



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Rui Pedro Santos Andrade

# NOVO INSTRUMENTO DE TRANSFORMAÇÃO DE MERCADO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores — Ramo Energia

Setembro de 2013



UNIVERSIDADE DE COIMBRA





Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra  
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

# **NOVO INSTRUMENTO DE TRANSFORMAÇÃO DE MERCADO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Rui Pedro Santos Andrade

Dissertação desenvolvida no âmbito do projecto "Energy and Mobility for Sustainable Regions –  
EMSURE (CENTRO-07-0224-FEDER-002004)"

## **Júri:**

**Presidente:** Professor Doutor Henrique José Almeida da Silva

**Orientador:** Professor Doutor António Manuel Oliveira Gomes Martins

**Vogal:** Professora Doutora Rita Cristina Girão Coelho da Silva

Setembro de 2013



# AGRADECIMENTOS

Quero começar por agradecer ao meu orientador, Professor Doutor António Gomes Martins, pela confiança depositada em mim para desenvolver este trabalho e pelo conhecimento que transmitiu, apoio, sugestões, disponibilidade e paciência ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos meus Pais pelo apoio incondicional, incentivo, amizade e paciência demonstrados, e em especial nestes últimos cinco anos.

Aos meus amigos com quem compartilhei os últimos cinco anos e as vivências da Cidade dos Estudantes, um muito obrigado pelo apoio, amizade e companheirismo.

Em último mas não menos importante, à Ana pelo apoio, motivação e paciência ao longo destes meses.

Obrigado!



# RESUMO

O crescimento de população mundial e as suas exigências de um nível de vida melhor reflectem-se num aumento do consumo de energia. Por outro lado, os combustíveis fósseis têm reservas finitas e os preços tenderão, por isso, a continuar a aumentar. Portanto existe a necessidade de encontrar novas formas de produzir energia e de reduzir os consumos.

A produção de energia eléctrica a partir da combustão de combustíveis fósseis tem outra grande desvantagem, a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que contribui para o aumento do efeito estufa e, por sua vez, para as alterações climáticas. As alterações climáticas verificadas no planeta Terra levaram as Nações a estabelecerem acordos com o objectivo de reduzirem os impactos da sociedade no meio ambiente. Assim, os países que subscreveram estes acordos repensaram a sua estratégia energética, promovendo as energias renováveis e a eficiência energética.

Em Portugal, houve uma aposta clara nas energias renováveis em detrimento da eficiência energética. Estas duas vertentes foram planeadas em contextos político-económicos diferentes do actual e com lógicas de planeamento distintas entre si.

Em 2013, a estratégia energética portuguesa foi revista de forma a potenciar sinergias que permitam maximizar a eficácia e eficiência no aproveitamento de recursos humanos e financeiros escassos, num contexto macroeconómico mais exigente e de redução do consumo de energia.

A fraca promoção da eficiência energética deve-se também à existência da típica barreira de défice de informação referente à importância da promoção da eficiência energética para economizar energia. Assim, a verificar-se a constância de custos baixos associados à concretização da eficiência energética, a disseminação de informação sobre o custo médio de poupar energia pode contribuir para contornar esta barreira.

É proposta a criação de um observatório que permita a comparação do resultado da estimação do custo de poupar energia com o sobrecurso da produção em centrais sem emissão de CO<sub>2</sub> e com o preço de energia eléctrica no MIBEL e ainda que permita contabilizar o benefício económico da redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chaves: Eficiência Energética; Energias Renováveis; Emissões de CO<sub>2</sub>; MIBEL; PRE.**





# ABSTRACT

The world population growth and the demand for a better standard of living are reflected in an increase of the energy consumption. However, fossil fuels have limited reserves, which leads to higher prices. There is thus a need to find new ways to produce energy and reduce consumptions.

The production of electric energy from combustion of fossil fuels has another major disadvantage, the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission which contribute to the increase of the greenhouse effect, and, in turn leads to climate changes. The climate changes noticed on planet Earth led the nations to establish agreements aiming to reduce the society impact on environment. Therefore, the countries who signed those agreements, reviewed their energy strategy promoting renewable energies and energetic efficiency.

In Portugal, there was a clear commitment to renewable energies in expense of energy efficiency. These two strands were planned with distinct planning logics and in a political-economic context different from the current one.

In 2013, the Portuguese energy strategy was revised in order to create synergies which allow to maximize effectiveness and efficiency in the use of scarce human and financial resources, in a more demanding macroeconomic context and requiring the reduction of energy consumption.

The weak energy efficiency promotion is due, among other factors, to the existence of a barrier of lack of information regarding the importance of promoting energy efficiency. Therefore, the dissemination of information on the average cost of saving energy may contribute to overcome this barrier.

An observatory is proposed to allow to compare the result of the estimation of the cost of energy saving with the additional cost of production in power plants without CO<sub>2</sub> emissions and with the MIBEL electric energy price also taking into account the economic benefit of CO<sub>2</sub> emissions reduction.

**Keywords: Energy efficient; Renewable energy; CO<sub>2</sub> emissions; MIBEL; PRE**



# ÍNDICE

Lista de Figuras .....	v
Lista de Tabelas.....	vii
Lista de Abreviaturas .....	ix
1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento e Objectivos.....	1
1.2. Estrutura do Documento.....	3
2. Energia em Portugal.....	5
2.1. Evolução do Consumo.....	5
2.2. Política Energética em Portugal – RCM nº20/2013 .....	6
2.2.1. Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética .....	7
2.2.1.1. Análise do PNAEE 2008-2015 .....	8
2.2.1.1.1. Residencial e Serviços .....	8
2.2.1.1.2. Indústria.....	10
2.2.1.1.3. Estado .....	10
2.2.1.1.4. Comportamentos.....	10
2.2.1.2. PNAEE 2016.....	10
2.2.1.2.1. Residencial e Serviços .....	10
2.2.1.2.2. Indústria.....	13
2.2.1.2.3. Estado .....	14
2.2.1.2.4. Comportamentos.....	15
2.2.1.2.5. Agricultura.....	15
2.2.1.2.6. Síntese global.....	16
2.2.2. Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis .....	16
2.2.2.1. Energia Eólica .....	18
2.2.2.2. Energia Hídrica .....	18
2.2.2.3. Energia Solar .....	19

2.2.2.4.	Biomassa .....	19
2.2.2.5.	Biogás.....	19
2.2.2.6.	Energia Oceânica.....	19
2.2.2.7.	Energia Geotérmica.....	19
3.	Mercados de electricidade.....	21
3.1.	Mercado Ibérico de Electricidade – MIBEL .....	22
3.1.1.	Organização e Funcionamento de MIBEL .....	23
3.1.1.1.	Mercado Diário .....	23
3.1.1.2.	Mercado Intradário.....	25
4.	Mercados de emissões.....	27
4.1.	Enquadramento Legal.....	27
4.2.	Atribuição de Licenças de Emissão de CO <sub>2</sub> em Portugal.....	28
4.2.1.	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO <sub>2</sub> I.....	29
4.2.2.	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO <sub>2</sub> II .....	31
4.3.	Evolução do Preço das Licenças de Emissão de CO <sub>2</sub> .....	35
5.	Observatório do Custo Médio da Eficiência Energética.....	37
5.1.	Fontes de Informação .....	37
5.1.1.	Eficiência Energética .....	37
5.1.1.1.	PPEC .....	38
5.1.2.	Emissões de CO <sub>2</sub> .....	38
5.1.3.	Produção em Regime Especial – PRE .....	39
5.1.4.	MIBEL .....	41
5.2.	Tratamento de Dados.....	42
5.2.1.	Entradas & Saídas .....	42
5.2.2.	Pressupostos e Considerações.....	43
5.2.3.	Métodos de Cálculo .....	44
5.2.4.	Caracterização da incerteza.....	48
5.3.	Pré-especificação e Resultados.....	49

5.4. Barreiras à implementação .....	51
6. Conclusão e Trabalhos Futuros.....	53
6.1. Conclusão .....	53
6.2. Sugestão para trabalhos futuros .....	54
Bibliografia.....	55
Anexo n.º 1 – Modelos dos Mercados de Electricidade.....	57
Anexo n.º 2 – Resumo da Metodologia da atribuição de licenças de emissão do PNALE 2008-2015.....	61
Anexo n.º 3 – Medidas tangíveis aprovadas por PPEC.....	63



# LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Resumo das metas «20-20-20» .....	2
Figura 2.1 - Evolução do consumo de Energia Primária, de Energia Final, de Electricidade e PIB .....	5
Figura 2.2 - Resumo do PNAEE 2008 .....	8
Figura 2.3 - Previsão das poupanças a alcançar, em ktep .....	16
Figura 2.4 - Histórico da evolução da potência instalada FER em Portugal .....	17
Figura 2.5 - Histórico da evolução da produção real de energia eléctrica a partir de FER em Portugal .....	17
Figura 2.6 - Evolução estimada da capacidade instalada FER .....	18
Figura 2.7 - Evolução estimada da produção de electricidade FER .....	18
Figura 3.1 - Estrutura verticalmente integrada do sector eléctrico .....	21
Figura 3.2 - Novo modelo desagregado do sector eléctrico .....	22
Figura 3.3 - Sequência cronológica de eventos relevantes para a formação do MIBEL .....	23
Figura 3.4 - Encontro entre a oferta e procura num mercado de electricidade .....	24
Figura 3.5 - Sessões do mercado intradiário .....	25
Figura 4.1 - Metodologia para a definição de licenças a atribuir em 2005-2007 .....	29
Figura 4.2 - Atribuição de licenças por sector para 2005-2007 .....	30
Figura 4.3 - Atribuição de licenças por instalação para 2005-2007 .....	31
Figura 4.4 - Atribuição de Licenças de Emissão a cada instalação .....	33
Figura 4.5 - Evolução dos preços no CELE, em €/tCO <sub>2</sub> .....	35
Figura 5.1 - Custo médio por tecnologia de PRE .....	40

Figura 5.2 - Preço da produção em regime especial e preço de referência do mercado regulado	41
Figura 5.3 - Preço médio aritmético mensal do MIBEL .....	42
Figura 5.4 - Esquema do observatório .....	42
Figura 5.5 - Custo médio e consumo evitado por PPEC .....	50
Figura 5.6 - Custo médio e consumo evitado por segmento .....	50
Figura 5.7 - Custo médio de poupar energia, benefício económico de reduzir CO2, custo médio da electricidade no MIBEL e Sobrecusto da PRE .....	51
Figura A1.1 - Modelo de exploração do Sector eléctrico em <i>Pool</i> .....	57
Figura A1.2 - Funcionamento de um <i>Pool</i> simétrico .....	58
Figura A1.3 - Funcionamento de um <i>Pool</i> simétrico ideal .....	59
Figura A1.4 - Funcionamento de um <i>Pool</i> assimétrico.....	59
Figura A1.2 - Modelo misto de exploração do sector eléctrico .....	60
Figura A2.1 - Resumo da metodologia da atribuição de licenças de emissão do PNALE 2008 - 2015.....	61



# LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Áreas e programas do PNAEE 2016 .....	10
Tabela 2.2 - Rotulagem energética e Implicações da Directiva <i>Ecodesign</i> .....	11
Tabela 2.3 - Medidas Transversais .....	13
Tabela 2.4 - Medidas Específicas .....	13
Tabela 2.5 - Medidas do ECO.AP .....	15
Tabela 4.1 - Atribuição de Licenças de Emissão por Sector .....	33
Tabela 5.1 - Evolução das emissões específicas de CO <sub>2</sub> .....	39
Tabela 5.2 - Preço médio aritmético da EUA na bolsa SENDECO2.....	39
Tabela 5.3 - Consumo evitado e custo médio de poupar energia por PPEC.....	49
Tabela A3.1 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2007 .....	63
Tabela A3.2 – Resultados obtidos com o PPEC 2007 .....	63
Tabela A3.3 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2008 .....	64
Tabela A3.4 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2009/2010 .....	65
Tabela A3.1 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2011/2012 .....	66



# LISTA DE ABREVIATURAS

C – Comercialização

CB – Contratos Bilaterais

CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CER – Credito de Carbono

CFL – Lâmpadas Fluorescentes Compactas

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

DGEG – Direcção-Geral de Energia e Geologia

ECO.AP – Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

EDP – Energias de Portugal

EPH – Emissões de Processo Históricas

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

EUA – Licença de Emissão

FAI – Fundo de Apoio à Inovação

FEC – Factor de Emissão de Combustão

FEE – Fundo de Eficiência Energética

FEH – Factor de Emissão Histórico

FER – Fontes de Energia Renováveis

FMEC – Factor Máximo de Emissão de Combustão

FminEC – Factor mínimo de Emissão de Combustão

FPC – Fundo Português de Carbono

GEE – Gases de Efeito Estufa

IF – Intermediação Financeira

ISO – *Independent System Operator*

LE – Licenças de Emissão

MC – Mercados Centralizados

MIBEL – Mercado Ibérico de Electricidad

NCH – Necessidades de Calor Históricas

NOX – Óxidos de Azoto

P – Produção

PI – Produtores Independentes

PIB – Produto Interno Bruto

PIB – Produto Interno Bruto

PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas

PNAEE – Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética

PNAER – Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis

PNALE – Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão

PNBEPH – Plano Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico

PPEC – Plano de Promoção da Eficiência Energética no Consumo de Energia Eléctrica

PRE – Produção em Regime Especial

PRO – Produção em Regime Ordinário

QREN – Quadro de Referência Estratégica Nacional

RCM – Resolução do Conselho de Ministros

RD – Rede de Distribuição

REN – Rede Eléctrica Nacional

RT – Rede de Transporte

SA – Serviços Auxiliares

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior em Edifícios

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar interior em Edifícios

SEE – Sistema de Energia Eléctrico

SEN – Sistema Eléctrico Nacional

SENDECO2 – Sistema Electrónico de Negociação de Direitos de Emissão de Dióxido de Carbono

SO2 – Dióxido de Enxofre

tcma – Taxa de Crescimento Média Anual

UE – União Europeia

VAB – Valor Acrescentado Bruto



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS

A inexistência de uma resposta credível e robusta à pergunta “Quanto custa poupar um kWh e como se compara com o custo de produzir um kWh?” motivou o desenvolvimento de um novo instrumento de transformação de mercado para a eficiência energética. No âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, deram-se os primeiros passos para a criação de um observatório que permita recolher dados e tratá-los de forma a obter cada vez mais uma resposta ampla e fiável à pergunta formulada.

A concretização do observatório permite estimar o custo médio, por kWh, de poupar energia e comparar este com o sobrecusto associado à produção em centrais sem emissão de CO<sub>2</sub>, assim como com o custo médio de produzir um kWh. O observatório ainda calculará as emissões de CO<sub>2</sub> evitadas com a redução do consumo de energia devido à implementação de eficiência energética.

Em 2007, o conselho europeu de Bruxelas adoptou uma estratégia europeia para a energia e as alterações climáticas, conhecida como as metas europeias «20-20-20». Estas metas visam que no ano de 2020 se consigam alcançar os seguintes objectivos:

- i) 20% de redução das emissões de gases com efeito estufa relativamente aos níveis de 1990;
- ii) 20% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto;
- iii) 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à projecção para 2020, mediante um aumento da eficiência energética.

Para Portugal foi estabelecido um objectivo geral de reduzir 25% do consumo de energia primária, devendo esta redução ser de 30%, para a Administração Pública. No que diz respeito a utilização de energia proveniente de fontes renováveis pretende-se, até 2020, que 31% do consumo final de energia e 10% da energia utilizada nos transportes seja proveniente de fontes renováveis. Em simultâneo, pretende-se reduzir a dependência do país e garantir a segurança do abastecimento, através da promoção de um *mix* energético equilibrado [2].

A figura 1.1 resume as metas a atingir em 2020 pelo União Europeia e Portugal.

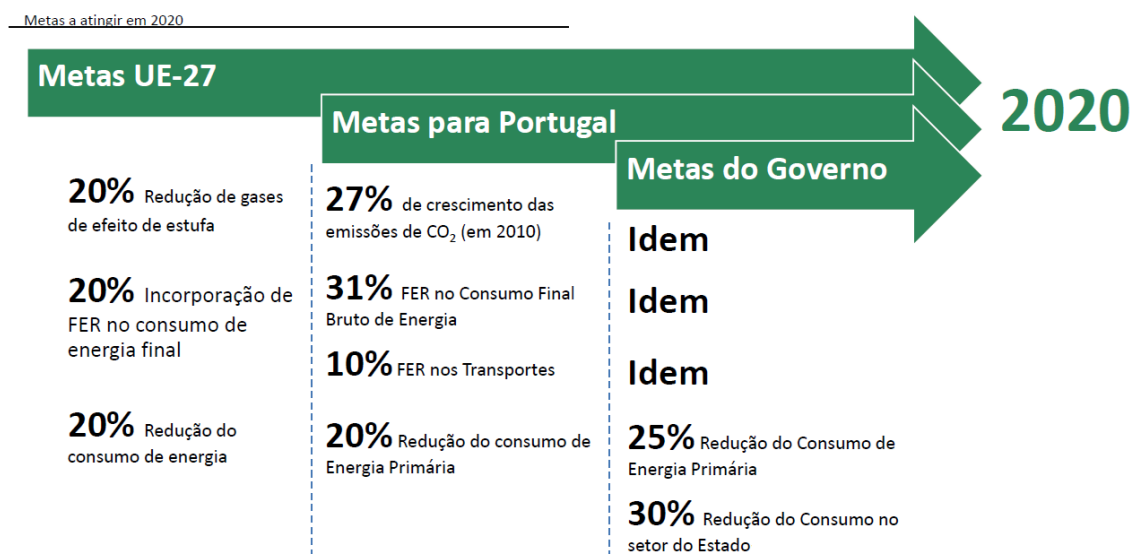


Figura 1.1 - Resumo das metas «20-20-20» [1]

Na Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, o XIX Governo Constitucional pretende prosseguir os objectivos de (i) assegurar a continuidade das medidas para garantir o desenvolvimento de um modelo energético com racionalidade económica; (ii) assegurar a melhoria substancial na eficiência energética do País, através da execução do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) e do Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER), do reforço da coordenação dos actuais programas de apoio à eficiência energética, tais como o Fundo de Eficiência Energética (FEE), Plano de Promoção da Eficiência Energética no Consumo de Energia Eléctrica (PPEC), Fundo de Apoio à Inovação (FAI), fundos do Quadro de Referência Estratégica Nacional (QREN), reforçando a sua dotação, e conclusão do Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP); e (iii) manter o reforço da diversificação das fontes primárias de energia.[2]

O PNAEE e o PNAER são instrumentos de planeamento energético que permitem a Portugal estabelecer estratégias para cumprir os compromissos internacionais assumidos no que diz respeito a eficiência energética e a energia renovável.

Portugal apresenta hoje uma intensidade energética da energia primária em linha com a União Europeia (UE), mas este valor oculta um resultado menos positivo quando medida a intensidade energética da energia final. Na realidade, o elevado investimento feito por Portugal em energias renováveis e o reduzido consumo energético no sector residencial, comparativamente com o resto da Europa, encobrem uma intensidade energética da economia



produtiva 27% superior à média da União Europeia. Este resultado vem reforçar a necessidade de intensificar os esforços na actuação directa sobre a energia final. [2]

Uma política energética adequada deve estabelecer um equilíbrio entre as duas opções, de fomento da produção de base renovável e de promoção da eficiência energética. O ponto de equilíbrio pode ser questionável se for muito polarizado para uma das opções. No caso português, pode dizer-se que se tem investido muito em produção renovável, em detrimento de investimento em eficiência energética, conduzindo a que se efectue abastecimento de desperdício de energia com kWh "verdes".

No nosso país, a eficiência energética tem ainda uma margem de crescimento positivo pois, apesar dos incentivos a promoção da eficiência energética, ainda é possível ser mais eficiente, sobretudo no sector dos edifícios. Os mecanismos até agora utilizados para apoiar e/ou promover a eficiência energética têm tido resultados aquém do esperado, pois existe uma série de barreiras à sua implementação.

Ao que foi possível apurar, através de uma pesquisa nacional e internacional, a concretização deste observatório é singular, ou seja, tanto quanto foi possível examinar não se encontrou até a data nada semelhante.

Com o objectivo de contornar a barreira de défice de informação referente à importância da promoção da eficiência energética para economizar energia, os resultados obtidos são disponibilizados num sítio *online*.

## **1.2. ESTRUTURA DO DOCUMENTO**

O presente documento divide-se em seis capítulos. Neste capítulo – Introdução – é apresentado o enquadramento, os objectivos do observatório e ainda o que motivou a concretização do mesmo. Nesta secção, é apresentada a estrutura do documento assim como um sumário correspondente a cada capítulo.

No capítulo 2 – Energia em Portugal – é caracterizada a evolução dos consumos de energia primária e final e ainda o consumo de electricidade em Portugal. Numa segunda parte é apresentada a estratégia energética para os próximos anos em Portugal.

No capítulo 3 – Mercados de Electricidade – é caracterizada evolução histórica da organização do sistema eléctrico português e o funcionamento do Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL).

No capítulo 4 – Mercados de Emissões – é apresentado o enquadramento legal do Comércio Europeu de Licenças de Emissões, assim como a atribuição de licenças de emissão em Portugal. Por fim, analisa-se a evolução do preço de licenças de emissão.

No capítulo 5 – Observatório “Gerar a poupar” – começa-se por apresentar as fontes de informação para os dados necessários para calcular os *output* e os pressupostos assumidos nos cálculos. Em seguida, são apresentados os procedimentos para o tratamento de dados e é caracterizada a incerteza dos resultados. Para terminar, é apresentada uma pré-especificação do observatório, assim como as barreiras à implementação do mesmo.

No capítulo 6 – Conclusão – são apresentadas as conclusões da concretização do observatório e algumas recomendações de trabalhos a desenvolver no futuro para melhorar este observatório.

## 2. ENERGIA EM PORTUGAL

### 2.1. EVOLUÇÃO DO CONSUMO

Ao longo da última década, entre 2000 e 2010, o consumo de energia primária apresentou uma taxa de crescimento média anual (tcma) de -1,0%, ou seja, um decréscimo do consumo. Este decréscimo verificou-se essencialmente entre 2005 e 2010, registando-se uma tcma de -3,3%. Os dados relativos a 2011 reforçam esta tendência, sendo a principal justificação a queda do Produto Interno Bruto (PIB).

O consumo de energia final, entre 2000 e 2010, acompanhou a tendência do consumo de energia primária, verificando uma tcma de -0,2%. O abrandamento da economia a partir de 2008 contribuiu para esta tendência. Os dados relativos a 2011 reforçam a tendência da década anterior e verifica-se uma redução de 5% no consumo de energia final.

No âmbito do consumo de electricidade a tendência registada entre 2000 e 2010 foi quase sempre crescente, sendo a tcma de 2,7%. Em 2010, o consumo de electricidade representou 24% do total do consumo de energia final. Relativamente aos dados 2011, verificou-se uma redução de 3% no consumo da mesma.

A figura 2.1 demonstra a evolução dos indicadores anteriores ao longo da última década.

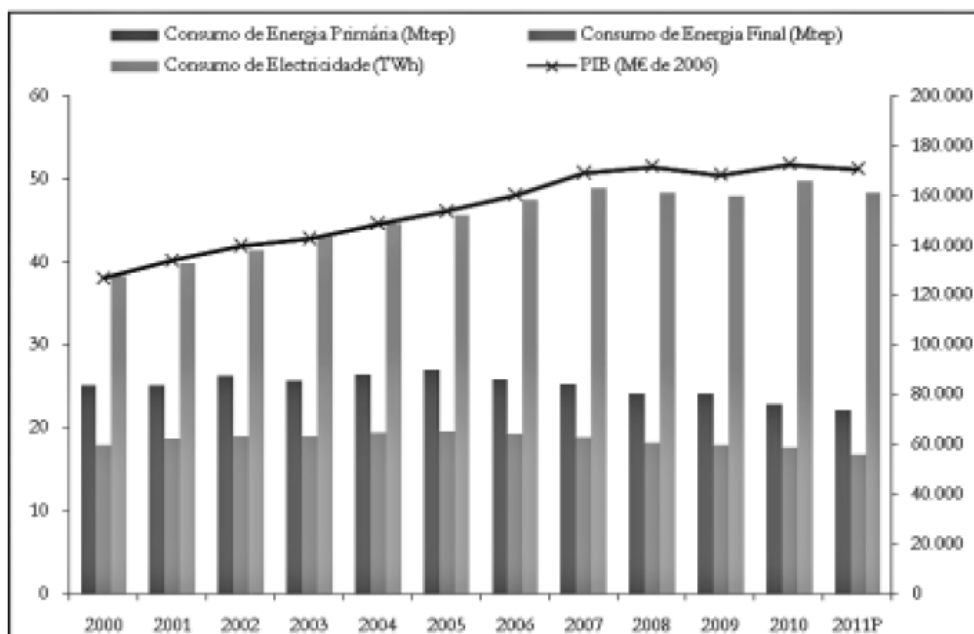


Figura 2.1 - Evolução do consumo de Energia Primária, de Energia Final, de Electricidade e PIB [2]

A tonelada equivalente de petróleo (tep) surgiu da necessidade de converter para a mesma unidade os consumos e/ou produções de todas as formas de energia. A unidade de energia do Sistema Internacional é o Joule, a relação entre Joule e tep é:

$$1 \text{ tep} = 41,86 \text{ GJ}$$

O Quilowatt-hora (kWh) é utilizado geralmente para contabilizar energia eléctrica, a relação entre kWh e tep é:

$$1 \text{ tep} = 11628 \text{ kWh}$$

## **2.2.POLÍTICA ENERGÉTICA EM PORTUGAL – RCM Nº20/2013**

Portugal para atingir as metas europeias «20-20-20» definiu planos nacionais de acção para o sector energético, que permitissem reduzir a dependência energética do país e garantir a segurança de abastecimento, através da promoção de um *mix* energético equilibrado. Assim, na Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, de 20 de Maio, foi aprovado o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) e o Plano Nacional de Acção para Energia Renovável (PNAER), foi aprovado em conselho de ministros, a 30 de Julho de 2010.

O PNAEE 2008-2015 e o PNAER 2010 foram aprovados em contextos político-económicos diferentes do actual e com lógicas de planeamento distintas entre si, revistos e aprovados pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, de 10 de Abril. A revisão teve como objectivo potenciar sinergias que permitam maximizar a eficiência energética no aproveitamento de recursos humanos e financeiros escassos e de redução do consumo de energia.

Em qualquer Sistema de Energia Eléctrico (SEE) para garantir-se a estabilidade do sistema deve verificar-se, em qualquer instante de tempo, a seguinte condição:

$$\textit{Produção} = \textit{Consumo} + \textit{Perdas}$$

Ou seja, em qualquer instante de tempo, a produção de energia deve ser igual à soma do consumo de energia e das perdas associadas ao sistema. Da mesma forma, deve-se manter um compromisso entre o investimento em energia renovável e em eficiência energética para se reduzir a dependência energética do exterior e o consumo de energia, minimizando o investimento.

O XIX Governo Constitucional pretende continuar a desenvolver um modelo energético com racionalidade económica e que mantenha os custos de energia sustentáveis para não

comprometerem a competitividade das empresa e a qualidade de vida dos cidadãos; reduzir os consumos energéticos do país, através da melhoria da eficiência energética com a revisão conjunta do PNAEE e do PNAER e do reforço da coordenação dos seguintes programas de apoio: Fundo de Eficiência Energética, Plano de Promoção da Eficiência Energética no Consumo de Energia Eléctrica, Fundo de Apoio à Inovação, fundos do Quadro de Referencia Estratégica Nacional e ainda conclusão do Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP). Este governo ainda pretende manter o reforço da diversificação das fontes primárias de energia.

A revisão do PNAEE e do PNAER, realizada pelo XIX Governo Constitucional tem em conta as medidas de eficiência energética já constantes do Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de Agosto e revisto pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, de 4 de Janeiro. A revisão destes planos permitiu:

- ✓ Alinhar os objectivos dos planos em função do consumo de energia primária;
- ✓ Eliminar algumas medidas não implementadas ou de impacto reduzido, sendo substituídas por novas medidas ou reforçando medidas já existentes de menor custo e maior facilidade de implementação;
- ✓ Avaliar os impactos das medidas de cada plano.

### **2.2.1. PLANO NACIONAL DE ACÇÃO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

A nova estratégia para eficiência energética tem como objectivo fazer da eficiência energética a prioridade da política energética em Portugal. A aposta na eficiência energética protege o ambiente e a segurança energética com uma relação custo-benefício favorável.

O objectivo inicial era reduzir anualmente, até 2016, o equivalente a 1% do consumo médio de energia final. Com a Directiva n.º 2012/27/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Outubro (também denominada Nova Directiva Eficiência Energética) o objectivo foi redefinido para uma redução de 20% do consumo de energia primária relativamente às projecções PRIMES em 2007.

O PNAEE 2016 dá continuidade à maioria das medidas de 2008, sendo outras alvo de alterações nas metas ou a inclusão ou a extinção de algumas acções previstas, em função do seu estado e potencial de implementação face ao respectivo custo económico. As medidas ainda não implementadas são eliminadas e as medidas de difícil quantificação ou com impacto reduzido

são substituídas por novas medidas ou reforçando as medidas já existentes de menor custo e maior facilidade de implementação.

O principal objectivo do PNAEE é projectar novas acções e metas para 2016, em articulação com o PNAER, que visem a redução de energia primária no horizonte 2020.

### 2.2.1.1. ANÁLISE DO PNAEE 2008-2015

O PNAEE 2008-2015 tinha como meta reduzir em 10% o consumo de energia final até 2015. Para atingir esta meta foram definidas 50 medidas, organizadas em 12 programas, com o objectivo de reduzir os consumos nas seguintes áreas: Transporte (excluída deste trabalho por não ser relevante para o mesmo), Residencial e Serviços, Indústria, Estado e Comportamentos. A figura 2.2 resume o PNAEE 2008.

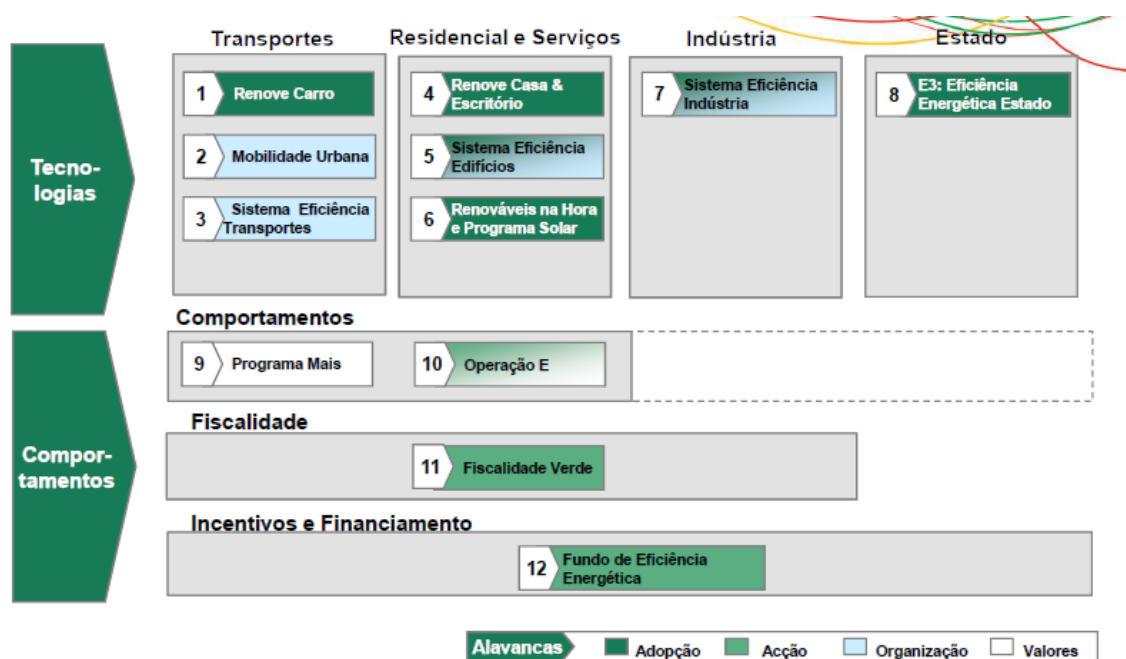


Figura 2.2 - Resumo do PNAEE 2008 [3]

O PNAEE 2008 atingiu 49% do objectivo, em termos acumulados até 2010. A poupança energética das medidas do PNAEE 2008 tem como cenário de referência a média do consumo energético final nacional dos anos 2001-2005. Em seguida apresenta-se os impactos por medida de cada sector.

#### 2.2.1.1.1. RESIDENCIAL E SERVIÇOS

Nesta área conseguiu-se reduzir o consumo energético em cerca de 267.088 tep, entre 2008 e 2010, o que corresponde a 42% do objectivo previsto, em termos acumulados. Esta

redução deve-se aos programas: *Renove Casa & Escritório*; *Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios* e *Renováveis na Hora e Programa Solar*.

### ***Renove Casa e Escritório***

O desempenho deste programa foi acima do objectivo, justificado pela boa implementação das medidas de substituição de equipamentos ineficiente. Destacam-se as seguintes medidas:

- ✓ R&S4M3 – *Phase-out* de Lâmpadas Incandescentes – Possibilitou a troca de cerca de 15 milhões de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (CFL).
- ✓ R&S4M1 R&S4M2 – Promoção de equipamentos mais eficientes – que alterou o comportamento dos consumidores na compra de equipamentos, preferindo estes comprarem equipamentos mais eficientes.
- ✓ R&S4M7 – Calor Verde – no âmbito das remodelações a medida que obteve mais impacto, devido a forte dinâmica de mercado dos recuperadores de calor.

Ainda no âmbito das remodelações, as medidas R&S4M5 – Janela Eficiente e R&S4M6 – Isolamento Eficiente tiveram pouco impacto. O programa *Renove Casa & Escritório* permitiu atingir 41% da execução em relação a meta de 2016.

### ***Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios***

O programa visava melhorar o desempenho energético dos edifícios, mediante a implementação das orientações que regulam o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior em Edifícios (SCE). A implementação deste programa permitiu atingir 50% da execução em relação à meta de 2016.

### ***Renováveis na Hora e Programa Solar***

O programa visava promover a substituição do consumo de energia de origem fóssil por energia proveniente de fontes renováveis, tornando o acesso a tecnologias de microgeração de energia eléctrica e aquecimento solar de águas quentes sanitárias (AQS) mais fácil. A implementação deste programa permitiu atingir 28% da execução em relação à meta de 2016.

### 2.2.1.1.2. INDÚSTRIA

Nesta área conseguiu-se reduzir o consumo energético em cerca de 177.895 tep, entre 2008 e 2010, o que corresponde a 49% do objectivo previsto, em termos acumulados. Esta redução deve-se ao programa: *Sistema de Eficiência Energética na Indústria*.

### 2.2.1.1.3. ESTADO

Nesta área conseguiu-se reduzir o consumo energético em cerca de 9.902 tep, entre 2008 e 2010, o que corresponde a 9% do objectivo previsto, em termos acumulados. Esta redução deve-se ao programa *Eficiência Energética no Estado* mas ainda há um longo caminho a percorrer para atingir a meta de 2016.

### 2.2.1.1.4. COMPORTAMENTOS

Nesta área conseguiu-se reduzir o consumo energético em cerca de 21.313 tep, entre 2008 e 2010, o que corresponde a 100% do objectivo previsto, em termos acumulados. O objectivo alcançado deve-se aos programas: *Programa mais* e *Operação E*.

### 2.2.1.2. PNAEE 2016

O PNAEE 2016 abrange seis áreas específicas: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria; Estado; Comportamentos e Agricultura. Na tabela 2.1 podemos ver os 10 programas, que integram várias medidas para melhorar a eficiência energética por área específica.

Tabela 2.1 - Áreas e programas do PNAEE 2016 [2]

ÁREAS						
	Transportes	Residencial e Serviços	Indústria	Estado	Comportamentos	Agricultura
PROGRAMAS	Eco Carro	Renove Casa & Escritório	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia	Eficiência Energética no Estado	Comunicar Eficiência Energética	Eficiência no setor Agrário.
	Mobilidade Urbana	Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios				
	Sistema de Eficiência Energética nos Transportes	Solar Térmico				

Com a aplicação destas medidas prevê-se reduzir o consumo energético em 1.501.305 tep. A área dos Transportes é excluída deste trabalho por não ser relevante para o mesmo.

#### 2.2.1.2.1. RESIDENCIAL E SERVIÇOS

Esta área é essencial para o sucesso da implementação do PNAEE 2016 pois, relativamente aos dados de 2011, representa 28% do consumo de energia final. Subdividindo-se em 16,6% para



o sector Residencial e 11,4% para o sector dos Serviços. Esta área continua os 3 programas do anterior PNAEE: *Renove Casa & Escritório*; *Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios e Solar Térmico*.

O programa *Renove Casa & Escritório* tem como objectivo incentivar a substituição de equipamentos ineficientes por outros mais eficientes, acompanhando a evolução tecnológica na melhoria da eficiência energética dos equipamentos. Este programa integra as seguintes medidas:

Promoção de equipamentos mais eficientes

Esta medida promove a substituição de equipamentos de uso essencialmente doméstico por equipamentos mais eficientes. O principal instrumento para a promoção da aquisição e utilização de equipamentos eficientes é a rotulagem energética. A rotulagem inicial classificava os produtos entre A (mais eficiente) e G (menos eficiente), mas com os avanços tecnológicos na melhoria da eficiência energética houve a necessidade de ampliar esta classificação. Tendo sido introduzidas as classes A+, A++ e A+++.

Recentemente, a Directiva *Ecodesign* (transposta pelo Decreto-lei n.º 12/2011, de 24 de Janeiro) veio estabelecer os requisitos mínimos aos quais os produtos e serviços colocados no mercado têm que obedecer. Na tabela 2.2 estão as classes de eficiência energética permitidas no mercado.

Tabela 2.2 - Rotulagem energética e Implicações da Directiva *Ecodesign* [2]

Equipamentos	Em vigor desde:	Classes energéticas actuais	Classe mínima permitida
<b>Frigoríficos/Congeladores</b>	Janeiro de 1995	A+++/D	A+
<b>Máq. de secar roupa</b>	Abril de 1996	A/G	D
<b>Máq. de lavar a roupa</b>	Abril de 1996	A+++/D	A
<b>Máq. de lavar louça</b>	Agosto de 1999	A+++/D	A
<b>Fornos eléctricos</b>	Janeiro de 2003	A/G	G
<b>Ar condicionado</b>	Fevereiro de 2003	A/G	G
<b>Televisores</b>	Novembro de 2011	A/G	G

O PNAEE 2016 passa a abranger todos os equipamentos sujeitos a rotulagem energética actual e os que vierem a ser alvo desta classificação.

### Iluminação eficiente

O objectivo desta medida é promover a iluminação eficiente, substituindo as lâmpadas de baixa eficiência e respectivo *phase-out*. O facto de as lâmpadas estarem sujeitas à etiquetagem energética (Decreto-lei n.º 18/2000, de 29 de Fevereiro) e a taxa sobre as lâmpadas de baixa eficiência energética (Decreto-lei n.º 108/2007, de 2 de Abril) são instrumentos que contribuem para a aquisição de lâmpadas mais eficientes.

### Janela eficiente

Esta medida prevê a reabilitação de superfícies envidraçadas, através da utilização de vidro duplo e/ou eficiente (baixa emissividade) e caixilharia com corte térmico. Prevê-se a instalação de 750 a 800 mil m<sup>2</sup> de vidro eficiente, devido a promoção da substituição de superfícies envidraçadas associado ao funcionamento de um sistema de etiquetagem. Sistema que permitirá ao consumidor comparar a grau de eficiência de cada produto disponível no mercado.

### Isolamento eficiente

Esta medida prevê a instalação de 3 milhões de m<sup>2</sup> de materiais isolantes em coberturas, pavimentos e paredes, melhorando assim a eficiência na climatização dos edifícios.

### Calor verde

Esta medida prevê incentivar a instalação de recuperadores de calor, melhorando desta forma a climatização das unidades de alojamento relativamente aos meios tradicionais de aquecimento. Os recuperadores podem combinar as duas vantagens, a utilização de biomassa e o sistema de ar forçado.

O programa *Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios* visa melhorar o desempenho energético, através da melhoria da classe média de eficiência energética dos edifícios do sector residencial e dos serviços. Este programa é construído por duas medidas, designadas SCE Edifícios Residenciais e SCE Edifícios Serviços, que actuam respectivamente na área residencial e na área dos serviços e que estabelecem quotas mínimas para os edifícios. A construção de um novo edifício ou uma requalificação considerável obrigam a que o edifício esteja entre a classe B- e a A+.

O programa *Solar Térmico* visa que nos edifícios residenciais e de serviços sejam instalados sistemas solar térmicos. No âmbito residencial espera-se a instalação de 100 mil m<sup>2</sup> de colectores

solares por ano enquanto no âmbito dos serviços espera-se instalar cerca de 40 mil m<sup>2</sup> de colectores solares por ano.

### 2.2.1.2.2. INDÚSTRIA

Nesta área, o programa *Sistema de Eficiência Energética na Indústria e outros sectores* será continuado, sendo este composto pelas seguintes medidas:

Medidas Transversais – a tabela 2.3 apresenta as medidas específicas a desenvolver e o respectivo âmbito.

Tabela 2.3 - Medidas Transversais [2]

Âmbito	Medida/Tecnologia
<b>Motores Eléctricos</b>	Optimização de motores Sistemas de bombagem Sistemas de Ventilação Sistemas de Compressão
<b>Produção de Calor e Frio</b>	Cogeração Sistemas de combustão Recuperação de Calor Frio Industrial
<b>Iluminação</b>	Iluminação eficiente.
<b>Eficiência do Processo Industrial/Outros</b>	Monitorização e controlo Tratamento de efluentes Integração de processos Manutenção de equipamentos consumidores de energia Isolamentos térmicos Transportes Formação e sensibilização de recursos humanos Redução da energia reactiva

Medidas Específicas – a tabela 2.4 apresenta as medidas específicas a desenvolver e o respectivo âmbito.

Tabela 2.4 - Medidas Específicas [2]

Sector	Medida/Tecnologia
<b>Alimentação e Bebidas</b>	Optimização da esterilização Processos de separação com membranas Mudança de moinhos horizontais para verticais Destilação a vácuo
<b>Cerâmica</b>	Optimização de fornos Melhoria de secadores Extrusão com vapor Extrusão dura Optimização de produção de pó Utilização de combustíveis alternativos

<b>Cimento</b>	Otimização de moagens Utilização de combustíveis alternativos ( <i>e.g.</i> biomassa) Redução da utilização de clínquer no cimento Utilização de gás natural (em substituição do coque de petróleo)
<b>Madeira e Artigos de Madeira</b>	Transportes mecânicos em vez de pneumáticos Aproveitamento de biomassa Otimização de fornos
<b>Metal-electro-mecânica</b>	Combustão submersa para aquecimento de banhos Reutilização de desperdícios Otimização de fornos
<b>Metalurgia e Fundição</b>	Melhoria na qualidade dos ânodos e cátodos Sector da fusão Número de fundidos por cavidade Rendimento do metal vazado Diminuição da taxa de refugo Despoeiramento Aumento da cadência do ciclo Redução de sobre espessuras
<b>Pasta e papel</b>	Gaseificação/Queima de licor negro e outros resíduos Otimização de secagens
<b>Químicos, Plásticos e Borracha</b>	Novas operações de separação ( <i>e.g.</i> membranas) Utilização de novos catalisadores Otimização das destilações
<b>Siderurgia</b>	Melhoria dos fornos eclétricos Processos de “ <i>smelting reduction</i> ” Moldagem e formação simultâneas
<b>Têxtil</b>	Otimização do funcionamento dos banhos Pré-secagem mecânica / IV Aquecimento de águas por painéis solares Otimização dos processos de produção têxtil
<b>Vestuário, Calçado e Curtumes</b>	Melhorias em limpeza / banhos Tecnologias de corte e de união de peças Aquecimento de águas por painéis solares
<b>Vidro</b>	Otimização de fornos Utilização de vidro usado (reciclagem)

Outros Sectores – Esta medida prevê estender a melhoria da eficiência energética a outros sectores para além daqueles abrangidos nas medidas específicas, tabela 2.4.

### 2.2.1.2.3. ESTADO

Esta área tem como meta até 2020, aumentar em 30% a eficiência energética relativamente aos valores actuais de consumo dos edifícios e equipamentos. Para atingir esta meta definiu-se o programa *Eficiência Energética do Estado* que prevê poupanças de energia em quatro domínios: a Certificação Energética dos Edifícios e Contratos de Gestão de Eficiência

Energética, os Planos de Acção da Eficiência Energética, a Gestão de Frotas e a Iluminação Pública.

No âmbito da Certificação Energética dos Edifícios e Contractos de Gestão de Eficiência Energética, o objectivo é alterar comportamentos e promover uma gestão racional dos serviços energéticos. Espera-se que até 2020 sejam alvo de certificação energética 2225 edifícios e que 500 edifícios seja objecto de contratos de gestão no âmbito do programa ECO.AP.

No âmbito dos Planos de Acção de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP), os edifícios que tenham consumos mais reduzidos e que não devam ser objecto de contratos de gestão de eficiência energética, será elaborado um plano de acção da eficiência energética. Este plano é constituído por medidas activas e passivas; na tabela 2.5 estão algumas das medidas a implementar.

Tabela 2.5 - Medidas do ECO.AP [2]

Medidas Activas	Medidas Passivas
- Iluminação eficiente e sistemas de controlo	- Colocação de isolamento na envolvente opaca dos edifícios
- Climatização mais eficiente	- Instalação de dispositivos de sombreamento
- Instalação de colectores solares	

No âmbito dos transportes mais eficientes, o estado prevê uma renovação da frota pública para veículos com menores emissões de CO<sub>2</sub> e a criação de planos de mobilidade para os organismos públicos onde se justifique esta medida.

No âmbito da iluminação pública, está prevista a publicação de um regulamento para a iluminação pública com a finalidade de tornar esta mais eficiente. Nestes últimos anos tem-se verificado um aumento anual da rede de iluminação pública, representando já 3% do consumo energético.

#### **2.2.1.2.4. COMPORTAMENTOS**

Nesta área, será continuado o programa *Comunicar Eficiência Energética* criado pelo PNAEE 2008 e que visa promover hábitos e atitudes nos consumidores que permitam reduzir os seus consumos.

#### **2.2.1.2.5. AGRICULTURA**

Neste PNAEE foi suprimida a lacuna do anterior PNAEE e foi criado mais esta área de actuação que visa melhorar a eficiência energética na agricultura. O programa para reduzir os

consumos nesta área é denominado *Eficiência Energética na Agricultura* no qual se prevê uma actualização e renovação dos parques de maquinaria agrícola e florestal, melhoria nas estações elevatórias e sistemas de rega, a realização de diagnósticos e auditorias às actividades do sector.

#### 2.2.1.2.6. SÍNTESE GLOBAL

O PNAEE 2016 estima uma poupança induzida de 1501 ktep até 2016, figura 2.3, o que representa uma redução de 8,2% relativamente a média de consumo verificado entre 2001 e 2005. Também se perspectiva o cumprimento das metas para 2020 assumidas pela UE.

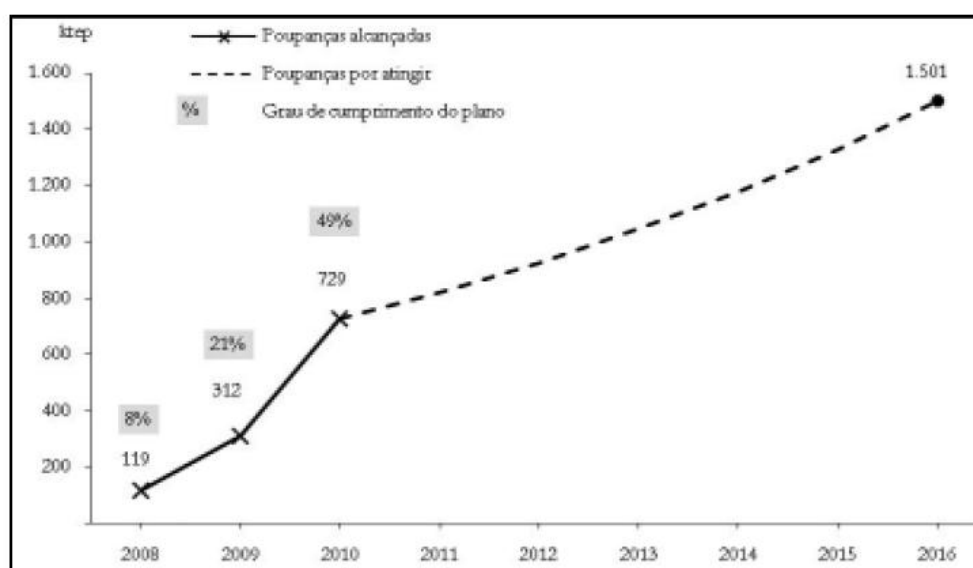


Figura 2.3 - Previsão das poupanças a alcançar, em ktep [2]

#### 2.2.2. PLANO NACIONAL DE ACÇÃO PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS

No passado houve uma aposta clara na produção de energia a partir de Fontes de Energia Renovável (FER) e em centrais de ciclo combinado a gás natural. A actual situação económica do país causou uma retracção nos consumos provocando um desequilíbrio entre a capacidade de produção e o consumo de energia. O PNAER 2020 já foi definido tendo em conta o cenário de excesso de oferta decorrente da quebra na procura.

O objectivo principal do PNAEE 2020 é rever o peso de cada FER no *mix* energético nacional. A volubilidade da produção de energia em FER obriga a que as outras fontes de produção tenham que estar disponíveis para entrarem em funcionamento e/ou aumentarem a sua produção. Esta disponibilidade tem um custo associado.

No PNAER 2010 foram definidas medidas relacionadas com os incentivos à instalação de potência adicional de FER. Estas medidas foram revistas no PNAER 2020, estabelecendo uma

selecção mais criteriosa dos apoios, devendo ser direccionados para tecnologias mais desenvolvidas e deixando o apoio às tecnologia menos desenvolvidas para os instrumentos de promoção de investigação e desenvolvimento. Assim, os investimentos em energias renováveis deixam de estar dependentes de mecanismos de subsídio ou de remuneração garantida e de mitigação de risco.

O PNAER estabelece medidas e acções de introdução de FER nos sectores, electricidade, aquecimento e arrefecimento e transportes. Neste trabalho apenas consideremos o sector da electricidade.

Na última década, a contribuição de FER para a produção de electricidade tem conhecido um longo desenvolvimento, como podemos ver na figura 2.4 e 2.5. A potência FER instalada permitiu gerar 48% do total da produção bruta de electricidade nacional.

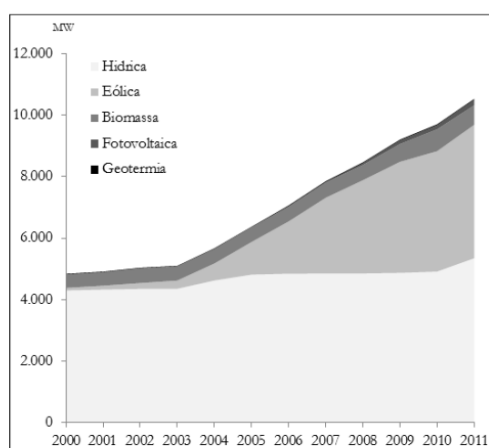


Figura 2.4 - Histórico da evolução da potência instalada FER em Portugal [2]

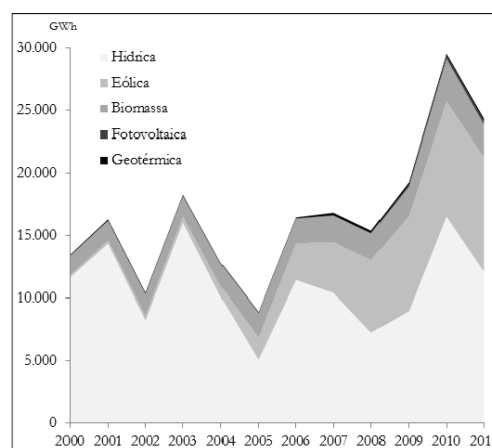


Figura 2.5 - Histórico da evolução da produção real de energia eléctrica a partir de FER em Portugal [2]

As figuras 2.6 e 2.7 mostram a evolução estimada até 2020, dos indicadores anteriores. Prevê-se um abrandamento na instalação de novas FER e um aumento da produção energética a partir de FER, até 2020.

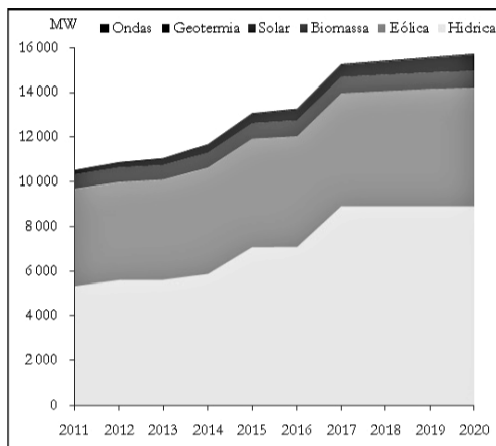


Figura 2.6 - Evolução estimada da capacidade instalada FER [2]

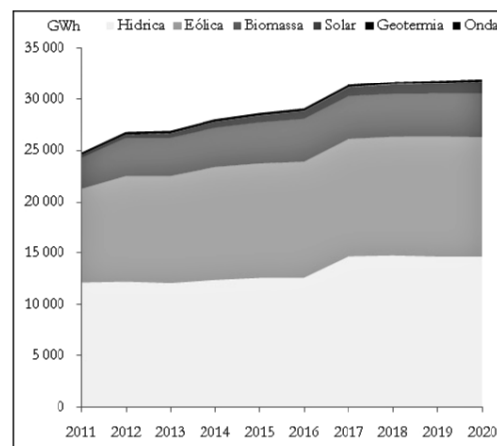


Figura 2.7 - Evolução estimada da produção de electricidade FER [2]

### 2.2.2.1. ENERGIA EÓLICA

Nos últimos anos, a energia eólica verificou um forte desenvolvimento em Portugal, e os números comprovam isso mesmo. Em 2005 a potência instalada era 1.063 MW, em 2011 a potência instalada era 4.378 MW e para 2020 está previsto 5.300 MW de potência eólica instalada.

A aposta na energia eólica justifica-se com a possibilidade da criação de sinergias entre a hídrica reversível e a eólica, otimizando-se assim os recursos endógenos e assegurando-se uma maior eficácia do sistema de gestão do sistema electroprodutor.

O projecto *Windfloat* será continuado com a instalação de 27 MW, utilizados para fins de investigação, desenvolvimento tecnológico e demonstração pré-comercial.

### 2.2.2.2. ENERGIA HÍDRICA

Portugal ainda não conseguiu um aproveitamento adequado do seu potencial hídrico, pelo que, em 2007, foi elaborado o Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH). O PNBEPH procurou identificar e definir prioridades para os investimentos a realizar até 2020 em aproveitamentos hidroeléctricos.

O PNBEPH e o aumento da capacidade de algumas barragens existentes prevêem um incremento da capacidade reversível instalada, permitindo assim, uma melhor gestão com a produção eólica. As previsões, para 2020, apontam para uma capacidade hídrica instalada de 8.536 MW, correspondendo 4.004 MW a capacidade reversível.



### **2.2.2.3. ENERGIA SOLAR**

A aposta na energia solar tem um papel importante para o Sistema Eléctrico Nacional pelo facto de o seu ciclo de funcionamento corresponder aos períodos em que o consumo de energia é maior. Assim, o programa de microprodução, criado em 2011, será continuado com o objectivo de instalar 250 MW até 2020. A construção de centrais solares com potências superiores dependerá da evolução dos custos das respectivas tecnologias.

### **2.2.2.4. BIOMASSA**

Em Portugal, actualmente, a capacidade instalados é 662 MW. Em 2020, prevê-se que a capacidade instalada seja de 769 MW, contribuindo para isto as 12 centrais já adjudicadas.

### **2.2.2.5. BIOGÁS**

Quanto ao Biogás, o mais importante é promover o aproveitamento do mesmo de uma forma mais racional e integrada com políticas agrícolas e ambientais. Até 2020, prevê-se instalar uma capacidade de 60 MW, mas parte de 60 MW pode ser alocado para outro tipo de centrais, devido às limitações verificadas no aproveitamento útil do calor na proximidade do local onde é produzido.

### **2.2.2.6. ENERGIA OCEÂNICA**

A costa portuguesa tem elevado potencial para o aproveitamento de energia oceânica, portanto é importante promovê-la e instalar os primeiros protótipos.

### **2.2.2.7. ENERGIA GEOTÉRMICA**

O potencial desta energia está limitado ao arquipélago dos Açores, contribuindo para a segurança de abastecimento do arquipélago. Na ilha de São Miguel está instalada uma capacidade de 29 MW, estando em análise um projecto de expansão da actual capacidade instalada. Na ilha Terceira estão em cursos estudos para instalação de uma central deste tipo.



### 3. MERCADOS DE ELECTRICIDADE

A elaboração deste capítulo teve como base o livro “Mercados de Electricidade – Regulação e Tarifação de Uso de Redes” [4] e a dissertação de mestrado “Análise Estatística dos Resultados do MIBEL no ano 2011 [5].

Em Portugal, até 1975, o sector eléctrico encontrava-se organizado em termos de concessões atribuídas a entidades privadas, estando cada área entregue a uma concessão, de forma a não haver qualquer competição. Em 1975, ocorreu a nacionalização e integração vertical do sector com a criação da EDP. As empresas com uma estrutura verticalmente integrada, figura 3.1, integram áreas desde a produção até ao relacionamento com o cliente final.

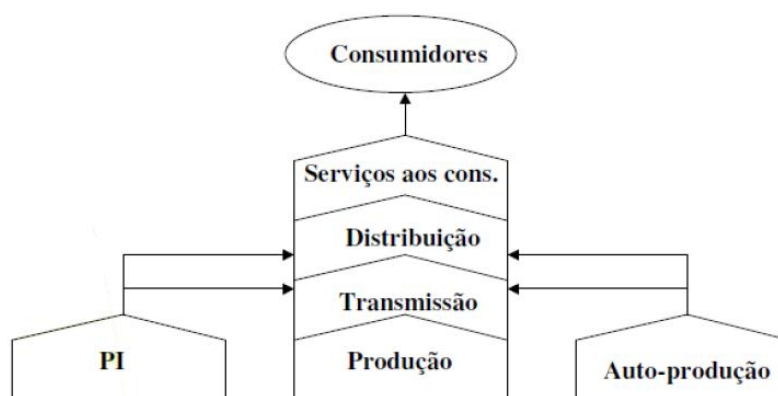


Figura 3.1 - Estrutura verticalmente integrada do sector eléctrico [4]

Em Portugal, a reestruturação do sector eléctrico começou em 1994 com a criação da Rede Eléctrica Nacional (REN), como subsidiária da EDP, dividindo assim pela primeira vez os encargos, visto que a REN ficou responsável pelo transporte. A liberalização continuou e a 14 de Novembro de 2001 foi assinado um protocolo entre o Governo Espanhol e o Português para a criação do Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL). No entanto, o MIBEL só entrou em funcionamento a 1 de Julho de 2007.

A reestruturação do sector eléctrico resultou na criação de novas empresas, resultando num aumento da competitividade em alguns segmentos. A rede transporte (RT) e a rede de distribuição (RD) continuam em regime de monopólio natural. Esta situação é inevitável pois é inviável, do ponto de vista económico e ambiental, a duplicação de redes na mesma área geográfica. Contudo esta actuação é compensada através de formas regulatórias adequadas e de regulamentação.

A figura 3.2 apresenta, de forma esquemática, a estrutura do modelo desagregado do sector eléctrico. Na figura 3.2 verifica-se que as áreas da produção (P), comercialização (C) e intermediação financeira (IF) são actividades fortemente competitivas.

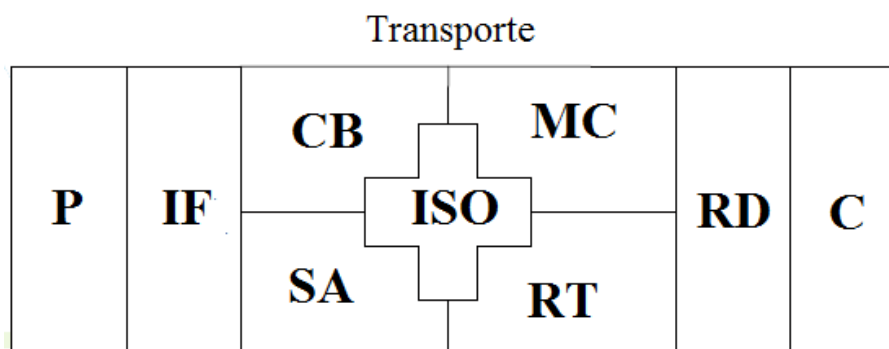


Figura 3.2 - Novo modelo desagregado do sector eléctrico [4], onde: P – Produção; IF – Intermediação financeira; CB – Contratos Bilaterais; MC – Mercados Centralizados; ISO – Operador de Sistema; SA - Serviços auxiliares ou serviços de sistema; RD – Rede de Distribuição e C - Comercialização

A intermediação financeira (IF) é um acordo celebrado entre o produtor de energia e um intermediário financeiro, o qual confere poderes ao intermediário financeiro para negociar a venda de energia.

Os contratos bilaterais (CB) relacionam de forma directa as entidades produtoras e os comercializadores. Estes contratos estabelecem acordos que definem o preço da electricidade e a quantidade de energia a produzir e a fornecer.

O operador do sistema (ISO – *Independent System Operator*) tem como funções a coordenação técnica da exploração do sistema eléctrico.

Os mercados centralizados (MC) recebem as propostas de compra e venda de energia eléctrica e o respectivo operador tem como função ordenar as propostas de compra e venda de acordo com o modelo de mercado, em anexo n.º 1.

### **3.1.MERCADO IBÉRICO DE ELECTRICIDADE – MIBEL**

A crescente internacionalização dos mercados e o aumento da competitividade da economia europeia tornou cada vez mais necessário a criação de mercados regionais de electricidade. Nesse sentido, e com o objectivo da criação de um mercado interno de energia a nível Europeu, o MIBEL correspondeu a mais um importante passo para a concretização desse mesmo objectivo. [5] A figura 3.3 apresenta os eventos mais relevantes para a formação do MIBEL.

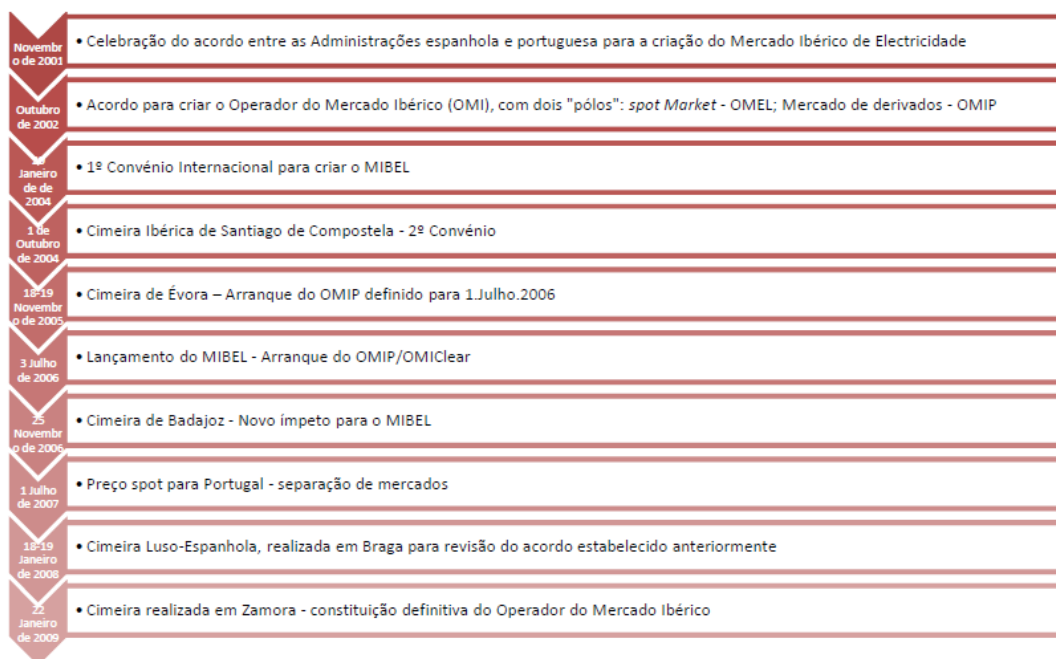


Figura 3.3 - Sequência cronológica de eventos relevantes para a formação do MIBEL [5]

### 3.1.1. ORGANIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE MIBEL

O MIBEL assenta num modelo misto, integra um Pool do tipo simétrico e voluntário, no qual se inclui o Mercado Diário e Intradiário, e o regime de contratos bilaterais físicos e financeiros. A contratação de energia eléctrica no MIBEL, pode processar-se através dos seguintes mercados [5]:

- ✓ Um mercado de contratação a prazo – estabelece compromissos relativos à produção e compra de energia;
- ✓ Um mercado *spot* de contratação à vista – engloba os mercados diários e intradiários, estabelece programas de compra e de venda de electricidade para o dia seguinte à negociação;
- ✓ Um mercado de contratação bilateral – os agentes contratam a compra e venda de energia eléctrica para diversos horizontes temporais.

#### 3.1.1.1. MERCADO DIÁRIO

O mercado diário é a plataforma onde se transacciona electricidade para entrega no dia seguinte à negociação. Este mercado forma preços para cada uma das 24 horas de cada dia do ano.[6]

Este mercado cruza as ofertas de compra e venda, por parte dos agentes registados para actuarem no mercado, indicando cada oferta o dia e a hora a que se reporta, o preço e a

quantidade de energia correspondentes. Como podemos ver na figura 3.4, o preço de mercado é determinado pela intersecção das curvas de oferta e de procura.

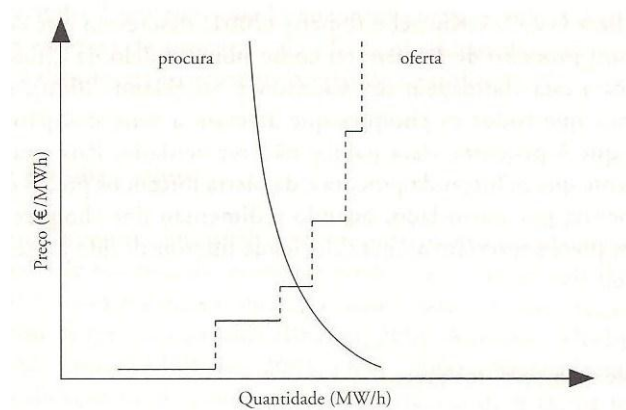


Figura 3.4 - Encontro entre a oferta e procura num mercado de electricidade [7]

As ofertas económicas de venda de energia eléctrica podem ser:

- ✓ Ofertas simples – os vendedores apresentam ofertas para cada período horário e unidade de produção da qual sejam titulares com expressão de preço e de uma quantidade de energia;
- ✓ Ofertas que integram condições complexas – satisfazendo com os requisitos para as ofertas simples, ainda integram algumas das condições técnicas ou económicas seguintes:
  - Condição de indivisibilidade – permite fixar um valor mínimo de funcionamento, no primeiro lanço de cada hora;
  - Graduação de Carga – permite estabelecer a diferença máxima entre a potência no início da hora e no final de uma hora da unidade de produção, evitando as mudanças bruscas nas unidades de produção que devido às suas características técnicas pode não ser possível;
  - Renumeração mínima – permite a realização de ofertas para todas as horas, tendo como condição: remuneração superior a uma quantidade fixa mais uma remuneração variável estabelecida por cada kWh alocado;
  - Paragem programada – no caso de a unidade de produção ter sido retirada do despacho por não cumprir a condição solicitada de remuneração mínima, realize uma paragem programada não superior a três horas.

Atendendo que o mercado diário compreende simultaneamente Portugal e Espanha, torna-se necessário ter em conta a capacidade disponível para o trânsito de energia para que os valores transaccionados não ultrapassem a capacidade física.

### 3.1.1.2. MERCADO INTRADIÁRIO

O mercado intradiário é uma plataforma complementar ao mercado diário, transaccionando electricidade para ajustar as quantidades transaccionadas no mercado diário. Este mercado foi concebido para ajustar de forma mais precisa e próxima do tempo real a oferta e a procura, resolvendo, assim possíveis desajustes em sucessivas etapas de programação e contribuindo para a estabilidade do sistema. Neste mercado, os agentes produtores podem comprar energia e os comercializadores vender energia [6]. As sessões de mercado estão retratadas na figura 3.5.



Figura 3.5 - Sessões do mercado intradiário [6]





# 4. MERCADOS DE EMISSÕES

## 4.1. ENQUADRAMENTO LEGAL

As Nações Unidas, assinaram em 1997 o Protocolo de Quioto que tem como objectivo combater efectivamente as alterações climáticas através da limitação e/ou redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). A meta global estabelecida era reduzir, até 2012, pelo menos em 5% as emissões de GEE comparativamente aos níveis de 1990. A meta da União Europeia e os seus Estados membros era reduzir as suas emissões de GEE em 8%, para isso definiram ao abrigo do compromisso comunitário de partilha de responsabilidades<sup>1</sup>, metas diferenciadas para cada Estado membro.

A Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro de 2003, criou um regime de comércio de emissões de gases de efeito estufa (GEE) na União Europeia. Ficando prevista a entrada em vigor do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) para Janeiro de 2005 por um período de três anos e posteriormente com períodos de vigência de cinco anos.

O Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território Português transpôs para a ordem jurídica interna esta directiva através do Decreto-Lei n.º 233/2004, de 14 de Dezembro e posteriormente alterado pelos seguintes Decretos-Lei n.ºs:

- ✓ 243-A/2004, de 31 de Dezembro;
- ✓ 230/2005, de 29 de Dezembro;
- ✓ 72/2006, de 24 de Março;
- ✓ 154/2009, de 6 de Julho;
- ✓ 30/2010, de 8 de Abril;
- ✓ 93/2010, de 27 de Julho;
- ✓ 252/2012, de 26 de Novembro.

Estes Decretos-Lei introduziram diversas alterações nomeadamente no que respeita a transposição do normativo comunitário e à introdução de alguns acertos técnicos.

A última alteração a Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho é a Directiva 2009/29/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, que visa

---

<sup>1</sup> Decisão 2002/358/CE, de 25 de Abril

melhorar e alargar o regime comunitário do CELE. A transposição para direito nacional ocorreu com a publicação do Decreto-Lei n.º38/2013, de 15 de Março.

#### **4.2. ATRIBUIÇÃO DE LICENÇAS DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> EM PORTUGAL**

Segundo o Protocolo de Quioto e o Acordo de Partilha de Responsabilidade da União Europeia, o objectivo para Portugal, no período 2008-2012, era não ultrapassar em mais de 27% as emissões registadas em 1990. Para atingir este objectivo no âmbito das alterações climáticas, em 2000, Portugal iniciou a preparação do Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) sendo aprovado na Resolução do conselho de Ministro n.º 119/2004. Sendo que na Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de agosto, houve uma revisão do PNAC, assim como da eficiência da sua implementação e definição de novas medidas políticas a aplicar.

Nos dois períodos de aplicação do CELE (2005-2007 e 2008-2012) as regras básicas consistiam na atribuição gratuita de licenças de emissão, na obrigação de monitorização, verificação e comunicação de emissões e na devolução de licenças de emissão no montante correspondente. [8]

Em Portugal, a atribuição gratuita de Licenças de Emissão de CO<sub>2</sub> realizava-se através do Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO<sub>2</sub> I e do Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO<sub>2</sub> II para os períodos 2005-2007 e 2008-2012, respectivamente. A elaboração destes ficou a cargo do grupo de trabalho, criado pelo governo através do Despacho conjunto n.º1083/2003 do Ministério das Finanças, da Economia e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Até ser aprovado em Conselho de Ministros o PNALE tem que passar por consulta pública e por um parecer da Comissão Europeia. O PNALE I e o PNALE II foram aprovados pela Comissão Europeia e posteriormente aprovados em Conselho de Ministros.

Com a finalidade de adquirir créditos de emissão de GEE foi criado o Fundo Português de Carbono, pelo Decreto-Lei n.º 71/2006, de 24 de Março. Assim, quando existe défice de licenças de emissões relativamente às emissões verificadas o fundo adquire licenças de emissões de forma a suprimir o défice.

## 4.2.1. PLANO NACIONAL DE ATRIBUIÇÃO DE LICENÇAS DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> I – RCM N.º 53/2005

O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO<sub>2</sub> (PNALE I ou PNALE 2005-2008) congrega quatro vertentes [9]:

- Incorporação dos resultados decorrentes do processo de consulta e recolha de informação das instalações abrangidas;
- Prossecução das directrizes da Comissão Europeia de interpretação dos critérios do anexo III da directiva [COM (2003) 830 final];
- Articulação com as políticas e medidas propostas no PNAC 2004;
- Decisões do Governo relativamente à estratégia de cumprimento das obrigações decorrentes do Protocolo de Quioto.

O PNALE 2005-2007, aprovado na Resolução de Conselho de Ministros n.º53/2005, fixou em 38,16 Mt CO<sub>2</sub> o total de licenças de emissão a atribuir anualmente às instalações no período de 2005-2007. Sendo este valor dividido em o valor a atribuir anualmente às actuais instalações, 35,40 Mt CO<sub>2</sub> (inferior relativamente às emissões verificadas em 2002) e o restante reservado para novas instalações, 2,8 Mt CO<sub>2</sub>; no caso de não ser utilizado este montante é cancelado. Os valores anteriormente apresentados foram obtidos de acordo com a metodologia da figura 4.1.

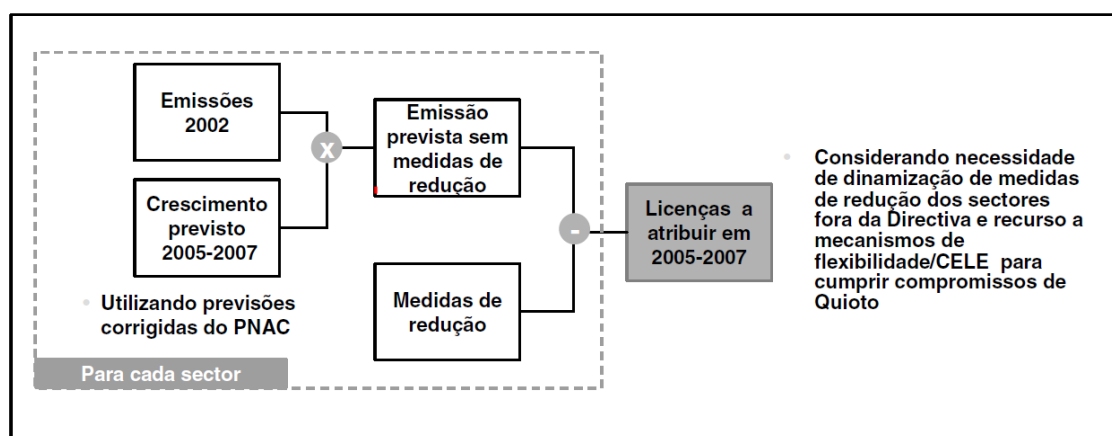


Figura 4.1 - Metodologia para a definição de licenças a atribuir em 2005-2007 [9]

A determinação da quantidade total de licenças de emissão a atribuir às instalações abrangidas pela directiva assume os valores médios dos cenários de referência «alto» e «baixo» do PNAC 2004, revistos de acordo com a incorporação de informação das instalações abrangidas.

Com a escolha do cenário «médio» de referência do PNAC 2004, assume implicitamente as taxas de crescimento do PIB de 3% por ano até 2015. Em relação aos sectores abrangidos pela directiva, isto traduz-se num crescimento do VAB de 3,7% por ano e de 1,5% por anos das emissões de CO<sub>2</sub> para 2005-2007.

A atribuição de licenças de emissão por sector de actividade, como podemos ver na figura 4.2, é realizada tendo por base o somatório das emissões históricas das instalações ou de projecções, em alguns casos específicos.

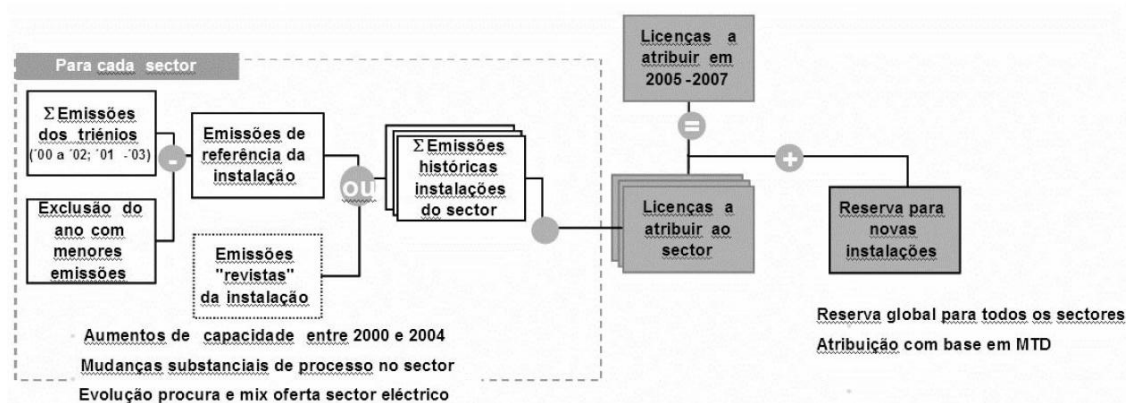


Figura 4.2 - Atribuição de licenças por sector para 2005-2007 [9]

A determinação de licença de emissão a atribuir por instalação é a média de dois anos dos triénios 2000-2002 ou 2001-2003, considerando-se apenas os dois anos com mais emissões porque o ano de menores emissões deve estar associado a anos em que o funcionamento da instalação não foi normal, como por exemplo grandes períodos de manutenção, quebras anormais de procura, entre outras.

Para o cálculo anterior tiveram-se em conta algumas excepções, para as instalações que aumentaram a capacidade ou transferiram as emissões para instalações de co-geração. Se a alteração ocorreu entre 2000 e 2002 então os anos anterior à alteração foram excluídos; se ocorreu entre 2000 e 2004 então foi considerada uma projecção definida pelo grupo de trabalho para as alterações climáticas, de acordo com os dados mais recentes de emissões e análise comparativa das emissões de instalações similares. Outra excepção considerada é para os sectores que verifiquem alterações significativas nas instalações ou da estrutura de mercado, para as quais são consideradas projecções em vez de informação histórica. Esta excepção aplica-se ao sector eléctrico, pois a atribuição incorpora a informação sobre a evolução da procura de energia e o mix de oferta de acordo com as projecções da DGEG (antiga DGGE).

Concluindo, a atribuição de licenças de emissão por sector é somatório das emissões ajustadas de cada instalação.

A atribuição de licenças por instalação, como podemos ver na figura 4.3, teve por base o somatório das emissões históricas do processo e das emissões históricas ajustadas de combustão, ou seja, sempre que se verificou exequível, as emissões foram recalculadas aplicando um combustível «médio» para cada subsector de actividades.

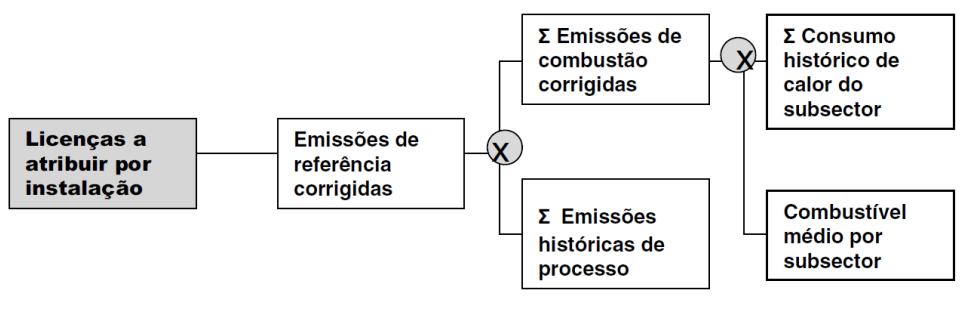


Figura 4.3 - Atribuição de licenças por instalação para 2005-2007 [9]

No anexo n.º 2 podemos ver um diagrama da metodologia de atribuição de licenças de emissão do PNALE 2005-2007.

#### 4.2.2. PLANO NACIONAL DE ATRIBUIÇÃO DE LICENÇAS DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> II – RCM N.º 1/2008

A proposta feita inicialmente à Comissão Europeia estabelecia como quantidade total de licenças a colocar no CELE de 37,90 Mt CO<sub>2</sub>/ano. De acordo com o conjunto das políticas e medidas adicionais (PMAs) do PNAC 2006 e as novas metas 2007 as projecções foram ajustadas para 34,94 Mt CO<sub>2</sub>/ano. A Comissão Europeia definiu como tecto para o CELE 34,81 Mt CO<sub>2</sub>/ano, valor inferior ao previsto nas projecções. Assim foi imposto um esforço adicional aos operadores existentes, em especial ao sector electroprodutor. O Fundo Português de Carbono, objecto de dotação plurianual por parte do Estado Português, permite adquirir os créditos correspondentes ao défice remanescente.

O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO<sub>2</sub> (PNALE II ou PNALE 2008-2012) aprovado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, de 4 de Janeiro. O PNALE 2008-2012 fixou o total de licenças de emissão a atribuir em 30,5 Mt CO<sub>2</sub> por ano, ou seja 152,5 Mt CO<sub>2</sub> no período 2008-2012. O valor anterior não contempla a reserva para novas instalações, portanto a esse valor acresce 21,5 Mt CO<sub>2</sub>, ou seja, 4,3 Mt CO<sub>2</sub> por ano.

As quantidades de licenças de emissão a atribuir por sector, à excepção do sector electroprodutor, resultaram de uma metodologia *bottom-up*, instalação a instalação, com base nas necessidades e no potencial de redução de emissões. O método de base histórica foi adoptado para a generalidade das instalações. No caso do sector electroprodutor centralizado do continente, o volume de licenças a atribuir foi obtido deduzindo do tecto fixado para o período 2008-2012 as seguintes parcelas:

- i) Volume de licenças fixado para a reserva de novas instalações;
- ii) Volume de licenças atribuído às instalações dos restantes sectores de actividade e às instalações electroprodutoras da Regiões Autónomas, considerando as emissões de referência para cada instalação.

Para as instalações do sector eléctrico das regiões autónomas responsáveis pela segurança do abastecimento, a atribuição de licenças de emissão teve como base projecções, considerando a evolução da procura, o grau de utilização da capacidade produtiva, os esforços de eficiência energética e de utilização de energias renováveis.

Para as instalações electroprodutoras do continente, a atribuição de licença de emissão foi baseada no método histórico, excepto no caso das centrais de ciclo combinado a gás natural. Os resultados anteriores foram corrigidos de acordo com as medidas relativas à política energética adoptada pelo Governo Português, nomeadamente o descomissionamento das centrais a gasóleo e a fuel e a substituição de 5% do consumo de carvão por biomassa.

A diferença entre as licenças atribuídas nos PNALEs não representa apenas os esforços realizados para a redução de emissões, mas sobretudo o facto de as bases históricas serem diversas. A tabela 4.1 sumariza a atribuição de licenças do PNALE 2008-2012.

Tabela 4.1 - Atribuição de Licenças de Emissão por Sector [10]

Sector / Subsector	PNALE I	PNALE II (s/ NIs 2005/07)	PNALE II vs. PNALE I	"Novas Inst." 2005-2007	PNALE II (âmbito actual)
<b>Oferta de Energia</b>	<b>26 754</b>	<b>18 807</b>	<b>-29.7%</b>	<b>840</b>	<b>19 648</b>
Sector electroprodutor	20 969	13 528	-35.5%	474	14 002
Refinarias	3 266	3 048	-6.7%		3 048
Cogeração	2 519	2 231	-11.4%	366	2 598
<b>Indústria</b>	<b>10 144</b>	<b>9 810</b>	<b>-3.3%</b>	<b>434</b>	<b>10 244</b>
Cimentos e cal	7 135	7 032	-1.4%		7 032
Cimentos	6 828	6 744	-1.2%		6 744
Cal	308	289	-6.2%	175	464
Ceramica	1 160	977	-15.8%	103	1 080
Ceramica (só e/ou)	577	568	-1.7%		568
Vidro	681	663	-2.7%	104	767
Pasta e Papel	363	338	-6.9%	19	357
Metais Ferrosos	309	335	8.6%		335
Outros - Instalação de Combustão	496	464	-6.4%	32	496
<b>Total Instalações Existentes -&gt;</b>	<b>36 898</b>	<b>28 617</b>	<b>-22.4%</b>	<b>1 274</b>	<b>29 891</b>
Outros - Reserva novos entrantes	1 262				
<b>TOTAL &gt;&gt;&gt;&gt;</b>	<b>38 160</b>				

Pela tabela 4.1 concluiu-se que o sector com maior esforço para reduzir as suas emissões, relativamente ao período 2005-2007, referente ao PNALE I, é o sector electroprodutor. O subtotal das licenças de emissão atribuídas ao sector electroprodutor teve que ser ajustado ao valor disponível, por um factor de redução proporcional a cada instalação.

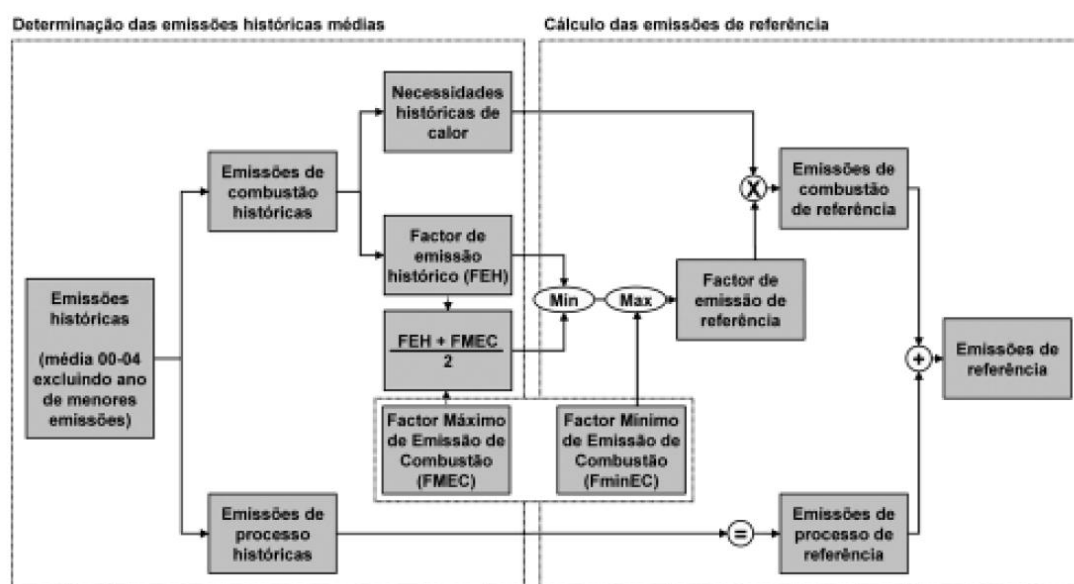


Figura 4.4 - Atribuição de Licenças de Emissão a cada instalação [10]

A quantidade de licenças de emissão a atribuir a cada instalação, como podemos ver na figura 4.4, tem por base o método histórico. Considerando o período 2000-2004 para determinação das emissões históricas médias, desde que essa informação seja relevante. As informações históricas são relevantes quando as instalações não sofrem alterações de maior no período correspondente ou um aumento das emissões resultante de um crescimento sustentado da

produção superior a 20%, entre o primeiro e o último biénio do período. Quando são verificadas alterações então é necessário adequar por forma a obter-se a melhor estimativa possível.

A atribuição de licenças de emissão de acordo com o método histórico baseia-se na seguinte equação:

$$LE = NCH \times FEC \times EPH$$

em que:

LE – Licenças de Emissão a atribuir à instalação, em toneladas de CO<sub>2</sub>;

NCH – Necessidades de Calor Históricas, em TJ – média simples do calor gerado por combustão nos equipamentos abrangidos da instalação entre 2000 e 2004, excluindo o ano de menores emissões;

EPH – Emissões de Processo Históricas, em t-CO<sub>2</sub> – média simples das emissões de processo nos equipamentos abrangido da instalação entre 2000 e 2004, excluindo o ano de menores emissões.

FEC – Factor de Emissão de Combustão, em t-CO<sub>2</sub>/TJ – e pode assumir os seguintes valores:

- ✓ Factor de emissão de combustão da instalação, se for superior ao FminEC (factor mínimo de emissão de combustão) e inferior ao FMEC (factor máximo de emissão de combustão);
- ✓ Média aritmética entre o factor de emissão da instalação e o FEMC, no caso de factor de emissão da instalação ser superior ao FMEC;
- ✓ FminEC, no caso do factor de emissão da instalação ser inferior ao FMEC.

O factor máximo de emissão de combustão, FMEC, actua como um majorante do factor de emissão de combustão no cálculo das licenças atribuídas às instalações, traduzindo o esforço da eficiência energética. O FMEC corresponde ao valor do percentil 25 do conjunto de valores das emissões de combustão específicas (t CO<sub>2</sub>/TJ) de cada instalação no período entre 2000 e 2004.

O factor mínimo de emissão de combustão, FminEC, é equivalente a 10% do factor de emissão do gás natural (5,582 t CO<sub>2</sub>/TJ) e tem como objectivo incentivar a utilização de biomassa como combustível e salvaguardar o risco da falha de abastecimento ou qualquer avaria no equipamento de combustão que implique a utilização temporária de outro combustível.



### 4.3. EVOLUÇÃO DO PREÇO DAS LICENÇAS DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

A criação do CELE tinha como principal objectivo reduzir as emissões dos gases com efeito estufa através da atribuição gratuita de licenças de emissão e as instalações que verificassem emissões de GEE superior à licença atribuída, teriam que recorrer ao CELE para adquirir a diferença.

Durante os dois períodos de vigência do CELE, 2005-2007 e 2008-2013, o método para atribuição de licenças de emissão gratuitas tinha como base as emissões históricas, método que beneficiou principalmente as instalações que produzem mais emissões. Assim, a procura por licenças de emissão e/ou créditos de carbono foi reduzida em relação à oferta provocando uma redução significativa do preço no CELE, figura 4.5.

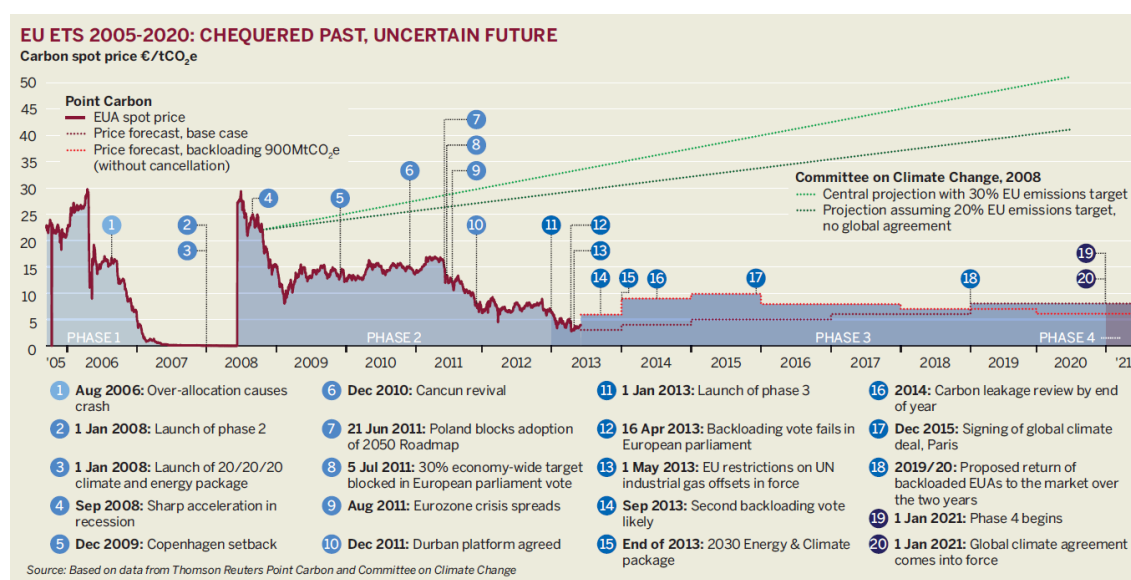


Figura 4.5 - Evolução dos preços no CELE, em €/tCO<sub>2</sub> [11]

A nova directiva CELE – Directiva n.º 2009/29/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril – pretende melhorar e alargar o regime comunitário de comércio de licenças de emissão de GEE. Esta directiva prevê reduzir as emissões de GEE a fim de contribuir para atingir os níveis considerados cientificamente necessários para evitar as alterações climáticas. Em Portugal, o novo período do CELE é regulado pelo Decreto-lei n.º 38/2013, de 15 Março, alargando a novos gases e sectores, sendo a quantidade total de licenças de emissão determinada a nível comunitário e a atribuição de licenças de emissão efectuadas por leilão, mantendo-se marginalmente a atribuição gratuita, mediante recurso a *benchmarks* definidos a nível comunitários.

A atribuição gratuita de licenças de emissão, baseada em *benchmarks*, corresponde inicialmente a 80% da quantidade determinada e diminuirá anualmente em quantidades iguais, resultando em 30% de atribuição gratuita em 2020 e alcançando a eliminação total desta em 2027. As receitas geradas pelos leilões serão receitas do FPC e contribuem para o desenvolvimento de uma economia competitiva e de baixo carbono.[8]

Atendendo que nem todos os países têm preocupações ambientais, um mercado de emissões demasiado rigoroso e competitivo ao nível dos preços pode influenciar de forma negativa a economia, sobretudo a europeia, devido ao impacto que este custo pode acrescer no preço final de certos produtos e perdendo assim competitividade relativamente aos países sem preocupações ambientais.

# 5. OBSERVATÓRIO DO CUSTO MÉDIO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A criação do Observatório do custo da eficiência energética é um projecto a médio prazo, de que esta dissertação e a correspondente implementação de um protótipo constituem uma tentativa de prova de conceito. O objectivo central, além de outros objectivos subsidiários, consiste em contornar a típica barreira de défice de informação, existente no público em geral, referente à importância da promoção da eficiência energética para economizar energia. Pretende-se que os resultados obtidos através do observatório sejam disponibilizados num sítio *online*. A função deste observatório não pode ser concretizada cabalmente sem fornecer ao público valores de referência que possam ser comparados com os valores de custo de implementação de programas de eficiência energética. Assim, o observatório compara o custo médio de poupar energia, o custo médio de produzir energia e o custo médio da Produção em Regime Especial (PRE) e também determina a redução do consumo devida à implementação de medidas de eficiência energética, bem como a redução de emissões de CO<sub>2</sub> associadas e o respectivo benefício económico.

## 5.1. FONTES DE INFORMAÇÃO

Nesta fase embrionária do observatório, as fontes de informação são dados públicos de diversas entidades. A médio prazo antecipa-se que os consumidores poderão fazer *upload* de dados relativos a medidas de eficiência concretizadas nas suas instalações e, posteriormente, poderão também ser estabelecidos acordos de partilha de dados com diversas entidades. Em ambos os tipos de colaboração deverá ser garantido o sigilo dos dados.

### 5.1.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Existem diversos programas de apoio e promoção da eficiência energética mas, na pesquisa realizada, verificou-se que apenas o Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Eléctrica (PPEC), da responsabilidade da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) disponibiliza resultados suficientemente informativos e fiáveis. Assim, nesta fase embrionária do observatório apenas o PPEC foi fonte de informação no que diz respeito a concretização de medidas de eficiência energética.

### **5.1.1.1. PPEC**

O PPEC já conta com quatro edições e a quinta edição já fechou as candidaturas, estando para breve a publicação das medidas aprovadas e as respectivas previsões de investimento e poupanças de energia.

As medidas dos PPECs classificam-se em tangíveis e intangíveis, sendo as medidas tangíveis ainda subdivididas de acordo com os seguintes segmentos de mercado: indústria e agricultura; comércio e serviços; residencial. Nas medidas intangíveis é difícil acautelar satisfatoriamente a incerteza associada à contabilização da redução do consumo associada a cada medida, pelo que não são consideradas neste trabalho.

O financiamento necessário para a implementação das medidas aprovadas é repartido pelo PPEC, pelos recursos próprios investidos pelo promotor e seus parceiros e ainda pelas participações dos consumidores beneficiários das medidas. Geralmente, a maior fatia de financiamento provém do PPEC.

No anexo n.º 3 apresenta-se o resumo das medidas aprovadas em cada edição do PPEC. De salientar que as medidas respeitantes à correcção do factor de potência também foram excluídas deste trabalho por não terem uma expressão comparável à de outras medidas tangíveis no que diz respeito à poupança de energia e porque a ERSE passou a partir de certa altura a penalizar propostas de medidas deste tipo por corresponderem a investimentos facilmente recuperáveis pelos consumidores e, portanto, menos adequados a receberem apoios do Programa.

### **5.1.2. EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>**

A produção de electricidade em centrais termoeléctricas liberta gases poluentes, tais como: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) e partículas, sendo o CO<sub>2</sub> o principal gás libertado, contribuindo maioritariamente para o agravamento do efeito de estufa. As centrais da EDP possuem tecnologias de redução das emissões, dessulfuração, desnitrificação e despoeiramento, limitando a libertação de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e partículas.

A EDP Serviço Universal, comercializador de último recurso regulado, disponibiliza aos seus clientes o *mix* de produção e as emissões específicas de CO<sub>2</sub>, como se cita na tabela 5.1, com o objectivo de que os seus clientes conheçam as consequências ambientais da energia que consomem, procurando assim promover uma maior racionalização na utilização da energia.

Tabela 5.1 - Evolução das emissões específicas de CO<sub>2</sub> [12]

RESUMO	2010	2011	2012	Jan-13	Fev-13	Mar-13	Abr-13	Mai-13	Jun-13
CO <sub>2</sub> (g/kWh)	226,7	238,3	228,6	112,4	149,83	56,81	59,51	148,55	207,38

Os dados relativos as emissões de CO<sub>2</sub> entre 2007 e 2010 não são passíveis de se obterem com fiabilidade.

A SENDECO2, Bolsa Europeia de Licenças de Emissão de Dióxido de Carbono (EUAs) e Créditos de Carbono (CERs), permite a negociação de Licenças de Emissão e Créditos de Carbono entre os operadores, proporcionando aos participantes uma plataforma fácil, segura e eficiente, traduzindo-se num maior e melhor intercâmbio das Licenças de Emissão entre participantes. O principal objectivo assumido pela SENDECO2 é contribuir significativamente para a melhoria do Meio Ambiente mediante a redução global da emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera.

A bolsa SENDECO2 funciona em todos os dias úteis, disponibilizando diariamente o preço de fecho de mercado. Para se obter o preço médio anual, tal como ilustrado na tabela 5.2, procedeu-se à média aritmética dos valores diários [13].

Tabela 5.2 - Preço médio aritmético da EUA na bolsa SENDECO2

Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Preço médio aritmético (€/ton)	22,02	13,06	14,32	12,89	7,33

### 5.1.3. PRODUÇÃO EM REGIME ESPECIAL – PRE

De acordo com a organização actual do sector eléctrico a produção de electricidade divide-se em dois regimes: Produção em Regime Ordinário (PRO) e Produção em Regime Especial (PRE). A PRO diz respeito à produção com base em fontes tradicionais não renováveis e em grandes centrais electroprodutoras hídricas, enquanto a PRE diz respeito à produção a partir de fontes de energia renováveis e cogeração.

Na década 2001 – 2010 a contribuição anual da PRE para satisfação do consumo teve um crescimento muito acentuado, abrandando nestes últimos anos. Em 2012, a PRE contribuiu em cerca de 40% para a satisfação do consumo e os dados já disponíveis de 2013 demonstram que a contribuição mensal da PRE para satisfação do consumo é superior ao verificado em igual período de 2012.

Em 2012, a PRE representava cerca de 35% da potência instalada no Sistema Eléctrico Nacional (SEN). O crescimento da PRE deve-se sobretudo ao sobrecusto da PRE, ou seja, a produção em regime especial é adquirida aos produtores a um preço superior ao preço de referência do mercado regulado, como se pode ver nas figuras 5.1 e 5.2.

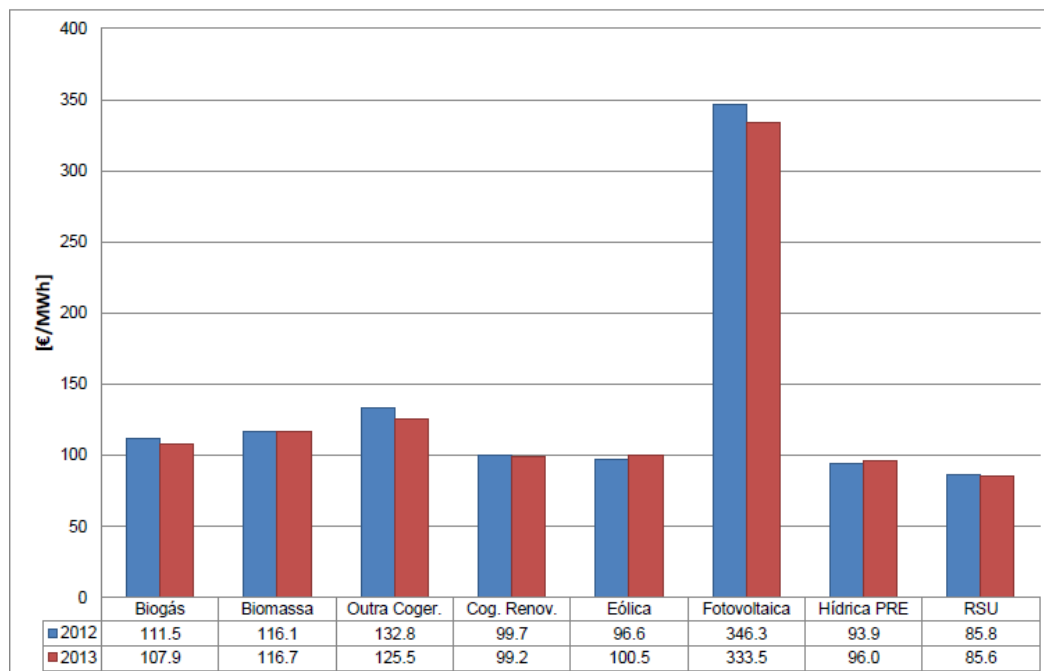


Figura 5.1 - Custo médio por tecnologia de PRE [14]

### 5.1.4. MIBEL

A actual organização do sector eléctrico, com concorrência na actividade de comercialização, não permite a utilização de valores de aquisição pelo consumidor final.

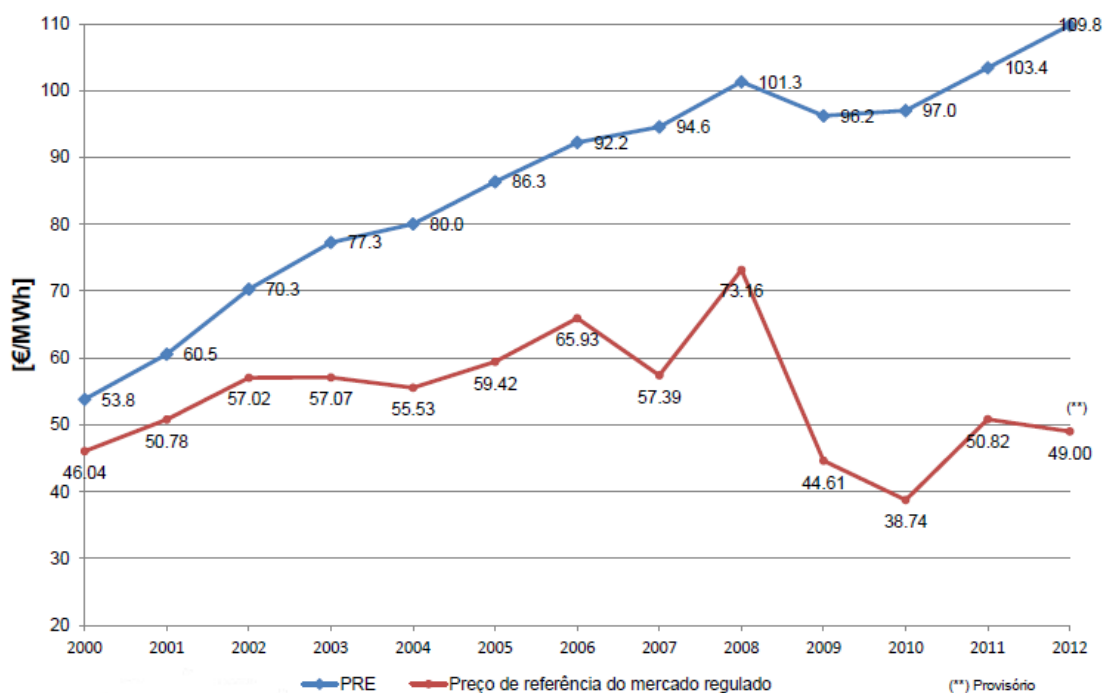


Figura 5.2 - Preço da produção em regime especial e preço de referência do mercado regulado [14]

Assim, a necessidade de comparar o custo da poupança de electricidade com o custo de aquisição levou a optar pelo uso de um valor de referência disponível, embora relativo ao mercado grossista, no âmbito do MIBEL. A ERSE elabora relatórios mensais do Mercado Ibérico de Electricidade com a caracterização do mercado Ibérico e com informações relevantes do mercado diário e intradiário, do mercado a prazo e do mercado de contratação bilateral e com referências aos principais mercados europeus de energia eléctrica. O observatório só considera o mercado diário e intradiário, ou seja, a comparação do custo médio de poupar energia é feita com o preço médio aritmético mensal do mercado diário e intradiário, figura 5.2 e 5.3.

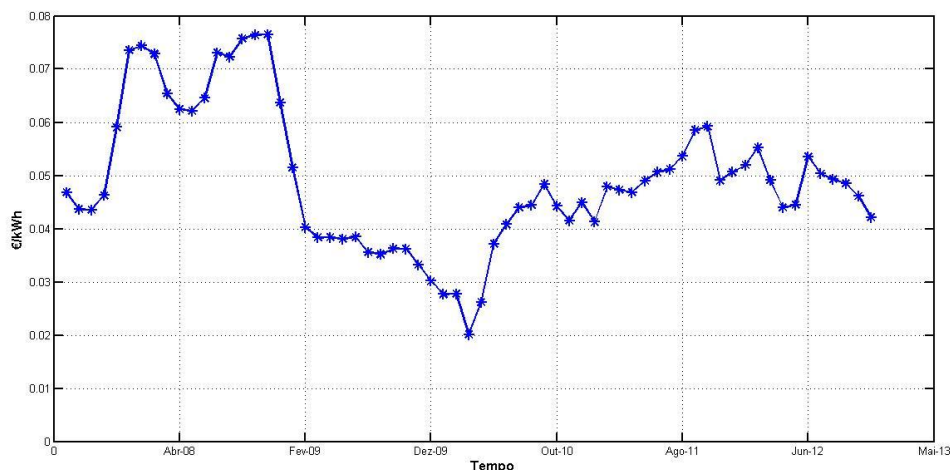


Figura 5.3 - Preço médio aritmético mensal do MIBEL [15]

## 5.2. TRATAMENTO DE DADOS

Nesta secção apresentam-se o tratamento de dados realizado pelo observatório. A figura 5.4 é um esquema resumido do observatório do custo da eficiência energética.

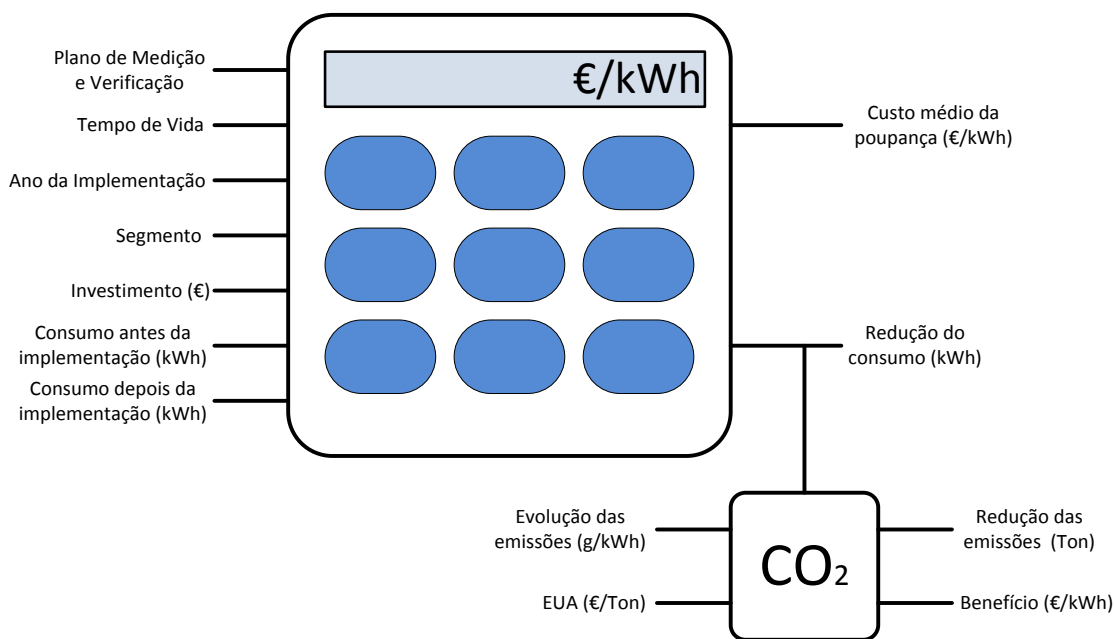


Figura 5.4 - Esquema do observatório

### 5.2.1. ENTRADAS & SAÍDAS

O observatório determina o consumo evitado, a redução de emissões de CO<sub>2</sub> associada e o custo médio de poupar energia através de medidas de eficiência energética. Para determinar estes outputs o observatório necessita dos seguintes dados: o plano de medição e verificação, o tempo de vida, o ano de implementação, o segmento da economia, o investimento, os consumos antes e



depois da implementação da medida de eficiência energética, a evolução das emissões de CO<sub>2</sub> e o preço de mercado das licenças de emissão (EUAs). Com o intuito de reforçar a importância da promoção da eficiência energética também são necessários os seguintes dados: o custo médio anual da produção em regime especial e o preço médio mensal da electricidade no MIBEL.

Os dados recolhidos apenas são considerados válidos depois de uma análise do plano de medição e verificação, garantindo-se desta forma a confiabilidade dos dados. Quando as entidades que voluntariamente aderirem ao observatório não enviarem o plano de medição e verificação ou este não garanta a confiabilidade dos dados, estes são armazenados numa zona que não permite o seu uso nos cálculos dos valores exibidos ao público e, simultaneamente, são associados a um contacto constante de uma agenda de contactos, com a finalidade de, entrando em contacto com estas entidades, as aconselhar a implementarem métodos para a obtenção de resultados fiáveis e que possam ser usados no observatório. Nesta fase embrionária do observatório, em que apenas se consideram dados dos PPEC's, embora os planos de medição e verificação das medidas não estejam disponíveis ao público, a confiabilidade dos dados é garantida pelos requisitos de garantia dos dados e pelos procedimentos de verificação sistemática adoptados pela ERSE, referentes aos PPEC's.

A informação temporal referente a cada medida de eficiência energética, incluindo o ano da implementação e o tempo de vida esperado, permite que após expirar a vida útil das tecnologias implementadas, os dados sejam excluídos dos cálculos do observatório e entrem também numa agenda de contactos, tendo em vista obter informações sobre as medidas e/ou tecnologias que possam ter entretanto sido implementadas, garantindo-se assim a renovação dos dados do observatório.

Os dados recolhidos são classificados de acordo com o tipo de instalação em industrial, residencial ou serviços. Quando o observatório vier a ter muitos acordos de colaboração poderá ser útil subdividir o segmento industrial de acordo com o tipo de indústria e criar um segmento para agricultura, que nesta fase está englobado no industrial.

### **5.2.2. PRESSUPOSTOS E CONSIDERAÇÕES**

Para a determinação dos outputs do observatório fizeram-se considerações e assumiram-se pressupostos que se revelaram necessários, os quais são expostos neste ponto.

O investimento realizado pelo consumidor em tecnologia eficiente não pode apenas considerar o custo do novo equipamento pois, no caso de o antigo ainda estar em funcionamento, este ainda tem um valor residual no momento da substituição. Assim, o investimento deve ser

diluído ao longo de tempo de vida do novo equipamento. Por forma a simplificar, o investimento é dividido pelo tempo de vida, tendo um custo constante todos os anos. A taxa de amortização é calculada pela seguinte equação:

$$A_i = \frac{I_i}{TdV_i}$$

em que:

$A_i$  – Amortização no ano, em €, da medida  $i$  ;

$I_i$  – Investimento, em €, da medida  $i$  ;

$TdV_i$  – Tempo de vida útil, em anos, da medida  $i$  .

Quanto à contabilização de benefícios, também não é correcto adoptar sempre como referência a tecnologia *standard* do mercado, pois quando o equipamento antigo ainda está em funcionamento as poupanças são maiores. Mas também não é correcto considerar como referência o antigo equipamento, durante a totalidade da vida do novo equipamento. Então opta-se por um método simplificado, adoptado pela ERSE para fins semelhantes no âmbito da avaliação das medidas candidatas ao PPEC: define-se que durante 25% do tempo de vida do novo equipamento a referência é o equipamento antigo e no restante tempo de vida a referência é o equipamento *standard* disponível no mercado.

Para determinar a redução anual das emissões de CO<sub>2</sub> e o correspondente benefício anual, consideram-se as emissões específicas de CO<sub>2</sub> do ano em causa de acordo com o *mix* de produção e o preço médio das EUA na bolsa SENDECO<sub>2</sub>.

### 5.2.3. MÉTODOS DE CÁLCULO

Os dados de medidas que apresentem um plano de medição e verificação que garanta a confiabilidade e que ainda não tenham ultrapassado o período de vida útil são utilizados para determinar o consumo evitado e o custo médio anual, por kWh, de poupar energia.

O consumo evitado, por medida, é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$CE_i = CA_i - CD_i$$

em que:

$CE_i$  – Consumo evitado no ano, em kWh, pela medida  $i$  ;

$CA_i$  – Consumo antes da implementação da medida  $i$  de eficiência energética, em kWh.

$CD_i$  – Consumo depois da implementação da medida  $i$  de eficiência energética, em kWh.

O consumo evitado anual é o somatório dos consumos evitados de todas as medidas implementadas nesse ano, desde que ainda não tenham ultrapassado o seu tempo de vida útil.

Assim:

$$CE_{/ano} = \sum_{i=1}^{N_a} CE_i$$

em que:

$CE_{/ano}$  – Consumo evitado no ano, em kWh;

$CE_i$  – Consumo evitado no ano, em kWh, pela medida  $i$  ;

$N_a$  – Número total de medidas incluídas no observatório num dado ano.

O consumo evitado anual por segmento é o somatório dos consumos evitados de todas as medidas implementadas por segmento, desde que ainda não tenham ultrapassado o seu tempo de vida útil. Assim:

$$CE_{/segmento} = \sum_{i=1}^{N_s} CE_i$$

em que:

$CE_{/segmento}$  – Consumo evitado por segmento, em kWh;

$CE_i$  – Consumo evitado no ano, em kWh, pela medida  $i$  ;

$N_s$  – Número total das medidas activas num dado ano relativas ao segmento em causa.

O consumo evitado anualmente por PPEC, embora seja limitativo relativamente a medidas de outras proveniências no futuro, pode ser calculado do modo apresentado a seguir, no âmbito do primeiro protótipo do observatório. No futuro, esta quantidade deverá ser calculada para todas

as medidas activas num dado ano que estejam carregadas no observatório. É o somatório dos consumos evitados de todas as medidas implementadas por PPEC, desde que ainda não tenham ultrapassado o seu tempo de vida útil. Assim:

$$CE_{/PPEC} = \sum_{i=1}^{N_{PPEC}} CE_i$$

em que:

$CE_{/PPEC}$  – Consumo evitado por segmento, em kWh;

$CE_i$  – Consumo evitado no ano, em kWh, pela medida  $i$  ;

$N_{PPEC}$  – Número total das medidas activas num dado ano relativas ao PPEC em causa.

O custo médio anual da unidade de energia (kWh) não consumida devido a uma medida, é o quociente da amortização pelo consumo evitado, como mostra a seguinte equação:

$$P_i = \frac{A_i}{CE_i}$$

em que:

$P_i$  – Custo médio anual da medida  $i$  , em €/kWh;

$A_i$  – Amortização no ano, em €, da medida  $i$  ;

$CE_i$  – Consumo evitado no ano, em kWh, pela medida  $i$  ;

O custo médio anual, por segmento, de poupar energia é o quociente do somatório da amortização das medidas válidas do segmento pelo somatório do consumo evitado das medidas válidas do segmento, como mostra a seguinte equação:

$$P_{segmento} = \frac{\sum_{i=1}^{N_s} A_i}{\sum_{i=1}^{N_s} CE_i}$$

em que:

$P_{segmento}$  – Custo médio anual por segmento, em €/kWh;

$A_i$  – Amortização no ano, em €, da medida  $i$  ;

$CE_i$  – Consumo evitado no ano, em kWh, pela medida  $i$  ;

$N_s$  – Número total das medidas activas num dado ano relativas ao segmento em causa.

O custo médio anual de poupar energia, por PPEC, tendo por base considerações análogas às tecidas para o cálculo da energia não consumida por PPEC, referidas atrás, é o quociente do somatório da amortização das medidas válidas do PPEC pelo somatório do consumo evitado das medidas válidas do PPEC, como mostra a seguinte equação:

$$P_{/PPEC} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{PPEC}} A_i}{\sum_{i=1}^{N_{PPEC}} CE_i}$$

em que:

$P_{/PPEC}$  – Custo médio anual por PPEC, em €/kWh;

$A_i$  – Amortização no ano, em €, da medida  $i$  ;

$CE_i$  – Consumo evitado no ano, em kWh, pela medida  $i$  ;

$N_{PPEC}$  – Número total das medidas activas num dado ano relativas ao PPEC em causa.

O custo médio unitário anual global da energia não consumida é o quociente do somatório da amortização de todas as medidas válidas pelo somatório do consumo evitado de todas as medidas válidas, como mostra a seguinte equação:

$$P_{global} = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} A_i}{\sum_{i=1}^{N_a} CE_i}$$

em que:

$P_{global}$  – Custo médio unitário, em €/kWh;

$A_i$  – Amortização no ano, em €, da medida  $i$  ;

$CE_i$  – Consumo evitado, em kWh, pela medida  $i$ ;

$N_a$  – Número total de medidas incluídas no observatório num dado ano.

A redução das emissões de CO<sub>2</sub> é obtida pelo produto da redução do consumo num ano pelo valor das emissões específicas desse ano, de acordo com a seguinte equação:

$$E_{CO_2} = CE_{/ano} \times e_{CO_2}$$

em que:

$E_{CO_2}$  – Redução das emissões de CO<sub>2</sub> no ano, em g;

$CE_{/ano}$  – Consumo evitado no ano, em kWh;

$e_{CO_2}$  – Emissões específicas do ano  $y$ , em g/kWh, de acordo com a tabela 5.1.

O benefício económico anual da redução das emissões de CO<sub>2</sub> é o produto das emissões específicas pelo preço médio aritmético anual das licenças de emissão (EUA) na bolsa SENDECO<sub>2</sub>. Assim:

$$B_{CO_2} = e_{CO_2} \times EUA$$

em que:

$B_{CO_2}$  – Benefício económico da redução das emissões de CO<sub>2</sub>, em €/kWh;

$e_{CO_2}$  – Emissões específicas do ano, em g/kWh, de acordo com a tabela 5.1.

$EUA$  – Preço médio aritmético anual da licenças de emissão, em €/g.

#### **5.2.4. CARACTERIZAÇÃO DA INCERTEZA**

Uma instalação eléctrica altera os seus consumos de ano para ano e não pode afirmar-se que seja só devido à implementação de tecnologia mais eficiente ou aumento da capacidade de produção e respectivo aumento energético, pois há uma série de factores externos e difíceis de rastrear que podem influenciar alterações nos consumos. Por exemplo, um ano mais frio requer mais gastos em aquecimento relativamente a um ano menos frio; a avaria de uma máquina durante um período de tempo.

A dificuldade de contabilizar os custos de certas medidas que indirectamente reduzem os consumos de energia contribuem para a incerteza do resultado do observatório. As medidas que visam alterar o comportamento humano de forma a poupar energia podem ter bastante impacto na redução dos consumos, mas a associação de um custo à redução do consumo é dificilmente objectivável. Uma possibilidade seria avaliar o comportamento dos consumidores abrangidos por estas medidas e mesmo assim não seria garantido um grau de incerteza reduzido. A melhoria dos isolamentos para que o edifício seja mais eficiente termicamente e a instalação de colectores solares são exemplos de outras intervenções cujo impacto na redução dos consumos é difícil de estimar.

Os resultados obtidos nesta fase embrionária do observatório em que apenas foram considerados os dados dos PPEC são ainda pouco representativos para se afirmar que são suficientemente abrangentes para caracterizar o custo médio de poupar energia em Portugal. Porém, com novas adesões e colaborações o observatório pode obter resultados com grau de incerteza reduzido.

### 5.3. PRÉ-ESPECIFICAÇÃO E RESULTADOS

Neste ponto apresentam-se os resultados obtidos pelo observatório e a análise dos mesmos. Os resultados apresentados por PPEC e por segmento são apenas relativos ao ano de 2013. A tabela 5.3 e a figura 5.5 apresentam o consumo evitado, em GWh, por PPEC e o custo médio, em kWh, por PPEC. Os dados utilizados foram os dados das previsões da ERSE, calculados com as estimativas de poupança das medidas apresentadas aos concursos que vieram a ser financiadas, porque só se encontra disponível o relatório final do balanço e resultados do PPEC 2007.

Tabela 5.3 - Consumo evitado e custo médio de poupar energia por PPEC

PPEC	Consumo evitado (GWh)	Custo médio (€/kWh)
2007	38,74	0,0280
2008	77,36	0,0164
2009/2010	369,05	0,0060
2011/2012	273,45	0,0093

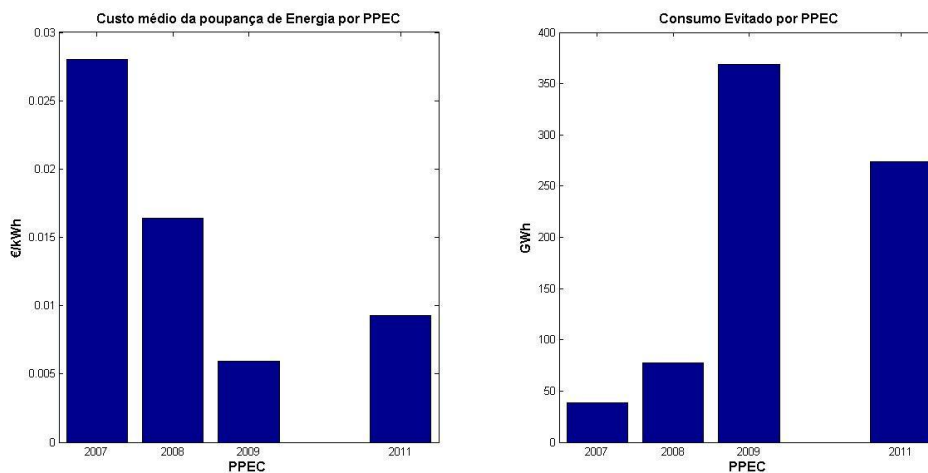


Figura 5.5 - Custo médio e consumo evitado por PPEC

Determinando o consumo evitado e o custo médio de poupar energia para os dados do relatório final de balanço e resultado do PPEC 2007, obtemos para um consumo evitado de 64,65 GWh, tendo o custo médio poupar energia sido igual a 0,0158 €/kWh. Podemos concluir que, aproximadamente, se poupou o dobro da energia com metade do custo médio previsto.

A figura 5.6 apresenta o consumo evitado, em GWh, por segmento e o custo médio, em kWh, por segmento.

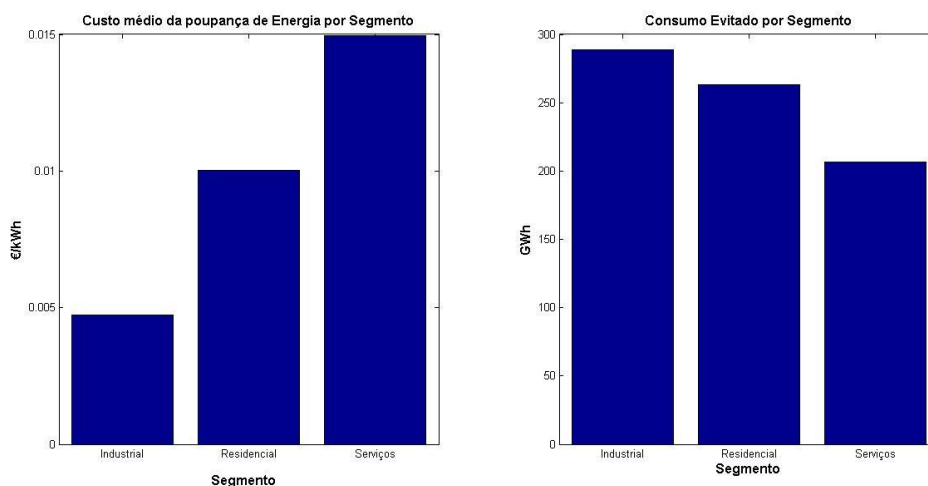


Figura 5.6 - Custo médio e consumo evitado por segmento

Até 2012, inclusive, no segmento industrial prevê-se a redução de 288,93 GWh, sendo o custo médio de poupar energia 0,0047 €/kWh; no segmento residencial verificou-se uma redução de 263,18 GWh, sendo o custo médio de poupar energia 0,0100 €/kWh e finalmente no segmento dos serviços verificou-se a redução de 206,49 GWh, sendo o custo médio de poupar energia 0,0149 €/kWh.



A figura 5.7 apresenta o custo médio anual estimado de poupar energia, tendo em conta em cada ano o efeito acumulado das medidas válidas nesse ano, o benefício económico de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, o custo médio da electricidade no MIBEL e o sobrecusto da PRE.

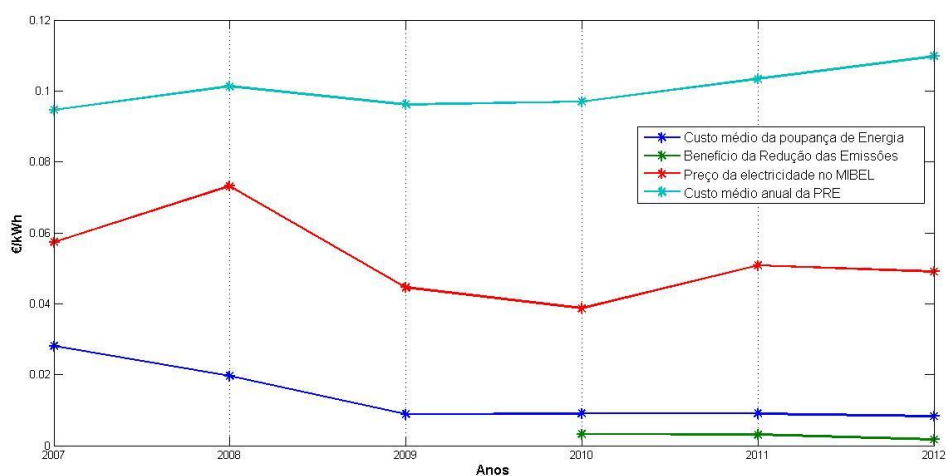


Figura 5.7 - Custo médio de poupar energia, benefício económico de reduzir CO<sub>2</sub>, custo médio da electricidade no MIBEL e Sobrecusto da PRE

Pela análise do gráfico anterior podemos concluir que a produção em regime especial ainda tem um custo elevado, que desde 2010 esse valor tem vindo a aumentar e que o custo médio de poupar é menor que o preço médio aritmético do MIBEL e substancialmente menor que o sobrecusto da produção em regime especial. O benefício das emissões de CO<sub>2</sub> ainda contribui para a redução dos custos de poupar energia, do ponto de vista social.

Para contornar a barreira de défice de informação referente à importância da promoção da eficiência energética para economizar energia, os resultados anteriores foram publicados em <http://nit.deec.uc.pt>. Neste sítio *online* é possível aceder à área reservada a utilizadores registados, que podem fazer *upload* dos seus dados e assim contribuir de forma activa para observatório. Complementando o conteúdo do observatório, este ainda pode agregar informações referentes ao consumo de energia, tais como diagramas de carga, pontas, factores de carga e ainda uma evolução da economia/consumo/emissões.

#### 5.4. BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO

Prevê-se que existam algumas barreiras a implementação deste observatório, tais como numa fase inicial falta de adesões para colaborações e acordos, dificuldades na garantia de confiabilidade da informação recolhida de fontes não institucionais, ou ainda obtenção de dados sobre o que será feito após o termo da vida útil dos equipamentos eficientes instalados.



## 6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

### 6.1. CONCLUSÃO

A promoção da eficiência energética e de fontes de energias renováveis estão integradas na nova visão para 2020 do sector energético, a qual procura articular as estratégias para a procura e oferta de energia, tendo como principal objectivo colocar a energia ao serviço da economia e das famílias e garantindo simultaneamente a sustentabilidade de preços. [1]

Portugal continua a exibir um elevado grau de dependência externa, pelo que o papel da eficiência energética e da produção de energia a partir de fontes renováveis é essencial para reforçar os níveis de segurança, promovendo, ao mesmo tempo, a diversificação do mix energético e o aumento da sustentabilidade associada à produção, transporte e consumo de energia. [1]

Nesta fase embrionária do observatório podemos concluir que o custo médio de poupar energia é menor que o preço médio da produção em regime especial, na qual se inclui a produção de energia em fontes renováveis. Com esta conclusão não se pretende transmitir que a estratégia energética apenas devia complementar a promoção de eficiência energética, em detrimento da energia renovável.

No longo prazo, pode-se especular que o custo médio de poupar uma unidade de energia através da eficiência energética seja superior ao custo médio de produção baseado em energia renovável. De facto, embora o progresso tecnológico se dê tanto nos equipamentos de utilização final como nos equipamentos de conversão de energia que aproveitam energia renovável, tendo em conta as tendências verificadas em anos recentes é previsível que os custos destas tecnologias de produção de electricidade venham a diminuir enquanto os custos em eficiência energética tendam a subir devido à progressiva transformação do mercado e à correspondente diminuição do potencial de oportunidades de poupança. Porém, no curto e médio prazo é muito provável que o custo de poupar uma unidade de energia continue muito inferior ao de produzir.

A estratégia energética deve estabelecer um equilíbrio entre a promoção da eficiência energética e a produção em fontes de energia renováveis. A revisão conjunta do PNAEE e do PNAER, Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, toma medidas no sentido de estabelecer um equilíbrio entre as duas opções, de fomento da produção de base renovável e de promoção da eficiência energética. O ponto de equilíbrio pode ser questionável se for muito polarizado para uma das opções. No caso português, pode dizer-se que se tem investido muito

em produção renovável, em detrimento de investimento em eficiência energética, conduzindo a que se efectue abastecimento de desperdício de energia com kWh "verdes".

A típica barreira de défice de informação referente à importância da promoção da eficiência energética para economizar energia ainda persiste no público em geral. Assim, a concretização do observatório do custo médio da eficiência energética e a divulgação dos resultados num sítio *online* contribui para contornar esta barreira.

## **6.2.SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

Para os desenvolvimentos futuros do observatório do custo médio da eficiência energética ficam algumas sugestões:

- ✓ Expandir as fontes de informação que alimentam o observatório através de acordos com entidades relevantes e da abertura à contribuição voluntária
- ✓ Criação de um guia de boas práticas – onde qualquer consumidor que pretenda reduzir a sua factura energética poderá obter informação sobre uma série de boas práticas a implementar de acordo com o segmento da sua instalação.
- ✓ Agregar outras informações, tais como:
  - Diagramas de carga de Portugal;
  - Factores de carga de Portugal;
  - Evolução da economia, do consumo de energia e das emissões de CO<sub>2</sub>;
  - Volume de vendas de equipamentos eficientes.

# BIBLIOGRAFIA

- [1] Pedro Cabral, “O PNAEE 2016 e PNAER 2013-2020 : Estratégias para a Eficiência Energética e Energias Renováveis,” 2013.
- [2] Presidência do Conselho de Ministros, "Resolução do Conselho de Ministros N.º 20/2013", Diário da República, 1.ª série - N.º 70 - 10 de Abril de 2013
- [3] DGEG, “Portugal Eficiência 2015 - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética”, 2008.
- [4] J. P. Tomé Saraiva, J. L. Pinto Pereira da Silva, and M. T. Ponce de Leão, "Mercados de Electricidade - Regulação e Tarificação de Uso das Redes", 2002.
- [5] P. José and M. Gonçalves, “Análise Estatística dos Resultados do Mercado Ibérico de Eletricidade no ano de 2011”, 2012.
- [6] ERSE, “Mercado Diário”  
[<http://www.erse.pt/pt/supervisaodemercados/mercadodeelectricidade/mercadodiario/Paginas/default.aspx>], 2013
- [7] P. Pereira da Silva, "O Sector da Energia Electrica na União Europeia - Evolução e Perspectivas", 2007.
- [8] Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, "Decreto-Lei n.º 38/2013" Diário da República, 1.ª série - N.º 53 - 15 de Março de 2013.
- [9] Presidência do Conselho de Ministros, "Resolução do Conselho de Ministros N.º 53/2005", Diário da República, 1.ª série-B - N.º44 - 3 de Março de 2005.
- [10] Presidência do Conselho de Ministros, "Resolução do Conselho de Ministros N.º 1/2008", Diário da República, 1.ª série - N.º 3 - 4 de Janeiro de 2008.
- [11] Thomson Reuters Point Carbon and Committee on Climate Change, “EU ETS 2005-2020 : CHEQUERED PAST , UNCERTAIN FUTURE”, 2013.
- [12] EDP SU, “Origens da Eletricidade”  
[<http://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Pages/OrigensdaEnergia.aspx>], 2013
- [13] SENDECO2, “PREÇOS DE CO2” [[http://sendeco2.com/pt/precio\\_co2.asp?ssidi=6](http://sendeco2.com/pt/precio_co2.asp?ssidi=6)], 2013.
- [14] ERSE, “INFORMAÇÃO SOBRE PRODUÇÃO EM REGIME ESPECIAL ( PRE ) Portugal Continental”, 2013.
- [15] ERSE, “Relatórios Mensais do MIBEL”  
[<http://www.erse.pt/pt/mibel/relatoriosmensais/Paginas/default.aspx>], 2013
- [16] ERSE, “Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Eléctrica para 2007”, 2007.

- [17] ERSE, “PPEC 2007 Balanço e Resultados,” 2011.
- [18] ERSE, “Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Eléctrica para 2008,” 2008.
- [19] ERSE, “Plano de promoção da eficiência no consumo de energia eléctrica para 2009-2010,” 2010.
- [20] ERSE, “Plano de promoção da eficiência no consumo de energia eléctrica para 2011-2012,” 2012.

# ANEXO Nº 1 – MODELOS DOS MERCADOS DE ELECTRICIDADE

Neste anexo expõem-se os diferentes modelos dos mercados de electricidade. A elaboração deste anexo teve como base o livro “Mercados de Electricidade – Regulação e Tarifação de Uso de Redes” [4].

## MODELO EM *POOL*

Uma forma de relacionamento entre empresas produtoras e comercializadores ou clientes elegíveis corresponde aos mercados *spot* centralizados, habitualmente designados por mercados em *Pool*. Este mercados integram ou administram mecanismos a curto prazo nos quais se pretende equilibrar a produção e o consumo através de propostas comunicadas pelas entidades produtoras e pelos comercializadores ou consumidores elegíveis. Este tipo de mercado funciona normalmente no dia anterior àquele em que será implementado o resultado das propostas de compra/venda que tiverem sido aceites. A figura A1.1 pretende ilustrar as actividades em que se estrutura o planeamento da operação do sistema:

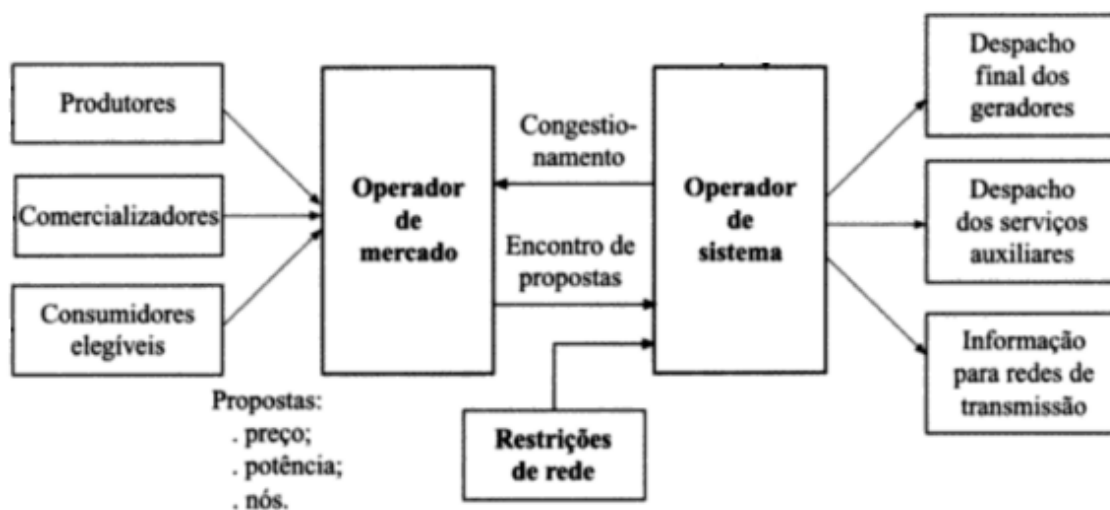


Figura A1.1 - Modelo de exploração do sector eléctrico em Pool [7]

## MODELOS SIMÉTRICOS

As versões mais frequentes dos mercados *spot* de energia eléctrica correspondem a mecanismos simétricos, pois há a possibilidade de transmitir ofertas de compra e venda de energia eléctrica. Assim, as entidades intervenientes no mercado devem transmitir ao operador de mercado as suas ofertas e incluir os seguintes elementos:

- ✓ Ofertas de venda – incluindo: o nó de injeção, disponibilidade de produção e o preço mínimo da remuneração;
- ✓ Ofertas de compra – incluindo: o nó de absorção, a potência pretendida e o preço máximo que estão disposto a pagar.

O operador de mercado, a cada intervalo de tempo, organiza as propostas recebidas e constrói as curvas de oferta de venda e compra, figura A1.2. As ofertas de venda são dispostas por ordem crescente dos preços oferecidos e as ofertas de compra são ordenadas por ordem decrescente dos preços respectivos. O ponto de intersecção das duas curvas corresponde ao Preço de Encontro do Mercado e a energia eléctrica respectiva corresponde à quantidade negociada

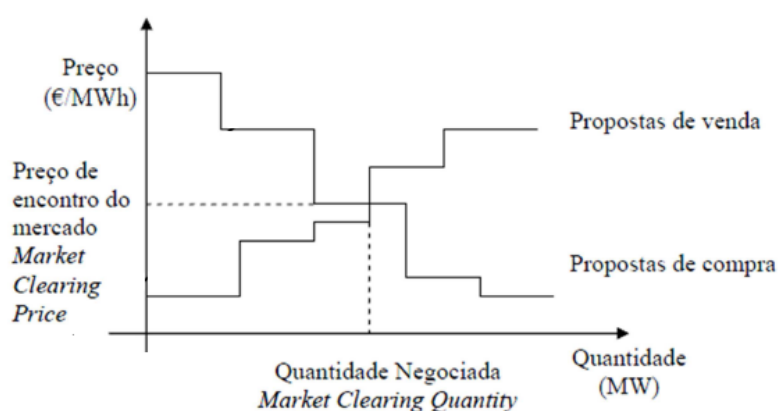


Figura A1.2 - Funcionamento de um *Pool* simétrico [7]

## MODELO SIMÉTRICO IDEAL

O funcionamento de um mercado simétrico será tanto eficiente quanto mais agentes actuarem nos segmentos de compra e venda e quanto menos concertação existir na preparação das propostas. Se cada agente possuir uma pequena capacidade de produção, ou assegurar uma pequena parcela de carga em relação ao valor total a negociar, as curvas de ofertas de compra e de venda apresentarão descontinuidades menos assinaláveis e não ocorrerão modificações bruscas tão acentuadas no preço de encontro de mercado. Esta maior continuidade é apresentada na figura A1.3.



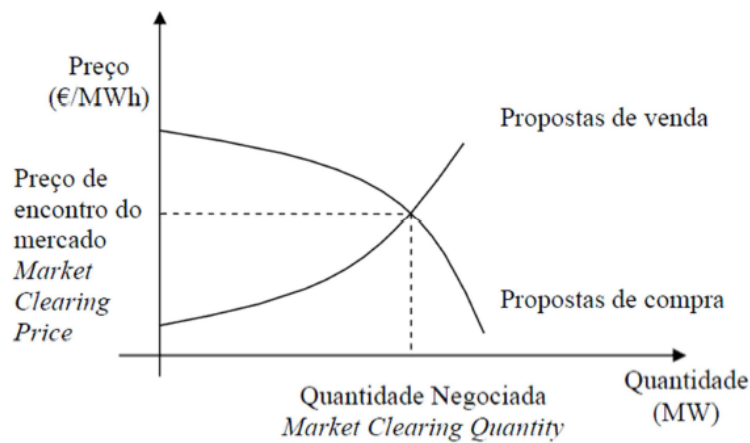


Figura A1.3 - Funcionamento de um Pool simétrico ideal [7]

## MODELO ASSIMÉTRICO

Quando o mercado *spot* está estruturado de forma a permitir a apresentação de propostas de venda, designa-se assimétrico. Este modelo admite que a carga é inelástica, isto é, encontra-se apta a pagar qualquer preço para ser abastecida. A figura A1.4 apresenta a representação gráfica do funcionamento deste modelo, a título de exemplo.

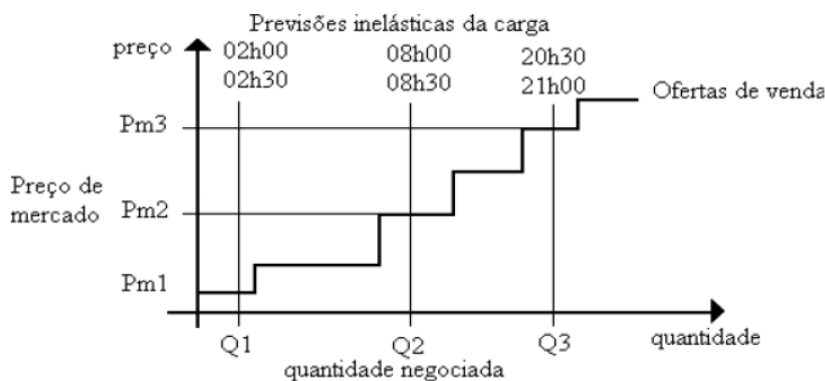


Figura A1.4 - Funcionamento de um Pool assimétrico [7]

## MODELOS OBRIGATÓRIOS E VOLUNTÁRIOS

Para além da classificação em termos do tratamento conferido à produção e à carga (simetria ou assimetria), os mercados podem ainda ser classificados em:

- ✓ Obrigatórios – obriga a apresentação de propostas de venda e/ou compra a todas entidades produtoras, comercializadores e consumidores elegíveis.
- ✓ Voluntários – as entidades produtoras, comercializadores e consumidores elegíveis poderão apresentar as suas propostas a este mercado, ou poderão estabelecer relacionamentos directos entre si através de mecanismos

## CONTRATOS BILATERAIS

Considerando um modelo simétrico, o modelo Pool permite obter um despacho eficiente do ponto de vista económico mediante a apresentação de propostas de compra e venda de energia eléctrica. Numa situação destas, as entidades compradoras não têm possibilidade de identificar as entidades produtoras que as estão a alimentar e vice-versa.

Os contratos bilaterais são uma forma alternativa de relacionamento entre os produtores e os consumidores, que têm como objectivo diminuir o risco inerente ao funcionamento dos mercados de curto prazo e conferir às entidades consumidoras uma capacidade real de eleger o fornecedor com o qual se preferem relacionar. Os contratos bilaterais podem ser, físicos ou financeiros.

## MODELO MISTO

O Mercado Ibérico de Electricidade utiliza esta estrutura mista, ou seja, em simultâneo funciona um mercado centralizado tipo Pool e existe a possibilidade de estabelecer contratos bilaterais físicos. A figura A1.5 ilustra o funcionamento deste modelo de mercado.

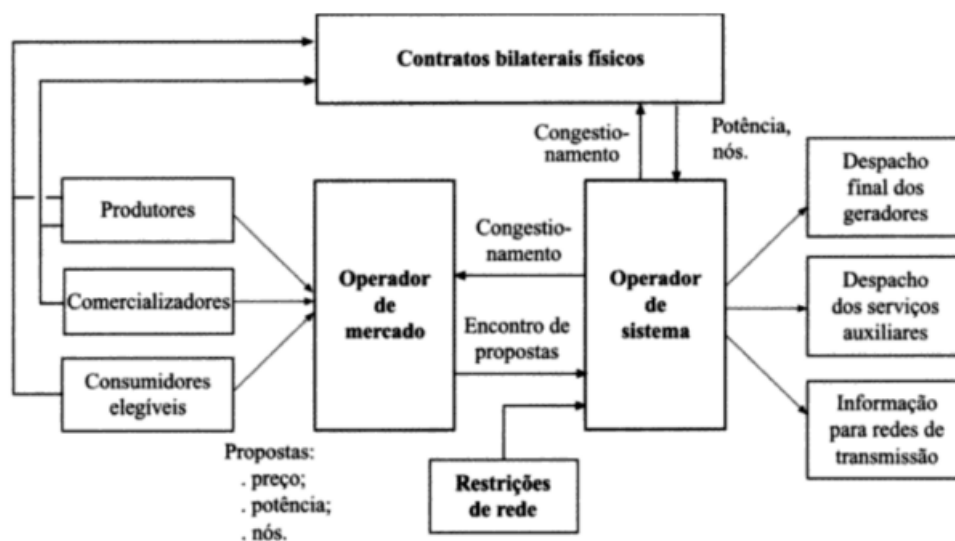


Figura A1.5 - Modelo misto de exploração do sector eléctrico [7]

# ANEXO N.º 2 – RESUMO DA METODOLOGIA DA ATRIBUIÇÃO DE LICENÇAS DE EMISSÃO DE LICENÇAS DE EMISSÃO DO PNALE 2008-2015

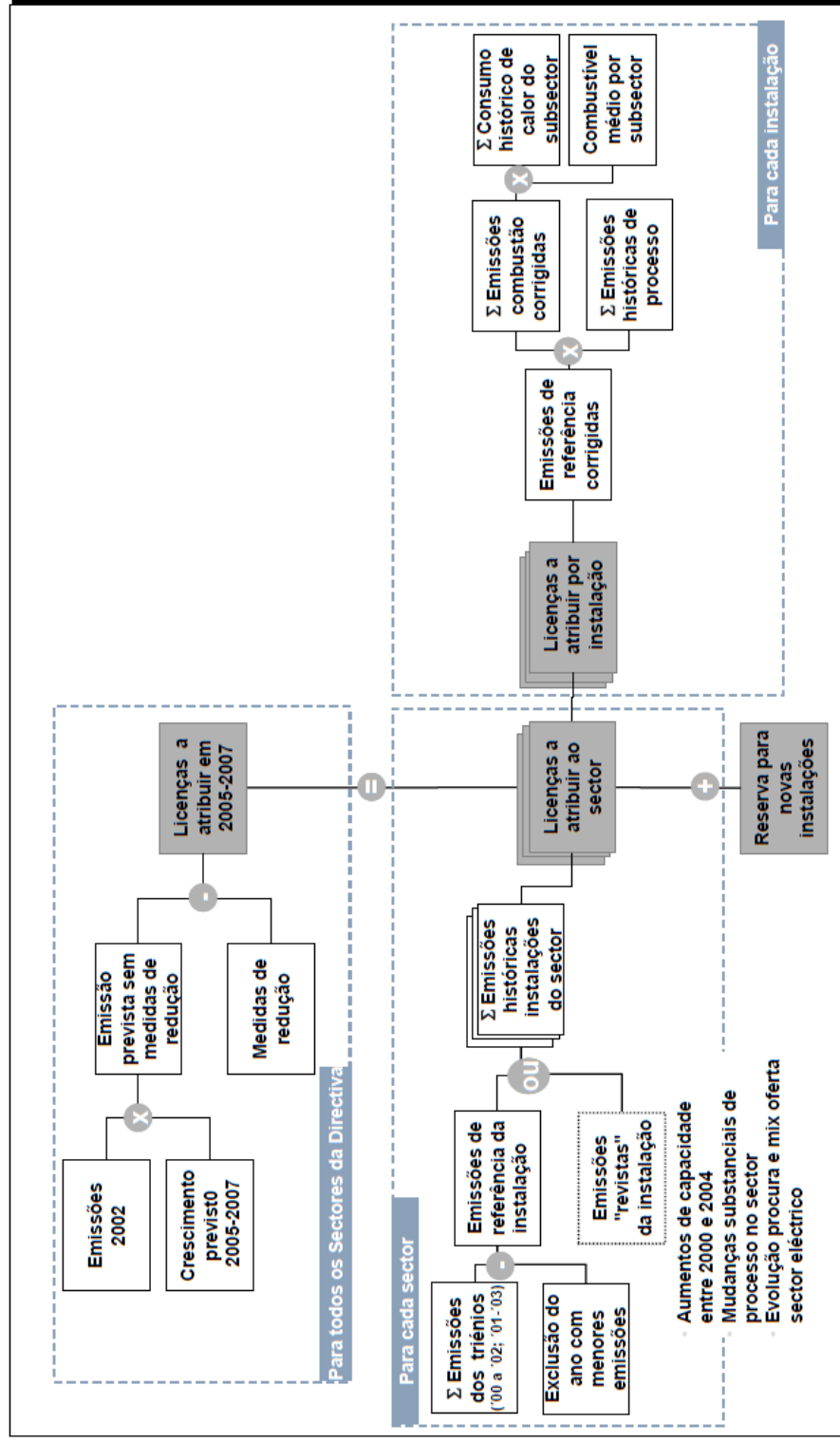


Figura A2.1 – Resumo da metodologia da atribuição de licenças de emissão do PNALE 2008-2015



## ANEXO N.º 3 – MEDIDAS TANGÍVEIS APROVADAS POR PPEC

Neste anexo expõem-se as medidas aprovadas por PPEC. No caso do PPEC 2007 é feita a comparação com os resultados obtidos.

### PPEC 2007

As medidas aprovadas pelo PPEC 2007 e os respectivos dados relevantes para o observatório estão resumidos na tabela A3.1.

Tabela A3.1 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2007 [16]

Medida	Segmento	Consumo Evitado (kWh)	Investimento (€)	Tempo de Vida (anos)
<b>EDPC_TI2</b>	Indústria e Agricultura	955100	1473054	15
<b>EDPD_TC3</b>	Comércio e Serviços	4433940	2274750	6
<b>EEM_TC1</b>	Comércio e Serviços	6570000	385673	6
<b>END_TC1</b>	Comércio e Serviços	1432260	713460	16
<b>EDPC_TR1</b>	Residencial	15400080	1400009	6
<b>EDPC_TR2</b>	Residencial	1974000	1025720	15
<b>END_TR2</b>	Residencial	4980000	806040	6
<b>EEM_TR2</b>	Residencial	2998000	385673	6

Os resultados obtidos pelo PPEC 2007 e os respectivos dados relevantes para o observatório estão resumidos na tabela A3.2.

Tabela A3.2 - Resultados obtidos com o PPEC 2007 [17]

Medida	Segmento	Consumo Evitado (kWh)	Investimento (€)	Tempo de Vida (anos)
<b>EDPC_TI2</b>	Indústria e Agricultura	12757572	1559373	15
<b>EDPD_TC3</b>	Comércio e Serviços	3255932	2290838	6
<b>EEM_TC1</b>	Comércio e Serviços	3123422	161461	6
<b>END_TC1</b>	Comércio e Serviços	1416967	589061	16
<b>EDPC_TR1</b>	Residencial	24794625	1302669	6

<b>EDPC_TR2</b>	Residencial	554817	305046	15
<b>END_TR2</b>	Residencial	8832542	814831	6
<b>EEM_TR2</b>	Residencial	9919694	625593	6

## PPEC 2008

As medidas aprovadas pelo PPEC 2008 e os respectivos dados relevantes para o observatório estão resumidos na tabela A3.3.

Tabela A3.3 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2008 [18]

<b>Medida</b>	<b>Segmento</b>	<b>Consumo Evitado (kWh)</b>	<b>Investimento (€)</b>	<b>Tempo de Vida (anos)</b>
<b>ADENE_TI1</b>	Indústria e Agricultura	361984	130652	15
<b>ADENE_TI2</b>	Indústria e Agricultura	9960000	305500	15
<b>ARENA_TI1</b>	Indústria e Agricultura	5280000	144000	15
<b>EDPC_TI2</b>	Indústria e Agricultura	13973200	2162110	15
<b>EDPD_TI3</b>	Indústria e Agricultura	6986550	1083055	15
<b>IBD_TI2</b>	Indústria e Agricultura	225750	488208	15
<b>EDPC_TC5</b>	Comércio e Serviços	4839000	72000	3
<b>IBD_TC2</b>	Comércio e Serviços	8144877	1389136	15
<b>END_TC2</b>	Comércio e Serviços	19767	4599348	8
<b>EDA_TR1</b>	Residencial	9300000	591276	6
<b>EDPC_TR1</b>	Residencial	15390000	870000	8
<b>EDPC_TR6</b>	Residencial	6600000	255000	8
<b>EDPC_TR4</b>	Residencial	1121000	1141200	15

## PPEC 2009/2010

As medidas aprovadas no PPEC 2009/2010 e os respectivos dados relevantes para o observatório estão resumidos na tabela A3.4.

Tabela A3.4 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2009/2010 [19]

<b>Medida</b>	<b>Segmento</b>	<b>Consumo Evitado (kWh)</b>	<b>Investimento (€)</b>	<b>Tempo de Vida (anos)</b>
<b>ADENE_TI1</b>	Indústria e Agricultura	49500000	300750	3
<b>ADENE_TI2</b>	Indústria e Agricultura	3465000	409000	15
<b>EDPC_TI1</b>	Indústria e Agricultura	120052800	2326377	20
<b>EDPC_TI2</b>	Indústria e Agricultura	6736000	434377	20
<b>EDPD_TI1</b>	Indústria e Agricultura	15383750	2149575	16
<b>EDPSU_TI1</b>	Indústria e Agricultura	13081600	326775	3
<b>IBD_TI1</b>	Indústria e Agricultura	2204467	319150	15
<b>IBD_TI2</b>	Indústria e Agricultura	3011250	294138	15
<b>ADENE_TC2</b>	Comércio e Serviços	18345600	209000	2
<b>APED_TCO2</b>	Comércio e Serviços	3123498	860083	14
<b>APED_TCO1</b>	Comércio e Serviços	4181201	620180	9
<b>ARENA_TCO1</b>	Comércio e Serviços	1681900	22843	2
<b>EDPC_TC1</b>	Comércio e Serviços	20580000	1817000	20
<b>EDPC_TC2</b>	Comércio e Serviços	3102000	363400	20
<b>EDPD_TC1</b>	Comércio e Serviços	3429000	1171400	16
<b>EDPD_TC2</b>	Comércio e Serviços	17220000	1283125	6
<b>EDPSU_TC1</b>	Comércio e Serviços	67330000	1612000	3
<b>EEM_TC1</b>	Comércio e Serviços	2299500	706456	16

<b>ENERGIC_TCO1</b>	Comércio e Serviços	467565	220934	11
<b>IBD_TC1</b>	Comércio e Serviços	1248000	528000	2
<b>IBD_TC2</b>	Comércio e Serviços	1839600	660000	5
<b>IBD_TC3</b>	Comércio e Serviços	2350000	579731	15
<b>LISE_TCO1</b>	Comércio e Serviços	221558	175515	13
<b>LISE_TCO2</b>	Comércio e Serviços	218377	166333	16
<b>AMES_TRO1</b>	Residencial	781320	31489	6
<b>ARENA_TRO1</b>	Residencial	1072500	46850	6
<b>EDPC_TR1</b>	Residencial	91205000	2261000	7
<b>EDPD_TR1</b>	Residencial	1015000	1212500	20
<b>EDPD_TR2</b>	Residencial	37590000	2044000	7
<b>EDPSU_TR1</b>	Residencial	21462000	1970000	7
<b>EEM_TR1</b>	Residencial	6036188	685935	7

## PPEC 2011/2012

As medidas aprovadas no PPEC 2011/2012 e os respectivos dados relevantes para o observatório estão resumidos na tabela A3.5.

Tabela A3.5 - Medidas aprovadas pelo PPEC 2011/2012 [20]

<b>Medida</b>	<b>Segmento</b>	<b>Consumo Evitado (kWh)</b>	<b>Investimento (€)</b>	<b>Tempo de Vida (anos)</b>
<b>ADENE_TI1</b>	Indústria e Agricultura	18900000	759000	15
<b>EDPC_TI1</b>	Indústria e Agricultura	3250031	340600	15
<b>EDPC_TI2</b>	Indústria e Agricultura	19849200	2040800	16
<b>EDPC_TI5</b>	Indústria e	4417918	927147	15



	Agricultura			
<b>EDPD_TI1</b>	Indústria e Agricultura	16423785	1035000	15
<b>EDPD_TI2</b>	Indústria e Agricultura	23439545	2650000	15
<b>IBD_TI2</b>	Indústria e Agricultura	1056000	450000	16
<b>IBD_TI3</b>	Indústria e Agricultura	1651200	471840	16
<b>IBD_TI4</b>	Indústria e Agricultura	2419200	360000	15
<b>IBD_TI5</b>	Indústria e Agricultura	3011250	266000	15
<b>IBD_TI6</b>	Indústria e Agricultura	1611792	277817	15
<b>ID_MEC_TI1</b>	Indústria e Agricultura	4310300	224504	15
<b>ADENE_TC1</b>	Comércio e Serviços	7489800	950000	4
<b>ADENE_TC2</b>	Comércio e Serviços	1314000	701500	11
<b>EDPD_TC1</b>	Comércio e Serviços	11193000	220000	6
<b>EDPD_TC2</b>	Comércio e Serviços	8146800	450900	11
<b>EDPD_TC3</b>	Comércio e Serviços	14049288	2157210	16
<b>EDPD_TC4</b>	Comércio e Serviços	14049288	2157210	16
<b>EDPC_TC3</b>	Comércio e Serviços	2500000	340000	15
<b>EDPSU_TC1</b>	Comércio e Serviços	46425600	612000	2
<b>HOME_TC2</b>	Comércio e Serviços	16166000	1236758	15
<b>IBD_TC2</b>	Comércio e Serviços	5518800	427808	5
<b>EDPC_TR1</b>	Residencial	4791250	2150000	20
<b>EDPC_TR3</b>	Residencial	7700000	1610000	15
<b>EDPC_TR4</b>	Residencial	3074250	949600	18
<b>EDPSU_TR1</b>	Residencial	10183500	1230000	7
<b>END_TR1</b>	Residencial	5643480	840000	12
<b>HOME_TR1</b>	Residencial	13351225	3203332	15
<b>IBD_TR1</b>	Residencial	1511100	545000	20

