



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Civil**

**Eficiência Energética em Edifícios de Serviços**

**PEDRO MIGUEL PERES MARTINS**  
(Licenciado)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na  
Área de Especialização de Edificações  
(Documento Definitivo)

**Orientador:**

João António Antunes Hormigo  
Licenciado (pré-Bolonha) em engenharia electrotécnica, pelo IST;  
Licenciado (pré-Bolonha) em engenharia civil, pelo IST;  
Especialista em Direcção e Gestão da Construção, pelo IPL;  
Equiparado a Professor Adjunto do ISEL;  
Director de Gestão de Instalações do Grupo EDP.

**Júri:**

**Presidente:**  
Doutora, Maria Ana de Carvalho Viana Baptista  
(Prof. Coord. c/ Agregação do ISEL)

**Vogais:**  
Doutor, Pedro Miguel Matos Soares  
(Inv. Auxiliar do IDL)

**Dezembro de 2012**



## **Agradecimentos**

Ao Professor João Hormigo, orientador do presente trabalho, pela sua disponibilidade, ajuda, dedicação, conselhos e sugestões ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, pelo esforço empregue e apoio ao longo de todo o percurso académico.

À minha namorada, Kátia, pelo apoio constante, coragem transmitida e compreensão nos momentos mais difíceis. Obrigado por acreditares em mim!

Aos meus amigos, pela amizade e ajuda que demonstraram ao longo da realização deste trabalho.

## Resumo

A eficiência energética em edifícios tem sido alvo de grandes desenvolvimentos nos últimos anos devido à crescente atenção dada a esta temática, motivada entre outros factores, por razões económicas de redução de custos e maior consciência da comunidade sobre a limitação das fontes energéticas convencionais. Têm-se realizado esforços relativamente à procura de soluções em tornar os edifícios mais eficientes do ponto de vista energético, desde a fase de concepção, de execução (com aplicação de novos materiais mais sustentáveis), das técnicas construtivas e do desenvolvimento e aplicação de tecnologias inovadoras ligadas às energias renováveis.

Na presente dissertação aborda-se esta temática com especial enfoque nos edifícios de serviços. Procura-se caracterizar o estado actual da eficiência energética em Portugal, tendo como suporte a análise da dependência energética, a estratégia nacional delineada para a energia e a transposição de Directivas Europeias para a legislação nacional e a sua aplicação.

Foi objecto de estudo o programa levado a cabo por um grande grupo empresarial português, no âmbito da aplicabilidade da actual legislação em vigor, aos seus edifícios, culminando num caso de estudo de um grande edifício de serviços com o objectivo de proceder à sua certificação energética.

As últimas tendências relativamente à melhoria da eficiência energética nos edifícios também foram abordadas, com especial atenção aos sistemas de gestão energética, bem como aos NZEB (Nearly Zero Energy Buildings), em linha com a recente imposição legislativa pela União Europeia, em que todos os edifícios novos até ao final de 2020 devem enquadrar-se neste conceito.

**Palavras-chave:** Eficiência energética, edifícios de serviços, certificação energética, energias renováveis, EPBD.

---

## Abstract

Energy efficiency in buildings has undergone major developments in recent years due to the increasing attention given to this matter, mainly caused by economic factors of cost reduction and a greater social concern regarding limited natural conventional energy resources. Efforts have been made in finding solutions to create buildings more efficient regarding energy consumption. To achieve that goal, actions must be taken from the starting point, that is, during planning phase and going along construction. The application of new materials and innovative techniques are essential. Nowadays more and more currently, new buildings incorporate equipments using renewable energy sources.

The present dissertation addresses this theme with particular focus on service buildings. It aims to characterize the current state of energy efficiency in Portugal, based on the analysis of energy dependence, the outlined national strategy for energy and the transposition of European Union Directives to national legislation, and their application.

The object of study was the program undertaken by a major Portuguese business company in the applicability of the current legislation to its buildings, culminating in a case study of a large service building in order to provide its energy certification.

The latest trends on improving energy efficiency in buildings have also been addressed, with special emphasis on energy management systems, as well as NZEB (Nearly Zero Energy Buildings), in line with recent legislative imposition by the European Union, where all new buildings should comply with this concept by the end of 2020.

**Keywords:** Energy efficiency, service buildings, energy certification, renewable energy, EPBD.

## Índice de Texto

1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objectivos .....	3
1.3. Estrutura da Dissertação .....	4
2. Eficiência Energética – Realidade Portuguesa.....	6
2.1. Dependência Energética .....	6
2.2. Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020).....	9
2.3. Certificação Energética.....	11
2.4. Enquadramento Legislativo.....	15
2.4.1. SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios.....	16
2.4.2. RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios .....	19
2.4.3. RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios .....	21
2.4.4. Alterações Legislativas .....	24
2.4.4.1. Directiva EPBD – 19 de Maio de 2010.....	24
2.4.4.2. Proposta de Directiva – 22 de Junho de 2011 .....	25
3. A Certificação Energética num Grande Grupo Empresarial (Grupo EDP).....	28
3.1. EDP Valor e o Grupo EDP .....	28
3.2. Etapas do Processo .....	30
3.2.1. Preparação e Lançamento do Concurso.....	31
3.2.2. Análise de Propostas .....	32
3.2.3. Negociação e Adjudicação.....	34
3.2.4. Acompanhamento dos Trabalhos .....	34
3.3. Situação Actual .....	35
4. Avaliação Desempenho Energético .....	37
4.1. Introdução.....	37
4.2. Caracterização do Edifício.....	38
4.3. Utilização da Energia .....	39
4.3.1. Energia Eléctrica Facturada.....	40
4.3.2. Energia Eléctrica Consumida.....	46
4.4. Análise dos Principais Consumidores de Energia.....	47

4.4.1. Repartição dos Consumos Energéticos .....	47
4.4.2. Climatização .....	48
4.4.3. Iluminação .....	50
4.4.4. Equipamentos .....	51
4.4.4.1. Sistemas informáticos.....	51
4.4.4.2. Elevadores .....	52
4.4.4.3. Restantes Equipamentos .....	52
4.5. Indicador de Eficiência Energética Real.....	52
4.6. Determinação da Classe Energética.....	55
4.7. Potencial de Melhoria.....	58
4.8. Melhorias Implementadas e Desempenho Actual.....	59
5. Tendências de Eficiência Energética .....	61
5.1. Sistemas de Gestão Energética de Edifícios.....	61
5.2. Plano de Manutenção Preventiva de Sistemas de AVAC.....	64
5.3. Sistemas Solares Térmicos.....	65
5.4. Sistemas Solares Fotovoltaicos.....	66
5.5. Mini Eólicas.....	68
5.6. Ventilação Natural .....	69
5.7. NZEB (Nearly Zero Energy Building) .....	70
5.7.1. O Conceito.....	70
5.7.2. Edifício Solar XXI - Um Caso Português.....	71
5.7.2.1. Ganhos Solares.....	71
5.7.2.2. Sombreamentos .....	72
5.7.2.3. Arrefecimento pelo Solo .....	73
5.7.2.3. Iluminação Natural / Ventilação Natural .....	74
5.7.2.3. Fornecimento de Energia.....	75
5.7.2.3. Conclusão .....	75
6. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros .....	76
6.1. Conclusões .....	76
6.2. Desenvolvimentos Futuros .....	77
Referências .....	79
Anexo I - Elementos Construtivos.....	83
Anexo II - Iluminação .....	88
Anexo III – Equipamentos Diversos.....	90

Anexo IV - Gemasolar .....	91
Anexo V – EPBD: Comparação entre os Estados-Membros .....	93
Anexo VI – The Crystal: NZEB em Londres .....	94

## Índice de Figuras

Figura 1 - Necessidade de energia primária por região mundial [7] .....	1
Figura 2 - Resultados em 2008 das metas traçadas para 2012 no âmbito do Protocolo de Quioto [8].....	3
Figura 3 - Taxa de dependência energética em Portugal [9].....	6
Figura 4 - Evolução do Consumo de Energia primária em Portugal [9].....	7
Figura 5 - Consumo de energia final por sector em 2010 (adaptado) [9] .....	8
Figura 6 - Evolução da intensidade energética em Portugal (adaptado) [10] .....	8
Figura 7 - Classes de eficiência energética [14].....	12
Figura 8 - Percentagem de CE emitidos por classes (adaptado) [4] .....	13
Figura 9 - Percentagem de CE emitidos por classes nos edifícios de serviços (adaptado) [4].....	14
Figura 10 - Calendarização do SCE [4].....	16
Figura 11 - Estrutura do Grupo EDP [22] .....	29
Figura 12 - Etapas que compõem o processo de certificação energética dos edifícios do Grupo EDP.....	31
Figura 13 - Distribuição por classes dos edifícios do Grupo EDP antes da aplicação das medidas de melhoria .....	36
Figura 14 - Distribuição por classes dos edifícios do Grupo EDP depois da aplicação das medidas de melhoria .....	36
Figura 15 - Fachada principal do edifício de serviços EDP .....	37
Figura 16 - Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2007[23].....	40
Figura 17 - Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2007 [23] .....	41
Figura 18 - Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2008[23].....	42
Figura 19 - Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2008 [23] .....	42
Figura 20 - Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2009[23].....	43
Figura 21 - Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2009 [23] .....	44
Figura 22 - Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2010 [23].....	45
Figura 23 - Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2010 [23] .....	45
Figura 24 - Evolução do consumo mensal de energia eléctrica entre Janeiro de 2007 a Junho de 2010 [23] .....	46
Figura 25 - Repartição do consumo de energia [23] .....	48
Figura 26 - Unidade de tratamento de ar novo (UTAN).....	49
Figura 27 - Chillers/Bombas de calor .....	49
Figura 28 - Grelha de insuflação .....	49
Figura 29 - Grelha de extracção.....	49
Figura 30 - Ventiladores de insuflação (esq.) e extracção (dir.) .....	50
Figura 31 - Exemplo dos <i>splits</i> existentes .....	50
Figura 32 - Interface gráfico no computador [25].....	62
Figura 33 - Interface gráfico para dispositivo móvel [25] .....	63
Figura 34 - Módulo colocado no quadro eléctrico [25].....	63
Figura 35 - Esquema de circulação em termosifão [30] .....	66
Figura 36 - Esquema de circulação forçada [30] .....	66

Figura 37 - Exemplo de montagem de painéis fotovoltaicos na cobertura de um edifício [33].....	67
Figura 38 - Campo Gemasolar, Espanha [38].....	67
Figura 39 - Exemplo de aplicação de uma mini eólica num edifício residencial [32].....	68
Figura 40 - Mini eólica de última geração [39].....	69
Figura 41 - Utilização de ventilação natural numa sala de aula [35] .....	70
Figura 42 - Fachada principal do edifício [41].....	72
Figura 43 - Sistema integrado térmico/fotovoltaico [41] .....	72
Figura 44 - Esquema do sistema de arrefecimento pelo solo (1) [42] .....	73
Figura 45 - Esquema do sistema de arrefecimento pelo solo (2) [41] .....	73
Figura 46 - Orifícios de ventilação [42].....	74
Figura 47 - Pormenor do interior do edifício [41] .....	74
Figura 48 - Distribuição mensal do consumo vs produção energética [41] .....	75

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tipos de Certificados a emitir em função do tipo de edifício [6] .....	18
Tabela 2 - Escala de classe energética no âmbito do RCCTE [6].....	23
Tabela 3 - Descrição detalhada dos critérios de classificação das propostas .....	33
Tabela 4 - Facturação energia eléctrica em 2007 (adaptado) [23] .....	40
Tabela 5 - Facturação energia eléctrica em 2008 (adaptado) [23] .....	41
Tabela 6 - Facturação energia eléctrica em 2009 (adaptado) [23] .....	43
Tabela 7 - Facturação energia eléctrica em 2010 (adaptado) [23] .....	44
Tabela 8 - Consumo energético médio [23].....	47
Tabela 9 - Factor de conversão e preço da energia [23].....	47
Tabela 10 - Comparação entre a simulação e as facturas energéticas [23].....	53
Tabela 11 - Valores de correcção climática [23] .....	54
Tabela 12 - Valores de IEE de referência [23] .....	55
Tabela 13 - Resultados da simulação dinâmica - Perfis reais [23].....	55
Tabela 14 - Resultados da simulação dinâmica - Perfis nominais [23] .....	56
Tabela 15 - Intervalos das classes energéticas [6].....	56
Tabela 16 - Valores de IEE de referência para edifícios novos e valores de S [23].....	57
Tabela 17 - Intervalos das classes energéticas para o presente edifício [23] .....	57
Tabela 18 - Eficiência energética do edifício antes e depois da implementação das melhorias.....	60

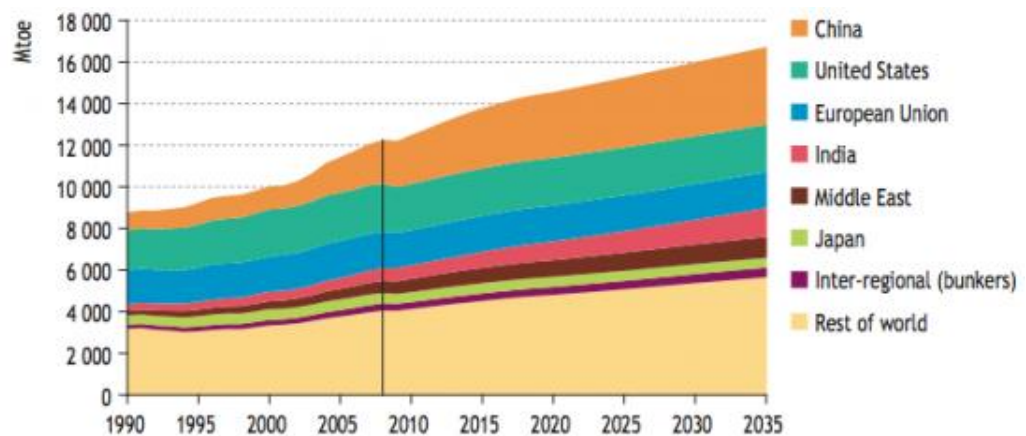
## **Acrónimos**

ADENE – Agência para a Energia  
AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado  
CE – Certificado Energético  
DCR – Declaração de Conformidade Regulamentar  
EPBD – Energy Performance of Buildings Directive  
GEE – Gases com Efeito de Estufa  
IEE – Indicador de Eficiência Energética  
NZEB – Nearly Zero Energy Building  
PIB – Produto Interno Bruto  
PME – Pequenas e Médias Empresas  
PMP – Plano de Manutenção Preventiva  
PQ – Perito Qualificado  
PRE – Plano de Racionalização Energética  
QAI – Qualidade do Ar Interior  
RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios  
RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios  
SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios  
UPS – Unidade de Alimentação Ininterrupta

## 1. Introdução

### 1.1. Enquadramento

As necessidades energéticas por parte das sociedades têm tido um crescimento ao longo dos tempos. Verifica-se que esse crescimento se acentuou a partir da Revolução Industrial, com o desenvolvimento da produção de bens de consumo exigindo procura cada vez mais acentuada de petróleo, carvão e gás natural. Estas fontes de energia são consideradas recursos naturais não renováveis, porque a sua formação é bastante lenta em relação à escala temporal do Homem [1].



**Figura 1** – Necessidade de energia primária por região mundial [7].

Com o actual ritmo de exploração, prevê-se que as reservas petrolíferas actualmente conhecidas estarão praticamente extintas até 2050. Para além disto, os combustíveis fósseis ao serem utilizados produzem elementos muito poluentes que afectam a qualidade do ar, provocam o efeito de estufa, afectando negativamente todos os seres vivos [1].

Na década de 70 com a crise do petróleo, foi dado um primeiro sinal, que levou a um sentimento de urgência e preocupação com esta temática. É importante proteger o meio ambiente não só para a geração actual mas para as futuras [2].

Actualmente os edifícios representam cerca de 40% do consumo energético total da União Europeia. De realçar que este sector está em

crescimento, e por conseguinte é previsível um aumento do seu consumo de energia. Deve-se assim, fomentar a redução do consumo de energia e a utilização desta proveniente de fontes renováveis [3].

Também é expectável que, mais de 50% deste consumo possa ser reduzido, aplicando medidas de eficiência energética, o que levaria a uma redução de 400 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Posto isto, ficaria quase satisfeito a totalidade do compromisso da União Europeia no Protocolo de Quioto [4].

Em linhas gerais, este compromisso consiste na redução, em 2020, de pelo menos 20% na emissão de gases que provoquem o efeito de estufa (GEE), tendo em conta os valores de 1990, e também, a de manter a subida da temperatura global no valor máximo de 2°C a longo prazo [3].

Em 2007 a União Europeia mudou significativamente o seu ponto de vista relativamente à energia e ao clima. Para além do compromisso anterior, instaurou duas metas adicionais para 2020 aos Estados-Membros. Estas devem, aumentar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis em 20%, bem como, a implementação de medidas de poupança energética que induzam uma redução do consumo também em 20% [5].

De acordo com a figura 2, é possível verificar que a maioria dos Estados-Membros da União Europeia, no âmbito da meta definida para 2012 para satisfazer o Protocolo de Quioto, já se encontram acima desta no ano de 2008. No caso particular de Portugal encontra-se apenas a 1,29% da meta definida de 77,4%.

EU MEMBER STATE	2003	2004	2005	2006	2007	2008	KYOTO TARGET 2012	% UNDER KYOTO TARGET
ESTONIA	21.2	21.2	20.7	19.2	22.0	20.3	40	49.25 %
LATVIA	10.7	10.7	10.9	11.7	12.1	11.9	23.3	48.93 %
LITHUANIA	16.7	21.1	22.6	22.8	24.7	24.3	44.1	44.90 %
ROMANIA	-	160.1	153.7	153.9	152.3	145.9	259.9	43.86 %
BULGARIA	-	68.9	69.8	71.5	75.7	73.5	127.3	42.26 %
HUNGARY	83.3	79.5	80.5	78.8	75.9	73.1	114.9	36.38 %
POLAND	382.5	396.7	399	399.3	398.9	395.6	551.7	28.29 %
SLOVAKIA	51.1	49.5	48.7	49.0	47.0	48.8	67.2	27.38 %
CZECH REPUBLIC	147.5	147.1	145.6	149.1	150.8	141.4	180.6	21.71 %
SWEDEN	70.9	69.7	67	66.9	65.4	64.0	75.2	14.89 %
GREECE	137.2	137.6	139.2	128.1	131.9	126.9	139.6	9.10 %
UNITED KINGDOM	658	660.4	657.4	647.9	636.7	628.2	678.3	7.39 %
FRANCE	560.9	556.1	553.4	541.7	531.1	527.0	564	6.56 %
BELGIUM	147.6	147.6	143.8	136.6	131.3	133.3	135.9	1.91 %
GERMANY	1024.4	1025	1001.5	980.0	956.1	958.1	972.9	1.52 %
FINLAND	85.4	81.2	69.3	79.9	78.3	70.1	71.1	1.41 %
<b>% ABOVE KYOTO TARGET</b>								
PORTUGAL	83.7	84.6	85.5	84.7	81.8	78.4	77.4	1.29 %
NETHERLANDS	215.4	218.4	212.1	208.5	207.5	206.9	200.4	3.24 %
IRELAND	68.4	68.6	69.9	69.7	69.2	67.4	63	6.98 %
ITALY	577.3	580.5	582.2	563.0	552.8	541.5	485.7	11.49 %
SLOVENIA	19.7	19.9	20.3	20.5	20.7	21.3	18.6	14.52 %
DENMARK	73.6	68.2	63.9	71.0	66.6	63.8	54.8	16.42 %
SPAIN	407.4	425.2	440.6	433.0	442.3	405.7	331.6	22.35 %
AUSTRIA	92.5	91.2	93.3	91.6	88.0	86.6	68.7	26.06 %
LUXEMBOURG	11.3	12.8	12.7	13.3	12.9	12.5	9.1	37.36 %
MALTA	3.1	3.2	3.4	2.9	3.0	3.0	NO TARGET	
CYPRUS	9.2	9.9	9.9	9.9	10.1	10.2	NO TARGET	

**Figura 2** – Resultados em 2008 das metas traçadas para 2012 no âmbito do Protocolo de Quioto [8].

Posto isto, a primeira acção que se deve ter em conta, nos edifícios, é a de criar um melhor enquadramento entre o edificado e o meio que o rodeia. É essencial proporcionar óptimas condições de conforto e de salubridade, minimizando as necessidades energéticas do edifício. Também é importante que exista por parte dos utilizadores uma mudança de comportamento na forma como utilizam a energia [6].

“A eficiência energética é a primeira e mais importante fonte renovável de que dispomos actualmente” [21].

## 1.2. Objectivos

A elaboração da presente dissertação visa a análise da conjuntura actual no que diz respeito à temática da eficiência energética em Portugal, bem como, a utilização da certificação energética como meio de diagnóstico do estado dos edificados do ponto de vista energético.

Pretende-se demonstrar que existem meios técnicos disponíveis que permitem actuação eficaz sobre a energia consumida, reduzindo significativamente o seu consumo.

Deste modo, os principais objectivos propostos nesta dissertação foram:

- Análise à actual conjuntura portuguesa no âmbito da eficiência energética;
- A certificação energética como avaliação do estado dos edifícios no ponto de vista energético, tendo por base a normativa nacional aplicável e as perspectivas de alterações;
- Possíveis medidas conducentes à melhoria de classe energética;
- Análise de tendências sobre a redução de consumos energéticos.

### **1.3. Estrutura da Dissertação**

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos e seis anexos. No primeiro capítulo é realizada uma introdução composta por um enquadramento temático, definição dos objectivos e a estruturação do trabalho.

No segundo capítulo é realizado um ponto de situação da realidade portuguesa ao nível da eficiência energética, com incidência sobre a sua dependência energética, a estratégia que decorre no país no âmbito da energia, a certificação energética e por fim, a legislação que se encontra em vigor e perspectivas de alteração.

O terceiro capítulo baseia-se no processo que o Grupo EDP realizou para a certificação energética dos seus edifícios, desde a fase de concurso aos resultados obtidos com o programa.

No quarto capítulo apresenta-se um caso de estudo. É composto pelo processo de certificação energética de um edifício pertencente ao Grupo EDP, com o intuito da obtenção do certificado energético (CE), finalizando com o resultado da aplicação de medidas correctivas para a sua melhoria energética.

Relativamente ao quinto capítulo, neste é feita uma análise às tendências e tecnologias para a melhoria da gestão e eficiência energética nos edifícios, sendo que no fim se expõe de forma sucinta a tendência de futuro para os edifícios, o NZEB (Nearly Zero Energy Building).

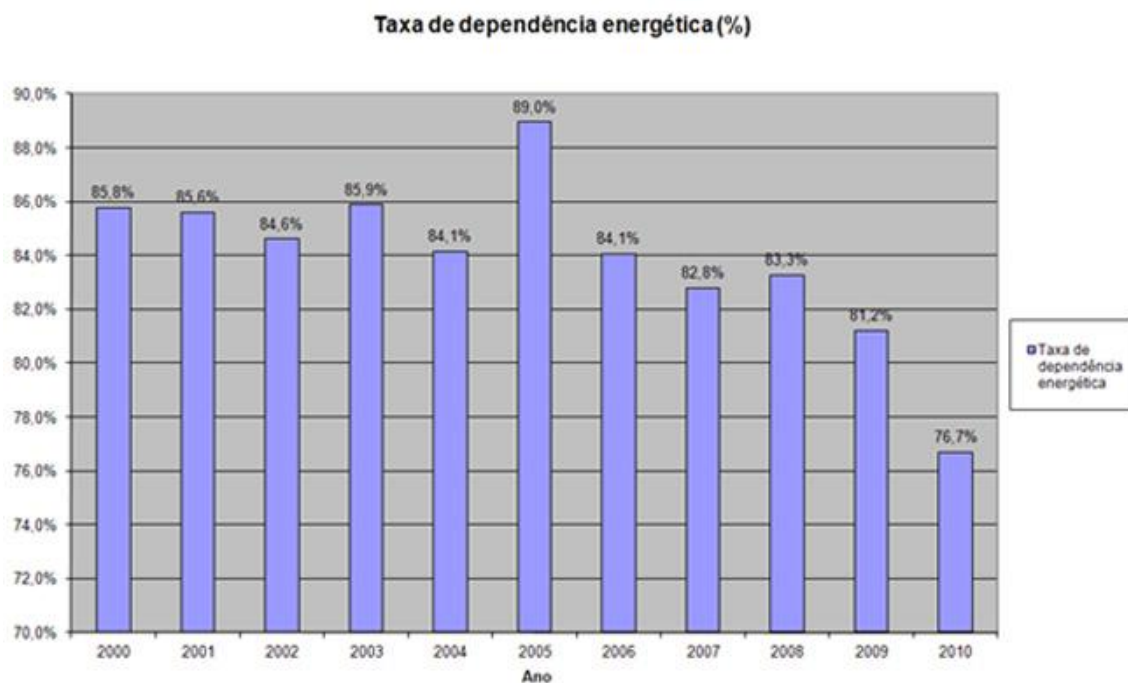
Por último, no sexto capítulo apresentam-se as conclusões obtidas para os objectivos traçados, bem como, algumas propostas de trabalhos futuros.

## 2. Eficiência Energética – Realidade Portuguesa

### 2.1. Dependência Energética

Do ponto de vista de recursos energéticos endógenos, nomeadamente, petróleo, carvão e gás, Portugal apresenta um grave défice. Geralmente estes recursos asseguram as necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos.

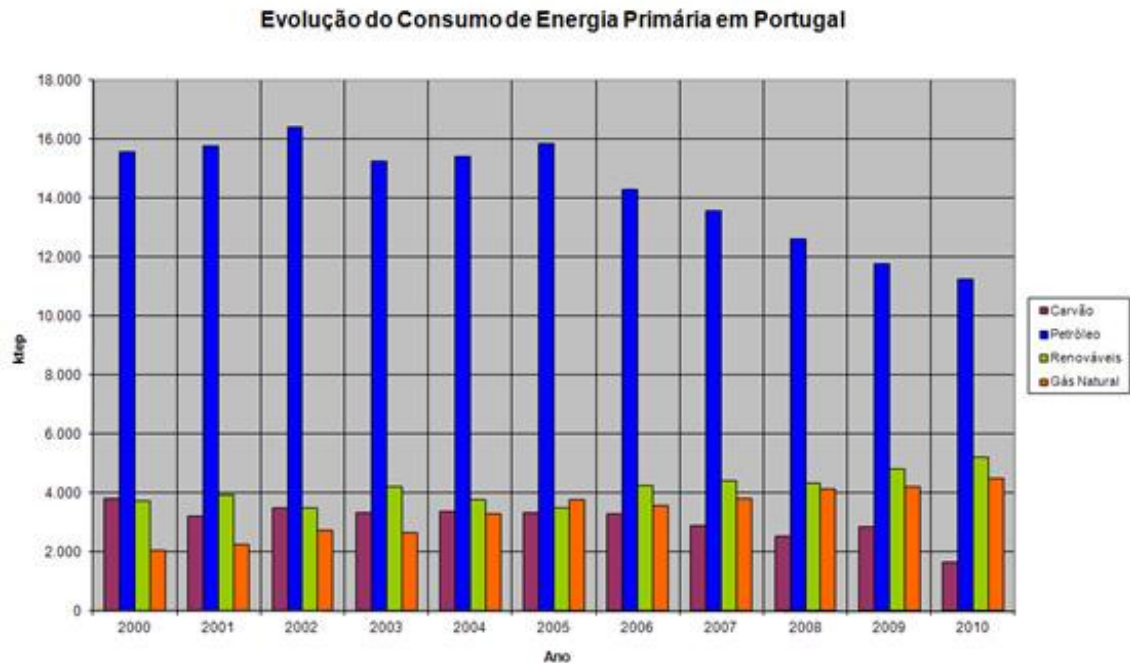
Não sendo Portugal um produtor de petróleo, carvão ou gás natural, e não possuindo capacidade de produção hidroelétrica e eólica capazes de satisfazer o consumo integral de energia em cada instante, sem descontinuidades, o país manifesta uma elevada dependência energética proveniente do exterior [9].



**Figura 3** – Taxa de dependência energética em Portugal [9].

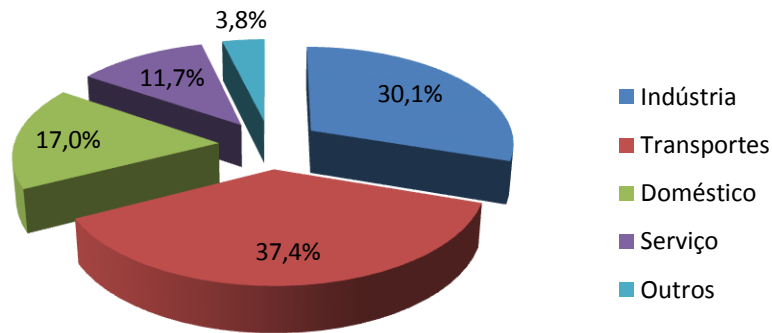
Em Portugal, como é possível verificar pela figura 3 e apesar de um ligeiro aumento no ano de 2008, constata-se que apesar de fortemente dependente energeticamente, desde 2005 (em que se atingiu uma dependência de 89%) o país apresenta uma tendência de queda na taxa de dependência energética. Em 2010 a dependência era de “apenas” 76,7%.

Esta descida pode estar associada ao facto da evolução do consumo de energia primária, também estar em decrescente e a um aumento de energia proveniente de fontes renováveis.



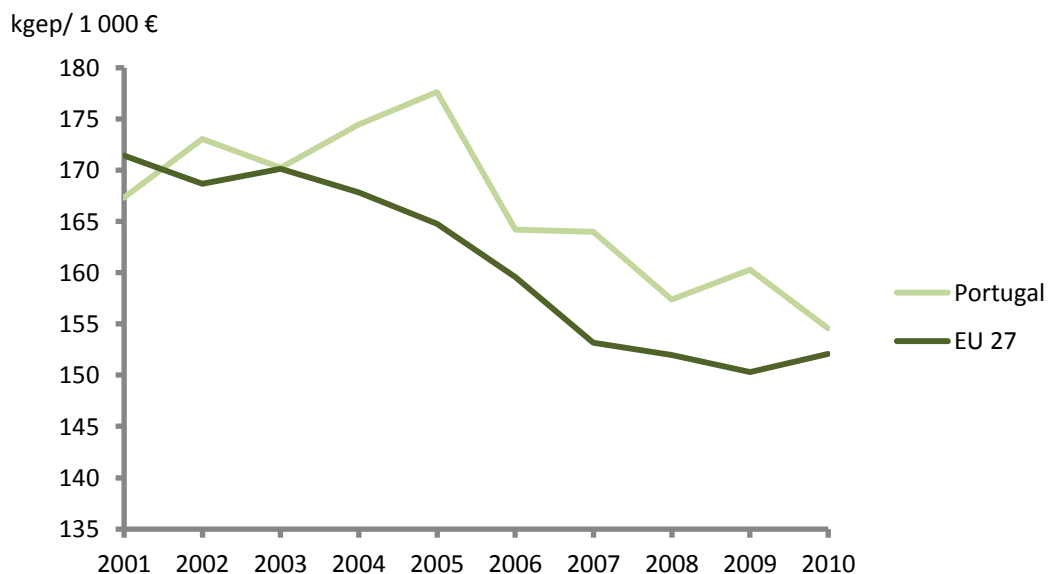
**Figura 4** – Evolução do Consumo de Energia Primária em Portugal [9].

O petróleo continua a assumir o papel principal na estrutura de abastecimento, representado 49,1% do consumo total de energia primária em 2010, face a 48,7% em 2009. O gás natural na última década veio diversificar a oferta de energia e reduzir a dependência existente em relação ao petróleo, estando responsável por 19,7% do total do consumo em 2010, contra 17,5% em 2009. Relativamente ao carvão, representou 7,2% em 2010 e é expectável uma redução progressiva deste, devido ao impacto negativo das suas emissões de CO<sub>2</sub>. As energias renováveis tiveram um contributo de 22,8% no consumo total em 2010, contra 20% em 2009.



**Figura 5** – Consumo de energia final por sector em 2010 (adaptado) [9].

No que se refere ao consumo final de energia repartido pelos principais sectores de actividade económica, verifica-se que, em 2010, o consumo final de energia foi de 37,4% nos Transportes, 30,1% na Indústria, 17% no Doméstico, 11,7% nos Serviços e 3,8% nos restantes sectores, tais como a Agricultura, Pescas e Construção. Verifica-se que os sectores de Transportes e Indústria assumem a grande maioria no consumo final de energia [9].



**Figura 6** – Evolução da intensidade energética em Portugal (adaptado) [10].

No que se refere à intensidade energética, Portugal apresenta valores acima da média dos restantes Estados-Membros da União Europeia, como é

possível verificar pela figura 6. Este indicador de eficiência energética relaciona a incidência do consumo de energia final sobre o Produto Interno Bruto (PIB) [11].

Pode-se explicar este resultado, pelo facto de a nossa economia ser de baixo valor acrescentado, quando é comparada com os países europeus mais desenvolvidos. No entanto e apesar do afastamento do indicador face à União Europeia, ainda não existe uma mentalidade totalmente enraizada no que se refere à necessidade de melhoria da eficiência energética, onde se verificam enormes ineficiências e grandes desperdícios.

## **2.2. Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020)**

Neste momento em Portugal, devido ao actual cenário energético, encontra-se em aplicação a Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020). Esta nova Resolução do Conselho de Ministros 29/2010, de 15 de Abril vem alterar a anterior estratégia aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros 169/2005, de 24 de Outubro [12].

A actual estratégia tem como principais objectivos a aposta nas energias renováveis e na eficiência energética de forma a posicionar o país entre os líderes da revolução energética que marcou o início do século XXI [13].

Através destes objectivos espera-se uma diminuição da dependência energética, um aumento da competitividade e o crescimento económico. Importa assegurar a segurança do abastecimento energético e a sustentabilidade económica e ambiental do modelo energético nacional, levando a uma redução das emissões de CO<sub>2</sub> [12].

Esta Estratégia assenta em cinco eixos definindo as linhas de orientação política e as medidas com maior relevância para a energia. Os eixos [12] são os seguintes:

- 1º Eixo - Agenda para a Competitividade, Crescimento e Independência Energética e Financeira;

- 2º Eixo - Aposta nas Energias Renováveis;
- 3º Eixo - Promoção da Eficiência Energética;
- 4º Eixo - Garantia de Segurança de Abastecimento Energético;
- 5º Eixo - Promoção da Sustentabilidade da Estratégia.

O 1º Eixo visa a dinamização dos diferentes sectores da economia, para a criação de valor e emprego, através da implementação de projectos inovadores nas áreas das energias renováveis e eficiência energética tais como [12]:

- Produção descentralizada e aumento da mobilidade eléctrica;
- Abertura do mercado ibérico da electricidade (MIBEL) de modo a promover a concorrência e consolidação deste;
- Criação do mercado ibérico para o gás natural (MIBGAS);
- Regulamentação dos sistemas petrolíferos nacionais.

Relativamente ao 2º Eixo, pretende-se uma aposta no desenvolvimento de uma fileira industrial, que leve ao crescimento económico e crie emprego, para permitir atingir as metas nacionais de produção de energia renovável. Pretende também, intensificar a presença das energias renováveis no “mix” energético e reduzir a dependência externa nacional [12].

A promoção da eficiência energética está presente no 3º Eixo. Esta define-se pela consolidação do objectivo de redução de 20% do consumo de energia final em 2020 e na aposta em projectos inovadores [12]:

- O veículo eléctrico e as redes inteligentes;
- A produção descentralizada de origem renovável;
- A optimização dos modelos de iluminação pública e de gestão energética dos edifícios públicos, residenciais e de serviços.

Segundo o 4º Eixo, deve-se garantir a segurança de abastecimento através da diversificação do “mix” energético, focando as fontes e origens do abastecimento, bem como, o reforço das infra-estruturas de transporte e de armazenamento que permitam a consolidação do mercado ibérico [12].

Por último, o 5º Eixo, visa promover a sustentabilidade económica, ambiental e técnica, recorrendo a instrumentos da política fiscal para permitir o processo de crescimento das energias renováveis [12].

Na área das renováveis para 2020, algumas das medidas que se encontram propostas são [12]:

- Energia Eólica: instalação de 2 000 MW de potência já atribuída até 2012, bem como, atingir 8 500 MW de potência instalada em 2020;
- Energia Hídrica: meta de 8 600 MW de capacidade instalada em 2020;
- Biomassa: instalação efectiva da potência já atribuída de 250 MW e a promoção da produção de biomassa florestal;
- Solar: 1 500 MW de potência instalada em 2020.

Como resultado desta estratégia é esperado que em 2020 [12]:

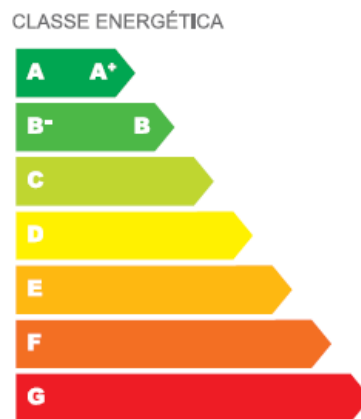
- A dependência energética externa desça para 74%;
- Os compromissos assumidos referentes às alterações climáticas sejam cumpridos, nomeadamente, a redução do consumo de energia final em 20% e, que 31% desta seja proveniente de recursos renováveis;
- Se reduza em 25% o saldo importador energético;
- Se consolide o *cluster* industrial associado as energias renováveis, fomentando a criação de emprego, promovendo o aumento dos investimentos e as exportações;
- Se dê continuidade ao desenvolvimento sustentável, com o objectivo de criar condições para cumprir as metas definidas relativamente às emissões de GEE.

### **2.3. Certificação Energética**

Do que se referiu anteriormente conclui-se que a melhoria de eficiência energética dos edifícios, com foco nos edifícios de serviços, assume especial relevância para se garantirem as metas definidas como Estratégia Nacional para a Energia.

Antes da adopção de medidas de melhoria no que se refere a consumos energéticos, há que obter um diagnóstico prospectivo do estado energético do edifício. Assim, torna-se necessário classificar o edifício do ponto de vista energético, sendo necessário para tal, obter o seu certificado energético.

A certificação energética de edifícios é pois um mecanismo que tem como finalidade classificar do ponto de vista de eficiência energética o desempenho de um edifício ou fracção autónoma, com base nas suas características térmicas. Esta classificação é feita de acordo com os resultados obtidos após uma auditoria energética, seguindo sempre uma escala pré-definida de 7+2 classes conforme se ilustra na figura 7, onde A+ representa o máximo de eficiência.



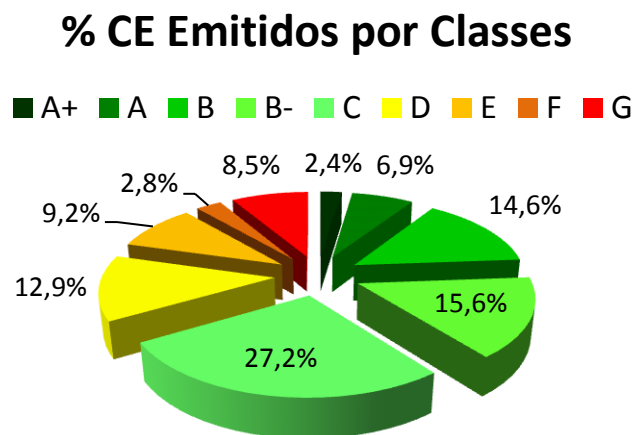
**Figura 7** – Classes de eficiência energética [14].

As auditorias energéticas necessárias para a emissão de um certificado energético são efectuadas exclusivamente por Peritos Qualificados (PQ), tendo estes, formação para o efeito. Estes peritos podem ser seleccionados a partir da base de dados disponível pela Agência para a Energia (ADENE), entidade gestora do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE).

A certificação energética segue um conjunto de regras descritas na legislação portuguesa através dos: Decreto-Lei nº78/2006, Decreto-Lei nº79/2006 e Decreto-Lei nº80/2006 publicados a 4 de Abril de 2006. De acordo com a legislação actual, a certificação energética só é obrigatória

para alguns edifícios de serviços com características bem definidas nos regulamentos, ou ainda para construções dedicadas à habitação aquando da sua construção, venda ou arrendamento. Contudo, a certificação energética é sempre uma valorização para o imóvel, dando a possibilidade ao proprietário de implementar um conjunto de medidas propostas no sentido de melhorar a eficiência energética, isto é, reduzir os consumos de energia.

Segundo o relatório da ADENE, no período compreendido entre 1 de Janeiro de 2012 e 30 de Abril de 2012 os CE emitidos, podem ser distribuídos por classes de acordo com a seguinte figura:



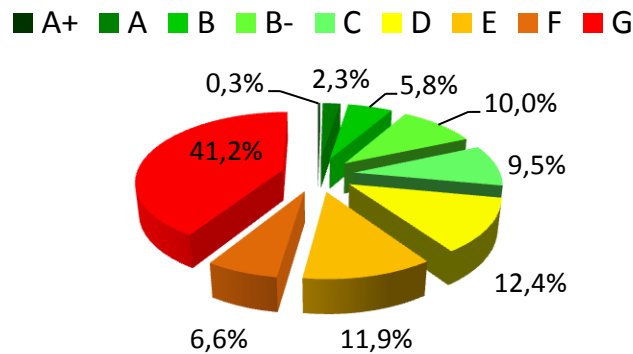
**Figura 8** – Percentagem de CE emitidos por classes (adaptado) [4].

Analisando este gráfico, verifica-se que a maioria dos CE emitidos encontra-se acima da classe D, representando assim, resultados algo satisfatórios referentes ao desempenho energético.

Relativamente aos edifícios de serviços, estes representam cerca de 27% do total dos edifícios certificados. Note-se que há um enorme esforço a realizar, pois sendo os edifícios de serviços os maiores consumidores de energia, apenas um escasso número dos mesmos está certificado. São distribuídos por classes segundo a seguinte figura.

## % CE Emitidos por Classes

Edifícios de Serviços



**Figura 9** – Percentagem de CE emitidos por classes nos edifícios de serviços (adaptado) [4].

No caso particular dos edifícios de serviços, o panorama já não é tão animador, sendo mais de metade pertencente a classes inferiores à C. Sendo estes edifícios associados a grandes consumos energéticos, há que tomar medidas para implementar a certificação desses edifícios e assim melhorar a sua eficiência energética.

Recentemente, foi publicada pela Comissão Europeia, uma análise comparativa entre os Estados-Membros relativamente à aplicação das directrizes presentes na Directiva EPBD nº. 2002/91/CE (Energy Performance Buildings Directive). Para tal, os autores do documento recolheram os dados disponíveis do ano de 2009, e elaboraram um método com duas categorias: “uniformidade” e “excelência” [28].

A categoria de “uniformidade” classifica os países que seguiram o mais próximo possível as metas e directrizes presentes na directiva, por exemplo: se existe a obrigatoriedade para a certificação dos edifícios e se as metodologias de cálculo da eficiência energética foram desenvolvidas e adaptadas [28].

A categoria de “excelência”, inclui os seguintes parâmetros: o *timing* da implementação, as datas de início da certificação e a aplicação de medidas de melhoria da eficiência energética [28].

Os resultados mostraram que a maioria dos países transpôs a directiva até ao prazo limite. Contudo, não foi imposta nenhuma data limite para a certificação energética em nenhum deles. Portugal, a par de mais três países (Republica Checa, Finlândia e Eslováquia) atingiram a classificação máxima na categoria de “uniformidade”. Para a categoria de “excelência”, nenhum país obteve a classificação máxima, sendo os melhores os seguintes: Alemanha, Dinamarca, Holanda e Eslovénia [28].

Foi possível concluir também que, a maioria dos Estados-Membros (15 em 27) escolheu um sistema de classificação energética baseado em sete classes (A até G). Portugal, a par da Áustria, Irlanda, Holanda e Eslovénia atingiram a melhor classificação relativamente ao processo de certificação, visto que introduziram sub-classes que permitem demonstrar melhorias de pequena escala [28].

Por último, verificou-se que segundo os dados de 2009, a maioria dos países ainda se encontra numa fase intermédia para atingir a categoria de “excelência”. Relativamente aos recursos humanos, a habilitação para realizar a certificação energética varia bastante entre os Estados-Membros, sendo que é sugerido existir uma uniformidade na obtenção da mesma, de forma a garantir a qualidade do processo [28].

## **2.4. Enquadramento Legislativo**

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) descrito no Decreto - Lei n.º 78/2006 [15] é um dos três pilares sobre os quais assenta a nova legislação relativa à qualidade térmica dos edifícios em Portugal, e que se pretende que venha a proporcionar economias significativas de energia para o país em geral, e para os utilizadores dos edifícios em particular. Juntamente com os diplomas que vieram rever o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) descrito no Decreto - Lei n.º 80/2006 [17], e os Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios (RSECE) pelo Decreto - Lei n.º 79/2006 [16], o SCE define regras e métodos para

verificação da aplicação efectiva destes regulamentos às novas edificações, bem como, numa fase posterior, aos imóveis já construídos.

Na Figura 10 apresenta-se de forma sumária a calendarização de entrada em vigor destes novos regulamentos.



**Figura 10** – Calendarização do SCE [4].

O regulamento RCCTE veio estabelecer requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e para pequenos edifícios de serviços, nomeadamente ao nível das características envolventes (paredes, envidraçados, pavimentos e coberturas), tentando limitar ao máximo as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos.

No caso do regulamento RSECE são também definidos um conjunto de requisitos de qualidade térmica, aplicáveis a grandes edifícios de serviços e de habitação de maior dimensão dotados de sistemas de climatização. Este regulamento, para além de englobar aspectos do regulamento RCCTE, abrange também temáticas relacionadas com a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios e ainda qualidade do ar interior dos mesmos, impondo a realização de auditorias periódicas em alguns casos.

#### **2.4.1. SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios**

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) resulta da transposição para o direito nacional da Directiva nº. 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União

Europeia de 16 de Dezembro de 2002 [18], relativa ao desempenho energético dos edifícios. Esta directiva estabelece que todos os Estados-Membros da União Europeia devem implementar um sistema de certificação energética nacional, de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios/habitações, aquando da sua construção, venda ou arrendamento, exigindo ainda que o sistema de certificação abranja todos os grandes edifícios públicos ou frequentemente visitados pelo público.

O SCE tem como finalidade a emissão de um CE, onde o edifício ou habitação apresenta a sua classificação de eficiência energética acompanhada por um conjunto de propostas com viabilidade económica que visam melhorar o desempenho térmico do imóvel auditado. A elaboração dessas propostas é da responsabilidade do perito qualificado escolhido para o processo de certificação energética e devem ser parte integrante do CE.

Para além do desempenho energético, o SCE impõe um conjunto de requisitos que se destinam a assegurar uma boa qualidade do ar interior, eliminando quaisquer riscos para a saúde pública, potenciando o conforto e a produtividade do edifício ou habitação.

O SCE abrange todos os edifícios novos, bem como todos os já existentes sujeitos a intervenções de valor superior a 25% do seu valor, nos termos dos regulamentos RSECE e RCCTE, independentemente de estarem ou não sujeitos a licenciamento ou autorização pelas entidades competentes. Estão também incluídos todos os edifícios de serviços sujeitos a auditorias periódicas no âmbito do regulamento RSECE bem como todos os edifícios existentes para habitação aquando da celebração de contratos de venda, arrendamento ou locação [15].

Para edifícios ou habitações que se encontrem em fase de projecto é necessário verificar se os regulamentos impostos nos termos do RSECE e RCCTE são cumpridos, sendo emitido nessa situação uma Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR), representativo de um pré-certificado enquanto a obra não se encontra finalizada. No final da obra, embora as

alterações não devam ser substanciais é necessária a emissão de uma certificação energética final, um CE [15].

Existem vários tipos de CE, dependendo do tipo de edifício que se pretende certificar e das suas características. Na Tabela 1, apresentam-se os três tipos de certificados existentes e em que situações se aplicam.

Tipo de DCR/CE	Tipo de edifício ou fracção	Descrição
<b>Tipo A</b>	Habitação sem climatização (HsC)	Edifícios de habitação no âmbito do <b>RCCTE</b> que não disponham de sistemas de climatização ou que disponham de sistemas de climatização de potência térmica igual ou inferior a 25kW
	Pequeno edifício de serviços sem climatização (PESsC)	Edifícios de serviços no âmbito do <b>RCCTE</b> , de área igual ou inferior a 1000 m <sup>2</sup> ( <sup>†</sup> ), que não disponham de sistemas de climatização ou que disponham de sistemas de climatização de potência térmica igual ou inferior a 25kW
<b>Tipo B</b>	Pequeno edifício de serviços com climatização (PEScC)	Edifícios de serviços no âmbito do <b>RSECE</b> , de área igual ou inferior a 1000 m <sup>2</sup> ( <sup>†</sup> ), que disponham de sistemas de climatização de potência térmica superior a 25 kW
	Grande edifício de serviços (GES)	Edifícios de serviços no âmbito do <b>RSECE</b> , de área superior a 1000 m <sup>2</sup> ( <sup>†</sup> )
<b>Tipo C</b>	Habitação com climatização (HcC)	Edifícios de habitação no âmbito do <b>RSECE</b> , que disponham de sistemas de climatização de potência térmica superior a 25 kW

(<sup>†</sup>) 500 m<sup>2</sup> no caso de centros comerciais, supermercados, hipermercados e piscinas aquecidas cobertas

**Tabela 1** - Tipos de Certificados a emitir em função do tipo de edifício [6].

A gestão de SCE é efectuada pela ADENE que tem como função garantir o normal funcionamento do sistema, disponibilizando uma base de dados actual de todos os peritos qualificados, capazes de assumir processos de certificação energética, bem como toda a documentação legal necessária a todo o processo.

Importa ainda saber que os certificados emitidos têm um período de validade que, dependendo do tipo de certificado e do regulamento aplicado, podem atingir no máximo de 10 anos. Os incumprimentos das obrigações impostas pelos regulamentos podem levar a sanções para os proprietários,

entre os 250,00 € e os 3740,98 € para pessoas singulares, e de 2500,00 € a 44 891,81 € para pessoas colectivas [15].

#### **2.4.2. RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios**

O novo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios - RSECE, integra já questões relacionadas com a Qualidade do Ar Interior (QAI), indo para além do que está estipulado na Directiva Europeia que lhe deu origem, exigindo a avaliação e monitorização da QAI nos edifícios de serviços durante o seu funcionamento normal.

De acordo com o RSECE, este regulamento aplica-se nas seguintes situações [16]:

- Grandes edifícios ou fracções autónomas de serviços, existentes e novos, com área útil superior a 1 000 m<sup>2</sup>, ou no caso de grandes superfícies comerciais ou piscinas cobertas com áreas superiores a 500 m<sup>2</sup>;
- Novos pequenos edifícios ou fracções autónomas de serviços com sistemas de climatização de potência instalada superior a 25 kW (PEScC);
- Novos edifícios de habitação ou cada uma das suas fracções autónomas com sistemas de climatização com potência instalada ou a instalar superior a 25 kW (HcC);
- Grandes intervenções de reabilitação relacionadas com a envolvente, com as instalações mecânicas de climatização ou os demais sistemas energéticos dos edifícios de serviços.

Para os edifícios que se encontrem nas condições descritas acima, a avaliação energética tem como principal objectivo quantificar os consumos globais anuais, efectuada através da determinação de um valor designado por indicador de eficiência energética (IEE). Este valor, expresso em unidades de energia primária por metros quadrados por ano, caracteriza energeticamente um edifício ou fracção, tendo em conta todos os consumos relevantes de energia do edifício tais como o aquecimento, iluminação,

águas quentes, entre outros. É com base neste valor que se determina a classe energética do edifício em análise, comparando-o com um valor de referência definido em função da tipologia do imóvel. Este regulamento indica ainda um conjunto de valores máximos para o índice IEE em função do tipo de imóvel em análise.

No caso do índice IEE determinado ser superior ao valor máximo definido legalmente, o proprietário fica obrigado a apresentar um plano de racionalização energética (PRE). Este plano de racionalização é composto por um conjunto de medidas que visam reduzir o consumo energético para valores que respeitem os limites estipulados legalmente [16].

Em relação à avaliação da QAI, o presente regulamento estabelece um conjunto de requisitos que no decorrer da auditoria energética devem ser assegurados. Estas medidas prendem-se essencialmente com a exposição dos utilizadores dos edifícios a substâncias poluentes existentes no ar, estando relacionadas com os materiais utilizados na sua construção e manutenção, com os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), com os ocupantes e com a qualidade do ar exterior envolvente.

Esta avaliação passa pela medição da concentração de alguns poluentes químicos e bacteriológicos de forma a garantir que esses valores não ultrapassem os limites legais definidos. No caso de serem detectados níveis acima dos permitidos, o proprietário fica obrigado à apresentação de um plano de acções correctivas da qualidade do ar interior (PAC-QA1) no prazo máximo de 30 dias. Para níveis poluentes muito acima dos valores máximos, o edifício pode ficar inclusivamente encerrado ao público até que as novas medições conduzam a valores concordantes com os legalmente exigidos [16].

No que concerne à validade dos certificados emitidos, o regulamento estabelece periodicidades diferentes perante o tipo de auditoria que é efectuada e a tipologia do edifício em causa. Assim, para auditorias de âmbito energético a quantificação dos consumos globais dos edifícios deve

ser feita de seis em seis anos, para todos os edifícios abrangidos pelo regulamento RSECE [16].

Na vertente de avaliação da qualidade do ar interior o regulamento atribui a periodicidade de dois anos para edifícios ou locais que funcionem como estabelecimento de ensino, desportivos, creches, infantários, centros de idosos, lares, hospitais, clínicas de saúde e similares. De três em três anos para edifícios ou locais destinados a actividades comerciais, serviços, turismos, transportes, culturais, escritórios ou similares. Nos restantes casos a qualidade do ar interior deve ser avaliada de seis em seis anos [16].

Os certificados emitidos para os edifícios sujeitos a auditorias obrigatórias têm uma validade igual à periodicidade menor das auditorias (energia e qualidade do ar interior) a que estão sujeitos. Nos restantes casos abrangidos pelos RSECE, edifícios não sujeitos a auditorias periódicas, a validade do certificado é de 10 anos [16].

#### **2.4.3. RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios**

A primeira legislação no âmbito do comportamento térmico de edifícios no nosso país surgiu no ano de 1990 pelo Decreto – Lei nº. 40/90 [19]. Este regulamento introduziu pela primeira vez aspectos térmicos e energéticos no estudo e projecto de edifícios, definindo requisitos construtivos mínimos para a envolvente dos mesmos. A nível europeu, Portugal foi mesmo pioneiro na introdução de requisitos mínimos ao nível do sombreamento para evitar sobreaquecimentos no Verão, isto para além de estabelecer coeficientes de transmissão térmica máximos, que visam minimizar fenómenos de condensação.

Ao abrigo da transposição para direito nacional da Directiva nº. 2002/91/CE, a primeira legislação acabou por ser completamente substituída na íntegra pelo novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) descrito no Decreto-Lei nº. 80/2006 [17],

impondo requisitos mais exigentes no que diz respeito à construção dos edifícios e ao seu desempenho térmico.

Os principais objectivos deste regulamento, a aplicar de forma geral a todos os edifícios de habitação e a pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização, passam por satisfazer todas as necessidades de aquecimento, arrefecimento, ventilação de ar, e águas quentes da forma mais eficiente possível, reduzindo ao máximo o dispêndio de energia. Faz parte ainda do âmbito deste regulamento minimizar todas as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pelas ocorrências de condensação superficiais ou internas, com potencial impacto negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior.

De acordo com o presente regulamento RCCTE os edifícios abrangidos são [17]:

- Edifícios de habitação;
- Edifícios de serviços com área útil inferior ou igual a 1000 m<sup>2</sup> e sem sistemas mecânicos de climatização ou com sistemas de climatização de potência inferior ou igual a 25 kW;
- Grandes intervenções (superiores a 25% do valor do edifício) de remodelação, de alteração na envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias das duas tipologias de edifícios referidas anteriormente.

Para a caracterização do desempenho térmico de um determinado edifício, o presente regulamento RCCTE indica um conjunto de metodologias para a determinação do índice  $N_{tc}$ . Este índice traduz as necessidades de energia primária e é expresso em quilograma equivalente de petróleo por metro quadrado por ano, sendo determinada pela expressão apresentada [17]:

$$N_{tc} = 0,1 \left( \frac{N_{ic}}{\eta_i} \right) F_{pui} + 0,1 \left( \frac{N_{vc}}{\eta_v} \right) F_{puv} + N_{ac} F_{pua} \text{ (kgep/m}^2 \cdot \text{ano)} \quad (2.1)$$

Em que:

$N_{ic}$  – necessidades nominais de energia para aquecimento

$N_{vc}$  – necessidades nominais de energia para arrefecimentos

$N_{ac}$  – necessidades de energia para a produção de água quente sanitária

$n_i$  – eficiência do sistema de aquecimento ambiente (COP)

$n_v$  – eficiência do sistema de arrefecimento ambiente (EER)

$F_p$  – factor de conversão entre energia útil e energia primária (0,29 para electricidade; 0,086 para combustíveis sólidos e gasosos)

Após conhecidas as necessidades nominais anuais globais de energia primária ( $N_{tc}$ ) é necessário relacionar este indicador com as necessidades nominais anuais máximas de energia primária ( $N_t$ ), determinado com base em valores tabelados. Depois de conhecidos estes indicadores é possível determinar a classe energética com base na relação  $R$  e na Tabela 2 que se apresentam de seguida [6]:

$$R = \frac{N_{tc}}{N_t} \quad (2.2)$$

Em que:

$N_{tc}$  – Necessidades nominais anuais globais de energia primária

$N_t$  – Necessidades nominais anuais máximas de energia primária

Classe Energética	R
<b>A+</b>	$R \leq 0,25$
<b>A</b>	$0,25 < R \leq 0,50$
<b>B</b>	$0,50 < R \leq 0,75$
<b>B-</b>	$0,75 < R \leq 1,00$
<b>C</b>	$1,00 < R \leq 1,50$
<b>D</b>	$1,50 < R \leq 2,00$
<b>E</b>	$2,00 < R \leq 2,50$
<b>F</b>	$2,50 < R \leq 3,00$
<b>G</b>	$R > 3,00$

**Tabela 2** – Escala de classe energética no âmbito do RCCTE [6].

Importa ainda referir que o RCCTE não avalia nem impõe requisitos relacionados com a qualidade do ar interior, avaliações apenas no âmbito do regulamento RSECE.

A validade dos certificados emitidos com base neste regulamento tem um período fixo de dez anos, independentemente do tipo de edifícios ou habitação auditada, não contemplando qualquer tipo de auditorias periódicas durante esse intervalo de tempo [17].

#### **2.4.4. Alterações Legislativas**

Nos últimos anos com a necessidade dos países em reduzirem de forma significativa os seus consumos energéticos, numa perspectiva de diminuir a emissão de gases poluentes e a dependência de combustíveis fósseis, a União Europeia tem vindo a impor regras cada vez mais exigentes no sentido de alcançar a meta proposta, isto é, reduzir em 20% a energia consumida até ao ano de 2020. De seguida apresentam-se as mais recentes publicações legislativas europeias no âmbito da eficiência energética, Directiva nº. 2010/31/EU e uma proposta de Directiva de Junho de 2011.

##### **2.4.4.1. Directiva EPBD – 19 de Maio de 2010**

A actual legislação portuguesa é baseada nos Decretos-Lei já apresentados SCE, RSECE e RCCTE, resultado da transposição legal da Directiva Europeia nº. 2002/91/CE de Dezembro de 2002 sobre o desempenho energético de edifícios. Contudo no ano de 2010 foi publicada uma nova Directiva EPBD nº. 2010/31/EU, pelo Parlamento Europeu estando os Estados-Membros obrigados a transpor para a lei nacional, até ao final do ano de 2012.

Uma das alterações que esta nova directiva contempla passa pela redução das áreas a partir das quais passa a ser necessária a emissão de um certificado energético. Actualmente, de acordo com a legislação portuguesa, a emissão de um CE é obrigatória para edifícios de serviços com áreas superiores ou iguais a 1000 m<sup>2</sup>. A directiva passa a impor a emissão de CE para edifícios públicos ou frequentemente utilizados pelo público, com áreas superiores ou iguais a 500 m<sup>2</sup>, valor que passará para 250 m<sup>2</sup> a partir do ano de 2015 [3].

Embora a legislação nacional já imponha requisitos mínimos de qualidade no que diz respeito à envolvente de edifícios, esta nova directiva vem acrescentar mais algumas exigências de carácter técnico. Estão então previstos valores mínimos para a eficiência energética ou consumos máximos admissíveis aplicados aos equipamentos de climatização, ventilação, águas quentes, entre outros.

Outro aspecto que a presente directiva pretende melhorar é a obrigatoriedade na implementação de algumas das medidas propostas pelos peritos aquando da auditoria energética. Nesse sentido é expectável a alteração das regras que definem a implementação das propostas introduzindo novas exigências, obrigando em determinadas situações, os proprietários a implementarem essas alterações, fomentadas com a realização de campanhas e incentivos por parte do governo.

Esta nova directiva apresenta ainda um novo desafio para os Estados-Membros, denominado por “Edifícios com necessidades quase nulas de energia”. Esta abordagem tem como objectivo que os edifícios passem a ter as suas necessidades energéticas asseguradas quase na íntegra por fontes renováveis de energia, fomentando o uso generalizado de energia solar, eólica, cogeração, entre outras. Em concreto, a nova directiva determina que até 31 de Dezembro de 2020 os novos edifícios construídos tenham necessidades de energia quase nulas, e ainda que após 31 de Dezembro de 2018 os edifícios ocupados e detidos por autoridades públicas sigam o mesmo exemplo [3].

Para que estas metas possam ser cumpridas pelos vários países é necessária uma revisão dos regulamentos com a imposição de regras e a criação de incentivos que possam tornar estes objectivos viáveis economicamente.

#### **2.4.4.2. Proposta de Directiva – 22 de Junho de 2011**

De acordo com as mais recentes estimativas feitas pela União Europeia, os Estados-Membros não se encontram no caminho certo para

atingir o seu objectivo de conseguir reduzir em 20% o seu consumo de energia até 2020, prevendo atingir apenas metade desse objectivo. É nesse contexto que foram propostas novas medidas sobre eficiência energética, a aplicar em todos os sectores da economia para voltar a colocar a União Europeia no bom caminho e atingir o seu objectivo no prazo previsto. Assim destacam-se de seguida as principais alterações que esta proposta de directiva indica [20]:

- Obrigação jurídica de instituir sistemas de poupança de energia em todos os Estados-Membros: assim, os distribuidores de energia e as empresas de venda de energia a retalho serão obrigados a poupar anualmente 1,5% do volume de energia vendido, mediante a aplicação de medidas de eficiência energética junto dos consumidores finais, tendo por exemplo, o aumento da eficiência do sistema de aquecimento;
- O sector público deve liderar pelo exemplo: os organismos públicos, mediante a obrigação jurídica de adquirirem edifícios, produtos e serviços energeticamente eficientes, impulsionarão a difusão no mercado dos mesmos;
- Importantes economias de energia para os consumidores: o acesso simples e gratuito aos dados em tempo real e ao consumo histórico de energia, mediante uma medição individual mais exacta, permitirá ao consumidor gerir melhor o seu consumo de energia;
- Relativamente à Indústria, deverão ser disponibilizados incentivos às pequenas e médias empresas (PME) para se sujeitarem a auditorias energéticas e divulgarem as melhores práticas, ao passo que as grandes empresas terão de efectuar auditorias dos seus consumos de energia para poderem identificar o respectivo potencial de melhoria;
- Eficiência na produção de energia: monitorização dos níveis de eficiência das novas capacidades de produção de energia e estabelecimento de planos nacionais de aquecimento e arrefecimento como base para um bom planeamento de infra-estruturas de aquecimento e arrefecimento eficientes, incluindo a recuperação de calor residual;

- Transportes e distribuição de energia: obtenção de ganhos de eficiência, assegurando que as entidades nacionais reguladoras do sector da energia tomem em conta os critérios de eficiência nas suas decisões, designadamente aquando da aprovação das tarifas de rede.

Após a adopção desta Proposta de Directiva pelo Parlamento Europeu, os países da União Europeia terão o prazo de um ano para transpor as novas regras para a legislação nacional. Os progressos efectuados na redução de 20% do consumo de energia até 2020 serão reavaliados em 2014. Caso não sejam considerados suficientes, serão propostas metas nacionais obrigatórias em matéria de eficiência energética.

### **3. A Certificação Energética num Grande Grupo Empresarial (Grupo EDP)**

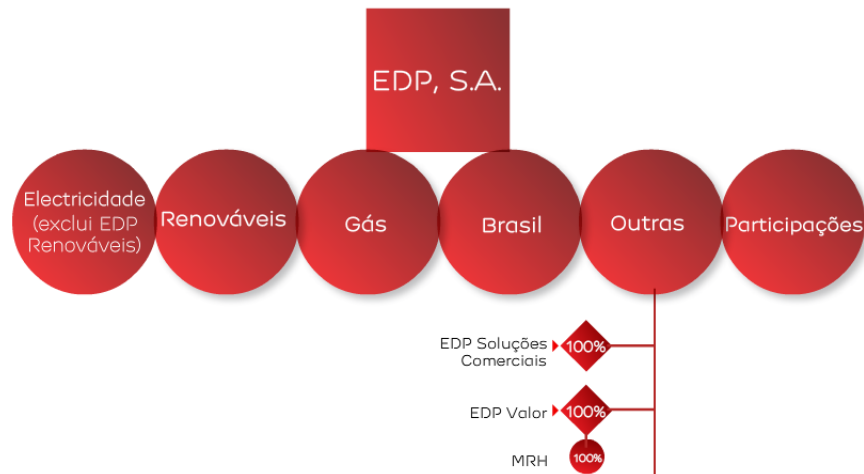
#### **3.1. EDP Valor e o Grupo EDP**

A EDP – Energias de Portugal é uma empresa do sector energético, desenvolvendo as suas actividades na produção, distribuição e comercialização de electricidade e gás. Criada em 1976 através da fusão de 13 empresas nacionalizadas, foi designada como Electricidade de Portugal, empresa estatal responsável pela electrificação e modernização da rede eléctrica nacional [22].

Em meados da década de 80 a rede de distribuição da EDP cobria cerca de 97% do território nacional. Em 1991, o Governo decidiu alterar o estatuto de Empresa Pública para Sociedade Anónima, sofrendo posteriormente no ano de 1994 uma profunda reestruturação dando origem ao Grupo EDP [22].

Actualmente o Grupo EDP - Energias de Portugal, S.A. tem uma forte presença internacional, nomeadamente no mercado Ibérico, Brasileiro e Estados Unidos da América. Segundo um estudo realizado pela “Brand Finance” ocupa o 280º lugar no ranking das marcas mais valiosas do mundo. Também foi galardoada pela 2ª vez consecutiva com o 1º prémio “DOW JONES” como a “Eléctrica Mundial Mais Sustentável em 2011”, e em 2010 recebeu o prémio de “Empresa Mais Eficiente 2010”, do “Energy Efficiency Awards – 2010 – 1st Edition”, promovido pela Premivalor e pela ADENE.

O Grupo EDP é constituído por um conjunto de empresas agrupadas conforme ilustra a figura seguinte:



**Figura 11** – Estrutura do Grupo EDP [22].

As principais empresas do grupo são actualmente aquelas que representam toda a cadeia do sector energético em Portugal designadamente a EDP - Produção, EDP - Distribuição e EDP - Comercial. Existem ainda outras que têm registado um grande crescimento nos últimos anos, representado hoje um papel preponderante no grupo como o caso da EDP - Renováveis e da EDP - Gás.

A EDP Valor tem como função disponibilizar um conjunto de serviços transversais a todas as empresas do grupo. Estes serviços actuam em áreas bastante diversificadas como recursos humanos, gestão de instalações, gestão de frotas, actividades logísticas, entre outras. O principal objectivo na altura da sua criação, há mais de 10 anos, foi a redução de custos, concentrando um conjunto de serviços que anteriormente era alocado a cada empresa do grupo.

A Direcção de Gestão de Instalações (IN), da EDP Valor, tem como responsabilidade garantir o normal funcionamento das todas as instalações. Está a seu cargo gerir a manutenção, conservação e reabilitação sustentáveis dos edifícios da EDP (318 edifícios de serviços), assim como toda a produção e gestão dos contratos de arrendamento e de serviços inerentes ao funcionamento das actividades do grupo, nos edifícios. É também, responsável pelo processo de certificação energética das

instalações da EDP, adopção de medidas de melhoria e implementação de novas tecnologias conducentes à redução de consumos energéticos.

### **3.2. Etapas do Processo**

O Grupo EDP na qualidade de proprietário de 318 edifícios em Portugal tem obrigações legais no âmbito da certificação energética dos mesmos. Todo este processo está a cargo da empresa EDP Valor, mais concretamente através da Direcção de Gestão de Instalações (IN).

De acordo com o artigo 9º do Decreto-lei nº78/2006 [15], os proprietários de edifícios ou equipamentos devem:

- Obter o certificado de desempenho energético e da qualidade do ar interior nos termos de SCE, RSECE e RCCTE;
- Cumprir todas as obrigações, quando aplicáveis, decorrentes do SCE, RSECE e RCCTE;
- Solicitar a um Perito Qualificado (PQ) o acompanhamento dos processos de certificação, auditoria ou inspecção periódica;
- Facultar ao Perito Qualificado, ou à ADENE, sempre que para tal solicitados e quando aplicável, a consulta dos elementos necessários a realização da certificação, auditoria ou inspecção periódica;
- Requerer a inspecção dos sistemas de aquecimento com caldeiras e equipamentos de ar condicionado, conforme estabelecido no RSECE;
- Participar, no prazo de cinco dias, qualquer reclamação que lhe seja apresentada a propósito da violação do disposto no RSECE;
- Promover a afixação de cópia de um certificado energético e da qualidade do ar interior válido, em local acessível e bem visível junto da entrada nos edifícios abrangidos pelo RSECE.

Posto isto, e de acordo com estas obrigatoriedades foi criado um programa interno de certificação energética. Este programa foi executado em quatro fases, encontrando-se neste momento já concluído.

Para a execução do programa já referido, o processo de certificação de cada fase decorreu de forma cronológica de acordo com a figura 12:



**Figura 12** – Etapas que compõem o processo de certificação energética dos edifícios do Grupo EDP.

Na fase inicial a IN é responsável pela preparação e lançamento do concurso. Depois de recebidas as propostas por parte das empresas convidadas é feita uma análise das mesmas e o processo é então remetido para a Direcção de Compras, cabendo a esta a sua negociação e a adjudicação. Por último é necessário acompanhar os trabalhos da entidade prestadora do serviço no local, tarefa que recai novamente sobre a IN.

### **3.2.1. Preparação e Lançamento do Concurso**

Na primeira fase do processo são escolhidos os edifícios elegíveis para serem certificados e quais as entidades convidadas para prestarem esse serviço. Nesse sentido é elaborado um Programa de Concurso e um Caderno de Encargos.

O Programa de Concurso é um documento composto por informações gerais presentes usualmente em concursos para a aquisição de serviços. Nele deve constar os objectivos do concurso, formas e prazos para efectuar esclarecimentos de dúvidas e pedidos de informações complementares, assim como o modo e condições para submissão de propostas. Devem ainda constar neste documento o modo como as entidades proponentes devem apresentar as suas propostas, os documentos obrigatórios a incluir nas mesmas bem como os critérios de adjudicação.

Relativamente ao caderno de encargos este deve ser composto por um conjunto de documentos descritos de seguida:

- Condições Gerais – Conjunto de condições de carácter jurídico e administrativo, relativas ao contrato entre a EDP e a entidade prestadora de serviços.
- Condições Especiais – São uma extensão das condições gerais, fazendo referência específica ao objecto de concurso em questão, podendo ainda servir para indicação de alterações, complementos ou supressões as condições gerais.
- Condições técnicas – É o documento onde são indicadas as cláusulas técnicas específicas ao concurso em questão com o objectivo do concurso, as tarefas a realizar, preços a incluir na proposta e prazos de execução.
- Anexos – São normalmente documentos ou modelos de documentos (minutas) cuja presença é obrigatória na proposta, declarações de sigilo, mapa de preços, condições gerais de compras de bens e serviços do Grupo EDP.

A IN é responsável pela realização das Condições Técnicas e do Mapa de Preços. Os restantes documentos que farão parte do Processo de Concurso estão a cargo dos departamentos afectos à Direcção de Compras, devendo ser aprovados pela IN.

### **3.2.2. Análise de Propostas**

Nesta fase são analisadas todas as propostas recebidas por parte das empresas prestadoras dos serviços a concurso. Esta análise é da responsabilidade da IN e incide em critérios como custo do serviço, a qualidade técnica das propostas, os prazos de execução, entre outros.

Com o objectivo de apurar qual a entidade que apresenta as condições mais favoráveis é necessário avaliar, de forma imparcial, um conjunto de características inerentes às propostas de forma a garantir que todas as condições do serviço estão asseguradas. É então elaborado um Relatório de Análise de Propostas onde são descritos todos os dados relevantes à análise efectuada das propostas.

Essa avaliação foi efectuada com base em dois critérios fundamentais, experiência comprovada em trabalhos semelhantes e ainda no número e na experiência dos recursos humanos envolvidos.

Posto isto, por forma a realizar a avaliação foi criada uma escala, tendo como valor máximo 50 pontos, sendo distribuídos de acordo com a tabela seguinte:

50 pts	35 pts		<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiência comprovada de trabalhos da mesma índole.</li> <li>Classificação máxima (35 pontos) para referências detalhadas em numero &gt; 55.</li> <li>Restantes classificações em proporcionalidade directa.</li> </ul>
	15 pts	8 pts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classificação máxima( 8 pontos) para equipa igual ou superior a 6 elementos das diversas especialidades envolvidas</li> <li>Restantes classificações em proporcionalidade directa.</li> </ul>
		7 pts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inclusão de CV's da equipa na proposta.</li> </ul>

**Tabela 3** – Descrição detalhada dos critérios de classificação das propostas.

Após terminada esta primeira fase de avaliação, segue-se a análise técnica com a finalidade de obter resposta a um conjunto de questões que surgem durante a análise das propostas, ou ainda para situações onde sejam detectadas algumas inconformidades ou faltas de documentação. Nesta fase, as inconformidades detectadas, ou a falta de resposta às informações solicitadas podem levar a penalizações ou exclusão definitiva da proposta.

Depois de avaliadas criteriosamente todas as propostas é definida uma classificação final, excluindo os candidatos que não apresentem viabilidade técnica e económica para a prestação do serviço. De ressaltar que esta análise é de extrema importância, devendo ter ainda em conta que para o mesmo serviço podem ser apresentadas metodologias e formas de actuação diferentes, dificultando por vezes a sua comparação. Como tal,

deverão ser utilizados critérios objectivos que garantam a transparência da escolha e que permitam a selecção da proposta com base puramente no mérito técnico e económico.

### **3.2.3. Negociação e Adjudicação**

Com base no relatório elaborado pela IN, cabe à Direcção de Compras negociar o melhor valor possível para a adjudicação do serviço. Nesta fase, como seria de esperar, é dada prioridade às propostas com melhor classificação no Relatório de Análise de Propostas. Depois de adjudicado o serviço passa-se à fase de execução novamente sob a responsabilidade da IN.

### **3.2.4. Acompanhamento dos Trabalhos**

O acompanhamento dos trabalhos, novamente da responsabilidade da IN, é uma fase do processo de certificação com bastante importância, pois é necessário garantir que tudo aquilo que foi descrito processualmente se verifica na realidade.

Para cumprir com os objectivos, surge com frequência a necessidade por parte da entidade prestadora do serviço consultar um conjunto de documentos adicionais relacionados com a construção do edifício, como projectos de arquitectura e aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC). Uma outra componente necessária à auditoria energética dos edifícios são as facturas dos consumos energéticos dos últimos três anos, de modo a proceder à validação do modelo de simulação dinâmica do edifício. Tendo em conta que se trata de edifícios de empresas do Grupo EDP verifica-se por vezes a ausência de registos dos consumos, visto estes serem considerados custos internos da empresa. Assim, por indicação dos peritos, uma forma de suprir esta ausência é a obtenção de diagramas de cargas por períodos de tempo alargado (normalmente um mês), para se poderem estimar os consumos reais do edifício.

Por último, para os trabalhos de levantamento no terreno de certificação energética, a IN disponibiliza pessoal com conhecimentos das instalações para fazer o acompanhamento dos técnicos que fazem a certificação dos edifícios, nomeadamente elementos das suas equipas de manutenção dos edifícios.

### 3.3. Situação Actual

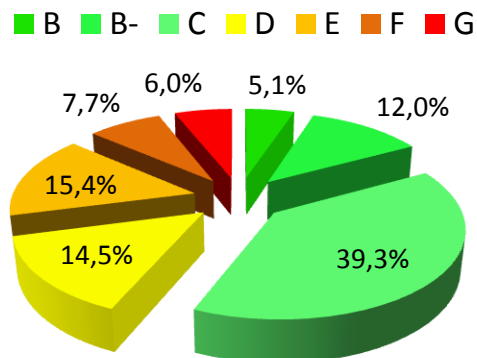
O programa de certificação encontra-se neste momento concluído com um total de 117 edifícios certificados. A certificação dos mesmos decorreu da seguinte forma:

- 1ª Fase – Nesta primeira fase foram seleccionados os principais edifícios do Grupo EDP. A área média dos 12 edifícios certificados é de 7406 m<sup>2</sup>, todos eles no âmbito do regulamento RSECE. Foram ainda registados 3 *upgrades* de classe energética.
- 2ª Fase – Durante esta fase foram emitidos 40 certificados energéticos, para edifícios de menores dimensões com uma área média de 1264 m<sup>2</sup> divididos entre os regulamentos RCCTE e RSECE. Foram implementados 2 *upgrades* de classe energética.
- 3ª Fase – Seguindo o mesmo padrão da anterior, esta fase englobou 27 edifícios com uma área média de 1380m<sup>2</sup>, estando em curso 8 *upgrades* de classe energética.
- 4ª Fase – Por último, esta fase contempla 38 edifícios onde a maioria são de pequena dimensão e destinados à habitação. Foram seleccionados aqueles com previsão de venda a curto prazo, bem como, os que ainda não apresentam necessidade legal para serem certificados, mas antecipando as alterações legais previstas, foram também incluídos, tendo sido aplicada a Directiva nº. 2010/31/EU.

De seguida apresenta-se a distribuição dos edifícios certificados por classes energéticas antes da aplicação de medidas de melhoria (*upgrades*) e após a execução das mesmas.

### Edifícios do Grupo EDP - sem upgrade

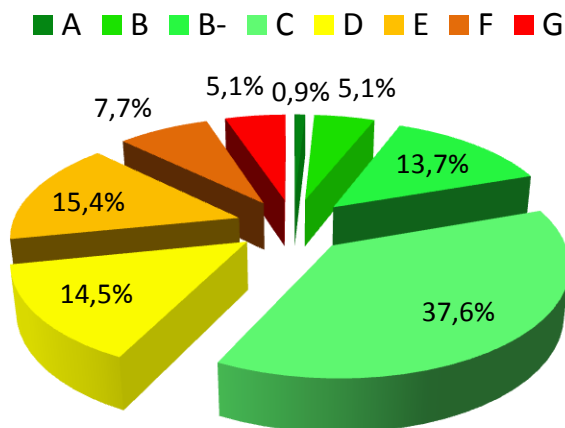
% de CE por Classes



**Figura 13** – Distribuição por classes dos edifícios do Grupo EDP antes da aplicação das medidas de melhoria.

### Edifícios do Grupo EDP - após upgrade

% de CE por Classes



**Figura 14** – Distribuição por classes dos edifícios do Grupo EDP depois da aplicação das medidas de melhoria.

Pode-se então concluir que, mais de 50% dos edifícios apresentam uma classe energética igual ou superior à classe C. Deve-se realçar também, que os edifícios com as piores classificações energéticas encontram-se inutilizados e com perspectiva de venda. O Grupo EDP encontra-se assim no bom caminho e deve ser considerado um exemplo de eficiência e sustentabilidade.

## 4. Avaliação Desempenho Energético

De forma a compreender e demonstrar a avaliação do desempenho energético, recorreu-se a um edifício já certificado. Teve-se também o cuidado de escolher uma das instalações onde as medidas propostas para melhoria da eficiência energética já se encontram aplicadas, no sentido de avaliar o impacto das mesmas.

Dado o portfolio existente de instalações, a escolha recaiu sobre um edifício de serviços localizado em Lisboa, pertencente à EDP, em que registou um upgrade energético de uma classe, nomeadamente de B para A.



**Figura 15** – Fachada principal do edifício de serviços EDP.

### 4.1. Introdução

O caso de estudo que se apresenta é referente ao edifício localizado em Lisboa (figura 15) dando satisfação aos Decretos-lei n.º 78/06 e n.º 79/06, de 4 de Abril.

Os temas a serem abordados, pela seguinte ordem, são:

- Caracterização da envolvente do edifício;
- Análise dos consumos de energia;
- Determinação do indicador de eficiência energética real;
- Determinação da classe energética;
- Potencial de melhoria;
- Desempenho actual após intervenção.

Os temas acima descritos não serão abordados com a mesma profundidade que se pretende na realização de uma auditoria energética, tendo apenas como objectivo permitir uma visão geral do processo.

## **4.2. Caracterização do Edifício**

Como se referiu no capítulo 3.2, o levantamento de todos os espaços do edifício em função da sua finalidade é parte integrante do processo de auditoria energética de forma a poder aplicar as exigências legais correspondentes.

Também é necessário identificar todas as paredes interiores e exteriores, coberturas, pavimentos e envidraçados de forma tão precisa quanto possível, bem como a envolvente ao edifício, nomeadamente a existência ou não de edificadados confinantes.

Este encontra-se localizado na zona urbana da cidade de Lisboa, na zona climática I1V2S com 1190°C.dias, uma duração da estação de aquecimento de 5,3 meses, implantado à cota de 55 m e uma distância à costa marítima de 11,50 km. Este é constituído por 8 pisos acima do solo e 5 abaixo.

No piso 0 existe a recepção do edifício, assim como uma sala polivalente, sendo que a restante área é dividida por gabinetes. Cada um dos restantes pisos tem ainda presente, uma pequena copa de utilização interna e uma sala de bastidores. No piso “sobre loja” (SL), salienta-se a existência de uma copa e de uma área de repouso que inclui uma divisão

reservada a fumadores. Os pisos SL, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 são destinados a serviços administrativos e caracterizados por áreas do tipo *open space* assim como por alguns gabinetes. Existem ainda 5 pisos em cave destinados a estacionamento, armazém e salas técnicas (transformadores de energia, sala do Quadro Geral de Baixa Tensão, grupo gerador e bombagem de água, sala de servidores, UPS, sala de gestão técnica centralizada).

O edifício não se encontra isolado, sendo confinante com outras edificações e possui fachadas com orientação Sudoeste, Noroeste e Nordeste, sendo que a fachada principal do edifício está orientada a Sudoeste. Foi considerada a tipologia de escritórios (4305,07 m<sup>2</sup>), com inércia média, com os espaços complementares: garagem (2780,32 m<sup>2</sup>) e armazém (284,75 m<sup>2</sup>).

Os espaços não úteis encontrados neste edifício foram os seguintes: casas das máquinas do monta-cargas; armazéns piso-1; escadas de emergência; garagem e salas técnicas de acesso único pela garagem e não climatizadas.

Em relação à envolvente, por falta de elementos sobre as soluções construtivas utilizadas no edifício recorreu-se, no caso das paredes e quando possível, às simplificações propostas pela Nota Técnica NT-SCE-01 e ITE 50 [26][27]. Todos os elementos construtivos identificados durante o levantamento encontram-se no Anexo I.

### **4.3. Utilização da Energia**

Pretende-se com esta fase a contabilização de todos os consumos relativos ao edifício. Para tal, e como estamos na presença de um edifício já existente, realiza-se uma análise das facturas energéticas dos últimos três anos. Neste caso, o período de análise seleccionado é compreendido entre Janeiro de 2007 e Junho de 2010. Este edifício utiliza como única fonte de energia a electricidade.

### 4.3.1. Energia Eléctrica Facturada

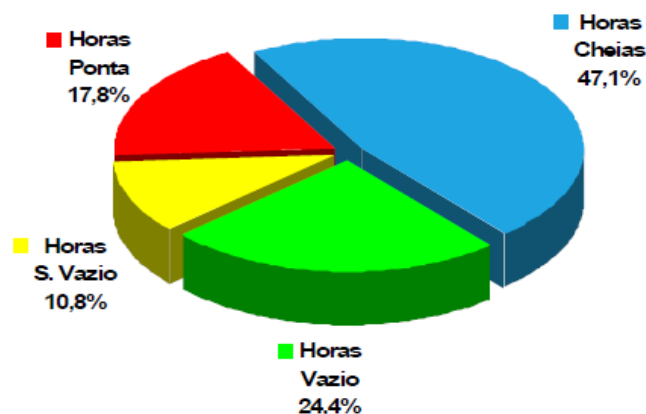
Neste capítulo é feita a análise aos consumos das facturas, sendo que a tarifa tri-horária foi opção até Fevereiro de 2007 passando então a tetra-horária. Na tabela seguinte apresentam-se os dados recolhidos das facturas de energia eléctrica relativas ao ano de 2007.

Mês	Energia Activa [kWh]					Energia Reactiva [kVAh]	Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias	Total			
Jan-07	23 211	0	12 470	33 291	68 972	17 033	6 365	0,092
Fev-07	22 498	0	11 848	30 892	65 238	15 871	6 184	0,095
Mar-07	10 120	5 662	9 220	24 949	49 951	13 603	5 032	0,101
Abr-07	14 902	8 324	12 088	31 360	66 674	19 123	6 361	0,095
Mai-07	16 543	9 195	12 919	33 897	72 554	20 487	7 049	0,097
Jun-07	17 243	9 576	13 384	35 314	75 517	21 125	7 276	0,096
Jul-07	17 208	9 890	13 140	34 607	74 845	22 081	7 232	0,097
Ago-07	19 471	11 587	14 801	39 228	85 087	23 742	8 074	0,095
Set-07	18 127	10 646	13 739	36 024	78 536	23 213	7 211	0,092
Out-07	14 316	8 297	11 011	29 378	63 002	19 458	5 692	0,09
Nov-07	12 133	7 191	9 817	26 076	55 217	13 371	4 926	0,089
Dez-07	10 858	6 773	9 324	24 908	51 863	10 497	4 664	0,09
<b>Total</b>	<b>196 630</b>	<b>87 141</b>	<b>143 761</b>	<b>379 924</b>	<b>807 456</b>	<b>219 604</b>	<b>76 067</b>	<b>-</b>
<b>Repartição</b>	<b>24,4%</b>	<b>10,8%</b>	<b>17,8%</b>	<b>47,1%</b>	<b>100,0%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Média</b>	<b>16 386</b>	<b>7 262</b>	<b>11 980</b>	<b>31 660</b>	<b>67 288</b>	<b>18 300</b>	<b>6 339</b>	<b>0,094</b>

**Tabela 4** – Facturação energia eléctrica em 2007 (adaptado) [23].

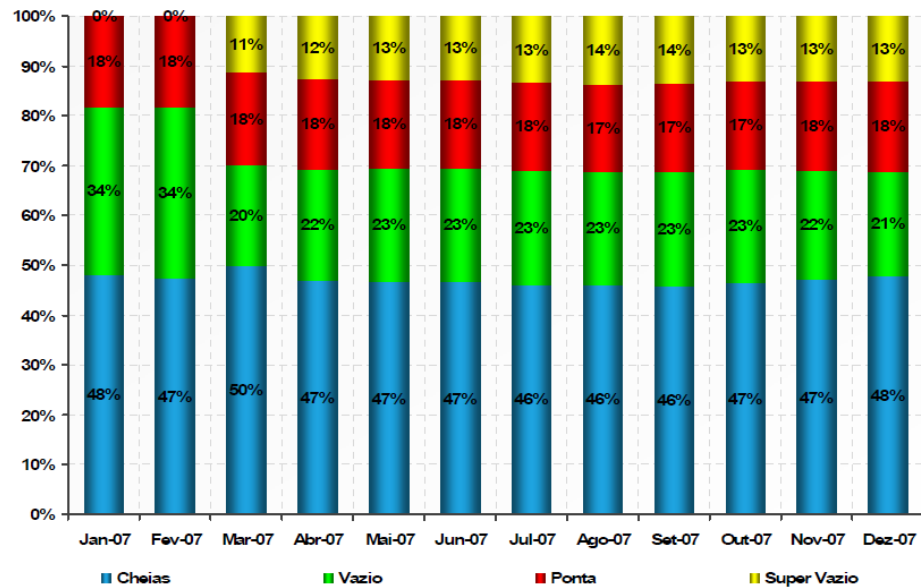
Durante este ano foi contabilizado um custo de 3598,00 € em energia reactiva [23]. Este custo pode e deve ser anulado com a instalação de uma bateria de condensadores.

Apresenta-se também a figura com a repartição dos consumos de energia pelos períodos horários.



**Figura 16** – Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2007[23].

A próxima figura diz respeito à evolução ao longo do ano da repartição do consumo de energia activa segundo os períodos horários: vazio, super vazio (a partir de Março), ponta e cheias.



**Figura 17** – Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2007 [23].

Relativamente ao ano de 2008, os dados recolhidos foram:

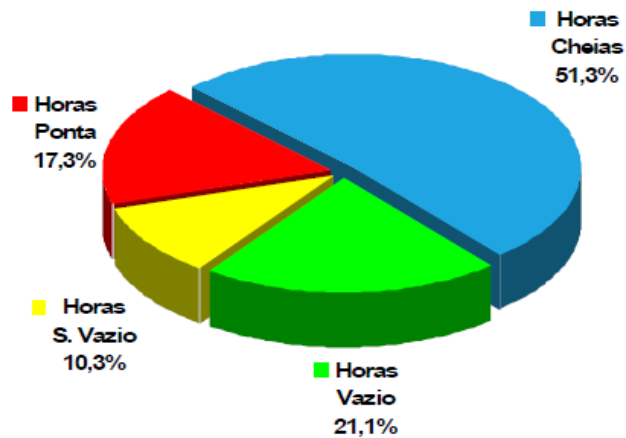
Mês	Energia Activa [kWh]					Energia Reactiva [kVArh]	Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias	Total			
Jan-08	10 909	7 098	9 242	25 192	52 441	10 830	4 861	0,093
Fev-08	9 442	5 987	8 565	23 487	47 481	9 456	4 616	0,097
Mar-08	7 194	3 915	7 061	19 110	37 280	5 682	3 798	0,102
Abr-08	9 249	4 468	8 368	24 093	46 178	6 137	4 546	0,098
Mai-08	12 483	5 225	9 536	29 874	57 118	6 366	5 464	0,096
Jun-08	14 212	5 763	10 841	35 398	66 214	8 932	6 250	0,094
Jul-08	13 441	6 126	10 414	32 631	62 612	7 213	5 934	0,095
Ago-08	13 235	5 976	10 066	31 257	60 534	5 975	5 709	0,094
Set-08	11 520	5 704	8 704	25 826	51 754	4 560	4 034	0,095
Out-08	10 310	4 998	7 897	23 873	47 078	2 878	4 486	0,095
Nov-08	8 625	4 006	7 412	21 526	41 569	1 528	4 013	0,097
Dez-08	9 202	4 149	8 778	23 998	46 127	1 339	4 478	0,097
<b>Total</b>	<b>129 822</b>	<b>63 415</b>	<b>106 884</b>	<b>316 265</b>	<b>616 386</b>	<b>70 896</b>	<b>59 090</b>	-
<b>Repartição</b>	<b>21,1%</b>	<b>10,3%</b>	<b>17,3%</b>	<b>51,3%</b>	<b>100,0%</b>	-	-	-
<b>Média</b>	<b>10 819</b>	<b>5 285</b>	<b>8 907</b>	<b>26 355</b>	<b>51 366</b>	<b>5 908</b>	<b>4 924</b>	<b>0,096</b>
<b>Varição 08/07</b>	<b>-34,0%</b>	<b>-27,2%</b>	<b>-25,7%</b>	<b>-16,8%</b>	<b>-23,7%</b>	<b>-67,7%</b>	<b>-22,3%</b>	<b>1,8%</b>

**Tabela 5** – Facturação energia eléctrica em 2008 (adaptado) [23].

Fazendo a comparação com ano anterior, verificou-se uma diminuição do consumo de energia na ordem dos 23,7%, tendo sido mais acentuada em horas de vazio (34,0%). Esta diminuição é explicada pela remodelação a que o edifício foi alvo durante o ano de 2007. O custo unitário do kWh teve uma

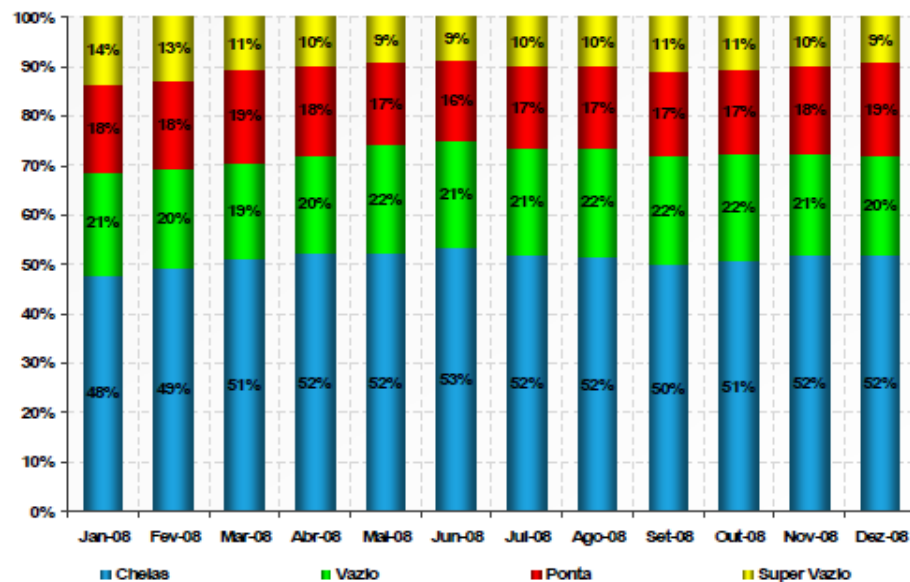
subida de 1,8%. A energia reactiva consumida decresceu também, sendo facturado 1080,00 € [23].

A figura com a repartição dos consumos de energia pelos períodos horários foi:



**Figura 18** – Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2008[23].

Relativamente à evolução ao longo do ano da repartição do consumo de energia activa segundo os períodos horários, apresenta-se na figura seguinte.



**Figura 19** – Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2008 [23].

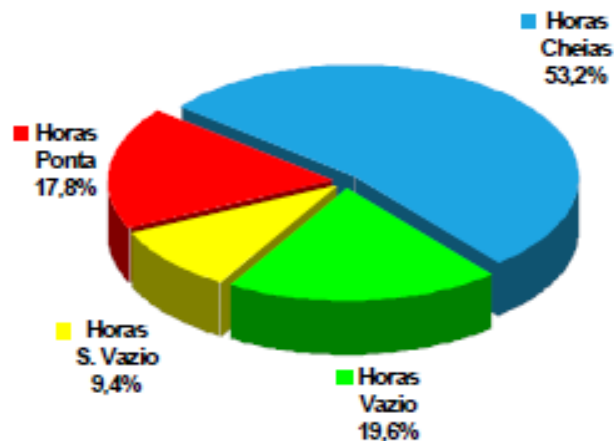
Face ao ano de 2009 os valores relativos à energia eléctrica facturada foram:

Mês	Energia Activa [kWh]					Energia Reactiva [kVArh]	Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias	Total			
Jan-09	11 154	5 062	10 708	28 666	55 590	3 727	4 863	0,087
Fev-09	10 414	4 724	9 811	26 510	51 459	2 249	5 218	0,101
Mar-09	8 441	4 085	7 627	20 601	40 754	1 914	4 164	0,102
Abr-09	8 662	4 384	7 703	22 218	42 967	3 206	4 454	0,104
Mai-09	9 104	4 220	7 637	24 598	45 559	4 663	4 709	0,103
Jun-09	9 954	4 716	8 211	26 322	49 203	6 811	5 081	0,103
Jul-09	10 502	4 838	9 325	30 648	55 313	7 817	5 675	0,103
Ago-09	10 518	4 922	9 246	30 685	55 371	8 308	5 695	0,103
Set-09	9 392	4 439	8 344	27 492	49 667	6 402	5 150	0,104
Out-09	9 324	4 627	7 787	24 423	46 161	4 386	4 702	0,102
Nov-09	8 614	4 726	7 980	22 498	43 818	3 536	4 501	0,103
Dez-09	7 804	3 966	8 590	23 551	43 911	4 232	4 611	0,105
<b>Total</b>	<b>113 883</b>	<b>54 709</b>	<b>102 969</b>	<b>308 212</b>	<b>579 773</b>	<b>57 251</b>	<b>58 823</b>	-
Repartição	19,6%	9,4%	17,8%	53,2%	100,0%	-	-	-
Média	9 490	4 559	8 581	25 684	48 314	4 771	4 902	0,101
Varição 09/08	-12,3%	-13,7%	-3,7%	-2,5%	-5,9%	-19,2%	-0,5%	5,8%

**Tabela 6** – Facturação energia eléctrica em 2009 (adaptado) [23].

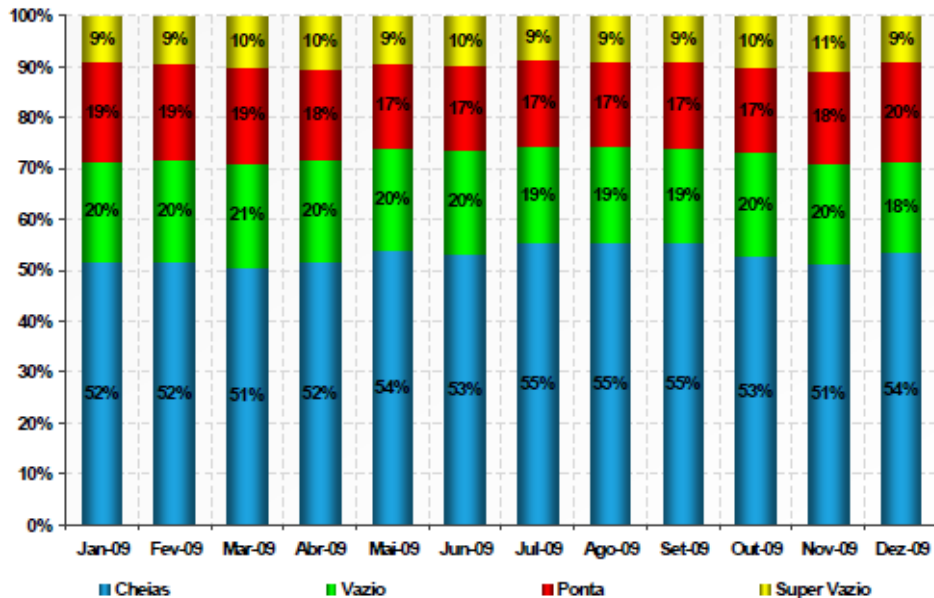
Neste ano houve, tal como no ano anterior, verificou-se uma redução em todas as parcelas da energia. Apesar da subida do custo unitário do kWh em 5,8% o custo energético diminui cerca de 0,5%. Durante este ano contabilizou-se 1035,00 € em facturação de energia reactiva [23].

A repartição dos consumos de energia pelos períodos horários foi:



**Figura 20** – Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2009[23].

A evolução da repartição do consumo de energia activa segundo os períodos horários ao longo do ano foi:



**Figura 21** – Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2007 [23].

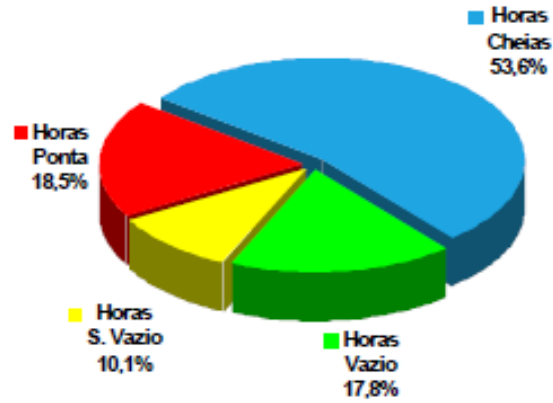
Por último, no ano de 2010 os dados relativos à energia eléctrica facturada foram:

Mês	Energia Activa [kWh]				Total	Energia Reactiva [kVArh]	Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias				
Jan-10	8 401	4 552	10 142	27 761	50 856	4 535	5 380	0,106
Fev-10	7 088	4 988	9 530	25 831	47 437	2 743	5 106	0,108
Mar-10	6 740	4 462	8 645	23 236	43 083	1 002	4 599	0,107
Abr-10	9 190	5 197	8 459	24 664	47 510	1 468	4 963	0,104
Mai-10	9 387	4 801	7 657	24 398	46 243	1 537	4 819	0,104
Jun-10	9 354	4 441	7 846	25 386	47 027	1 434	4 933	0,105
Total	50 160	28 441	52 279	151 276	282 156	12 719	29 801	-
Repartição	17,8%	10,1%	18,5%	53,6%	100,0%	-	-	-
Média	8 360	4 740	8 713	25 213	47 026	2 120	4 967	0,106
Varição 10/09	-13,1%	4,6%	1,1%	1,6%	-1,2%	-43,6%	4,6%	4,1%

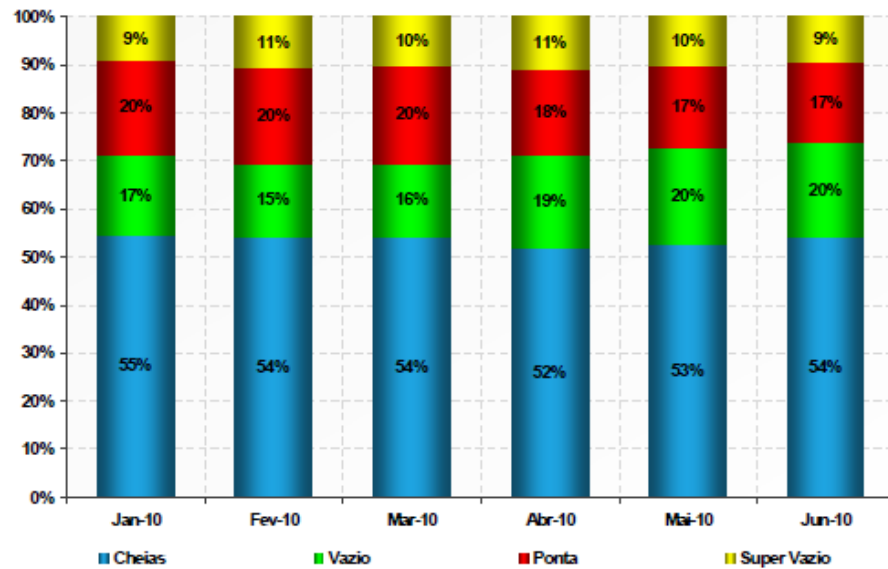
**Tabela 7** – Facturação energia eléctrica em 2010 (adaptado) [23].

Comparando períodos homólogos de 2010 e 2009, verifica-se uma diminuição do consumo de energia na ordem dos 1,2%, sendo que o custo unitário do kWh teve uma subida de 4,1%.

Apresenta-se igualmente, o gráfico com a repartição dos consumos de energia pelos períodos horários, bem como, a repartição do consumo de energia activa segundo os períodos horários.

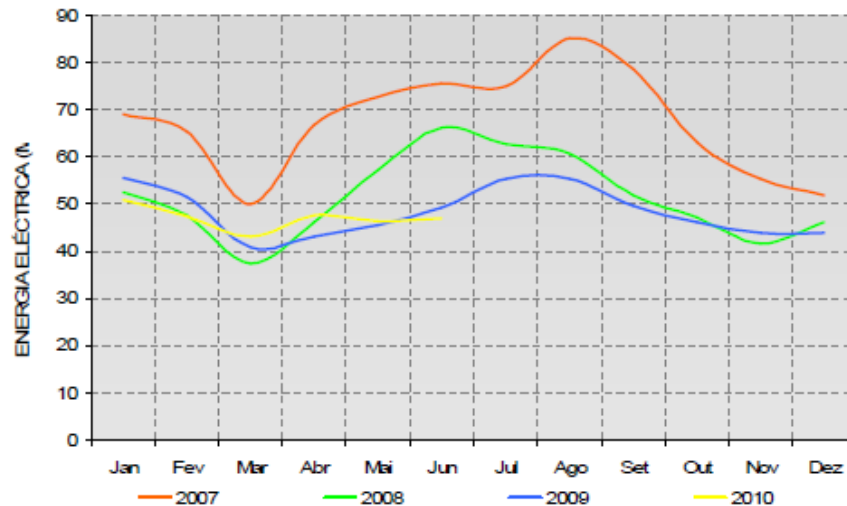


**Figura 22** – Repartição do consumo de energia por períodos horários em 2010 [23].



**Figura 23** – Evolução da repartição do consumo por períodos horários em 2010 [23].

A figura seguinte apresenta os valores dos consumos energéticos totais verificados ao longo dos três anos e meio de referência.



**Figura 24** – Evolução do consumo mensal de energia eléctrica entre Janeiro de 2007 a Junho de 2010 [23].

Analisando a evolução dos consumos é possível constatar que o consumo energético desde 2007 possui uma tendência decrescente. Pode igualmente observar que, o consumo de electricidade é mais elevado nos meses de Verão, reflectindo as condições climáticas durante este período, o que obriga a um maior recurso aos aparelhos de ar condicionado.

#### 4.3.2. Energia Eléctrica Consumida

De acordo com a evolução dos consumos anteriormente apresentados, exclui-se o ano de 2007 do período de referência, considerando-se para o efeito, o período compreendido entre Janeiro de 2008 e Junho de 2010.

O consumo médio mensal, expresso em kilowatt-hora (kWh) e em quilograma equivalente de petróleo (kgep), é o seguinte:

Mês	Energia Eléctrica	
	kWh	kgep
Jan	52 962	15 359
Fev	48 792	14 150
Mar	40 372	11 708
Abr	45 552	13 210
Mai	49 640	14 396
Jun	54 148	15 703
Jul	58 963	17 099
Ago	57 953	16 806
Set	50 711	14 706
Out	46 620	13 520
Nov	42 694	12 381
Dez	45 019	13 056
<b>Total</b>	<b>593 424</b>	<b>172 093</b>
<b>Média</b>	<b>49 452</b>	<b>14 341</b>

**Tabela 8** – Consumo energético médio [23].

O factor de conversão de unidade da energia eléctrica que foi utilizado para este trabalho, bem como o valor de preço unitário, foram os seguintes:

	Energia Eléctrica
<b>Factores de Conversão</b>	0,290 kgep/kWh
<b>Preços em 2010</b>	0,106 €/kWh

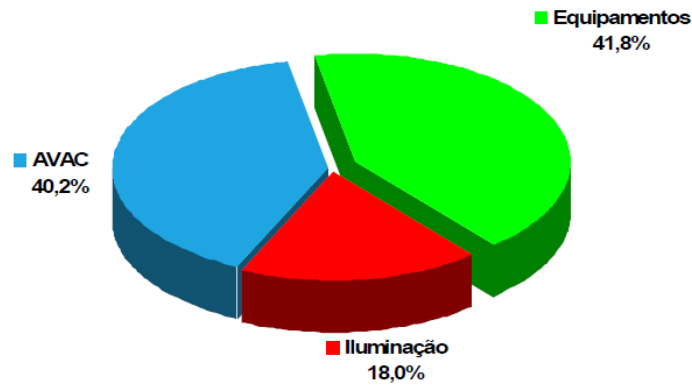
**Tabela 9** – Factor de conversão e preço da energia [23].

#### 4.4. Análise dos Principais Consumidores de Energia

Depois de conhecidos os consumos médios anuais é necessário conhecer quais os principais consumidores de energia, as suas principais características e ainda qual a sua contribuição para o consumo global do edifício.

##### 4.4.1. Repartição dos Consumos Energéticos

Como edifício de serviços, os principais consumidores de energia destinam-se à climatização, iluminação e equipamentos, repartindo-se da seguinte forma:



**Figura 25** – Repartição do consumo de energia [23].

O sector dos equipamentos é o que representa maior consumo, englobando os elevadores, UPS, bastidores e servidores informáticos, ventiladores de extracção das instalações sanitárias, os computadores, impressoras e os equipamentos das copas existentes nos pisos. A climatização apresenta-se como segundo maior consumidor apesar de não ter um funcionamento contínuo ao longo do ano, nem do dia (funciona das 07 h - 20 h nos dias úteis). E por último temos o sector da iluminação.

Para a obtenção destes dados foi utilizada a seguinte metodologia:

- O consumo dos equipamentos de climatização foi determinado por medições eléctricas dos principais quadros eléctricos correspondentes;
- A iluminação foi determinada a partir dos levantamentos de iluminação tendo em conta o regime de funcionamento real;
- O consumo associado aos elevadores e aos equipamentos informáticos, foi realizado com recurso a medições eléctricas;
- O consumo dos restantes equipamentos foi determinado a partir da diferença entre o consumo total e o somatório do consumo do AVAC, iluminação, equipamentos informáticos e elevadores.

#### **4.4.2. Climatização**

O edifício apresenta um sistema centralizado de climatização composto por 3 chillers/bombas de calor que climatizam a maior parte do edifício. Apresenta ainda uma unidade de tratamento de ar novo (UTAN).



**Figura 26** – Unidade de tratamento de ar novo (UTAN).

Os chillers/bombas de calor estão localizados no terraço do piso 7 e orientados a nordeste.



**Figura 27** – Chillers/Bombas de calor.

Nos espaços interiores a insuflação é feita por difusores instalados no tecto falso de cada piso, bem como, as grelhas de extracção.



**Figura 28** – Grelha de insuflação. **Figura 29** – Grelha de extracção.

No piso SL existe uma zona reservada a fumadores que possui um sistema independente do sistema centralizado de ventilação. Este é assegurado por um ventilador de insuflação de ar novo com um filtro incorporado, e um outro para realizar a extracção. Ambos estão localizados no terraço do piso 1.



**Figura 30** – Ventiladores de insuflação (esq.) e extracção (dir.).

Por último, nos pisos de garagem, apenas algumas das salas são climatizadas através de unidades directas do tipo *split*.



**Figura 31** – Exemplo dos *splits* existentes.

Após a realização das medições conclui-se que a climatização neste edifício apresenta um consumo energético de aproximadamente 238 MWh/ano [23].

#### 4.4.3. Iluminação

Este sector, como já foi referido anteriormente, representa uma parcela algo relevante dos consumos dispendidos (18%). Com o intuito de observar se são os mais adequados do ponto de vista de eficiência energética, é necessário realizar um levantamento dos mesmos.

A iluminação não natural predominante processa-se a partir de lâmpadas fluorescentes com balastro electrónico. Existe ainda um número

considerável de lâmpadas fluorescentes compactas, também com balastros electrónicos, assim como lâmpadas de halogéneo (Anexo II).

Todas as fachadas estão munidas de envidraçados, que garantem assim uma boa iluminação natural. Os horários de funcionamento da iluminação correspondem ao do funcionamento dos escritórios, com início por volta das 08h00 até às 18h00, de 2.<sup>a</sup> a 6.<sup>a</sup> feira, sendo que em cada piso existem junto às janelas células fotoeléctricas que permitem efectuar regulação do fluxo de iluminação de tecto mediante o nível de iluminação natural permitindo uma gestão mais eficiente da iluminação. Posto isto, após análise estima-se que o consumo anual ronde os 107 MWh [23].

#### **4.4.4. Equipamentos**

Este capítulo tem com objectivo a contabilização de todos os restantes consumos respeitantes aos diversos equipamentos do edifício. Estes equipamentos podem ser agrupados de acordo com as classes seguintes:

- Sistemas informáticos e de telecomunicações: computadores, monitores, impressoras, servidores, entre outros;
- Elevadores e monta-cargas que, para além das escadas, garantem a comunicação entre pisos;
- Restantes equipamentos tais como, ventiladores de extracção de instalações sanitárias; zonas técnicas e estacionamento, ventiladores de pressurização, máquinas de distribuição de comida/ bebida, electrodomésticos das copas (máquinas de café, frigoríficos, microondas) e bombas de hidro-pressurização.

##### **4.4.4.1. Sistemas informáticos**

Os bastidores e servidores presentes no edifício são alimentados por uma unidade ininterrupta de energia (UPS). Para além deste sistema centralizado existem os equipamentos de informática e audiovisuais individuais, nomeadamente, computadores, monitores, entre outros.

#### **4.4.4.2. Elevadores**

No edifício existem três elevadores. Dois deles realizam a comunicação desde o piso -1 ao 6, e o último circula entre o rés-do-chão até ao piso -5 (garagens). Existem também um monta-cargas que circula entre o piso -2 e o 2.

#### **4.4.4.3. Restantes Equipamentos**

Como já foi referido anteriormente, esta classe engloba, os equipamentos que não se enquadram nas outras classes. São equipamentos tais como, máquinas de café, frigoríficos, máquinas de água, entre outros, que se distribuem ao longo de todos os pisos do edifício (Anexo III).

Realizadas as medições conclui-se que o sector global de equipamentos (informáticos, elevadores e restantes equipamentos) incluído no capítulo 4.4.4 é o maior consumidor de energia, consequência da grande utilização desses equipamentos. O consumo é cerca de 248 MWh/ ano [23].

### **4.5. Indicador de Eficiência Energética Real**

Para a determinação do Indicador de Eficiência Energética (IEE) é necessário, de acordo com o regulamento RSECE, a construção de um modelo para o edifício em que os consumos obtidos por simulação dinâmica não ultrapassem a margem de +- 10% em relação ao consumo obtido pelas facturas energéticas. A simulação dinâmica do edifício foi conseguida utilizando um software acreditado pela norma ASRHAE140-2004 [23].

Os dados climáticos utilizados na simulação dinâmica foram os dados climáticos horários de referência para o concelho de Lisboa, nomeadamente a temperatura exterior, humidade relativa e incidência de radiação, directa e difusa.

Devido ao facto de não terem sido contabilizadas as pontes térmicas lineares, foram agravados em 5% os consumos de aquecimento, seguindo a

recomendação existente do RSECE – Energia (versão 1.2), de Novembro de 2008 [24].

Relativamente as pontes térmicas planas, foram majorados em 35% os valores dos coeficientes de transmissão térmica (U) das paredes, de acordo com as regras de simplificação da NT-SCE-01 [26].

Na tabela seguinte apresenta-se a comparação entre os consumos energéticos obtidos pela simulação e os indicados nas facturas de electricidade.

	Consumo de Energia kWh/ano
Resultado da Simulação	567 058
Consumo Real (Facturas)	593 424
Variação Simulação/Facturas	-4,4%

**Tabela 10** – Comparação entre a simulação e as facturas energéticas [23].

Como se pode observar pelos resultados apresentados, verifica-se que a margem de +/-10% na diferença entre os dois consumos contabilizados é perfeitamente assegurada, validando assim o modelo previamente construído [23].

É então possível determinar, com base neste modelo o IEE deste edifício. De acordo com o anexo IX do RSECE o IEE é calculado a partir da expressão [16]:

$$IEE = IEE_I + IEE_V + \frac{Q_{out}}{A_p} = \frac{Q_{aq}}{A_p} \times F_{CI} + \frac{Q_{arr}}{A_p} \times F_{CV} + \frac{Q_{out}}{A_p} \quad (4.1)$$

Em que:

IEE - Indicador de eficiência energética (kgep/m<sup>2</sup>.ano)

IEE<sub>I</sub> - Indicador de eficiência energética de aquecimento (kgep/m<sup>2</sup>.ano)

IEE<sub>V</sub> - Indicador de eficiência energética de arrefecimento (kgep/m<sup>2</sup>.ano)

Q<sub>out</sub> - Consumo de energia não ligado aos processos de aquecimento e arrefecimento (kgep/ano)

$A_p$  - Área útil de pavimento ( $m^2$ )

$Q_{aq}$  - Consumo de energia em aquecimento (kgep/ano)

$Q_{arr}$  - Consumo de energia em arrefecimento (kgep/ano)

Os factores  $F_{CI}$  e  $F_{CV}$  são:

$$F_{CI} = \frac{N_{I1}}{N_{Ii}} \text{ e } F_{CV} = \frac{N_{V1}}{N_{Vi}} \quad (4.2)$$

Os valores  $N_{I1}$  e  $N_{V1}$  são, respectivamente, as necessidades máximas de aquecimento e arrefecimento calculadas para o edifício em estudo como se estivesse localizado na zona de referência I1-V1 norte, 1000 graus-dia de aquecimento. Já os valores  $N_{Ii}$  e  $N_{Vi}$  são, respectivamente, as necessidades máximas de aquecimento e arrefecimento calculadas para o edifício na zona climática onde se encontra, neste caso, I1-V2 sul, 1190 graus-dia. A fórmula de cálculo do valor  $N_{I1}$  e  $N_{Ii}$  depende do factor de forma (FF) do edifício.

Uma vez que o FF é inferior a 0,5, a expressão utilizada para o  $N_I$  é a seguinte:

$$N_I = 4,5 + 0,0395GD \quad (4.3)$$

No quadro seguinte apresentam-se os valores dos parâmetros necessários à correcção climática.

Parâmetro	Valor
NI1 (1000 GD)	44,0
NI1 (1190 GD)	51,5
Nv1 (Norte)	16,0
NV2 (Sul)	32,0
Fci	0,85
Fcv	0,50

**Tabela 11** – Valores de correcção climática [23].

O passo seguinte é a determinação do valor do IEE de referência para este edifício. Para a determinação deste indicador é necessário fazer uma análise ponderando todos os diversos espaços do edifício, com base na sua tipologia. Como já foi referido anteriormente, este edifício é composto

maioritariamente por escritórios e ainda alguns espaços complementares. Esta ponderação é feita com base nas áreas e resultou num IEE de referência de 28,5 kgep/m<sup>2</sup>.ano de acordo com a tabela seguinte:

Zona	Tipologia de referência	Área útil (m <sup>2</sup> )	IEEref, existentes kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Escritórios	Escritórios	4 305,07	40,0
Espaço complementar	Armazéns (7 h/dia, todos os dias)	284,75	15,0
Espaço complementar	Estacionamento (10h/dia, de Segunda a Sexta)	2 780,32	12,0
<b>Média Ponderada do Edifício</b>			28,5

Nota: No caso dos espaços complementares são utilizados os valores IEE do Anexo XI

**Tabela 12** – Valores de IEE de referência [23].

Os resultados obtidos a partir da simulação para as condições reais de funcionamento, já com as correcções climáticas encontram-se na tabela seguinte:

Qtotál (kgep/ano)	Qaq (kgep/ano)	Qarr (kgep/ano)	Qilum int. (kgep/ano)	Qilum ext. (kgep/ano)	Qoutros (kgep/ano)	IEE real (kgep/m <sup>2</sup> .ano)
138 669	11 513	23 378	38 378	861	64 102	18,81

**Tabela 13** – Resultados da simulação dinâmica - Perfis reais [23].

O valor real de IEE real determinado, 18,81 kgep/m<sup>2</sup>.ano, é inferior ao valor de IEE de referência, 28,5 kgep/m<sup>2</sup>.ano, pelo que este edifício não necessita de Plano de Racionalização de Energia (PRE) de acordo com RSECE – Energia (versão 1.2) [24].

As emissões de gases de efeito de estufa correspondentes ao IEE real determinado são de 166,4 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes por ano [23].

#### 4.6. Determinação da Classe Energética

A determinação da classe energética do imóvel é determinada com base em três indicadores. O IEE de referência, o IEE nominal e o factor S.

O IEE nominal representa o indicador de eficiência energética em condições de utilização nominal, especificados no Anexo XV do RSECE [16].

Assim, as condições nominais de referência utilizadas neste edifício foram: Escritórios com os espaços complementares, Armazém (7 h/dia, todos os dias) e Estacionamento (10 h/dia de Segunda a Sexta). Para além disso, foram seguidos um conjunto de aspectos especificados pelo RSECE, relativos aos caudais de ar, aos sistemas de climatização, à densidade de iluminação e ainda à densidade de ocupação por zona [23].

Os resultados obtidos a partir da simulação para as condições nominais de funcionamento, englobando já as correcções climáticas foram:

<b>Qtotal</b> (kgep/ano)	<b>Qaq</b> (kgep/ano)	<b>Qarr</b> (kgep/ano)	<b>Qilum int.</b> (kgep/ano)	<b>Qilum ext.</b> (kgep/ano)	<b>Qoutros</b> (kgep/ano)	<b>IEE nom</b> (kgep/m <sup>2</sup> .ano)
152 173	21 595	10 621	32 359	1 261	86 338	20,65

**Tabela 14** – Resultados da simulação dinâmica - Perfis nominais [23].

Ao IEE nominal correspondem 182,61 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes por ano [23].

A determinação dos intervalos das classes de eficiência é realizada com base na tabela 15.

<b>Classe Energética</b>	<b>IEE<sub>nom</sub> (kgep/m<sup>2</sup>.ano)</b>
<b>A+</b>	$IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0,75.S$
<b>A</b>	$IEE_{ref} - 0,75.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0,50.S$
<b>B</b>	$IEE_{ref} - 0,50.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0,25.S$
<b>B-</b>	$IEE_{ref} - 0,25.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref}$
<b>C</b>	$IEE_{ref} < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 0,50.S$
<b>D</b>	$IEE_{ref} + 0,50.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + S$
<b>E</b>	$IEE_{ref} + S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 1,50.S$
<b>F</b>	$IEE_{ref} + 1,50.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 2,00.S$
<b>G</b>	$IEE_{ref} + 2,00.S < IEE_{nom}$

**Tabela 15** – Intervalos das classes energéticas [6].

Como se pode verificar, os intervalos das classes dependem de um factor S, resultado da soma dos consumos específicos para aquecimento, arrefecimento e iluminação, obtidos a partir de simulação dinâmica que deu origem aos valores limites de referência para edifícios novos que constam no regulamento. Este factor é utilizado para que a classificação dependa apenas do desempenho energético dos sistemas AVAC e da iluminação e não do efeito “amplificador” do intervalo de cada classe na escala. É importante referir que as escalas serão sempre constituídas com base nos valores de IEE de referência para edifícios novos.

Dado o edifício ter várias tipologias, os valores do IEE e de S deverão ser ponderados pelas áreas. Da ponderação das diferentes tipologias resultou um IEE de referência de 25,55 kgep/m<sup>2</sup>.ano, e um valor de S de 10,46 kgep/m<sup>2</sup>.ano.

Zona	Tipologia de referência	Considerações	Área útil (m <sup>2</sup> )	IEEref, novos (kgep/m <sup>2</sup> .ano)	S (kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Escritórios	Escritórios	Aquecimento e Arrefecimento	4 305,07	35,0	15,0
Espaço complementar	Armazéns	Perfil de utilização: 7 h/dia, todos os dias	284,75	15,0	5,0
Espaço complementar	Estacionamento	Perfil de utilização: 10h/dia, de Segunda a Sexta	2 780,32	12,0	4,0
<b>Média Ponderada do Edifício</b>				25,5	10,46

**Tabela 16** – Valores de IEE de referência para edifícios novos e valores de S [23].

De acordo com o apresentado anteriormente, os intervalos das classes energéticas são os apresentados no quadro seguinte.

Classe Energética	Intervalo (kgep/m <sup>2</sup> .ano)	
	Lim. Inferior	Lim. Superior
<b>A+</b>	-	17,7
<b>A</b>	17,7	20,32
<b>B</b>	20,32	22,93
<b>B-</b>	22,93	25,55
<b>C</b>	25,55	30,78
<b>D</b>	30,78	36,01
<b>E</b>	36,01	41,25
<b>F</b>	41,25	46,48
<b>G</b>	46,48	-

**Tabela 17** – Intervalos das classes energéticas para o presente edifício [23].

Com os resultados obtidos, e tendo em conta o valor para IEE nominal (20,65 kgep/m<sup>2</sup>.ano), é possível concluir que a classe energética é a B. Sendo que o valor de IEE nominal se encontra bastante próximo da classe A é previsível que a implementação de pequenas melhorias de eficiência energética resulte numa melhoria de classe.

#### 4.7. Potencial de Melhoria

Conhecido o desempenho actual, importa então referir possíveis alterações que se traduzam em efectivas melhorias de eficiência energética e uma conseqüente evolução de classe. Para isso é necessário estudar essas medidas no sentido de quantificar quais os reais impactos que a sua implementação teria, e qual a sua viabilidade do ponto de vista técnico e económico.

Importa distinguir dois conceitos com impactos diferentes, redução de consumo de energia e melhoria de classe energética. Como a classificação energética é determinada com base no IEE nominal, todas as medidas relacionadas com caudais mínimos de ar, densidades de potência de aparelhos não associados à climatização, ventilação e iluminação, horários de funcionamento de equipamentos e densidade de ocupação, podem levar à redução dos consumos energéticos mas são inalteráveis em todas as simulações feitas a este tipo de edifícios. Por exemplo, a diminuição do número de equipamentos instalados ou um ajuste dos horários de funcionamento dos mesmos, que na realidade se traduz numa poupança energética, mas em condições nominais não altera a simulação do edifício.

Assim, as medidas com real impacto na classificação energética do edifício são as que conduzem a uma redução do IEE nominal. Apresentam-se de seguida um conjunto de áreas onde se pode intervir:

- Equipamentos de climatização e ventilação, nomeadamente ao nível da eficiência dos mesmos, assim como, o tipo de sistema de climatização em uso;

- Utilização de energias renováveis para a produção de energia térmica e/ou eléctrica;
- Potência de iluminação instalada;
- Propriedades da envolvente, as quais incluem os materiais usados, as características destes que influenciam a transferência de calor e também as suas espessuras.

#### **4.8. Melhorias Implementadas e Desempenho Actual**

Depois de analisadas as propostas sugeridas aquando da auditoria energética foi decidido a realização de uma intervenção nos aparelhos de iluminação.

A proposta recomendava a substituição das lâmpadas TL-D de 18W, 36W e 58W existentes por lâmpadas TL-D eco de 16W, 32W e 51W, respectivamente assim como a substituição das lâmpadas TL-D de 28W, 35W e 54W existentes por lâmpadas TL-D eco de 25W, 32W e 50W, respectivamente. A redução de consumo em iluminação associada à substituição das lâmpadas avalia-se em 12,9 MWh/ano, o que corresponde a 1 370,00 €/ano [23].

A diminuição da potência instalada em iluminação, para além da redução do consumo em iluminação, provoca um pequeno aumento do consumo em climatização no Inverno e uma diminuição do consumo de climatização no Verão. A poupança de energia expectável incluindo a diminuição do consumo em iluminação, o aumento do consumo da climatização em aquecimento e a diminuição em arrefecimento [23] é cerca de 14,2 MWh/ano, ou seja, 1 500,00 €. O valor de investimento inicial, será cerca de 14 360,00 €. O valor do investimento adicional relativo à troca de tecnologia é 2 620,00 €. O período de retorno simples, determinado de acordo com a fórmula do Anexo XIII do Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril, é de 1,8 anos [23].

	Antes	Depois
IEEnominal (kgep/m <sup>2</sup> .ano)	20,65	20,22
Classe	B	A
Emissões anuais (ton/ano)	182,6	178,8

**Tabela 18** – Eficiência energética do edifício antes e depois da implementação das melhorias.

Com a introdução desta medida foi possível realizar o upgrade de eficiência energética de B para A.

## 5. Tendências de Eficiência Energética

A gestão eficiente dos recursos energéticos é considerada actualmente um dos principais desafios que a sociedade moderna enfrenta, acompanhadas com as diversas directivas internacionais mais exigentes.

A possibilidade de monitorizar os consumos de energia eléctrica representa uma importante ferramenta no processo de redução dos consumos globais e das emissões de CO<sub>2</sub>, onde a participação activa dos consumidores assume um papel essencial para a racionalização dos seus próprios recursos.

Por outro lado, com o desenvolvimento constante de novas tecnologias relativas às energias renováveis e equipamentos mais eficientes, torna-se possível conseguir também uma melhor poupança energética e consequentemente uma redução no impacto ambiental.

### 5.1. Sistemas de Gestão Energética de Edifícios

Dada a diversidade de sistemas e de equipamentos que nos dias de hoje estão envolvidos na utilização diária dos edifícios, a contabilização e o levantamento de possíveis reduções de consumos nesses mesmos sistemas são processos dotados de enorme complexidade. Neste sentido, e com o objectivo de facilitar a gestão energética dos edifícios e a possível adopção de medidas que reduzam a factura energética, estão actualmente a surgir no mercado vários sistemas de gestão energética de edifícios.

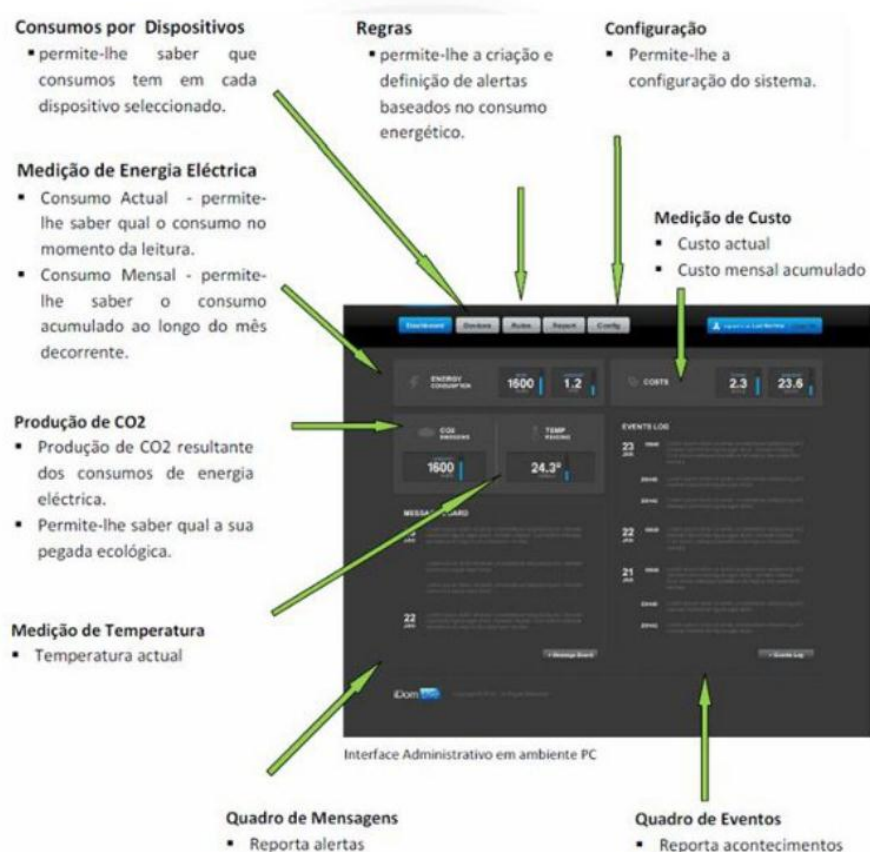
Estes sistemas apresentam de uma forma geral aos clientes um conjunto de funcionalidades que se podem traduzir em efectivas reduções de consumo energético. Normalmente, algumas das características que estes sistemas oferecem são [25]:

- Medir os consumos energéticos;
- Controlar os gastos energéticos;
- Monitorizar e controlar remotamente;
- Fornecer relatórios de consumos e custos;

- Aplicar regras baseadas em consumos energéticos;
- Monitorizar o cumprimento de objectivos;
- Aplicar as melhores práticas e evitar desperdícios;
- Emitir notificações via correio electrónico e telemóvel.

A instalação deste tipo de sistema é mais simples do que possa parecer, pois a intervenção é realizada na íntegra a nível dos quadros eléctricos do edifício. Dando o exemplo de um sistema de gestão energética existente no nosso mercado, a escolha recaiu sobre o Sistema iDom4P [25].

Este sistema permite a sua gestão localmente a partir de um computador e remotamente através da internet, existindo também, uma aplicação para telemóvel. Assim [25], durante 24 horas por dia e em tempo real, pode-se verificar os consumos instantâneos e acumulados dos equipamentos eléctricos existentes tais como, iluminação, ar condicionado ou arcas congeladoras.



**Figura 32** – Interface gráfico no computador [25].

O sistema disponibiliza o envio de alertas por mensagem escrita e correio electrónico sempre que surjam situações como o consumo excessivo de energia, anomalias detectadas ou interrupção do fornecimento de energia eléctrica. O sistema analisa o historial de consumos e executa acções automáticas de ligar e desligar circuitos em horários pré-programados, ou simplesmente por um comando enviado via telemóvel [25].

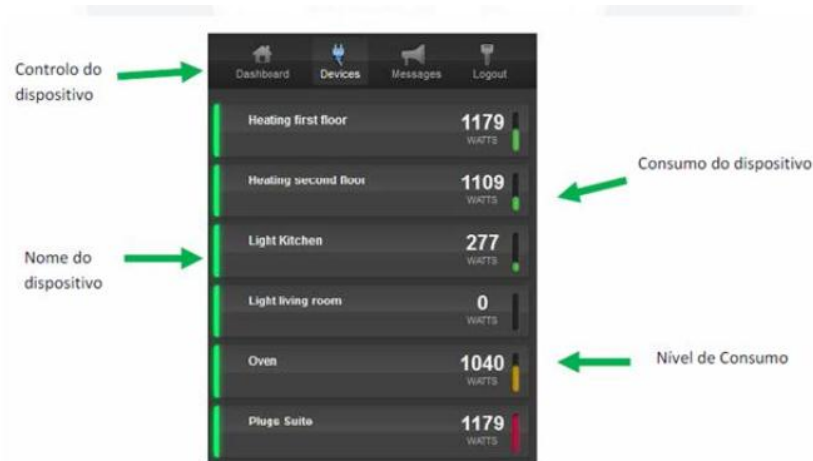


Figura 33 – Interface gráfico para dispositivo móvel [25].



Figura 34 – Módulo colocado no quadro eléctrico [25].

A solução é composta por um módulo de hardware, por um conjunto de medidores de energia eléctrica e por um software. Adicionalmente permite, caso pretendido, outras funcionalidades como sensores de fumo, gás, movimento e de temperatura, fazendo actuar outros equipamentos se necessário [25].

Deve-se realçar também que, estes sistemas são uma excelente ferramenta que pode ser utilizada pelas equipas de manutenção dos sistemas de AVAC. A detecção precoce de um problema na instalação leva

a uma intervenção mais rápida com redução no prejuízo que possa representar essa anomalia.

## **5.2. Plano de Manutenção Preventiva de Sistemas de AVAC**

Os sistemas de AVAC representam a maioria do consumo energético nos edifícios. Deste modo, [16] devem ser mantidos em condições de operação adequadas para garantir o respectivo funcionamento otimizado, alcançando os objectivos pretendidos de conforto ambiental, eficiência energética e a qualidade do ar interior.

Segundo o RSECE [16], todas as instalações e equipamentos que se enquadram no regulamento devem possuir um Plano de Manutenção Preventiva (PMP), cuja elaboração e permanente actualização recai sobre os técnicos habilitados com a qualificação de Técnico Responsável pelo Funcionamento (TRF).

O regulamento impõe ainda que [16]:

- Todos os equipamentos devem estar acessíveis para efeitos de manutenção, bem como, as portas de acesso à rede de condutas;
- O TRF tem a obrigatoriedade de manter actualizada a informação técnica dos fabricantes dos equipamentos e rotinas de manutenção aconselhadas;
- É obrigatória a existência do PMP comprovado pelo SCE para a obtenção de licença ou autorização de utilização;
- Seja também de carácter obrigatório, a existência do “Livro de Ocorrências” onde serão registadas todas as alterações efectuadas nos sistemas.

O PMP deve conter as seguintes informações [16]:

- Identificação completa do edifício e sua localização;
- Identificação e contacto do TRF;
- Identificação e contacto do proprietário ou locatário;

- A descrição e caracterização sumária do edifício e dos respectivos compartimentos interiores climatizados;
- Descrição detalhada dos procedimentos de manutenção preventiva dos sistemas;
- Indicação da periodicidade das operações de manutenção preventiva e de limpeza;
- Nível de qualificação profissional dos técnicos que as devem executar;
- Registo das operações de manutenção, bem como a indicação do(s) técnico(s) que a executaram;
- Registo dos resultados das análises periódicas QAI, bem como a indicação do(s) técnico(s) que a executaram;
- Definição das grandezas a medir para criar histórico da instalação.

A situação ideal seria, na presença de um complexo sistema de AVAC, o edifício possuir uma equipa residente para que a intervenção se realize com a maior celeridade possível, aliada a um sistema de gestão energética como foi descrito no capítulo 5.1.

### **5.3. Sistemas Solares Térmicos**

Os painéis solares térmicos executam a transformação da energia solar directamente em energia térmica que normalmente é usada para aquecimento de águas. Este tipo de sistema bem dimensionado permite uma poupança na ordem dos 70% da energia necessária pelo método tradicional [29].

O sistema por vezes, não garante a totalidade das necessidades pelo que possui um sistema auxiliar (esquentador, caldeira, entre outros). Os sistemas mais comuns são, circulação por termosifão e circulação forçada. De seguida apresenta-se as figuras com o modo de funcionamento de cada um.

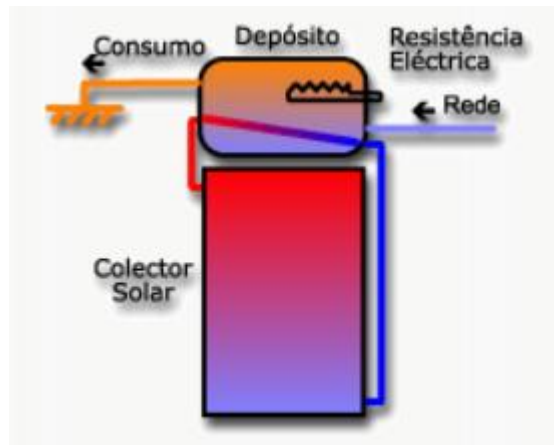


Figura 35 – Esquema de circulação em termosifão [30].

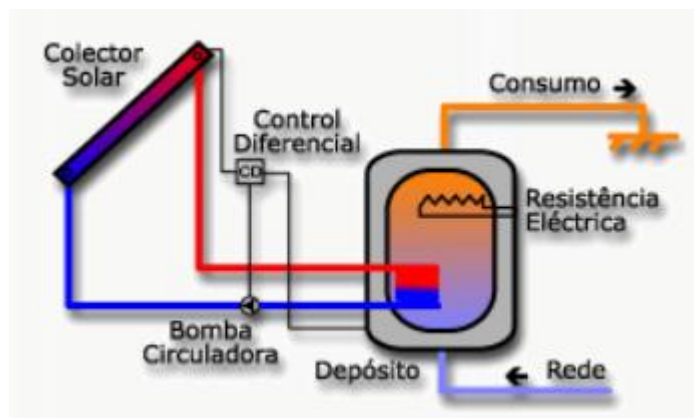


Figura 36 – Esquema de circulação forçada [30].

Estes sistemas são uma excelente aposta visto que a sua instalação é de fácil execução, não acarreta um custo elevado tanto na aquisição como na manutenção a que devem estar sujeitos anualmente e tem um ciclo de vida de aproximadamente 20 anos [29]. Já se encontra previsto no RCCTE a obrigatoriedade de instalação destes sistemas em todos os edifícios novos, desde que, apresentem viabilidade económica.

#### 5.4. Sistemas Solares Fotovoltaicos

Os painéis solares fotovoltaicos convertem a energia solar em energia eléctrica através do efeito fotoeléctrico. Durante o período nocturno as necessidades energéticas podem ser satisfeitas pelo armazenamento da energia produzida durante a exposição solar [11]. Esta opção implica um agravamento de custos podendo inviabilizar a concretização da instalação.



**Figura 37** – Exemplo de montagem de painéis fotovoltaicos na cobertura de um edifício [33].

Presentemente está em curso o desenvolvimento tecnológico de solar industrial, em que espelhos reflectores da radiação solar convergem numa torre contendo soluções salinas que gerando vapor e armazenando calor garantem o funcionamento do sistema durante o período nocturno. Em 2011, foi implementada pela primeira vez esta tecnologia, denominando-se por Gemasolar (Anexo IV) em Espanha, mais propriamente na região da Andaluzia [38].



**Figura 38** – Campo Gemasolar, Espanha [38].

A adopção do solar fotovoltaico doméstico em Portugal representa uma oportunidade face ao número de horas de exposição solar no país. A tecnologia do solar fotovoltaico tem vindo a evoluir apresentando-se com custos mais reduzidos, quando comparados com os painéis de 1ª geração.

Os principais entraves à sua massificação são: o custo relativamente elevado de investimento inicial (12 000 €/hab unifamiliar), os baixos rendimentos apresentados na conversão de energia [11] e os custos de manutenção do sistema. Esta tecnologia não evoluiu em Portugal conforme era expectável face à crise actual, à dificuldade de obtenção de financiamentos bancários e à incerteza quanto à tarifa a aplicar a estes produtores não vinculados.

Considerando a exigência de cumprimento da Directiva EPBD nº. 2010/31/EU, espera-se que esta tecnologia venha a sofrer um incremento nos próximos anos. Um sinal revelador do atrás mencionado prende-se com o facto de a Câmara Municipal de Lisboa ter recentemente apresentado a Carta Solar da Cidade de Lisboa [40].

## 5.5. Mini Eólicas

O aproveitamento do vento (energia cinética) para a produção de energia eléctrica através de mini eólicas representa também, uma forma de produção de energia que pode ser aplicada aos edifícios [31]. Embora seja uma tecnologia limitativa (necessidade de vento), esta pode ser conjugada com um sistema fotovoltaico, formando um sistema híbrido. Existem actualmente no mercado, diversas mini eólicas, adaptadas às diferentes necessidades de produção [32]. Na figura 39 apresenta-se um exemplo de aplicação no sector residencial.



**Figura 39** – Exemplo de aplicação de uma mini eólica num edifício residencial [32].

O principal obstáculo à implementação das mini eólicas de 1ª geração (figura 39), prende-se com o impacto visual pouco consentâneo com a preservação do ambiente do edificado, principalmente em zonas classificadas como interesse histórico.

Recentemente foram desenvolvidos protótipos de mini eólicas com impacto visual reduzido, e com rendimentos superiores aos das mini eólicas inicialmente concebidas. Na figura 40 apresenta-se uma mini eólica de última geração.



**Figura 40** – Mini eólica de última geração [39].

## 5.6. Ventilação Natural

A ventilação natural pode ser utilizada na optimização do conforto ambiental e na melhoria da qualidade do ar interior dos edifícios. No contexto climático do nosso país, nomeadamente, as grandes necessidades de arrefecimento durante a estação mais quente do ano, esta assume uma grande importância. Durante essa época, uma das formas mais eficientes de baixar a temperatura no interior dos edifícios é o recurso à ventilação, especialmente durante a noite quando a temperatura exterior está mais baixa. Este processo acontece devido ao impulso natural do ar em manter o equilíbrio entre pressão e temperatura. Quando maior for a diferença das temperaturas maior resultado produz. Portanto, com a adequada concepção

dos edifícios podem-se obter excelentes resultados [34]. De seguida, apresenta-se um exemplo de uma sala de aula executada para a utilização da ventilação natural da forma mais eficiente.

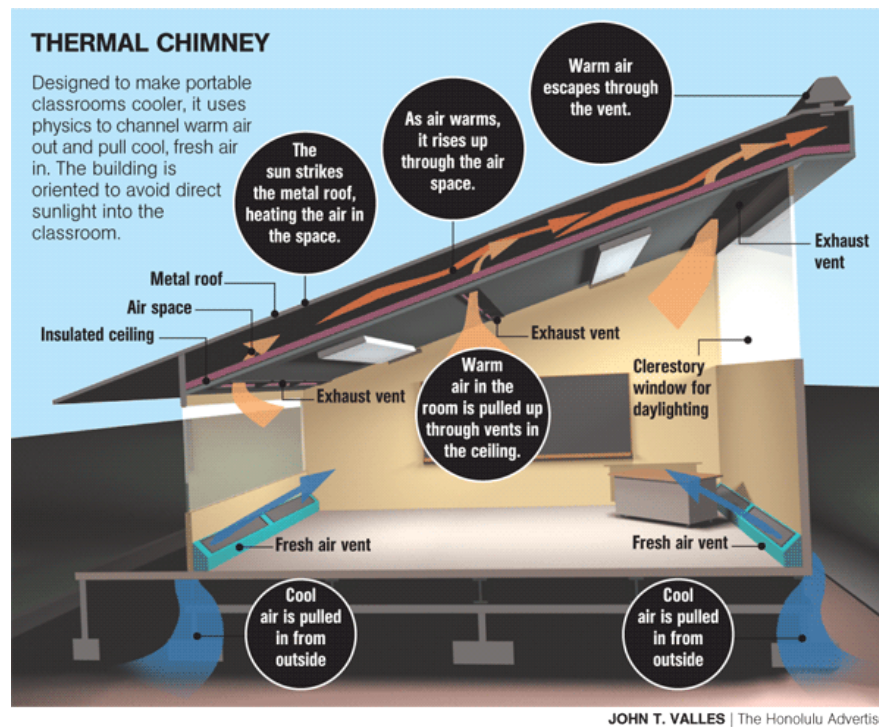


Figura 41 – Utilização de ventilação natural numa sala de aula [35].

## 5.7. NZEB (Nearly Zero Energy Building)

### 5.7.1. O Conceito

O NZEB (Nearly Zero Energy Building) é um edifício que tem a capacidade de ser quase autónomo relativamente à energia, ou seja, a maioria das necessidades energéticas que este necessita para o seu funcionamento são produzidas neste, através das tecnologias de energia renovável, recorrendo o menos possível à energia primária, bem como, à introdução de técnicas e materiais que garantam um consumo energético mínimo. A redução do consumo de energia de modo a que possa ser alimentado a partir de energia renovável, passa pela instalação de solar térmico, solar fotovoltaico, bomba de calor e introdução de técnicas de eficiência na concepção e execução do mesmo.

Assim, nestes edifícios utilizam-se as energias endógenas, promovendo-se também, ventilação natural, sistemas passivos de aquecimento/arrefecimento [36][37], sombreamento de fachadas, boa iluminação natural, entre outras medidas conducentes ao estado NZEB.

Todo este conceito é suportado pela Directiva EPBD nº. 2010/31/EU referida no capítulo 2.4.4.1, impondo que todos os edifícios novos até ao final de 2020 se enquadrem neste conceito.

### **5.7.2. Edifício Solar XXI - Um Caso Português**

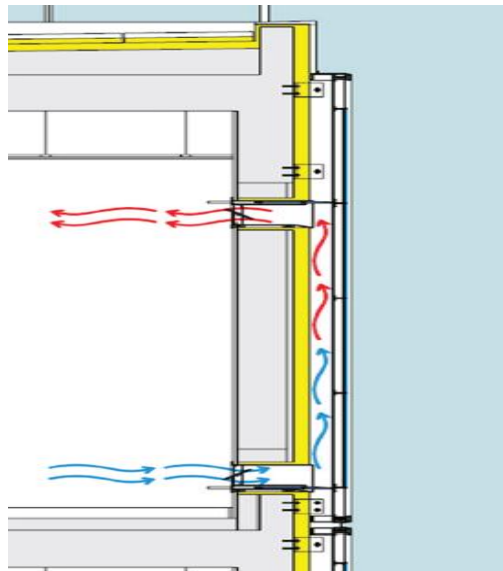
O edifício Solar XXI foi construído em 2006 em Lisboa, como um projecto de demonstração de um edifício com necessidades energéticas muito reduzidas, utilizando sistemas passivos de aquecimento e arrefecimento e sistemas solares fotovoltaicos e térmicos.

#### **5.7.2.1. Ganhos Solares**

A fachada principal do edifício, orientada a sul, é composta por janelas e colectores solares fotovoltaicos perfeitamente conjugados (figura 42). As áreas de trabalho encontram-se nessa zona e durante a estação de aquecimento utilizam a energia solar para aquecimento e ter uma boa iluminação natural. Para além dos ganhos directos, utiliza-se também, a energia térmica produzida durante o processo fotoelétrico dos painéis fotovoltaicos conforme se ilustra na figura 43. Foram também implementados colectores fotovoltaicos nas coberturas dos parques de estacionamento bem como colectores térmicos na cobertura do edifício [41].



**Figura 42** – Fachada principal do edifício [41].



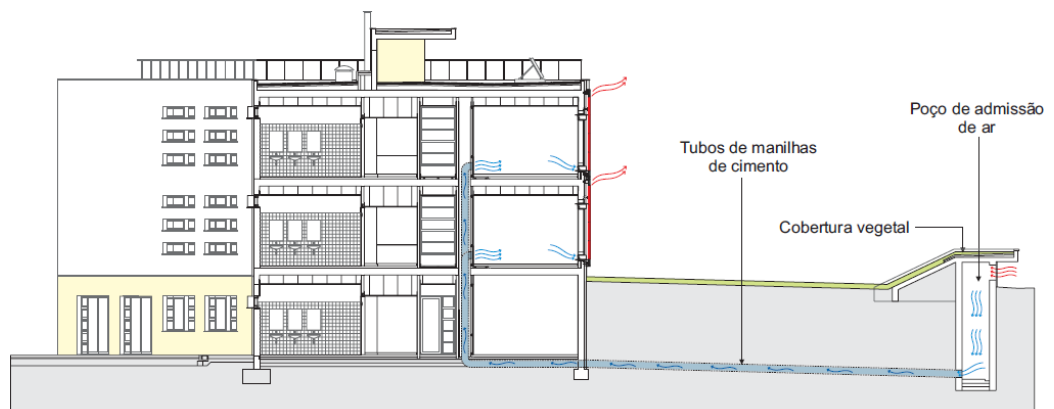
**Figura 43** – Sistema integrado térmico/fotovoltaico [41].

### 5.7.2.2. Sombreamentos

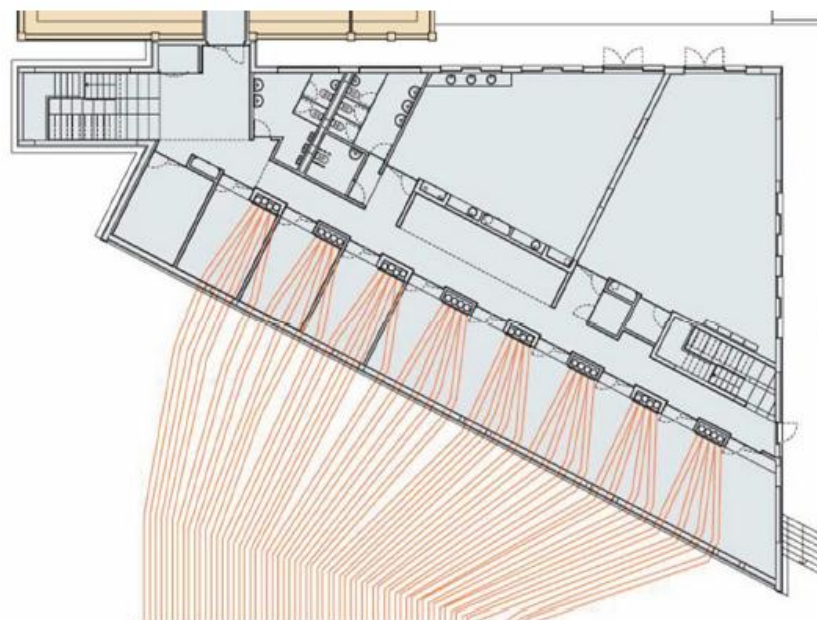
O edifício não possui sistemas activos de arrefecimento, como tal, nas janelas foram colocados estores do tipo veneziano pelo exterior para limitar os ganhos térmicos directos [41].

### 5.7.2.3. Arrefecimento pelo Solo

Este sistema utiliza o solo para arrefecer o ar introduzido no edifício. O sistema é constituído por 32 tubos com um diâmetro de 30cm, aplicados a uma profundidade de 4,5m com 15m de comprimento (figuras 44 e 45). Visto que a temperatura do solo varia entre os 13 a 19°C durante o ano, representa assim uma excelente fonte de arrefecimento durante a estação mais quente. A circulação é feita naturalmente por convecção ou mecanicamente [41].



**Figura 44** – Esquema do sistema de arrefecimento pelo solo (1) [42].



**Figura 45** – Esquema do sistema de arrefecimento pelo solo (2) [41].

### 5.7.2.3. Iluminação Natural / Ventilação Natural

No edifício [41] a ventilação natural assume um importante papel em ambas as estações de aquecimento/arrefecimento. Este possui diversos orifícios na fachada e na cobertura permitindo realizar uma boa ventilação (figura 46). Relativamente à iluminação, este edifício possui uma clarabóia desenhada para ser utilizada como fonte principal de iluminação. Para maximizar este resultado as paredes são de cor clara e as portas possuem sistemas basculantes (ventilação) e transparentes de acordo com a figura 47.



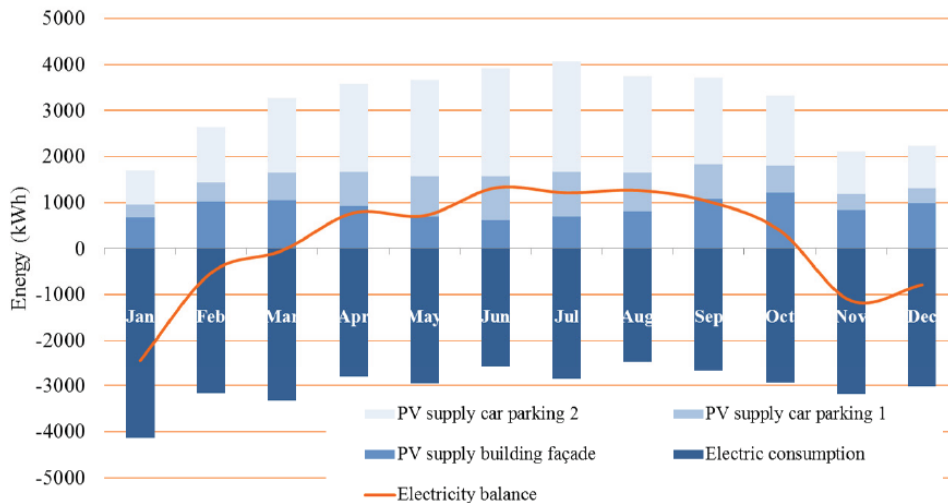
**Figura 46** – Orifícios de ventilação [42].



**Figura 47** – Pormenor do interior do edifício [41].

### 5.7.2.3. Fornecimento de Energia

Segundo os dados recolhidos em 2011, o edifício apresenta um consumo energético de 36 MWh, e uma produção pelos três conjuntos de sistemas fotovoltaicos (fachada e duas coberturas do estacionamento) cerca de 38 MWh. A distribuição mensal do consumo verificado face à energia produzida ilustra-se na seguinte figura [41].



**Figura 48** – Distribuição mensal do consumo vs produção energética [41].

### 5.7.2.3. Conclusão

O edifício apresenta um consumo energético de 43 kWh/m<sup>2</sup>.ano, em que 35,85 kWh/m<sup>2</sup>.ano são fornecidos através dos sistemas solares implementados (fotovoltaico e térmico), sendo que o balanço final vai de encontro ao estado NZEB [41]. Fica assim demonstrado que a aplicação de técnicas construtivas e materiais eficientes em conjugação com as tecnologias de energias renováveis consegue-se atingir o NZEB.

## 6. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

### 6.1. Conclusões

Foi objecto do presente trabalho efectuar uma abordagem à temática do consumo energético em Portugal, à normativa portuguesa e europeia sobre redução de consumos, ao estudo de um grande edifício de serviços no que se refere a consumos energéticos e a medidas que no geral permitem melhorar o comportamento energético dos edifícios.

Portugal encontra-se num estado de dependência energética acentuada apesar do desenvolvimento recente das energias renováveis, com foco na energia eólica. Considerando que os Estados-Membros da União Europeia se comprometeram em cumprir a Directiva EPBD nº. 2010/31/EU, há que globalmente reduzir consumos energéticos nos sectores que mais contribuem para a fatia do consumo energético global (edifícios e transportes).

O foco do presente trabalho incidiu sobre os edifícios e destes sobre os edifícios de serviços, que são os maiores consumidores de energia. Como tal, o estudo do caso permitiu melhorar conhecimentos sobre a normativa portuguesa com enfoque no RSECE. Assim, foi possível compreender todo o processo de certificação energética de um grande edifício de serviços, nomeadamente levantamento do estado do edifício, avaliação dos consumos, operacionalização do regulamento e definição de medidas de melhoria.

Foi possível compreender que a alteração de um sistema de iluminação neste tipo de edifícios, pode permitir o melhoramento da sua classe energética, o que à primeira vista não seria evidente. No entanto considerando o elevado número de aparelhos de iluminação, após alguma reflexão conclui-se que existe uma redução significativa de consumo por redesenho do sistema de iluminação.

Importa mencionar que se estudaram outras medidas (fontes de energia renovável) que no geral permitem reduzir consumos energéticos e que são abordadas de uma forma sucinta, tais como, o solar térmico, o solar fotovoltaico e mini eólicas. A exposição mais exaustiva recaiu sobre a que me pareceu mais relevante, a monitorização automática dos sistemas de gestão técnica centralizada dos edifícios.

Por fim, e como tendência de futuro foram apresentados os NZEB, com um exemplo ilustrativo de um edifício de referência em Portugal. É de mencionar que os NZEB são suportados por Directivas Europeias sobre esta temática, em que, existem inclusive prazos para a sua aplicação.

Em conclusão considero que o presente trabalho me permitiu alargar o leque de conhecimentos sobre a Engenharia de edifícios, pois o carácter multidisciplinar desta temática foi desenvolvido ao longo do trabalho que se apresenta.

## **6.2. Desenvolvimentos Futuros**

No presente trabalho realizou-se um ponto de situação relativamente à situação portuguesa no âmbito da eficiência energética, nomeadamente, os consumos energéticos, a estratégia definida no âmbito da energia e o enquadramento legislativo em vigor. De acordo com as metas traçadas para a União Europeia em 2020 pelas directivas existentes até ao momento e compromissos assumidos, é de esperar a realização de análise detalhada ao nível dos Estados-Membros fazendo uma recolha dos desenvolvimentos realizados, bem como a introdução de directivas mais exigentes. Em linha com o atrás referido, apresenta-se no Anexo V um documento da União Europeia que resulta do levantamento efectuado nos Estados-Membros sobre o estado de aplicabilidade da Directiva EPBD nº. 2002/91/CE.

Também foi abordada a temática dos NZEB, de uma forma sucinta apresentando um exemplo português, de modo a realizar uma exposição da aplicação de diversas fontes de energia renovável, com o objectivo de tornar os edifícios auto-sustentáveis a nível energético. Portanto, poderá ser um

tema para trabalho futuro, realizando uma análise de uma forma mais profunda aos desenvolvimentos verificados e trabalhos produzidos em alguns países, visto que, cada país necessita de adaptar-se às condições térmicas próprias.

Note-se que para se conseguir um NZEB há que dotar o edifício de materiais tecnologicamente evoluídos, bem como utilizar todas as tecnologias disponíveis que permitam reduzir consumos energéticos. Parece-me de especial relevância explorar materiais inovadores de isolamento térmico, bem como a novíssima geração de fotovoltaico obtido à custa de películas de materiais de laboratório (similares a pinturas de revestimento de fachadas).

Para além da necessidade de conceber, construir e explorar edifícios, com a preocupação de reduzir consumos energéticos, regista-se a tendência crescente de considerar também o recurso “água”, cuja racionalização nas sociedades desenvolvidas se tornará premente num futuro próximo.

Assim, verifica-se, com carácter progressivo, a tendência de aproveitar as águas pluviais para utilização em sanitários ou rega de jardins, bem como a reutilização das águas (águas cinzentas) sendo tratadas de acordo com o fim destinado. Como ilustração do ante mencionado, apresento no Anexo VI um edifício NZEB que marca tendência em Londres denominado por “The Crystal”. O edifício incorpora as melhores práticas de eficiência energética e foi projectado para utilizar águas pluviais e realizar a reutilização.

## Referências

- [1] BCSD Portugal – **Manual de boas práticas de eficiência energética**. Lisboa, 2005
- [2] McLean-Conner, Penni – **Energy efficiency: principles and practices**. Oklahoma: PennWell Corporation, 2009. ISBN 978-1-59370-178-9
- [3] Directiva 2010/31/UE de 19 de Maio – **Desempenho energético dos edifícios (reformulação)**. Jornal Oficial da União Europeia, 2010
- [4] ADENE – **Certificação Energética e Ar Interior** [Online]. [Consul. 4 Jun. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.adene.pt/pt-PT/Subportais/SCE/Paginas/default.aspx>
- [5] DECO – **Eficiência energética nos edifícios residenciais**. Lisboa: Ondagrafe, 2008
- [6] Casa Certificada – **Eficiência Energética** [Online]. [Consul. 3 Jul. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.casacertificada.pt>
- [7] Business Insider - **IEA: Chinese Energy Demand Will Soon Equal Two-Thirds Of The Entire Developed World** [Online]. [Consul. 10 Ago. 2012]. Disponível em WWW:[http://articles.businessinsider.com/2010-11-09/markets/29954512\\_1\\_demand-growth-energy-demand-energy-efficiency](http://articles.businessinsider.com/2010-11-09/markets/29954512_1_demand-growth-energy-demand-energy-efficiency)
- [8] Europe's Energy Portal [Online]. [Consul. 10 Ago. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.energy.eu/#renewable>
- [9] Direcção Geral de Energia e Geologia - **Caracterização Energética Nacional 2010** [Online]. [Consul. 7 Jul. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.dgeg.pt/aaaDefault.aspx?f=1&back=1&codigono=77387764AAAAA>
- [10] Eurostat [Online]. [Consul. 2 Set. 2012]. Disponível em WWW:[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables)
- [11] Eco EDP [Online]. [Consul. 24 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.eco.edp.pt/>
- [12] Direcção Geral de Energia e Geologia - **Estratégia Nacional para a Energia - ENE 2020** [Online]. [Consul. 7 Jul. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.dgeg.pt/>

- [13] Presidência do Conselho de Ministros - **Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011** [Online]. [Consul. 9 Jul. 2012]. Disponível em WWW:<http://dre.pt/pdf1sdip/2011/01/00800/0027000271.pdf>
- [14] CleanBreeze [Online]. [Consul. 25 Ago. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.cleanbreeze.pt/cms/view/id/7/>
- [15] Decreto-Lei nº 78/2006 de 4 de Abril -**Diário da República nº 67/ 2006 – I Série A**.Ministério da Economia e Inovação, Lisboa, 2006
- [16] Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de Abril -**Diário da República nº 67/ 2006 – I Série A**.Ministério da Economia e Inovação, Lisboa, 2006
- [17] Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril -**Diário da República nº 67/ 2006 – I Série A**.Ministério da Economia e Inovação, Lisboa, 2006
- [18] Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro – **Desempenho energético dos edifícios**. Jornal Oficial da União Europeia, 2003
- [19] Decreto-Lei nº 40/1990 de 6 de Fevereiro -**Diário da República nº 31/ 1990 – I Série**.Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Lisboa, 1990
- [20] Comissão Europeia - **Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à eficiência energética de 22 de Junho e que revoga as Directivas 2004/8/CE e 2006/32/CE**. 2011
- [21] Deco - **A utilização racional de energia em edifícios públicos**. Lisboa: Ondagrafe, 2008
- [22] EDP [Online]. [Consul. 12 Ago. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.edp.pt/pt/Pages/homepage.aspx>
- [23] Relatório da Auditoria Energética - EDP CCB46. Lisboa, 2010
- [24] ADENE - **Perguntas & Respostas sobre o RSECE - Energia (Versão 1.2)**.2008
- [25] w.space facility management [Online]. [Consul. 3 Set. 2012].Disponível em WWW: <http://www.wspacefm.com/eficiency.html/>
- [26] ADENE - **NOTA TÉCNICA NT-SCE-01** [Online]. [Consul. 23 Ago. 2012]. Disponível em WWW:[http://www.adene.pt/NR/rdonlyres/EF046734-90D3-4FF7-AFD4-CBA344241845/2033/NTSCE01\\_02042009.pdf](http://www.adene.pt/NR/rdonlyres/EF046734-90D3-4FF7-AFD4-CBA344241845/2033/NTSCE01_02042009.pdf)

- [27] Matias, L., Santos, Carlos - **Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios**. Lisboa: LNEC, 2006. ISBN 972-49-2065-8
- [28] European Commission - **Energy Performance Buildings Directive: comparing Member State performance**[Online]. [Consul. 23 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/298na4.pdf>
- [29] Painéis Solares [Online]. [Consul. 8 Set. 2012]. Disponível em WWW:[http://www.paineissolares.gov.pt/inst\\_faq.html](http://www.paineissolares.gov.pt/inst_faq.html)
- [30] Portal das Energias Renováveis [Online]. [Consul. 22 Set. 2012]. Disponível em WWW:[http://www.energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp?ID\\_conteudo=42&ID\\_area=8&ID\\_sub\\_area=26](http://www.energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp?ID_conteudo=42&ID_area=8&ID_sub_area=26)
- [31] ENEOP - Eólicas de Portugal [Online]. [Consul. 24 Set. 2012]. Disponível em WWW:[http://www.eneop.pt/canais\\_topo.asp?id\\_canal=1](http://www.eneop.pt/canais_topo.asp?id_canal=1)
- [32] INOVAFIEL - Tecnologias, LDA [Online]. [Consul. 24 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.inovafiel.pt/eolica.html>
- [33] Público [Online]. [Consul. 24 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://m.publico.pt/Detail/1548080>
- [34] Construção Sustentável [Online]. [Consul. 25 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.construcaosustentavel.pt/index.php?/O-Livro-%7C%7C-Construcao-Sustentavel/Eficiencia-Energetica/Ventilacao-Natural>
- [35] Al Fin Energy: February 2008 [Online]. [Consul. 25 Set. 2012]. Disponível em WWW:[http://alfin2300.blogspot.pt/2008\\_02\\_01\\_archive.html](http://alfin2300.blogspot.pt/2008_02_01_archive.html)
- [36] z<sup>2</sup>building.com [Online]. [Consul. 25 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.z2building.com/NZEB.php>
- [37] REHVA [Online]. [Consul. 25 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.rehva.eu/en/374.how-to-define-nearly-net-zero-energy-buildings-nzeb>
- [38] Torresol Energy [Online]. [Consul. 26 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.torresolenergy.com/TORRESOL/gemasolar-plant/en>

[39] Pixel y Dixel [Online]. [Consul. 26 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.pixelydixel.com/2010/02/las-turbinas-eolicas-de-philippe-starck.html>

[40] Lisboa E-Nova [Online]. [Consul. 26 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.lisboaenova.org/pt/cartasolarlisboa>

[41] REHVA [Online]. [Consul. 26 Set. 2012]. Disponível em WWW:<http://www.rehva.eu/en/532.solar-xxi-a-portuguese-office-building-towards-net-zero-energy-building>

[42] Laboratório Nacional de Energia e Geologia [Online]. [Consul. 26 Set. 2012]. Disponível em WWW:  
[http://www.lneg.pt/download/4078/BrochuraSolarXXI\\_Dezembro2005.pdf](http://www.lneg.pt/download/4078/BrochuraSolarXXI_Dezembro2005.pdf)

## Anexo I - Elementos Construtivos

- PE1 – Parede exterior de constituição desconhecida revestida exteriormente a reboco/vidro e pelo interior a reboco (posterior a 1960), com espessura total de 25 cm ou 29 cm. Coeficiente de transmissão térmica de  $1,3 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com NTSCE01).
- PS 1 – Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total entre 18 cm e 20 cm de constituição desconhecida, revestimento interior e exterior em reboco. Coeficiente de transmissão térmica de  $1,47 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com NT-SCE01).
- PS 2 – Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 47 cm de constituição desconhecida e revestimento em reboco. Coeficiente de transmissão térmica de  $0,88 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com NTSCE01).
- PS 3 – Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 15 cm de constituição desconhecida. Para o cálculo foi considerada uma parede de tijolo furado de 11 cm, rebocada interiormente e exteriormente com uma espessura média de 2 cm. Coeficiente de transmissão térmica de  $1,78 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com ITE 50).
- Cob. Ext. 1 – Cobertura exterior pesada horizontal com acabamento interior com caixa-de-ar não ventilada com uma espessura expectável de 30cm e tecto falso. Coeficiente de transmissão térmica de  $1,68 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com NT-SCE01 incluindo a contribuição da caixa-de-ar).
- Cob. Ext 2 – Cobertura exterior pesada horizontal. Coeficiente de transmissão térmica de  $2,60 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com NT-SCE01).
- Cob. Int. – Cobertura interior pesada horizontal com acabamento interior com caixa-de-ar não ventilada com uma espessura expectável de 30 cm e tecto falso. Coeficiente de transmissão térmica de  $1,52 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com NT-SCE01 com a correcção para cobertura interior e incluindo a contribuição da caixa-de-ar).

- Pav. Int – Pavimento interior pesado sobre espaço não aquecido. Coeficiente de transmissão térmica de  $2,21 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (de acordo com NT-SCE01).
- Envidraçado E1: Vão simples inserido nas fachadas Sudeste com caixilharia metálica de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção solar constituída por cortina interior transparente. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,29.
- Envidraçado E2: Vão simples inserido na fachada Sudeste, Sul, Nordeste, Oeste, Noroeste e Este com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor clara. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $3,9 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,34.
- Envidraçado E3: Vão simples inserido na fachada Sudeste, Noroeste, Nordeste, Este e Oeste com caixilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor clara. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,34.
- Envidraçado E4: Vão simples inserido na fachada Sudeste, Nordeste com caixilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), sem protecção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,55.
- Envidraçado E5: Vão simples inserido na fachada Sudeste, Noroeste e Oeste com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção

interior constituída por cortina interior opaca. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $3,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,27.

- Envidraçado E6: Vão simples inserido na fachada Noroeste, Sudeste e Oeste com caixilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por cortina interior opaca. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,27.
- Envidraçado E7: Vão simples inserido na fachada Sudoeste, Sudeste, Este e Oeste com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por cortina interior transparente. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $3,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,29.
- Envidraçado E8: Vão simples inserido na fachada Sudoeste, Este, Oeste e Nordeste com caixilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por cortina interior transparente. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,29.
- Envidraçado E9: Vão simples inserido na fachada Sul e Nordeste com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), sem protecção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $3,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,55.
- Envidraçado E10: Vão simples inserido na fachada Noroeste com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por cortina

ligeiramente transparente. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $3,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,28

- Envidraçado E11: Vão simples inserido na fachada Sudeste com caixilharia metálica giratório, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por cortina ligeiramente transparente. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,28.
- Envidraçado E12: Vão simples inserido na fachada Sudeste com caixilharia metálica de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por cortina ligeiramente transparente. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,28.
- Envidraçado E13: Vão simples inserido na fachada Nordeste com caixilharia metálica de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor, não especificado (espessura da lâmina de ar de 6mm), com protecção interior constituída por cortina opaca. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,27.
- Envidraçado E14: Vão simples inserido na fachada Oeste com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro simples colorido, não especificado (espessura de 6mm), com protecção interior constituída por cortina opaca. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $4,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,23.
- Envidraçado E15: Vão simples inserido na fachada Norte, Sul com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro simples colorido, não especificado (espessura de 6mm), sem protecção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $6,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,60.
- Envidraçado E16: Vão simples inserido na fachada Noroeste, Oeste com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao

ar, com vidro simples colorido, não especificado (espessura de 6mm), protecção interior constituída por cortina transparente. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $6,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,27.

- Envidraçado E17: Vão simples inserido na fachada Noroeste e Este com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro simples colorido, não especificado (espessura de 6mm), com protecção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor clara. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $6,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,32.
- Envidraçado E18: Vão simples inserido nas fachadas Noroeste com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro simples colorido, não especificado (espessura de 6mm), com protecção interior constituída por cortina opaca. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a  $6,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  e com factor solar de 0,23.

## Anexo II - Iluminação

LEVANTAMENTO DE ILUMINAÇÃO											
LOCAL	Horas Funcion/ano	Ledx3	F1x8	F1x21BE	F1x28BE	F1x36	F2x18	F1x35BE	F2x28BE	F1x58BE	F2x36 BE
Caixa de escadas	780		55		1					1	
Garagem	2600		9		6			78			1
Garagem - Zonas Técnicas	52		2		1				6	7	
Garagem - Zonas Climatizadas	260								3		
Garagem - WC's	52				3						
Piso -1 - Circulação	3380		3		2				10		
Piso -1 - Arrumos	52								16		
Piso -1 - Armazéns	52		1		12				26		
Piso -1 - Zonas Climatizadas	260								7		
Piso -1 - WC's	260				2						
Piso 0 - Circulação	3380		3	1	13			6			
Piso 0 - Recepção	3380										
Piso 0 - Salas	3380	3			10			19	27		
Piso 0 - WC's	260				3			2			
Piso SL - Circulação	3380	3	2		7						
Piso SL - Bar	3380							2			
Piso SL - Salas	3380										
Piso SL - WC's	260			4	4						
Piso 1 - Circulação	3380		2					4	2		1
Piso 1 - Bar + WC's	260								2		
Piso 1 - Salas	3380								85		
Piso 2 - Circulação	3380										
Piso 2 - Bar + WC's	260								1		
Piso 2 - Salas	3380								81		
Piso 3 - Circulação	3380		2					4	3		
Piso 3 - Bar + WC's	260								1		
Piso 3 - Salas	3380								50		
Piso 4 - Circulação	3380		3					4	2		
Piso 4 - Bar + WC's	260								1		
Piso 4 - Salas	3380		1				1		50		1
Piso 5 - Circulação	3380		3					3	2		
Piso 5 - Bar + WC's	260				8			2	1		
Piso 5 - Salas	3380							22	12		
Piso 6 - Circulação	3380		2								
Piso 6 - Bar + WC's	3380								1		
Piso 6 - Salas	3380		2						40		
Cobertura - Zonas Técnicas	52					6					1
Exterior	3690					4		1			1
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>94</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>151</b>	<b>487</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

Nota: F - Fluorescentes tubulares; FC - Fluorescentes compactas; Hal - Halogéneo; I - incandescente; IM - Iodetos Metálicos; BE - Balastro Electrónico


LEVANTAMENTO DE ILUMINAÇÃO														Potência Instalada
LOCAL	Horas Funcion/ano	F2x35BE	F4x18	F2x54 BE	FCx9	FCx11	FCx18	FCx26	FC2x18	FC2x55	Hal20	I60	IM 150	kW
Caixa de escadas	780					30								0,91
Garagem	2600													3,47
Garagem - Zonas Técnicas	52													0,66
Garagem - Zonas Climatizadas	260	2												0,28
Garagem - WC's	52				4									0,14
Piso -1 - Circulação	3380				5									0,55
Piso -1 - Arrumos	52											2		0,78
Piso -1 - Armazéns	52													1,47
Piso -1 - Zonas Climatizadas	260													0,29
Piso -1 - WC's	260					1						1		0,14
Piso 0 - Circulação	3380					13	15	3						1,21
Piso 0 - Recepção	3380					14								0,15
Piso 0 - Salas	3380						26							2,70
Piso 0 - WC's	260					1	4							0,27
Piso SL - Circulação	3380					2	6		8					0,66
Piso SL - Bar	3380					3	4		2					0,26
Piso SL - Salas	3380													2,36
Piso SL - WC's	260						2							0,17
Piso 1 - Circulação	3380						2							0,37
Piso 1 - Bar + WC's	260						10				2			0,31
Piso 1 - Salas	3380								4					3,63
Piso 2 - Circulação	3380	4					2							0,44
Piso 2 - Bar + WC's	260						10				2			0,27
Piso 2 - Salas	3380													3,32
Piso 3 - Circulação	3380						2							0,34
Piso 3 - Bar + WC's	260						10				2			0,27
Piso 3 - Salas	3380													2,05
Piso 4 - Circulação	3380						3							0,33
Piso 4 - Bar + WC's	260						10				2			0,27
Piso 4 - Salas	3380									2				2,40
Piso 5 - Circulação	3380		2								7			0,53
Piso 5 - Bar + WC's	260					2	4				4			0,56
Piso 5 - Salas	3380		2	12					8		6			4,02
Piso 6 - Circulação	3380						2							0,33
Piso 6 - Bar + WC's	3380						8							0,19
Piso 6 - Salas	3380													1,66
Cobertura - Zonas Técnicas	52													0,29
Exterior	3600						11						2	0,81
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>66</b>	<b>131</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>38,91</b>

Nota: F - Fluorescentes tubulares; FC - Fluorescentes compactas; Hal - Halogéneo; I - Incandescente; IM - Iodetos Metálicos; BE - Balastro Electrónico

## Anexo III – Equipamentos Diversos

Equipamentos	Piso									
	-1	0	S.L.	1	2	3	4	5	6	Total
Máquina de café		1	1	1	1	1	1	1	1	8
Máquina de água		1	1	1	1	1	1	1	1	8
Frigorífico		1	1	1	1	1	1	1	1	8
Plataforma elevatória		1								1
Máquinas de vending			2	2	2		2			8
Microondas				1	1	1			1	4
Aquecedor de água				2	2	1	2	2	2	11
Ventoinha								1		1

## Anexo IV - Gemasolar



**Gemasolar**  
a Torresol Energy Company

### Funcionamiento de Gemasolar

### Gemasolar: how it works

**1** Heliostatos / Heliostats

La luz solar incide sobre los heliostatos reflejándola hacia el receptor, situado en lo alto de la torre.  
Solar light is reflected by the heliostats towards the receiver, located on top of the tower.

**5** Generador de vapor / Steam Generator

Desde el tanque caliente las sales son conducidas al sistema de generación de vapor donde ceden calor y se enfrían.  
The hot molten salts are delivered to the steam generation system, where they transfer their heat to the water, reducing their temperature.

**2** Tanque 1 / Tank 1

Las sales, a 290°C, son bombeadas desde el tanque frío hasta el receptor.  
Molten salts, at 290°C, are pumped from the cold molten salt tank to the receiver.

**6** Turbina / Turbine

Las sales al enfriarse generan vapor de agua a alta presión para mover la turbina.  
The heat transferred transforms the water into high pressure steam to move the turbine.

**3** Torre / Tower

Dentro del receptor de torre, las sales son calentadas hasta 565°C antes de ser almacenadas en el tanque de sales calientes.  
Inside the receiver, molten salts are heated up to 565°C before being stored in the hot molten salt tank.

**7** Generador eléctrico / Electric Generator

La turbina mueve un generador eléctrico produciendo energía.  
The turbine powers the electric generator producing electrical energy.

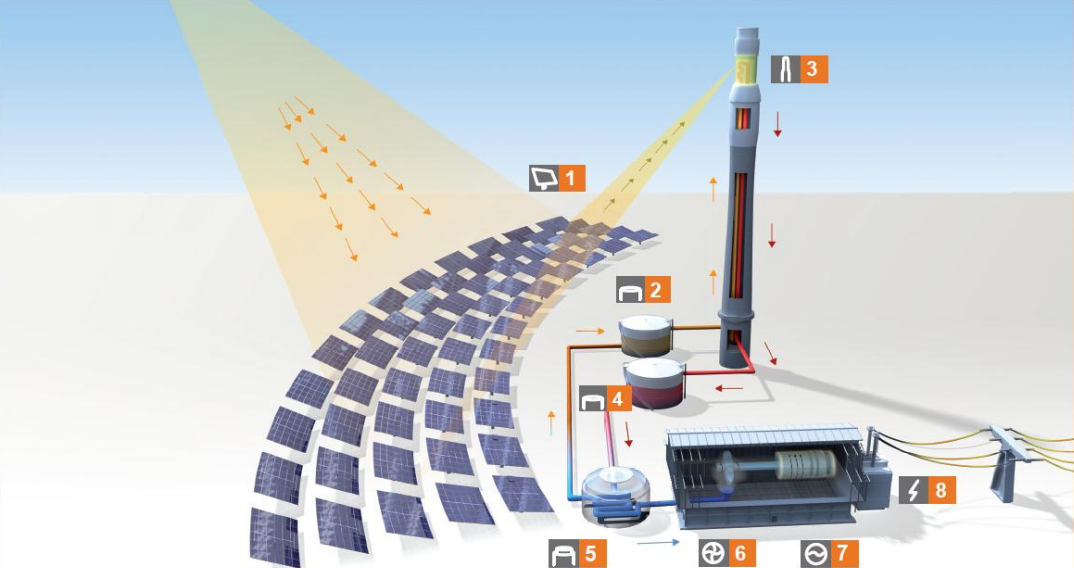
**4** Tanque 2 / Tank 2


En el tanque de sales calientes se almacenan las sales fundidas a muy alta temperatura.  
The hot molten salt tank keeps the energy accumulated in form of molten salts at very high temperature.

**8** Transformador / Electrical Transformer


La energía producida en el generador es conducida a un transformador eléctrico para ser inyectada a la red.  
The electricity is delivered to a transformer to be injected into the distribution grid.






**SENER**  
The way to see the future



**Torresol Energy**  
re-inventing solar power



**Masdar**  
A MUBADALA COMPANY

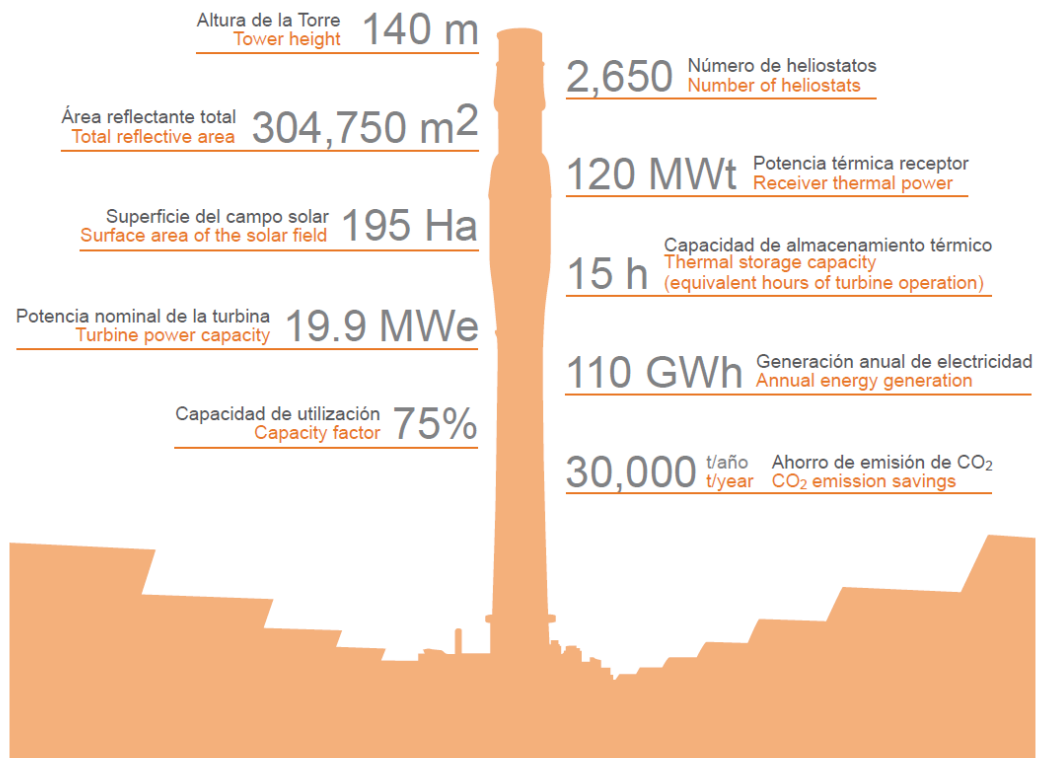


## Gemasolar: Datos destacados



### Gemasolar: key figures

#### Primera First

- Primera planta comercial en el mundo con tecnología CSP
- Primer receptor solar de alta temperatura en sales fundidas
- Primera planta CSP con 15 horas de almacenamiento térmico
- First worldwide commercial application of this new CSP technology
- First high temperature solar receiver with molten salt
- First CSP plant with 15 hours of thermal storage



## Anexo V – EPBD: Comparação entre os Estados-Membros



### Science for Environment Policy

#### Energy Performance Buildings Directive: comparing Member State performance

**A method has been developed** to compare how EU Member States have implemented the Energy Performance Buildings Directive. It suggests that implementation varies widely across Europe but that the Czech Republic, Finland, Portugal and Slovakia have kept to the Directive's aims and guidelines most closely, based on data available in 2009.

**Buildings account for 40%** of energy use in Europe. The EU's Energy Performance Buildings Directive<sup>1</sup> aims to reduce and monitor energy consumption in buildings and requires all Member States to enhance regulations and introduce energy certification schemes which classify buildings according to their energy efficiency.

Little research has been conducted to compare how all 27 EU Member States have implemented the Directive's guidelines. This study therefore provides a new tool to measure how well it has been applied, to allow cross-country comparisons.

Data on the Directive's implementation, available in April 2009, were taken from a variety of sources including documents from European Institutions, publications in international scientific journals, national and EU laws, and documents drawn up by individual countries under the European Commission's 'Buildings Platform' initiative<sup>2</sup>.

Using these data, Member States were classified using two different measurements: 'uniformity' and 'excellence'. 'Uniformity' assesses how closely a country has kept to the Directive's aims and guidelines, for example, whether there is an obligation to certify buildings and whether methodologies to calculate energy performance have been developed and adopted. The measurement of 'excellence' includes, for example, the timing of implementation and the dates that certification began, and the use of measures to enhance energy efficiency that benefit property owners/buyers and landlords/tenants. The 'excellence' measurement can be used to identify the 'best' performers, i.e. the leaders in energy certification of buildings.

The results found that the majority of countries had transposed the Directive by the Commission's deadline of January 2006. However, for all countries, compulsory energy certification was not put in place for the deadline. Only four countries (Czech Republic, Finland, Portugal and Slovakia) achieved the top score for uniformity. No countries received the best possible score for excellence, however, Germany, France, Denmark, The Netherlands and Slovenia had the best results.

Although most Member States (15 out of 27) had chosen an energy classification system based on seven classes (A to G), only five countries (Austria, Ireland, Netherlands, Portugal and Slovenia) achieved the highest scores for their certification schemes, as they provided sub-classes that enable the certificate to show small-scale improvements.

The research demonstrates that energy certification of buildings in Europe is varied in its implementation and scope of application. According to the researchers, in 2009 most countries were still at a halfway stage towards achieving excellence. In addition, professional qualifications required of certificate advisors varied widely between Member States. They suggest that a common framework of standards for training and professional qualifications would ensure the quality of the certificates issued.

While the data used by this particular study is now several years old, the method devised by this study to assess performance can still provide a useful means of comparing implementation of the Directive.

**20 September 2012  
Issue 298**

**Subscribe to free weekly News Alert**

**Source:** Andalaro, A.P.F., Salomone, R., Ioppolo, G., Andalaro, L. (2010) Energy certification of buildings: A comparative analysis of progress towards implementation in European countries. *Energy Policy*. 38: 5840–5866. Doi:10.1016/j.enpol.2010.05.039

**Contact:** [andaloroa@itae.cnr.it](mailto:andaloroa@itae.cnr.it)

**Theme(s):** Climate change and energy, Resource efficiency, Sustainable consumption and production

The contents and views included in Science for Environment Policy are based on independent, peer-reviewed research and do not necessarily reflect the position of the European Commission.

To cite this article/service: "Science for Environment Policy": European Commission DG Environment News Alert Service, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol.

1. See: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/other/127042\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/other/127042_en.htm)
2. See: [www.epbd-ca.org/Medias/Pdf/EPBD\\_BuPLa\\_Country\\_reports.pdf](http://www.epbd-ca.org/Medias/Pdf/EPBD_BuPLa_Country_reports.pdf)

Environment

## Anexo VI – The Crystal: NZEB em Londres



### ABOUT THE CRYSTAL

The Crystal – a landmark global urban sustainability centre – will open to the public in London in the summer of 2012. The iconic new centre is a sustainable cities initiative by Siemens, a global powerhouse in electronics and electrical engineering. It will explore how sustainable technologies can shape a better future for our cities.

The £30 million building in London's Docklands will create up to 50 local jobs and contain a free public exhibition, conference facilities, research space and as well as a restaurant, café and shop. As a flagship global hub for excellence and learning in urban sustainability, it will bring together mayors, city decisionmakers, urban planners, architects, engineers, policy makers and sustainability experts from around the world.

The centrepiece of the Crystal will be a ground-breaking interactive public exhibition and visitor attraction, attracting around 100,000 visitors per year. The free public exhibition showcases global best practice in urban planning and design and shows how innovative urban technologies are already improving people's lives today and will revolutionize the way we live and work in our cities tomorrow.

The Crystal will also host a debate forum, including a state-of-the-art conference centre seating up to 270 delegates. It will allow mayors, city planners and officials, members of the local community and educational groups, from school children to post graduate level students, to become part of the exciting and urgent conversation about our urban future. It will contain office space for over 100 desks for infrastructure experts, research partners, planners and academics from around the world.

The building itself will be an eye-catching new landmark for London's Royal Docks at the epicentre of the Green Enterprise District. It will cover an area of just under 2000m<sup>2</sup> in two dramatic, crystal-shaped sections. The building will represent a new benchmark in sustainable design and construction excellence through intelligent integration of the building's structure, fabric and services and a series of coordinated active systems working together.

Designed as an 'all electric' building, the Crystal will be able to operate free of fossil fuels. It will aim to achieve top scores against some of the world's most stringent international standards for sustainable design and construction, including LEED and BREEAM, and making it one of the world's most sustainable city buildings.

Just as London's Crystal Palace pioneered new technologies that drove the Industrial Revolution, the Crystal will explore a new clean industrial revolution. It will showcase 'real world' examples of sustainable innovation and urban planning that will ensure our cities are resilient in the face of challenges like climate change and rapid urbanisation and can remain key drivers of our future prosperity.

Siemens is committed to excellence and innovation and hopes that the Crystal will inspire a new wave of education and learning in the fields of science, engineering, technology and sustainability – not just in London, but around the world.

*"Siemens is establishing the Crystal in order to help find solutions for making the world's cities more sustainable. It will serve as a centre for dialogue, learning and discovery."*

**ROLAND BUSCH, CEO, Infrastructure & Cities Sector, Siemens AG**

[thecrystal.org](http://thecrystal.org)