

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA PENÍNSULA IBÉRICA:
A PERTINÊNCIA DA ADAPTAÇÃO E DE UM NOVO PARADIGMA
ENERGÉTICO**

Rui Manuel Pires Rodrigues

**Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, área de
especialização em Ambiente e Recursos Naturais**

Outubro de 2012

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território, área de especialização em Ambiente e Recursos Naturais, realizada sob a orientação científica de Professor Doutor Fernando Ribeiro Martins e Professor Doutor José Eduardo Ventura

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Fernando Ribeiro Martins, pelo incentivo que deu, no interesse pelas problemáticas associadas à energia, bem como o seu empenho na orientação que me fez ao longo do último ano.

Ao Professor Doutor José Eduardo Ventura, na sua qualidade de orientador, pelo acompanhamento paciente que teve comigo e na discussão dos assuntos respeitantes a climatologia. O seu protagonismo foi crucial em todas as necessárias reflexões sobre o aquecimento global.

Ao Sr. Pedro Manuel Furtado Alves, técnico do Centro de Documentação do Instituto de Meteorologia, pelos dados e materiais que me indicou.

Aos docentes do Departamento de Geografia e Planeamento Regional da FCSH/UNL, pela cultura científica que transmitem a todos/as os/as seus alunos/as e pelo seu empenho pedagógico, do qual também beneficiei.

Aos muitos/as colegas e amigos/as pelas discussões com quem tive ao longo do último ano.

Às pessoas de família mais próxima, que me deram todo o apoio.

Em geral a todas as pessoas, que direta ou indiretamente me apoiaram durante o processo de elaboração da presente dissertação.

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA PENÍNSULA IBÉRICA:
A PERTINÊNCIA DA ADAPTAÇÃO E DE UM NOVO PARADIGMA ENERGÉTICO**

RUI MANUEL PIRES RODRIGUES

RESUMO

PALAVRAS-CHAVE: Aquecimento Global; Mitigação; Adaptação; Energias Renováveis; Eficiência Energética;

O aquecimento global é a consequência das emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa (GEE), que ao longo do século XX ultrapassaram a capacidade natural para a sua remoção da atmosfera, causando a sua crescente acumulação. A irreversibilidade das alterações climáticas determina a pertinência da adaptação aos seus efeitos e a transição para um novo paradigma energético, a que poderemos designar por “Sociedade de baixo carbono”.

A Mitigação é indispensável à Europa e à Península Ibérica (e ao mundo), primeiro para evitar que a magnitude dos efeitos das mudanças climáticas não seja catastrófica para a Humanidade e sistemas ecológicos. Segundo, porque a exploração das fontes de energias renováveis e o progresso na eficiência energética, contribuem para diminuir a dependência face ao petróleo e aos países que detêm as suas maiores reservas mundiais. Terceiro, porque as energias renováveis e a eficiência energética abrem caminho a um novo paradigma tecnológico, o qual constitui uma potencial oportunidade de desenvolvimento.

A União Europeia, a Espanha e Portugal têm implementado medidas de mitigação, no âmbito do cumprimento do Protocolo de Quioto. Tais medidas foram integralmente implementadas e deram os resultados esperados? A UE já tem um novo quadro de planeamento, a concretizar até 2020, no domínio da mitigação, independentemente do atual impasse mundial na definição de um novo tratado que substitua o de Quioto. Em simultâneo, foram concebidos os seus instrumentos de planeamento destinados à Adaptação, a longo prazo.

As emissões de GEE diminuíram, nos anos mais recentes, sobretudo devido à grande recessão económica e também devido aos resultados da implementação das medidas de Mitigação, nomeadamente as que incidiram sobre o setor da produção de energia. No futuro, as políticas ibéricas de mitigação deverão assentar em dois pilares fundamentais. O primeiro, é o de reforçar o peso das energias renováveis e

impulsionar a eficiência energética. O segundo, é o de atuar com mais eficácia sobre os setores difusos.

GLOBAL CLIMATE CHANGE IN IBERIC PENÍNSULA:

THE PERTINENCE OF ADAPTATION AND THE NEW ENERGETIC PARADIGM

RUI MANUEL PIRES RODRIGUES

ABSTRACT

KEYWORDS: Global Warming; Mitigation; Adaptation; Renewable Energies; Energetic Efficiency;

Global Warming is the consequence of the anthropogenic greenhouse gases emissions have overtaken the natural capacity for removing it, from the atmosphere, along the XX century, thus causing its rising accumulation. Climate change, unavailability, determines the pertinence of Adaptation for its effects, as well as the transition towards a new energetic paradigm designed as “Low carbon society”.

Mitigation is indispensable for Europe as Iberian Peninsula (as it's indispensable for the world). Firstly, to avoid the climate change magnitude that could be dangerous for Humanity as well as for ecosystems. Secondly, because both exploring the renewable energy sources, as the energetic efficiency technologies, would contribute for lowering the dependency from petroleum as from the countries that controls its major worldwide reserves. Thirdly, because these kinds of energy power, as well as efficient energetic technologies, provides a way towards a new technological and developing paradigm.

European Union, Spain and Portugal have been inseeded Mitigation measures in a scope of Quioto Protocol. Those measures have been implemented as a whole, as they have been into satisfied results? EU has a new “frame” of planning to render until 2020, in the field of Mitigation, despite from the current global impasse in conceiving a new international treaty. Simultaneously, there have been conceived its planning instruments for Adaptation, for a long term.

Greenhouse gases emissions have been lowing in the recent years. The major cause is the current economic great recession. Not only this, but also the results of implementing Mitigation measures, namely that those happened over the energy production sector. In the future, the Iberian politics should be settled on both essential pillars. The first one is to reinforce the target of the renewable energies in energetic

“fan”, as the impelling of the energetic efficiency. The second one is providing further efficiency over diffused sectors.

ÍNDICE

Introdução.....	1
Metodologia.....	4
I - A resposta do mundo ao aquecimento global.....	6
I.1. O Sistema Ambiental da Terra.....	6
I.2. O Sistema climático.....	9
I.3. As variações temporais do Clima.....	13
I.4. As Causas naturais das alterações climáticas.....	15
I.5. O aquecimento global antropogénico.....	19
I.6. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações climáticas.....	25
I.7. O Protocolo de Quioto da Quioto da CQNUAC.....	27
I.8. Negociar o Pós Quioto.....	35
II - A resposta da União Europeia aos desafios das mudanças climáticas.....	38
II.1. A evolução das políticas europeias sobre as mudanças climáticas.....	38
II.2. Os instrumentos políticos de resposta aos compromissos europeus de Quioto.....	40
II.2.1. Programa Europeu para as Alterações Climáticas (PEAC).....	40
II.2.2. O Regime de Comércio Europeu de Licenças de Emissões e de (CELE) e o Mecanismo de Vigilância das Emissões e de Monitorização dos Progressos Demonstráveis.....	45
II.3. A conceção das políticas pós-Quoto: Rumo ao objetivo 20-20-20.....	46
III - O Território da Península Ibérica	50
III.1. Caracterização do clima, população e sua distribuição.....	50
III.2. A Economia ibérica.....	57
III.3. Produção e consumo de energia.....	59
IV. A resposta de Portugal ao desafio das mudanças climáticas	63
IV.1. A Estrutura das políticas de Portugal para as Alterações Climáticas e o Plano	

Nacional para a Alocação de Licenças de Emissões (PNALE).....	63
IV.2. O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).....	66
IV.3. As políticas para as Mudanças Climáticas no contexto do pós-Quoto e do objetivo 20-20-20 e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas:(ENAAC).....	74
V. A resposta de Espanha ao desafio das mudanças climáticas.....	78
V.1.A estrutura das políticas de Espanha e o Plano Nacional de Alocação.....	78
V.2. Medidas da EEMCEL para a produção de energia.....	82
V.3. Medidas da EEMCEL para o consumo de energia nos setores difusos.....	85
V.4. O Plano de Incentivo à Internacionalização da Economia Espanhola nos Setores Associados às Mudanças Climáticas (PIIEESAMC).....	87
V.5. O Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PNAMC).....	89
VI.Avaliação das emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia, Espanha e Portugal.....	91
Conclusão.....	104
Referências bibliográficas.....	118
Anexo A.....	123
Anexo B.....	124
Anexo C.....	125
Anexo D.....	128

LISTA DE ABREVIATURAS

- AEM: Agência Estatal de Meteorologia (de Espanha)
- AIA: Agência Internacional de Energia
- ANPC: Autoridade Nacional para a Proteção Civil
- APA: Agência Portuguesa do Ambiente
- CCPMC: Comissão de Coordenação de Políticas para as Mudanças Climáticas
- CE: Comissão Europeia
- CEE: Comunidade económica Europeia
- CELE: Comércio Europeu de Licenças de Emissões
- CECAC: Comité Executivo da comissão para as alterações Climáticas
- CDGMC: Comissão Delegada do Governo para as Mudanças Climáticas
- CIMMC: Grupo Interministerial para as Mudanças Climáticas
- CMC: Comissão Nacional para o Clima
- CO₂^{eq}: Dióxido de carbono equivalente
- COP: Conference Of Parts: Conferência das partes
- CQNUAC: Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
- CumprirQuioto: Sistema de Previsão do Protocolo de Quioto
- DGEG: Direção Geral de Energia e Geologia
- DGOTDU: Direção Geral de Ordenamento do Território e do Urbanismo
- DGPR: Departamento de Geografia e Planeamento Regional
- DGS: Direção Geral de Saúde
- DSACIA: Direção de Serviços de Assuntos Comunitários, Internacionais e Ambientais
- EDP: Energias de Portugal
- EAAAC: Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas
- EECPK: Estratégia Espanhola para o Cumprimento do Protocolo de Quioto (sigla em castelhano)
- ENAAC: Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
- ENE₂₀₂₀: Estratégia Nacional para a Energia, horizonte 2020;
- ERSE: Entidade Reguladora de Sistemas Energéticos
- FCSH/UNL: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa
- FEC: Fundo Espanhol para o Carbono
- FLUC/UC: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

FPC: Fundo Português para o Carbono

FRE: Fontes Renováveis de Energia

GEE: Gases com Efeito de Estufa

Gwh: Giga watt-hora

HFC’c: Hidrofluorcarbonetos

Hpa: Hectopascals

I.A.: Instituto do Ambiente

IA: Imposto Automóvel

ICNB: Instituto para a Conservação da Natureza e da Biodiversidade

IEC: Instituto de Estudos Geográficos

ID&IT: Inovação, Desenvolvimento & Inovação Tecnológica

IM: Instituto de Meteorologia (de Portugal)

IMTT: Instituto da Mobilidade dos Transportes Terrestres

INA: Instituto Nacional de Estatística (a designação e as siglas são iguais em Portugal e em Espanha)

INAG: Instituto da Água

IPAD: Instituto de Apoio ao Desenvolvimento

IPCC: International Panel for Climate Change.

ISP: Imposto sobre produtos petrolíferos

ISV: Imposto sobre Veículos

ITP: Instituto de Turismo de Portugal

MA: Medidas Adicionais

MAMAOT: Ministério da agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território

MLM: Metropolitano Ligeiro do Mondego

MR: Medidas de Referência

Mw: Mega watt

MST: Metropolitano Sul Tejo

MOBI.E: Programa de Incentivo à mobilidade através dos automóveis eletricos e respetiva rede pública de abastecimento

NIR: National Inventory Report. Relatórios de Inventário Nacional

OCDE: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OEMC: Oficina Espanhola para as Mudanças Climáticas

ONU: Organização das Nações Unidas, ou simplesmente, Nações Unidas

PAE4: Plano de Ação da Estratégia de Poupança e Eficiência Energética em Espanha

PANEE: Plano de Ação Nacional para a Eficiência Energética

PAQSpP: Programa Água Quente Solar para Portugal

PER: Plano para as Energias Renováveis

PEC 2005-2009: Pacto de Estabilidade e Crescimento para o quadriénio 2005 a 2009

PEHR: Plano Estatal para a Habitação e Reabilitação

PEIT: Plano Estratégico para as Infraestruturas de Transportes

PFC's: Perfluorcarbonetos

PFE: Plano Florestal Espanhol

PIB: Produto Interno Bruto. PIB pm: Produto Interno Bruto a preços de mercado.

PNAC: Programa Nacional para as Alterações Climáticas. PNAC₂₀₀₄: Versão concluída em 2004;
PNAC₂₀₀₆: Versão concluída em 2006

PNAER: Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

PNBEPH: Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico

PNA: Plano Nacional de Alocação (sigla em castelhano)

PNALE: Plano Nacional de Alocação de Licenças de Emissões (de CO₂);

PPEEC: Plano de Promoção da Eficiência Energética no Consumo

PNIDI: Plano Nacional de Investigação, Desenvolvimento e Investigação

PPMV: Partes por milhão de volume

R: Resolução das Nações Unidas

RCM: Resolução de Conselho de Ministros

RGCE: Regulamento Geral de Consumo de Energia

RNBC: Roteiro Nacional de Baixo Carbono

SEMC: Secretaria de Estado para as Mudanças Climáticas

SIAM:

SNIERPA: Sistema Nacional de Inventários de Emissões por Fontes e Remoção, por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos

UE: União Europeia

MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA PENÍNSULA IBÉRICA:

A PERTINÊNCIA DA ADAPTAÇÃO E DE UM NOVO

PARADIGMA ENERGÉTICO

Introdução

A presente dissertação, a apresentar ao Departamento de Geografia e Planeamento Regional da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, no âmbito do mestrado em Gestão do Território, especialização em Ambiente e Recursos Naturais, tem como título, as “Mudanças Climáticas Globais na Península Ibérica: a pertinência da Adaptação e de um novo paradigma energético”. O objeto de estudo corresponde ao conteúdo e à aplicação das políticas nacionais sobre as mudanças climáticas, na Península Ibérica, tendo em consideração as políticas europeias que lhes são subjacentes e os compromissos assumidos no contexto do Protocolo de Quioto. Trata-se de um território relativamente homogéneo dos pontos de vista social, territorial e cultural. As políticas que irão ser analisadas são as de Mitigação das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), relacionadas com a produção e o consumo de energia. Por outro lado, realçaremos a necessidade das políticas de Mitigação serem acompanhadas por políticas de Adaptação aos impactos do aquecimento global.

O objetivo central consiste em avaliar, para a Península Ibérica, os resultados alcançados com a implementação do conjunto das políticas de Mitigação das emissões de GEE, com origem na produção e no consumo de energia, em consonância com o Protocolo de Quioto e as diretrizes da União Europeia (UE), assim como da aplicação das orientações e medidas de Adaptação aos efeitos das alterações climáticas. Dito de outro modo, se com a concretização das medidas e das ações subsequentes foram atingidas as metas e os resultados esperados. Deste modo formulamos as seguintes perguntas de partida:

- ❖ *As medidas destinadas à produção e consumo de energia, adotadas por Espanha e Portugal, têm vindo a ser cumpridas?*
- ❖ *A implementação destas medidas é suficiente para estabilizar, ou mesmo diminuir as emissões portuguesas e espanholas de GEE, de modo a cumprir os compromissos internacionais?*

De início procederemos a uma breve caracterização do sistema climático, selecionando um dos seus elementos fundamentais: a variabilidade temporal. Com efeito, o clima global varia ao longo do tempo e em diferentes escalas. Em algumas circunstâncias as variações climáticas são cíclicas e portanto, previsíveis¹. Noutros casos aparentam ser aleatórias, devendo-se a causas eventualmente acidentais. Logo de seguida, representaremos o fenómeno do aquecimento global. É uma realidade que surgiu durante o século XX e que se prevê a sua continuidade e agravamento ao longo do corrente século XXI. A par desta análise derivaremos na explicação das suas causas antropogénicas: As emissões de GEE provenientes das atividades humanas que alcançaram uma dimensão crítica, na qual foi ultrapassada a capacidade natural da sua remoção, pelo sistema ambiental da Terra, o que tem resultado numa crescente acumulação destes gases na atmosfera. Tal facto tem feito subir as temperaturas da superfície terrestre.

A descoberta do aquecimento global por parte da comunidade científica foi um processo lento e decorreu da evolução da climatologia, particularmente do conhecimento sobre o efeito de estufa. Este foi descoberto no século XIX, por Joseph Fourier, a cujos estudos foram prosseguidos por John Tyndal e Svante Arrhenius. Em 1896, Arrhenius admitiu a hipótese de que o carvão queimado para produzir energia (na indústria e nos transportes) era passível de emitir dióxido de carbono, aumentando a sua acumulação na atmosfera e deste modo também a temperatura à superfície. Em 1938, Stewart Callendar afirmou que a concentração atmosférica de dióxido de carbono originado pelas atividades antrópicas, contribuirá, em parte, para o aumento das temperaturas verificado ao longo das primeiras décadas do século XX. A partir da década de 1950 foram realizados diversos estudos, no âmbito da climatologia e da

¹Exemplo de variações climáticas cíclicas são as que resultam de modificações dos parâmetros astronómicos da Terra. Já o “Younger Dryes aparenta ser um episódio climático com uma origem aleatória.

química, os quais confirmaram o aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono e de outros GEE.

Nos anos 70 e 80 do século XX, as comunidades científicas dos países desenvolvidos confirmaram que a Humanidade passou a ter o poder delibertar GEE para a atmosfera, numa quantidade suficiente que superou a capacidade natural para os absorver (Henson, 2009).Consequentemente, este facto tem desencadeado a subida das temperaturas médias mundiais, à superfície terrestre.É precisamente este fenómeno que nos meios científicos e na comunicação social, se convencionou designar por **“aquecimento global”**, expressão surgida em 1981.Este aumento de temperatura verifica-se na camada mais baixa da atmosfera e nas camadas superficiais dos oceanos. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) validou e difundiu esta descoberta científica, tendo sido sensíveis a este problema global as Nações Unidas. Nos finais dos anos 80 do século XX, foi constituído o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas², antecedendo a Cimeira do Rio de Janeiro e a realização dos tratados internacionais subordinados às mudanças climáticas: Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC) e o Protocolo de Quioto.

Um capítulo será dedicado à descrição das políticas da comunidade internacional sobre alterações climáticas e um outro para a caracterização do quadro político europeu, que lhe é sucedâneo. As políticas mundiais são dirigidas pela Conferência das Partes da CQNUAC, que se reúne anualmente, enquanto o suporte científico e técnico é assegurado pelo secretariado do Convenção, em parceria com o IPCC.³ De seguida abordaremos o sistema de planeamento criado pela União Europeia com o fim de prosseguir as suas políticas de resposta aos desafios das alterações climáticas.De salientar que a Comunidade Europeia tem assumido desde sempre, um protagonismo no combate ao aquecimento global antropogénico, tanto ao nível mundial como à escala da própria Europa (CE, 2005).

Posteriormente, iremos proceder à caracterização da região europeia em estudo: Península Ibérica, começando por realizar uma descrição sumária dos

² É vulgar a utilização da sigla em inglês: IPCC, que significa International Panel for Climate Change.

³Nos finais dos anos 1980, a ONU decidiu convocar uma Conferência das Nações Unidas para discutir as alterações climáticas e dar início aos trabalhos de elaboração de uma Convenção para esta problemática.

seuselementos físicos, dando ênfase à descrição do clima, perfil demográfico e da economia de ambos os países. O passo seguinte será o de evidenciar as opções políticas de Espanha e de Portugal, as quais de certa forma consistem na aplicação do quadro político europeu, a partir das realidades específicas, que são inerentes a Portugal e a Espanha, incluindo as opções estratégicas definidas pelos respetivos governantes. Dedicaremos os capítulos subsequentes, primeiro para descrever os padrões de utilização da energia. Segundo, para caracterizar os quadros políticos nacionais de combate às mudanças climáticas, no campo da produção e do consumo de energia. Subsequentemente, serão analisados os dados constantes nas comunicações nacionais (de Portugal e de Espanha) e europeias, bem como os inventários das emissões de GEE, que estão associados.

Metodologia

A caracterização do clima mundial será realizada com o recurso à teoria geral dos sistemas, concebida por Ludwig Von Bertalanffy, a qual é frequentemente utilizada e aperfeiçoada por geógrafos, tais como George Dury, Petter Haggett, Robert Gabler, entre outros. Por conseguinte será descrito o funcionamento do sistema climático, considerando a sua condição de componente do sistema ambiental da Terra, dando ênfase sobre a identificação das relações de troca de energia e de matéria, entre subsistemas, que determinam a variabilidade temporal do clima. Em simultâneo, faremos uma leitura e posterior análise crítica da informação qualitativa de obras de geografia física e de climatologia, de diferentes autores, com o propósito de identificar as escalas temporais de flutuações climáticas e dos fatores causais. A partir deste ponto será realizada uma análise comparativa entre os fatores passíveis de originar a presente mudança climática, tendo em consideração que a mesma se processa a uma escala temporal de decénios a séculos. Com base nesta comparação de fatores demonstraremos a causa das alterações climáticas.

A informação qualitativa será utilizada na descrição das políticas mundiais e europeias, procedendo-se a uma análise crítica do seu conteúdo entre as diversas fontes. A informação quantitativa será tratada, sobretudo através de medidas de tendência central. Posteriormente, procederemos ao cruzamento da informação qualitativa e quantitativa. A análise da região caso de estudo inclui uma breve

caracterização, na qual descreveremos os elementos fundamentais do seu perfil climático, demográfico, económico e energético. Na caracterização do clima recorreremos ao sistema de classificação de Köppen-Geiger⁴. Da análise da situação respeitante à categoria de fonte de emissões de GEE, produção e consumo de energia, utilizaremos um conjunto de variáveis e cruzaremos os seus resultados com a informação proveniente de relatórios públicos sobre energia e alterações climáticas. Esses documentos têm origem na União Europeia e nos Estados português e espanhol.

A recolha de dados quantitativos e a sua posterior análise da evolução das emissões de GEE, na União Europeia, Espanha e Portugal, será efetuada a partir dos Relatórios de Inventários Nacionais⁵. É importante observar o contributo das fontes de origem das emissões e dos sectores de atividade económica associados e a evolução do seu comportamento, cruzando com os resultados da análise quantitativa dos dados correspondentes à energia. Simultaneamente, esta informação será cruzada com o conteúdo informativo presente nos supracitados relatórios. Por último, a elaboração da conclusão da presente tese será realizada através de uma análise geral da evolução do território, considerando não só as características da população e da economia, mas também as mudanças verificadas nos padrões de produção e de consumo de energia e na evolução das emissões de GEE.

Na recolha de informação de natureza quantitativa, destinada ao estudo de Portugal e de Espanha, selecionámos os seguintes conjuntos de variáveis. Caracterização demográfica: Variação da população residente entre 1981 a 2011 e variação da população residente por grupo etário; População residente e densidade populacional, por região NUT II. Pretende-se representar o padrão de distribuição populacional pelo território ibérico. A informação resultante da análise destes dados será cruzada com a informação (qualitativa) sobre a distribuição dos tipos climáticos e a que se refere aos impactos esperados do aquecimento global, de modo a identificar as áreas mais vulneráveis e mais expostas a pressão sobre os seus

⁴ O sistema de classificação de Köppen-Geiger é uma referência para o Instituto de Meteorologia e a Agência Estatal de Meteorologia (de Espanha), assim como para a maior parte dos autores consultados. A exceção vai para Alan e Arthur Sthaller, que conceberam o seu próprio sistema de classificação climática.

⁵ Os Relatórios de Inventários Nacionais são anualmente editados e comunicados ao secretariado da Convenção das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC), sendo integrados nas comunicações nacionais.

recursos. Esta análise é particularmente útil para as políticas de adaptação. Na caracterização económica as variáveis são o PIB a preços de mercado e a taxa média de crescimento do PIB_{pm} entre 1999-2009; Variação do VAB por setor de atividade 1999-2009. A definição deste período é justificada por corresponder à década de implementação das políticas (e subsequentes programas e medidas) para as alterações climáticas.

Na caracterização da produção e consumo de energia, na União Europeia, Espanha e Portugal, consideraremos o consumo de energia final, por sector de atividade⁶; o peso percentual do consumo de energia, por fonte de energia primária; a taxa de dependência energética e o índice de intensidade energética. Quanto à avaliação da evolução das emissões de GEE, entre 1990 a 2010, considerar-se-ão as categorias de fontes de origem de emissões e as emissões de cada um dos três principais GEE⁷: CO₂; CH₄; N₂O⁸. Será efetuado o recurso às seguintes variáveis: emissões, por gás com efeito de estufa (GEE); emissões, por GEE, originadas pelas fontes de produção e de consumo de energia; peso das emissões de GEE, por fonte de origem, em 1990 e em 2010; variação das emissões de GEE, por fonte de origem, entre 1990 a 2010. Esta última variável será desdobrada ao nível dos sectores da produção de eletricidade, dos transportes rodoviários, das indústrias químicas e siderúrgicas.

⁶O consumo de energia final segundo o sector de atividade será medido em TEP: toneladas de equivalente a petróleo.

⁷O peso dos gases fluorados é praticamente nulo na produção e consumo de energia, pelo que não foi considerado para a análise das emissões nesta categoria de fonte de origem.

⁸CO₂: Dióxido de carbono; CH₄: Metano; N₂O: Óxido nitroso.

I. A resposta do mundo ao aquecimento global

I.1. O Sistema Ambiental da Terra

A Terra surgiu por volta de 4500 milhões de anos, após a formação do sistema solar. Os seus principais elementos constituintes são o Núcleo e o Manto, no seu interior, a Crosta (ou Litosfera) à superfície⁹. Sobre esta última localizam-se a Hidrosfera, e a Criosfera. A Atmosfera é a camada mais exterior, que se encontra sobrejacente à superfície terrestre. A hidrosfera, Litosfera, Biosfera, Atmosfera, e a criosfera fazem parte do sistema ambiental da Terra (Gabler, *et al.*, 2009). O globo terrestre leva 365,26 dias a percorrer os cerca de 930 000 km da sua órbita de translação, em torno do Sol, a uma distância média de 149 500 000 km. Este movimento faz-se segundo uma órbita cuja forma é uma elipse quase circular (Yun, 2008). O eixo da Terra faz um ângulo de 66°33' com o plano de órbita¹⁰. A órbita terrestre evidencia, de forma cíclica, distorções relacionadas com a sua excentricidade, bem como da obliquidade do eixo da Terra em relação ao plano de órbita e da precessão do seu eixo de rotação (Foucault, 1993). Estes movimentos cíclicos começaram por ser estudados, primeiro pelo francês Joseph Adhémar, tendo sido prosseguidos esses estudos pelo britânico James Croll. Os parâmetros orbitais acabaram por ser identificados pelo matemático sérvio Milutin Milankovitch, em 1924 (Berger e Loutre, 2007: 103-112).

O nosso Planeta pode ser representado como um sistema¹¹. De acordo com as suas características próprias, cada elemento do sistema contribui para o seu funcionamento geral, assegurando funções específicas (Dury, 1981). Assim, a sua estrutura é composta pelo seu limite, as componentes¹², e as relações internas (entre componentes) e externas. Um sistema é aberto quando ocorrem trocas de energia e de matéria com o exterior e isolado na ausência dessas mesmas permutas, sendo fechado quando só existem trocas de energia (Haggett, 2001). Quando acontece uma mudança numa das suas componentes os efeitos consequentes vão afetar todo o

⁹Litosfera, hidrosfera e Criosfera formam a superfície terrestre.

¹⁰Isto corresponde a uma inclinação de 23°27' em relação à vertical, tanto para norte como para sul.

¹¹Entende-se por sistema a um conjunto de elementos que se organizam com o propósito de desempenhar determinadas funções, existindo entre os mesmos relações de interdependência que se caracterizam pela ocorrência regular e frequente de trocas de energia e de matéria.

¹²A componente de um sistema designa-se por subsistema, sempre que forem evidentes interdependências entre os seus elementos constituintes.

sistema devido à interdependência entre todos os elementos (Dury, 1981). Um sistema encontra-se em equilíbrio quando o *output* de energia e matéria é equivalente ao *input*. Sempre que este balanço se desequilibrar a sua estrutura é alterada, porque o equilíbrio foi perturbado. Essa mutação pode ser irreversível se a resposta do sistema corresponder a um feedback positivo, ou seja, amplifica os efeitos desencadeados pela perturbação. No entanto é possível o restabelecimento do equilíbrio sistémico, por meio de um feedback negativo¹³(Gabler, *et al.*, 2009).

A Terra funciona como sendo um sistema fechado, segundo alguns autores como Dury (1981) e Haggett (2001), devido à existência de permutas regulares e permanentes de energia com o exterior, se bem que tal afirmação possa não ser consensual. O nosso Planeta recebe radiação proveniente do Sol e muito residualmente, radiação cósmica. Contudo, há algo de residual que lhe confere um carácter de sistema aberto, porque há matéria¹⁴ com origem no espaço que pode penetrar na Terra, sendo igualmente verificável o escape de algumas partículas de gases para fora da atmosfera. Pelo facto destas trocas de matéria serem residuais no caso da atmosfera e no caso dos asteróides, é mais correto classificar o sistema ambiental da Terra como sendo (Op. Cit., 1981). A figura 1 esquematiza o balanço de energia. Considerando o total de radiação solar que alcança a superfície terrestre, 65% da mesma é convertida noutras formas de energia e posteriormente reenviada para o espaço, sob forma de radiação infravermelha. 35% da energia não absorvida, é refletida. Cerca de metade da energia solar recebida (51%) é absorvida pela superfície terrestre e os remanescentes 14%, pela atmosfera. As nuvens refletem 27% da radiação que chega à Terra, enquanto esses valores são de 6% e 2%, respetivamente, para a atmosfera e a superfície terrestre. Por sua vez, a radiação cósmica não atinge a superfície porque fica retida nas camadas intermédias da atmosfera (Haggett, 2001).

A principal fonte de energia recebida e transformada pela Terra provém do Sol. A energia solar absorvida é o suporte para as formas de vida presentes¹⁵ no

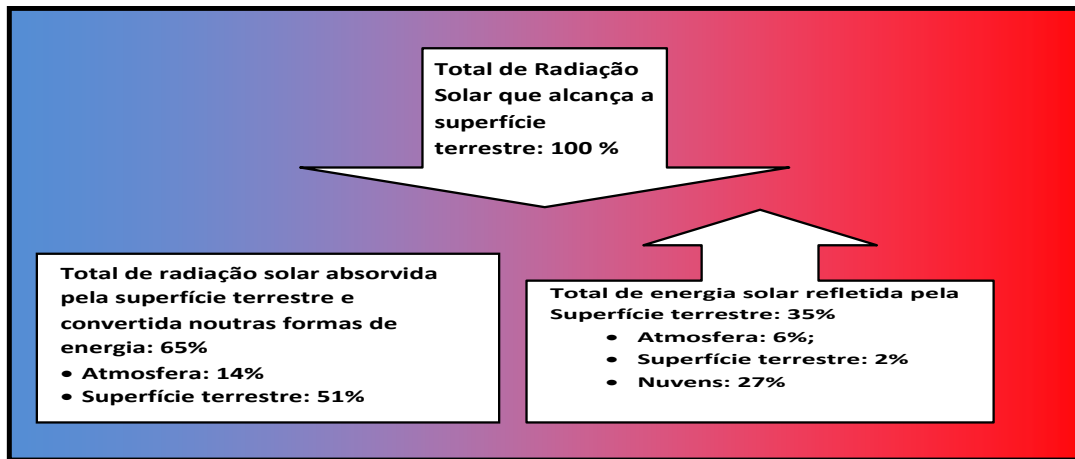
¹³ Feedback negativo consiste num conjunto de fenómenos produzidos por um sistema, que vai desencadear efeitos contrários aos que foram criados por um input, anteriormente ocorrido, o que pode favorecer o restabelecimento de um equilíbrio.

¹⁴ Por exemplo, as quedas de asteróides sobre a superfície, ou a perda de moléculas de gases leves e de partículas, a partir da alta atmosfera.

¹⁵ Exceção para as formas de vida presentes em profundidades, que realizam a quimiossíntese.

Planeta e aos seus ecossistemas, tal como faz funcionar a circulação geral da atmosfera e dos oceanos, os ciclos da água, carbono, azoto e metano, entre outros (Sadurny, 1994). No entanto, a Terra dispõe de dois recursos de energia que são independentes do Sol: a gravidade (incluindo o campo magnético), com origem no núcleo¹⁶ e as energias térmica e cinéticas provenientes do manto.

Figura 1: Balanço externo de energia



Fonte: Petter Haggett (adaptado), 2001: 38-42.

Os movimentos no manto desencadeiam sismos à superfície e libertam materiais através dos fenómenos de vulcanismo. As erupções vulcânicas contribuem para alterar a composição química da atmosfera, porque lhe fornecem partículas de origem mineral, cinzas, assim como dióxido de enxofre, vapor de água e dióxido de carbono (Faucault, 1993). Além das trocas de energia entre os subsistemas do sistema ambiental da Terra, também existem permanentes trocas de matéria, tais como os supracitados ciclos.

O sistema ambiental da Terra encontra-se em equilíbrio quando o balanço de energia que entra for equivalente ao que sai. Se a quantidade de energia solar que alcançar a superfície terrestre sofre modificações, tal vai desestabilizar a estrutura do sistema e provocar a sua mutação para novas condições em que pode ser assegurada uma situação de equilíbrio. Os episódios muito esporádicos de entrada de matéria proveniente do espaço, são passíveis de perturbar os fluxos de energia, provocando o mesmo efeito de desestabilização. Por sua vez, se no interior de um dos subsistemas

¹⁶O núcleo é constituído por ferro e níquel, sendo nestes a origem da gravidade.

do nosso planeta ocorrer uma perturbação e subsequentemente gerar-se um balanço desigual nas trocas de energia e de matéria, os efeitos subseqüente alastrar-se-ão a todo o sistema, o que implicará a mutação da sua estrutura.

Quadro 1: Fontes de energia na Terra

Fontes de energia:
Externa:
Radiação solar, com origem no Sol, que é a principal fonte;
Radiação cósmica
Interna:
Gravítica, com origem no núcleo, térmica e cinética, com origem no Manto;
Radiação Solar recebida pela Terra:
Infravermelho: 46%
Luz visível: 45%
Ultravioleta e raio x: 9%

Fonte: Petter Haggett, 2001: 38-41

I.2. O Sistema climático

O conceito contemporâneo de clima consiste na sucessão de estados de tempo médio que é característica de uma dada região, ao longo de um espaço de tempo adequadamente longo (Flannery, 2006:26). A Organização Meteorológica Mundial (OMM) convencionou um período de 30 anos como sendo o adequado para se proceder à caracterização do clima de um determinado lugar da Terra (I.M., 2011). Esta sucessão de estados de tempo médio inclui a variabilidade sazonal, verificável ao longo de um ano.

Se num sentido estrito mais literal o clima reporta a escalas que podem ser locais ou regionais. Num sentido mais lato faz sentido afirmar que existe um clima global (Foucault, 1993). No conceito atual de clima estão patentes duas características essenciais: a sua natureza dinâmica e o seu funcionamento sistémico. O clima é dinâmico porque é suscetível de se diferenciar, consoante os diferentes locais e regiões do Globo e de variar ao longo do tempo (Kandel, 1990). Por seu turno, entende-se por sistema climático ao conjunto de todos os componentes do Planeta que contribuem para o funcionamento do clima. Assim, o seu subsistema central é a atmosfera, sendo os restantes a hidrosfera, biosfera, criosfera e a litosfera. O sistema climático é também um dos subsistemas componentes do sistema ambiental da Terra (Haggett, 2001).

A atmosfera é essencialmente constituída por matéria em estado gasoso embora mantenha em suspensão, água nos estados líquido e sólido, partículas, aerossóis e poeiras. Segmenta-se em cinco camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera. A troposfera é a camada que se encontra junto à superfície terrestre e contém à volta de 80% do total da massa da atmosfera, sendo de 15°C a sua temperatura média global, ao nível médio do mar (Santos, 2004:11-31). Todos os fenómenos meteorológicos (e por inerência, os climáticos) ocorrem quase exclusivamente na troposfera. A composição atual da atmosfera é de 78% para o azoto, 21% para o oxigénio e 1% para o conjunto de substâncias, onde estão incluídos os gases com efeito de estufa, os gases raros, as moléculas de água e as partículas de sal, os aerossóis sulfurosos, as poeiras e outros resíduos em estado sólido, que também são constituintes voláteis (Sthraler e Sthraler, 1989). “O dióxido de carbono é volátil, oscilando entre os cerca de 180 a 290 ppmv¹⁷, o que equivale a 0,018% e a 0,029% (Op., Cit., 2004: 11-32). A concentração deste gás aumentou desde a revolução industrial e foi alcançando valores críticos ao longo do século XX.

A litosfera é a componente sólida do sistema climático sendo constituída por matéria mineral e integra todas as massas de terra submersa e emersa (incluindo os respetivos relevos), desde os continentes e arquipélagos, até aos leitos dos oceanos e mares. A superfície da litosfera emersa é coberta por solo, o qual consiste numa mistura entre matéria orgânica e mineral, sendo exposta a constante transformação por parte dos seres vivos. A biosfera é a componente que engloba todas as formas de vida: fauna, flora, fungos e microrganismos, distribuindo-se em ecossistemas terrestres, aquáticos ou anfíbios. A hidrosfera compreende toda a água presente na superfície do Globo, em estado líquido. Abrange as massas oceânicas e os mares, bem como as águas¹⁸ superficiais e subterrâneas presentes na litosfera, além da nebulosidade (nuvens, nevoeiros e neblinas), que consistem em massas de água no estado líquido suspensas na atmosfera. Por último, a criosfera integra a água em estado sólido, o que inclui as grandes massas de gelo das regiões polares, os icebergs em trânsito pelos oceanos, os glaciares continentais, os campos de neve e ainda, a

¹⁷180 a 190 ppmv durante os ciclos glaciares e 280 a 290 nos ciclos interglaciares.

¹⁸As águas superficiais presentes nas terras emersas encontram-se nos cursos de água fluvial, lagos, pântanos, etc., enquanto as subterrâneas estão armazenadas em aquíferos e aquitardos.

geada. O albedo da criosfera é elevado, o que contribui para o aumento da reflexão da radiação solar.

No interior do sistema climático ocorrem fluxos permanentes de matéria e de energia, encontrando-se em equilíbrio sempre que os balanços entre *input* e *output* forem equivalentes. A energia que flui é sobretudo térmica e cinética. Os oceanos e a atmosfera trocam de calor entre si, enquanto os respetivos movimentos de circulação se influenciam, reciprocamente. Os ciclos da água, carbono, azoto e o do metano processam-se, envolvendo todos os subsistemas do sistema climático (Miranda, *et al*, 2001). Ao nível das relações externas o funcionamento do sistema climático contribui, quer para a utilização da energia solar absorvida, quer para a sua conversão final em radiação infravermelha. As trocas de matéria fazem-se por meio do vulcanismo, com o fornecimento à atmosfera de material incandescente, ou cinzas provenientes do manto. As relações internas e externas do sistema climático funcionam de modo a que este se mantenha em estado de equilíbrio, ou seja, toda a matéria e energia que entram são equivalentes às que saem (Gabler, *et al*, 2009). As atividades antropogénicas que resultam nas emissões para a atmosfera de substâncias, tais como os gases com efeito de estufa, ou as de partículas, que se encontram dissociadas dos processos bioquímicos naturais, providenciam um fornecimento de matéria, cuja origem deve ser considerada como externa ao sistema climático, sendo suscetível de perturbar o balanço de energia.

O clima é passível de variar ao longo do tempo, tanto ao nível global como em qualquer das suas zonas climáticas (Sadurny, 1994). A conjugação dos efeitos das interações entre as componentes do sistema climático, com os efeitos derivados de fatores que lhe são externos, pode originar uma alteração significativa nos fluxos de matéria e de energia. Tal mudança pode desencadear um desequilíbrio na estrutura do sistema climático e mesmo que este venha a ser recuperado, em termos de balanço de energia e de matéria, as condições serão necessariamente diferentes, resultando numa mudança climática (Lovelock, 2007). Poderemos referir como exemplo as emissões elevadas de GEE que alcançaram uma dimensão crítica, a partir da qual o sistema climático esgotou a sua capacidade de os remover da atmosfera. O efeito consequente reflète-se numa crescente retenção de energia térmica, sob forma de

calor, porque aqueles gases condicionam o fluxo de radiação infravermelha para o espaço. Deste modo, a atmosfera perde o equilíbrio no seu balanço de matéria e de energia, porque os respetivos input são superiores aos output e tal facto trará impactos sobre os outros subsistemas (Haggett, 2001).

Ao fim de algum tempo após o desequilíbrio é possível que se venha a verificar um reequilíbrio no balanço de matéria e de energia. A questão é saber o tempo necessário para o restabelecimento do equilíbrio e quais as futuras características que o sistema climático venha a assumir um novo estado de equilíbrio. De qualquer modo, a acumulação de gases com efeito de estufa na atmosfera, superior à capacidade de absorção do sistema ambiental da Terra, constitui um caso paradigmático de desequilíbrio no balanço de matéria, o qual originará um desequilíbrio no balanço energético, como iremos demonstrar ao longo da presente dissertação. Primeiro, porque há uma concentração suplementar de GEE e segundo porque estes gases retêm cada vez mais radiação infravermelha na baixa atmosfera, impedindo o seu fluxo para o espaço exterior e desencadeando a subida da temperatura (Yun, 2008). O equilíbrio será, provavelmente, restabelecido, mas a questão será saber quando e como.

I.3. As variações temporais do Clima

O clima varia a diferentes escalas de tempo. De acordo com Henson (2009) é possível identificar quatro escalas de variações climáticas, que adiante serão descritas. Tais mudanças estão associadas a um ou a vários fatores causais.

Centenas de milhões de anos: Relaciona-se com a evolução da composição química da atmosfera e da progressiva solidificação da superfície terrestre resultante do seu arrefecimento. Nas primeiras centenas de milhões de anos da existência do nosso Planeta, a temperatura média à superfície andaria à volta de 1500°C (Santos, 2007). A atmosfera ancestral da Terra chegou a ser maioritariamente constituída por gases originários dos fenómenos devulcanismo, nomeadamente o dióxido de carbono, o vapor de água e o dióxido de enxofre, além dos gases provenientes do espaço interestelar (hidrogénio, hélio, xénon e árgon). Esta atmosfera primitiva foi evoluindo até à sua composição química atual, primeiro, devido ao arrefecimento da superfície terrestre (dando origem à crosta terrestre e à formação das massas oceânicas) e

segundo, pelo aparecimento das formas de vida, designadamente as vegetais, que passaram a absorver o Dióxido de Carbono e a libertar Oxigénio (Miranda, 2001).

Dezenas de milhões de anos, ou escala geológica: A sua causa deve-se à distribuição dos climas em função do posicionamento das massas de terra emersa e do relevo, devido aos sucessivos movimentos tectónicos, o que naturalmente teve as suas implicações na circulação geral dos oceanos e conseqüentemente, na circulação geral da atmosfera. Por efeito dos movimentos entre placas tectónicas, a deslocação das massas terrestres é muito lenta, podendo levar milhões a dezenas de milhões de anos, sendo algo que se encontra em permanente movimento (Sthaller e Sthaller, 1989:142-143).

Dezenas a centenas de milhares de anos, ou escala astronómica: Advém dos ciclos de variação dos parâmetros astronómicos da órbita terrestre, descobertos por Milutin Milankovitch e divulgados em 1924 (Henson, 2009). Esses parâmetros são os movimentos de excentricidade, obliquidade e precessão. A excentricidade da forma da órbita da Terra tem um período maior com um retorno aproximado de 433 000 anos (e um período menor de cerca de 100 000 anos), no qual a sua forma quase circular se torna mais elíptica (Foucault, 1993). A *obliquidade do eixo de rotação* varia entre os 22° e os 24,5°, em cerca de 41 000 anos (Berger e Loutre, 2007:103-112) e finalmente, a *precessão do eixo de rotação*, que consiste no movimento do eixo de rotação da Terra, “como um pião”, descrevendo um “cone” em torno da direcção perpendicular ao plano de orbita, com um ciclo de aproximadamente 23 000 anos em que volta à mesma posição (Yun, 2008). A excentricidade da forma da órbita da Terra e a precessão do seu eixo de rotação, evoluem de forma concertada (Op., Cit.,2007), enquanto a precessão influí sobre a obliquidade do eixo de rotação, significando isto que estes três movimentos cíclicos são interdependentes entre si (Sadurny, 1994).

A menor exposição da superfície terrestre aos raios solares e o maior afastamento da Terra, ao Sol, determinam um valor substancialmente reduzido de energia recebida pelo planeta, resultando na existência de um ciclo glacial, como foi, por exemplo, a glaciação de Würm¹⁹. A longevidade dos ciclos glaciares é

¹⁹Na Europa esta glaciação é designada por Würm, enquanto na América do Norte por Wisconsin.

aproximadamente de 100 000 a 130 000 anos (Santos, 2004), enquanto que os ciclos interglaciares têm uma duração mais variável, mas não inferior a cerca de 10 000 anos (Berger e Loutre, 2007; Henson, 2009). A transição da glaciação de Würm para o Holoceno decorreu em aproximadamente 2000 anos (Fagan, 2004).

Centenas a milhares de anos: A quarta e última escala, cujas mudanças se podem efetuar em decénios. Estes episódios climáticos “atravessam” tanto as glaciações como as interglaciações (Labeyrie e Jouzel, 2007:97-102). Aparentam ser irregulares quanto à sua longevidade, causas e período de retorno, tendo sido identificadas por parte da Paleoclimatologia, tanto na ocorrência de mudanças climáticas bruscas (surgidas ao longo de escassas dezenas de anos), como nas que se processaram de modo suave, ou seja, ao longo de 100 ou mais anos (Henson, 2009). De referir que as escalas de variações climáticas importantes para os estudos das alterações climáticas e dos seus impactos sobre a humanidade e no sistema ambiental da Terra, são as que se processam em períodos de centenas a milhares de anos, bem como as ocorrentes em dezenas a centenas de milhares de anos. As escalas de maior dimensão temporal são demasiadamente longas para que os seus efeitos sejam percetíveis.

I.4. Causas naturais das alterações climáticas

A circulação oceânica constitui um factor suscetível de causar alterações climáticas. A circulação termohalina²⁰ dos oceanos tem capacidade para influenciar o caudal e o alcance das correntes marítimas quentes, designadamente a corrente quente do Golfo, cuja modificação terá implicações sobre a circulação geral dos oceanos.²¹ Por sua vez a circulação geral dos oceanos influencia a circulação geral da atmosfera, sendo também influenciada por esta (Broecker, 1985; Stouffer e Manabe, 1999, citados por Bard, 2007:85-96). É cientificamente evidente que a fusão de grandes massas de gelo²² que afluem para os oceanos, são suscetíveis de alterar o gradiente de salinidade, o que vai resultar numa diferenciação de densidade das massas de água marinha. Isto terá implicações sobre a extensão e o caudal das

²⁰As massas de água diferenciam-se consoante a sua temperatura e salinidade das massas de água.

²¹A circulação geral dos oceanos compreende a circulação superficial, a de profundidade e os movimentos de ascensão e afundamento de massas de água.

²²Estes grandes volumes de água derretida podem ter origem nas massas de terra emersa, ou nas calotas polares e icebergs.

correntes marítimas quentes (nomeadamente, a corrente do Golfo) e tal pode ocorrer em algumas décadas (idem., 2007:85-96). Um exemplo dessas ocorrências são os episódios de Dansgaard-Oeschger, que correspondem a interações oceano-criosfera-atmosfera e que podem durar, aproximadamente, entre 500 a 2000 anos, tendo uma fase de aquecimento a qual sucede um período de arrefecimento, devido à diminuição da extensão e do caudal da corrente do Golfo. De qualquer modo, os hipotéticos impactos desencadeados por mecanismos inerentes à circulação geral dos oceanos são ainda mal conhecidos (Berger e Loutre, 2007). O Younger Dryas foi um caso paradigmático da história do Holoceno, no qual o aquecimento derivado da transição para o Holoceno provocou a formação do lago Agassiz, cujas águas fluíram para o Atlântico Norte, interferindo no caudal da corrente do Golfo e desencadeando um arrefecimento rápido (Fagan, 2004).

Em suma, podemos afirmar que as interações oceano-atmosfera são cruciais para o funcionamento do sistema climático e para as oscilações que nele se sucedem. Enquanto a atmosfera reage com rapidez a fenómenos provenientes do oceano, este é mais lento na sua resposta aos impulsos com origem na atmosfera. Este factor de inércia oceânica constitui uma das razões pelas quais é quase certo que a temperatura da atmosfera à superfície vai continuar a aquecer nas próximas décadas, enquanto os oceanos vão aquecer mais lentamente que a troposfera (Walker e King, 2008). Mas podemos colocar a seguinte questão: a circulação geral dos oceanos está a impulsionar o aquecimento da atmosfera? É possível que sim, mas tal não invalida o factor emissões de GEE. Por sua vez há cada vez mais dióxido de carbono absorvido nas águas marítimas, com o consequente aumento da sua acidez, com efeitos negativos sobre os corais (Salomon, 2005:77-92).

A radiação solar é quase constante, emitindo para a Terra um volume de energia radiativa de 3.9×10^{26} W, por segundo, o que equivale a 10^{26} kWh (Santos, 2004: 11-32), desde que o Sol alcançou a maturidade, no seu ciclo de vida (Yun, 2008). Segundo Yun (2008), o fluxo radiativo do Sol tem-se mantido mais ou menos constante, ao longo dos últimos 10 000 anos, apesar dos ciclos solares, o que faz com que seja modesta a sua influência sobre as oscilações climáticas. De facto, estas variações cíclicas da constante solar, em 0,1%, correspondentes aos ciclos solares,

constituem um valor demasiado reduzido para influenciar o clima, além da sua curta duração e portanto, passível de influenciar mais o estado do tempo e não tanto o clima (idem, 2004:11-32). Estes ciclos solares segmentam-se em fases de cerca de 11 anos em que se assiste a um acréscimo das manchas solares, acompanhadas por um aumento da luminosidade que alcança a superfície terrestre. Em aparente antagonismo com o ponto de vista dos autores atrás referidos, existem várias teorias sobre a definição de ciclos solares relativamente longos, sobrepostos aos ciclos das manchas solares, nos quais se verificam ligeiras variações na constante solar. São os casos dos ciclos de Gleissberg e da lei de Spörer, as quais procuram explicar que há períodos que duram decénios em que o número de manchas solares é muito reduzido: Esses ciclos explicariam as ocorrências dos mínimos de radiação solar tais como o de Maunder, ou o de Spörer.

De qualquer modo, não há consenso científico sobre a veracidade da existência destes ciclos solares mais longos, pelo que é mais adequado aceitar a ideia de estabilidade da luminosidade solar com as suas breves variações cíclicas das manchas solares. O que se verificou entre os anos 1950 e os anos 1980 foi uma diminuição da luminosidade, fenómeno designado por “escurecimento global”, que tem sido explicado mais pela concentração de partículas sólidas em suspensão na atmosfera e menos por uma real diminuição dos valores da constante solar. Aliás, de acordo com Henson (2009), a partir dos anos 1990 a luminosidade tem vindo a recuperar os seus valores.

Os fenómenos de vulcanismo são suscetíveis de alterar a composição química da atmosfera e tal como já descrevemos anteriormente, quanto maior a frequência e a intensidade da atividade vulcânica, mais acentuados os seus efeitos sobre a atmosfera. O vulcanismo é aparentemente irregular, ou seja, não parece regular-se por ciclos predeterminados, sobretudo se considerarmos uma curta escala temporal de anos a decénios. Sempre que ocorre uma erupção vulcânica mais intensa, ou sempre que se verifique uma sucessão de erupções, em curto espaço de tempo, isso vai ter como efeito a libertação de volumosas quantidades de cinzas, poeiras e aerossóis, para a troposfera, chegando frequentemente a alcançar a baixa estratosfera e aí permanecendo antes do seu colapso, exercido por força gravitacional (Miranda, 2001).

Por esta razão, se num dado período de anos ou decênios, as grandes erupções se sucederem, umas às outras, é provável que isso possa contribuir para um arrefecimento do clima. Com efeito, quando ocorre uma grande erupção é muito provável que a temperatura média global desça, durante um breve períodos de 4 a 5 anos posteriores (Gabler *et al.*, 2009). Porém, os vulcões também libertam dióxido de carbono (e também vapor de água) e por conseguinte vão contribuir para o acréscimo ao efeito de estufa na atmosfera. As emissões antropogénicas de partículas aerossóis e fuligens, quando alcançam uma proporção elevada são suscetíveis de contribuir para a descida da temperatura da troposfera, sobretudo nas regiões onde essas emissões tiverem origem, ainda que seja muito difícil que estas alcancem²³ a tropopausa (Walker e King, 2008). Isto porque condicionam a penetração da luz solar. O dióxido de enxofre oferece o mesmo efeito que as partículas. Porém, se por um lado, os vulcões contribuem para arrefecer a superfície terrestre, também atuam no sentido do seu aquecimento, porque libertam igualmente quantidades substanciais de dióxido de carbono para a atmosfera.

Os gases com efeito de estufa são o vapor de água, o dióxido de carbono, o metano, o óxido nitroso, o ozono e os gases fluorados²⁴, entre outros de menor importância. O vapor de água é de longe o GEE mais abundante, correspondendo a cerca de 0,03% do total da composição da atmosfera, se bem que seja muito volátil, com um tempo médio de permanência na troposfera à volta de 20 dias (Walker e King, 2008). A sua origem tanto pode ser natural como antrópica. O dióxido de carbono é o segundo GEE mais abundante e o seu tempo de vida na atmosfera pode ultrapassar os 100 anos (Miranda, 2001), enquanto o metano e o óxido nitroso, têm um elevado potencial de efeito de estufa e podem permanecer à volta de 20 anos.

As emissões e as remoções naturais de vapor de água, dióxido de carbono, metano e do óxido nitroso estão associados aos correspondentes ciclos naturais da água, do carbono, do metano e do azoto, que não são mais do que troca de matéria entre os subsistemas do sistema climático. Nestes ciclos é assegurado um equilíbrio,

²³As partículas cujas emissões são antropogénicas não estão associadas a nenhum processo de energia cinética, que lhe permita projetá-las para altitudes mais elevadas, contrariamente ao que sucede com as atividades vulcânicas.

²⁴Os gases fluorados com efeito de estufa são: hidrofluorcarbonetos (HFC's; perfluorcarbonetos (PFC's) e o hexafluoreto de Enxofre (SF₆).

pelo qual a **matéria que entra na atmosfera (ou em qualquer um dos outros componentes do sistema climático) é igual à que sai**. Mas, se a **acumulação atmosférica de gases de efeito de estufa for superior à da sua capacidade de remoção** isso irá resultar na **modificação da composição química da atmosfera, por acréscimo da quantidade presente destes gases**. Estes dispõem da propriedade de reter parte da radiação infravermelha proveniente da superfície terrestre, que é irradiada para o espaço exterior. Esta retenção parcial de calor vai impulsionar a subida da temperatura média da troposfera. Por sua vez, quando a troposfera está mais quente é maior a sua capacidade de conter vapor de água, favorecendo um acréscimo da evaporação e da subsequente concentração de vapor de água, reforçando o aquecimento da troposfera.

I.5. O aquecimento global antropogénico

Uma sucessão de pequenas variações climáticas atravessou o Holoceno, até à atualidade. Durante a transição da glaciação de Würm para o Holoceno sucedeu o Younger Dryas, decorrido entre 12 800 a 11 500 anos, aproximadamente, que foi um episódio de súbito arrefecimento, acompanhado de uma recuperação da temperatura (Fagan, 2004). O Ótimo Holocénico teve lugar há cerca de 6 000 a 5 000 anos, com temperaturas que foram cerca de 1 a 2°C mais elevadas que na atualidade (Buckey et al, 2005). Seguiu-se um período mais frio, que deu lugar ao Ótimo medieval, este último decorrido entre os séculos X a XIII, com temperaturas um pouco mais baixas que as atuais (Op. Cit., 2004). A *Pequena Idade do Gelo* adveio entre o início do século XIV e terminou durante as primeiras décadas do século XX. Teve como uma das suas causas uma sucessão de ciclos de reduzida radiação solar, intercalados com alguns episódios pontuais de atividades vulcânica mais intensa, sobretudo nos séculos XVI e XIX (Fagan, 2004). Tais mínimos solares foram responsáveis pela diminuição de 0,46% da energia solar recebida por toda a superfície terrestre (Ferreira, 2005). As temperaturas médias mundiais eram cerca de 1 a 1,5°C abaixo das atuais (Fagan, 2004; Henson, 2009).

O aumento recente da temperatura da baixa atmosfera terrestre teve a sua “primeira vaga” entre os anos 1910 a 1940, pondo fim à Pequena Idade do Gelo. O máximo de atividade solar observado pode ter sido a sua principal causa. Contudo, a

concentração atmosférica de dióxido de carbono (e de outros GEE) já seria suficiente para desequilibrar o ciclo natural de carbono (Kandel, 1990), não obstante os seus valores serem substancialmente inferiores aos atuais (Walker e King, 2008). A subida da temperatura já teria começado por volta de 1860, mas até 1910 o aumento foi de 0,2°C (Santos, citado por Naves e Firmino, 2009). O período compreendido entre os anos 1940 e os anos 1970 foi marcado por um arrefecimento muito residual no hemisfério norte, em cerca de 0,1°C, que na prática se tratou de uma estabilização (idem, 2009). As causas devem-se, muito provavelmente, ao máximo de acumulação de partículas sólidas e aerossóis, em suspensão, resultante de um intenso processo de industrialização do pós-guerra e ainda de uma mais frequente atividade vulcânica ocorrida, aproximadamente, entre 1957 a 1963 (Henson, 2009). A partir dos anos 1970 começou a “segunda vaga” de subida da temperatura média mundial, que ainda está em curso. Se durante a “primeira vaga” de aquecimento a temperatura subiu 0,35°C, já ao longo dos últimos quase 40 anos a temperatura média do planeta subiu à volta de 0,55°C (IPCC, 2007).

O fator principal que tem vindo a forçar a subida da temperatura da atmosfera, à superfície, prende-se com a alteração da sua composição química, devido à crescente acumulação de gases com efeito de estufa. O volume libertado destes gases para a atmosfera ultrapassa a capacidade natural de os absorver e é este facto que tem contribuído para que a sua concentração seja a mais elevada, se considerarmos os últimos 420 000 anos (Haggett, 2001). Estas elevadas emissões de GEE têm origem nas quotidianas atividades humanas, que emergiram, primeiro no Ocidente e depois um pouco por todo o mundo, desde a primeira revolução industrial, há cerca de dois séculos (Yun, 2008), sendo o CO₂ o gás que é emitido em maior quantidade. Existe uma prova de que o ciclo natural do carbono tem sido e continua a ser perturbado (Foucault, 1993). É certo que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera oscila em consonância com a sucessão dos ciclos glaciares e interglaciares. Ao longo dos últimos 420 000 anos²⁵ foi detetada uma concentração de CO₂, no intervalo de 180 a 190 ppmv, durante as glaciações, enquanto nos ciclos interglaciares,

²⁵As medições da composição química da atmosfera, feitas pelos paleoclimatologistas são efetuadas por recurso ao gelo antigo e a fósseis.

os valores obtidos situam-se entre os 260 a 290 ppmv (Santos, 2004: 11-32; Henson, 2009).

Em 2010, a concentração de CO₂ alcançou as 390 ppmv²⁶ (Zachos e Zeebe, citados por Robert Kunzig, 2012), o que corresponde à concentração mais elevada do período referido (Santos, 2004: 11-32; Petit e Sopoehni, 1999, citados por Walker e King, 2008). Nem durante o Ótimo Holocénico, que foi o episódio mais quente do Holoceno, esse limite foi ultrapassado! Estamos perante um acréscimo de 40% de acumulação atmosférica deste gás face ao período pré-industrial, que não ia além dos 290 ppmv (Lovelock, 2007). Deveremos ainda considerar que a concentração de todos os GEE, no ano de 2008, foi de 430 ppmv, ou seja, um aumento de concentração de 60%, também comparativamente ao período que antecede a revolução industrial (Reeves e Lenoir, 2006). As primeiras medições diretas de CO₂ atmosférico foram efectuadas em 1958, tendo-se calculado uma concentração de 316 ppmv. Por outro lado, o rápido aumento da concentração de CO₂ demonstra uma correlação com o aumento da temperatura, desde os anos 80 (idem, 2006). O aumento da sua acumulação tem-se verificado desde o início do século XIX, ainda que de forma lenta (Yun, 2008). A partir de finais desse século e inícios do século XX aumentou a sua concentração, sendo que desde os anos 1980 se tem observado uma taxa de acumulação anual relativamente elevada, a qual recebeu um novo impulso a partir da década de 2000 (expresso num aumento de 2,1 ppmv/ano: Santos, citado por Naves e Firmino, 2009).

A perturbação do ciclo natural do carbono derivada do excesso de concentração de dióxido de carbono na atmosfera, não é a única prova da origem antrópica. Durante a década de 1950 foi realizado um estudo por Revelle e Suess no qual foi detetado dióxido de carbono em águas marinhas superficiais, que já foi removido da atmosfera e cuja composição química era pobre em isótopo carbono 14 (¹⁴C). Por si só este facto é revelador da proveniência deste dióxido de carbono a partir da combustão de combustíveis fósseis (Santos, 2004: 11-32; Yun, 2008; Henson, 2009). Em 1957, Hans Suess demonstrou que o isótopo ¹⁴C é continuamente produzido na

²⁶James C. Zachos e Richard E. Zeebe. Centro de Análise de Informação de dióxido de carbono, EUA.

atmosfera através de reações químicas que advêm da colisão de neutrões²⁷ com os núcleos de azoto. Deste modo o CO₂ que, permanentemente flui no ciclo natural do carbono é constantemente enriquecido com carbono 14. De acordo com Santos (2011:47-57), o ciclo de vida do ¹⁴C é de 5730 anos. O dióxido de carbono originado pela queima de combustíveis fósseis praticamente não contém carbono 14 porque durante centenas de milhões de anos o carvão, petróleo e o gás natural estiveram armazenados no solo. Por outras palavras, este CO₂ não foi ainda suficientemente exposto à radiação cósmica devido à sua relativamente recente concentração na atmosfera.

Os modelos de circulação geral (da atmosfera e dos oceanos) são utilizados sobretudo por parte do IPCC, para reproduzir a evolução do clima global até ao presente e simular a sua evolução no futuro. É a partir dos mesmos que se prevê que o aquecimento global poderá corresponder a uma subida da temperatura média da superfície terrestre entre 1,4°C a 5,8°C, face aos valores pré-industriais até ao ano 2100 (Lovelock, 2006). Sempre que se introduz o fator aumento das emissões de GEE e a sua conseqüente acumulação na baixa atmosfera, os modelos de circulação geral reproduzem melhor a evolução do clima mundial nos últimos decénios (Walker e King, 2008). Por conseguinte, com os meios científicos e tecnológicos disponíveis, é possível medir as emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa e identificar a sua origem.

Consequentemente, é também possível comparar a quantidade de GEE emitidos pelas atividades antrópicas, com as emissões que fazem parte dos ciclos naturais do carbono, do metano e do azoto. Os gases fluorados²⁸ não fazem parte da composição química natural da atmosfera, pelo que a sua presença é, por si só, uma prova válida da sua origem antrópica. Além do aumento da concentração de GEE provenientes de emissões antropogénicas, é possível que no futuro se venham a descobrir outras causas que estejam a contribuir para a subida da temperatura da superfície terrestre, Contudo, esta hipótese não invalida a realidade factual de que os

²⁷A colisão de neutrões com os núcleos de azoto acontece aquando dos bombardeamentos dos raios cósmicos.

²⁸Os gases de efeito estufa fluorados são: hidrofluorcarbonetos (HCFC's); perfluorcarbonetos (PFC's) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆).

GEE se estão a acumular na baixa atmosfera, por terem sido ultrapassados os limites da capacidade natural para remover o carbono, metano e azoto que estão em excesso.

De acordo Reeves e Lenoir (2006), desde há cerca de pouco mais de 12 000 anos que estamos sob o ciclo interglaciário do Holoceno. Isto é, ao longo deste período temporal os parâmetros astronómicos da Terra têm estado concertados para determinar a existência de um interglaciar. Inevitavelmente, irá ocorrer no futuro um processo de transição para um novo ciclo glacial. Estas transições entre ciclos glaciares e interglaciares podem durar entre centenas a milhares de anos e por isso são, provavelmente, pouco percetíveis a uma escala temporal de decénios (idem, 2006). Por exemplo, a transição de Würm para o Holoceno demorou cerca de 2000 anos (Fagan, 2004). De qualquer modo se já nos encontramos em transição para uma nova glaciação, deveríamos estar a assistir a um lento e progressivo arrefecimento global e o que está a acontecer é precisamente o contrário.

Segundo o IPCC, além de diversos autores e entidades, foram realizadas estimativas para as emissões de GEE, à escala global, considerando a sua origem, as quais estão representadas na figura 2. Até aos anos recentes, as atividades humanas que mais têm contribuído para as emissões mundiais são as indústrias da produção e do fornecimento de energia, com cerca de 27%. A maior parte destas corresponde a dióxido de carbono (CO₂) e em menor grau, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), sendo estes gases libertados no consumo de energia através da queima de combustíveis. De seguida vêm a agricultura (13%), os transportes (12%), as indústrias transformadoras, extrativas e de construção (11%) e os setores residencial e serviços (9%). A assumir um contributo reduzido estão as emissões fugitivas²⁹ (4%), os resíduos (tratamento de resíduos, com 3%) e por fim, os processos industriais (3%). Os valores respeitantes aos transportes, indústrias, serviços e habitação relacionam-se com consumo de energia associada a combustão, sendo também o dióxido de carbono o principal gás emitido.

O uso dos solos tanto pode atuar como uma fonte emissora, como fonte natural de remoção de CO₂. O recuo ou a degradação dos ecossistemas florestais, os

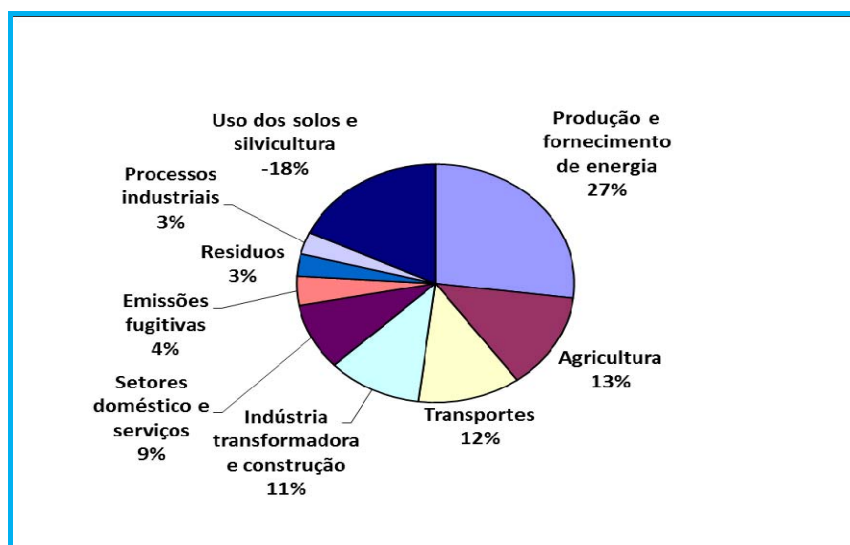
²⁹Entende-se por emissões fugitivas de combustível, ou simplesmente, emissões fugitivas, às emissões de GEE que ocorrem durante os processos de extração, transporte e armazenamento de combustíveis fósseis.

grandes incêndios, ou outras situações que se traduzam num retrocesso do espaço florestado, contribuem para o aumento das emissões de GEE. A diminuição de grandes extensões de coberto florestal, particularmente quando se trata de ecossistemas de elevada biodiversidade, tem como consequências a perda de um meio de proteção aos solos (alguns solos podem libertar GEE, quando desprotegidos) e sobretudo a diminuição do potencial de um sumidouro natural de CO₂, de importância crucial. Quanto menor a capacidade de remoção de GEE (nomeadamente o dióxido de carbono), maior o potencial da sua acumulação na baixa atmosfera. Citando Henson (2009: 34) *“55% do CO₂ que entrou na atmosfera é absorvido pelos oceanos e pelos ecossistemas terrestres, designadamente os florestais”*. Por outro lado, a queima de madeira, por se tratar de matéria orgânica rica em carbono, implica a produção de 10 átomos de carbono, por cada átomo de hidrogénio, enquanto para o carvão a mesma relação é de 2 para 1 (Walker e King, 2006). Quando os valores do uso dos solos e das florestas apresentarem valores negativos, tal significa que se está a absorver dióxido de carbono. O uso do solo, os povoamentos e ecossistemas florestais contribuem, à volta de 18% para a remoção de dióxido de carbono, a uma escala mundial.

A agricultura contribui com cerca de 13% para as emissões globais, sendo que a maior parte das mesmas provém de certas formas de cultivo, da pecuária e de algumas culturas tais como o arroz. Os principais gases resultantes são o óxido nitroso seguido pelo metano, sendo insignificante a produção do dióxido de carbono. Os processos industriais correspondem a todas as atividades da indústria dissociadas da utilização de energia, sendo nos quais que são emitidos os gases fluorados. O tratamento de resíduos e de águas residuais pesa 3% das emissões globais e o metano é o gás que é libertado em maior quantidade, seguido em muito menor grau pelo óxido nitroso e residualmente por dióxido de

carbono.

Figura 2: Emissões globais de GEE, por categoria de origem



Fonte: Walker e King, 2008. pp: 138-140

Por fim, outras fontes antropogénicas de emissões correspondem ao uso de substâncias solventes. De qualquer modo, a aplicação de medidas de Mitigação das emissões pode ter já alterado esta proporcionalidade e iremos comprovar, para a União Europeia, em geral e para a Península Ibérica, em particular, que os transportes se estão a tornar no principal setor emissor.

I.6. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas: CQNUAC

A CQNUAC é um tratado internacional que regulamenta a cooperação no combate às alterações climáticas globais de natureza antrópica. A cooperação supranacional deve incidir nas vertentes da investigação científica e tecnológica, nas ações de Mitigação sobre as causas que originam as mudanças climáticas e ainda na Adaptação aos efeitos resultantes das mesmas. Entenda-se por Mitigação os atos que incidam sobre a redução das emissões antropogénicas de GEE e por Adaptação, os atos de resiliência perante os impactos trazidos pelas mudanças climáticas (IM, 1994).

Em 1988, a ONU decidiu constituir o Painel Intergovernamental para as Mudanças³⁰ Climáticas³¹, organismo de investigação científica, resultante de uma parceria da ONU com a OMM. Em Dezembro de 1989, a Assembleia-geral das Nações Unidas convocou uma conferência para discutir as problemáticas mundiais do desenvolvimento e do ambiente, incluindo neste a dimensão das alterações climáticas antropogénicas, através da Resolução nº 44/228, de 22 de Dezembro. Em 1990 é formada uma comissão de negociação para elaborar uma convenção das Nações Unidas sobre as alterações climáticas, cujas cinco sessões decorreram entre Fevereiro de 1991 a Maio de 1992, donde sai o texto da Convenção. Esta mesma convenção é discutida na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, vulgo “Cimeira do Rio de Janeiro”, em Junho de 1992. No período compreendido entre 1988 a 1992, a Assembleia-geral da ONU decretou ainda as seguintes resoluções relacionadas com as mudanças climáticas: R. nº 43/53, de 6 de Dezembro de 1988; R. nº 44/206 e 44/207, ambas de 22 de Dezembro de 1989; R. nº 45/212, de 21 de Dezembro de 1990 e R. nº 46/169, de 19 de Dezembro de 1991. A Resolução nº 44/206 diz respeito aos possíveis efeitos negativos subsequentes à subida do nível médio dos oceanos nos arquipélagos e nas áreas costeiras continentais, sobretudo as de baixa altitude. O âmbito das restantes resoluções relaciona-se com proteção do clima global para as gerações atuais e futuras da humanidade (I.M., 1994).

A Convenção foi ratificada pela União Europeia a 15 de Dezembro de 1993, por meio da Decisão 94/69/CE e entrou em vigor a 21 de Março de 1994. Em suma, a Convenção reconhece as emissões de GEE com origem antrópica, como sendo a causa principal da subida da temperatura da atmosfera e subsequentemente, da pertinência em institucionalizar a cooperação internacional entre todos os Estados e blocos geoeconómicos que lhe são Partes Constituintes.³²No seu âmbito foram definidas as medidas de Mitigação, destinadas à diminuição do volume de libertação de GEE para a atmosfera, de modo a contribuir para a estabilização do aquecimento global e as medidas de Adaptação aos efeitos esperados resultantes do aquecimento do planeta,

³⁰A tradução literal de “*climate change*” é mudanças climáticas. Contudo, o termo comum utilizado em Portugal é “alterações climáticas”.

³¹A sigla em inglês do Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas, é IPCC: Intergovernmental Panel for Climate Change.

³²Os Estados que assinaram e ratificaram a CQNUAC designam-se por Partes constituintes da convenção, ou simplesmente Partes.

que em parte já se tem feito sentir (Santos, 2004:11-32). Ainda que refira sobre a necessidade da definição de políticas e de medidas com os respectivos objetivos, o texto da Convenção é omissivo em termos da sua quantificação, o que implica a necessidade de criar um novo tratado internacional, especificamente dedicado às políticas de Mitigação das emissões antropogénicas de GEE, que aprofunde a Convenção e responda a esta lacuna.

O objetivo da Convenção é o de orientar a cooperação da comunidade internacional nos seus esforços em realizar a diminuição das emissões antropogénicas de gases de efeito de estufa (I.M., 1994). Primeiro, há que agir no sentido de moderar o crescimento das emissões destes gases para a atmosfera, para que numa fase seguinte se consiga diminuí-los, de forma substancial. A redução das emissões deverá contribuir para estabilizar a sua concentração na atmosfera e por conseguinte limitar o aumento das temperaturas do Planeta. A estabilização deveria suceder até um limiar a partir do qual se esteja fora do risco potencial do sistema climático desencadear um “feedback” cujos efeitos se traduzam numa mudança brusca e irreversível, que inviabilize a resiliência da biosfera, pondo em causa a sobrevivência da humanidade (CE, 2005a). Segundo, há que agir no sentido da Adaptação das sociedades humanas e dos ecossistemas ao aquecimento global, por ser muito provável que o mesmo prossiga até ao final do presente século XXI, dados os elevados níveis de emissões de GEE e da sua consequente concentração na atmosfera, em contraste com a diminuída capacidade de absorção por parte do sistema climático (Henson, 2009). O Quadro 2 indica todas as Conferências das Partes constituintes da CQNUAC, que até agora foram realizadas até à mais recente, decorrida em Durban, África do Sul, em Dezembro de 2011.

I.7. O Protocolo de Quioto da CQNUAC

Na primeira conferência das Partes da Convenção (COP1, Berlim, 1995), os países desenvolvidos reconheceram-se a si mesmos como responsáveis exclusivos pelo aquecimento global (Quadro 2). Essa responsabilidade advém do facto de que a proveniência da quase totalidade das emissões de GEE terem origem neste grupo de países, bem como do seu papel histórico, uma vez que foram os primeiros a desencadear os processos de industrialização. Foi na mesma Conferência que se

iniciaram os trabalhos e os processos de negociações, conducentes à elaboração de um tratado internacional complementar à Convenção. Este novo tratado era considerado indispensável, quer pela definição e subsequente atribuição de metas e objetivos quantificados, quer na criação de regras para o processamento da informação respeitante à monitorização e avaliação das emissões de GEE (incluindo a inventariação das emissões). Na COP2 (Genebra, 1996), prosseguiram os trabalhos de elaboração do futuro tratado internacional e já então era clara a prioridade para a Mitigação, em detrimento da Adaptação. Ao longo dos anos 90 do século XX e primeiros anos da década seguinte, a preocupação mundial estava profundamente focada em como reduzir as emissões de GEE, sobretudo nos países industrializados.

Não podemos afirmar que se tenha desvalorizado politicamente a Adaptação. No entanto, o pensamento dominante na época era o da prioridade à Mitigação, porque a partir desta seria maior a probabilidade de se verificar, a longo prazo, os cenários de subida moderada da temperatura média global. Se a temperatura subir menos, mais eficazes seriam os processos de Adaptação: Se a temperatura subir pouco será devido a um crescimento moderado das emissões de GEE. Então, há que dar prioridade à Mitigação. Está também implícita a visão do mundo assente no “Hemisfério Norte rico” e no Hemisfério Sul pobre”, muito em voga nas últimas décadas do século XX. Como iremos verificar, já de seguida, as políticas das Nações Unidas para a Adaptação, estão centradas no apoio a este grupo de países, entendendo que os mesmos são potencialmente mais vulneráveis.

O Protocolo de Quioto foi concebido, na generalidade, durante a realização da terceira Conferência das Partes da Convenção, que decorreu em Dezembro de 1997 na cidade japonesa de Quioto (COP 3). Trata-se de um instrumento jurídico do direito internacional, que aprofunda a CQNUAC na vertente da mitigação. Com efeito, o seu propósito foi o de regulamentar, ao nível global, a concertação e a cooperação internacional entre as Partes³³ na diminuição das emissões de GEE. Legislou sobre os mecanismos flexíveis de mercado. Definiu um sistema uniforme de inventariação das emissões, para todas as Partes, as quais deverão informar os órgãos técnicos

³³Os Estados que assinaram e ratificaram o protocolo e que obrigatoriamente tiveram de ratificar a CQNUAC, também se designam por Partes constituintes, ou simplesmente Partes.

da Conferência das Partes, através das comunicações nacionais com os respectivos relatórios, que incluem os inventários das emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa (GEE) e da sua remoção. Os inventários classificam as fontes de origem das emissões através das categorias produção e consumo de energia (por setores de atividade), os processos industriais, a agricultura, o uso de solventes e outros produtos, uso do solo e alteração do uso do solo e finalmente, o setor do tratamento e eliminação de resíduos

A metodologia de organização dos inventários foi igualmente definida pelo Protocolo. Os Estados Signatários e Ratificantes segmentam-se em dois grupos. O conjunto dos países do Anexo I e o do Anexo II. De um modo geral, os países desenvolvidos “tradicionalistas”³⁴ constituem o Anexo I, ao passo que os países em desenvolvimento³⁵ fazem parte do Anexo II. Foram ainda definidas, exclusivamente para os países Anexo I, metas e objetivos quantitativos que deverão ser alcançados no horizonte temporal de 2008 a 2012, período de cumprimento do Protocolo. O ano base para o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), é o de 1990, tendo sido fixado o ano de 1995 para os gases hidrofluorcarbonetos (HFC’s), os perfluorcarbonetos (PFC’s) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆).

A obrigatoriedade de realizar relatórios anuais de inventários das emissões de GEE, tal como a atribuição de objetivos e metas quantificadas foi exclusivamente atribuída aos países do Anexo I. Essa distinção presente no Protocolo, justificada não só pela sua maior responsabilidade no aquecimento global, mas também pela maior capacidade para agir no âmbito das políticas e medidas de Mitigação. Nos termos do artigo 5 do Protocolo, todos os países do Anexo I, no seu conjunto, devem reduzir 5% das suas emissões no ano base, até ao período de cumprimento, estando também as respetivas metas e objetivos nacionais vinculados a este horizonte temporal. A grandeza de medida adoptada é o CO₂ equivalente (CO₂^{eq}), o que significa a quantidade necessária de emissão atmosférica de um GEE, para impulsionar um efeito de estufa equivalente ao dióxido de carbono (artigo 3, parágrafo 7 do Protocolo).

³⁴Subentenda-se por países desenvolvidos “tradicionalistas” aos países de industrialização antiga, que tenham um elevado nível de rendimento *per capita* e de desenvolvimento humano.

³⁵Convencionou-se designar por países em desenvolvimento os países com reduzido rendimento *per capita* e com um nível pré-industrial do seu desenvolvimento.

O Protocolo considera que a economia de mercado é um instrumento eficaz e indispensável para mitigar as emissões globais e por este facto, estabelece três mecanismos de flexibilidade e de mercado. Os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), ao qual é dedicado o artigo 12, consistem em projetos com origem num país do Anexo I e destinados a um país do Anexo II, cujo propósito seja o de implementar uma acção que resulte na diminuição das emissões de GEE. O país investidor pode inserir nos seus inventários, sob forma de créditos de emissão³⁶, a quantidade de GEE cuja libertação foi evitada pelo projeto implementado no país recetor. É através dos MDL que se processa a transferência de tecnologia, dos países do Anexo I para os do Anexo II. Os Mecanismos de Implementação Conjunta são exclusivos entre países do Anexo I. Consistem em projetos originários de um país, com o propósito de reduzir ou evitar emissões de GEE. O país investidor obtém o créditos de redução das emissões, não obstante a redução ter ocorrido no país destinatário.

Por último, o Regime de Comércio Internacional de Emissões, que é um mecanismo de mercado regulamentado da transacção de emissões de GEE entre os países do Anexo I. No período de cumprimento, sempre que um país ultrapassar a quantidade atribuída a que tem direito de emitir, é obrigado a adquirir no mercado as licenças para emitir GEE, as quais tanto podem ser compradas a outro país do Anexo I (cujas emissões estão a diminuir, o que constitui créditos acumulados), como aos países do Anexo II. Esses créditos podem ser vendidos, mas a sua alienação implica a diminuição da quantidade atribuída disponível para o país que vende. A utilização dos mecanismos de Implementação Conjunta e de Desenvolvimento Limpo também contribuem como créditos a favor do país investidor, sendo que o país Anexo II que está a receber um projecto de Implementação Conjunta não pode obter créditos resultantes das subseqüentes reduções das emissões;

O regime internacional de comércio de emissões entrou em vigor a 01 de Janeiro de 2008 e estará em vigor até ao ano em que forem enviadas as comunicações dos Relatórios de inventários Nacionais das Partes, respeitantes ao ano de 2012, o último ano do período de cumprimento do Protocolo. O valor de referência para a

³⁶Designa-se por créditos de emissões de GEE o volume que se evitou libertar para a atmosfera, através da aplicação de medidas eficazes de mitigação.

tonelada de CO₂ equivalente, tem andado à volta dos €30. Todavia, o preço é variável, tal como acontece em qualquer mercado, tendo chegado, em determinadas conjunturas, a um mínimo de €8. Quanto maior o número de licenças a transacionar no mercado, menor o seu valor (CE, 2007). Os EUA foram os proponentes deste mecanismo de mercado, não sendo alheia a sua experiência, desde os anos 1990, da aplicação da lei federal do “ar limpo”. Estabelece um regime de comércio de emissões de dióxido de enxofre e de outros poluentes. De acordo com Krupp e Horn, (2008), este instrumento de mercado incentivou as empresas a investirem na adoção de tecnologias e métodos conducentes à redução das emissões de poluentes, designadamente o dióxido de enxofre. Quando os valores quantificados de poluição realizados por uma dada empresa se encontram abaixo dos que estão estipulados por lei, esta pode vender os direitos de poluir às empresas mais poluidoras e daí adquirir ativos financeiros. Na busca de aumentar os seus lucros as empresas são estimuladas a investir na diminuição da poluição.

A conceção do sistema de contabilidade das emissões foi elaborada em função de categorias de atividades e de funcionalidades quotidianas, generalizadas nas sociedades contemporâneas e que são suscetíveis de provocar a libertação de gases de efeito de estufa. A estas categorias deveremos designar por fontes de origem das emissões, associando-as aos sectores de atividade económica onde as mesmas estão presentes. Consequentemente, as partes do Anexo I deverão submeter e enviar, anualmente, uma comunicação nacional a qual inclui um relatório de inventário de emissões de GEE, para o Órgão Subsidiário de Implementação da Convenção³⁷, nos termos dos artigos 3, 5 e 7, tal como consta no Anexo A do Protocolo. A monitorização da prossecução das metas e dos objetivos faz-se através da análise dos relatórios nacionais de inventários das estimativas dos valores das emissões de GEE, o que justifica a sua uniformidade para todas as Partes. É também sobre os mesmos que assentam os meios de penalização em caso de incumprimento. O primeiro relatório de inventário nacional deve ser reportado ao ano de 1990, por ser o ano base. Os últimos relatórios deverão ser submetidos, pelo menos até 2012, o último ano do período de

³⁷O Órgão Subsidiário de Implementação da Convenção é um dos seus organismos técnicos e tem como função auxiliar na análise das comunicações submetidas pelas Partes, assim como os associados os relatórios de inventários.

concretização (2008 a 2012). Esta categoria inclui os espaços florestais que são sumidouros de CO₂. Os valores positivos correspondem ao acréscimo de emissões, sendo um dos exemplos dessa situação os volumes elevados de libertação de dióxido de carbono para a atmosfera nos incêndios florestais (Vieira, 2004; Lourenço, 2004).

No espaço temporal compreendido entre 1998 a 2001 foram desenvolvidos os trabalhos técnicos suportados por intensas e prolongadas negociações pelas Partes do Anexo I. Decorreram entre as COP 4, 5 e 6 (figura 2). Tratou-se de incrementar acordos sobre regulamentação jurídica do Protocolo, em pormenor, nomeadamente a propósito da criação de metas e objetivos quantificados para cada uma das Partes constituintes do Anexo I, além da regulamentação dos mecanismos de flexibilização, a qual já atrás nos referimos. A orientação estratégica virada para a mitigação traduz-se no incentivo ao progresso da investigação científica e tecnológica nos domínios das energias renováveis e da eficiência energética. Essa motivação política para a investigação e desenvolvimento também abarca os âmbitos das fontes de origem não relacionadas com o consumo de energia, nomeadamente nas atividades económicas da agricultura, indústria transformadora, comércio e serviços, tal como nas indústrias e serviços do sector do tratamento e da eliminação de resíduos. Nestes últimos casos trata-se de conceber e disseminar tecnologias e métodos de organização dos processos produtivos, que resultem numa diminuição do escape de GEE.

Nos acordos de Marraquexe, concluídos na COP7, ficou definitivamente regulamentado o Protocolo, porque foram encerradas as negociações sobre a regulamentação dos mecanismos de mercado e sobre as consequências para as Partes, em caso de incumprimento. Na precedente COP 6 (Haia, 2000 e Bonna, 2001), tinham ficado regulamentadas as metas quantificadas para cada uma das Partes Anexo I. A partir desse momento estavam reunidas todas as condições para a ratificação do Protocolo, o qual entrou em vigor a 16 de Fevereiro de 2005, após o quinquagésimo Estado Signatário o ter ratificado, que neste caso foi a Rússia. Assim, o Protocolo passou a adquirir “força de lei”, no direito internacional, para as Partes Ratificantes.

Quadro 2: As Conferências das Partes da CQNUAC (COP)

Ano	COP	Cidade	Assuntos e decisões
1995	COP 1	Berlim	Início das negociações sobre o estabelecimento de metas e prazos específicos para a redução de emissões de gases de efeito estufa para os países desenvolvidos. Proposta de constituição de um Protocolo.
1996	COP 2	Genebra	Declaração de Genebra: Acordo sobre a criação de obrigações legais de metas de redução.
1997	COP 3	Quioto	Conceção do Protocolo de Quioto.
1998	COP 4	Buenos Aires	Plano de Ação de Buenos Aires: Definição de um programa para implementar e ratificar o Protocolo de Quioto.
1999	COP 5	Bona	Continuação dos trabalhos iniciados na COP 4.
2000	COP 6	Haia	Adiamento das negociações. Ausência de acordo entre a UE e os EUA sobre partilha de responsabilidades entre as Partes.
2001	COP 6, sessão2	Bona	Conclusão de negociações sobre atribuição de metas quantitativas às Partes. Abandono dos EUA.
2001	COP 7	Marraquexe	Acordos de Marraquexe: Conclusão de negociações sobre os mecanismos de mercado: Comércio Internacional de Licenças de Emissões; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e Mecanismo de Implementação Conjunta.
2002	COP 8	Nova Deli	Início das negociações sobre metas para o desenvolvimento das energias renováveis para cada país.
2003	COP 9	Milão	Regulamentação de sumidouros de carbono, no âmbito do MDL.
2004	COP 10	Buenos Aires	Aprovação das regras para a implementação do Protocolo de Quioto e debate a propósito de: a) Plano de Ação de Buenos Aires, de apoio à adaptação dos países em desenvolvimento; b) Regulamentação de projetos de MDL, de pequena escala; c) Florestação e reflorestação;
2005	COP 11	Montreal	Formalmente é admitida a discussão sobre as seguintes problemáticas: a) O período pós-Quito e a necessidade de metas mais rigorosas; b) Emissões oriundas do desmatamento tropical; c) Mudanças no uso da terra;
2006	COP 12	Nairobi	Elaboração de regras para o financiamento de projetos de adaptação nos países em desenvolvimento; Proposta de criação de um fundo de apoio à florestação e reflorestação;
2007	COP 13	Bali	Roteiros de Bali: Guia para as negociações sobre a preparação de um novo acordo pós-Quito
2008	COP 14	Poznan	Prosseguem as negociações no âmbito dos Roteiros de Bali
2009	COP 15	Copenhaga	Fracasso nas negociações sobre a realização de um novo protocolo que substitua Quioto.
2010	COP 16	Cancun	Criação do REDD+ ³⁸ e do Fundo Climático Verde (GCF) ³⁹
2011	COP17	Durban	Desenvolvimento de negociações sobre financiamento e financiadores do GCF e do REDD+. Compromisso em realizar um novo acordo internacional, até 2015.

Fonte: <http://unfccc.int/meetings/items/6237.php?filtbody=53>

³⁸REDD+: Reducing Emission from Deforestation and Degradation. Programa de apoio aos países em desenvolvimento, destinado à redução de GEE, por meio da proteção aos ecossistemas florestais, promoção à reflorestação e combate à desflorestação.

³⁹GCF: Green Climate Fund. Consiste num instrumento financeiro destinado a financiar projetos de combate às alterações climáticas nos países em desenvolvimento, regulado nos termos do artigo 11 da CQNUAC.

Se as primeiras sete conferências das Partes foram marcadas pela elaboração de um direito internacional para regular a ação contra as alterações climáticas, o tema forte da COP8 (Nova Deli) foi o do investimento nas energias renováveis, enquanto meio de mitigação. A valorização da importância dos sumidouros não se fará esperar. Na COP 9 (Milão), foi realçado o papel relevante dos recursos florestais existentes nos países em desenvolvimento, enquanto recurso planetário para a remoção do dióxido de carbono concentrado na atmosfera, definindo regulamentação específica para projectos de MDL relacionados com a florestação. As problemáticas da florestação, reflorestação e combate à desflorestação têm sido constantes em todas as conferências das Partes posteriores à de Milão, constituindo um dos temas mais discutidos, até à COP 12 (Nairobi), em 2006. Na COP 11 (Montreal), discutiu-se as emissões de CO₂ resultantes das desmatações e um ano depois foi proposta a criação de um fundo financeiro de apoio à florestação e à reflorestação (figura 2). A partir deste momento, a questão dos recursos florestais passará a ser enquadrada num conjunto de políticas de Mitigação que se relacionam com a remoção do dióxido de carbono, onde também se inserem as novas tecnologias de captura e armazenamento de carbono.

Por outro lado os países em desenvolvimento vão também ser considerados nos domínios do combate às alterações climáticas, não só como destinatários dos investimentos do âmbito do MDL, mas também porque se passou a valorizar, cada vez mais, a importância deste grupo de países se adaptar, de forma eficaz. Esta preocupação justifica-se por estes serem julgados como sendo mais vulneráveis aos impactos do aquecimento global, devido à sua insuficiência em infraestruturas e à sua escassez de recursos financeiros, científicos e técnicos, entre outras carências. A COP 10 (Buenos Aires) adotou o “Plano de Ação de Buenos Aires”, de apoio aos países em desenvolvimento, na sua Adaptação às mudanças climáticas. A COP 12 (Nairobi, 2006) estabeleceu um outro plano, a concretizar em 5 anos, para apoiar este grupo de países. Dois anos depois foi aprovado um conjunto de princípios que regulam

as condições de recurso ao Fundo de Apoio à Adaptação,⁴⁰ durante a realização da COP14 (Poznan).

A partir de 2003 (COP 9, Milão), começou a ser observada a proteção aos recursos florestais dos países em desenvolvimento. De forma gradual, quanto mais próximo do fim da década de 2000, maior a preocupação mundial pela pertinência de auxiliar os países em desenvolvimento na sua Adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Nos finais desta década, podemos afirmar que a Adaptação se tornou tão importante como a Mitigação. Reafirmando, o Protocolo de Quioto está dedicado à mitigação e, tal como hoje, não existia um tratado específico para a Adaptação. Em Dezembro de 2009, a COP15 (Copenhaga, 2009) formalizou a equidade entre a opção política do apoio à adaptação, para os países em desenvolvimento, com a mitigação, que foi sempre tratada como opção prioritária (unfccc.int, 2012).

I.8. Negociar o pós-Quioto

Na COP 11 (Montreal, 2005) assistiu-se às primeiras negociações sobre o horizonte temporal pós Quioto, ou seja, para depois de 2012. A COP 13 (Bali, 2007) foi essencialmente marcada pelas discussões sobre as futuras políticas internacionais para as mudanças climáticas, que sucedam a Quioto, após o fim do seu período de cumprimento. Para tal foi adotado o Plano de Ação de Bali, sob o qual se constituiu um grupo de trabalho com a competência de coordenar as negociações relativas à elaboração de um novo tratado internacional sobre o clima. Este futuro tratado deverá estar em consonância com o conjunto de princípios orientadores constantes no “Roteiro de Bali”, acordo que também foi decidido durante a realização desta conferência. No seu decurso, foi feita uma reflexão a respeito do grau de cumprimento das suas metas e dos resultados obtidos, sendo claro que a ausência de colaboração dos Estados Unidos da América⁴¹ tem limitado os resultados dos esforços para estabilizar a subida das temperaturas globais.

Para além do mais, a ausência das grandes potências emergentes na lista do Anexo I do Protocolo, torna-o ineficaz em termos de controlo das respetivas emissões

⁴⁰O Fundo de Apoio à Adaptação foi criado em 2001, na CO6 bis, em Bona, Alemanha. Contudo, a relevância da adaptação dos países em desenvolvimento só vai assumir importância, *de facto*, quando alguns consensos começam a ser alcançados, a partir dos meados dos anos 2000.

⁴¹Os Estados Unidos da América nunca ratificaram o Protocolo de Quioto.

de GEE, que são substanciais e que têm vindo a aumentar⁴². A partir da conferência de Bali procedeu-se ao desenvolvimento de trabalhos de índole técnica, a par com o desenrolar das negociações entre as Partes, para a elaboração de um novo tratado internacional, com o fim de regulamentar a Convenção, por meio da definição de novas metas e de novos objectivos quantitativos, integrando os EUA, a China e outras potências emergentes, o qual deveria ser concluído dois anos depois.

A COP 15 (Copenhaga, 2009) resultou num fracasso negocial, por não ter sido concluído qualquer acordo para o Pós-Quioto. As elevadas expectativas internacionais em concluir a elaboração de um novo tratado sobre alterações climáticas, que envolvesse todos os países que mais contribuem para o aquecimento global, acabaram por ampliar o sentimento de insucesso. Os EUA persistiam na recusa de ratificar o Protocolo e de participar na elaboração de um novo tratado, se outros países do Anexo II - designadamente a China e outras das maiores potências emergentes - insistirem em não demonstrar suficiente abertura a compromissos na diminuição das suas emissões de GEE. Por sua vez, a China e outras potências emergentes argumentam com o factor histórico, segundo o qual os países desenvolvidos mais antigos contribuíram, desde há mais tempo que os países emergentes, para a acumulação de GEE na atmosfera e por isso os seus esforços deveriam ser maiores.

Apesar de tudo, foi preparado o “Acordo de Copenhaga”, o qual consiste numa declaração de intenções políticas segundo as quais a comunidade internacional assume a responsabilidade de limitar o aquecimento global a 2°C, acima dos níveis pré-industriais, até ao ano 2100. Este desígnio já fora referido em Bali, pretendendo-se fazê-lo objetivo central de um novo tratado. Para a sua concretização foram ainda incluídas propostas de compromissos de limitação, ou em alguns casos de redução de emissões, para um conjunto numeroso de países, envolvendo não só os países desenvolvidos “tradicionais”, mas também todas as potências emergentes (China, Índia, Brasil, entre outros), que fazem parte do Anexo II de Quioto. Foi neste ponto que não houve consenso. Todavia, o Acordo de Copenhaga foi um passo para um processo difícil e complexo de negociações, em que se pretende envolver um número

⁴²A China, país do Anexo II, já é o maior emissor mundial de gases com efeito de estufa (unfccc.int, 2012).

substancialmente maior de países, englobando uma parte significativa da numerosa população mundial, quando se faz a comparação com o ainda atual Protocolo de Quioto.

Na COP 16 (Cancun, 2010), foi desbloqueada uma parte dos estrangulamentos diplomáticos patentes em Copenhaga e estabelecida uma nova declaração de intenções. Foi realizado um acordo sobre a constituição de um Fundo Global para o Clima, a financiar pelos países desenvolvidos (onde entram países como a China e os EUA) e destinado aos países em desenvolvimento, de modo a auxiliá-los nas políticas e medidas de Mitigação e de Adaptação. Reafirmou-se a pertinência de limitar o aquecimento global a 2°C acima dos valores pré industriais, até ao ano 2100 e que o incumprimento desta meta global potencia vários riscos graves para os ecossistemas e para as sociedades humanas, em linha de concordância com o 4º relatório do IPCC. Foi aprovada uma declaração de apoio a um novo paradigma: *“Para uma sociedade com uma economia de baixo carbono”*, a qual se caracterizará por reduzidas emissões de dióxido de carbono e em menor grau de importância, dos restantes GEE.

Este paradigma revaloriza o enfoque sobre a mitigação. Foi ainda decidida a elaboração do programa REDD+, com o qual se pretende apoiar a protecção das florestas nos países em desenvolvimento. Quanto aos impasses que persistiram em Cancun, é de referir que não houve acordo em como disponibilizar a injeção anual de 100 mil milhões de dólares americanos, ao futuro fundo; como devem os países em desenvolvimento iniciar a redução das suas emissões e, por último, se se irá prolongar o horizonte de vigência do Protocolo de Quioto, porque não foi ainda fechado um novo acordo de substituição (europa.eu, 2012).

A COP 17 (Durban, 2011) foi palco da tomada das seguintes decisões. A criação de um instrumento financeiro que se designará por Fundo Verde para o Clima, o qual será destinado a auxiliar os países em desenvolvimento, tanto no domínio das medidas e políticas de Mitigação, como nas políticas e medidas de Adaptação. Foi declarada a intenção de preparar um novo tratado, a concluir até 2015 e para entrar em vigor o mais tardar em 2020. O futuro acordo deverá incluir o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a 2°C acima dos níveis pré-industriais, até 2100 e desenvolver o paradigma da economia do “baixo carbono”. Define metas

quantitativas, não só para os países de industrialização antiga, mas também para as potências emergentes. Na verdade o que está em fase de negociação política internacional é a atribuição de responsabilidades e subsequentes compromissos quantitativos a cada uma das Partes da convenção.

Os critérios que guiam as negociações entre os diferentes países são as emissões *per capita*, as emissões globais, a responsabilidade histórica pela acumulação atmosférica dos GEE, a riqueza e a capacidade económica, científica e tecnologia para proceder à mitigação e à adaptação e ainda, a vulnerabilidade aos riscos resultantes dos impactos das alterações climáticas (unfccc.int, 2012). Um determinado país pode emitir elevados volumes de GEE, mas ter um nível baixo das emissões *per capita*, dada a sua dimensão populacional. É o caso da China, da Índia, da Indonésia e de outros países populosos e já com um considerável nível desindustrialização.

Existe ainda a situação dos países que partiram mais cedo para a primeira e a segunda revolução industrial e que já contribuem substancialmente para a concentração de GEE, pelo menos desde o século XIX e encontram-se no grupo dos que têm maior capacidade para mitigar a libertação daqueles gases para a atmosfera. Os países da OCDE são um caso paradigmático dessa situação e além do mais dispõem da capacidade económica, científica e tecnológica para responder aos desafios trazidos pelas mudanças climáticas (Walker e King, 2008).

II. A resposta da União Europeia aos desafios das mudanças climáticas

II.1. A evolução das políticas europeias sobre as mudanças climáticas

Na história das políticas europeias para as alterações climáticas são identificáveis três períodos distintos, de uma continuidade em evolução. Um primeiro período correspondeu à criação dos tratados internacionais para as mudanças climáticas, sob coordenação da ONU, no qual a Comunidade Europeia desempenhou um certo protagonismo, tanto no processo de elaboração da CQNUAC, como no seu complementar Protocolo de Quioto. Esta etapa pode ser situada entre 1992 (com a Cimeira do Rio de Janeiro) a 2002 (com a ratificação do Protocolo de Quioto, por parte da UE). Em simultâneo, a partir dos anos 1990, a União concebeu novas orientações destinadas ao setor da energia, que incluíam medidas de **substituição gradual do carvão e do petróleo por gás natural**, do **reforço da eficiência energética** (tanto na produção como no consumo) e do investimento na **exploração de fontes de energias renováveis** (FER), designadamente a eólica. É nesta década que, progressivamente, vão surgir os primeiros investimentos nas energias renováveis e em tecnologias termoelétricas mais eficientes, em linha de coerência com a preocupação da Europa com a sua elevada dependência externa em energia primária e com a segurança no aprovisionamento de energia (CE, 2000; CE, 2007a). Ao longo da década de 2000, o peso das FER e da geração termoelétrica eficiente a gás natural, vão passando a assumir uma expressão significativa e cada vez maior.

Em Abril de 1998, a UE assinou o Protocolo de Quioto e logo após principiaram as negociações entre a Comissão Europeia e os então 15 Estados-Membros⁴³ sobre a atribuição das respetivas metas nacionais, as quais teriam de contribuir para a meta europeia. Estas conversações assentaram em determinados critérios, tais como o nível de desenvolvimento, o peso das emissões de cada país relativamente ao conjunto europeu e as suas emissões *per capita*. Foi concluído um acordo no ano 2000, tendo sido o mesmo conduzido a conversações internacionais

⁴³Os 15 estados membros da União Europeia, que em conjugação com esta assinaram o Protocolo de Quioto, foram Portugal, Espanha, França, Irlanda, Grã-Bretanha, Alemanha, Holanda, Bélgica, Luxemburgo, Itália, Áustria, Dinamarca, Suécia, Finlândia e Grécia. Foi uma decisão unânime.

com as restantes Partes daCQNUAC, nos termos do artigo 4º do Protocolo⁴⁴, tendo-se chegado a um acordo na segunda sessão da COP 6. **A UE ficou com o compromisso de reduzir 8% das suas emissões de GEE, de 1990 até ao ano de 2012.** A decisão 2002/358/CE do Conselho Europeu autorizou a CE a ratificar o Protocolo de Quioto, o qual decorreu no dia 31 de Maio desse ano, em simultâneo com todos os Estados Membros (europa.eu, 2012).

Um segundo período foi começando a tomar forma a partir de 2002, estendendo-se até 2007/2008 e foi caracterizado pela construção das políticas europeias de Mitigação para as alterações climáticas, enquadradas no cumprimento dos objetivos e das metas atribuídas para a União Europeia, no âmbito do Protocolo de Quioto. Tais orientações seguem e reforçam as políticas energéticas adotadas na década precedente. A partir de então, a Europa a 15 passou a argumentar em prol da pertinência na transição para um novo mix energético, no qual se pretende assegurar uma maior segurança no fornecimento e no aprovisionamento de energia, uma menor dependência externa (através da exploração dos recursos endógenos) e ainda combater as alterações climáticas, por meio da redução das emissões de GEE. Poderíamos designar este período como sendo o do cumprimento de Quioto. Deste modo, o mesmo tem sido caracterizado por uma rápida e visível expansão da potência instalada de geração de eletricidade a partir da energia eólica (e de outras FER, em menor escala), pela crescente implantação das tecnologias de ciclo combinado e de cogeração a gás natural, em paralelo com o aparecimento dos equipamentos elétricos e eletrónicos mais eficientes no consumo de eletricidade.

Os instrumentos de planeamento adotados pela Comunidade Europeia foram o Regime de Comércio Europeu para as Licenças de Emissões de CO₂ e o Programa Europeu para as Alterações Climáticas. Existe ainda o Mecanismo de Vigilância das Emissões e da Monitorização dos Progressos Demonstráveis, relacionado com a monitorização e avaliação, além do Fundo Europeu para o Carbono, que é um instrumento de natureza financeira. O terceiro e atual período começou em

⁴⁴O artigo 4 do Protocolo de Quioto permite e regulamenta a integração de metas entre as várias Partes, nomeadamente as que estão integradas em blocos supraestatais que sejam signatários, o que é o caso da UE.

2008/2009, a que podemos designar como a época do objetivo 20-20-20⁴⁵ e de um contexto pós-Quoto, no qual se decidiu o objetivo global de limitar a subida das temperaturas médias da superfície terrestre a 2°C acima dos valores pré-industriais, até ao ano de 2100.

II.2) Os instrumentos políticos de resposta aos compromissos europeus de Quoto

II.2.1) Programa Europeu para as Alterações Climáticas (PEAC)

O PEAC é um instrumento de planeamento da Comissão Europeia dotado de organismos técnicos especializados em vários domínios de atuação, com competências para elaborar planos, programas, diretivas e decisões, tanto ao nível da Mitigação como da Adaptação. O seu objetivo foi o de elaborar e de seleccionar as políticas e as medidas mais eficazes para a Mitigação e a Adaptação às mudanças climáticas. Desenvolou-se em duas fases, sendo que a primeira decorreu entre 2000 a 2005 e a segunda a partir de 2005. A primeira fase do PEAC foi apresentada pela CE em Março de 2000, através da COM (2000) 88 final⁴⁶ e a segunda em Outubro de 2005. A partir de então foi lançada uma sucessão de novos planos e programas, acompanhadas pela programação das respetivas medidas. O horizonte de concretização das medidas de ambas as versões do PEAC corresponde ao período de cumprimento de Quoto: 2008-2012.

Após o lançamento da primeira fase do PEAC, as instituições comunitárias aprovaram uma sucessão de iniciativas legislativas que têm dado cobertura jurídica aos planos e programas relacionados com as alterações climáticas. Dessas diretivas e decisões, selecionamos as que melhor traduzem as principais opções nos domínios da produção e do consumo de energia. Como iremos expor no quadro 3, referente a diretivas da CE, a cobertura jurídica para dinamizar a produção de energia a partir de FER foi estabelecida pela Diretiva 2001/77/CE e complementada pela Diretiva 2003/30/CE. A primeira regula o incentivo à produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, atribuindo metas a cumprir até 2012, para a Comunidade e para os

⁴⁵Objetivo 20-20-20 significa aumentar 20% da eficiência no uso de energia, assegurar 20% do consumo final de energia através das FER e reduzir 20% das emissões de GEE de 1990, até 2020.

⁴⁶A CE fez uma segunda versão do PEAC I, a 23 de Outubro de 2001, através da COM (2001) 580, final.

Estados-Membros, ao passo que a última é dirigida à produção de biocombustíveis e a sua utilização nos transportes rodoviários.

A Diretiva 2003/30/CE (Quadro 3) entrou em vigor, com a finalidade de regulamentar os produtos mais eficientes no consumo de eletricidade, assim como no incentivo ao investimento, tanto nas novas tecnologias renováveis, como numa maior eficiência na geração de eletricidade. Em simultâneo, foi realizado um acordo entre a CE e os representantes da indústria automóvel, com vista à redução das emissões provenientes dos veículos, até 140gCO₂ por km (CE, 2006)⁴⁷. A Diretiva 2002/91/CE é destinada a reforçar a eficiência energética nos novos edifícios (de serviços e de habitação). A Diretiva 2005/32/CE regulamenta a eficiência de uma vasta gama de produtos, com destaque para o consumo de energia nos eletrodomésticos, equipamentos audiovisuais, informáticos e computação, entre outros e a Diretiva 2004/08/CE destinou-se a promover a produção termoelétrica a cogeração. Por sua vez, a Decisão 1230/2003/CE estabeleceu o Programa “Energia Inteligente - Europa”, que decorreu entre 2003 a 2006. O seu propósito foi o de, em primeiro lugar, definir medidas para a produção e o consumo de energia e em segundo lugar, assegurar as sinergias entre medidas de incentivo à eficiência energética, com as medidas de promoção ao incremento das energias renováveis, de modo a viabilizar uma redução das emissões.

Foi evidente a ênfase das políticas europeias para as alterações climáticas, sobre a produção e o consumo de energia, por ser nesta fonte de origem que provêm os cerca de ¾ das suas emissões europeias de GEE. Além do mais o contexto europeu do início dos anos 2000 foi marcado pela apreensão da CE na previsão de um aumento descontrolado do consumo de energia, até 2010. De facto, a CE reconheceu ter havido um crescimento acentuado das emissões de GEE, na Europa a 15, ao longo da década de 1990 e tinha a projeção de um novo crescimento, estimado em 6 a 8%, até 2010, com a maior parte da sua origem na produção de electricidade e nos transportes rodoviários.

⁴⁷Mais recentemente foram concebidas novas metas, como iremos abordar mais à frente.

Quadro 3: Legislação europeia no âmbito da primeira fase do PEAC

Diretivas e Decisões	Políticas
Diretiva 2001/77/CE	Promoção de eletricidade a partir de fontes de energias renováveis, no mercado interno de eletricidade
Diretiva 2002/91/CE	Desempenho energético dos edifícios
Decisão 1230/2003/CE	Programa “Energia Inteligente-Europa” 2003-2006
Diretiva 2003/30/CE	Promoção da utilização de biocombustíveis, ou outros combustíveis renováveis, nos transportes
Diretiva 2003/96/CE	Reestrutura o quadro comunitário de tributação de produtos energéticos e de eletricidade
Diretiva 2004/08/CE	Promoção da cogeração com base na procura de calor útil, no mercado interno de energia. Revogada a Diretiva 92/42/CEE
Diretiva 2005/32/CE	Criação de um quadro para definir os requisitos de conceção ecológica de produtos que consomem energia. Altera as diretivas 92/42/CEE, 96/57/CE e 2000/55/CE

Fonte: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/index_pt.htm

A CE previa também um crescimento elevado na procura de electricidade e de calor nos setores terciário e residencial, facto suscetível de pressionar as indústrias da geração de eletricidade a expandirem a sua potência instalada (PI). Considerando as vantagens, em termos de custos de funcionamento das centrais termoelétricas, associadas à utilização de tecnologias maduras (que consomem carvão e derivados de petróleo), seria expectável que no reforço da potência a instalar (na produção de eletricidade), prevalecesse o investimento sobre a construção de novas centrais a carvão, gásóleo, ou a fuelóleo, ou ainda sobre o reforço da PI das centrais existentes, com o conseqüente crescimento das emissões de GEE. Por sua vez, a Comissão previa uma diminuição de 40% das emissões provenientes de todo o setor industrial (excetuando o sector eletroprodutor), na Europa Comunitária, não obstante o esperado aumento das emissões dos gases fluorados (europa, eu., 2012).

De modo a colmatar esta tendência de evolução, as políticas europeias para a energia foram focadas, tanto no desenvolvimento da exploração das energias renováveis, como no incremento da eficiência energética. Portanto, pretendia-se reforçar o peso das fontes renováveis de energia para a produção de eletricidade (e em menor grau, de calor) e de combustível alternativo aos hidrocarbonetos, nos

transportes, designadamente nos rodoviários. O investimento nestas formas renováveis de energia atua como impedimento ao acréscimo das emissões de GEE, por substituição dos combustíveis fósseis. Com o desenvolvimento da eficiência energética, quer sobre a produção de energia, quer no seu consumo, pretende-se-ia diminuir as emissões através da redução da intensidade energética, sobretudo quando é utilizada energia térmica com origem nos hidrocarbonetos. Na produção de energia assistimos à crescente utilização dos biocombustíveis, da energia eólica, da cogeração⁴⁸ a gás natural e da emergência da utilização da energia solar. No consumo, surgiram novos produtos de iluminação, eletrodomésticos, equipamento informáticos, de climatização, entre outros, que são relativamente mais eficientes (CE, 2007a).

A segunda fase do PEAC vai abrir caminho a medidas adicionais de reforço às existentes, no campo da poupança e da eficiência energética nos setores residencial, serviços e nos transportes rodoviários. A necessária cobertura jurídica é atribuída pelas Diretivas 2006/32/CE, 2008/101/CE, 2009/28/CE e 2009/31/CE, além do Regulamento (CE) nº 443/2009 (Quadro 4). É manifestada a intenção de passar a inventariar as emissões provenientes dos transportes aéreos e marítimos internacionais (a que o Protocolo de Quioto é omissivo), enquanto é valorizado o papel dos sumidouros de CO₂. A contabilização das emissões através da “dedução” do dióxido de carbono removido pelas florestas (e solos agrícolas) e no futuro, pelas novas tecnologias de captura e armazenamento geológico de carbono (CAC), é explicitamente defendida. No corrente ano de 2012, a CE realizou uma comunicação⁴⁹ ao Parlamento Europeu, sobre a pertinência de atualizar a legislação respeitante aos sumidouros florestais e agrícolas⁵⁰. Atualmente estão em curso projetos-piloto sobre a implementação de infraestruturas de captura, transporte e posterior armazenamento, em reservatórios localizados no subsolo, em algumas das grandes centrais termoelétricas europeias, no quadro da Diretiva 2009/31/CE (europa.eu., 2012).

⁴⁸ Um exemplo de eficiência energética na indústria, é a utilização de calor proveniente das centrais elétricas de cogeração, como recurso de energia.

⁴⁹ A 12 de Março de 2012 a CE realizou a COM (2012) 93 Final, respeitante à contabilização das emissões de GEE, resultantes das atividades de uso do solo, refetação do uso do solo e silvicultura. Consultar <http://eur-lex.europa.eu>.

⁵⁰ A legislação europeia é, grosso modo, a transposição dos acordos decididos na COP, nos termos do Protocolo de Quioto.

Quadro 4: Legislação europeia no âmbito da segunda fase do PEAC

Diretivas, Decisões e Regulamentos	Políticas
Diretiva 2006/32/CE	Eficiência na utilização final de energia e dos serviços energéticos. Revoga a Diretiva 93/76/CEE
Diretiva 2008/101/CE	Inclusão da aviação no CELE, a partir de 2013. Altera a Diretiva 2003/87/CE
Diretiva 2009/28/CE	Promoção da utilização das energias renováveis. Revoga as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE
Diretiva 2009/31/CE	Captura e armazenamento geológico de carbono (CAC)
Diretiva 2009/406/CE	Novos objetivos de redução das emissões de GEE, para os Estados-Membros, através das energias renováveis e da eficiência energética
Regulamento (CE) nº 443/2009	Normas de redução de emissões de CO ₂ de automóveis de passageiros

Fonte: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/index_pt.htm

Foi reafirmada a necessidade de criar um instrumento de planeamento estratégico europeu⁵¹ como resposta aos desafios das alterações climáticas, que além da sua orientação para a Mitigação, deveria ainda incluir e em equidade de importância, a dimensão da Adaptação, a qual esteve ausente na primeira fase (europa.eu, 2012). Na sequência do segundo PEAC são estabelecidos novos compromissos, para a UE, em geral e para cada um dos Estados-Membros, em particular, de redução das emissões de GEE, de incorporação das energias renováveis e de progressos na eficiência energética, consagrados pela Diretiva 2009/406/CE (CECAC, 2012). Esta legislação dá cobertura jurídica aos objetivos presentes no Pacote Europeu Energia-Clima, sendo um contributo para a implementação das mesmas.

⁵¹O segundo PEAC e todas as sucedâneas políticas e medidas europeias para as alterações climáticas, passam a ser concebidas para 25 Estados-Membros, estendendo-se à Roménia e à Bulgária, com a sua adesão no ano de 2007.

II.2.2. O Regime de Comercio Europeu de Licenças de Emissões (CELE) e o mecanismo de vigilância das emissões e de monitorização de progressos demonstráveis

O CELE consiste num sistema de mercado de licenças de emissões de GEE, em vigor em todo o território da Comunidade Europeia. É também conhecido como o “mercado do carbono”. As empresas dos setores industriais da produção de energia, transformação de metais ferrosos, transformação de minerais não metálicos, e a produção de pasta de papel e papel, cujas unidades fabris têm um potencial de emissões superior a 10 000 toneladas de CO₂^{eq}, são cobertas por este mecanismo de mercado. A Diretiva 2004/101/CE estabeleceu a sua regulamentação definitiva, tendo entrado em vigor a 01 de Janeiro de 2005. Está em conformidade com o sistema de comércio internacional de licenças de emissões e com os mecanismos de flexibilidade, estabelecidos pelo Protocolo de Quioto e acordados em Marraquexe (COP7).

A Comissão Europeia desempenha o papel de regulador, ao nível comunitário. Deste modo e nos termos da Diretiva 2004/101/CE foi atribuída aos Estados Membros a competência (e a obrigatoriedade) de elaborar os Planos Nacionais de Alocação de Licenças, destinadas a conceder alocações gratuitas⁵² e a definir compromissos para as empresas e para os setores de atividade cobertos pelo CELE. O incumprimento surge quando as emissões nos estabelecimentos industriais ultrapassarem os valores máximos permitidos e portanto terão de adquirir licenças no mercado do carbono, no valor correspondente ao volume de CO₂ libertado em excesso. A CE deliberou ao nível europeu o valor de 30€ por tonelada de CO₂ equivalente, como valor de referência (europa.eu, 2012).

O CELE desenrolou-se em duas fases. A primeira, também conhecida por fase de teste, foi iniciada a 01/01/2005 e terminou a 31/12/2007, antecipando-se em três anos ao período de cumprimento de Quioto e do respetivo sistema do comércio internacional. Restringiu-se a participação no mercado do carbono a um universo de 12 000 instalações industriais, previamente selecionadas, em toda a UE-15. O único gás considerado foi o dióxido de carbono, por ser o mais fácil de monitorizar e também porque é libertado em maior quantidade. A segunda fase do CELE começou a

⁵²As licenças gratuitas constituem o meio pelo qual se definem os limites máximos de emissões de CO₂.

01/01/2008 e terminará a 31/12/2012. Mantém as características essenciais presentes na fase de teste, mas distingue-se, sobretudo porque passou a estender-se a todas as empresas dos setores económicos supracitados. Esta segunda fase do CELE é também assinalada pela sua integração no sistema de Comércio Internacional de Emissões, bem como na sua ligação aos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. As licenças adquiridas no mercado de carbono continuam a ser aprovadas (ou não) pelas autoridades reguladoras e validadas por um período mínimo de 5 anos, podendo ser renovadas.

O último pilar político europeu de resposta aos desafios de Quioto corresponde ao Mecanismo de Vigilância das Emissões de GEE e de Monitorização da Implementação das políticas e medidas, o qual foi juridicamente consagrado através da Decisão nº 280/2004/CE. A alínea 3 do artigo 5 da mesma determina a obrigatoriedade de realização de um Relatório anual sobre Progressos Demonstráveis, tanto ao nível comunitário como nacional. Os mecanismos de vigilância conjugam as componentes de monitorização das emissões de GEE, com a monitorização e avaliação do grau de implementação das políticas e das medidas de mitigação das emissões de GEE, incluindo os respectivos resultados demonstráveis. Um exemplo da sua aplicação é o de avaliar se as medidas de incentivo às energias renováveis, ou à eficiência energética, estão a aproximar os Estados-Membros e a União dos respectivos objetivos e metas quantificadas. Uma novidade que está prevista de entrar em vigor, em 2013, é a inventariação das emissões de GEE nos transportes aéreos e marítimos internacionais (CE, 2008).

II.3. A conceção das políticas pós-Quoto: Rumo ao objetivo 20-20-20

Os anos de 2007 e 2008 marcam a transição para o que designamos por terceiro período de evolução das políticas europeias para as alterações climáticas, o qual ainda está em curso. A facto marcante é o de que a Comunidade Europeia já está a agir para além do Protocolo de Quioto e à revelia de um novo tratado internacional que ainda não existe, por falta de acordo internacional (CE, 2007b). A comunidade internacional definiu o desígnio de limitar o aquecimento global a 2°C acima dos valores pré-industriais, até 2100 e um horizonte de concretização das novas políticas e medidas para 2020 (CE, 2007a). Com base neste objetivo a União Europeia lançou o

objetivo 20-20-20, enquadrado no Pacote Europeu Energia-Clima⁵³. Em simultâneo, foi elaborada a Estratégia Europeia para a Adaptação às Alterações Climáticas (EEAAC). O Pacote Energia-Clima integra o Plano de Ação para a Eficiência Energética⁵⁴, o Roteiro das Energias Renováveis e abre caminho à aplicação das tecnologias de captura e armazenamento de carbono, nas unidades industriais que emitem quantidades elevadas de CO₂(CE, 2007c).

O Pacote Europeu Energia-Clima foi concluído em Dezembro de 2008. O seu propósito é o de aprofundar a exploração das fontes renováveis de energia, incluindo não só a meta europeia de assegurar 20% do consumo final de energia a partir das fontes renováveis, até ao ano de 2020, como também as metas atribuídas a cada Estado-Membro. Associado ao Pacote, existe o Roteiro das Energias Renováveis, que define objetivos, quer para 2020, quer para horizonte de prazo mais alargado. Por sua vez, o Plano de Ação para a Eficiência Energética estabelece as orientações conducentes à concretização do objetivo de reforçar em 20% a eficiência energética. É neste plano que consta a medida de redução das emissões de 120g de CO₂ por km, até ao ano de 2012, para os automóveis e ainda a da obrigatoriedade em assegurar que 10% dos combustíveis consumidos pelos transportes rodoviários, sejam biocombustíveis, em 2020. Em suma, as metas estipuladas para a União Europeia a 27 Estados-Membros e com horizonte temporal para ao ano de 2020 (também conhecido por objetivo 20-20-20) são as de reduzir 20% das emissões de GEE face aos valores emitidos em 1990, assegurar 20% do consumo energético a partir das fontes de energias renováveis e poupar 20% de energia através do reforço da eficiência (CE, 2008).

A Comunidade Europeia tem tido o propósito de negociar, ao nível mundial, um compromisso para que todos os países desenvolvidos “tradicionais” e os emergentes (sobretudo, os maiores emissores de GEE⁵⁵) concertem esforços na

⁵³Apresentado pela primeira vez a 15 de Janeiro de 2007 e aprovado em Conselho Europeu, em Dezembro de 2008.

⁵⁴Lançado em Dezembro de 2007.

⁵⁵Os países que mais contribuem para as emissões mundiais de GEE são os EUA, o Japão, a China, a Índia, o Brasil, a Rússia, o México, a Austrália e de um modo geral todos os Estados que são membros da União Europeia e da OCDE (IWA, 2011).

redução de 30% das suas emissões relativas a 1990, até 2020. Para um horizonte de muito longo prazo a União Europeia definiu o objetivo de reduzir 50% das suas emissões, respeitantes a 1990, até ao ano de 2050 e de 80% para 2100.

A CE efetuou a revisão do regime do CELE, cuja nova versão entrará em vigor a partir de 2013, com a vigência até 2020. Mantém-se a atribuição gratuita de licenças de emissões, mas deixam de existir os Planos Nacionais de Alocação de Licenças. As transações de licenças passarão a ser realizadas por leilão⁵⁶, à excepção dos subsectores económicos que se encontrem demasiado expostos à pressão da concorrência internacional.⁵⁷O novo quadro jurídico do CELE determinará um mínimo de 50% das receitas geradas com as vendas em leilão terão de reverter no financiamento da chamada economia de baixo carbono, considerando que desta fazem parte os domínios das energias renováveis e a eficiência energética, a captura e armazenamento de carbono, a florestação e reflorestação, assim como a prevenção e combate à desflorestação. Fazem ainda parte a implementação de redes de sistemas de transportes públicos eficazes na mobilidade (tanto de pessoas como de mercadorias), que contribuam para a diminuição das emissões de GEE, para além da conceção e fabrico de veículos automóveis com emissões nulas ou reduzidas, nomeadamente os automóveis eléctricos e os híbridos (CE, 2008).

A CE justifica a pertinência da Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas com a irreversibilidade do aquecimento global e cujos efeitos já se têm feito sentir, a uma escala global, pelo menos desde os anos 1970. Os seus impactos têm vindo a incidir sobre os recursos hídricos, os ecossistemas e a sua biodiversidade, nos recursos alimentares, na subida do nível médio do mar e ainda sobre na saúde (CE,2007,d). O Livro Verde da Adaptação faz referência ao facto de que as temperaturas médias da Europa terem subido cerca de 1°C, ao longo do século XX e primeira década do século atual, o que revela que a Europa está a aquecer mais depressa que o mundo (idem, 2007). O primeiro impacto identificado e que poderá vir

⁵⁶O leilão de licenças deverá ser gerido nos seguintes moldes: 1) 88% corresponderão a licenças a distribuir entre Estados Membros, consoante as suas emissões; 2) 10% são destinadas à solidariedade e ao crescimento; 3) 2% distribuir-se-ão pelos Estados-Membros cujas emissões de GEE respeitantes ao ano de 2005 tenham sido inferiores a um mínimo de 20%, às de 1990 (CE, 2007).

⁵⁷Para estes, uma parte das licenças será atribuída a nível comunitário com base em indicadores de desempenho, que serão definidos pelas instituições europeias.

a acentuar-se, durante o século XXI, é o do aumento da precipitação nas regiões europeias de latitudes intermédias, sobretudo naquelas onde a precipitação média anual é expressiva e distribuída de forma aproximadamente uniforme ao longo do ano (Hagget, 2001; Salomon, 2005: 77-92).

Um segundo impacto previsto é o da diminuição da precipitação, em simultâneo com uma maior irregularidade anual e interanual da sua ocorrência, para as regiões da Europa do Sul e particularmente para a bacia do Mediterrâneo, englobando a Península Ibérica, a Balcânica e a Itália, bem como o sul de França e da Turquia (CE, 2007,d). Nestas regiões, ao longo dos últimos decénios, tem sido evidente uma maior frequência e intensidade de ocorrência de secas, alternadas por breves períodos de precipitação intensa, a par com a tendência para a diminuição da precipitação (idem, 2005:77-92; Santos, 2006; I.M. 2011). Por conseguinte, esta estratégia europeia identificou as seguintes regiões vulneráveis e respetivas consequências, que são descritas no seguinte quadro 5. No que diz respeito à produção e ao consumo de energia, as alterações climáticas também causam impactos. Nas regiões subtropicais do sul europeu a diminuição dos recursos hídricos e o aumento da temperatura da água, poderão contribuir, por um lado, para condicionar a capacidade de produção das centrais hidroelétricas e por outro lado, a disponibilidade de água a temperaturas adequadas para o arrefecimento das centrais termoelétricas. Por sua vez é esperado um incremento do consumo de eletricidade e de água durante a ocorrência de períodos secos e sobretudo durante as ondas de calor.

Nas regiões montanhosas, a redução de gelo e de neve, associado a mudanças nos padrões de precipitação podem, em algumas circunstâncias, contribuir para acentuar o assoreamento das albufeiras, com efeitos nefastos sobre a produção de eletricidade. Contudo, é esperado um aumento do potencial hidroelétrico nas regiões onde a precipitação média tende a aumentar. Um último factor de vulnerabilidade prende-se com os riscos associados às tempestades. Se um clima mais quente for potenciador de maior frequência e de intensidade de tempestades, então os riscos de ocorrência de danos materiais e de perda de vidas humanas será maior.

Quadro 5 - Vulnerabilidade aos efeitos do aquecimento global e consequências, por regiões europeias

Regiões europeias	Vulnerabilidade e consequência
Europa do sul	Conjugação do aumento da temperatura com a diminuição da precipitação pode contribuir para agravar a escassez de água e potenciar o incremento da necessidade do seu consumo.
Regiões montanhosas	Subida das temperaturas está a acelerar a fusão generalizada das neves e dos gelos, facto passível de alterar os regimes fluviais.
Áreas costeiras	A subida do nível médio do mar pode pôr em risco de transgressão marinha as áreas litorais de baixa altitude, incluindo áreas urbanas, infraestruturas e ecossistemas litorais, além da eventual intrusão de água salgada nos aquíferos, que contribuirá para a sua perda de qualidade. Por outro lado, a subida do nível médio do mar pode aumentar a vulnerabilidade dos litorais aos efeitos de tempestades.
Áreas de sedimentação das bacias hidrográficas	As áreas com propensão para a sedimentação de carga fluvial sólida e com extensos leitos de cheia, são vulneráveis a ocorrências de cheias repentinas, ou de elevada magnitude, com consequências desastrosas no caso de localização de infraestruturas e de núcleos urbanos de dimensão significativa.
Escandinávia e territórios árticos	Estas regiões estão em risco de perder importantes recursos hídricos retidos nas massas de gelo e de neve. Por outro lado, o aumento da precipitação média (em estado líquido) potencia a ocorrência frequente de cheias e de inundações.

Fonte: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0002_es.htm

III. O Território da Península Ibérica

III.1. Caracterização do clima, população e sua distribuição

Segundo o sistema de Köppen-Geiger, predomina na Ibéria o clima temperado⁵⁸ com um período estival no Verão (figura 2), que é típico dos ambientes subtropicais mediterrânicos e de costa ocidental (Sthraller, e Sthraller, 1989; Gabler *et al*, 2009). A variante do clima temperado com Verões secos e quentes⁵⁹ (Csa) ocupa uma extensão próxima dos 40% do território ibérico (I.M., A.E.M., 2011), a maior parte da qual situada a sul da cordilheira Central e ainda nas depressões do Ebro e do Douro⁶⁰. Esta localização corresponde às regiões da Catalunha, Castela a Mancha, Estremadura, Andaluzia, Alentejo, Algarve, Lisboa e Vale do Tejo, interior Centro de Portugal e ainda uma parcela do território de Castela e Leão e de Trás-os-Montes e Alto Douro. Algumas parcelas das regiões litorais do Mediterrâneo, tal como em algumas áreas deprimidas da Meseta sul, localizam o clima de estepe (Bsh e Bsk) e mesmo algumas “manchas” de clima desértico (Bwk e Bwh) no leste da Andaluzia e da Múrcia.

Esta vasta área poderá ser a mais vulnerável aos impactos do aquecimento global, por ser muito provável a acentuação das condições de aridez e de uma maior irregularidade na distribuição anual e interanual da precipitação. A variante do clima temperado com Verão suave (Csb) ocupa uma área espacial um pouco menos extensa das de ocorrência da variante Csa. A sua localização surge a Norte e Oeste do anterior (Csa), ocupando regiões do litoral, desde a Galiza, Norte e Centro de Portugal, litoral alentejano, interior serrano do Algarve e ainda em Castela e Leão, verificando-se alguns “afloramentos” deste clima na contiguidade das cordilheiras Central, Ibérica e Bética (Op.,cit., 2011). Na vizinhança das regiões climáticas de Csb é evidente a presença de áreas dominadas pelo clima temperado sem período estival com Verões

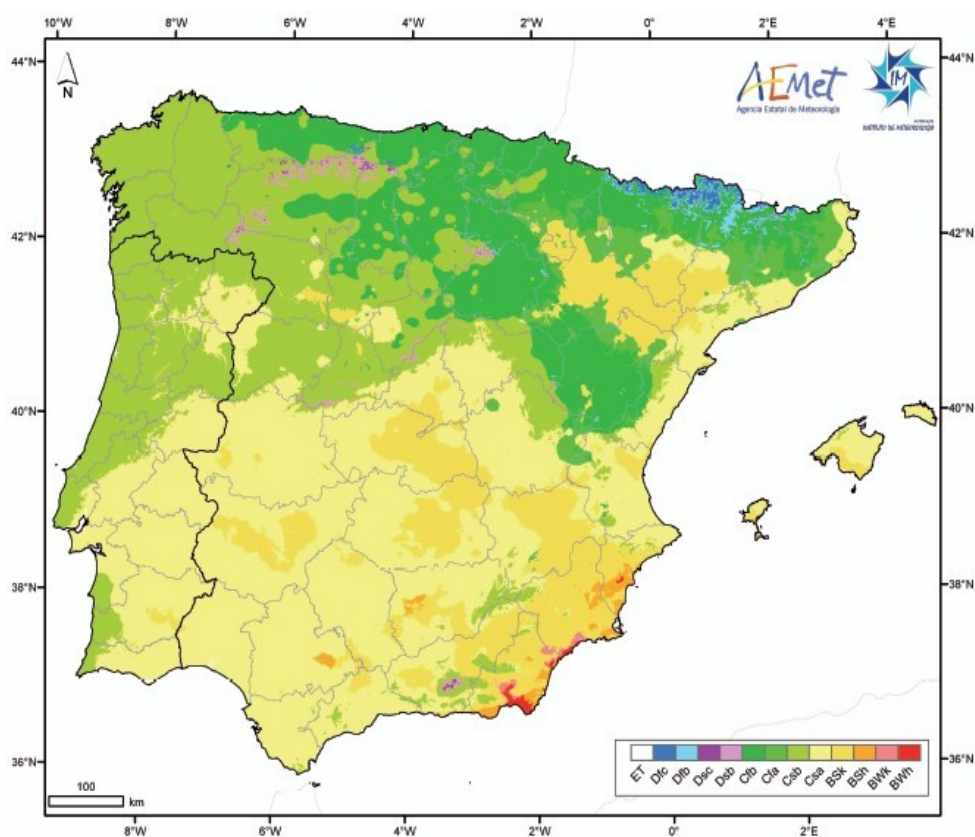
⁵⁸A temperatura média do mês mais frio situa-se no intervalo de -3°C a 18°C e existe pelo menos um mês cuja temperatura média supera os 10°C (I.M., 2011).

⁵⁹Quando a temperatura média do mês mais quente for igual ou superior a 22°C, os verões são classificados como sendo quentes, enquanto abaixo desse valor são tépidos (idem, 2011).

⁶⁰Os valores médios da precipitação anual são substancialmente inferiores aos das regiões envolventes. Isto acontece nas depressões do Tejo e Sado, Guadiana e Guadalquivir. Acontece ainda nas depressões do Douro e do Ebro, apesar de se localizarem a norte da Cordilheira Central (ibidem., 2011).

suaves (Cfa e Cfb). Trata-se de um clima húmido porque chove ao longo do ano⁶¹ e corresponde às regiões litorais e montanhosas do norte: Astúrias; Cantábria e País Basco, observando-se ainda a sua presença nas altitudes mais elevadas dos Montes Ibéricos e no sopé dos Pirenéus, ou seja, em parte dos territórios de Navarra, Castela e Leão, La Rioja e também no interior norte e montanhoso da Catalunha.

Figura 3: Distribuição espacial dos climas da península ibérica, segundo o sistema de Köppen-Geiger, adotado no Atlas Climático Ibérico.



Fonte: INE e AEM. Atlas Climático Ibérico, 2011

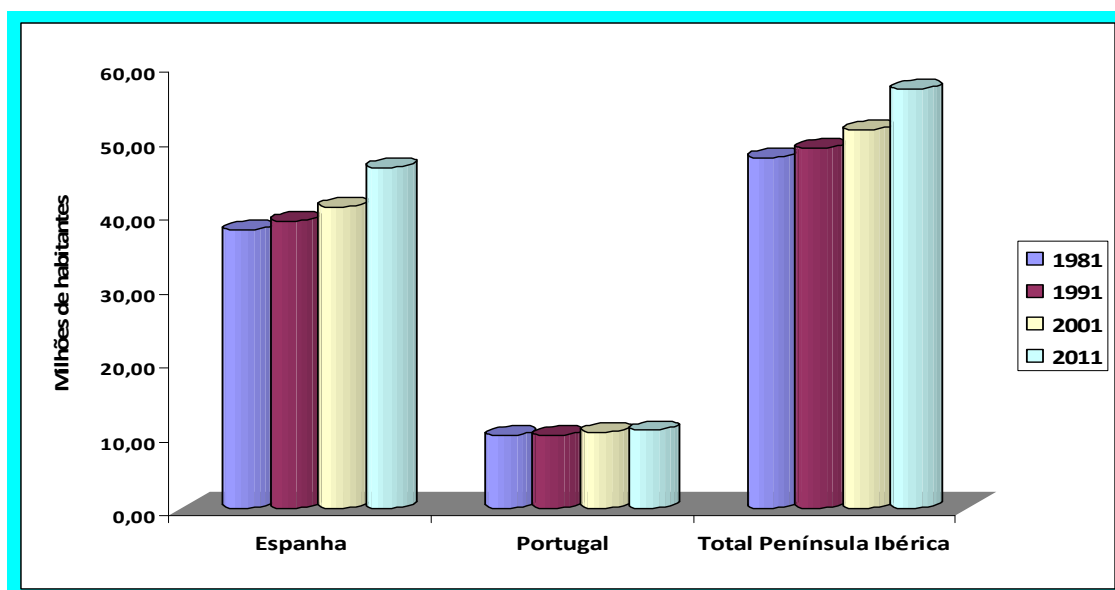
No caso das regiões do litoral norte, a sua ocorrência é subsequente a uma maior influência da frente subpolar, ao longo do ano, sobretudo no inverno (Gomez, 1978), de que resulta numa moderação mensal e anual das temperaturas médias e das amplitudes térmicas, a par com uma pluviosidade elevada. Adicionalmente, sobrepõe-

⁶¹Chove ao longo do ano, mas os seus valores mais elevados sucedem no Outono e no Inverno.

se o “efeito barreira” causado pelas cordilheiras cantábricas⁶². Na Galiza e no Minho os valores da precipitação anual chegam a ultrapassar os 2000 mm, em anos mais húmidos, sendo que em alguns lugares é possível alcançar os cerca de 3000 mm (Luna et al, 1990; Rebelo, 1997).

Em 2011, de acordo com dados provenientes dos Institutos Nacionais de Estatística de Portugal e de Espanha, a estimativa da população residente na região ibérica e respectivos arquipélagos, era aproximada de 56 720 000 habitantes. Destes, cerca de 10 556 000 residiam em Portugal e 46 162 000, em Espanha, incluindo residentes estrangeiros com a sua situação regularizada. A população ibérica cresceu 19,5% ao longo dos últimos três decénios. Esse crescimento foi de 22,5 %, em Espanha e de 7,35% em Portugal (figuras 4 e 5).

Figura 4: Evolução da população residente em Espanha, Portugal: 1981-2011



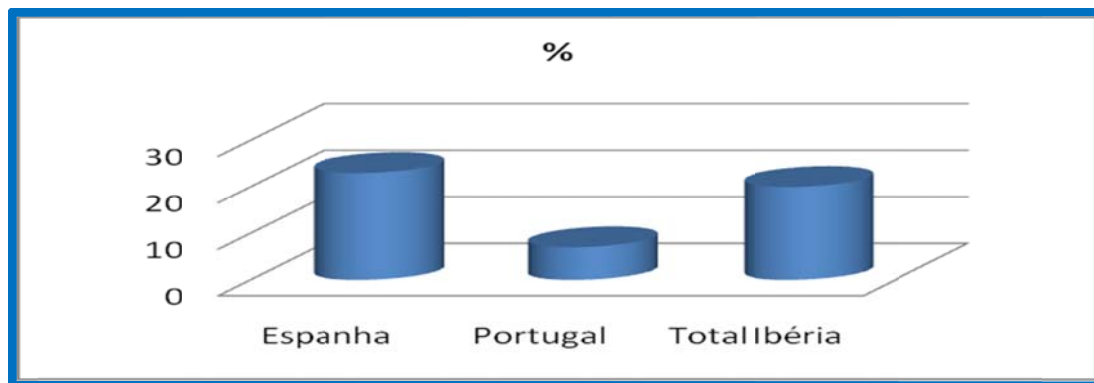
Fonte: INE Portugal e INE Espanha

As estruturas demográficas de ambos os países revelam similaridade, ao nível dos grupos etários em análise e também a tendência para um envelhecimento progressivo. Como podemos observar na figura 6, no decénio 1981-1991, a população jovem predominava sobre a idosa, situação que se inverteu ao longo da década de

⁶²O sistema montanhoso cantábrico estende-se, em paralelo à linha de costa, desde o litoral norte da Galiza, até ao litoral do País Basco. As altitudes mais elevadas ultrapassam os 1000m.

1990, tendo-se já verificado a prevalência do grupo dos idosos sobre o dos jovens, em 2001.

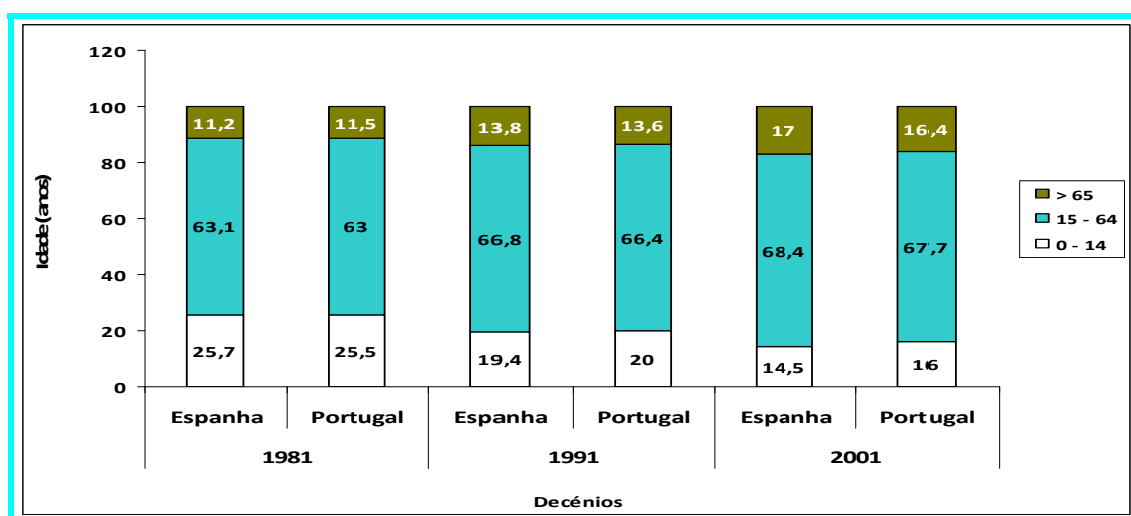
Figura 5: Taxa de crescimento populacional 1981-2011



Fonte: INE Portugal e INE Espanha

No entanto, o grupo etário predominante é o dos 15-64 anos, sendo possível que a imigração esteja a mitigar o processo de envelhecimento. Este crescimento demográfico tem sido impulsionado mais pela existência de um saldo migratório positivo e menos pelo crescimento natural. É de referir ainda que ao longo destes últimos 30 anos o peso da população residente em Portugal tem-se mantido em torno de 1/5 do total peninsular.

Figura 6: População residente, em Portugal e em Espanha, por grupo etário, em 1981, 1991 e 2001.



Fonte: INE Portugal e INE Espanha.

A população concentra-se ao longo das regiões espanholas do litoral mediterrâneo, no litoral ocidental da Galiza e de Portugal e ainda na Comunidade Autónoma de Madrid, que se situa no interior centro. De facto, Madrid, Catalunha, Andaluzia e Valência são as quatro regiões mais populosas da península, ultrapassando cada uma os 5 milhões de habitantes (figura 7). Quanto à densidade populacional destacam-se a Área Metropolitana de Lisboa e mais uma vez, a Comunidade Autónoma de Madrid.

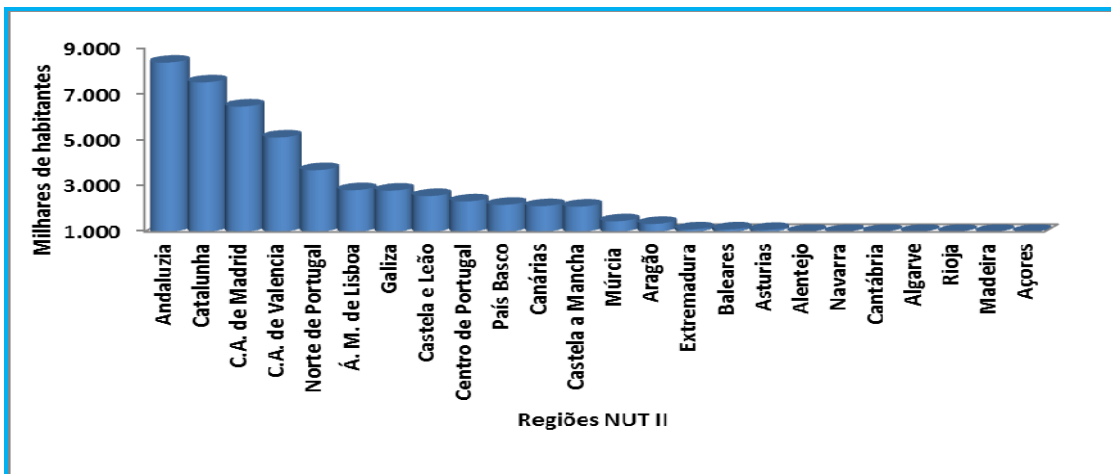
Assim, as políticas e medidas de Mitigação e de Adaptação, deverão ser ajustadas às necessidades características de uma população, que se prevê ter cada vez mais idosos, nos próximos decénios. De modo geral, estes são potencialmente mais vulneráveis aos efeitos das ondas de calor, ou a doenças derivadas de microrganismos oriundos de climas tropicais, que inevitavelmente, acompanharão a tendência de subida das temperaturas. Por sua vez, uma população maioritariamente idosa tem os seus padrões específicos de consumo de energia.

Consequentemente, os territórios de maior densidade populacional, correspondem às regiões litorais do Mediterrâneo⁶³ e do Atlântico ocidental⁶⁴, assim como à Comunidade Autónoma de Madrid (figura 8). Em termos da população absoluta, as maiores regiões NUT II são a Andaluzia, Catalunha, Comunidade Autónoma de Madrid e a Comunidade de Valência. Estes quatro territórios têm as respetivas populações acima do patamar dos 5 milhões de habitantes. Quanto à variável densidade populacional destacam-se a Área Metropolitana de Lisboa, a Comunidade Autónoma de Madrid e em menor grau, a Madeira, o País Basco (Euskadi), Canárias, Catalunha e Valência.

⁶³O Litoral Mediterrâneo compreende a Catalunha, a Comunidade Valenciana, a Múrcia e a Andaluzia. Próximo deste localiza-se o arquipélago das Baleares, enquanto no Magreb situam-se incluindo as cidades de Ceuta e de Melila. É a parte mais povoada de Espanha.

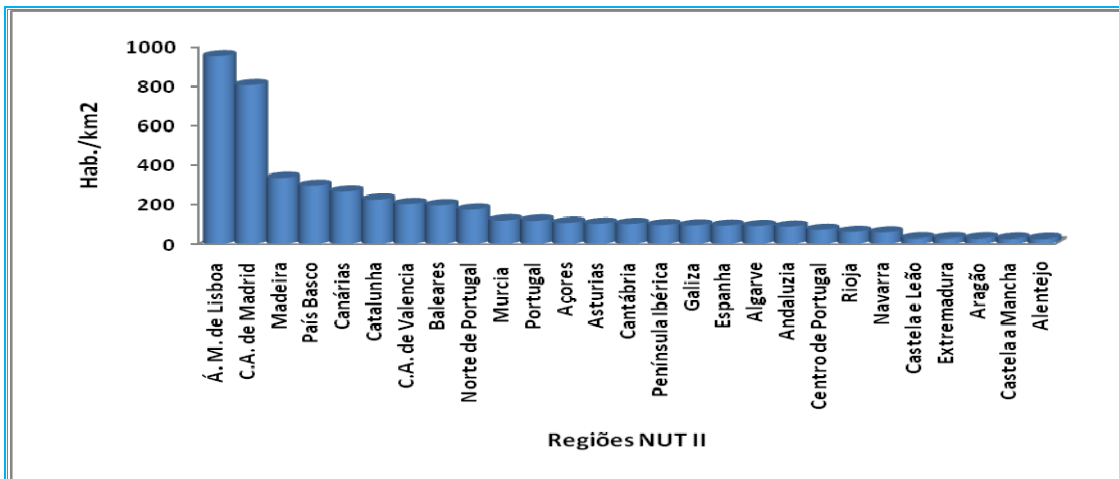
⁶⁴O litoral ocidental inclui a Galiza, o Entre Douro e Minho, Beira Litoral, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo, Algarve e a Andaluzia até ao Estreito de Gibraltar.

Figura 7: População residente, por região NUT II



Fonte: INE e INE Espanha, Censos 2011

Figura 8: Densidade populacional, por região NUT II



Fonte: INE e INE Espanha, Censos 2011.

As regiões litorais do Mediterrâneo e as regiões interiores das Mesetas são caracterizados pela predominância dos ambientes áridos e semi-áridos, facto que na atualidade já determina uma certa escassez de reservas naturais de água. Os efeitos que o aquecimento global poderá desencadear sobre as regiões subtropicais, traduzir-se-ão numa acentuação das condições de aridez, visto que os modelos de simulação climática prevêem a diminuição da precipitação e a subida das temperaturas médias (Salomon, 2005: 77-92). Uma grande parte do território ibérico encontra-se situado em latitudes subtropicais, onde se concentra mais de metade da população residente. Podemos colocar a seguinte questão: **É plausível a hipótese de ocorrência de um processo de desertização do sul peninsular, ao longo do século XXI, a partir do alastramento das “pequenas manchas” de clima desertico (na Múrcia e na Andaluzia)**

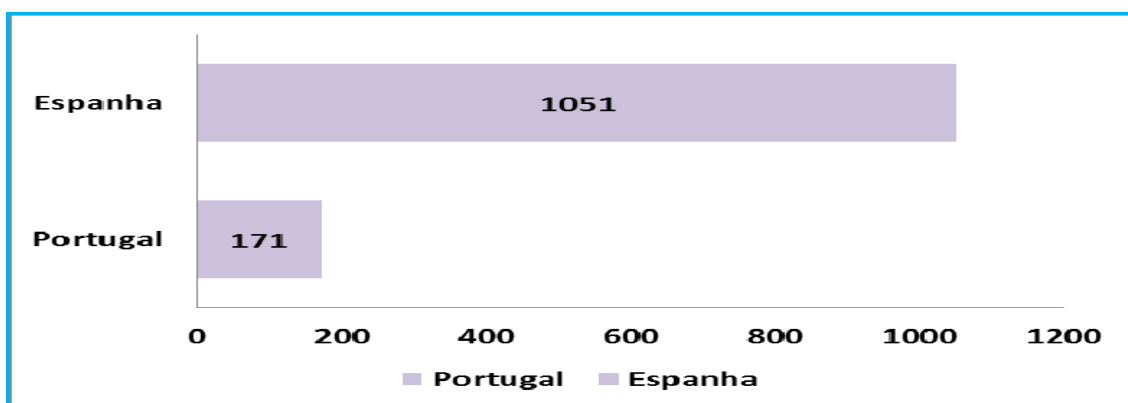
para as envolventes áreas de estepe?A conjugação entre um ambiente que é e poderá vir a ser mais árido e quente, com uma elevada concentração populacional nas regiões da Catalunha, Valência, Andaluzia, Comunidade Autónoma de Madrid e Área Metropolitana de Lisboa, potencia um risco de pressão elevada sobre os recursos hídricos. Quanto mais quente e árido for o clima de uma região, maior a propensão dos seus habitantes para o consumo de água e de energia, sobretudo para fins de climatização dos edifícios.

Por sua vez existe ainda a vulnerabilidade ao risco de diminuição das reservas de água necessárias à garantia do funcionamento adequado das centrais hidroelétricas. Por conseguinte, os processos de decisão sobre a localização de grandes sistemas hidroelétricos deveriam ter em consideração o seguinte. Primeiro, a conceção de um conjunto de critérios relacionados com a disponibilidade atual e futura de recursos hídricos presentes nos sistemas hidrológicos regionais. Segundo, da realização de estudos de investigação científica sobre os potenciais de pressão e sobreutilização desses mesmos sistemas hidrológicos, por parte das populações residentes, das atividades económicas e sociais, além dos sistemas ecológicos. As estratégias de Adaptação aos efeitos das alterações climáticas, em Espanha e em Portugal, deveriam integrar medidas e ações conducentes à preservação dos recursos hídricos, de modo a colmatar a sua previsível diminuição. Nas regiões do Minho, Galiza, Astúrias, Cantábria e País Basco, por se situarem em latitudes mais intermédias, é esperada nos modelos de simulação climática uma diminuição mais moderada da precipitação, ainda que ocorra em simultâneo com o aumento das temperaturas médias, facto passível de favorecer um acréscimo da evaporação, com a consequente perda de água. É também possível que se assista ao progressivo desaparecimento dos climas temperados sem período estival que ainda existem nas áreas montanhosas e planálticas das regiões ibéricas setentrionais, tal como seja de esperar o recuo da extensão areal ocupada pelo tipo climático temperado com verões suaves (Csb), em oposição ao avanço do tipo Csa para norte.

III.2. A Economia ibérica

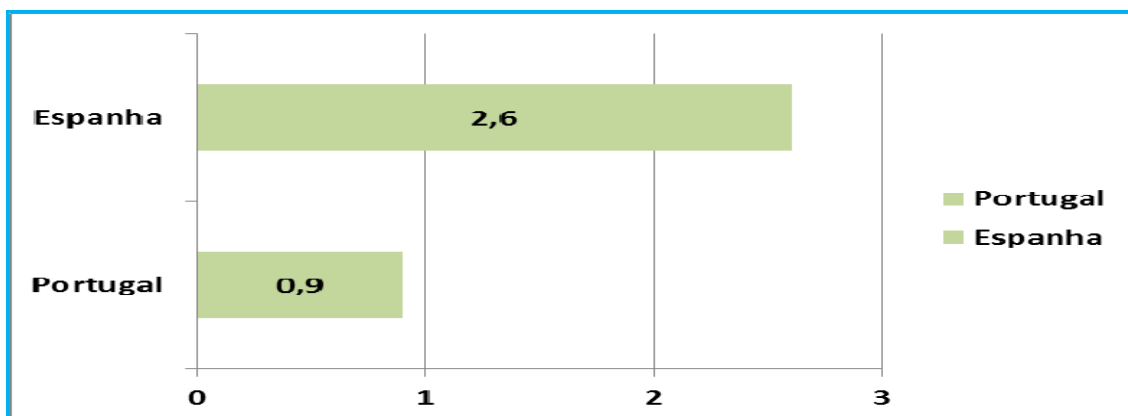
Existe um conjunto de características comuns a ambas as economias peninsulares: a tendência conjugada para a terciarização e desindustrialização; a emergência da produção de energia a partir de fontes renováveis e ainda, das indústrias que fabricam os respetivos equipamentos. Em 2011, o PIB_{pm} de Portugal foi cerca de 171 mil milhões de Euro, de acordo com dados do INE, Banco de Portugal e PORDATA. A taxa média de crescimento entre 2000 a 2009, foi de 0,9% (Eurostat, 2010). De acordo com dados provenientes do INE (de Espanha), em 2011, o PIB_{pm} de Espanha foi cerca de 1051 milhões de Euro. A taxa de crescimento médio anual do PIB foi de 2,6%, ao longo da década de 2000, valor substancialmente superior ao verificado na UE-27. As figuras 9 e 10 ilustram os supracitados dados.

Figura 9: PIB de Portugal e de Espanha, a preços de mercado:
(Biliões de €)



Fonte: INE Portugal e INE Espanha, 2011.

Figura 10: Taxa média de crescimento do PIB, 1999-2009
(%)



Fonte: Eurostat Pocketbooks, 2011

É evidente a tendência de terciarização e de desindustrialização, patente em ambas as economias ibéricas, ao longo da década de 2000. Os dados representados no Quadro 6, demonstram que na análise do Valor Acrescentado Bruto (VAB) foi observado um significativo acréscimo do peso do VAB para o setor terciário, em contraste com a regressão expressiva no peso dos setores primário e secundário para o VAB total, tanto na Europa a 27, como em Espanha e em Portugal. As atividades financeiras, negócios e os serviços não especificados evidenciaram um maior crescimento da sua proporção sobre o total. A importância do comércio, dos transportes e das comunicações, está a regredir em Espanha e na UE-27. Não obstante a Espanha ser uma potência agrícola e pesqueira, o peso do VAB do setor primário está a regredir. Os valores do Quadro 6 confirmam o processo de terciarização.

Quadro 6: VAB, por sector de atividade
(%)

País	UE-27		Espanha		Portugal	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009
Setor de atividade						
Primário	2.5	1.7	4.5	2.6	3.9	2.3
Indústria transformadora	22.5	17.9	21.3	15.3	21.4	16.8
Construção	5.6	6.3	7.9	10.8	7.4	6.1
Comércio, transportes e comunicações	21.6	20.9	26.6	24.6	25.2	25.7
Atividades financeiras e negócios	25.7	29.2	18.8	23.6	20.5	23.6
Outros serviços	22.3	24	21	23	21.7	23.5

Fonte: http://europa.eu/about-eu/facts-figures/economy/index_pt.htm

A segunda característica prende-se com a emergência recente da exploração de recursos renováveis e endógenos para a produção de eletricidade, constitui um meio de impulsionar a decréscimo da dependência nos combustíveis fósseis e também da dependência do exterior.⁶⁵ Isto contribuirá para reforçar a eficácia da aplicação do modelo de base de exportações, em ambas as economias, o qual tem sido considerado como modelo de referência para a ultrapassagem da presente recessão. Sensivelmente, a partir dos anos 2000 começou a ser clara a importância, neste último país, de uma indústria de fabricação de componentes e de equipamentos para a

⁶⁵Os recursos de carvão são reduzidos. As reservas de petróleo presentes em território português não foram ainda exploradas e não há certezas quanto à existência de gás natural, no território ou em espaço marítimo português.

exploração da energia eólica e em menor escala de dimensão, da energia solar, que se torna numa das mais fortes ao nível mundial (Proença, 2007). Estas indústrias emergiram, primeiro em Espanha, nos finais dos anos 1990 e mais tarde em Portugal, ao longo dos anos 2000, acompanhando não só o seu grande desenvolvimento no espaço económico europeu, mas também o acréscimo da procura internacional (Idem, 2007).

III.3. Produção e consumo de energia

A década de 2000 foi marcada pela estabilização do consumo de energia final na União Europeia a 27, não se confirmando o acréscimo acentuado da procura de energia previsto em 2000, por parte da Comissão Europeia (Eurostat, 2011). De qualquer modo foi detetada uma subida expressiva do consumo de energia nos serviços e nos transportes, em contraste com a diminuição acentuada observada no sector industrial. Se é um facto que se estabilizou o consumo total de energia final, na União Europeia, também é um facto evidente, que se confirma o crescimento do consumo de energia final nos transportes e nos serviços, o qual foi previsto pela CE no ano 2000.

Na Península Ibérica verificou-se uma tendência de evolução diferente da que ocorreu na Europa a 27, traduzida num crescimento muito acentuado do consumo de energia final, tendo sido o mesmo mais elevado não só nos transportes e nos serviços, mas também no sector residencial. Sem dúvida que isto constitui uma causa para o crescimento elevado das emissões de GEE, como iremos expor mais à frente. Em Espanha, é precisamente este último sector que mais cresce em consumo energético, enquanto em Portugal são os serviços que estão a aumentar as suas necessidades de energia. Portugal acompanhou a Europa na tendência para a redução do consumo energético por parte do sector industrial, em contraste com o acréscimo verificado pela indústria espanhola. Os dados apresentam-se, de seguida, no Quadro 7.

Da análise dos dados presentes na figura 11, aferimos que no ano 2009, **o petróleo continuou a ser, de forma destacada, a principal fonte de energia primária consumida na UE-27, representando quase 40% do total.** Em segundo lugar surge o gás natural com cerca de 24%. O carvão e a energia nuclear contribuem,

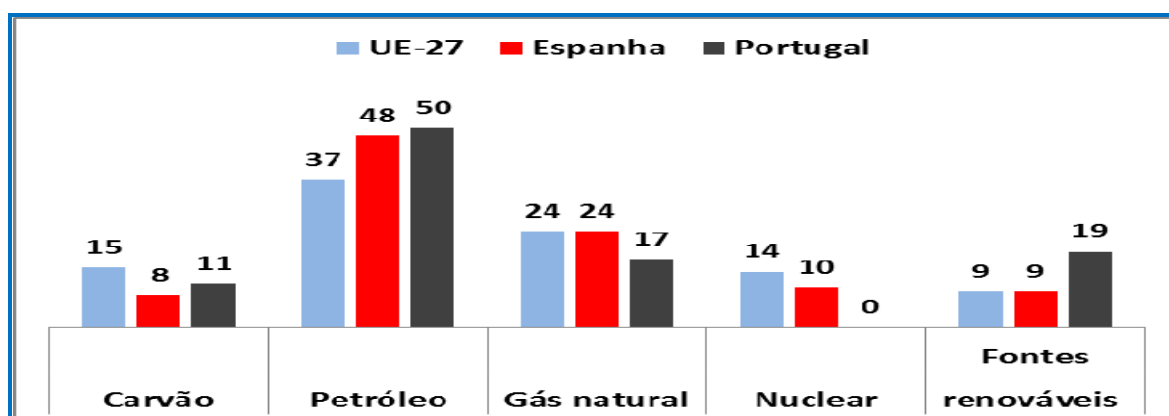
respetivamente, com 15% e 14%. Por fim, o conjunto das fontes de energias renováveis representa um peso um pouco inferior a um décimo do total. **Portanto, a economia europeia é ainda claramente uma economia de elevada utilização de carbono**, havendo assim um longo caminho a percorrer para o desenvolvimento das energias renováveis, cujo peso para o consumo de energia final está aquém dos combustíveis fósseis e mesmo da energia nuclear. **Em Espanha, o petróleo assegura metade do consumo de energia primária**, que além do mais representa o dobro do valor percentual correspondente ao contributo do gás natural.

Quadro 7: Consumo de energia final, por sector de atividade
(milhões de TEP)

País	Total		Indústria		Transportes		Residencial		Serviços	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009
EU-27	1113.00	1114.00	319.00	269.00	340.00	368.00	291.00	295.00	123.00	141.00
Espanha	74.41	88.97	22.34	23.79	32.02	37.84	11.78	14.89	5.88	9.11
Portugal	16.78	18.20	6.03	5.18	6.07	7.34	2.78	3.20	1.25	2.05

Fonte: Eurostat, 2011

Figura 11: Consumo de energia por fonte de energia primária, em 2009
(%)



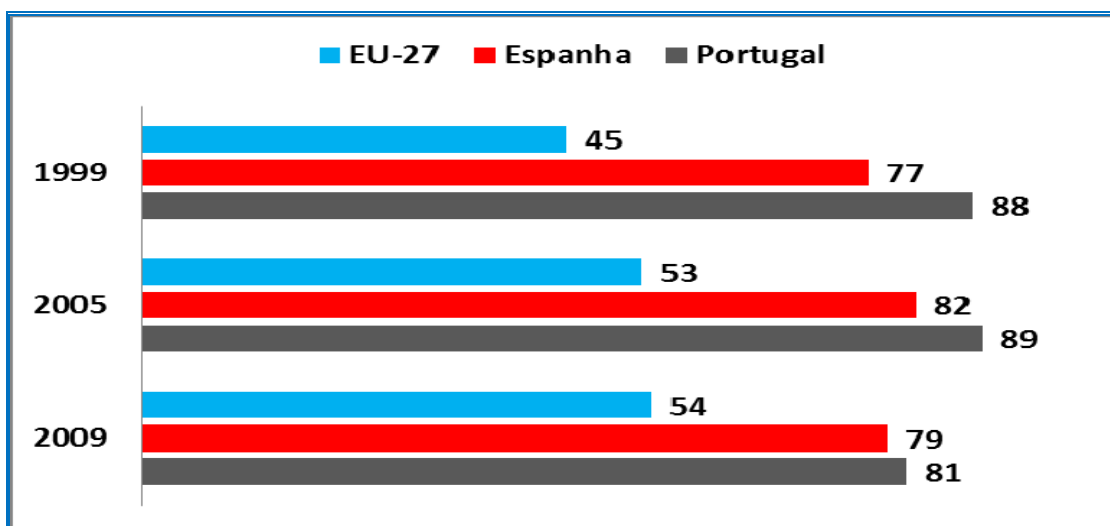
Fonte: Eurostat, 2011

A energia nuclear contribui com 10% do total de energia consumida, valor residualmente superior ao das energias renováveis (nomeadamente, a eólica e a hídrica), as quais ultrapassaram o carvão, cujo peso é de apenas 8%. **Em Portugal, metade da energia final consumida provém do petróleo**, seguido pelas energias

renováveis⁶⁶ e pelo gás natural, assumindo o carvão um valor minoritário de 11%. **Portugal é o país que se destaca, tanto em relação à UE-27, como a Espanha, pelo peso das energias renováveis para o consumo de energia final.** Estes dados confirmam **o domínio dos combustíveis fósseis no atual paradigma energético**, se bem que **também revelam uma ténue emergência das energias renováveis.**

Se afirmámos atrás que a **Europa ainda se encontra longe do paradigma da sociedade do baixo carbono**, tal constatação é ainda mais evidente para ambos os **países ibéricos**, uma vez que a sua dependência dos combustíveis fósseis, em geral e ao petróleo, em particular, é relativamente maior. Vejamos os dados da figura 12. Portugal é um país fortemente dependente do exterior no que toca à energia que consome. Em 1999, cerca de 88% da energia utilizada proveio do exterior, valor claramente destacado dos cerca de 77% de Espanha, o qual também revela uma elevada dependência externa. Quanto à UE-27 o seu nível de dependência externa era de 45%, proporção que demonstra uma menor dependência energética face ao exterior.

Figura 12: Taxa de dependência energética (%)



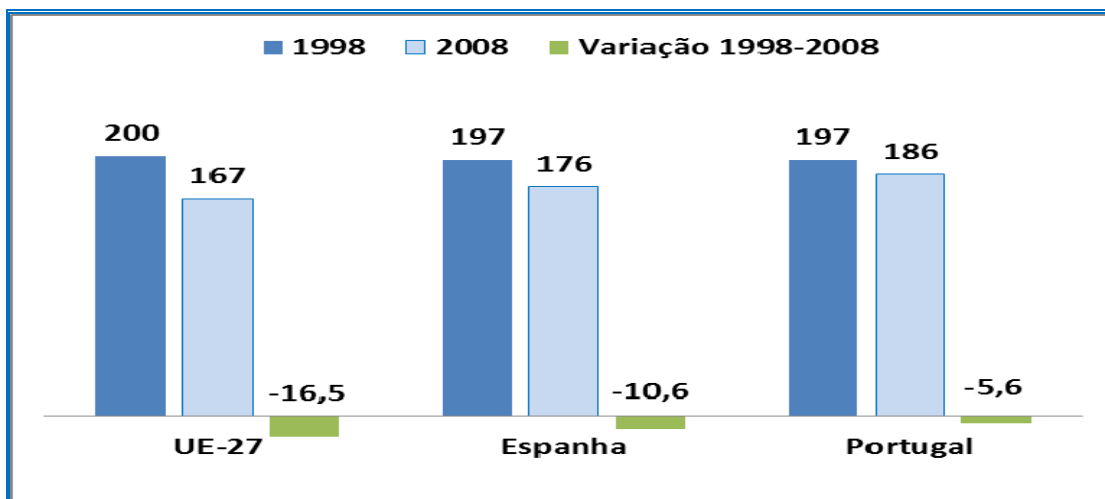
Fonte: Eurostat, 2011

⁶⁶Em Portugal, tal como em Espanha, também se destacam a hídrica e a eólica, no conjunto das FER.

Todavia, em Espanha e na EU-27, a dependência energética tem vindo a aumentar, progressivamente, ao longo dos anos 2000, alcançando um peso percentual próximo dos 54%. Portugal tem vindo a diminuir a sua dependência energética externa, entre 2005 a 2009. De qualquer modo, trata-se de um período demasiado curto para se poder aferir se estamos a assistir a algo de conjuntural, ou a uma tendência de evolução estrutural, isto é, que se vai consolidar no médio a longo prazo.

A partir da análise do figura 13, constatamos que Portugal e Espanha tinham em 1998, um valor de intensidade energética⁶⁷ ligeiramente superior ao que se verificou na Europa a 27 Estados, o que é sinónimo de afirmar que ambos os países eram relativamente menos eficientes na utilização de energia, quando comparados um com o outro. Dez anos depois, a **Europa conseguiu aumentar a sua eficiência energética** (baixando em 16,5% a intensidade do seu consumo), enquanto a Espanha diminuiu a sua intensidade no uso de energia em 10,6% e Portugal apenas uns meros 5,6%. **Isto significa que o esforço de Portugal para aumentar a eficiência energética foi muito modesto, enquanto os esforços de Espanha ficaram aquém dos da Europa.**

Figura 13: Intensidade energética em Kg de equivalente a petróleo, em 1998 e 2008 e taxa de variação



Fonte: Eurostat, 2011

Podemos concluir que o consumo de energia final, em Portugal e em Espanha continua a crescer, de modo significativo, agravado por uma intensidade energética

⁶⁷Expressa em kg de equivalente a petróleo.

que já de si é elevada. Deste modo, é pertinente a adoção, no futuro, de medidas mais vigorosas tendentes a reforçar a eficiência energética. Tais medidas e a sua implementação deverão ser mais drásticas em Espanha, devido ao crescimento elevado do consumo total de energia final. Por seu turno as medidas atuantes no sentido da estabilização desse mesmo consumo final de energia, deverão incidir, prioritariamente, sobre os sectores dos transportes, do residencial e dos serviços, onde o consumo tem vindo a crescer, de forma acentuada.

IV. A resposta de Portugal ao desafio das mudanças climáticas

IV.1. A Estrutura das políticas de Portugal para as Alterações Climáticas e o O Plano Nacional para a Alocação de Licenças de Emissões (PNALE)

A meta atribuída a Portugal para o cumprimento do Protocolo do Quioto e acordada com a CE, nos termos do artigo 4 do Protocolo, foi a de restringir o crescimento das suas emissões de GEE a 27%, acima da quantidade emitida em 1990, até 2012, o que corresponde a 63,50 MtCO₂^{eq}/ano. O quadro das políticas portuguesas para as alterações climáticas que advém das políticas europeias, é composto por: Programa Nacional para as Alterações Climáticas; Plano Nacional de Alocação de licenças de Emissões de CO₂ o Fundo Português para o Carbono.

A entidade governamental que coordena as políticas portuguesas para as alterações climáticas designa-se por Comité Executivo da Comissão para as Alterações Climáticas (CECAC), atualmente sob responsabilidade da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), dependente do ministério que tutela o ambiente (o MAMAOT⁶⁸). O CECAC dispõe de três “ferramentas” de monitorização e de avaliação das políticas climáticas. Além dos Relatórios Nacionais de Progressos Demonstráveis e do Sistema Nacional de Inventários de Emissões, por Fontes e Remoção, por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos (SNIERPA), cuja componente respeitante aos GEE integra os National Inventory Report (NIR), Portugal dispõe do Sistema de Previsão do Protocolo de Quioto, também conhecido por CumprirQuioto. De acordo com o SNIERPA, é publicado anualmente a parte do seu conteúdo respeitante às emissões e remoções de GEE, por categorias de fontes, devendo ser obrigatoriamente comunicada ao secretariado da CQNUAC, sob forma dos Relatórios de Inventário Nacional, conhecidos pela sigla em inglês, NIR.

Os relatórios de Progressos Demonstráveis apresentam, por um lado, a evolução das emissões e das remoções nacionais de GEE e por outro a avaliação do grau de implementação das políticas de mitigação, tendo em linha de conta a eficácia dos impactos dessas mesmas medidas. Por fim, o Sistema CumprirQuioto consiste num sistema de informação destinado à realização de análises sobre o grau de

⁶⁸MAMAOT: Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território.

cumprimento das políticas e das medidas de mitigação, no âmbito de Quioto, de modo a favorecer a capacidade e a rapidez de decisão do governo, em tempo útil. Este sistema de informação é particularmente útil para a deteção de todo e qualquer desvio no cumprimento das metas e dos objetivos, mediante o eventual reforço dessas mesmas medidas e dos necessários ajustamentos financeiros.

O Fundo Português para o Carbono (FPC) é um instrumento financeiro destinado a apoiar projetos de redução das emissões antrópicas de GEE, tanto em território português, como nos países em desenvolvimento. Foi criado em 2006, através do DL 71/2006, tendo sido dotado de um orçamento plurianual de 354 milhões de €, até 2012, dos quais 126,5€ já foram utilizados para financiar projetos. O seu objetivo é o de contribuir para o cumprimento das metas e compromissos do Protocolo de Quioto. O FPC tem competências para adquirir créditos de emissões de CO₂ quando os mesmos são criados com a aplicação de projetos no âmbito dos mecanismos de flexibilidade. Por sua vez, Portugal também recorre às Iniciativas Internacionais “Fast Start”, destinadas a apoiar os países em desenvolvimento, através da Iniciativa Portuguesa de Ação Imediata “Fast Start”, disponibilizando um orçamento plurianual de 36 milhões de €, para o período 2010 a 2012. As iniciativas portuguesas de implementação imediata resultam de uma parceria entre o CECAC e o IPAD. Instrumento similar existe em Espanha.

O PNALE é o instrumento de regulação nacional do CELE e abrange todas as instalações industriais cujos setores de atividade estejam integradas neste mercado do carbono: produção de energia; siderurgia e outras transformações de metais ferrosos, vidro, cerâmica, cimentos e cal; pasta de papel e papel. Este universo engloba 219 estabelecimentos industriais (CECAC, 2011:15). O PNALE I vigorou no triénio 2005-2007, tendo sido associado à fase de arranque do CELE. O PNALE II entrou em vigor em 2008 e termina a sua vigência no final do corrente ano. O PNALE atribuiu as licenças gratuitas de emissões de CO₂ às instalações abrangidas pelo mercado do carbono. Sempre que a quantidade de dióxido de carbono libertado para a atmosfera ultrapassar o limite atribuído gratuitamente, as empresas proprietárias dos respetivos estabelecimentos industriais terão de adquirir licenças no CELE. Pelo contrário, as empresas que diminuïrem as suas emissões para valores abaixo dos limites atribuídos,

podem vender a quantidade de CO₂ que se evitou emitir, sob forma de créditos de emissões, expressos na medida de CO₂ equivalente.

No período 2008-2012, no âmbito do PNALE II, tem sido prevista a atribuição de 169,65 MtCO₂^{eq} de licenças gratuitas, o que equivale a 33,93 MtCO₂^{eq}/ano. A atribuição da quantidade de licenças de emissões de dióxido de carbono foi realizada em função dos resultados previstos de alcançar pelo PNAC₂₀₀₆, durante o horizonte de cumprimento do Protocolo de Quioto. Em Dezembro de 2005, o governo português concebeu o PEC₂₀₀₅₋₂₀₀₉, no qual previa um crescimento médio do PIB, em cerca de 2% ao ano, até 2010. De acordo com os estudos efetuados pelo CECAC (2011) a projeção de emissões totais de GEE, durante o período de cumprimento era de 84,60 MtCO₂^{eq}/ano, incluindo a remoção originada pelo uso do solo e das florestas⁶⁹. Se as medidas constantes no PNAC₂₀₀₆ forem concretizadas e se revelar a sua eficácia, estaria prevista uma diminuição do incumprimento de Portugal, de 7,41 MtCO₂^{eq}/ano, para 3,73 MtCO₂^{eq}/ano. Consequentemente, este défice teria de ser colmatado com o recurso ao mercado do carbono ou a investimentos do FPC em projectos noutros países, no âmbito dos mecanismos de flexibilidade, noutros países.

Estiveram em jogo os seguintes cenários. Reduzir a quantidade de licenças gratuitas de emissões de CO₂, no PNAC₂₀₀₆, o que poderia criar um efeito de pressão sobre as atividades industriais cobertas pelo CELE, reduzindo a sua competitividade ou mesmo a sua viabilidade. Integrar no CELE atividades industriais não cobertas por este sistema de comércio, por via indireta. Esta última hipótese foi optada por parte do governo português ao incentivar o investimento na cogeração⁷⁰. A partir do momento em que as empresas de setores não CELE passam a produzir energia (mesmo como atividade acessória ao seu “core business”), as mesmas terão de ser integradas no mercado do carbono. Por sua vez, se os investimentos na cogeração tiverem resultados positivos na diminuição das emissões de CO₂, estas empresas podem

⁶⁹Os sumidouros florestais e agrícolas demonstraram uma capacidade de absorção de 3,36 MtCO₂^{eq}/ano (I.A.; 2006:6).

⁷⁰A comprovar esta opção temos a lista de estabelecimentos fabris cobertos pelo PNALE II, algumas instalações pertencentes a setores de atividade não cobertos pelo CELE, tais como o setor têxtil, ou as madeiras, mas que desenvolvem atividades de cogeração, logo estão a produzir energia.

vender no mercado, sob forma de créditos de emissões, a quantidade que evitaram emitir.

IV.2. O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC)

O PNAC é um instrumento de Mitigação das emissões de GEE composto por um conjunto de medidas setoriais, nos domínios da indústria e energia, construção, comércio, serviços e setor residencial, agricultura e florestas, além do setor dos resíduos. O seu objetivo é o de selecionar e identificar as medidas mais eficazes e exequíveis, assim como programar a sua implementação, através da mobilização dos agentes interessados, no horizonte temporal de cumprimento do Protocolo de Quioto. Na presente dissertação serão tidas em linha de conta as medidas do PNAC respeitantes aos setores da produção de energia, indústria, transportes e do consumo de energia nos edifícios residenciais e de serviços. Naturalmente que o PNAC tem medidas destinadas às outras categorias de fontes de emissões de GEE.⁷¹A primeira versão surgiu em 2004 (designado por PNAC₂₀₀₄), contendo as Medidas de Referência (MR).

No PEC₂₀₀₅₋₂₀₀₉, no qual fora previsto um crescimento médio do PIB em cerca de 2% ao ano, até 2009, fora projetada uma quantidade de 84,60 MtCO₂^{eq}/ano de emissões totais de GEE, para o ano de 2010, valor que originaria um défice de cumprimento das metas nacionais de Quioto em cerca de 7,41 MtCO₂^{eq}/ano, incluindo nesta estimativa a remoção de CO₂ a partir do uso do solo agrícola e florestal. Deste modo, as MR presentes no PNAC₂₀₀₄ revelavam-se insuficientes, o que abriu caminho à elaboração do sucedâneo PNAC₂₀₀₆,⁷² que ainda está em vigor até ao final do corrente ano e com o qual se pretende efetuar uma redução de 3,69 MtCO₂^{eq}/ano, até 2012.

Na análise que efectuámos ao conteúdo do PNAC (2004 e 2006), identificamos **três linhas de tendência das políticas energéticas** integradas nas políticas para as alterações climáticas. A **primeira** dessas linhas de tendência corresponde à continuidade da promoção do recurso ao gás natural, enquanto energia

⁷¹Ver subcapítulo I4, página 27.

⁷²As medidas do PNAC2004 foram designadas por Medidas de Referência (MR), tendo sido reforçadas (em alguns casos, substituídas) pelas designadas Medidas Adicionais (MA) constantes no PNAC2006, que substituíram a maior parte das anteriores.

primária destinada à produção de eletricidade e de calor, substituindo gradualmente o petróleo. As políticas europeias para a energia, nos anos 90 do século XX, já incentivavam a utilização do gás natural para a produção de eletricidade, de modo a diminuir a dependência face ao petróleo (CE., 2007c). Assim, Portugal tem vindo a adotar os objetivos europeus no seu território, ao tornar o gás natural no principal combustível para a geração termoelétrica de eletricidade, situação que já se verificava atualmente (Proença, 2007). A **segunda** tendência é a do incentivo ao reforço da produção de eletricidade a partir das FER. A medida MRe1 do PNAC₂₀₀₄ apontava para uma Potência Instalada (PI) de 3750 Mw de energia eólica, até 2010, tendo sido substituída pela medida MAe1 do PNAC₂₀₀₆, cuja meta foi de 4500 Mw. Por sua vez, em 2007 decorreu uma curta revisão desta última versão do PNAC na qual a medida MA2007e1 revogou a precedente MAe1 e tem como meta alcançar a PI de 5100 Mw até 2012. Através do Programa E4, E-FRE o PNAC apoia o investimento em todas as energias renováveis, se bem que esteja explícita a referência à energia eólica como recurso para a geração de eletricidade.

Na verdade, trata-se da energia renovável cuja indústria de equipamentos e de componentes mais se desenvolveu ao longo dos últimos decénios, o que faz com que o seu investimento seja relativamente acessível, em termos de custos de construção e de exploração (Proença, 2007). A abundância considerável deste recurso (o vento) em Portugal, sobretudo nas regiões de litoral e nos lugares de maior altitude, torna recomendável o seu investimento. O programa E4, E-FRE foi sucedido pelo atual Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER), o qual está subjacente à Estratégia Nacional para a Energia (ENE₂₀₂₀). As metas da ENE₂₀₂₀ para as energias renováveis e com horizonte no ano de 2020, são de 8660Mw de PI para a energia hídrica e o desenvolvimento da capacidade reversível. A PI para a energia eólica é de 8500 Mw de PI, em terra e em “offshore”⁷³. Quanto à energia solar (fotovoltaica e termoelétrica) a Potência a instalar será de 1500 Mw. Na Biomassa e Biocombustíveis: 250 Mw de PI, para cada. Está previsto a afectação de investimento em I&D, destinado à futura exploração de biocombustíveis de 2ª geração, bem como para a futura exploração do hidrogénio. Finalmente, para a energia das ondas, 250 Mw de PI e

⁷³Em Novembro de 2011, o grupo EDP lançou o projeto-piloto de tecnologia Windfloat, de exploração de energia eólica ao largo da costa. O aerogerador localiza-se a cerca de 6Km ao largo da Póvoa de Varzim.

outros 250 Mw para a geotérmica. No Anexo B está apresentada a listagem das medidas respeitantes à produção de energia.

A ENE₂₀₂₀ foi recentemente revista e as supracitadas metas sofreram ajustamentos. No domínio da energia hidroelétrica, a qual o PNAC é omissa, está em curso a implementação de alguns projetos e programas. O Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH) foi concebido em 2008 e no qual estão previstos 10 novos projectos de sistemas hidroelétricos, alguns dos quais já estão a ser construídos. **Um factor importante presente na maioria destes novos projetos hidroelétricos, é o da inserção de tecnologias de reversão das águas, viabilizando o reenchimento das albufeiras, viabilizando a estrategicamente importante complementaridade hídrica-eólica.** De um modo geral é frequente que os picos de produção de eletricidade nos parques eólicos ocorram durante a noite, quando o consumo é normalmente moderado, o que resulta numa perda da maior parte da eletricidade gerada. Uma forma de armazenamento indireto da energia elétrica proveniente das centrais eólicas, pode ser realizada pelas barragens dotadas de capacidade de reversão, através do movimento de regressão das águas para as albufeiras de montante, armazenando-as e possibilitando a sua turbinagem, de novo, nos momentos de maior procura de eletricidade.

Na sequência das directivas comunitárias respeitantes aos biocombustíveis, a medida MA2007e3 visa potenciar a sua produção, por meio dos incentivos à procura. A ENE₂₀₂₀ estabelece a meta dos 500 Mw de PI. A energia solar continua a ser significativamente dispendiosa e a sua produtividade é ainda reduzida (CEa, 2007), o que desincentiva a expansão da sua potência instalada. De acordo com Proença (2007), aguarda-se a chegada ao mercado dos componentes e equipamentos solares de painéis fotovoltaicos da terceira geração. Os recursos naturais geotérmicos são relativamente escassos em Portugal, o que limita o seu incremento. Quanto à energia das ondas, a exploração deste recurso está ainda em fase de testes. Existe uma central piloto a funcionar nos Açores e mais recentemente foi instalada ao largo da Praia do Baleal, Peniche, o projeto Waveroller.

A **terceira** tendência identificada e que também faz parte da ENE₂₀₂₀ diz respeito à promoção da eficiência energética. É explicitamente referido o propósito de

dinamizar o investimento nas **tecnologias de cogeração e de ciclo combinado para a geração de eletricidade, associadas ao gás natural**, enquanto meios mais eficientes de consumo de energia primária. Em algumas circunstâncias tais como o aquecimento doméstico e a produção de calor, é mais vantajoso recorrer a este combustível fóssil, comparativamente ao petróleo e ao carvão, o que por si só faz com que seja mais eficaz o emprego das tecnologias relacionadas com a eficiência. É patente a estreita relação entre as políticas de valorização do gás natural (desde os anos 1990) com as políticas de incentivo à eficiência energética. Substituiu-se o petróleo e o carvão por gás natural e em simultâneo introduzem-se as tecnologias de maior eficiência. De facto, a queima de gás natural pressupõe menos libertação de carbono, por unidade de energia (em TEP) consumida, comparativamente com os outros combustíveis fósseis.

As medidas constantes no Plano de Promoção da eficiência Energética (PPEEC) e o Programa Água Quente Solar para Portugal (PAQSpP) encontram-se no Anexo C. No primeiro temos o foco virado para a iluminação e para todos os equipamentos que funcionam a eletricidade, desde os eletrodomésticos e aparelhos de ar condicionado, aos equipamentos informáticos, audiovisuais e outros artigos elétricos e de eletrónica de consumo. O objetivo é o de reduzir 1020 Gwh do consumo de eletricidade, até 2010 (ERSE, 2010). Está patente o propósito de substituir a iluminação de baixa eficiência (as lâmpadas incandescentes clássicas) que convertem em luz cerca de 5% da eletricidade que consome (ENE₂₀₂₀, 2010), por lâmpadas de baixo consumo. Este objetivo é explicitamente referido na ENE₂₀₂₀, no PNAC₂₀₀₆ e no PPEEC, que constitui um dos meios mais importantes para a redução do consumo de energia nos edifícios residenciais e nos de serviços.

Uma outra direção aponta para o desenvolvimento dos processos de inovação tecnológica passíveis de tornar mais eficiente o consumo de eletricidade, por parte de todos os utensílios elétricos e eletrónicos usados tanto nas habitações como no setor terciário. Não obstante, o PPEEC também está associado a uma vertente de educação ambiental, focada sobre a disseminação de comportamentos quotidianos, que se traduzam numa atitude de poupança de energia, por parte dos consumidores particulares e coletivos. O PPEE foi substituído pelo Plano de Ação Nacional para a Eficiência Energética (PANEE-Portugal Eficiência₂₀₁₅) que contém medidas com

horizonte temporal em 2015, cuja meta geral é a de diminuir 10% do consumo de energia (ERSE, 2010), objetivo consagrado na ENE₂₀₂₀. No PAQSpP, que foi elaborado em 2004 (no âmbito do PNAC₂₀₀₄) e ainda contínua em vigor, tem as suas metas revistas e reprojctadas para 2020. O seu objetivo é o de contribuir para reduzir o consumo de eletricidade e de gás no aquecimento doméstico, substituindo-os por energia solar térmica. A sua primeira meta foi a de instalação anual de 13 000 m² de painéis solares para aquecimento de água, no biénio 2005-2006. Em 2006 foi definida a atual meta que prevê a instalação anual de 100 000m² de painéis solares, até 2020. Esta medida foi enquadrada no PANEE-Portugal Eficiência ₂₀₁₅. Quanto às medidas Mar1, Mas1, MAi1 e MAi2 são de natureza regulamentar, que incidem no campo jurídico e da fiscalidade

Os objetivos presentes no PNAC₂₀₀₆destinados ao setor dos transportespreconizam a renovação do parque automóvel e ainda a inserção dos biocombustíveis, do gás natural e da eletricidade como energia no modo rodoviário, designadamente nos automóveis particulares e nos autocarros urbanos (Anexo C). Pretende-se também melhorar a eficiência na combustão. No transporte de mercadorias procura-se reforçar os modos ferroviários e marítimos, em detrimento dos transportes rodoviários, sobretudo os internacionais. Com as medidas MAt1 e MAt2 é intenção introduzir o gás natural nos táxis e reduzir o período médio diário do seu funcionamento. A medida MAt6 procura dinamizar a renovação do parque automóvel, por meio do incentivo ao abate de automóveis antigos, cuja combustão é, grosso modo, menos eficiente. Este propósito de retirar da circulação veículos antigos é indiretamente impulsionado pela medida MAt3, a qual procura tributar mais os automóveis que emitem maior quantidade de CO₂.

De modo geral, os automóveis de fabrico recente são substancialmente mais eficientes, consequência em parte do esforço de alguns dos fabricantes na aplicação de inovações sobre a mecânica, de modo a que o seu consumo seja menor⁷⁴ e que possam consumir biocombustíveis, além do gás natural. A medida MA2007t1 tem o propósito de incentivar a incorporação dos biocombustíveis nos veículos automóveis,

⁷⁴De certa forma vão ao encontro da CE, em termos de melhorar a performance de consumo de combustíveis dos automóveis, tornado possível a meta de limitar as emissões de CO₂ a 120 gCO₂ km.

tendo como sua meta que até 2020 o consumo de combustível dos transportes rodoviários seja assegurado pelos biocombustíveis. Em paralelo, têm vindo a emergir os automóveis híbridos, designando-se como tal os carros que dispõem de dois motores: um totalmente elétrico e o outro a gasolina, ou a gasóleo, podendo receber a mistura destes com os biocombustíveis. Por seu turno decorre o Programa MOBI-E, que consiste em promover a aquisição e a utilização de automóveis com motor elétrico e da implantação de uma rede pública de abastecimento dos mesmos.

A meta MRt1 consagra o objetivo europeu de limitar as emissões de CO₂ provenientes dos automóveis de passageiros, a 120gCO₂ por Km percorrido e por veículo (CE, 2008). As medidas respeitantes à expansão das redes de metropolitano na Áreas Metropolitanas de Lisboa (Metropolitano de Lisboa e Sul Tejo) e do Porto (Metropolitano do Porto) e à implementação do Metropolitano Ligeiro do Mondego, não só demonstram um reduzido potencial para a diminuição das emissões de GEE, como também ficaram àquem, porque a construção destas infraestruturas não foi totalmente concluída (CumprirQuioto, 2012; IMTT, 2012).

De acordo com uma avaliação realizada para o período de 2008 a 2010, a diminuição das emissões de GEE ficou abaixo do potencial estimado para aquele triénio, tendo sido calculado um défice de 7,02 MtCO₂ equivalente (CECAC, 2011). De qualquer modo esta avaliação é provisória porque ainda não haviam dados sobre os resultados da implementação das Medidas MAe2, MAe3 e MA2007e3, respetivamente respeitantes à eficiência energética na produção de eletricidade por cogeração, da procura de eletricidade e da aplicação da biomassa nas centrais termoelétricas a carvão (as únicas centrais a carvão ainda existentes localizam-se em Sines e no Pego/Abrantes). Por outro lado existiam lacunas de dados relativos ao ano de 2010, para 10 medidas relacionadas com o setor dos transportes, o que restringe a conclusão de uma avaliação setorial.

A síntese da caracterização que realizámos sobre as orientações constantes nas políticas portuguesas para as alterações climáticas, podemos aferir o seguinte. **No setor eletroprodutor pretende-se, por um lado reforçar, em geral, todas as fontes de energias renováveis cujos recursos estão disponíveis em Portugal** e em particular, a energia eólica, no mix energético nacional. Por outro lado, preconiza-se o

incrementada eficiência energética na produção termoelétrica através de recurso às tecnologias de ciclo combinado e da cogeração, associadas ao gás natural. No setor dos edifícios residenciais e de serviços o foco incide sobre **apoupança de energética no consumo de eletricidade, por meio da iluminação mais eficiente e do baixo consumo pelos equipamentos elétricos e eletrónicos, desde os eletrodomésticos aos computadores, passando pelos aparelhos audiovisuais, entre outros.** No setor dos transportes objetiva-se a **renovação do parque automóvel, a mobilidade elétrica e ainda a inserção dos biocombustíveis e do gás natural como combustíveis rodoviários, além da transferência de parte do volume de mercadorias transportadas no modo rodoviário para os modos ferroviários e marítimos.** Constatam ainda medidas destinadas a aumentar a oferta do transporte metroviário.

IV.3. As políticas para as Mudanças Climáticas no contexto do pós-Quito e do objetivo 20-20-20 e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas – ENAAC

O novo quadro político nacional do pós-Quito, enquadrado no objetivo europeu 20-20-20, é composto pelos seguintes elementos, já definidos pelo CEEAC. Estes elementos são a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAA), o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC₂₀₁₃₋₂₀₂₀), o Roteiro Nacional de Baixo Carbono (RNBC) e finalmente, os Planos Setoriais de Baixo Carbono (PSBC). Todos estes planos irão entrar em vigor a partir do ano de 2013, à exceção da ENAA, cuja vigência teve início em 2010. Portugal assumiu perante a Comunidade Europeia, no âmbito do Pacote Europeu Energia-Clima, o compromisso de assegurar que 31% do seu consumo de energia final provenha das FER; Redução de 21% das emissões de GEE com origem em setores de atividade cobertos pelo CELE⁷⁵, face a 2005; Restringir o aumento das emissões de GEE provenientes dos setores não cobertos pelo CELE a 1% das emissões de GEE de 2005. Portugal, tal como todos os Estados-Membros da UE, terá metas anuais para cumprir, no seu caminho para a prossecução das metas finais, em 2020.

⁷⁵Além dos sectores já incorporados no CELE, os transportes aéreos (nacionais e internacionais), também passarão a fazer parte, a partir de 2013.

O PNAC₂₀₁₃₋₂₀₂₀ passará a controlar os recursos financeiros a afetar para as medidas do seu âmbito. Constituirá o elemento coordenador de todo o quadro de políticas, programas e medidas de Mitigação das emissões, cobrindo os setores que não serão cobertos pelo futuro regime do CELE: transportes⁷⁶, uso dos solos e florestas, setores residencial e dos serviços, resíduos e indústria⁷⁷ transformadora e de produção de energia. De futuro as emissões de GEE nos setores CELE serão controladas ao nível europeu. A monitorização e o acompanhamento das medidas, também deverão ser integrados na estrutura do programa.

O RNBC é um instrumento de natureza estratégica destinado a conceber os cenários de evolução das emissões nacionais de GEE, em função das metas estabelecidas para os horizontes de 2030 e de 2050. Da articulação entre os diferentes planos setoriais, construir-se-ão os cenários de evolução possíveis, sendo recomendável a seleção do cenário que efetivamente seja o mais exequível e eficaz para o cumprimento das metas nacionais que deverão ser estipuladas para 2030 e 2050, em futuras políticas europeias pós-2020. Os Planos Setoriais de Baixo Carbono são planos de natureza setorial, cuja responsabilidade de elaboração e subsequente implementação é da responsabilidade dos ministérios que tutelam os respetivos setores. Dito de outro modo, o ministério elabora a sua própria política sobre como o seu setor deve contribuir para a prossecução de uma política nacional destinada à diminuição da emissões de GEE e em simultâneo, contribuir para reduzir a dependência nos combustíveis fósseis.

A ENAAC é o instrumento de Adaptação do território e da sociedade portuguesa aos impactos do aquecimento global, definindo um conjunto de objetivos e de linhas de atuação potenciadoras de resiliência para a sociedade e os ecossistemas, estando em consonância com a EEAAC. Entrou em vigor em Abril de 2010, através da RCM nº 24/2010. Está prevista a criação de nove grupos de trabalho, por domínios de intervenção, sendo cada um dos quais da responsabilidade de organismos públicos de tutela setorial, se bem que a coordenação geral pertença ao CECAC. São os domínios do: Ordenamento do território e cidades (DGOTDU);

⁷⁶À exceção dos transportes aéreo e marítimo internacional.

⁷⁷Instalações industriais cujos valores de emissões forem inferiores a 10 000tCO₂eq, a sua presença no CELE serão facultativas (CE, 2006).

aSegurança de pessoas e bens (ANPC); Recursos hídricos (INAG); Saúde humana (DGS); Indústria e Energia (DGEG); Turismo (ITP); Agricultura, florestas e pescas (MAMAOT); Zonas costeiras (INAG) e por fim, a Biodiversidade (ICNB).

Os efeitos que as mudanças climáticas estão a causar em Portugal, traduzem-se na subida da temperatura em todo o território, na diminuição da precipitação média anual e na acentuação da irregularidade da distribuição anual da precipitação. Estes efeitos trarão impactos sociais e ambientais, que de certa forma já se têm vindo a sentir nos decénios mais recentes (Miranda e Santos, *et al*, 2006). A ocorrência irregular de precipitação, em conjugação com o uso inadequado do solo, potencia o incremento do risco de desertificação. A persistência de períodos prolongados de seca contribui para o stress hídrico dos ecossistemas e o resultante recuo e degradação. Por outro lado, os episódios de precipitação intensa causam a desagregação e mesmo a remoção das partículas constituintes do solo, conduzindo à sua progressiva perda. As regiões do interior e do sul são as mais vulneráveis ao risco de desertificação. A combinação do aumento da temperatura com a diminuição da precipitação potencia o risco de escassez de recursos hídricos.

Além da diminuição do fornecimento de água (devido à diminuição da precipitação), um contexto de maior calor incentiva o acréscimo da evaporação e o aumento da procura de água para consumo. Esta situação do potencial para aumento da procura de água, quando a sua disponibilidade está a regredir, é suscetível de provocar o seu esgotamento. A diminuição dos recursos hídricos terá impactos sobre o setor energético, os quais foram identificados no EEAAC (CE, 2006). A diminuição de água disponível nas bacias hidrográficas pode condicionar a produtividade hidroelétrica. O efeito conjugado da redução dos recursos de água e da subida da temperatura, significa não só ter menos água para arrefecer as centrais termoelétricas, mas também a perda da sua qualidade, em termos de arrefecimento, porque a sua temperatura poderá ser mais elevada.

As formas de vida menos resilientes aos efeitos das alterações climáticas estão a regredir e a migrar para latitudes mais setentrionais, ou a restringirem-se a altitudes mais altas, ou nos casos mais graves estão em vias de extinção. Isto contribui para o declínio da biodiversidade dos ecossistemas e para a sua degradação, facto que

por si só favorece os processos de desertificação, resultantes da erosão e subsequente perda de solo. Em situação tendencialmente oposta, as formas de vida típicas de ambientes tropicais (terrestres e marinhos) estão a migrar para o território e o espaço marítimo português, estendendo o domínio dos seus ecossistemas, facto que terá repercussões sobre a agricultura, silvicultura, pesca e aquicultura. A subida da temperatura, em conjugação com a diminuição da precipitação acentuam as condições de aridez, o que potencia um risco maior de ocorrência de incêndios (Salomon, 2005: 77-92).

Portugal é um país particularmente vulnerável porque cerca de 38% do seu território é constituído por floresta. De modo geral, os povoamentos florestais são insuficientemente submetidos a limpezas frequentes, com a remoção de biomassa excedentária⁷⁸. Predominam os povoamentos florestais dominados por uma espécie e há uma certa predominância das espécies resinosas sobre as folhosas, factos que contribuem para incrementar o risco. A degradação e a conseqüente regressão dos ecossistemas típicos do território português, condicionam a disponibilidade de biomassa, factor que dificulta o desenvolvimento de uma fileira dos biocombustíveis. As regiões do sul e ainda as do interior⁷⁹ são as mais vulneráveis aos impactos do aquecimento global, nomeadamente em termos da acentuação das condições de aridez, devido à subida das temperaturas, em simultâneo com a diminuição da precipitação, o que potencia o risco de desertificação.

As regiões do litoral são relativamente menos vulneráveis, no que toca à acentuação das condições de aridez, de acordo com as conclusões do projeto SIAM (2006). No entanto, é no litoral que reside a maior parte da população residente e por conseguinte, é significativamente maior a pressão sobre os recursos hídricos e de solo. O risco de incêndio é igualmente elevado, não obstante a litoralidade. No norte litoral a previsão é também para a diminuição, ainda que moderada, da precipitação, mas mais frequente a sua ocorrência irregular. Tal como em todas as regiões do mundo, existe o risco de transgressão marinha das áreas litorais de menor altitude – que

⁷⁸Vegetação arbustiva de baixa altura e herbácea, contribuem para o risco de incêndios e constituem um importante recurso para a produção de biocombustíveis.

⁷⁹Trás-os-Montes, Beira Interior, Vale do Tejo, Alentejo e Algarve.

envolve alguns dos sistemas urbanos litorais. A transgressão dos aquíferos do litoral, por água marinha é suscetível de diminuir a sua qualidade.

V. A resposta de Espanha ao desafio das mudanças climáticas

V.1. A estrutura das políticas de Espanha e o Plano Nacional de Alocação

O objetivo atribuído a Espanha no seu contributo para os esforços internacionais conducentes à estabilização das emissões de GEE, foi o de restringir o crescimento das suas emissões de GEE a 15% da quantidade emitida em 1990, até 2012, valor correspondente a 304 MtCO₂^{eq}/ano. Esta meta foi acordada com a CE nos termos do artigo 4 do Protocolo de Quioto. O quadro das políticas espanholas para as alterações climáticas, que advém das políticas europeias, é composto pelos seguintes instrumentos de planeamento: A Estratégia Espanhola para as Mudanças Climáticas e Energia Limpa (EEMCEL); Plano de Impulso à Internacionalização da Economia Espanhola nos Setores Associados às Mudanças Climáticas (PIEESAMC); Plano Nacional de Adaptação às Mudanças climáticas (PNAMC) e finalmente o Plano Nacional de Alocação (PNA).

A estrutura orgânica concebida pelo atual governo espanhol⁸⁰ é composta, em primeira instância, pela Secretaria de Estado para o Meio Ambiente, dentro da qual fazem parte a Oficina Espanhola para as Mudanças Climáticas (OEMC), a Comissão Nacional para o Clima (CNC), a Comissão de Coordenação das Políticas para as Mudanças Climáticas (CCPMC), a Comissão Interministerial para as Mudanças Climáticas (CIMC) e o Fundo Espanhol para o Carbono (FEC). No anterior governo chegou a existir uma secretaria de estado para as mudanças climáticas, que coordenava organismos com competências análogas às dos atuais. A OEMC é a entidade dotada de competências científicas e técnicas para a elaboração dos instrumentos de planeamento, sendo assistida pela CNC, que é um órgão consultivo que desempenha a função de avaliar as opções e decisões políticas.

A CCPMC coordena a cooperação entre a administração central do Estado e as comunidades autónomas, ao passo que a CIMC é uma entidade do próprio

⁸⁰O atual governo é do Partido Popular (PP), liderado por Mariano Rajoi, desde Dezembro de 2011, sucedendo aos governos do Partido Socialista Operário Espanhol (PSOE), liderado por Rodriguez Zapatero, 2004-2011.

governo,⁸¹ que envolve diferentes ministros e secretários de estado, onde se tomam as decisões políticas essenciais respeitantes às alterações climáticas. Finalmente, o FEC faz a gestão das transações de licenças de direitos de emissões de CO₂, dentro ou fora do território espanhol e em estreita colaboração com os regimes de comércio internacional do carbono. Tem ainda atribuída a competência de realizar e gerir os investimentos nos fundos internacionais de carbono, assim como do financiamento de projetos associados aos mecanismos de flexibilidade. Enquanto Estado incumpridor, a Espanha realizou alguns investimentos, no âmbito do financiamento dos fundos para as alterações climáticas, junto de algumas instituições financeiras mundiais.

A primeira versão do Plano Nacional de Alocação (PNA₂₀₀₅₋₂₀₀₇) vigorou durante a fase de arranque do CELE, tal como aconteceu em todos os Estados-Membros da Comunidade Europeia. Nele foram concessionados 480 MtCO₂^{eq} de alocação de licenças de emissões de CO₂, para o triénio 2005-2007, o que equivale a uma atribuição anual de 160,28 MtCO₂^{eq}. O atual PNA₂₀₀₈₋₂₀₁₂ alocou 763 MtCO₂^{eq}, o que corresponde a um valor anual de 152,67 MtCO₂^{eq}, estando em vigor até Dezembro do corrente ano de 2012, pretendendo-se a estabilização do crescimento das emissões provenientes dos setores CELE, a 37% acima da quantidade emitida em 1990. Envolve um universo composto por mais de mil instalações industriais (OECC, 2006 a).

O PNA determina as licenças de emissões de CO₂, a cada um dos estabelecimentos industriais integrados no regime do CELE. Incluí ainda uma reserva disponibilizada às novas instalações que venham a abrir portas. Com vista a facilitar o funcionamento do mercado do carbono e desempenhando um papel complementar ao do PNA, foi criado o Registo Nacional de Direitos de Emissão (RENADE), com o qual se regista e se disponibiliza a informação sobre transações e titularidade das licenças de emissão. Durante a fase de vigência do PNA₂₀₀₅₋₂₀₀₇, foi estabelecido o objetivo de estabilizar o crescimento das emissões dos setores cobertos pelo CELE a 40% acima dos níveis de 1990. A não concretização desta meta contribuiu para a tomada de decisão do então governo espanhol em elaborar o Plano de Medidas Urgentes da EEMCEL, de que iremos falar de seguida.

⁸¹A CIMMC integra ministros e secretários de estado das tutelas dos negócios estrangeiros, economia, infraestruturas, ambiente, agricultura, educação, saúde, segurança social e habitação, além da defesa, segurança pública e proteção civil.

O governo de Espanha designou a cooperação institucional, tanto ao nível do Estado, como com das entidades não públicas, no sentido da implementação de planos, programas e medidas associadas à Mitigação e à Adaptação. A cooperação pública engloba as comunidades autónomas e os municípios (e respetivas associações), em simultâneo com a cooperação com ONG's, empresas e outras entidades sociais e privadas. Em meados da década de 2000, o Ministério do Meio Ambiente reconheceu que as emissões nacionais de GEE tinham subido 52%, acima da quantidade emitida em 1990, facto que comprometia o cumprimento da sua meta de Quioto. Deste modo foram iniciados os trabalhos conducentes à elaboração da EEMCEL, incluindo nela um Plano de Medidas Urgentes. No Anexo C estão referenciados os planos e as medidas de mitigação, respeitantes a Espanha, que também constam no PAE4, PAE4+ e são subsequentes à EEMCEL.

Definiu ainda uma outra linha de orientação destinada à dinamização da cooperação internacional, por meio do Plano de Impulso à Internacionalização da Economia Espanhola nos Setores das Mudanças Climáticas (PIIEESMC), o qual entrou em vigor no ano de 2009. Foi então definida uma “meta alternativa” de limitar o crescimento das emissões nacionais de GEE a 37% acima do ano base do Protocolo de Quioto. Na sequência da entrada em vigor dos instrumentos de planeamento, de que se destacam a EEMCEL e o PNA, foram concebidos planos destinados a desenvolver as energias renováveis e a eficiência energética, a impulsionar o potencial de absorção de CO₂, nos sumidouros agrícolas e florestais e ainda a promoção à dinamização da investigação científica e tecnológica.

O Plano de Medidas Urgentes da EEMCEL e o seu associado Plano de Ação E4+ (2008-2012) têm como objectivo a redução de 238 MtCO₂^{eq}, até 2012. Este montante inclui o objetivo definido na precedente EECPO⁸², correspondente a uma diminuição de 210,04 MtCO₂^{eq}, a que se adiciona o objetivo de redução adicional de 27,70 MtCO₂^{eq} constante no Plano de Medidas Urgentes. Considerando o conjunto de todas as medidas destinadas aos setores difusos, o objetivo foi o da redução de 188,5 MtCO₂^{eq}, até 2012. Descreveremos os seguintes planos: Plano de Ação Estratégica de Poupança e Eficiência Energética em Espanha₂₀₀₄₋₂₀₁₂ (PAE4). Este plano

⁸²EECPQ: Estratégia espanhola para o Cumprimento do protocolo de Quioto.

foi reforçado pelo PAE4+); o Plano de Ação para as Energias Renováveis (PER); Incorporação de metas para a remoção de CO₂ no Plano Florestal Espanhol (PFE); Ação Estratégica para a Energia e Mudanças Climáticas; Integração de Projetos relacionados com as atividades de I&D e inovação, no Plano Nacional de Investigação e Desenvolvimento e Inovação 2008-2012 (PNIDI) e por fim, a Incorporação de medidas para a redução das emissões através da poupança de energia, no Plano Estatal de Habitação e Reabilitação (PEHR).

V.2. Medidas da EEMCEL⁸³ para a produção de energia

Em 2007 foi concluída a elaboração da Estratégia Espanhola para as Mudanças Climáticas e Energia Limpa, horizonte₂₀₀₈₋₂₀₁₂₋₂₀₂₀ (EEMCEL). Sucedeu à Estratégia Espanhola para o Cumprimento do Protocolo de Quioto (EECPQ) e adotou medidas que reforçam ou aprofundam as que constavam nesse instrumento precedente. O seu objetivo é o de contribuir para a Mitigação das emissões nacionais de GEE, no contexto de impulso ao desenvolvimento sustentável, com o horizonte temporal estendido até 2020 (OECC, 2007). Tem como domínios de atuação a cooperação institucional, os mecanismos de flexibilidade e a cooperação internacional, a gestão do comércio de licenças de emissões, as ações de mitigação sobre os setores difusos, a promoção da exploração dos recursos de energias renováveis, assim como a produção de energia que seja energeticamente eficiente. Engloba ainda a valorização dos sumidouros florestais e agrícolas, a captura e o armazenamento geológico do carbono, a dinamização das atividades de I&DIT e ainda a adaptação aos impactos das alterações climáticas (Op., Cit., 2007).

As medidas para o setor da produção de energia relacionam-se com o incremento da exploração das energias renováveis e da eficiência energética nas atividades de produção de energia. No setor eletroprodutor preconiza-se a substituição, ou a reconversão das grandes centrais termoelétricas apetrechadas com grupos geradores a derivados de petróleo,⁸⁴ por novas centrais (ou centrais elétricas

⁸³EEMCEL é a tradução do castelhano Estrategia Española del Cambio Climatico y Energia Limpia (EECEL).

⁸⁴Em menor grau também se assistiu ao encerramento, ou à reconversão de centrais a carvão, dando lugar a centrais de CCGN, em Espanha. Em Portugal só ocorreu em Gondomar, com a conversão da termoelétrica da tapada do Outeiro, que tinha grupos geradores a carvão e a fuelóleo.

remodeladas) que utilizam as tecnologias de ciclo combinada a gás natural (CCGN). Esta tecnologia é muito eficiente em termos de utilização da energia primária na geração de eletricidade, o que se reflecte numa diminuição significativa das emissões de GEE, quando comparadas com as velhas centrais, entretanto desativadas. Em paralelo, promove-se a substituição da cogeração a fuelóleo e gasóleo, por cogeração a gás natural ou a biocombustíveis.⁸⁵ Temos assistido em Espanha a esses processos de substituição de centrais elétricas, desde os finais dos anos 90 do século XX. As primeiras medidas de reforço à utilização do gás natural como combustível destinado às indústrias transformadoras, bem como as de produção de eletricidade, remontam à década de 1990 e têm origem nas políticas europeias para a energia. As posteriores medidas de Mitigação das emissões, aplicadas a partir da segunda metade da década de 2000, deram continuidade às medidas precedentes. O incentivo à cogeração a gás natural é sobretudo dedicado ao fornecimento de calor para as indústrias transformadoras, particularmente aquelas que são mais recorrentes ao emprego de energia térmica nos respetivos processos produtivos.

O Plano para as Energias Renováveis é o instrumento de incentivo à exploração das fontes renováveis de energia, cujos recursos existem no território espanhol. De um modo geral é promovido o desenvolvimento da energia hídrica, eólica, solar e biocombustíveis, enquanto se fomentam as atividades de I&D na exploração da energia das ondas e a experimentação das suas tecnologias. Existem exemplos de aplicação dos biocombustíveis na pequena e média geração de eletricidade, incluindo a cogeração, mas o seu principal destino são os transportes rodoviários, não obstante os obstáculos verificados na sua inserção, os quais são frequentemente denunciadas pela CE. Preconiza-se a reabilitação de mini-centrais hidroelétricas degradadas, enquanto vão surgindo as centrais fotovoltaicas e termoelétricas solares, com potência instalada de dimensão substancial (na escala das dezenas de Mw). De qualquer modo, o fundamental do incentivo à produção de energia, por meio das fontes renováveis e no âmbito da Mitigação, prende-se com o

⁸⁵Ou mesmo na combinação de gás natural com os biocombustíveis.

impulso à expansão da energia eólica, em terra, existindo também uma medida para o desenvolvimento da sua equivalente em offshore⁸⁶.

As empresas espanholas do sector eletroprodutor terão, certamente, os seus próprios planos para desenvolver a exploração das energias renováveis, independentemente das medidas constantes na EEMCEL. O propósito de evitar os custos de aquisição de licenças de direitos de emissões de CO₂ e de obter receitas através da venda de certificados de redução das emissões, pode estar a contribuir para que as empresas do setor eletroprodutor estejam a investir nas energias renováveis, também por motivos de redução das emissões, hipótese que comprova a eficácia do mercado do carbono. Através deste segmento de mercado, são obtidas as fontes de financiamento aos projetos de Mitigação. A opção privilegiada pela energia eólica justifica-se por o seu custo ser relativamente mais baixo, comparativamente com outras fontes renováveis, facto que explica um maior progresso relativo, verificado nos últimos dois decénios. Por exemplo, a emergência da energia solar tem sido mais lenta, não sendo a isso alheio o facto dos custos associados serem muito dispendiosos. O Anexo D descreve o conjunto de planos e de medidas para a mitigação.

V.3. Medidas da EEMCEL para o consumo de energia nos setores difusos

As medidas associadas à poupança e eficiência energética no consumo são destinadas aos setores difusos, entendendo como tal todas as atividades económicas e sociais não cobertas pelo regime do CELE. Inclui os setores dos transportes, edifícios residenciais, comércio e logística, as instituições públicas e o setor terciário. O conjunto de medidas com aplicação no setor dos transportes está articulado com o Plano Estratégico Integrado para os Transportes (PEIT) e considera o planeamento e o ordenamento do território como meios necessários à otimização do funcionamento dos transportes e da mobilidade. No seu contexto pretende-se promover a intermodalidade entre os diferentes modos de transportes públicos (e destes com o transporte individual), com destaque para as regiões urbanas e metropolitanas. Em paralelo, preconiza-se o reforço da conectividade das áreas onde se localizam as

⁸⁶Designa-se por energia eólica em *offshore*, a que é explorada em espaço marinho, na maior parte dos casos, próximo da linha de costa.

instalações das maiores empresas, dos equipamentos sociais⁸⁷ e respetivos serviços, os parques industriais, áreas comerciais, logísticas, de lazer, entre outras, às redes dos sistemas de transportes públicos. Por sua vez, o PEIT afeta cerca de metade dos seus investimentos previstos, para o desenvolvimento e reabilitação do modo ferroviário e das suas infraestruturas, pretendendo-se que estes constituam a “espinha dorsal” dos sistemas terrestres de transporte e mobilidade, tanto para passageiros como para mercadorias.

O objetivo comum a todas as supracitadas medidas é o de reduzir a utilização do automóvel particular, em proveito dos modos públicos e da mobilidade suave (a pé, de bicicleta, etc.), a partir da qual se favoreça a redução das emissões de GEE. Em articulação com estas medidas decorrem os Planos de Mobilidade Sustentável (com vista a promover o uso dos modos suaves de mobilidade, os transportes públicos e dinamizar a sua intermodalidade), particularmente destinados às regiões metropolitanas e aquelas com maior densidade urbana. Existe uma medida destinada à definição e implantação das autoestradas do mar, ou seja, reforçar o transporte de mercadorias por via marítima, em detrimento do uso dos modos rodoviários e promover a sua intermodalidade com os modos terrestres (sobretudo o ferroviário) e o modo aéreo.

Existe ainda um conjunto de medidas atuantes no sentido de reforçar a eficiência no consumo energético, e da inserção da eletricidade, dos biocombustíveis e do gás natural, como fontes de energia, além do incentivo à microgeração fotovoltaica. Para os edifícios que albergam as estações de transportes públicos é pretendido o incentivo à instalação de painéis solares térmicos e fotovoltaicos, materiais de isolamento térmico e iluminação de baixo consumo, de modo a poupar o consumo e potenciar uma autonomia energética. As medidas europeias para tornar os automóveis mais eficientes no consumo de combustível, a que se adiciona a promoção à mobilidade elétrica e aos automóveis híbridos, além da introdução do gás natural e dos biocombustíveis, também estão presentes.

⁸⁷Educação, saúde, desporto e segurança social.

O PEHR tem internalizadas medidas de poupança energética, designadamente as figuras do Certificado de Eficiência Energética (instituído pelo Real Decreto nº47/2007) e do Código Técnico de Edificação (que vigora por meio do Real Decreto nº 314/2006). Estes regulamentam a obrigatoriedade da incorporação de elementos de eficiência energética e uso de painéis solares térmicos e fotovoltaicos nos novos edifícios, ou nas edificações a reabilitar. Este plano interrelaciona-se com o PAE4 e o PAE4+. Por seu turno, fazem parte de ambos estes planos de ação, medidas destinadas a promover a disseminação da utilização dos painéis solares térmicos, a utilização de equipamentos mais eficientes no consumo de energia (eletrodomésticos, aquecimento e refrigeração, ar condicionado, audiovisuais, computadores e outros equipamentos elétricos e eletrónicos), assim como do uso de iluminação de baixo consumo. Para o sector dos edifícios⁸⁸ é incentivada a microprodução de eletricidade e de calor, através da instalação dos equipamentos solares fotovoltaicos e térmicos. O solar térmico é destinado ao aquecimento de água, em substituição (ou em complemento) do gás e da eletricidade. Por sua vez estabelece-se a obrigatoriedade dos novos edifícios e das edificações sujeitas a reabilitação, serem intervencionadas com materiais que conservem o calor, ou reforcem a climatização interna, de modo a que se possa diminuir o consumo de energia para aquecimento, ou para refrigeração.

V.4. O Plano de Incentivo à Internacionalização da Economia Espanhola nos Sectores Associados às Mudanças Climáticas⁸⁹ (PIIEESAMC)

O PIIEESAMC consiste na promoção à internacionalização das empresas espanholas, por meio da conceção e subsequente implementação de projetos de investimento no estrangeiro, que resultem na redução das emissões de GEE. Tais projectos insérem-se no âmbito dos mecanismos de flexibilidade previstos no Protocolo de Quioto, identificando-se dois propósitos essenciais. O primeiro é o de obter certificados de redução de emissões resultantes da implementação desses projetos no estrangeiro, compensando a diminuição das emissões que não seja possível de realizar no interior do território espanhol. O segundo consiste no incentivo

⁸⁸Edifícios residenciais, comerciais, públicos e de serviços.

⁸⁹A tradução em castelhano de PIIEESAMC é Plan de Incentivo a la Internacionalización de la Economía Española en los Sectores del Cambio Climático (PIIEESCC).

às exportações de bens e de serviços produzidos em Espanha, relacionados com a designada economia das mudanças climáticas.

O conjunto de medidas de Mitigação constantes no PNA e na EEMCEL, não fora considerado suficiente para o cumprimento dos objetivos de Espanha. De modo a contribuir para a redução do défice de cumprimento, que chegou a ser estimado em 7 MtCO₂^{eq}, para 2012, foi criado este instrumento. Três grupos de países foram considerados nas estratégias geoeconómicas de Espanha, no domínio da economia das alterações climáticas. O primeiro grupo é composto pelos países da OCDE (incluindo os da UE-15) e o interesse centra-se no desenvolvimento de projetos de cooperação internacional, nos domínios da ID&IT, com destaque para a conceção experimentação de tecnologias associadas ao solar termoelétrico, energia das ondas, a eólica marinha, os biocombustíveis de 2ª geração, entre outras. É considerada a inovação tecnológica nas tecnologias maduras, tais como o solar fotovoltaico (sobretudo para o tornar mais barato), a eólica em terra e dos biocombustíveis de origem vegetal. A Espanha pretende adquirir conhecimento sobre as tecnologias associadas à eficiência energética e dinamizar a respetiva indústria⁹⁰, cujo desenvolvimento reconhece ser incipiente. A cooperação ao nível europeu é também importante, nos projetos de investigação sobre os cenários de evolução do clima, dos impactos do aquecimento global e da investigação sobre as medidas mais eficazes para a Adaptação, sem esquecer as tecnologias de captura e armazenamento geológico de carbono.

O segundo agrupamento corresponde aos países em desenvolvimento e potências emergentes, que fazem parte do Anexo II do Protocolo de Quioto. Portanto, são suscetíveis de receber investimentos no âmbito dos MDL. O foco vai para os projetos de produção de energia através de fontes eólica e solar, de plantação de culturas para os biocombustíveis e ainda, nas ações de florestação ou de reflorestação de áreas agrícolas e florestais degradadas. A América Latina é estrategicamente importante, tal como são as grandes potências emergentes, dado o seu elevado potencial para a obtenção de créditos de emissões, destacando-se a China, Índia, Brasil, e o México. A África também é reconhecida, nomeadamente os países do

⁹⁰Por exemplo, as indústrias do fabrico de fornos e caldeiras mais eficientes no consumo de combustível e na otimização do calor.

Magreb. O terceiro conjunto é o dos países da Europa de Leste e ex-repúblicas soviéticas,⁹¹ sendo apreciados como recetores de projetos no âmbito dos mecanismos de implementação conjunta.

A Espanha é um dos principais fabricantes mundiais de equipamentos e componentes para exploração das energias eólica e solar e tem também potencial para fornecer serviços (sobretudo, de natureza técnica) que lhes estão associados. A internacionalização serve para expandir a capacidade exportadora destas indústrias e serviços. O desenvolvimento das atividades de ID&IT é crucial, não só para consolidar estes setores industriais, mas também para exportar serviços avançados em Conhecimento. É propósito declarado o Estado espanhol procurar convencer os Estados que lhe vendam certificados de redução de emissões de GEE, a investir na aplicação de projetos associados ao combate às mudanças climáticas, negociando a participação de empresas espanholas e/ou a importação de produtos e de serviços espanhóis.

No contexto da cooperação internacional a Espanha está integrada em vários projetos e programas, cujos exemplos iremos referir. O Programa Iberoamericano para a Avaliação de Impactos, Vulnerabilidades e de Adaptação às Mudanças Climáticas, da Rede Iberoamericana de Oficinas para as Mudanças Climáticas (entidade criada em 2004). O Programa Azahamar, de cooperação de Espanha com os países da bacia do Mediterrânico e o Programa Transnacional para o Fomento de uma Bioeconomia Baseada no Conhecimento, em cooperação com a Alemanha, França, Holanda e Portugal. Referiremos os projetos FORMA, de Incentivo ao desenvolvimento de projetos nos domínios da florestação e reflorestação, assim como das bioenergias, destinado à América Latina e insere-se nos âmbitos MDL, além do projeto IRENA: Agência Internacional para as Energias Renováveis, em parceria com a Alemanha e a Dinamarca,⁹² que foi constituída em 2009.

⁹¹Durante as negociações para concluir o Protocolo de Quioto, todos os países que fizeram parte do bloco liderado pela ex-URSS, eram conhecidos com o jargão “grupo de países em transição para a economia de mercado”.

⁹²Espanha, Alemanha e Dinamarca encontram-se entre os maiores fabricantes mundiais de equipamentos para as energias renováveis, sendo ainda dos maiores fornecedores de serviços técnicos, dominando o conhecimento científico e tecnológico associado.

V.5. O Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas⁹³ (PNAMC)

O Pnamc entrou em vigor no ano de 2006, antecipando-se em três anos ao seu congénere europeu e em quatro anos, ao português. O seu objetivo é o de envolver a sociedade espanhola na seleção e implementação, a médio e longo prazo, de um conjunto de medidas destinadas à Adaptação aos impactos do aquecimento global. Os efeitos das mudanças climáticas têm vindo a surgir, de forma gradual, sendo de prever que se irãotornando cada vez mais vigorosos, sobretudo nos territórios áridos e semi-áridos que ocupam uma muito considerável dimensão territorial e onde habita uma parte maioritária da população residente em Espanha. Os efeitos são e poderão vir a ser progressivamente crescentes, facto que justifica a consideração de prazos mais alongados.

O plano comporta a investigação científica sobre o aquecimento global e os seus impactos no território e na sociedade, bem como as vertentes de monitorização e de avaliação na execução das medidas de Adaptação. Foi precedido pela conclusão de um projeto de investigação, desenrolado em 2003 a 2004 e publicado em 2005, intitulado “Efeitos das mudanças climáticas em Espanha”. No mesmo foram identificados impactos no país, considerando as regiões, setores de atividade e os sistemas ecológicos. Consequentemente, as entidades responsáveis pelas políticas para as alterações climáticas, definiram um conjunto de domínios de atuação, monitorização e avaliação da vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas, bem como das formas possíveis de resposta, por adaptação: Biodiversidade; Recursos hídricos; Florestas; Agricultura; Áreas Costeiras; Caça e Pesca continental; Áreas de montanha; Solos; Pesca e Ecossistemas marinhos; Transportes; Saúde humana; Indústria e Energia; Turismo; Finanças e Seguros; Urbanismo e Construção.

Façamos de seguida, o nosso foco sobre a energia. De acordo com estudos realizados sobre os recursos hídricos e que estão integrados no texto do PNA (2006), está prevista uma subida da temperatura média de 1°C, em simultâneo com uma diminuição estimada em 5% da precipitação, até 2030. Isto fará com que se acentue a perda de água por evaporação e evapotranspiração, a par com um acréscimo da

⁹³PNAMC é a tradução do castelhano Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).

procura de água, por parte das sociedades e dos ecossistemas. Prevê-se uma perda de 5% a 14% da disponibilidade hídrica, até 2030, podendo chegar a 50% nas regiões áridas e semi-áridas, designadamente no litoral mediterrânico e nas regiões interiores de baixa altitude, associadas aos climas de estepe e temperado com verão quente e seco. A perda de disponibilidade hídrica é estimada entre 20% a 22%, até 2100. No futuro, os regimes hidrológicos serão ainda mais irregulares do que o são na atualidade, sobretudo nas regiões do litoral mediterrânico, onde se concentra quase metade da população residente. Tais impactos derivados da diminuição dos recursos hídricos traduzir-se-ão numa menor capacidade das centrais hidroelétricas em produzir eletricidade, restringido o seu maior potencial aos anos hidrológicos mais húmidos. Nos últimos decénios, os anos secos têm sido mais frequentes que os húmidos.

A subida da temperatura, em paralelo com a diminuição da precipitação, são suscetíveis de incrementar os riscos de degradação dos ecossistemas e povoamentos florestais, potenciando também a maior probabilidade de ocorrência e intensidade dos incêndios nas florestas (Salomon, 2005: 77-92). Adicionalmente, uma maior irregularidade anual e interanual da precipitação, tende a favorecer a erosão dos solos, com o conseqüente risco de desertificação, o qual já é uma realidade nas regiões áridas e semi-áridas. Os bosques e todos os cobertos florestais são fundamentais, não só para a remoção de CO₂ atmosférico, mas também para favorecer a infiltração de água no solo e no subsolo (que irá alimentar os aquíferos), o que por si só constitui um factor crucial para a preservação dos recursos hídricos e dos solos. Ou seja, menos vegetação implica menos disponibilidade de matéria-prima para a produção de biocombustíveis.

A diminuição da precipitação poderá associar-se à redução da nebulosidade, o que favorece o aumento da insolação, criando condições mais propícias à exploração da energia solar. Uma consequência da mudança climática a caminho para um ambiente mais quente e seco, propiciará um acréscimo da procura de eletricidade, tanto para alimentar os sistemas de refrigeração das centrais termoelétricas, como também para os sectores doméstico e de serviços. Num paradigma energético ainda dominado pelos combustíveis fósseis, incluindo a produção de eletricidade e de calor,

tal pressão, pelo lado da procura, sobre a oferta implica um acréscimo das emissões de GEE.

No PNAMC estão definidas um conjunto de medidas para aplicação ao longo de um horizonte temporal de 100 anos. As que se relacionam com a energia têm o seu horizonte projetado para 50 anos. A primeira corresponde ao emprego de cartografia e de SIG para a identificação das potencialidades (e também das ameaças) climáticas do território espanhol para a exploração das fontes renováveis de energia, considerando os diversos cenários de evolução do clima. A segunda prende-se com a avaliação da resposta dos sistemas hidrológicos ao aquecimento global, durante o século XXI, tendo em conta os cenários de evolução climática e as necessidades da indústria de produção de energia. A terceira medida consiste na investigação científica e tecnológica orientada para a eventual utilização do ar como refrigerador. Finalmente, o PNAMC preconiza a realização de processos de avaliação da procura de energia em Espanha, que ao nível regional, quer por parte dos setores de atividade económica.

VI. Avaliação das emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia, Espanha e Portugal

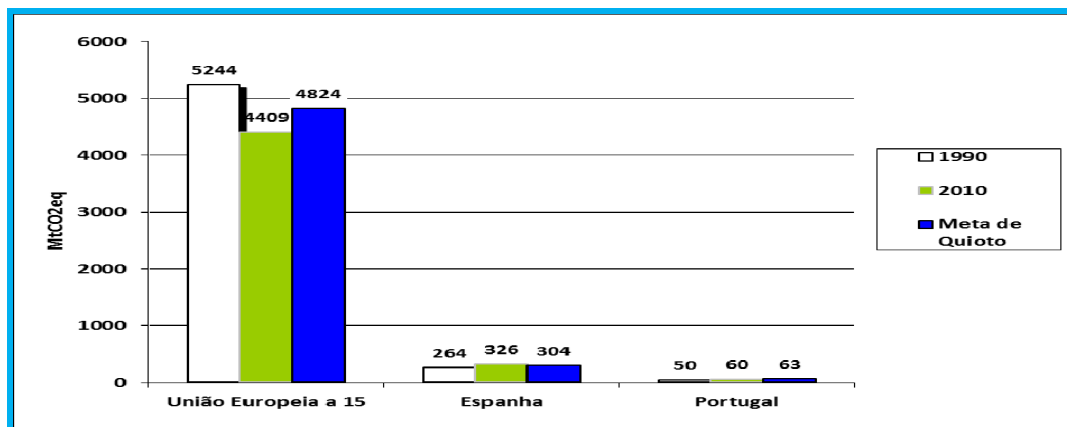
Em 1990 - ano base do Protocolo de Quioto - a União Europeia a 15 Estados lançou para a atmosfera 5244 MtCO₂^{eq} de GEE. A quantidade emitida por Espanha foi de 264 MtCO₂^{eq} e a de Portugal, de 50 MtCO₂^{eq}. Tal como já foi mencionado nos capítulos anteriores, os compromissos assumidos nos termos do protocolo são os de reduzir 8% das emissões de GEE, de 1990, até 2012, para a Europa Comunitária. O limite atribuído a Espanha equivale ao crescimento das emissões a 15%, ao passo que para Portugal é de 27%. Respetivamente, isto corresponde a 4824 MtCO₂^{eq}, 304 MtCO₂^{eq} e 63 MtCO₂^{eq}. Em 2010, a quantidade de GEE lançados pela UE-15 foi de 4409 MtCO₂^{eq}, a Espanha emitiu 326 MtCO₂^{eq} e Portugal enviou 60 MtCO₂^{eq} (figura 14).

Em 2010, as emissões totais da Europa a 15 foram de 4409 MtCO₂^{eq} (figura 14), o que corresponde a uma redução próxima de 16%, relativamente a 1990. Este valor das emissões de GEE encontra-se em pouco menos de 8% abaixo do limite estipulado no Protocolo de Quioto (figura 15). A União Europeia não só cumpriu os seus compromissos internacionais, como também está em condições de converter estes 7,9% de emissões que foram evitadas em certificados de redução de emissões, podendo colocá-los nos mercados internacionais de carbono.

A quantidade das emissões totais de Espanha, em 2010, superou em 23,8% as que foram enviadas para a atmosfera, em 1990, correspondendo a 326 MtCO₂^{eq}. Esta quantidade encontra-se em 8,8% acima do limite de Quioto, colocando a Espanha em situação de incumprimento. Inevitavelmente, terá de comprar licenças de emissões de CO₂. De acordo com dados publicados nas comunicações espanholas ao secretariado da CQNUAC, nos anos de 2008 e 2009, a Espanha já estava em incumprimento, visto que as suas emissões totais foram de 374 MtCO₂^{eq} e 340 MtCO₂^{eq}, respetivamente (unfccc, 2012). As emissões de Portugal, em 2010, foram em cerca de 60 MtCO₂^{eq}, ou seja, 21,2 % acima da quantidade emitida em 1990, o que faz com que seja um país cumpridor. De facto, esta quantidade encontra-se em 5,8% abaixo da meta de Quioto, podendo disponibilizar para venda nos mercados o correspondente às emissões evitadas (figura 15). Em 2008, Portugal emitiu 66.3 MtCO₂^{eq}, estando ainda em incumprimento, mas em 2009 a quantidade das emissões foi praticamente equivalente

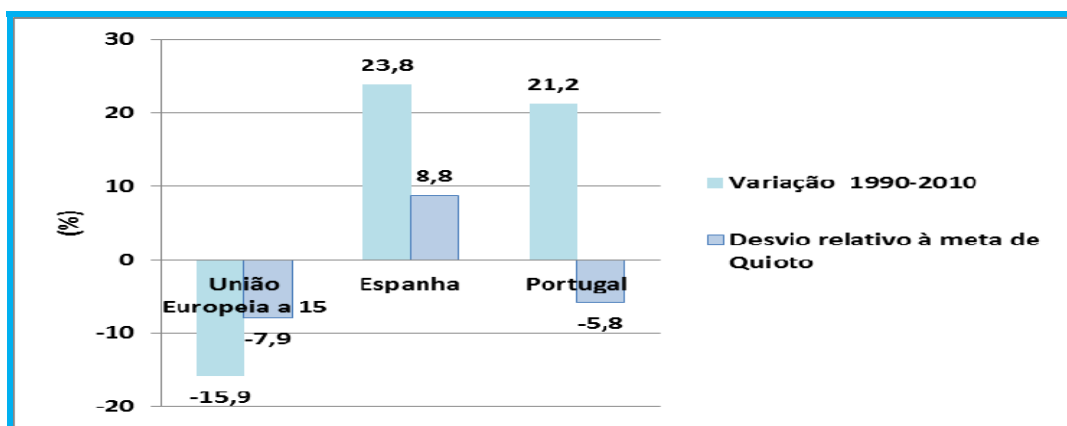
à meta de Quioto: 62.5MtCO₂^{eq} (figura 14). Todos estes valores respeitantes à UE, Espanha e Portugal, têm internalizadas as quantidades de dióxido de carbono removidas da atmosfera pelos sumidouros florestais e agrícolas.⁹⁴

Figura 14: Emissões de GEE na União Europeia-15, Espanha e Portugal, em 1990, 2010 e meta de Quioto



Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

Figura 15: Variação das emissões de GEE, 1990-2010 e desvio realtivo à meta de Quioto.



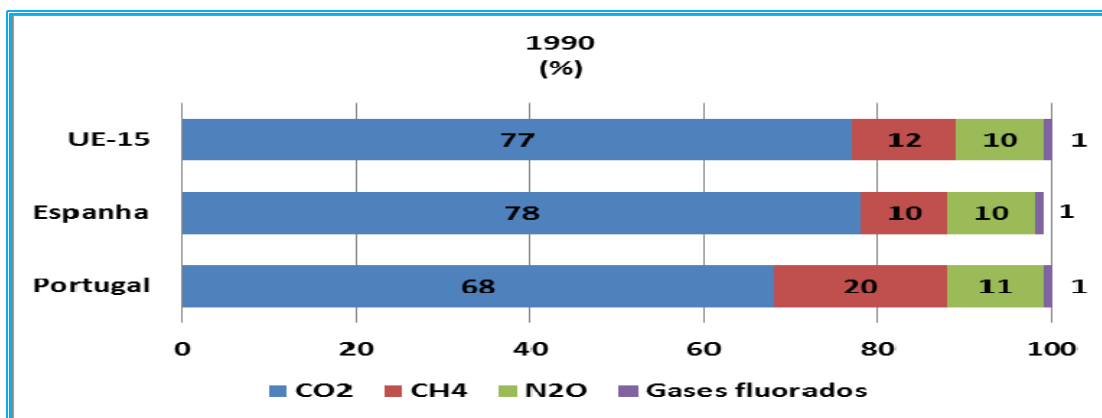
Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

Na União Europeia o peso do dióxido de carbono é hegemónico, tanto em 1990 como em 2010, no conjunto das emissões totais. O contributo do metano e do óxido nitroso sofreu uma ligeira diminuição em 2010, comparativamente a 1990. O peso de cada um de ambos os gases anda à volta de 1/10 das emissões totais. O grupo

⁹⁴Designados nos sistemas de inventários das emissões de GEE como “uso do solo, alteração no uso do solo e florestas”.

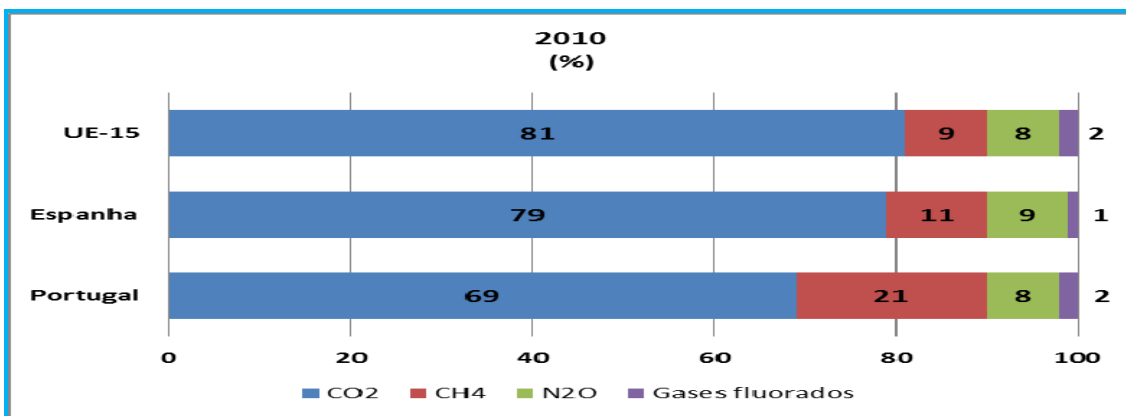
dos gases fluorados evidencia um contributo muito residual situado num intervalo de 1 a 2% (figuras 16 e 17). Tal como na Europa, o peso do dióxido de carbono para as emissões de GEE de Espanha, anda à volta de 4/5 do total emitido. Diminuiu, de modo residual, a percentagem do óxido nitroso. Em Portugal, a “estrutura” das suas emissões por GEE, revela algumas diferenças em relação à Europa, incluindo a Espanha. A parte do total das emissões nacionais constituída por dióxido de carbono têm-se mantido no limiar dos 70%. O contributo das emissões de metano pesam cerca de 20% sobre o total. Já o peso do óxido nitroso e dos gases fluorados está em paridade com a Europa e a Espanha. Este facto revela que as emissões de metano são elevadas. O óxido nitroso também está a perder importância no conjunto das emissões totais.

Figura 16: Percentagem das emissões, por GEE, em 1990.



Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

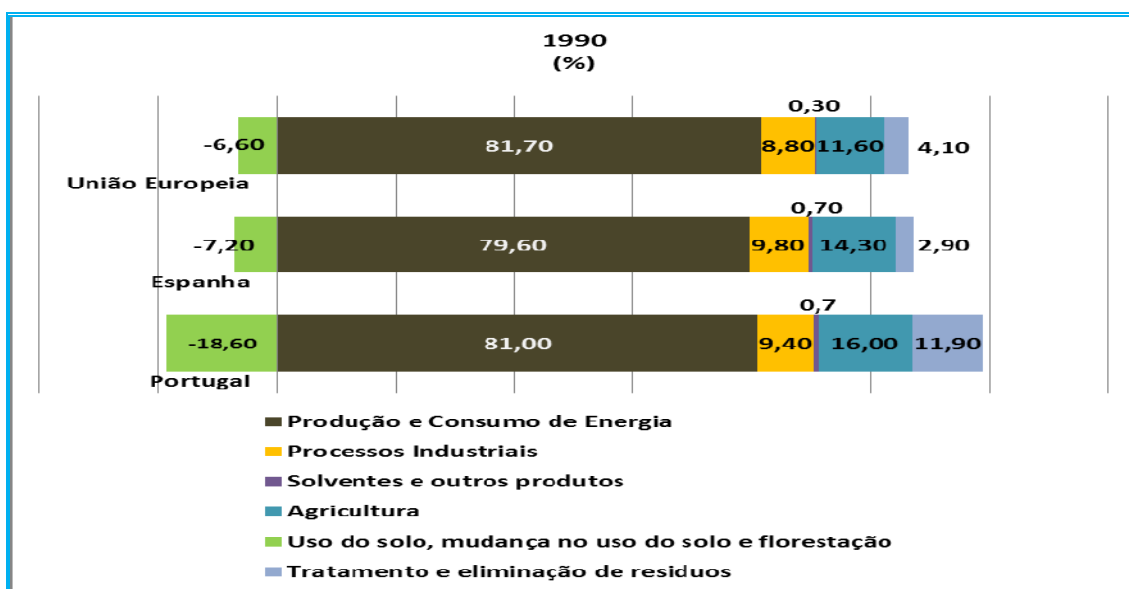
Figura 17: Percentagem das emissões, por GEE, em 2010



Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

De seguida vamos analisar o contributo assumido por cada uma das fontes de origem das emissões de GEE, no conjunto do total, para a União Europeia, a Espanha e Portugal, em 1990. A produção e o consumo de energia tinham um peso situado no intervalo dos 79% a 82% (figura 18). A agricultura contribuía entre 11% a 16% do total das emissões, seguido pelo tratamento e eliminação de resíduos (2,9% a 11,9%), processos industriais (8,8% a 9,8%) e por último, com um contributo muito residual, o uso de solventes e de outros produtos (com menos de 1%). A razão do dióxido de carbono ser o GEE emitido em maior quantidade (como verificamos nos gráficos anteriores), deve-se ao facto de provir sobretudo da produção e consumo de energia e desta ser a maior fonte de origem das emissões, tal como este gráfico evidencia. Constatamos que os contributos da agricultura e dos processos industriais são ligeiramente superiores na região ibérica, face à Europa. O “cluster” do tratamento e eliminação de resíduos tinha um peso desproporcionadamente forte em Portugal. Neste país o contributo dos sumidouros florestais e agrícolas (uso do solo, alteração do uso do solo e florestação) também se destacava, de forma clara.

Figura 18: Proporção das emissões de GEE, por fonte de origem, na Europa, Espanha e Portugal

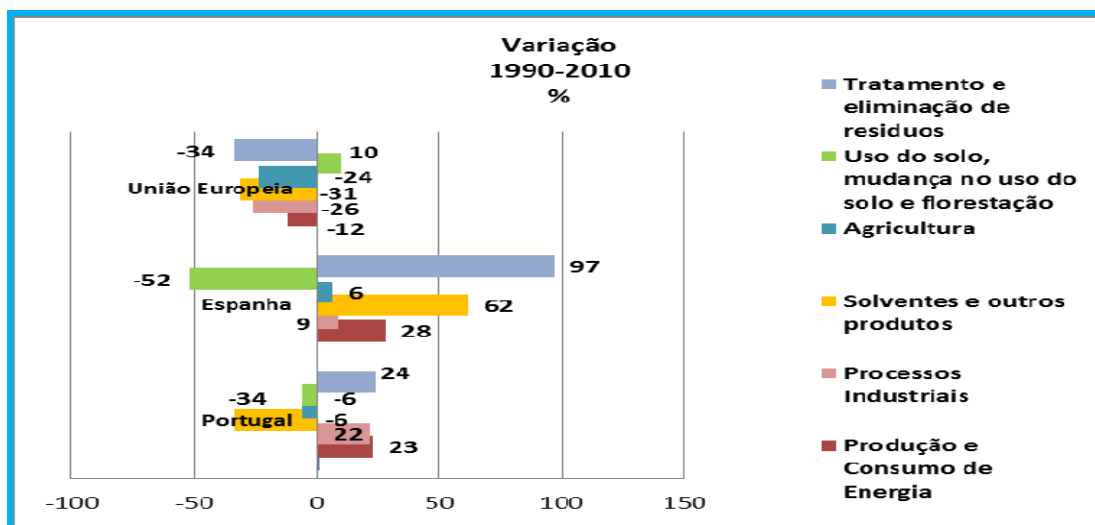


Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

Durante o período 1990-2010 deparamos com uma diminuição das emissões na União Europeia, em todas as categorias de fontes (exceto no uso do solo), sobretudo nos resíduos, no uso de solventes e outros produtos, assim como na

agricultura. Um facto a assinalar é o da diminuição da capacidade de absorção de CO₂ no uso do solo. Em Espanha, o aumento das emissões ocorreu em todas as fontes, sobretudo no tratamento de resíduos, no uso de solventes e nos processos de produção e consumo de energia. Em Portugal o acréscimo foi verificado no “cluster” dos resíduos, na produção e consumo de energia e nos processos industriais. Contudo, baixaram as emissões provenientes da agricultura e do uso de solventes (e outros produtos) e diminuíram relativamente ao uso do solo, em Espanha e em Portugal. De seguida procederemos a uma análise mais detalhada sobre a variação das emissões de GEE, na região ibérica, segmentando o período em análise por quinquênios. A categoria de fonte de produção e consumo de energia será desagregada por sectores de atividade económica e social. Vejamos a figura 19, que ilustra a variação percentual das emissões de GEE, por fonte de origem.

Figura 19: Variação das emissões, por categoria de fonte de emissão: 1990-2010



Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items

Em Portugal a variação das emissões totais de GEE, no período 1990-2005, revela um crescimento que foi elevado e de certa forma regular. A segunda metade da década de 2000 representou uma inversão da tendência decorrente ao longo dos 15 anos precedentes, visto ter-se assistido a uma diminuição, em cerca de ¼ do total das emissões nacionais (Quadro 8). Podemos concluir que a diminuição das emissões de GEE ocorridas entre 1990 a 2010, tiveram efetivamente lugar, após o ano de 2005.

Ao longo da década de 1990, assistimos a um crescimento significativo das emissões originadas na produção e consumo de energia, o qual abrandou durante a primeira metade da década de 2000, para depois “mergulhar” numa diminuição substancial. A agricultura e o uso de solventes corresponderam às fontes onde se verificou uma tendência para a redução das emissões de GEE, desde o início dos anos 1990. Por sua vez, as emissões provenientes dos processos industriais demonstraram um crescimento que também foi significativo, desde 1990 até 2005, acompanhando de seguida a tendência generalizada para a diminuição das emissões, na segunda metade dos anos 2000. As atividades de tratamento e eliminação de resíduos têm evidenciado uma tendência para o crescimento elevado das suas emissões, encontrando-se neste facto a possível causa das elevadas emissões de metano a que nos referimos atrás. Até 2005, foram elevadas as respetivas taxas de crescimento, sendo que após esse ano assistimos a uma diminuição, ainda que tenha sido moderada(-1.8%).

Quadro 8 : Variação das emissões de GEE, em Portugal, segundo categoria de fonte de origem de emissão e por quinquénio, entre 1990 a 2009

Quinquénios Categorias de fonte de emissões	Varição	Varição	Varição	Varição
	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2009
Total emissões brutas(%)	17,1	15,4	17,90	-24,1
1. Produção & Consumo de energia	19,7	21,4	6,4	-15
2. Processos Industriais	10,3	17,7	10,9	-23,2
3. Uso de solventes e outros produtos	-5	-3,8	6,7	-11,8
4. Agricultura	-0,1	8,1	-8,4	-1,9
5. Uso da terra, mudança no uso da terra e floresta	-16	-25,4	-54,2	-126,8
6. Tratamento eliminação de resíduos	17,9	-3,4	15	-1,8

Fonte:http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

No período compreendido entre 1990 a 2009, constatamos que o crescimento das emissões de GEE provenientes dos setores difusos foi superior ao das atividades industriais. Por sua vez, entre 1990 a 2005, o aumento das emissões provenientes dos transportes e dos outros setores, também foi superior àquele que decorreu no setor secundário, situação que teve continuidade durante o período 2005-2009. Neste quinquénio foi observada uma diminuição substancial das emissões provenientes das indústrias, contrastando com o recuo moderado verificado nos setores difusos (Quadro 9).

O crescimento das emissões de GEE originadas pelas atividades de produção de energia, foi consideravelmente elevado e mais ou menos regular, visto terem-se observado variações quinquenais diminuídas. Contudo, após o ano de 2005, o decréscimo foi acentuado, o que em grande parte contribuiu para a diminuição generalizada das emissões provenientes da categoria produção e consumo de energia. Sem dúvida que a forte descida das emissões de GEE nas indústrias de geração de eletricidade e de calor influenciaram o comportamento de todo o setor energético. Quanto às indústrias transformadoras e de construção, o crescimento das respetivas ocorreu durante a década de 1990, tendo assistido a uma diminuição, ao longo dos anos 2000. Um pormenor a assinalar diz respeito às indústrias químicas⁹⁵, cujo momento de emissões das emissões mais elevadas (28,2%) ocorreu durante a segunda metade dos anos 90 do século XX.

Quadro 9 : Variação das emissões de GEE, em Portugal, segundo a produção e o consumo de energia, por sector de atividade económica e por quinquénio, entre 1990 a 2009

Quinquénios Setores de atividade económica	Variação	Variação	Variação	Variação
	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2009
Total emissões brutas	17,1	15,4	17,90	-24,1
1. Produção & Consumo de energia	19,7	21,4	6,4	-15
1. A. Combustão	20,5	21,5	6,31	-16
A.1. Industrias de produção de energia	21,1	8,4	19	-21,4
A1a. Produção de eletricidade e de calor	20,5	10,5	20	-22,6
A.2. Industrias transformadoras e Construção	11	17,6	-12,5	-19,6
A.2c. Industrias químicas	9	28,2	-20,9	-25,4
A.3. Transportes	31,7	44	2,6	-3,8
A.3b. Transportes rodoviários	34	46,5	2,8	-3,5
A.4 Outros Sectores (edifícios residenciais, comerciais, serviços e institucionais)	13,6	20,8	11,8	-25,7
A.4b. Setor residencial	-32,4	98,3	55,7	-46,1
1.B. Emissões fugitivas de combustíveis	122,9	15,7	10,9	61,2

Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

⁹⁵As indústrias químicas são das actividades industriais que mais GEE emitem, tanto na União Europeia, como na Península Ibérica, como iremos demonstrar, já de seguida.

É evidente o crescimento elevado das emissões de GEE originadas pelo setor dos transportes, com destaque para os transportes rodoviários, cuja influência sobre todo o setor é forte. A década de 1990 correspondeu ao período de maior crescimento, tendo o mesmo abrandado a partir da primeira metade da década de 2000 (Quadro 09). Pese embora o facto de os transportes terem acompanhado as outras atividades económicas e sociais, na tendência de queda das emissões, ao longo da segunda metade dos anos 2000, essa diminuição foi, tadavia, mais moderada. **De facto, o setor dos transportes e particularmente o modo rodoviário demonstram um elevado potencial de produção de GEE, em Portugal.** Os outros setores, em geral e o setor residencial, em particular, têm vindo a emergir enquanto contribuintes das emissões de GEE originadas nos processos de consumo de energia. Assistiu-se a um período de crescimento elevado, que também ultrapassou aquele que foi observado nos setores industriais, durante o decénio 1995-2005. Não obstante, assistimos a uma redução significativa, depois de 2005. Concluimos que, por ordem decrescente de importância, que as atividades cujas emissões mais cresceram foram os transportes rodoviários, o setor residencial e a indústria de produção de eletricidade e de calor.

Em Espanha foi também observado um período de elevado crescimento das emissões de GEE, compreendido entre 1995 a 2005. Após 2005, assistiu-se a uma redução substancial das emissões totais (Quadro 10). Podemos também afirmar que a fonte de origem de GEE produção e consumo de energia desempenhou um papel essencial para a evolução das emissões nacionais. O aumento das emissões originadas pela utilização de energia foi elevado, sobretudo ao longo do decénio 1995-2005, para depois se ter verificado uma considerável diminuição, entre 2005 a 2009.

Os processos industriais deram um contributo significativo para o total das emissões espanholas durante a década de 1990, sobretudo na sua segunda metade. A década de 2000 caracterizou-se pela diminuição das emissões, a qual se acentuou depois de 2005. O crescimento das emissões originadas pelo uso de solventes e outros produtos, foi elevado ao longo da primeira metade dos anos 1990, tendo abrandado nos 10 anos subsequentes. A agricultura tem demonstrado valores modestos no aumento das suas emissões, ao longo dos 20 anos em análise. Finalmente, podemos

considerar que as atividades ligadas ao tratamento e eliminação de resíduos, foram as que mais cresceram nas suas emissões de GEE, em termos relativos.

Quadro 10: Variação das emissões de GEE, em Espanha, segundo categoria de fonte de origem de emissão e por quinquénio, entre 1990 a 2009

Quinquénios	Variação	Variação	Variação	Variação
Categorias de fonte de emissões	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2009
Total emissões brutas(%)	12	20,7	14,9	-16,9
1. Produção & Consumo de energia	13,9	20,1	19,5	-17,1
2. Processos Industriais	3,3	27	-0,7	-20,4
3. Uso de solventes e outros produtos	29,3	8,2	8,5	-7
4. Agricultura	-2,8	20,3	-7,4	-4,8
5. Uso da terra, mudança no uso da terra e floresta	-0,9	21,1	-5,6	-16,4
6. Tratamento eliminação de resíduos	28,5	24,4	13	17,6

Fonte:http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions

É um facto constatado que o crescimento das emissões de GEE oriundas dos setores difusos superou o das indústrias, considerando o período 1990-2009 (Quadro 11). De um modo geral, a subida das suas emissões foi mais acentuada, entre 1990 e 2005, tornando-se mais moderada no período pós 2005. **Ainda assim, as indústrias de produção de eletricidade e de calor, as siderurgias e outras transformações metálicas, além das indústrias químicas, encontram-se entre os maiores emissores de GEE, em Espanha,** não obstante a considerável diminuição dos GEE emitidos entre 2005 a 2009.

No setor das indústrias de produção de energia, foi substancial o crescimento das respetivas emissões, designadamente ao longo do decénio 1995-2005, para de seguida decair depois de 2005. Naturalmente, também destacamos o setor eletroprodutor, no conjunto das atividades produtoras de energia, dado o seu peso. Contrariamente ao que aconteceu em Portugal, as indústrias siderúrgicas e outras transformações metálicas, detêm um peso considerável enquanto atividades emissoras de GEE. A variação é muito irregular, tendo-se verificado uma diminuição significativa das emissões, na segunda metade dos anos 1990, seguindo-se um crescimento elevado durante a primeira metade da década seguinte, para depois

acompanhar a tendência de diminuição do pós 2005, com uma redução muito pronunciada (-31.9%). De qualquer modo o crescimento das emissões provenientes das indústrias químicas foi superior ao dos supracitados ramos das indústrias transformadoras, tendo mesmo sido das atividades económicas que mais GEE emitiu entre 1990 até 2009. Sem dúvida que o setor químico espanhol detém influência sobre as emissões de toda a indústria transformadora.

Quadro 11 : Variação das emissões de GEE, em Espanha, segundo a produção e o consumo de energia, por sector de atividade económica e por quinquénio, entre 1990 a 2009

Quinquénios	Variação 1990-1995	Variação 1995-2000	Variação 2000-2005	Variação 2005-2009
Setores de atividade económica				
Total emissões brutas	12	20,7	14,9	-16,9
Produção & Consumo de energia	13,9	20,1	19,5	-17,1
Combustão	14,2	20,4	19,9	-17,1
Indústrias de produção de energia	11,5	21,9	19,4	-28,8
Produção de eletricidade e de calor	11,1	25,5	22,7	-31,8
Indústrias transformadoras e Construção	14,4	9,9	23,4	-17,5
Indústrias siderúrgicas e outras transformações metálicas	11	-31,4	28,5	-31,9
Indústrias químicas	43,3	-8,2	28,4	-14,7
Transportes	19,3	28,2	19,1	-5,9
Transportes rodoviários	19,6	27,4	19,5	-6,3
Outros Setores (inclui os edifícios residenciais, comerciais, serviços e institucionais)	11,2	17,9	17,4	-8,1
Setor residencial	8	22,2	18,4	-11,8
1.B. Emissões fugitivas de combustíveis	-0,9	1,1	-4	-14,2

Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/5888.php

No que respeita aos setores difusos, o crescimento das emissões nos transportes foi consideravelmente elevado, destacando-se os transportes rodoviários, pela sua influência neste conjunto, os quais corresponderam à atividade cujas emissões mais subiram, entre 1990 a 2009. A taxa de diminuição das emissões foi modesta. Os outros setores, com destaque para o setor residencial (dada a sua importância no conjunto das emissões dos outros setores) evidenciou também, um crescimento significativo, sobretudo no decénio 1995-2005. De qualquer modo, a diminuição das emissões entre 2005 a 2009, foi significativa. **Em suma, podemos afirmar que as atividades que mais GEE emitiram, no período de 1990 a 2009, foram,**

por ordem decrescente de importância, os transportes rodoviários, as indústrias químicas, o setor residencial e a indústria de produção de eletricidade e de calor.

Na União Europeia podemos afirmar que no ano de 2010 o contributo da produção e do consumo de energia, no conjunto das emissões totais de GEE, foi ligeiramente superior face ao que se observou em 1990 (figura 20). Em contraste, perderam importância todas as outras fontes de origem das emissões (ainda que de forma residual) no seu contributo para o total das emissões europeias. Não obstante terem diminuído as emissões de GEE procedentes da produção e do consumo de energia, ao longo do período 1990-2009, tal redução decorreu de forma moderada, se a compararmos com a queda das emissões verificada nos restantes setores e considerando o peso do sector energético no conjunto das emissões totais (figura 19).

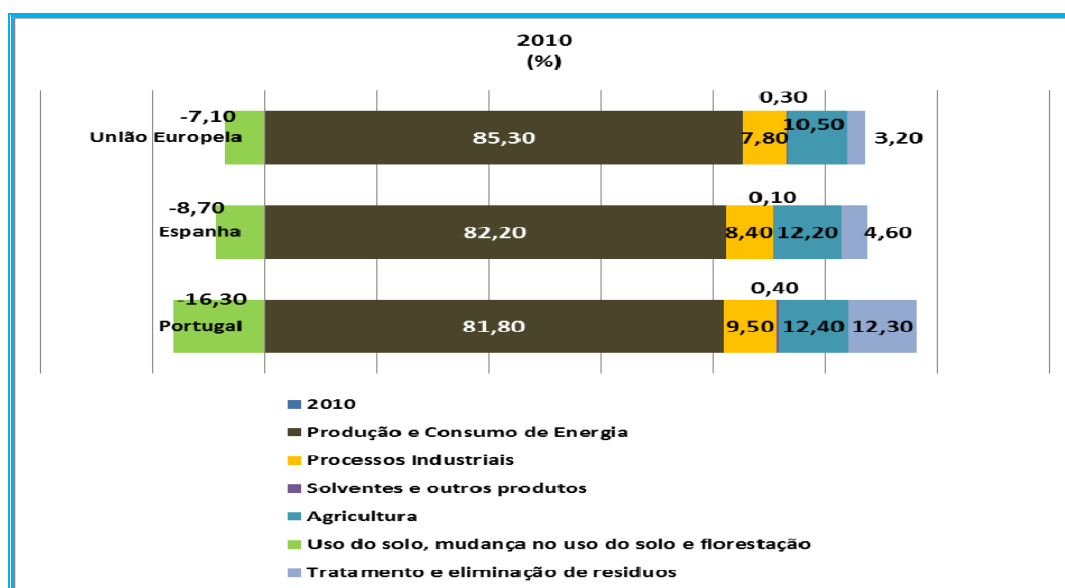
Em Espanha foi verificado um acréscimo do contributo da produção e do consumo de energia, assim como do tratamento e eliminação de resíduos, para as emissões totais, factos que não nos surpreendem dado o elevado crescimento das emissões originadas nestas fontes (figura 20). Em Portugal não se verificaram mudanças substanciais nas emissões de GEE, segundo as fontes de origem. O único elemento a destacar refere-se à diminuição do contributo da agricultura, sendo que em 2010 era a origem de pouco menos de 13% do total das emissões portuguesas, valor consideravelmente abaixo dos 16%, em 1990.

Por último, no que toca à remoção do dióxido de carbono a partir da categoria uso do solo, mudança no uso dos solo e florestação, podemos afirmar o seguinte. Na União Europeia é reduzido o seu contributo para remover o CO₂, tanto em 1990 como em 2010, uma vez que a sua capacidade de remoção anda próxima dos 7% sobre o total das emissões de GEE. O mesmo se pode afirmar para Espanha, pese embora um potencial de remoção relativamente maior. Em Portugal, tem sido significativamente forte a capacidade de absorção do dióxido de carbono a partir do uso dos solo e florestas: -18.6%, em 1990 e -16.3%, em 2010, ou seja, algo situado entre os cerca de 1/6 a 1/5 da potencialidade de remover as emissões nacionais (Figura 20).

Resumidamente, em 2010 **a produção e o consumo de energia constituem a maior fonte de emissões de GEE, na União Europeia e na Península Ibérica, sendo**

hegemónico o seu contributo, o que de certa forma ande próximo do que se observa ao nível global, tal como já referimos na página 22. De seguida vem a agricultura, a qual é, por sua vez, secundada pelos processos industriais e do tratamento e eliminação de resíduos, em Espanha e na Europa. Em Portugal, este setor de atividade relacionado com os resíduos tem sido tão importante como é a agricultura, sendo possível considerar a hipótese de que as elevadas emissões de metano, terem a sua origem nas indústrias e serviços de tratamento e gestão de resíduos. Na verdade, não ocorreram variações muito significativas, no contributo das fontes de origem de GEE para as emissões totais. **Foi mais significativa a ligeira prevalência do setor dos transportes rodoviários para as emissões totais, no seio da produção e do consumo de energia.**

Figura 20: Proporção das emissões de GEE, por fonte de origem, em 2010

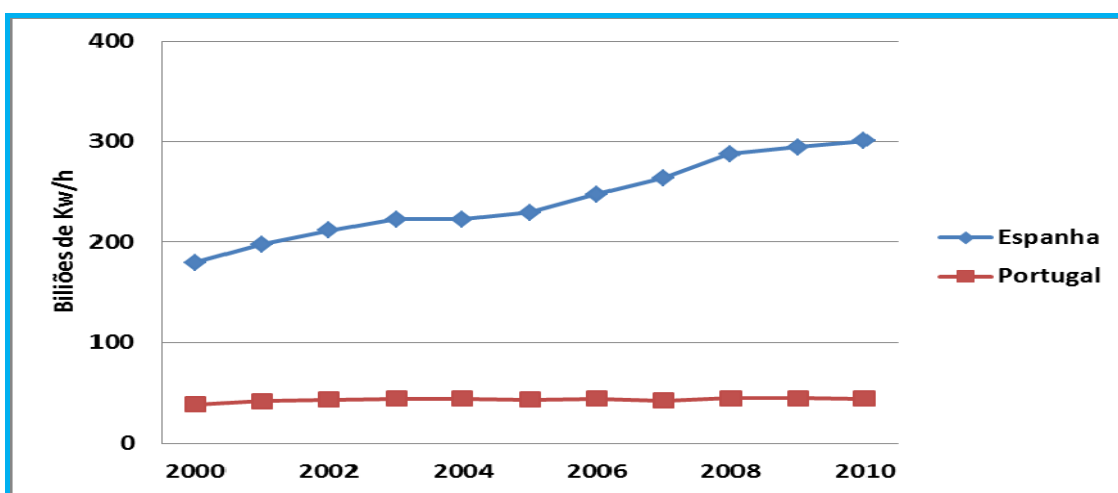


Fonte: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/it
ems

É um facto que a indústria de produção de eletricidade, tanto em Espanha como em Portugal, evidenciou um decréscimo muito acentuado das suas emissões de GEE, durante a segunda metade da década de 2000, destacando-se das restantes atividades económicas e sociais. Por esta razão decidimos inserir e analisar dados respeitantes à produção e ao consumo de eletricidade, tendo não só em consideração a redução das emissões, mas também a recessão internacional que estamos a enfrentar. Em Espanha, a geração de eletricidade quase duplicou entre 2000 a 2010,

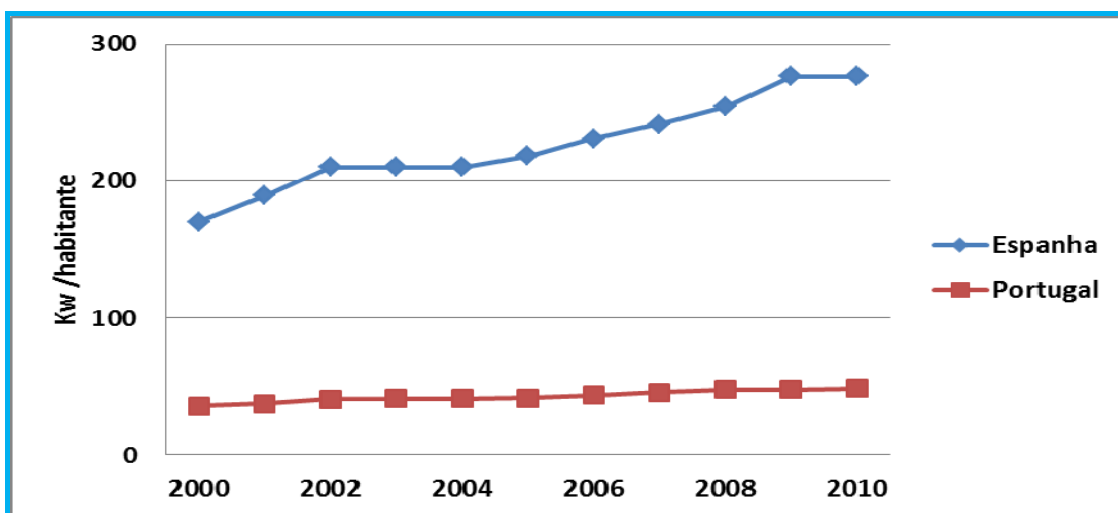
tendo sido identificado um período de maior crescimento desde 2005 a 2008, abrindo a partir de então (figura 21). O consumo de eletricidade também quase duplicou no mesmo período de tempo. A estabilização do consumo tomou lugar no ano de 2009 (Figura 22). Apesar da diminuição das emissões, nesta indústria, não foi verificada nenhuma diminuição da produção de eletricidade. Admitimos a hipótese da grande recessão ser responsável pela estagnação do crescimento da produção e do consumo de energia elétrica. Em Portugal, tanto a produção como o consumo de eletricidade têm estado em estagnação.

Figura 21: Produção de eletricidade em Espanha e em Portugal: 2000 a 2010.



Fonte: <http://www.indexmundi.com/pt/espanha>

Figura 22: Consumo de eletricidade em Espanha e em Portugal: 2000 a 2010.



Fonte: <http://www.indexmundi.com>

Conclusão

As políticas de Espanha e de Portugal, nos domínios da Mitigação – afetantes à produção de energia, indústria transformadora, transportes e edifícios residenciais e de serviços - apresentam alguns aspetos similares e outros que se diferenciam. As medidas subsequentes são semelhantes, diferenciando-se mais na forma como são organizadas e menos no conteúdo. Ambos os instrumentos de Adaptação às alterações climáticas aproximam-se da tipologia de planeamento setorial e as conclusões a respeito dos efeitos do aquecimento global, são praticamente similares.⁹⁶ O elemento que mais claramente diferencia a Espanha relativamente a Portugal, diz respeito à existência do PIIIESAMC.⁹⁷ Portugal não tem nenhum instrumento equiparável nem condições para o possuir. Ao nível global a Espanha tem uma das melhores indústrias de fabrico de componentes e de equipamentos para a exploração de energia solar e eólica, cujas empresas estão dotadas de uma dimensão, que lhes permite a internacionalização (OEMC, 2009). A correspondente indústria portuguesa só começou a emergir a partir da década de 2000 (Proença, 2007). Está implícita uma relativamente maior incorporação do planeamento e do ordenamento do território nas políticas de Espanha. Em Portugal alguns dos instrumentos políticos assumem uma forma um pouco mais programática,⁹⁸ tal como na Europa. Uma avaliação ex-post poderia averiguar se o desenho das políticas foi o mais adequado, para cada um de ambos os países.

As emissões de GEE cresceram substancialmente entre 1990 até 2005, na Região Ibérica, devido essencialmente à conjugação dos factores: cabaz energético dominado pelos combustíveis fósseis e reduzida eficiência energética. Por outras palavras, estamos ainda **longe do “paradigma da sociedade de baixo carbono”**. Foi nos chamados setores difusos (transportes, edifícios do comércio, serviços e setor

⁹⁶Planeamento setorial tal como ele é entendido em Portugal, nos termos da Lei de Bases da Política de Ordenamento Territorial e Urbanismo.

⁹⁷PIIESAMC: Plano de Incentivo à Internacionalização da Economia Espanhola nos Setores Associados às Mudanças Climáticas.

⁹⁸Paradigmático desta afirmação é a diferença entre a Estratégia Espanhola para as Mudanças Climáticas e Energia Limpa (EEMCEL) e o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). A EEMCEL tem uma estrutura aparentada com a de um plano sectorial, enquanto o português PNAC se trata de um programa que se limita a definir medidas e descreve as respectivas metas e objetivos, aparentemente sem assumir uma estratégia.

residencial) que se tem verificado um maior crescimento do consumo de energia final, com o subsequente acréscimo das emissões de GEE. Esta situação pode ser explicada, em parte, pelos processos de desindustrialização e de terciarização das economias ibéricas, bem como da aplicação relativamente bem-sucedida (sobretudo sobre as indústrias eletroprodutoras) das medidas de Mitigação e da resposta das empresas industriais aos efeitos induzidos pelo mercado de carbono. A segunda metade dos anos 2000 marca a **inversão desta tendência de crescimento elevado das emissões de GEE, porque efetivamente, assistimos à queda das emissões totais de GEE**. Estas estabilizaram nos anos de 2006 e 2007, tendo passado a regredir a partir de 2008 (unfccc, 2012). Isto sucedeu na Europa Comunitária e na Região Ibérica. Um conjunto de factores, que apresentaremos a seguir, tem vindo a impulsionar o decréscimo das emissões de GEE, desde 2005.

A principal causa deve-se à atual grande recessão mundial, surgida nos finais do ano de 2007, num quadro em que o paradigma energético contemporâneo é ainda dominado pelos combustíveis fósseis, tanto na produção como no consumo de energia. As reservas europeias de petróleo e de gás natural são insuficientes para as necessidades internas, o que determina uma dependência da Europa face ao exterior. Uma economia em recessão arrasta a redução do consumo de energia e como esta é maioritariamente assente nos combustíveis fósseis, as emissões de GEE provenientes dos processos de produção e consumo de energia, inevitavelmente têm que diminuir. Tal facto é uma característica inata deste modelo energético dominado pela combustão de hidrocarbonetos.

Quando a presente grande recessão for ultrapassada já não será muito provável que as emissões de GEE voltem a crescer ao ritmo ocorrido até finais dos anos 1990, na Europa. Porquê? Porque um conjunto de medidas de Mitigação têm vindo a ser implementadas, *de facto*, desde os finais da década de 1990, no território da Comunidade Europeia (assunto referido no capítulo 4), as quais também foram aplicadas em Espanha e em Portugal. Contudo, na Ibéria essa probabilidade poderá ser um pouco maior, sobretudo a partir dos setores difusos. De qualquer modo **a estabilização das emissões de GEE dependerá sempre da prossecução e do aprofundamento da aplicação das medidas de Mitigação**.

Efetivamente existem outros factores que também estão a influenciar o comportamento das emissões de GEE no sentido do seu decréscimo. Num cenário de ausência da grande recessão, seria provável que se tivesse assistido a um progressivo abrandamento do aumento dos GEE emitidos na Europa. Um destes factores corresponde ao conjunto de políticas e medidas de Mitigação das emissões, que têm vindo a ser implementadas por toda a Europa Comunitária, através do recurso a instrumentos de planeamento setorial no domínio da energia, cujos efeitos têm vindo a ser cada vez mais evidentes. Mudar o paradigma energético, independentemente da mudança ser espontânea ou planeada, é sempre um processo de transição necessariamente demorado e que implica mutações de paradigma tecnológico, quando não alterações nos padrões de organização social e territorial. **Constatamos que atualmente o setor dos transportes é já o maior emissor de GEE, em Espanha e em Portugal, tal como na União Europeia, tendo suplantado a indústria de produção de eletricidade.** O setor residencial, o comércio e os serviços têm vindo ganhar peso no seu contributo para as emissões totais, em contraste com a **indústria, cujas emissões estão a baixar.** Por outro lado, os transportes e sobretudo o respetivo modo rodoviário têm sido dos maiores contribuintes para a dependência energética do petróleo. O facto da União Europeia, Portugal⁹⁹ e Espanha disporem de escassas reservas naturais de petróleo e de gás natural, tal realidade implica uma considerável dependência externa face aos países que controlam a grande “fatia” mundial destes recursos energéticos.

Naturalmente que é mais **fácil agir num setor como o electroprodutor, onde o número de atores é reduzido.** Os investimentos são dispendiosos, mas as empresas de produção de eletricidade, grosso modo, são intensivas em capital e por conseguinte dispõem de meios financeiros para investir. Quando abordamos os **setores difusos, estamos perante uma atomização de atores.** São milhões de indivíduos e de famílias, diferentes modos de estar na vida e níveis de rendimento dispares, além de objetivos e decisões individuais, que podem não passar pela preocupação em poupar energia. Os novos utensílios mais eficientes precisam de mais tempo para entrarem na

⁹⁹Portugal não explora petróleo nem gás natural, no seu território e espaço marítimo. Contudo, está comprovado a existência das suas reservas.

esmagadora maioria dos consumidores, sobretudo os bens de longa duração. O mesmo raciocínio pode ser igualmente aplicado no setor dos edifícios.

A partir dos anos 90 do século XX, a União Europeia deu início a uma orientação política destinada a reestruturar o seu cabaz energético, cujo objetivo foi o de reduzir a sua dependência energética do exterior e do petróleo. Foram elaborados e implementados planos e programas com medidas para substituir o petróleo por gás natural, enquanto combustível doméstico e industrial. Em simultâneo, foi impulsionada a exploração das fontes de energias renováveis, tendo sido dada a ênfase sobre a produção de eletricidade, por meio da energia eólica. Neste contexto de impulso à exploração destas formas de energia, foi também incentivada a produção de biocombustíveis, cuja utilização seria essencialmente destinada aos transportes rodoviários e às pequenas centrais termoelétricas (incluindo nalgumas destas os processos de cogeração¹⁰⁰). Tem sido progressivamente valorizada a dimensão ambiental no modo como a energia é quotidianamente produzida e utilizada. Existe ainda um claro propósito de usar a energia de uma forma cada vez mais eficiente, através da implantação, cada vez maior, de tecnologias de eficiência energética.

O conjunto de medidas de Mitigação das emissões de GEE reservadas à produção e o consumo de energia corresponderam, *de facto*, ao prolongamento das medidas de política energética da Europa, adotadas na década de 1990 e que na maioria dos casos, tiveram o respetivo horizonte de concretização no ano de 2010 (CE, 1997). Deste modo podemos afirmar que o **verdadeiro início das ações de Mitigação, enquadradas na produção e no consumo de energia, ocorreu aproximadamente, nos finais da década de 1990**. A entrada em vigor do PNAC¹⁰¹ e da EEMCEL¹⁰², por volta de 2004/2005, no contexto do PEAC,¹⁰³ vieram dar continuidade e aprofundamento ao processo que já então se encontrara em curso.

¹⁰⁰Cogeração consiste na produção simultânea de eletricidade e de calor. A energia térmica produzida, em vez de ser libertada é “direcionada” para locais onde se localizam atividades que recorrem ao calor nos seus processos produtivos. São os exemplos das indústrias químicas, cerâmicas, vidro, entre outras.

¹⁰¹PNAC: Plano Nacional para as Alterações Climáticas.

¹⁰³PEAC: Programa Europeu para as Alterações Climáticas.

Na indústria da produção de eletricidade e de calor, as grandes centrais termoelétricas a derivados de petróleo foram sendo encerradas (ou remodeladas), dando lugar a novas centrais termoelétricas de Ciclo Combinado a Gás Natural (CCGN). Esta tecnologia é muito eficiente no consumo de energia primária, o que se traduz num substancial decréscimo das emissões de GEE, comparativamente com as antigas centrais. De acordo com a Secretaria de Estado para a Energia (SEE, 2012), a Espanha começou a substituir as suas antigas centrais a fuelóleo (ou a gasóleo) por novas centrais de Ciclo Combinado a Gás Natural (CCGN), a partir da segunda metade dos anos 1990. Portugal abriu a sua primeira central de CCGN, no ano 2000, na Tapada do Outeiro, Gondomar (DGEG,¹⁰⁴ 2012). A cogeração a gás natural tem substituído, de forma gradual, tecnologias obsoletas na indústria transformadora,¹⁰⁵ sobretudo nos setores onde a energia térmica é indispensável aos correspondentes processos produtivos. Segundo o PNALE¹⁰⁶ 2008-2012, as indústrias cimenteiras, pasta de papel e papel e as químicas (setores cobertos pelo CELE¹⁰⁷) diminuíram as suas emissões de GEE, porque têm vindo a usar a energia de modo mais eficiente, inclusive no recurso à cogeração.

Os primeiros parques eólicos vão começando a surgir ao longo da década de 1990, em ambos os países da Península Ibérica. Contudo, o crescimento exponencial da Potência Instalada (PI) decorreu durante a década de 2000. Atualmente, **a energia eólica passou a ser uma das mais importantes fontes de produção de eletricidade, tanto em Espanha, como em Portugal**, assumindo um contributo aproximado a 20% do total de potência instalada (DGEG, 2012; SEE, 2012). A inserção dos biocombustíveis nos transportes rodoviários tomou lugar já nos anos 2000, em paralelo com a sua utilização em pequenas centrais termoelétricas e na indústria transformadora.

A indústria ibérica de geração de eletricidade está em pleno processo de reestruturação dos seus sistemas de produção, refletindo-se isso no reforço das

¹⁰⁴ DGEG: Direção Geral de Energia e Geologia.

¹⁰⁵ A indústria de produção de energia também recorre à cogeração. As operadoras elétricas fornecem calor a outras atividades. Por exemplo, as indústrias petroquímicas produzem calor, através da cogeração, para os seus próprios consumos, enquanto fornecem eletricidade à rede.

¹⁰⁶ PNALE: Plano Nacional de Alocação de Licenças de Emissões.

¹⁰⁷ CELE: Comércio Europeu de Licenças de Emissões de CO₂.

energias renováveis e no acréscimo da eficiência energética nos processos de geração termoelétrica. Os dados publicamente disponibilizados no CumprirQuioto alegam a concretização integral das medidas destinadas ao setor electroprodutor, dentro do horizonte de cumprimento.¹⁰⁸ No entanto, estivera definido o objetivo de alcançar até 2012 a potência instalada da energia eólica de 5100 Mw, se bem que em Abril desse ano só estavam instalados 4310 Mw (DGEG, Abril de 2012). A PI da energia eólica em Espanha é de cerca de 22 000 Mw (DGE, 2012). Os investimentos em projetos de exploração de energia solar (termoelétrica e fotovoltaica), têm vindo a surgir, enquanto projetos piloto destinados a testar a geração de eletricidade a partir da eólica no mar e da energia das ondas, também têm vindo a tomar lugar. Sem sombra de dúvida que a aplicação das medidas do PNAC e da EEMCEL, assim como os efeitos induzidos pelo mercado do carbono, no campo da produção de energia, estão a dar resultados tangíveis. Isso começou a ser evidente a partir da segunda metade dos anos 2000.

As empresas de produção de eletricidade (e de um modo geral, todas as companhias industriais dos setor energético) procuram reduzir custos de aquisição de licenças de emissões de CO₂, o que as incentiva ao desenvolvimento e prosseguimento de estratégias de redução das suas emissões. A prossecução dessas estratégias empresariais passa pelo investimento em tecnologias termoelétricas mais eficientes no uso de energia primária, designadamente a cogeração e a CCGN, que substituam tecnologias e processos que implicam emissões mais elevadas. Esta substituição permite obter certificados de redução de emissões de CO₂. Por sua vez ao investirem em projetos de exploração de energias renováveis, estão a atuar no sentido de evitar as emissões de GEE, podendo assim obter créditos. Se uma empresa de produção e de distribuição de eletricidade acumular créditos de emissões (abaixo da quantidade que foi alocada para as respetivas centrais termoelétricas), tem a possibilidade de os colocar à venda no mercado do carbono, o que constitui um modo de obter lucros. Estas poderão, eventualmente, ser utilizados para o financiamento de novos

¹⁰⁸Infelizmente, não nos foi possível obter dados respeitantes ao grau de concretização das medidas de mitigação, em Espanha, com o mesmo detalhe que obtivemos para Portugal, facto que nos condiciona a capacidade conclusão.

investimentos em projetos de aplicação de cogeração, de CCGN e das fontes renováveis.

De referir que as fontes de energia solar, hídrica, geotérmica, marés, ondas e hidrogénio, não estão explicitamente contempladas na EEMCEL e no PNAC, não obstante o seu incremento nos instrumentos políticos europeus e ibéricos, dedicados à energia. Contudo, já são referidas nos instrumentos estratégicos governamentais dedicados ao setor energético. **Os efeitos do mercado do carbono têm instigado as empresas do setor eletroprodutor a investirem nas energias renováveis, inclusive as que não estão formalmente abrangidas nas medidas de Mitigação.** Como já referimos atrás, tais orientações estratégicas da parte das indústrias de eletricidade explicam-se, por um lado, pelo propósito de minorar os custos de aquisição de licenças de emissões de CO₂ e por outro lado, para a obtenção e acumulação de créditos de emissões, os quais constituem uma fonte de rendimentos. Deste modo, o mercado do carbono constitui um elemento crucial, que se tem revelado eficaz para desencadear os processos de diminuição das emissões de GEE. De acordo com o CumprirQuioto a aplicação do CELE contribuiu para reduzir 5,35 MtCO₂^{eq}, em Portugal, sendo que 4,3 MtCO₂^{eq} dos quais ocorreram no setor da produção de eletricidade e de calor e a restante quantidade teve origem nas outras indústrias abrangidas pelo mercado do carbono, segundo dados do período de 2008-2010. Em suma, a conjugação do CELE com as medidas constantes no PNAC e na EEMCEL, para a produção de energia deram um contributo muito significativo para desencadear uma “corrida” aos investimentos na exploração das energias renováveis, assim como na cogeração e no CCGN. Esta tendência verificada no setor da produção de eletricidade e de calor - em Espanha e em Portugal - têm vindo a contribuir para uma significativa diminuição das emissões de GEE.

No consumo de energia, é concedido o incentivo à inovação tecnológica e à sua aplicação em novos equipamentos elétricos e eletrónicos mais eficientes. Em simultâneo com a promoção aos biocombustíveis, surge uma nova legislação regulamentadora destinada ao reforço da eficiência na combustão dos motores dos automóveis. Existem ainda medidas destinadas à poupança e à eficiência no consumo de energia, designadamente na iluminação, nos utensílios elétricos/eletrónicos e na

conservação térmica dos edifícios. A maioria destas medidas foi incluída no PNAC (APA¹⁰⁹, 2012) e na EEMCEL (OEMC¹¹⁰, 2012), tendo sido submetidas a novos e mais ambiciosos objetivos (algumas das quais foram reprogramadas para 2012) e associadas a metas de redução das emissões de GEE. Na verdade, a eficiência dos eletrodomésticos, equipamentos informáticos, audiovisuais, climatização, iluminação de baixo consumo e ainda os materiais de isolamento térmico, têm constituído os meios cruciais para **reduzir o consumo de energia nos edifícios, tanto no setor residencial como no terciário**. A indústria automóvel tem trazido importantes inovações tecnológicas: o veículo com motor elétrico, o veículo híbrido (motor elétrico e motor de combustão), o carro com motor a GPL e os automóveis com motores de combustão mais eficientes e os que estão preparados para a queimar biocombustíveis.

As futuras políticas de Portugal e de Espanha, na vertente da Mitigação, nos domínios da produção e do consumo de energia e no contexto do objectivo europeu 20-20-20, **deveriam recair sobre dois eixos**. Primeiro, a incidência sobre o **consumo de energia nos setores difusos, porque é nos mesmos que se tem verificado um maior crescimento das emissões de GEE**, sendo exetável que assim continue a ser quando a grande recessão for superada. Dada a atomização de atores, é também previsível que a estabilização e a posterior diminuição das emissões seja relativamente lenta. O **segundo eixo** corresponde às **industrias da produção de energia** e sobretudo à indústria de produção de eletricidade.

É no setor da produção de energia que se encontra a chave para desenvolver o processo de transição para um novo paradigma energético de “baixo carbono”. **Primeiro**, por ser uma das atividades económicas que mais contribuem para o total das emissões (não obstante a tendência de diminuição). **Segundo**, porque são intensivas em capital e em tecnologia e por conseguinte dispõem de grande capacidade de investimento. Trata-se ainda de um universo composto por um relativamente reduzido número de atores, o que facilita a implementação de medidas de fundo. **Terceiro**, por ser o sector que transforma a energia primária. Quanto maior for o contributo das

¹⁰⁹APA: Agência Portuguesa para o Ambiente.

¹¹⁰OEMC: Oficina Espanhola para as Mudanças Climáticas, tradução de Oficina Española de lo Cambio Climático (OECC).

energias renováveis para a produção de energia¹¹¹, maior será o consumo de energia a partir destas fontes. Inversamente, se utilizamos energia final que foi gerada a partir dos combustíveis fósseis, estamos a consumi-los, mesmo que por via indireta. **Quarto**, porque as novas regras do CELE, a entrar em vigor em 2013, com o termo em 2020, irão ser mais rígidas. Por todas estas razões, é este setor que pode arrastar toda a sociedade no sentido da transição de paradigma energético, num horizonte temporal relativamente curto, quando comparado com a capacidade de mutação dos setores difusos.

A energia hidroelétrica e a energia eólica, em terra, são os recursos que oferecem melhores condições em termos de custos de investimento e de exploração¹¹². Logo, são as fontes de energias renováveis suscetíveis de **potenciar um maior impacto sobre a diminuição das emissões de GEE** e ao serem explorados os recursos naturais e endógenos, água e vento, contribui-se para diminuir a dependência energética face ao exterior. **A complementaridade hídrica-eólica é importante para reduzir o efeito de intermitência que é característico de todas as fontes de energias renováveis, assim como para reduzir as perdas de eletricidade nos momentos de baixa procura, assegurando em parte o seu aprovisionamento para os momentos de maior consumo.** Por esta razão seria politicamente recomendável a constituição futura de uma medida de Mitigação dedicada à promoção da complementaridade eólica-hídrica.

A energia solar é ainda dispendiosa, devido essencialmente, à baixa eficiência tanto dos painéis fotovoltaicos, como dos painéis para a termoelétrica solar (Proença, 2007). A Espanha já detém Infraestruturas de I&DT e Inovação, na energia solar, pelo que essa capacidade se deveria expandir para Portugal. É necessário desenvolver I&DT de modo a potenciar a redução dos custos dos equipamentos e componentes solares (fotovoltaicos e termoelétricos). Só a partir daí será mais rentável focar o investimento na construção de centrais elétricas solares de maior dimensão. Os recursos agrícolas e florestais são importantes como matéria-prima para a produção de biocombustíveis,

¹¹¹Dada a tendência crescente para a “eletrificação” das atividades humanas, é particularmente importante assegurar um peso cada vez maior das energias renováveis para a geração de eletricidade.

¹¹²Os custos de investimentos nas centrais hidroelétricas são elevados e os impactos ambientais podem ser fortes em algumas localizações. No entanto, os custos de exploração tendem a ser reduzidos (DGGE, 2011).

tal como são indispensáveis na sua função de sumidouros naturais de dióxido de carbono. A limpeza das florestas, o que inclui a remoção de biomassa em excesso, assume um papel crucial. A I&DT sobre inovação da exploração de biomassa¹¹³ é também essencial, assim como é a que se relaciona com a exploração da energia das ondas, as maremotrizes, a eólica *no mar*, a geotérmica e ainda a produção *em massa* de hidrogénio. Neste último caso não é previsível a rentabilidade de produzir hidrogénio em grande quantidade e utilizá-lo nos processos de combustão, a curto e a médio prazo. **A exploração da energia eólica no mar, das ondas e das marés, é algo que deveria ser internalizado no âmbito da estratégia para a designada “economia do oceano”. Tanto Portugal como a Espanha deveriam focar o seu desenvolvimento, primeiro na I&DT e segundo, na implantação gradual de uma indústria de produção dos respectivos equipamentos e componentes.**

Quanto aos transportes, é possível e de certa forma desejável que uma parte do parque automóvel ibérico possa vir a ser constituído por automóveis elétricos, os quais oferecem a vantagem de não emitirem CO₂. Os seus inconvenientes prendem-se com a baixa autonomia das baterias e a lentidão do seu carregamento (Yun, 2008). Os automóveis híbridos são relativamente melhores, permitindo a alternância do uso do motor elétrico com o de combustão, podendo o automobilista selecionar as melhores circunstâncias para os usar. Os veículos de motor a GPL têm o defeito de não poderem ser estacionados em recintos fechados, por motivos de segurança, algo que tende a favorecer a sobreocupação do estacionamento na via pública, o que por si só constitui um inconveniente. Os automóveis com motor de combustão mais eficiente e dotados de flexibilidade para os biocombustíveis, são também uma solução a considerar.

Todavia, as soluções mais eficazes para mitigar as emissões de GEE dos transportes, corresponde à **ótimação das redes e sistemas de transportes públicos associada ao desincentivo do uso do automóvel particular. A preocupação pelas alterações climáticas deveria ser entendida numa lógica holística de Planeamento e Ordenamento do Território, em linha de paridade com outros domínios da sociedade, nomeadamente a eficácia dos sistemas de transportes e de mobilidade,**

¹¹³A 2ª geração de biocombustíveis, que se prevê serem produzidos através de algas marinhas, é particularmente importante, esperando um elevado valor energético, superior aos atuais biocombustíveis.

às escalas urbana e regional. Tal como está descrito no Plano Estratégico de Infraestruturas de Transportes (PEIT, de Espanha), as áreas de localização de atividades económicas e sociais, designadamente as áreas industriais, logísticas, comércio, serviços e lazer, deveriam dispor de boas acessibilidades, por meio das redes de transportes públicos, nomeadamente as redes dos modos dotados de maior capacidade de transporte, tais como o ferroviário e o metroviário. É frequente, tanto em Portugal e em Espanha, as áreas de localização empresarial e as de função predominantemente residencial se situarem fora do alcance das redes ferroviárias e metroviárias, isto quando não são deficientemente servidas pelos modos suaves de transportes públicos: Elétrico (tram), autocarro e o trolei.

Deste modo, o Planeamento e o Ordenamento do Território são fundamentais para a reestruturação das redes e sistemas urbanos e regionais de transportes e da mobilidade, bem como da localização das diferentes atividades e funcionalidades económicas e sociais. **Os modos de transporte ferroviário e o metroviário deveriam constituir a componente central dos sistemas de transportes públicos.** As acessibilidades entre áreas com diferentes funcionalidades, num contexto urbano e regional, assumem um papel crucial para a diminuição da intensidade do uso do automóvel particular e conseqüentemente são suscetíveis de contribuir para a redução das emissões de GEE, no setor dos transportes. Por sua vez, **o transporte ferroviário de mercadorias, em estreita articulação com o transporte marítimo (e o fluvial) deveria continuar a ser incentivado.** Como está em curso a implementação de medidas neste domínio, em ambos os países ibéricos, há que prosseguir com a sua implementação.

No que concerne aos edifícios residenciais e de serviços, admite-se ser relativamente difícil a diminuição a curto prazo das emissões de GEE. A utilização crescente de iluminação e de utensílios mais eficientes no consumo de energia, bem como na conservação térmica dos edifícios, contribuirão para uma crescente mas lenta melhoria, em termos de redução das emissões, que de certa forma também já se têm visto resultados evidentes.

Finalmente, **as medidas de Adaptação são fundamentais, porque independentemente do maior ou menor sucesso da execução das políticas e medidas**

de Mitigação, o aquecimento global irá prosseguir e desencadear impactos sobre o território ibérico. A reabilitação dos ecossistemas florestais assume um papel estratégico, não só como meio de Mitigação, mas também de Adaptação. As áreas florestais favorecem a penetração da água no subsolo, contribuindo para a recarga dos aquíferos, constituindo estes uma das principais fontes de alimentação das águas superficiais. Se por um lado, é elevada a evapotranspiração florestal, também é substancial a sua potencialidade para a formação e concentração local de humidade, através da condensação e conseqüentemente, tal é passível de otimizar a alimentação dos sistemas hídricos. Um **bom funcionamento dos sistemas hidroelétricos depende da preservação dos recursos hídricos**, nomeadamente em regiões caracterizadas pela aridez e também nos territórios onde se prevê a diminuição da precipitação.

Um elemento fundamental a integrar na I&DT, no âmbito da Adaptação, corresponde, em primeiro lugar à **investigação do aquecimento global e da monitorização dos seus efeitos no território** e em segundo lugar, **no estudo das condições naturais que melhor potenciem a localização de projetos que explorem as energias renováveis.** De um modo geral podemos afirmar que as regiões litorais do norte peninsular oferecem melhores condições para a exploração da energia hidroelétrica, devido à sua altitude média e à elevada precipitação média anual, em oposição às regiões do interior e do litoral sul, que são mais áridas e com tendência para o reforço da sua aridez. Os estudos de Planeamento e o Ordenamento do Território deveriam recair sobre a localização ótima de projetos que explorem a complementaridade hídrica-eólica. **Dados os significativos impactos ambientais das barragens, há que considerar as avaliações de impactos ambientais, de modo a mitigar os seus efeitos.** De modo geral a energia eólica tem boas condições nos litorais e nas áreas de maior altitude. A energia solar tem um bom potencial em quase todo o território ibérico (à exceção do litoral norte, dada a reduzida insolação). mas sobretudo nas regiões meridionais. As atividades de I&DT devem incidir no estudo das dinâmicas dos litorais, tendo em conta não só os impactos ambientais, mas também as potencialidade e os riscos associados, nomeadamente a elevação do nível médio dos oceanos e a vulnerabilidade das futuras infraestruturas aos fenómenos meteorológicos extremos. Por outro lado, a conjugação entre as medidas de Mitigação e as de Adaptação, assume uma dimensão essencial. Por um lado as energias renováveis

marinhas servirão para mitigar as emissões de GEE, mas também há que organizar as respetivas infraestruturas de modo a adaptarem-se a novas condições ambientais que o aquecimento global fará mais frequentes.

Para finalizar afirmamos que o Protocolo de Quioto, por si só, não é suficiente para afrouxar o crescimento das emissões mundiais de GEE e subsequentemente travar o aquecimento global antropogénico (Walker e King, 2008). É insuficiente porque alguns dos países que mais contribuem para as emissões globais **não têm** compromissos atribuídos, ou **não ratificaram** o Protocolo. Na primeira situação encontramos países tais como por exemplo, a China, a Índia, ou o Brasil. Na segunda situação o caso mais paradigmático foi o da recusa de ratificação, por parte dos Estados Unidos da América. Por seu turno, **o objetivo de reduzir 5% das emissões mundiais de GEE, com origem antrópica, é manifestamente insuficiente para estabilizar as temperaturas médias mundiais**, de acordo com alguns autores, tais como Walker e King (2008).

De qualquer modo, o Protocolo de Quioto constituiu um primeiro instrumento político das Nações Unidas destinado a combater o aquecimento global antropogénico, com o qual se iniciaram os primeiros esforços internacionais e se tem acumulado experiência. Um futuro tratado internacional que substitua o Protocolo de Quioto deverá ser mais ambicioso em termos de Mitigação, de modo a procurar evitar que a subida das temperaturas médias da superfície terrestre não excedam (ou não se afastem muito) os 2°C acima dos valores médios pré-industriais. Ainda assim as alterações climáticas já são irrevésíveis, pelo que um futuro quadro político internacional pós-Quoto deverá elevar a importância da Adaptação, ao nível da Mitigação.

Na presente dissertação, não é pretendido fazer a apologia do abandono dos combustíveis fósseis e a sua substituição integral pelas energias renováveis. O Gás Natural, Petróleo e em menor grau, o Carvão têm as suas vantagens e em certos processos de combustão (tais como por exemplo, no uso dos veículos de transporte rodoviário, aéreo, ou por via aquática) são ainda insubstituíveis. No mínimo, são indispensáveis até ao momento em que o hidrogénio ofereça condições para ser rentável. Todavia, as energias renováveis deixam à disposição um vasto leque de

oportunidades para satisfazer as necessidades energéticas, por vezes com melhores condições que os combustíveis fósseis e é nestes contextos que os deveriam substituir. **O que se pretendeu realçar as razões da pertinência, por parte das sociedades contemporâneas, em construir a transição para um paradigma energético mais diversificado, no qual coabitam as diferentes fontes de energias renováveis, com os combustíveis fósseis, em simultâneo com a procura da maximização do uso eficiente de energia. Esse novo paradigma energético oferece maior potencialidade para a diminuição das emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa.**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE (2011), *Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética- Relatório de Execução*, Lisboa.
- A.E.M, I.M., (2011), *Atlas Climático Ibérico*, Edições A.E.M e I.M., Madrid e Lisboa.
- BARD, Eduard (2008), “*A insolação do planeta*”, *Que tempo fará amanhã?*, Publicações Europa – América, pp. 135-142.
- BERGER, André; LOUTRE, Marie France (2008), “*A ilusão de uma glaciação iminente*”, *Que tempo fará amanhã?*, Publicações Europa – América, pp. 103-112.
- BOPP, Laurent; LEGENDRE, Louis; MONFRAY, Patrick; (2008), “*A bomba de carbono vai deixar de funcionar?*”, *Que tempo fará amanhã?*, Publicações Europa - América, pp. 113-120.
- CE(1996), COM(96) 576 final. *Energias para o Futuro: Fontes Renováveis de Energia*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.
- CE(2000), COM (2000) 88 final, *Rumo a um programa europeu para as alterações climáticas*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.
- CE(2005,a), COM 35 final, *Ganhar a batalha contra as alterações climáticas globais*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.
- CE(2005,b), COM (2005) 615 final, *Relatório sobre progressos demonstráveis no âmbito do Protocolo de Quioto*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.
- CE(2006,a), COM (2006) 354 final. *Plano de Ação para a Eficiência Energética: Concretizar o essencial*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.
- CE(2006,b), COM (2006) 545 final. *Plano de ação para a eficiência energética: concretizar o potencial*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.
- CE(2007,a), COM (2006) 848 final. *Roteiro das energias renováveis. Energias renováveis no século XXI: construir um futuro mais sustentável*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.
- CE(2007,b), COM (2007) 1 final. *Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu: Uma política energética para a Europa*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.

CE(2007,c), COM (2007) 2 final. *Limitação das alterações climáticas globais a 2°C. Trajetória até 2020 e para além desta data*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.

CE(2007,d), COM (2007) 354 final. *Livro Verde da Adaptação às alterações climáticas na Europa-possibilidade de ação da UE*, edições Comissão Europeia, Bruxelas.

CE(2008),COM (2008) 30 final. *Duas vezes 20 até 2020. As alterações climáticas: uma oportunidade para a Europa*,edições Comissão Europeia, Bruxelas.

CECAC; LACASTA, Nuno; (2011,a), *Metas Energia-Clima 2020. Roteiro Nacional de Baixo Carbono*, Agência Portuguesa do Ambiente, Alfragide.

CECAC; LACASTA, Nuno; (2011,b), *Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020*, edições Agência Portuguesa do Ambiente, Alfragide.

CECAC (2011,c), *Ponto da Situação das Políticas de Alterações Climáticas em Portugal*, edições Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora.

DGEG (2004), *Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO₂ 2005-2007*,edições Direção Geral de Energia e Geologia, Lisboa.

DGEG (2010), *Estratégia Nacional para a Energia: Horizonte 2020*, edição Direção Geral de Energia e Geologia, Lisboa.

I.A. (2006), *Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO₂ 2008-2012*,edições Direção Geral de Energia e Geologia, Lisboa.

I.A. (2006), *Programa Nacional para as Alterações Climáticas₂₀₀₆*, edições Instituto do Ambiente, Lisboa;

DGEG (2012), *Renováveis, estatísticas rápidas*, nº 86, Abril 2012, edições Direção Geral de Energia e Geologia, Lisboa.

DURY, George H. (1981), *An Introduction to Environmental Systems*, pp. 3-16, edições Meinemann Boock Inc., New Hampshire, EUA.

EUROSTAT (2011), Eurostat Pockets, *Energy, transport and environment indicators*, edições Eurostat, Bruxelas.

FAGAN, Bryan (2004), *O longo Verão. Como o clima mudou a civilização*, edições 70, Lisboa.

FOUCAULT, Alain(1993), *O Clima. História e devir do meio terrestre*,Edição original, Librairie Artheme Fayard, edição portuguesa, Instituto Piaget, Lisboa.

- GABLER, Robert, PETERSON, James F., TRAPASSO, L. Michael, DOROTHY, Sack (2007) *Physical geography*, 9th edition, Brooks/Cole, Cengage Learning, Belmont, EUA.
- HAGGETT, Peter (2001), *Geography. A Global Synthesis*, pp.: 34-63, 68-126, edições Pearson Education Limited, Harlow, EUA.
- HENSON, Robert (2009) *Alterações Climáticas. Sinais, Ciência, Soluções*, Edição original Rough Guide, edição portuguesa, Civilização Editores, Lda., Porto.
- I.A.(2006), *Relatório de Progresso Demonstrável de Portugal*, Edição Instituto do Ambiente, Amadora.
- I.A.(2006), *Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissões₂₀₀₈₋₂₀₁₂*, Edição Instituto do Ambiente, Amadora.
- I.A.(2006), *Programa Nacional para as Alterações Climáticas, Anexo técnico: Oferta de energia, indústria construção e obras públicas e outros*, Edição Instituto do Ambiente, Amadora.
- I.M.(1994), *Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas*, edições Instituto de Meteorologia, Lisboa.
- JOUZEL, Jean; LABEYRIE, Laurent; (2008), *“No rasto das antigas oscilações climáticas”, Que tempo fará amanhã?*, Publicações Europa – América, pp.97-102.
- KRUPP, Fred; HORN, Miriam(2008), *Reinventar a Energia. Estratégia para o Futuro Energético do Planeta*, edições Estrela Polar, Alfragide.
- KUNZIG, Robert; BLOCK, Ira; (2012), National Geographic Portugal, Vol. 12, nº 134, *“Planeta sem gelo”*, pp., 2-21.
- LOVELOCK, James (2007), *A vingança de Gaia. Porque a Terra está a retaliar e como podemos salvar a Humanidade*, edições Gradiva, Lisboa.
- MEDEIROS, Carlos, FERREIRA, Denise (2005), *Geografia de Portugal, parte III, “capítulo 2 e 3”* edições Circulo de Leitores, pp. 332-381, Lisboa.
- MIRANDA, Pedro (2001), *Meteorologia e Ambiente. Fundamentos de meteorologia, clima e Ambiente Atmosférico*, Universidade Aberta, Lisboa.
- MIRANDA, Pedro; SANTOS, Filipe Duarte; et al(2006), *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Edições Gradiva, 1^a Edição, Lisboa.
- NAVES, Filomena, FIRMINO, Teresa (2009), *Portugal a Quente e a Frio. As alterações climáticas no século XXI*, Publicações D. Quixote, Amadora.

- OECC(2006), *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*, edições Oficina Española de Cambio Climático, Madrid.
- OECC (2006a), *Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero 2008-2012*, edições Oficina Española de Cambio Climático, Madrid.
- OECC(2007), *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte. 2007-2012-2020*, edições Oficina Española de Cambio Climático, Madrid.
- OECC(2007), *Medidas Urgentes de la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia*, edições Oficina Española de Cambio Climático, Madrid.
- OECC(2009), *Plan de Impulso a la Internacionalización de la Economía Española en los Sectores Asociados al Cambio Climático*, Oficina Española de Cambio Climático, Madrid.
- OECC(2010), *Quinta Comunicación Nacional de España a Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, edições Oficina Española de Cambio Climático, Madrid.
- PROENÇA, Emanuel (2007), *A energia solar fotovoltaica em Portugal: Estado de arte e perspectivas de desenvolvimento*, dissertação apresentada ao IST-UNL, Lisboa.
- REEVES, Hubert, LENOIR, Frédéric (2006), *A Agonia da Terra*, edições Gradiva, Lisboa.
- SANTOS, Filipe Duarte; (2004), *Geolnova nº9. "Ambiente e Mudanças Globais, Situação Atual e Cenários Futuros"*, pp: 11-32, edições Departamento de Geografia e Planeamento Regional/FCSH-UNL, Lisboa.
- SANTOS, Filipe Duarte (2007), *Gazeta da Física Volume 30, "A Física das alterações climáticas"*, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pp. 48-57.
- SANTOS, Filipe Duarte (2007), *Que Futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente*, edições Gradiva, Lisboa.
- SEABRA, Tiago; et al (2011), *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2009*, edições Agência Portuguesa do Ambiente, Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, pp. 1-1, 1-6, 2-1,2-9; Amadora.
- SADOURNY, Robert (1994), *O Clima da Terra*, Instituto Piaget, Lisboa.

- SALOMON, Jean Noël (2005-2006), *Cadernos de Geografia*.nº24/25, “*O incremento dos riscos relacionado com o aquecimento global: o exemplo dos incêndios e das inundações*”, pp. 77-92, edições Instituto de Estudos Geográficos, FLUC, Coimbra.
- STRAHLER, Arthur N., STRAHLER, Alan H. (1989) *Elements of Physical Geography*, fourth edition, John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- TERAN, M, GOMEZ, António; et al (1978) “*Geografía General de España*”,pp. 17-25, 148-178,Editorial Ariel, Llobregat, Espanha.
- UN (2012), *Annex I Party GHG Inventory Submissions, Common Reporting Format European Union, 1990, 2009, 2010.*
- UN (2012), *Annex I Party GHG Inventory Submissions, Common Reporting Format Spain, 1990, 1995, 2000, 2005, 2009, 2010.*
- UN (2012), *Annex I Party GHG Inventory Submissions, Common Reporting Format, Portugal, 1990, 1995, 2000, 2005, 2009, 2010.*
- WALKER, Gabrielle; KING, David; (2008), *Hot Topic. Como combater o aquecimento global*, Publicações D. Quixote, Lisboa, edições Presença, Lisboa.
- YUN, João Lin (2008), *Como arrefecer o planeta. O que se pode e deve fazer para salvar o Planeta*. Editorial Presença, Lisboa.

Webliografia

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat

<http://www.apambiente.pt/>

<http://www.climaticoanalysis.org>

<http://www.clima.pt/cac>

www.cumprirquioto.pt/Home.action;jsessionid

<http://www.dgeg.pt/>

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_pt.htm

http://europa.eu/pol/clim/index_pt.htm

<http://www.meteo.pt/pt/oclima/acompanhamento/>

http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php

<http://unfccc.int/meetings/items/6237.php?filtbody=53>

www.dgeg.pt/

www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico

Anexo A.

Países Anexo I

União Europeia: Alemanha; Austrália; Áustria; Bielorrússia; Bélgica; Bulgária; Dinamarca; Eslováquia; Eslovénia; Espanha; Estónia; França; Grécia; Hungria; Irlanda; Itália; Letónia; Lituânia; Luxemburgo; Holanda; Polónia; Portugal; Reino Unido; República Checa; Roménia e Suécia;

Outros países Anexo I: Austrália, Croácia; Islândia; Liechtenstein; Mónaco; Noruega; Nova Zelândia; Japão; Rússia; Suíça; Turquia e Ucrânia;

Países Anexo II: Todos os países do mundo que assinaram e ratificaram o Protocolo de Quioto

Países que não ratificaram o Protocolo de Quioto:

Afeganistão; Andorra; Brunei; Chade; Comores; Estados Unidos da América; Iraque; Mónaco; Palestina; Sahara Ocidental; República Centro-Africana; São Cristóvão e Nevis; São Marino; São Tomé e Príncipe; Sérvia; Somália; Tadjiquistão; Taiwan; Timor-Leste; Tonga e Vaticano;

Fonte: <http://unfccc.int>

Anexo B: Medidas do PNAC (Portugal) para a produção de energia

Medidas	Metas	Redução potencial das emissões de GEE 2008-2010 (Mt de CO₂^{eq})
MA2007e1: Produção de eletricidade a partir das fontes de energias renováveis.	Programa E4-E-FER: Aumentar para 45% a quota de consumo bruto de eletricidade a partir das fontes de energias renováveis, até ao ano 2010. Potência eólica instalada de 4700Mw, até 2010 e de 5100Mw, até 2012.	0,46
MA2007e2: Implementação de novas centrais termoelétricas de ciclo combinado a gás natural (CCGN).	Potência instalada de 2160 Mw, até 2006 e de 5360 Mw, até 2010.	0,22
MA2007e3: Introdução de biomassa nas centrais de Sines e Pego.	5% a 10% do consumo total das centrais termoelétricas a carvão, do Pego-Abrantes e de Sines.	0,38 a 0,761
MAe1: Reforço da eficiência energética no sector electroprodutor.	Redução de -8,6% de perdas de eletricidade, no transporte e na distribuição, até 2010.	0,146
MAe2: Reforço da eficiência energética na produção de eletricidade, com recurso à cogeração.	2000 Mw de potência instalada a partir dos sistemas de cogeração.	0,2
MAi3: Incentivo à substituição da cogeração a fuelóleo por cogeração a gás natural.	2010. Cumprida.	0,189
MAe5: Introdução do Gás Natural na Região Autónoma da Madeira.	Em 2011, a aplicação desta medida encontrava-se atrasada.	0,5

Fonte: DGEG/DSACIA e CumprirQuioto, 2012

Anexo C: Medidas do PNAC (Portugal) para o consumo de energia

Medidas	Metas	Redução potencial das emissões de GEE 2008-2010 (Mt de CO ₂ ^{eq})
MAe3 - Reforço da eficiência energética na procura de eletricidade, com recurso ao PPEEC	Redução do consumo de eletricidade nos edifícios até aos 1020 Gwh e aumento da eficiência térmica em 40%	0,795
MRe4 - Programa água quente solar para Portugal	Instalação de 100 000m ² de painéis, por ano, até 2020	0,14
Mar1, Mas1 e MAi1 - Aumento da carga fiscal sobre o gasóleo de aquecimento sobre os setores residencial, serviços e combustíveis industriais, respetivamente	Alteração do ISP prevista para 2014, de modo a penalizar o uso de derivados de petróleo	0,151
MAi2 – Revisão do RGCE	2010. Meta cumprida	0,32
MA2007t1 - Biocombustíveis nos modos de transporte rodoviário.	Incorporação de biocombustíveis sobre os carburantes dos transportes rodoviários, em 10%, até ao ano de 2020.	0,07
MAt1 e MA2 – Redução dos dias de serviço dos táxis e ampliação da frota de táxis a gás natural, respetivamente.	Conclusão em 2010	0,04
MA2007t1 - Revisão do regime de tributação sobre veículos particulares, em sede de IA.	2010. Incorporação de 60% da componente CO ₂ em sede de imposto sobre veículos (ISV)	sd
MA2007t1 - Revisão do regime de tributação sobre veículos particulares, em sede de IA.	2010. Incorporação de 60% da componente CO ₂ em sede de imposto sobre veículos (ISV)	sd

MAAt3 - Revisão do regime de tributação sobre veículos particulares, em sede de IA.	2010. Incorporação de 60% da componente CO ₂ em sede de imposto sobre veículos (ISV)	sd
MAAt4 e MAAt5 – Transferência modal de passageiros do Transporte individual para os transportes públicos, nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto, respetivamente.	2010. 5% de transferência do transporte individual para os transportes públicos	sd
MAAt6 – Programa de Incentivo ao abate de Veículos em Fim de Vida.	2010.	0.004
MAAt7 – Regulamento de Gestão Energia no setor dos transportes.	2008-2012	sd
MAAt7 – Regulamento de Gestão Energia no setor dos transportes.	2008-2012	sd
MAAt8 – Ligação ferroviária ao Porto de Aveiro.	2010. Captação de 1553*10 ³ t de mercadorias, do modo rodoviário para o modo ferroviário	0,40
MAAt9 – Auto Estradas do Mar.	2010. Captação de 5,8*10 ⁶ t, do modo rodoviário para o marítimo	0,15
MAAt10 – Plataformas Logísticas.	2010. Movimentar 4433x10 ³ t	sd
MAAt11 – Reestruturação da oferta da CP.	2010. Transportar 3,17*10 ⁹ toneladas por Km.	0,44
*MRt1- Programa Auto Oil: Acordo voluntário com os fabricantes de automóveis.	2010: 120 gramas de CO ₂ ^{eq} , por veículo e Km	sd
MAAt11 – Reestruturação da oferta da CP.	2010. Transportar 3,17*10 ⁹ toneladas por Km.	0,44

*MRt1- Programa Auto Oil: Acordo voluntário com os fabricantes de automóveis.	2010: 120 gramas de CO ₂ ^{eq} , por veículo e Km	sd
*MRt2i, MRt2ii; MRt2iii – Expansão do Metropolitano de Lisboa.	Extensão das linhas amarela, azul e vermelha: 2010	0,003
*MRt3 - Metropolitano Sul Tejo.	Totalidade da rede: 2010	0,28
*MRt4- Metropolitano do Porto.	Totalidade da rede: 2010	0,26
*MRt5 – Metropolitano Ligeiro do Mondego.	Totalidade da rede: 2011	0,193

Fonte: DGEG/DSACIA e CumprirQuioto, 2012.*Dados provenientes do PNAC2004.

Anexo D: Planos e Medidas de mitigação de Espanha para a produção e o consumo de energia

Planos de Espanha para a mitigação das emissões de GEE	Meta de redução no horizonte 2008-2012 (MtCO₂eq)	Âmbito
Plano de Ação E42005-2007	32,5	EECPQ
Plano para as Energia renováveis2005-2007	27.3	EECPQ e EEMCEL
Medidas do PEIT 2005-2020 (meta para 2020)	30	Plano de Medidas Urgentes da EEMCEL
Plano de Ação E4+ 2008-2012	238,13	Plano de Medidas Urgentes da EEMCEL
Plano Nacional de Alocação 2008-2012	188,5	EECPQ E EEMCEL
Medidas de mitigação e Meta de redução no horizonte 2008-2012 (MtCO₂eq)	Meta de redução no horizonte 2008-2012 (MtCO₂eq)	Âmbito
Reforço da potência dos parques eólicos. Aumentar a PI para 22 000Mw, com um reforço de potência em 1845Mw	5,75	Plano de Medidas Urgentes da EEMCEL
Energia eólica marinha: Potência a Instalar de 1000Mw, até 2012	4,5	Plano de Medidas Urgentes da EEMCEL
Eficiência energética e aplicação de energias renováveis nos edifícios da administração central do Estado	0.22	PAE4 e Plano de Medidas Urgentes da EEMCEL
Instalações térmicas nos edifícios	3.5	PAE4

Fonte: OEMC, 2012