obstrução do horizonte, esses valores podem estar condicionados.

Em todo o caso, dada a proximidade dos edifícios envolventes e a quantidade de radiação solar absorvida pelo edifício é natural que os valores tenham pouca variação.

Cenário 4:

- Cálculo das necessidades energéticas do edifício na localização actual (Tv. do Almargem);
- Cálculo da ventilação admitindo uma distância ao obstáculo de 16 m;
- Sem considerar sombreamento nas paredes e envidraçados;
- Orientação da fachada principal: Este (original).

- Necessidades de aquecimento (*Nic*): 26,09 kWh/m².ano
- Necessidades de arrefecimento (*Nvc*): 11,64 kWh/m².ano
- Necessidades globais de energia (*Ntc*): 154,69 kWh/m².ano

No gráfico da Figura 4.10 podem-se observar os resultados relativos ao Cenário 4.

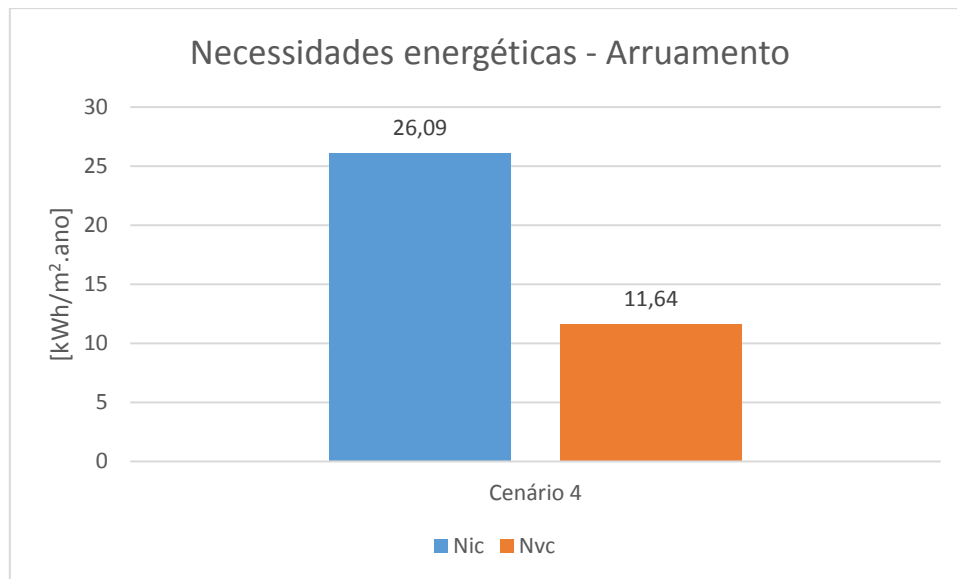


Figura 4.10 – Necessidades com maior distância de arruamento

Admitindo agora que se aumentou a distância do arruamento e os edifícios ficaram afastados 16 m, os edifícios deixam de provocar sombreamento uns aos outros e beneficiam em larga medida as necessidades globais energéticas. Este índice viu-se reduzido em aproximadamente 11% em relação ao Cenário 1 (situação inicial).

Cenário 5:

- Cálculo das necessidades energéticas do edifício na localização proposta (Av. Gago Coutinho);
- Cálculo da ventilação admitindo uma distância ao obstáculo de 16 m;
- Sem considerar sombreamento nas paredes e envidraçados;
- Orientação da fachada principal: Sul.

- Necessidades de aquecimento (*Nic*): 21,43 kWh/m².ano
- Necessidades de arrefecimento (*Nvc*): 11,02 kWh/m².ano
- Necessidades globais de energia (*Ntc*): 142,52 kWh/m².ano

Cenário 6:

- Cálculo das necessidades energéticas do edifício na localização proposta (Av. Gago Coutinho);
- Cálculo da ventilação admitindo uma distância ao obstáculo de 16 m;
- Sem considerar sombreamento nas paredes e considerando sombreamento apenas na estação de arrefecimento (Verão) nos envidraçados;
- Orientação da fachada principal: Sul.

- Necessidades de aquecimento (*Nic*): 21,43 kWh/m².ano
- Necessidades de arrefecimento (*Nvc*): 8,02 kWh/m².ano
- Necessidades globais de energia (*Ntc*): 140,02 kWh/m².ano

A Figura 4.11 apresenta os valores obtidos nos cenários em Alvalade.

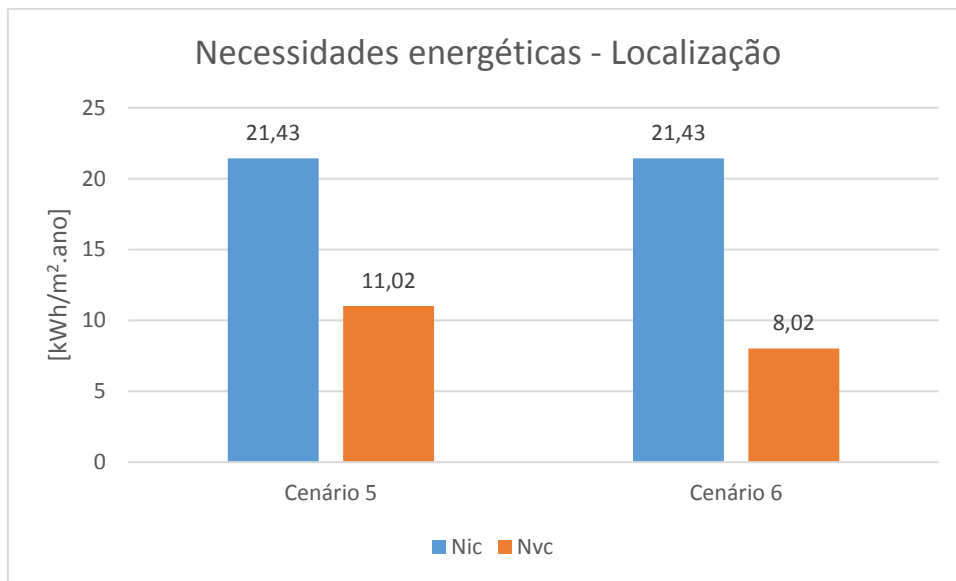


Figura 4.11 – Comparação dos cenários em Alvalade

Como se pode observar, as medidas de planeamento urbano implementadas foram gradualmente melhorando o desempenho térmico do edifício.

A orientação Sul é a que permite maiores ganhos solares e que conseqüentemente provoca menores necessidades de aquecimento no Inverno.

O último cenário revela uma redução ao nível das necessidades globais de energia, comparativamente com a situação inicial, de aproximadamente 19%, conforme é observável na Figura 4.12.

Neste sentido fica expeditamente verificado que a solução com base em novo planeamento urbano permitiu aceder a uma melhoria na eficiência energética do edifício em estudo.

Finalmente, na Figura 4.12 apresenta-se a comparação final dos vários cenários estudados e respectivos resultados.

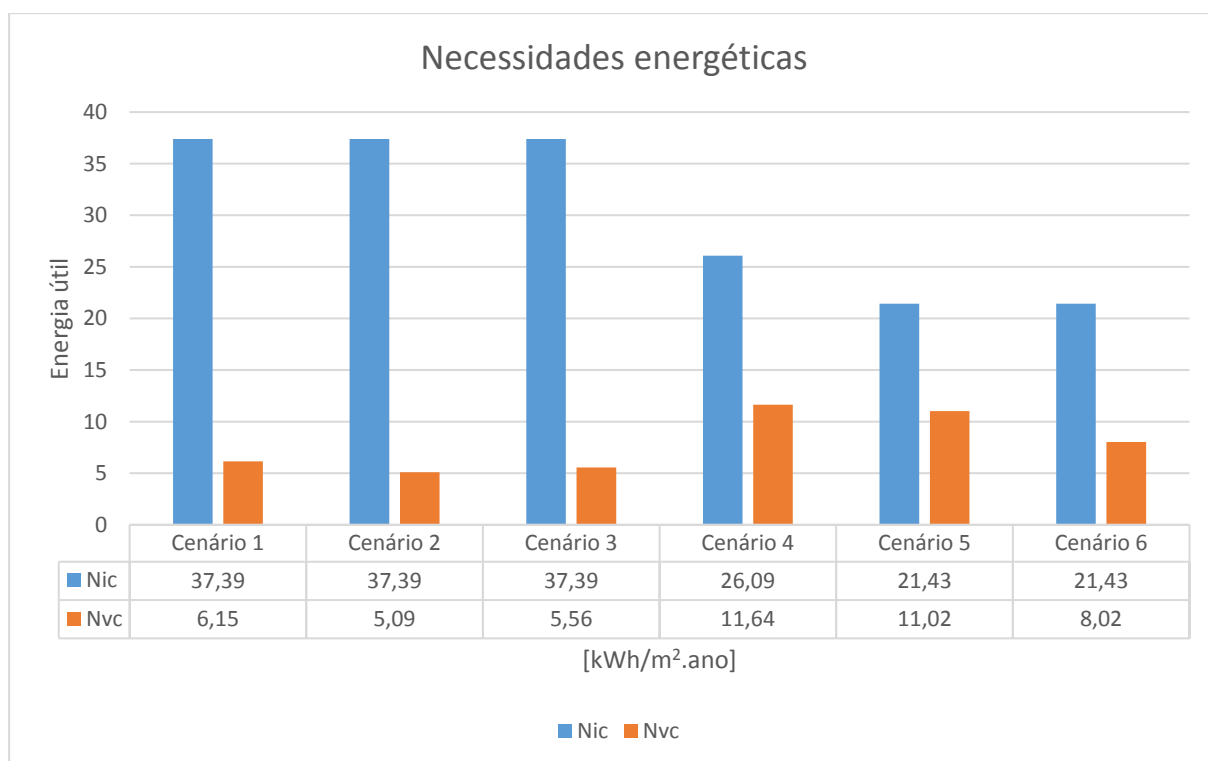


Figura 4.12 – Comparação final dos vários cenários

Como é facilmente verificável, no cenário 6, em que se optou por implementar arborização de folha caduca no horizonte das fachadas com envidraçados, é o que apresenta menores necessidades energéticas. Facto corroborado por no Inverno a arborização possibilitar a incidência solar (aquecimento) e no Verão ter a capacidade de sombrear a envolvente (arrefecimento).

Consequentemente a troca da malha urbana original (orgânica), para a malha urbana reticulada ortogonal da freguesia de Alvalade permitiu uma considerável melhoria da eficiência energética do edifício. Acresce ainda o facto de em Alvalade haver espaços verdes e um correcto dimensionamento da rede viária o que leva a que os edifícios tenham uma envolvente desafogada e com boa capacidade de ventilação. Foi também no sentido de aproveitar os múltiplos benefícios dos espaços verdes e arborização que se optou pela alteração da localização inicial do edifício.

No caso prático elaborado nesta dissertação não se obtiveram valores conclusivos relativamente à alteração da orientação quando se considerou sombreamento, no entanto, em sentido inverso, quando não se propôs sombreamento os efeitos energéticos foram significativos.

No seguimento desta política, também o aumento dos arruamentos e, por consequência, a distância entre os edifícios e obstáculos se traduz em vantagens para a eficiência energética.

Em conclusão e, apesar de a localização de um edifício existente ser imutável, é evidente e indelével que um adequado planeamento urbano melhora a eficiência do edificado.

5. DISCUSSÃO

O sector da construção por ser o maior consumidor energético apresenta um enorme potencial de poupança. Alcançar esses ganhos permite obter vantagens não só ambientais como económicas.

Tendo em conta a actual evolução tecnológica, existem tecnologias e medidas que permitem ao sector ser mais eficiente em termos energéticos e sustentáveis. Eliminar as possíveis barreiras e promover o potencial de eficiência energética calcula-se que seja a prioridade dos países.

O grande ciclo de vida das estruturas e equipamentos expressa também a grande oportunidade de intervenção intrínseca aos edifícios. Não só os edifícios novos, como os existentes são constituídos por inúmeros elementos passíveis de serem implementados com alternativas sustentáveis ou mais eficientes.

Existem no mercado várias tecnologias disponíveis para melhorar a performance dos edifícios e com um período de retorno relativamente baixo. No entanto, existem alternativas que apesar de serem competentes, requerem investimentos de maior ordem de grandeza e necessitam da intervenção do governo para poderem alcançar ampla aceitação no mercado.

As barreiras de mercado no sector da construção são complexas e de difícil resolução, pelo que a implementação bem-sucedida de políticas públicas será essencial para alcançar níveis elevados de difusão. Problemas tais como custos iniciais elevados, falta de sensibilização dos consumidores para novas tecnologias e seu potencial podem ser mitigados.

O progresso do sector da construção terá benefícios também para outros sectores, mas principalmente para o sector da energia. A poupança energética nos edifícios permite alcançar uma redução significativa de emissões poluentes mas para isso é necessário assegurar que os diferentes agentes envolvidos sejam coordenados nesse sentido e na procura do mesmo objectivo.

Do ponto de vista do consumidor por vezes é usual não serem adoptados os produtos mais eficientes, mas sim os produtos mais económicos. É também por isso que os decisores políticos têm de ter uma visão mais ampla do problema e tomar decisões que favoreçam as duas partes.

As políticas elaboradas devem contribuir para a implementação e probabilidade de sucesso no mercado das novas tecnologias. No caso dos edifícios, o objectivo teórico destas medidas visa a obtenção de edifícios com balanço energético nulo ou quase.

A agência internacional para a energia (IEA) elaborou um documento de recomendações onde inclui um pacote de medidas políticas para melhorar a eficiência energética dos edifícios existentes no sentido de fazer um apelo e dar auxílio aos governos internacionais.

Barreiras como falta de incentivos fiscais, ausência de técnicos qualificados e elevados custos iniciais de investimento podem ser eliminadas, e cabe aos governos (International Energy Agency, 2011a):

- Exigir que todos os edifícios, tanto novos como existentes, cumpram requisitos e valores mínimos de desempenho energético;
- Apoiar e incentivar a construção de edifícios com consumo de energia nulo;
- Implementar políticas para melhorar a eficiência energética dos edifícios existentes, e dar especial foco à envolvente do edifício;
- Exigir certificados de desempenho energético;
- Estabelecer políticas de incentivos à reabilitação dos elementos críticos dos edifícios no sentido de melhorar o desempenho energético global da habitação.

As recomendações políticas da agência internacional para a energia para ajudar os países a alcançar os benefícios da eficiência energética são as seguintes (International Energy Agency, 2011a):

- Regulamentos energéticos obrigatórios para todos os edifícios;
- Ambicionar edifícios de balanço energético nulo;
- Melhorar a eficiência energética dos edifícios existentes;
- Certificação energética em todos os edifícios;
- Melhorar o desempenho energético dos edifícios e seus elementos constituintes.

Os governos devem exigir regulamentos que visem o aumento da sustentabilidade do edifício.

Os governos devem apoiar e encorajar a construção de edifícios com consumo energético nulo e tomar iniciativas para tornar esses edifícios cada vez mais populares e economicamente viáveis.

As políticas devem incluir: metas e prazos ambiciosos; estabelecer mínimos e considerar o edifício como um todo; medidas para auxiliar os habitantes a melhorarem a eficiência das suas habitações, como por exemplo, realizar auditorias energéticas, incentivar a construção de edifícios duradouros, implementar produtos inovadores, informar sobre benefícios fiscais.

Os governos devem estabelecer políticas para melhorar os elementos críticos dos edifícios, como é o caso das áreas envidraçadas e sistemas de aquecimento/arrefecimento e ventilação.

Neste contexto, e segundo a IEA (International Energy Agency), as políticas necessárias para superar algumas barreiras podem-se observar no Quadro 5.1:

Quadro 5.1 – Políticas necessárias para superar algumas barreiras
(International Energy Agency, 2014c)

Technology maturity phase, market barriers, and policies for buildings

Technical maturity	Research and development		Voluntary demonstrations, deployment, diffusion			Mandatory Standards and building codes
	Basic and applied research	Field evaluation	Initial market introduction	Limited sales	Mature market	
Barriers	Lack of private sector investment.	Safety codes, consumer expectations, and integration.	High cost, lack of information, reliability, high risk.	Reluctance by policy decision makers, high cost, etc.	Entry into mainstream marketing programmes, split incentives.	Political will of governing body, sufficient data set to convince.
Policies	Competitive R&D sponsors, collaborative research, technology procurement.	Field studies of prototype, model homes, responsibility for any human health impacts.	Award of Excellence, detailed case studies, extended warranties, loan guarantees.	Tax credits, utility incentives, financing, volume purchases.	Distinction labels, modest incentives, financing, education.	Minimum efficiency standards and practices.

5.1. Condicionantes e barreiras à eficiência energética

A aplicação de medidas de eficiência energética pode parecer simples, mas na realidade podem ocorrer imensas barreiras.

Não raras vezes a implementação de um projecto de eficiência energética equivale a um processo de mudança. O sucesso dos resultados depende dos mais variados factores. Por exemplo o comportamento e o compromisso dos utilizadores afigura-se como um dos mais influentes nesse campo, mas as novas tecnologias a implementar e as alterações de processos são outras barreiras que surgem de forma natural (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015c).

Normalmente as tecnologias/produtos mais eficientes são também habitualmente os que requerem um maior investimento, factor que nalguns casos pode também ser condicionante. Por outro lado, os consumidores tendem a olhar apenas para os benefícios que retiram a curto prazo dos investimentos e não consideram retornos futuros. É aí que o governo deve intervir ao promover e incentivar políticas sustentáveis, para suscitar o interesse da população na eficiência energética (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015c).

No sector empresarial podem-se evidenciar as seguintes barreiras (BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2015b):

- Desconhecimento por parte dos consumidores, das tecnologias mais eficientes e dos seus potenciais benefícios;
- Aversão ao risco associado à introdução de novas tecnologias;
- As tecnologias mais eficientes são normalmente mais dispendiosas em termos de investimento inicial, embora os custos totais ao longo da vida dos equipamentos sejam menores, em virtude da redução dos custos de funcionamento;

- Escassez de capital para realizar os investimentos e limitações no acesso a crédito em condições tão vantajosas como as obtidas pelas empresas responsáveis pela oferta de energia;
- Ausência de incentivos para os agentes envolvidos na selecção dos equipamentos e na gestão de energia das instalações;
- Retorno de investimento relativamente longo (superior nalguns casos a 2-3 anos), devido aos preços elevados das tecnologias mais eficientes.

Prevê-se que muitas destas barreiras sejam transversais ao sector doméstico, facto que suscita a extrapolação para as habitações.

Se por um lado ao nível do planeamento da freguesia/concelho/distrito (município) as barreiras são essencialmente políticas, relativamente às habitações prendem-se essencialmente com o comportamento, conhecimento e disponibilidade financeira dos proprietários em investir em novas tecnologias.

Consequentemente reconhece-se aos políticos, o dever de suprimir as barreiras que não requerem investimentos por parte dos habitantes, tais como a falta de informação, a falta de sensibilização ou ainda a aceitação por novas tecnologias. Sendo que é primordial que os proprietários e os utilizadores tenham interesse em ser energeticamente eficientes.

No que se refere à falta de informação, por exemplo, por vezes há muita resistência em adoptar produtos novos mais eficientes. Por não se saber ao certo qual a duração nem como se aplica, opta-se por produtos mais conceituados em que a sua fiabilidade já foi testada em detrimento de produtos novos no mercado.

Impostos e taxas de importação elevados são outras das barreiras de mercado mais influentes na eficiência. O governo ao formular as suas políticas e regulamentos deve adaptá-los consoante o mercado onde está inserido mas deve dar primazia a construções sustentáveis e produtos eficientes. É deveras importante que a classe política perceba as barreiras e dê incentivos para tentar evitá-las.

Num planeamento macroestrutura, de maior escala, factores como o clima, a idade dos edifícios, quantidade dos espaços verdes e ausência de regulamentação e legislação são condicionantes predominantes na eficiência energética das cidades. O caso dos espaços verdes por exemplo, que à primeira vista pode ser menosprezado por aparentemente só ter vantagens sociais. O que não se verifica, uma vez que não apresenta apenas benefícios de carácter ambiental e social mas também económicos. Se por um lado aumenta as possibilidades de recreio e lazer, por outro contribui significativamente para a regularização da temperatura por proporcionar sombra que diminui a radiação que atinge o solo. E, assim, não ser necessário tanta energia para conseguir controlar a temperatura da cidade (Tyrväinen, Pauleit, Seeland, & Vries, 2005).

Em termos de condicionantes ao nível do edifício, a envolvente é o vector principal a considerar. Uma vez que é a responsável por separar o espaço interior útil do edifício e o ambiente exterior. É portanto

factor determinante na eficiência energética de um edifício ou fracção (International Energy Agency, 2014c).

Genericamente a envolvente de um edifício é constituída por paredes, pavimentos, coberturas e vãos. Todavia deve ter-se em conta todos os equipamentos e características constituintes da habitação na avaliação energética.

Dado que a envolvente condiciona em grande parte o aquecimento/arrefecimento da habitação, para atingir redução do consumo energético, é fundamental que (International Energy Agency, 2014c):

- As paredes, coberturas e pisos tenham um alto nível de isolamento térmico;
- As janelas tenham um bom coeficiente de transmissão térmica;
- O dimensionamento dos caudais de entrada e saída de ar permitam ventilação natural adequada;
- Sejam corrigidas as pontes térmicas.

As paredes, coberturas e pisos representam as maiores áreas em contacto com o exterior, o que explica as maiores trocas de calor do edifício. A aplicação de isolamento térmico adequado ao clima reduz as perdas de calor num ambiente frio, e regula a temperatura nos climas mais quentes o que ajuda ao conforto térmico interior. Desse modo não é necessário gastar tanta energia no aquecimento/arrefecimento uma vez que a eficiência foi potenciada.

O desempenho energético do edifício deve ser visto como um sistema que é influenciado por múltiplos factores. No dimensionamento de um edifício eficiente importa também analisar a forma e orientação do edifício, as áreas envidraçadas e sombreamento, e também a cor da cobertura e paredes.

Os regulamentos para garantir a eficiência energética dos edifícios apresentam também algumas condicionantes à sua implementação, tais como (International Energy Agency, 2011b):

- Divisão do sector imobiliário;
- Ausência criteriosa de informação sobre o parque edificado;
- Normas desarticuladas com as políticas;
- Falta de conhecimentos técnicos;
- Falta de recursos financeiros;
- Falta de ambição;
- Falta de monitorização e avaliação

Actualmente o mercado imobiliário encontra-se influenciado por diversos agentes, que podem ser públicos ou privados e que normalmente revelam interesses divergentes. O conhecimento e opiniões sobre questões energéticas variam de pessoa para pessoa, então por vezes proprietários, construtores, utilizadores, entidades de energia e engenheiros, estão em desacordo nas opções a tomar relativamente à eficiência (International Energy Agency, 2011b).

Na maioria dos países desenvolvidos há muito pouca informação sobre os edifícios existentes para se conseguir quantificar e caracterizar os consumos energéticos dessas habitações. Sem estas estatísticas a tarefa dos legisladores torna-se complicada (International Energy Agency, 2011b).

Os regulamentos para a construção são elaborados normalmente por organizações nacionais, no entanto, a sua implementação e verificação cabe tipicamente às autarquias locais. Poucos países têm um órgão de coordenação para assegurar que as prioridades nacionais sejam executadas pelas autoridades locais. Espera-se que não haja restrições locais que possam comprometer a regulamentação nacional (International Energy Agency, 2011b).

Os edifícios são sistemas complexos que requerem conhecimentos especializados. É necessário que os legisladores disponham de conhecimentos técnicos avançados para poderem elaborar de maneira adequada a regulamentação.

A concepção, implementação e execução dos regulamentos requerem recursos financeiros. As agências responsáveis pela elaboração dos regulamentos normalmente carecem de fundos uma vez que geralmente o capital gerado não é suficiente para cobrir todos os aspectos do desenvolvimento de um regulamento energético.

Do ponto de vista económico, os requisitos mínimos de desempenho energético devem ser estabelecidos de maneira a gerar o maior retorno financeiro para a sociedade, o que requer um maior período de tempo. No entanto, alguns países adoptam valores mínimos com um curto período de retorno o que impossibilita a oportunidade de maior poupança ao longo da vida útil do edifício.

Na maioria dos países, os trabalhos de monitorização e avaliação da regulamentação não estão incluídos nas políticas energéticas. Como resultado, torna-se bastante mais difícil estimar com precisão a eficácia da regulamentação.

5.2. Reabilitação e construção sustentável

Hoje em dia é nas cidades onde se concentra a maioria da população, desse facto deriva também que são os locais com maior potencial para dinamização do crescimento económico. Em todo o caso, é também nas cidades onde se encontram os maiores problemas ambientais que constituem ameaças à qualidade de vida da população.

Reconhece-se na reabilitação e construção sustentável as ferramentas ideais para preservar e manter o património edificado e planear as novas construções. Uma vez que as sociedades desenvolvidas e particularmente o sector da construção se apresentam altamente dependentes dos combustíveis fósseis. («Cidades e Território», 2017).

É pois fundamental que se construam sociedades sustentáveis utilizando a menor quantidade de recursos, otimizando-os para não comprometer as gerações futuras. Neste contexto a reabilitação com produtos sustentáveis constitui uma área com enorme potencial de intervenção e de grande relevância para as cidades.

Para melhor entender o conceito de cidades sustentáveis, é necessário ter uma visão ampla de gestão. Para além da atenção ao espaço público, com medidas de contenção da urbanização dispersa e gestão racional da utilização dos solos, é fundamental que haja um equilíbrio entre edificação e zonas verdes. Neste âmbito deve-se ainda ter um especial cuidado com a gestão dos fluxos de tráfego e transportes, tendo sempre como premissa a minimização da poluição. Salienta-se, ainda, a aposta no uso eficiente dos recursos e da primazia pela sustentabilidade («Cidades e Território», 2017).

Pode-se dizer que a reabilitação é um processo de revitalização ou de regeneração, a médio ou longo prazo, com o objectivo de melhorar o espaço urbano e a qualidade de vida das populações (Roth, 2004).

No sentido de promover a conservação do património, a reabilitação urbana deve fazer parte integrante do processo de planeamento, uma vez que, não só contribui para o desenvolvimento sustentável económico e social das comunidades, mas também por ser uma acção potenciadora da identidade e atractividade do território. Neste contexto e numa estratégia de desenvolvimento sustentável local e regional, deve promover a sensibilização e mobilização da comunidade para a necessidade de conservar e manter em boas condições o parque edificado e os espaços públicos. Deve ainda admitir gerar uma percepção ambiental indispensável para a promoção da qualidade de vida urbana (Lopes, 2014).

A reabilitação urbana tem a capacidade de reduzir os impactes ambientais provocados pela produção dos materiais de construção, para além de preservar a energia incorporada dos edifícios como também a das infra-estruturas, nomeadamente redes viárias, redes de águas e redes de esgotos (Edwards, 2004).

Em termos urbanísticos, a reabilitação dos centros históricos promove não só a diminuição da expansão do tecido urbano, como permite que não haja aumento da ocupação e a consequente impermeabilização do solo (Lopes, 2014).

Actualmente e com base no conceito de sustentabilidade da construção, a reabilitação de edifícios antigos é uma tarefa da maior importância em todo o mundo por diversas razões, tais como: preservação de valores culturais, protecção ambiental e vantagens económicas (Appleton, 2010).

Preservação de valores culturais por permitir mostrar actualmente como foi a evolução recente da humanidade e como os edifícios se foram adaptando continuamente e com sucesso a diferentes formas de viver. Por serem o suporte físico de diversos movimentos estéticos, da arquitectura e da arte ao longo do tempo; representam um testemunho vivo da relação entre o homem e a arte. Vectores importantes para a história das cidades e dos seus habitantes (Appleton, 2010).

Protecção ambiental por preservar uma grande parte dos elementos construídos, reduzindo a quantidade de demolições necessárias e das correspondentes reconstruções. Por consumir menores quantidades de energia na produção e aplicação de produtos de construção, reduzindo as emissões de CO₂ e limitando as quantidades de produtos de demolição a remover e destruir. Para além disso,

promove a utilização tanto quanto possível de materiais tradicionais e naturais (madeira, pedra, areia e cal), por oposição ao uso de materiais industriais artificiais como o cimento, o aço, o alumínio, o PVC e outros materiais poliméricos. Finalmente possibilita o reaproveitamento de produtos de desconstrução, com a sua integração na própria obra a reabilitar ou noutra de características similares (Appleton, 2010).

Em termos de vantagens económicas, reabilitar apresenta pelo menos as seguintes vantagens económicas por comparação com demolir e reconstruir (Appleton, 2010):

- Redução dos custos de demolição;
- Redução dos custos com licenças e taxas;
- Aprovação mais fácil de projectos;
- Redução dos custos de estaleiro;
- Redução das perturbações do tráfego urbano;
- Colocação mais fácil de produtos de construção;
- Redução das quantidades de novos materiais.

Do que se pode concluir que, mesmo que os preços unitários dos trabalhos de reabilitação sejam mais elevados do que os de novos e correspondentes trabalhos, o custo total da intervenção de reabilitação pode ser menor do que o da construção de um edifício novo (Appleton, 2010).

5.3. Arquitectura vernacular

Actualmente e no futuro é premente o desenvolvimento de técnicas que liguem a sustentabilidade com a eficiência energética. Uma vez que nos últimos tempos se tem verificado que as técnicas tradicionais causam um grande impacto ao nível ambiental. Nesse sentido, a arquitectura vernácula é um tipo de construção que importa analisar, já que as estratégias que são agora a base da construção sustentável derivam de aspectos e características deste tipo de arquitectura. Para além disso, estas técnicas têm do ponto de vista da sustentabilidade, inúmeras vantagens tais como: reduzir a quantidade de energia incorporada nos edifícios; reduzir os custos de construção; e promoção das economias locais (Morel, Mesbah, Oggero, & Walker, 2001).

As múltiplas assimetrias geográficas e climáticas do território português originaram uma vasta variedade de manifestações de arquitectura vernacular. A sua diferenciação regional expressa-se na utilização dos materiais e técnicas locais, na adaptação às condições climáticas da envolvente e à actividade económica das famílias. Por estes factos, regista-se uma profusa variedade de estratégias de adaptação às condições locais, das quais se apresentam alguns exemplos pertinentes para a discussão da Sustentabilidade do Ambiente Construído recorrendo a recursos locais, sistemas passivos e a tecnologias com baixo índice tecnológico e baixa energia incorporada. Na arquitectura vernácula portuguesa destacam-se os seguintes princípios de sustentabilidade («Princípios de Sustentabilidade – reVer», sem data):

- Organização do território: povoamento e uso do solo
- Orientação (solar) / captação de ganhos solares

- Aproveitamento de outros ganhos de calor
- Redução das perdas de calor
- Redução dos ganhos de calor / arrefecimento passivo
- Promoção da ventilação
- Protecção da chuva / protecção do vento
- Uso de materiais e técnicas locais
- Recolha e aproveitamento de águas pluviais
- Aproveitamento de recursos renováveis
- Organização social / comunidades sustentáveis

Note-se ainda que tipicamente os países mais desenvolvidos são normalmente aqueles que apresentam maiores níveis de ineficiência ambiental associada ao consumo energético. Tal facto deve-se por geralmente nos países menos desenvolvidos a construção de edifícios ser realizada com materiais naturais e tecnologias locais (Seminário reVer «Contributos da Arquitetura Vernácula Portuguesa Para a Sustentabilidade do Ambiente Construído» et al., 2015).

Neste sentido, face ao actual conhecimento e avanço tecnológico, é de difícil fundamento que nos países desenvolvidos se continue a apostar em demolições de edifícios existentes e construção de edifícios novos, ao invés de se optar pela reabilitação dos edifícios e utilização de materiais naturais e pouco transformados (Seminário reVer «Contributos da Arquitetura Vernácula Portuguesa Para a Sustentabilidade do Ambiente Construído» et al., 2015).

5.4. Soluções de eficiência energética nos edifícios

Segundo dados do INE e SCE, 1 milhão de edifícios apresentam necessidades de reparação, o que se traduz em 180 milhões de m² de paredes, 42 milhões de m² de janelas e 125 milhões de m² de coberturas. Nesse contexto a ADENE elaborou um guia com 10 temas no sentido de ajudar os proprietários a implementar soluções de eficiência energética (ADENE, 2016).

Nesse sentido aborda-se de seguida as medidas que tornam possível aumentar o conforto e a eficiência energética de uma habitação genérica (ADENE, 2016):

1. Isolamento de paredes

Uma vez que anteriormente a 1990 não existia qualquer tipo de regulamentação ao nível dos requisitos térmicos, a maior parte dos edifícios construídos em Portugal não possui isolamento térmico.

Dado que as paredes são responsáveis por elevadas perdas (ou ganhos) de calor, conservam o conforto térmico no interior e contribuem para a redução dos gastos de energia em equipamentos de climatização, é imprescindível que possuam isolamento na sua constituição.

Paredes eficientes melhoram o conforto térmico e acústico da habitação e conseqüentemente o nível de salubridade do interior da habitação. Sempre que possível, aconselha-se a aplicação do isolamento térmico pelo exterior, uma vez que garante uma aplicação uniforme e a correcção de possíveis pontes

térmicas da envolvente. Globalmente é conveniente que o sistema apresente um bom coeficiente de transmissão térmica, e que a sua manutenção seja assegurada. De seguida mostra-se no Quadro 5.2 as vantagens e desvantagens da aplicação do isolamento térmico exterior de fachadas em relação ao isolamento interior (Romão, 2015):

Quadro 5.2 – Vantagens e desvantagens da aplicação do isolamento térmico pelo exterior

Adaptado de (Romão, 2015)

Vantagens	Inconvenientes
Isolamento térmico mais eficiente	Constrangimentos arquitectónicos
Protecção das paredes contra agentes atmosféricos	Constrangimentos de ordem técnica
Ausência de descontinuidade na camada isolante	Maior vulnerabilidade da parede ao choque, sobretudo no rés-do-chão
Supressão de pontes térmicas e redução dos riscos de condensação	Custo em regra mais elevado (aproximadamente o dobro)
Conservação da inércia térmica das paredes	Condicionamento dos trabalhos pelo estado do tempo
Manutenção das dimensões dos espaços interiores	Risco de fendilhação dos revestimentos (em soluções com revestimentos contínuos)
Menores riscos de incêndio e de toxicidade	
Manutenção da ocupação dos edifícios durante as obras	
Dispensa de interrupções nas instalações interiores e de trabalhos de reposição de acabamentos	
Eventual melhoria do aspecto exterior dos edifícios	

2. Isolamento de coberturas

Outro elemento fundamental da habitação é a cobertura, pois em média, representa 30% das perdas de calor. Tal como as paredes, tipicamente, as coberturas permitem conservar a temperatura no interior da habitação e por esse facto necessitam igualmente de isolamento térmico.

O isolamento térmico de uma cobertura é considerada uma intervenção de eficiência energética prioritária, uma vez que apresenta benefícios imediatos em relação à diminuição das necessidades energéticas, e por se tratar de uma das medidas mais simples e menos dispendiosa.

Para além dos cuidados com sistema de impermeabilização, drenagem da cobertura, aplicação do isolamento, é extremamente importante que haja periodicamente uma vistoria da cobertura para se proceder à sua intervenção/manutenção na eventualidade de existir alguma anomalia.

3. Janelas eficientes

Relativamente às janelas a principal função é que contribuam para o isolamento térmico e acústico, para tal os principais aspectos a considerar são: o caixilho, a segurança, a orientação das janelas, a ventilação, o vidro, o tipo de abertura e a acústica. Importa realçar que devem ter Marcação CE e que cumpram as normas em vigor.

Os vãos envidraçados contribuem em grande medida para comportamento térmico da habitação. Dado que o vidro é um material que confere um fraco isolamento térmico às edificações, deve ser analisada cuidadosamente a solução a adoptar, uma vez que esta situação pode provocar desconforto no interior da habitação. Soluções como as de aumentar os panos de vidro melhoram o coeficiente de transmissão térmica, mas tem obviamente um custo superior e nalguns casos pode reduzir a quantidade de luz atravessada.

Outro aspecto importante do vão envidraçado é a caixilharia. Visto que para além de permitirem trocas térmicas também condicionam as estratégias de ventilação. Ainda assim, importa referir que, há possibilidade de os caixilhos terem corte térmico mas que nem sempre é eficaz.

A reabilitação térmica nos vãos envidraçados visa por um lado reforçar o isolamento térmico do edifício, e por outro, a redução das infiltrações de ar não-controladas e a melhoria da ventilação natural. No sentido de reduzir as necessidades de consumo de energia como também de melhorar as condições de conforto e de qualidade do ar interior dos edifícios, a aplicação de isolamento térmico no vão envidraçado é inevitável.

Existem actualmente no mercado diversos tipos de janelas e vidros. A opção base mais viável é normalmente a solução com vidro duplo. É possível acrescentar mais vidros e características, nomeadamente vidros com baixa emissividade e vidros com lâminas preenchidas por gases raros que reduzem ainda mais as perdas térmica mas que obviamente encarecem a solução base.

4. Protecções solares

Em termos energéticos e de conforto visual, a luz natural é a forma mais racional de iluminar um espaço. A preocupação de optimização do recurso à iluminação deve estar presente desde a fase inicial do projecto de arquitectura, na medida em que os espaços devem ser localizados, organizados e orientados em consonância com esse objectivo.

A incidência solar nos vidros pode condicionar a temperatura interior, assim o conjunto vidro e protecção solar deve ser adaptável, permitindo captar mais calor no Inverno e reduzir a exposição solar no Verão. Obviamente que os cuidados com as áreas envidraçadas são directamente proporcionais à sua dimensão.

As principais condicionantes são a orientação e dimensões das janelas, desde logo as janelas orientadas a Sul são críticas no que toca a incidência solar. Ainda assim, factores como o tipo de janela, exposição ao vento, ruído e durabilidade devem ser levados em conta.

5. Sistemas de ventilação

A ventilação é a renovação do ar interior por ar exterior. Pode ser natural, mecânica ou mista e possibilita a promoção da qualidade do ar da habitação.

A ventilação natural é a solução mais eficiente, mas requer muito rigor no seu dimensionamento. A entrada de ar deve ser pelos compartimentos principais (sala e quartos) e saída de ar pelos compartimentos de serviço (cozinhas, instalações sanitárias e dispensas) de modo a ventilar permanentemente a habitação.

Caso a ventilação natural se revele insuficiente, deve optar-se por instalar sistemas mecânicos de extracção.

As entradas e saídas de ar devem ser adequadamente dimensionadas e devidamente desobstruídas. As divisões que costumam estar fechadas devem possuir grelhas para promover a ventilação. É um projecto complexo e deve ser executado por pessoal especializado pois também assegura o bom funcionamento de aparelhos de queima.

Os equipamentos reguladores de temperatura devem ser eficientes e não poluentes. Deve ser dada atenção à limpeza das chaminés e condutas de ventilação que devem ser inspeccionadas regularmente.

6. Sistemas solares térmicos

A energia solar térmica não só permite reduzir a factura de energia como é também uma fonte de energia renovável inesgotável.

Deve ter-se em consideração que a área de implantação dos painéis é limitada e que a sua colocação deve ser na cobertura, sem que hajam obstáculos que causem um eventual sombreamento.

Nota ainda para a inclinação e orientação dos colectores solares que devem estar orientados a Sul, para procurarem maximizar os ganhos da radiação incidente.

7. Recuperadores de calor e salamandras

Os recuperadores de calor melhoram o conforto térmico, diminuem os gases poluentes para o interior da habitação e utilizam uma fonte energética renovável. É outra opção válida no que toca à redução da factura energética.

A escolha por um equipamento deste tipo condiciona o estudo da ventilação dos espaços e a exaustão dos fumos. Deve ser aplicada por profissionais especializados e requer um plano de manutenção para assegurar o correcto funcionamento do equipamento.

8. Esquentadores e caldeiras

Em termos de produção de água quente, primeiramente é necessário verificar o perfil de consumo da habitação em estudo, para posteriormente se escolher o equipamento mais adequado a esse fim. É importante que a rede de distribuição possua isolamento térmico para reduzir as perdas de calor.

Uma vez que existe etiquetagem energética, devem ser escolhidos os equipamentos com a melhor classe energética.

De modo a garantir um funcionamento eficiente, é recomendável que os aparelhos e principais componentes sejam instalados e inspeccionados por técnicos especializados.

9. Ar condicionado doméstico

A instalação de sistemas de climatização deve estar ajustada às necessidades de energia da habitação. Todavia, deve ser previamente verificado se as soluções anteriores estão com um correcto desempenho e a funcionar convenientemente.

É aconselhável a preferência por aparelhos com melhor eficiência energética e deve-se proceder regularmente à sua manutenção e limpeza interior.

10. Sistemas solares fotovoltaicos

O espaço disponível na cobertura, a orientação e sombreamento, e o enquadramento legal para ligação à rede, são os principais aspectos a considerar na escolha de um colector solar fotovoltaico.

Deve ser analisado cuidadosamente o perfil de consumo e produção, uma vez que o sistema produz energia eléctrica apenas durante o dia e não é possível armazenar eternamente essa energia. Num sistema de autoconsumo, a produção diária pode colmatar as necessidades de consumo e se houver excesso, é possível exportar essa energia eléctrica para a rede.

De realçar que os componentes do sistema requerem operações de manutenção e a actividade do inversor deve ser acompanhada para uma rápida detecção de avarias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Conclusões

De uma maneira simples, o consumo de energia dos edifícios pode ser reduzido através da melhoria das características construtivas, no sentido de reduzir as necessidades de aquecimento e arrefecimento e de medidas de utilização de equipamentos energeticamente mais eficientes. Em todo o caso, se o edifício for auto-suficiente, isto é, produzir energia suficiente para fazer face aos consumos energéticos, o impacto ambiental é reduzido. O conceito de eficiência energética está amplamente relacionado com os princípios de poupança de cada um; sendo necessário uma melhoria na consciencialização da população para implementação dessa política.

De facto, se a população se mostrar despreocupada, dificilmente um projecto de eficiência pode ser bem-sucedido. Para além disso, devia dar-se a possibilidade de haver um quadro legal adaptável no sentido de dar possibilidade ao urbanista de planear de acordo com os princípios da sustentabilidade, uma vez que cada caso tem as suas condicionantes.

O planeamento urbano pode ser condicionado por barreiras políticas e, para se conseguir um bairro ou um espaço urbano eficiente, é necessário uma harmonização da legislação com participação da população. Nesse âmbito, as áreas do planeamento urbano relativas à geomorfologia, orientação solar, morfologia da malha urbana, espécies arbóreas e mobilidade, ganham especial enfoque.

Pode-se concluir que as condicionantes da eficiência energética coincidem nalguns pontos com o planeamento urbano. Ambos são afectados pelo clima, orientação solar organização territorial e mobilidade são vectores a ter em conta nas duas situações; consequentemente a organização territorial é um factor preponderante no seu desempenho energético.

Neste sentido, obviamente que um conjunto de edifícios com um bom desempenho energético irá configurar um bairro eficiente, todavia há aspectos que não podem ser menosprezados. Como é o caso dos espaços verdes e arborização que acrescentam benefícios não só de carácter social, como também de carácter ambiental e económico. No caso da arborização, não só permite sombreamento aos edifícios, como tem a capacidade de oferecer protecção ao ruído, retenção de partículas em suspensão no meio ambiente e, se bem localizada, possibilitar protecção aos ventos predominantes.

Outro aspecto efectivamente importante e que não deve ser descurado é a ventilação, uma vez que a renovação de ar interior é uma medida necessária à manutenção das condições de salubridade interior dos edifícios. No entanto, se em condições de Inverno interessa limitar as infiltrações do vento, por outro lado, em condições de Verão tem um importante papel no arrefecimento nocturno dos edifícios.

Finalmente, quando a finalidade é obter uma zona ou conjunto de edifícios existentes com uma boa eficiência energética, há alguns pontos essenciais a reter, entre os quais: reabilitação dos edifícios; espaços verdes e arborização; instalações de energia renovável; sensibilização e monitorização energética.

6.2. Desenvolvimentos futuros

A preocupação com a eficiência energética e a sua relação com o planeamento urbano, devem ser mantidas e intensificadas além do âmbito explorado neste trabalho, na medida em que esta matéria contribui para o aumento da qualidade de vida.

O desenvolvimento da presente dissertação deparou-se com alguma informação difícil de quantificar: por exemplo, seria importante quantificar, energeticamente, o quanto os ventos predominantes arrefecem a envolvente da habitação.

Um outro desenvolvimento futuro prende-se com o aprofundamento das vantagens obtidas pela monitorização das medidas efectuadas para melhorar a eficiência e o conforto. Por exemplo, maior elaboração de casos de estudo que incluam medidas de planeamento urbano que interfiram com a organização territorial, mobilidade, espaços verdes e qualidade do ar e, se possível, quantificar energeticamente esses ganhos.

No seguimento deste contributo e durante a pesquisa bibliográfica deparou-se ainda com algumas temáticas inovadoras pouco desenvolvidas, que não foi possível aprofundar, mas que seria interessante explorar, como é o caso das tintas solares e palas de sombreamento solares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE. (2016). 10 Soluções de Eficiência Energética. Obtido 3 de Março de 2017, de <http://www.adene.pt/10solucoes-eficiencia-energetica>
- ADENE - Agência para a energia. (2017a). Obtido 4 de Março de 2017, de <http://www.adene.pt/>
- ADENE - Agência para a energia. (2017b). Obtido 4 de Março de 2017, de <http://www.adene.pt/politica-energetica>
- ADENE - Agência para a energia. (2017c). Obtido 4 de Março de 2017, de <http://www.adene.pt/certificacao-energetica-de-edificios>
- ADENE - Agência para a Energia: Guia para a Eficiência Energética. (2012). Obtido 3 de Março de 2017, de <http://www.adene.pt/>
- AGENEAL. (2016). Obtido 3 de Março de 2017, de <http://www.ageneal.pt/content01.asp?BTreelD=00/01&treelD=00/01&newsID=8#topo>
- AGENEAL. (sem data). Obtido 3 de Março de 2017, de <http://www.ageneal.pt/default.asp>
- Amado, M. (2002). *O processo do planeamento urbano sustentável* (Dissertação de Doutoramento). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Obtido de <http://run.unl.pt/handle/10362/8161>
- Amado, M. (2015). *Planeamento Regional e Urbano*. Aulas Teóricas, Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNL.
- Amado, M., Pinto, A. R., Alcachafe, A. M., & Ramalheite, I. (2015). *Construção Sustentável, Conceito e prática*. Casal de Cambra: Caleidoscópio.
- APA. (2017). Agência Portuguesa do Ambiente. Obtido 13 de Março de 2017, de <https://www.apambiente.pt/index.php>
- Appleton, J. (2010). *Reabilitação de Edifícios Antigos e Sustentabilidade*. Apresentado na VI ENEEC – Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Civil, Universidade de Évora.
- Ascenso, R. (2014). Edifícios e Energia - Nearly zero energy buildings - O que vai mudar com os NZEB? Obtido 5 de Março de 2017, de <http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/tema-de-capa-1>
- Bairro da Boavista - Lisboa. (sem data). Obtido 5 de Março de 2017, de <http://bairrodaboavista-lisboa.blogspot.pt/>

- BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. (2015a). Brochuras | BCSD Portugal. Obtido 5 de Março de 2017, de <http://www.bcsdportugal.org/publicacoes/bcsd-portugal>
- BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. (2015b). *Manual de boas práticas de eficiência energética*. Universidade de Coimbra.
- BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. (2015c). *O potencial económico da eficiência energética*.
- Blowers, A. (1993). Environmental Policy: The Quest for Sustainable Development. *Urban Studies*, 30(4–5), 775–796. <https://doi.org/10.1080/00420989320081911>
- Castanheira, L. F. C. (2002). *O planeamento energético urbano e o desenvolvimento sustentável* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Obtido de <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11632>
- Charter, A. (1994). Charter of European cities and towns towards sustainability. Em *Charter approved by the participants at the European Conference on Sustainable Cities & Towns in Aalborg, Denmark on* (Vol. 27). Denmark.
- CIB. (1999). *Agenda 21 on sustainable construction*. Rotterdam: Conseil International du Bâtiment.
- Cidades e Território. (2017). Obtido 10 de Março de 2017, de <http://www.crescimentoverde.gov.pt/compromisso/areas-tematicas/cidades-e-territorio/>
- CM-Lisboa. (2017). Sítio da Câmara Municipal de Lisboa: Página principal. Obtido 17 de Abril de 2017, de <http://www.cm-lisboa.pt/>
- CMVFX. (2013). Município de Vila Franca de Xira. Obtido 13 de Março de 2017, de <http://www.cm-vfxira.pt/>
- Curwell, S., Deakin, M., & Symes, M. (2005). *Sustainable Urban Development Volume 1: The Framework and Protocols for Environmental Assessment*. Routledge.
- Delfante, C., & Isac, Á. (2006). *Gran historia de la ciudad: de Mesopotamia a Estados Unidos*. Madrid: Abada.
- DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia. (sem data). Obtido 3 de Março de 2017, de <http://www.dgeg.pt/>
- DGOTDU. (2008). *Política das cidades: A energia nas cidades do futuro*. Lisboa: DGOTDU - Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano.

Diário da República. Decreto-Lei n.º 118/2013, Pub. L. No. 159, 1ª Série (2013). Obtido de <https://dre.pt/application/dir/pdf1s/2013/08/15900/0498805005.pdf>

Diário da República. Decreto-Lei n.º 194/2015, Pub. L. No. 179, 1ª Série (2015). Obtido de <https://dre.pt/application/conteudo/70280719>

ECO-BAIRRO - Boavista Ambiente + (Projeto Concluído). (sem data). Obtido 5 de Março de 2017, de <http://www.lisboaenova.org/projetos/eficienciaenergeticaenergiasrenovaveis/eco-bairro-boavista-ambiente->

ECORYS, & CEDRU. (sem data). Portal da Habitação - Página Inicial. Obtido 3 de Março de 2017, de <http://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/index.jsp>

Edwards, B. (2004). *Guía básica de la sostenibilidad*. Gustavo Gili.

Faria, R. (2016). *Perspectivas de aplicação nos edifícios. Um ponto de vista do projectista*. Apresentado na 1ª Conferência Sustentabilidade Eficiência Energética.

Fragoso, R. (2016). *Importância da Certificação Energética de Edifícios*. Apresentado na 1ª Conferência Sustentabilidade Eficiência Energética.

GETEP-Arquitectura e Engenharia. (sem data). Obtido 3 de Março de 2017, de <http://www.getep.pt>

Gonçalves, H., Aelenei, L., & Rodrigues, C. (2012). Solar XXI: A Portuguese Office Building towards Net Zero-Energy Building. *The REHVA European HVAC Journal*, 34–40.

Gonçalves, H., & Graça, J. M. (2004). *Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal*. Lisboa: DGGE/IP-3E. Obtido de <http://repositorio.ineg.pt/handle/10400.9/1323>

Google Earth. (2017). (Versão 7). Lisboa: Google.

Hall, P. (2002). *Urban and Regional Planning Fourth Edition* (4 edition). London ; New York: Routledge.

Hernández Aja, A., Fariña Tojo, J., Gálvez Huerta, Ángel, M., Fernández Áñez, V., Gonçalves, A., ... Feliciano, M. (2013). *Manual de desenho bioclimático urbano. Manual de orientações para a elaboração de normas urbanísticas*. Instituto Politécnico de Bragança. Obtido de <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/10753>

Holden, E., Linnerud, K., & Banister, D. (2014). Sustainable development: Our Common Future revisited. *Global Environmental Change*, 26, 130–139. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.006>

Instituto Português da Qualidade. Norma Portuguesa 1037-1, Pub. L. No. NP 1037-1, § Parte 1: Edifícios de habitação. Ventilação natural (2002).

- International Energy Agency. (2011a). *25 Energy Efficiency Policy Recommendations*. Paris.
- International Energy Agency. (2011b). *Modernising Building Energy Codes*. Paris.
- International Energy Agency. (2014a). *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency (Second Edition)*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2014b). *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2014c). *Transition to Sustainable Buildings (Second Edition)*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2016). *Energy Policies of IEA Countries: Portugal 2016 Review*. Paris.
- Isolani, P. (2008). *Manual do Consumidor - Eficiência energética nos edifícios residenciais (Deco)*. Lisboa.
- Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa, & Edifícios Saudáveis Consultores. (2010a). *Reabilitação Sustentável para Lisboa - Edifício de habitação municipal, Alta do Lumiar Centro, anos 90, Lisboa* (Desenvolvido pela Lisboa E-Nova-Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa no âmbito do projecto Reabilitação Sustentável para Lisboa).
- Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa, & Edifícios Saudáveis Consultores. (2010b). *Reabilitação Sustentável para Lisboa - Edifício multifuncional, Avenidas Novas, anos 50, Lisboa*.
- LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (2010a). Obtido 4 de Março de 2017, de <http://www.lneg.pt/iedt/unidades/20/>
- LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (2010b). Obtido 5 de Março de 2017, de <http://www.lneg.pt/iedt/projectos/289/>
- Lopes, A. (2014). *Papel da Arte na Reabilitação Urbana: Uma Análise Comparativa* (Dissertação de Doutoramento). Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Marshall, T. C. (1992). A review of recent developments in European environmental planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 35(2), 129–144. <https://doi.org/10.1080/09640569208711915>
- Mateus, R. (2004). *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção* (Dissertação de Mestrado). Universidade do Minho, Guimarães. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/817>

- Morel, J. C., Mesbah, A., Oggero, M., & Walker, P. (2001). Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. *Building and Environment*, 36(10), 1119–1126. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(00\)00054-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00054-8)
- Nogueira, T., & Pinho, P. (1996). Desenvolvimento Ambientalmente Sustentável, Perspectivas Teóricas sobre a Contribuição do Planeamento Territorial e da Avaliação Ambiental. Apresentado na V Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, Universidade de Aveiro.
- Noticias e empregos em Energia Eólica. (sem data). Obtido 4 de Março de 2017, de <http://www.portal-energia.com/category/eolica/>
- Orestad | Greater Copenhagen Investments. (sem data). Obtido 25 de Março de 2017, de <http://www.investcph.com/projects/development/orestad>
- Peuser, D. F. A., Remmers, K.-H., & Schnauss, M. (2013). *Solar Thermal Systems: Successful Planning and Construction*. Routledge.
- Planetazul – O Portal de Ambiente e Sustentabilidade. (sem data). Obtido 4 de Março de 2017, de <http://www.planetazul.pt/edicoes1/planetazul/imprimir.aspx?c=2251&a=18222&r=37>
- Princípios de Sustentabilidade – reVer. (sem data). Obtido 10 de Março de 2017, de <http://www.rever.pt/investigacao/principios-de-sustentabilidade/>
- Ramesh, T., Prakash, R., & Shukla, K. K. (2010). Life cycle energy analysis of buildings: An overview. *Energy and Buildings*, 42(10), 1592–1600. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.007>
- Redclift, M. (1999). Sustainability and the Social Sciences. Obtido 7 de Março de 2017, de <https://www.zedbooks.net/shop/book/sustainability-and-the-social-sciences/>
- Rocheta, V. L. da S., & Farinha, M. de F. S. M. T. (2007). Práticas de projecto e construtivas para a construção sustentável. Apresentado na Congresso Construção 2007 - 3º. Congresso Nacional, Universidade de Coimbra: Coimbra. Obtido de <http://sapiencia.ualg.pt/handle/10400.1/33>
- Rodolfo, J. de S. (2002). *Luis Cristino da Silva e a arquitectura moderna em Portugal*. Dom Quixote.
- Romão, M. do R. F. de A. (2015, Janeiro). *Contribuição do isolamento térmico para o aumento da eficiência energética em edifícios* (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa. Obtido de <http://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/4287>
- Roth, C. (2004). *Guidance on Urban Rehabilitation*. Council of Europe.

- Seminário reVer «Contributos da Arquitetura Vernácula Portuguesa Para a Sustentabilidade do Ambiente Construído», P., Mateus, R., Fernandes, J. E. P., Bragança, L., Almeida, M. G. de, Silva, S. M., ... Gervásio, H. (2015). *Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído: Atas do seminário reVer*. Universidade do Minho. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/35978>
- Slocombe, D. S. (1993). Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integrating environment and development. *Environmental Management*, 17(3), 289–303. <https://doi.org/10.1007/BF02394672>
- Tirone, L., & Nunes, K. (2007). *Construção Sustentável: Soluções eficientes hoje, a nossa riqueza de amanhã* (2.^a ed.). Sintra: Tirone Nunes.
- Torgal, F. P., & Jalali, S. (2010). *A sustentabilidade dos materiais de construção*. Universidade do Minho: TecMinho. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/28852>
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., & Vries, S. de. (2005). Benefits and Uses of Urban Forests and Trees. Em D. C. Konijnendijk, D. K. Nilsson, D. T. Randrup, & D. J. Schipperijn (Eds.), *Urban Forests and Trees* (pp. 81–114). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_5
- Virtudes, A. L. M. M. S. (1999). *Conteúdos deslocados do plano director municipal* (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Winters, P. (1994). Planning and Sustainability: An Examination of the Role of The Planning System as an Instrument for Delivery of Sustainable Development. *Journal of Planning and Environmental Law*.