

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

**A economia portuguesa e as alterações climáticas – uma  
abordagem sectorial – aproximação ou divergência com a  
economia espanhola?**

Por  
João Aleluia Martins de Castilho Dias

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade  
Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Gestão e Políticas Ambientais

Orientador: Professor Doutor Rui Ferreira dos Santos

Lisboa  
2008

## **Agradecimentos**

Ao Professor Doutor Rui Ferreira dos Santos, do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Universidade Nova de Lisboa, pela orientação rigorosa e objectiva desta investigação.

Ao Professor Doutor Vicent Alcántara, da Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales da Universitat Autònoma de Barcelona, pela apreciação e sugestões dadas relativamente ao modelo de decomposição sectorial das emissões de CO<sub>2</sub>.

À Dra. Isabel Barata e à Dra. Hortense Martins, do Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia e da Inovação, pela disponibilidade e atenção que sempre demonstraram ao longo de todo o percurso deste mestrado e, em particular, pelas sugestões dadas relativamente às dinâmicas de crescimento da economia portuguesa e espanhola.

À Professora Elsa de Morais Sarmiento e ao Professor Doutor Miguel Lebre de Freitas pelo estímulo à investigação.

A todos os meus familiares, amigos e restantes colegas que tornaram possível esta caminhada, com especial destaque para o Carlos Vidal, para o João Almeida, para o Rui Martins, para a Filipa Henriques, para a Guida Nogueira, para a Marina Rodrigues e também para Felicidade Ferreira.

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais e também à Mafalda.

## Sumário

O aumento da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera (GEE), sobretudo resultante das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes das actividades económicas, está associado às alterações verificadas no clima global das últimas décadas.

Estudos recentes consideram que a Península Ibérica será particularmente afectada pelas consequências adversas deste fenómeno, e reconhecem que os mecanismos políticos existentes necessitam de ser reforçados com a aplicação de instrumentos económicos que levem os agentes a alterar os seus comportamentos e a internalizar os custos das emissões de GEE nas suas decisões económicas.

Perante o cenário de potenciais consequências graves para a economia destes países, torna-se fundamental estudar a relação existente entre as emissões de GEE provenientes dos diversos sectores económicos e as suas principais forças motrizes: a eficiência no uso de energia, as transformações estruturais na economia e o seu crescimento em termos históricos. Esta informação é relevante para a concepção e aplicação de novas políticas e mecanismos que possibilitem uma redução efectiva destas emissões com origem nestes sectores.

Neste trabalho analisa-se a evolução das emissões sectoriais de CO<sub>2</sub>, desde 1975 até 2005, de Portugal e Espanha, através de uma análise de decomposição baseada em índices *Divisia*. Os resultados apontam que para ambas as economias, o efeito actividade representando neste estudo o crescimento económico, é o principal responsável pelo incremento das emissões neste período. Todavia, uma análise mais profunda aponta sérias divergências face ao comportamento dos restantes factores explicativos, que apontamos nas conclusões deste estudo.

**Palavras-chave:** Portugal, Espanha, alterações climáticas, emissões sectoriais de CO<sub>2</sub>, análise de decomposição baseada em índices

## **Abstract**

The increased concentration of greenhouse gases in the atmosphere (GHG), mainly resulting from carbon dioxide emissions from economic activities, is associated with global changes observed in earth's climate.

Recent studies consider that the Iberian Peninsula will be particularly affected by the adverse consequences of climate change and recognize that the existing policy mechanisms need to be strengthened with the implementation of economic instruments that could take market players to change their behaviour and internalize the costs of GHG emissions in their economic decisions.

Facing the possibility of serious consequences for the economy of these countries, it is important to study the relationship between historical changes in GHG emissions and their main driving forces or determinants: changes in the energy intensity of the economic sectors, structural changes in the economy and economic growth. This information is useful for the design and implementation of new policies and new market based mechanisms for an effective emissions reduction.

This paper analyses the change of sectoral CO<sub>2</sub> emissions in Portugal and Spain from 1975 to 2005 based on a new decomposition approach, the Log-Mean Divisia Index method I. The results show that for both economies, the economic growth effect is primarily responsible for the increase of emissions in this period. However a deeper analysis shows serious differences about the behaviour of other explanatory factors, which we discuss in the conclusions of this study.

**Keywords:** Portugal, Spain, climate change, sectoral emissions of CO<sub>2</sub>, index decomposition analysis

## Simbologia e Notações

<b>ACIA</b>	Arctic Impact Assessment
<b>CELE</b>	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>COP-15</b>	Conferência das partes da CQNUAC a decorrer na Dinamarca em 2009
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CQNUAC</b>	Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
<b>DT</b>	Direitos Transaccionáveis de Emissão
<b>EEA</b>	Agência Europeia do Ambiente
<b>EM</b>	Estados Membros da União Europeia
<b>EU-KLEMS</b>	Base de dados sobre produtividade multifactores na União Europeia
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>Gt</b>	Gigatoneladas
<b>GEE</b>	Gás com efeito de estufa
<b>HFCs</b>	Hidrofluorcarbonetos
<b>ICC</b>	Instrumentos de Comando e Controlo
<b>I-O</b>	Input-Output
<b>IE</b>	Instrumentos Económicos ou de Mercado
<b>IEA</b>	Agência Internacional da Energia
<b>IPCC</b>	Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas
<b>ISIC</b>	Classificação internacional de todos os ramos da actividade económica
<b>LMDI - I</b>	Log-Mean Divisia Index Method I
<b>MDE</b>	Métodos de decomposição estrutural
<b>MDI</b>	Métodos de decomposição baseados em índices
<b>NACE</b>	Nomenclatura geral das actividades económicas da União Europeia
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido Nitroso
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
<b>PFCs</b>	Perfluorcarbonetos
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>ppmv</b>	Partes por milhão em volume
<b>ppbv</b>	Partes por bilião em volume (1bilião = 1000 milhões)
<b>PQ</b>	Protocolo de Quioto
<b>SEC 1995</b>	Sistema Europeu de Contas
<b>SF<sub>6</sub></b>	Hexafluoreto de enxofre
<b>SIAM-II</b>	Projecto sobre Alterações Climáticas em Portugal, ver Santos (2006)
<b>TEP</b>	Toneladas equivalentes de petróleo
<b>UE</b>	União Europeia
<b>VAB</b>	Valor Acrescentado Bruto
<b>Wm<sup>-2</sup></b>	Watts por metro quadrado

## Índice de Matérias

Introdução.....	12
1 A problemática das alterações climáticas .....	17
1.1 As causas das variações climáticas .....	17
1.2 As evidências de mudanças no clima .....	24
1.2.1 Variável Temperatura.....	24
1.2.2 Variável Precipitação .....	27
1.2.3 Outras variáveis .....	28
1.3 As projecções para o futuro .....	29
1.3.1 Variável Temperatura.....	29
1.3.2 Variável Precipitação .....	30
1.3.3 Outras variáveis .....	30
1.4 Síntese.....	31
2 A economia e as mudanças climáticas .....	32
2.1 Os impactos das mudanças climáticas.....	32
2.1.1 Os impactos ao nível global .....	33
2.1.2 Os impactos na Península Ibérica .....	35
2.2 O papel da ciência económica.....	38
2.2.1 A avaliação dos custos e benefícios .....	40
2.2.2 O apoio às políticas de mitigação .....	42
2.3 As taxas sobre o carbono .....	46
2.4 O comércio de emissões .....	47
2.5 Síntese.....	50
3 A decomposição das emissões carbónicas.....	52
3.1 As emissões sectoriais de CO <sub>2</sub> .....	52
3.1.1 O contexto global .....	53
3.1.2 O contexto Ibérico .....	56
3.2 A análise de decomposição .....	59
3.3 Síntese.....	63
4 Proposta de metodologia.....	65
4.1 Apresentação dos dados .....	65
4.2 Metodologia de análise .....	68
5 Análise dos resultados .....	73
5.1 Análise para Portugal.....	73
5.2 Análise para Espanha.....	78
5.3 Análise comparativa.....	81
6 Conclusão e perspectivas futuras .....	90
6.1 Conclusão .....	90
6.2 Perspectivas de trabalho futuro .....	93
7 Bibliografia.....	94
8 Anexos.....	106
8.1 Dados de base.....	108
8.2 Decomposição multiplicativa.....	115
8.3 Decomposição aditiva .....	116
8.4 Quadros de resumo .....	126
8.5 Apêndice metodológico.....	134
8.6 Notas.....	135

## Índice de Figuras

Figura 1.1: Temperatura média global da baixa atmosfera desde há 20.000 anos .....	18
Figura 1.2: Representação esquemática do sistema climático global .....	19
Figura 1.3: Reconstituição da Temperatura e dos principais GEE para os últimos 420.000 anos, a partir de furos no gelo na Antárctica - Glaciar de Vostok .....	20
Figura 1.4: A relação entre os GEE e as alterações climáticas .....	21
Figura 1.5: Concentração de GEE para os últimos 2000 anos: os aumentos a partir de 1750 até 2005 devem-se essencialmente à influências das actividades humanas .....	22
Figura 1.6: Temperatura média global da atmosfera à superfície desde meados do século XIX até finais do século XX .....	25
Figura 1.7: Temperatura média da atmosfera à superfície no Hemisfério Norte para os últimos 1000 anos .....	25
Figura 1.8: Temperaturas máxima e mínima em Portugal Continental no período 1930-2000..	26
Figura 1.9: Tendências na Precipitação em Espanha desde finais do século XIX até finais do século XX .....	27
Figura 1.10: Tendências históricas para as principais variáveis climáticas desde meados do século XIX .....	28
Figura 2.1: Exemplos de impactos associados com os cenários de aumentos da temperatura até 2100, entre 1,1°C a 6,4°C .....	37
Figura 2.2: Custos da estabilização de GEE em 2030 e trajectórias óptimas .....	40
Figura 2.3: Custos da estabilização de GEE em 2100 e seus cenários .....	41
Figura 2.4: Objectivos de Quioto e emissões globais de CO <sub>2</sub> .....	44
Figura 3.1: Emissões totais de GEE em 2005 nos países do anexo .....	53
Figura 3.2: Tendências regionais das emissões de CO <sub>2</sub> , 1971-2006.....	54
Figura 3.3: Países com maior responsabilidade nas emissões de CO <sub>2</sub> em 2006 .....	54
Figura 3.4: Emissões globais de CO <sub>2</sub> por sector .....	55
Figura 3.5: Emissões de CO <sub>2</sub> em Portugal .....	56
Figura 3.6: Emissões de CO <sub>2</sub> em Espanha.....	56
Figura 3.7: Geração de electricidade em Portugal por fonte .....	58
Figura 3.8: Geração de electricidade em Espanha por fonte .....	58
Figura 3.9: Métodos recomendados para análise de decomposição .....	61
Figura 5.1: Portugal – Decomposição do crescimento das emissões de CO <sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado.....	74
Figura 5.2: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Total .....	76

Figura 5.3: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Intensidade Carbónica .....	76
Figura 5.4: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Intensidade Energética.....	76
Figura 5.5: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Estrutura.....	77
Figura 5.6: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Actividade .....	77
Figura 5.7: Espanha – Decomposição do crescimento das emissões de CO <sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado.....	78
Figura 5.8: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Total.....	80
Figura 5.9: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Intensidade Carbónica .....	80
Figura 5.10: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Intensidade Energética.....	80
Figura 5.11: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Estrutura .....	81
Figura 5.12: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , Efeito Actividade .....	81
Figura 5.13: Decomposição do crescimento das emissões de CO <sub>2</sub> em Portugal e Espanha, a partir do comportamento sectorial agregado (Comparação das figuras 5.1 e 5.7) .....	82
Figura 5.14: Contributos para o crescimento verificado nas emissões em Portugal e Espanha, a partir do sectorial agregado (Comparação dos quadros 5.1 e 5.2) .....	82
Figura 5.15: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1975-1985 .....	86
Figura 5.16: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1975-1985 .....	86
Figura 5.17: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1986-1995 .....	87
Figura 5.18: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1986-1995 .....	87
Figura 5.19: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1996-2005 .....	88
Figura 5.20: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1996-2005 .....	88
Figura 5.21: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1975-2005 .....	89
Figura 5.22: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO <sub>2</sub> , 1975-2005 .....	89
Figura 8.1: Apêndice metodológico.....	134

## Índice de Quadros

Quadro 4.1 Classificação sectorial adoptada na análise de decomposição das emissões .....	67
Quadro 5.1: Portugal - Contributos para o crescimento verificado nas emissões a partir do sectorial agregado.....	74
Quadro 5.2: Espanha - Contributos para o crescimento verificado nas emissões a partir do sectorial agregado.....	78
Quadro 8.1: Correspondência entre agregação sectorial usada pelo EU-KLEMS (NACE*) e a divisão sectorial da IEA (ISIC**). .....	108
Quadro 8.2: Portugal – Emissões de CO <sub>2</sub> sectoriais* .....	109
Quadro 8.3: Portugal – Consumo de energia sectorial.....	110
Quadro 8.4: Portugal – Valor acrescentado bruto sectorial .....	111
Quadro 8.5: Espanha – Emissões de CO <sub>2</sub> sectoriais* .....	112
Quadro 8.6: Espanha – Consumo de energia sectorial .....	113
Quadro 8.7: Espanha – Valor acrescentado bruto sectorial .....	114
Quadro 8.8: Portugal – Decomposição do crescimento das emissões de CO <sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado.....	115
Quadro 8.9: Espanha – Decomposição do crescimento das emissões de CO <sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado.....	115
Quadro 8.10: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito total) .....	116
Quadro 8.11: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito intensidade carbónica) .....	117
Quadro 8.12: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito intensidade energética) .....	118
Quadro 8.13: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito estrutura) .....	119
Quadro 8.14: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito actividade) .....	120
Quadro 8.15: Espanha - Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito total).....	121
Quadro 8.16: Espanha - Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito intensidade carbónica) .....	122
Quadro 8.17: Espanha – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito intensidade energética) .....	123
Quadro 8.18: Espanha – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito estrutura) .....	124
Quadro 8.19: Espanha – Decomposição da variação anual das emissões de CO <sub>2</sub> (efeito actividade) .....	125

Quadro 8.20: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (ET) .....	126
Quadro 8.21: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EC) .....	126
Quadro 8.22: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EI).....	127
Quadro 8.23: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EE) .....	127
Quadro 8.24: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EA) .....	127
Quadro 8.25: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1975-1985) .....	128
Quadro 8.26: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1986-1995) .....	128
Quadro 8.27: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1996-2005) .....	129
Quadro 8.28: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1975-2005) .....	129
Quadro 8.29: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (ET).....	130
Quadro 8.30: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EC) .....	130
Quadro 8.31: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EI).....	131
Quadro 8.32: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EE) .....	131
Quadro 8.33: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EA) .....	131
Quadro 8.34: Espanha - Decomposição da variação média anual das emissões (1975-1985) .....	132
Quadro 8.35: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (1986-1995) .....	132
Quadro 8.36: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (1996-2005) .....	133
Quadro 8.37: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (1975-2005) .....	133

## INTRODUÇÃO

*“The evidence shows that ignoring climate change will damage economic growth. Our actions over the coming few decades could create risks of major disruption to economic and social activity, later in this century and in next, on a scale similar to those associated with the great wars and the economic depression of the half of the 20<sup>th</sup> century”.*

Nicholas Stern, *The economics of climate change*, 2006

O interesse ao longo dos últimos dois séculos da nossa história pelo estudo e compreensão do sistema climático, auxiliado pelos avanços da tecnologia, tem possibilitado progressos consideráveis no conhecimento sobre a evolução do clima ao longo do tempo, sobretudo da forma como este se altera em presença de uma maior concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera (GEE em diante).

O físico sueco *Svante Arrhenius* desenvolveu trabalhos, na segunda metade do século XIX, que permitiram ter uma melhor percepção sobre as causas que levaram às épocas glaciares e às alterações climáticas que afectaram o clima no passado. Foi também nesta altura, que foram formuladas as primeiras hipóteses sobre o possível aquecimento da atmosfera devido às emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> em diante).

Apesar deste facto, terá sido apenas nos últimos trinta anos que os cientistas consideraram seriamente a hipótese de que o clima estaria de facto a evidenciar uma tendência anormal de aquecimento, nomeadamente a partir de 1970, quando os aumentos sucessivos das temperaturas começaram a ser dificilmente explicáveis apenas através da variabilidade natural do clima (Vide *et al.*, 2007).

Com o aperfeiçoamento dos modelos informáticos, foi possível comprovar recentemente estas tendências, simulando o comportamento do clima ao longo do tempo, com e sem a acção humana sobre o sistema climático. Esta influência processa-se através das emissões de GEE, provenientes das suas actividades, destacando-se para este efeito as emissões de CO<sub>2</sub>. Este gás é considerado o principal responsável pelas mudanças climáticas recentes. A sua emissão resulta, por exemplo, do uso de combustíveis fósseis na produção de energia, nos transportes, no aquecimento dos edifícios e na produção industrial. A sua libertação

pode ocorrer também através da desflorestação. Em termos globais, a concentração deste gás tem vindo a aumentar consideravelmente, sendo o seu valor registado em 2005 superior ao valor médio estimado, a partir de medidas indirectas, para os últimos 420.000 anos (Petit *et al.*, 1999).

Em face destas evidências, a comunidade científica levantou a hipótese do Homem, através das suas actividades, estar a ter uma influência decisiva na tendência de aquecimento do clima global. Porém, devido à incerteza na previsão do comportamento das variáveis climáticas e ao cepticismo levantado por economistas e por decisores políticos, foi só nos finais da década de 80 do século XX, com a criação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC em diante) e sobretudo com a assinatura do Protocolo de Quioto, em 1997, é que se deram os passos decisivos para ser evitada uma interferência perigosa das actividades humanas no sistema climático, através da adopção de políticas de mitigação globais (Santos, 2006).

Estudos recentes, como por exemplo, o quarto relatório de avaliação do IPCC, publicado em 2007, reforçam esta ideia da responsabilidade humana nas mudanças climáticas e apelam à necessidade urgente de redução de emissões de GEE, sob pena de se verificarem impactos significativos sobre a economia, sobre o ambiente e sobre a sociedade. Esta fonte refere como potenciais efeitos destas alterações no clima, uma maior probabilidade de ocorrência de fenómenos climáticos extremos, o risco elevado de proliferação de doenças contagiosas e a possibilidade de movimentos populacionais de massas, que terão uma maior expressão em países com menor capacidade de adaptação a esta problemática.

A intervenção nesta área é bastante complexa em termos políticos, implicando por vezes uma escolha difícil entre medidas que podem ter efeitos contrários. Por exemplo, veremos que grande parte das emissões de CO<sub>2</sub> provêm da geração de electricidade, dos transportes e da indústria. Todavia, os instrumentos de política económica e ambiental existentes para a redução deste GEE, tanto a nível internacional como nacional, podem ser um obstáculo para o desenvolvimento destes sectores produtivos, uma vez que a sua aplicação via taxas ou através da criação de mercados de direitos transaccionáveis de emissão, resulta na maioria das vezes num acréscimo de custos para as empresas, o que neste momento de crise económica pode ter graves implicações para o emprego e para a estabilidade social.

Afectando esta problemática também o crescimento da economia portuguesa e da economia espanhola, considerámos importante haver uma melhor percepção sobre a relação existente entre as dinâmicas de desenvolvimento dos sectores produtivos e o comportamento final dos crescimentos deste gás, nestes países, que seleccionámos para este estudo devido às semelhanças existentes, quer na evolução histórica da estrutura económica, quer devido à existência de um aumento muito pronunciado das emissões carbónicas dos seus sectores produtivos, mais evidente desde a década de 70 do século XX até à actualidade.

## Âmbito e objectivos

Este estudo pretende contribuir para uma melhor compreensão dos factores explicativos que estiveram na origem do crescimento das emissões de CO<sub>2</sub>, verificado nos últimos 30 anos (1975-2005), na economia portuguesa e na economia espanhola. Através de uma análise de decomposição, o principal objectivo será o de identificar a tendência de aproximação ou de divergência entre o comportamento dos sectores produtivos e as emissões carbónicas para ambas as economias, permitindo-se deste modo estabelecer uma relação entre a evolução do contexto histórico (económico e político) e a sua influência no crescimento das emissões deste gás. Este tipo de análise comparativa revela-se bastante importante, uma vez que ao permitir a decomposição matemática das dinâmicas que levaram a um crescimento tão pronunciado das emissões sectoriais, nestes dois países, a mesma poderá ser objecto de reflexão para a elaboração de futuras medidas de política, que por um lado, premeiem o crescimento das actividades económicas e o fomento do emprego mas que igualmente, atentem às obrigações internacionais existentes de redução das emissões de CO<sub>2</sub> que, como vimos, é um dos principais responsáveis pelas alterações climáticas e pela tendência de aquecimento revelada pelo sistema climático global.

De forma mais específica, os objectivos deste trabalho são:

- Identificar as dinâmicas históricas evidenciadas pelas emissões de CO<sub>2</sub> dos sectores produtivos, tanto para a economia portuguesa como para a economia espanhola, em períodos chave do processo de desenvolvimento destes países, nos últimos 30 anos (1975-2005);
- Identificar e analisar os factores que explicam o crescimento das emissões deste gás neste período, recorrendo a métodos de decomposição baseados em índices *Divisia*, tanto na forma aditiva (variação em quantidades), como na forma multiplicativa (crescimento sobre um dado ano base);
- Desenvolver uma análise comparativa dos efeitos explicativos (intensidade carbónica e energética, peso da estrutura e crescimento económico) entre Portugal e Espanha, para os subperíodos 1975-1985;1986-1995;1996-2005;
- Identificar os principais pontos de convergência e de divergência existentes para ambas as economias, entre o comportamento dos sectores produtivos e as emissões de CO<sub>2</sub>, permitindo-se deste modo aferir sobre a influência do contexto histórico (económico e político) no crescimento das emissões totais deste gás, ao longo de todo o período em análise.

## Estrutura da dissertação

Este trabalho encontra-se organizado em seis capítulos. O primeiro capítulo aborda numa perspectiva física, o problema das alterações climáticas. Começa-se por desenvolver os aspectos conceptuais, explicando-se as principais causas que estão na origem das variações do clima global. Num segundo momento é feito um levantamento das evidências destas mudanças, abordando o comportamento das principais variáveis climáticas, como por exemplo, da temperatura, da precipitação, do nível do mar e da extensão dos gelos, desde meados do século XIX até à actualidade. Termina-se este capítulo com uma referência aos principais cenários apontados para a evolução do clima global no século XXI, focando também as projecções existentes para a Península Ibérica.

O segundo capítulo apresenta uma perspectiva sobre o potencial papel da economia na estratégia de mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Começa-se por fazer um levantamento dos impactos das alterações climáticas, destacando as suas repercussões ao nível global e também para a Península Ibérica. Num segundo momento é dada ênfase ao potencial papel da ciência económica na sua mitigação, seja através da modelização dos custos das políticas envolvidas ou da criação de incentivos económicos, que uma vez aplicados às políticas de protecção climática, possam levar à redução das emissões de GEE cumprindo os critérios de eficiência e eficácia.

O terceiro capítulo expõe a necessidade de determinar os factores na origem dos aumentos verificados nas emissões de CO<sub>2</sub>, através de uma análise de decomposição. Começa-se por descrever o comportamento sectorial das emissões deste gás, primeiro em termos globais e posteriormente na Península Ibérica. Num segundo momento é dada ênfase à necessidade de análise e compreensão dos factores que determinaram os aumentos verificados nas emissões carbónicas, destacando o papel da análise de decomposição neste processo. Termina-se este capítulo com uma abordagem aos principais métodos existentes.

No quarto capítulo é proposta uma metodologia para decompor as emissões de CO<sub>2</sub> em efeitos explicativos para Portugal e Espanha. Começa-se por explicar os principais aspectos relacionados com os dados de base, destacando as dificuldades encontradas no seu tratamento. Num segundo momento é apresentada a metodologia de análise, que resulta de uma adaptação de um método de decomposição baseado em índices *Divisia* (LMDI-I), à realidade sectorial encontrada na Península Ibérica.

O quinto capítulo analisa os resultados obtidos pela aplicação da metodologia proposta. Começa-se por descrever o comportamento dos principais efeitos explicativos responsáveis pelos aumentos verificados nas emissões de CO<sub>2</sub>, na economia portuguesa e espanhola, apresentando os seus contributos para a variação do efeito total. Esta análise é feita para os anos chave do período 1975-2005: 1975-1985, 1986-1995, 1996-2005, salientando quais os

sectores e os efeitos mais responsáveis para o crescimento das emissões verificado nestas etapas. Num segundo momento é feito um estudo comparativo destas economias.

Por fim, o sexto capítulo apresenta a conclusão e também as perspectivas futuras. Começa-se por abordar a tendência existente entre a economia portuguesa e a economia espanhola, de aproximação ou então de divergência, em face dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia proposta. Num segundo momento é feita uma referência às perspectivas de trabalho futuro, dadas as limitações encontradas neste trabalho de investigação.

## 1 A PROBLEMÁTICA DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

*“Warming of the climate system is unequivocal, as is now evident from observations of increases in global average air and ocean temperatures, widespread melting of snow and ice and rising global average sea level”.*

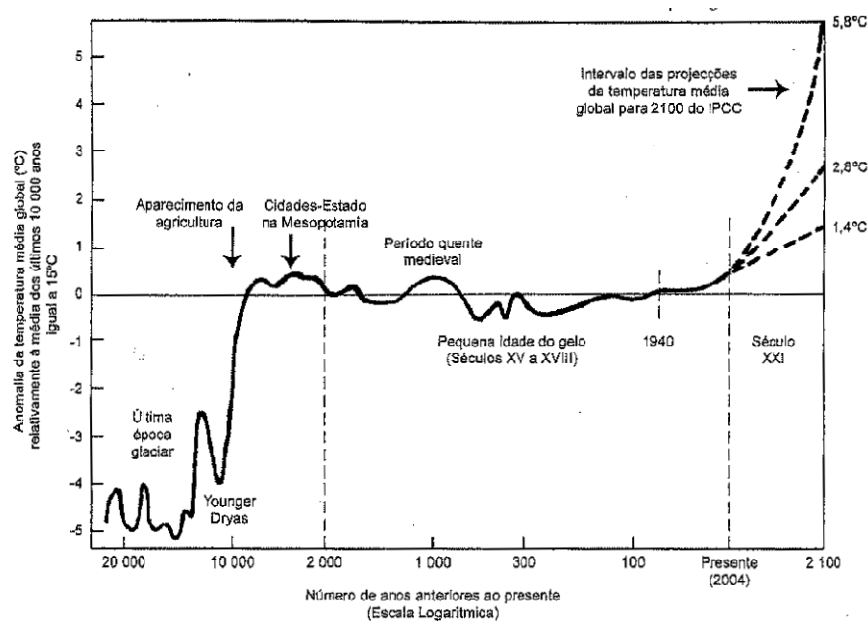
IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report*

O primeiro capítulo aborda numa perspectiva física, o problema das alterações climáticas. Começa-se por desenvolver os aspectos conceptuais, explicando-se as principais causas que estão na origem das variações do clima global. Num segundo momento é feito um levantamento das evidências destas mudanças, abordando o comportamento das principais variáveis climáticas, como por exemplo, da temperatura, da precipitação, do nível do mar e da extensão dos gelos, desde meados do século XIX até à actualidade. Termina-se este capítulo com uma referência aos principais cenários apontados para a evolução do clima global no século XXI, focando também as projecções existentes para a Península Ibérica.

### **1.1 As causas das variações climáticas**

O estado do tempo influencia a forma como vivemos em sociedade, como por exemplo, a nossa disposição, as nossas atitudes e o modo como interagimos com os outros. Todos estes factores podem estar relacionados com variáveis meteorológicas, como por exemplo, a temperatura, a precipitação ou mesmo com a humidade do ar existente em determinado local, que no fundo condicionam o nosso quotidiano.

Os registos arqueológicos revelam-nos que no passado o clima terá contribuído para o desenvolvimento das várias civilizações e foi decisivo na afirmação da sociedade actual. Santos (2006) menciona que os aumentos de temperatura ocorridos há cerca de 8000 anos terão influenciado de forma positiva o aparecimento da agricultura e das civilizações da Mesopotâmia (actual Iraque), enquanto que uma diminuição desta variável durante a idade média (também conhecida por “pequena idade do gelo”) poderá ter estado na origem da saída dos *Vikings* da Gronelândia (Figura 1.1, próxima página).



**Figura 1.1: Temperatura média global da baixa atmosfera desde há 20.000 anos<sup>i</sup> (Santos, 2006)**

Do ponto de vista conceptual, é frequente a confusão entre estes dois conceitos (tempo e clima), que empregamos muitas vezes como sinónimos em linguagem corrente. Porém, do ponto de vista científico, Silva (2005) explica-nos que são distintos nomeadamente em relação ao seu espaço temporal de referência:

“O tempo fornece as flutuações das variáveis meteorológicas na atmosfera, cuja duração pode ir desde algumas horas a alguns dias e cuja escala espacial varia de algumas dezenas de quilómetros a alguns milhares. A sua observação e previsão baseia-se na recolha instantânea e simultânea de variáveis meteorológicas (temperatura, humidade, pressão atmosférica, vento), tanto à superfície como em altitude, em vários pontos do globo”.

“O clima<sup>ii</sup> fornece «o tempo médio» para uma dada região geográfica descrito em termos de grandezas estatísticas, tais como a média espaço-temporal de grandezas meteorológicas observadas ao longo de muitos anos. Este descreve o modo como a atmosfera evolui e interacciona com outros componentes do sistema climático e com forçamentos externos”.

Assim, quando falamos em clima os fenómenos meteorológicos relevantes são aqueles que apresentam uma certa duração ou persistência e que podem ser caracterizados através de um tratamento estatístico como a análise de médias, a análise de variâncias e a análise de probabilidades de ocorrência de valores extremos (Instituto de Meteorologia, 2008). Geralmente utiliza-se um período mínimo de 30 anos para caracterizar um clima, como nos referem estes autores.

Uma alteração climática será assim uma variação no clima que tenha significado em termos estatísticos, que ocorra durante um período de tempo geralmente longo e que resulte de causas naturais, de causas humanas ou de ambas (IPCC, 2001).

Os factores que determinam o clima da terra e sua variação ao longo do tempo estão relacionados com o modo de funcionamento complexo e interactivo do sistema climático<sup>iii</sup>, quer ao nível da sua dinâmica interna (interacções entre a atmosfera e outros subsistemas<sup>iv</sup>, figura 1.2), quer ao nível das suas respostas a factores externos, os forçamentos.

Os forçamentos radiativos do clima, por definição, são variações no balanço de energia da Terra que podem provocar alterações na temperatura global, em resultado de perturbações impostas sobre o sistema climático (Seinfeld e Pandis, 2006). Estes fenómenos podem resultar de causas naturais (e.g. erupções vulcânicas, variações na órbita da Terra em torno do Sol) ou então de causas humanas (e.g. através das emissões de gases com efeito de estufa). Estes são geralmente medidos em *Watts* por metro quadrado ( $Wm^{-2}$ ). Em resultado, o sistema climático responde a estas dinâmicas (através dos seus mecanismos de retroacção ou *feedback*<sup>v</sup>), afectando o comportamento de outras variáveis climáticas para além da temperatura (e.g. a precipitação, o nível do mar, a extensão da cobertura de neves e de gelos, entre outras).

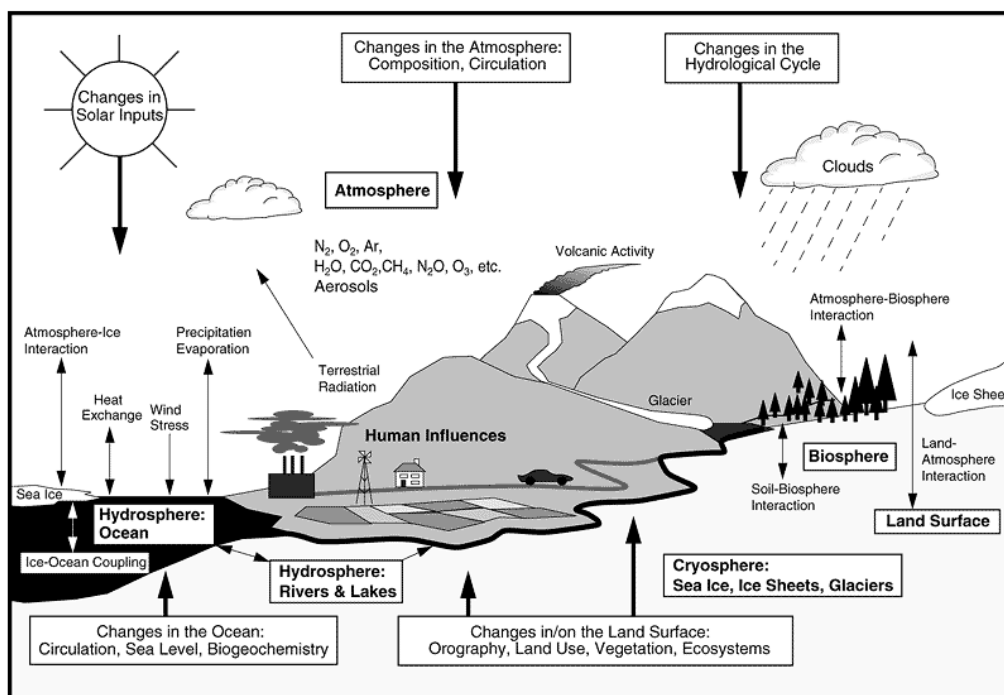
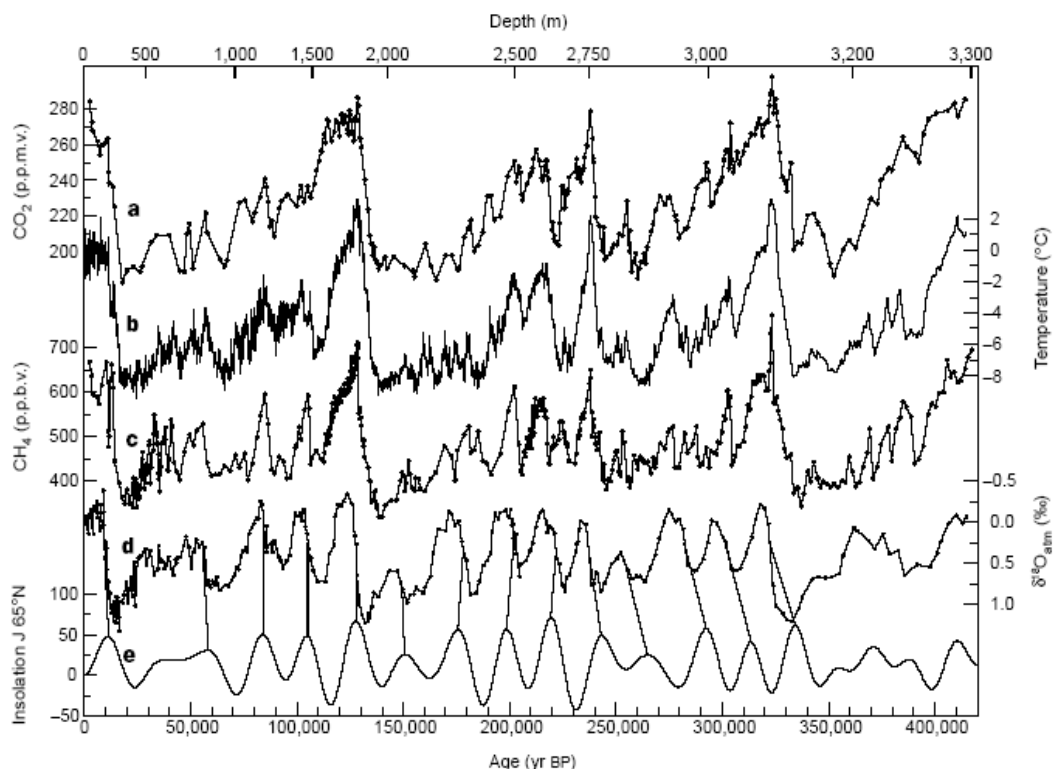


Figura 1.2: Representação esquemática do sistema climático global (Baede *et al.*, 2001)

Em face deste dinamismo, o estudo do clima e dos factores que o influenciam ao longo do tempo revela-se uma tarefa complexa, como afirmam Santos (2006) e também Baede *et al.* (2001). O grau de incerteza que envolve este tipo de estudos é geralmente elevado. Estes autores afirmam que não existe na maioria das vezes uma relação simples e proporcional entre causas e efeitos no sistema climático, o que leva a comunidade científica a descrever o seu comportamento como “caótico”.

Um dos exemplos mais evidentes desta afectação é a previsão do estado do tempo, que como sabemos encontra-se limitada a apenas alguns dias. Contudo, isto não implica uma total ausência de ordem. Para variações climáticas a uma escala global, persistentes e resultantes de forçamentos externos em que se consiga identificar facilmente as causas, os cientistas têm conseguido simular com sucesso as épocas glaciares e interglaciares que caracterizaram o clima em períodos remotos da história da Terra ou até a quantidade de forçamento radiativo atribuível à interferência das actividades humanas no aquecimento global (Baede *et al.*, 2001; Le Treut *et al.*, 2007)

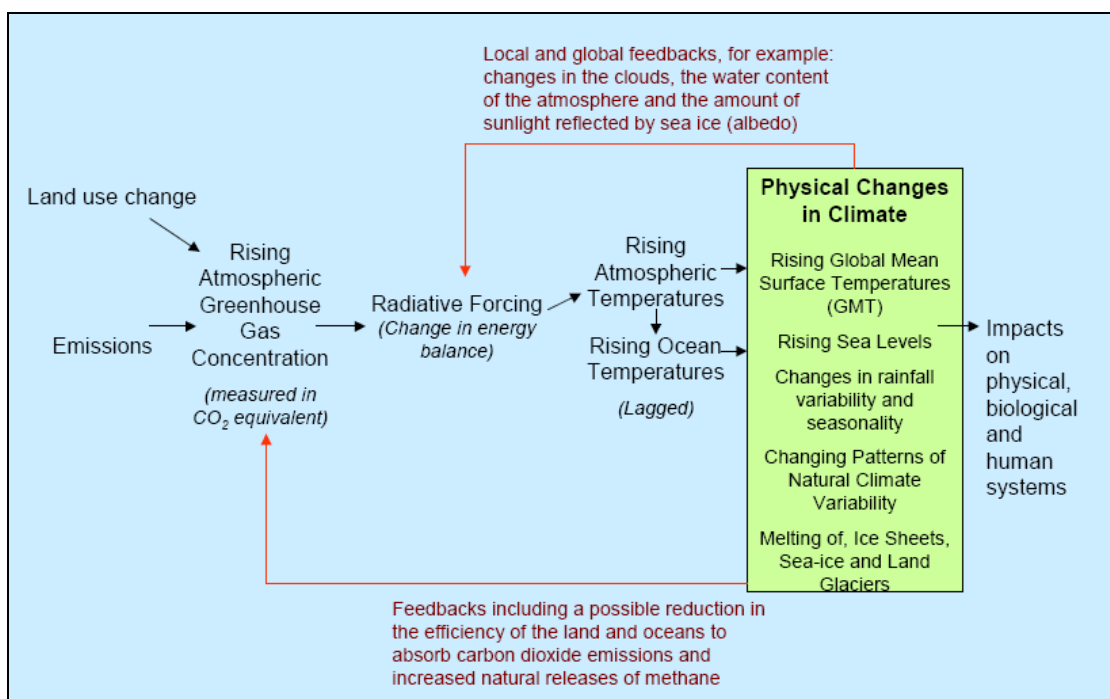
Um dos estudos mais mediáticos deste género (Petit *et al.*, 1999) permitiu observar a evolução das condições da temperatura, da precipitação, da humidade e de diversos tipos de aerossóis no passado, para os últimos 420.000 anos, valores obtidos a partir da análise dos sedimentos extraídos em profundidade do Glaciar de *Vostok*, situado na Antárctica. Os resultados evidenciam frequentes variações climáticas, alternando entre épocas glaciares mais frias e interglaciares mais quentes, em que a composição da atmosfera e as propriedades climáticas oscilaram sempre entre limites similares (figura 1.3). Estes autores sublinham que todas estas variações decorreram de causas naturais<sup>vi</sup>, sendo neste caso a variação orbital da terra em torno do Sol, ao longo do tempo, o principal factor de forçamento externo climático nesta região - ver nestes gráficos (e) *insolation*.



**Figura 1.3: Reconstituição da Temperatura e dos principais GEE para os últimos 420.000 anos, a partir de furos no gelo na Antárctica - Glaciar de *Vostok*<sup>vii</sup> (Petit *et al.*, 1999)**

Estes resultados apontam igualmente para uma correlação positiva entre o aumento da concentração atmosférica de gases com efeito de estufa (neste caso o dióxido de carbono e o metano) e os subsequentes aumentos de temperatura que se verificaram na Antárctica nos períodos interglaciares - ver no gráfico da figura 1.3 (a)  $CO_2$ , (b)  $CH_4$ , (c) *temperature*. De forma inversa, nos períodos glaciares, diminuiu a concentração destes gases e por conseguinte também o valor da variável temperatura. Esta relação pode ser explicada, na opinião de Petit *et al.* (1999), pelas características físicas e químicas destes gases, cujo resultado (efeito de estufa <sup>viii</sup>) tem uma função muito importante no balanço de energia do planeta, regulando a temperatura média global em torno de  $15^\circ C$ <sup>ix</sup>.

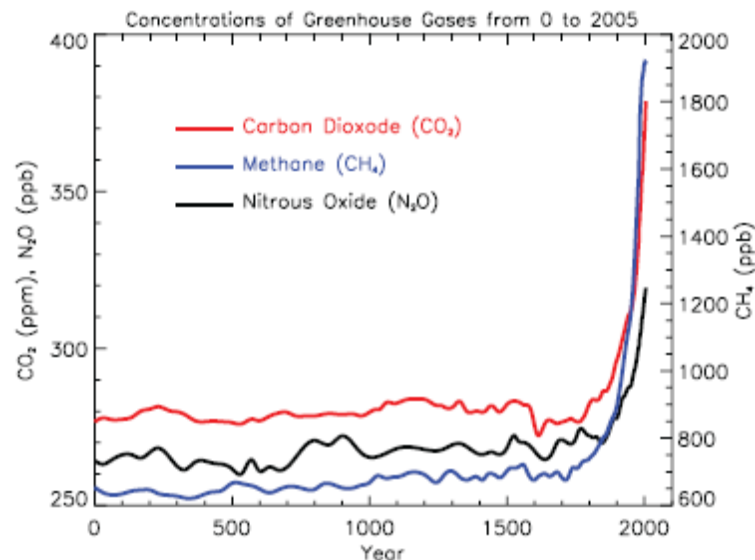
A camada de GEE existe de forma natural na atmosfera e a sua principal característica é a de aprisionar uma parte da radiação solar de grande comprimento de onda que é reflectida da superfície terrestre para o espaço. No passado, para períodos remotos, o aumento da concentração destes gases ficou a dever-se a processos naturais, decorrentes da acção dos mecanismos de resposta do sistema climático. No presente, a sua relação com a questão das alterações climáticas é simples. As actividades humanas (grande parte ligada a sectores económicos) têm contribuído para a emissão continuada deste tipo de gases, desde o início da revolução industrial até à actualidade, alterando a composição da atmosfera. As leis da Física indicam-nos que quanto maior for a sua concentração atmosférica, mais intenso será o seu efeito, levando a um maior forçamento radiativo que tenderá a elevar a temperatura global. Vimos que o sistema climático irá responder directamente a estas perturbações, originando alterações nas principais variáveis climáticas. Na figura seguinte (1.4), apresentamos uma representação esquemática destas relações.



**Figura 1.4: A relação entre os GEE e as alterações climáticas (Stern, 2006)**

Das actividades humanas resulta principalmente a emissão de dióxido de carbono, de metano e de óxido nitroso. Existem outros GEE, contudo, a sua importância é menor.

O dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) é considerado pelo IPCC como o principal responsável pelas alterações climáticas recentes. A sua concentração tem aumentado na atmosfera, sobretudo devido ao uso de combustíveis fósseis, na produção de energia, nos transportes, no aquecimento dos edifícios e na produção industrial (iremos abordar este ponto com maior detalhe no terceiro capítulo). Também a desflorestação que tem ocorrido na América Central, na Ásia e na África Equatorial tem levado à sua libertação, uma vez que estas zonas são importantes sumidouros de  $\text{CO}_2$ . Em termos globais, a concentração deste gás terá registado em 2005, através de medições directas, um valor de 379 partes por milhão em volume ( $\text{ppmv}$ ); um valor muito superior ao verificado nos últimos 420.000 anos, como ressalva Petit *et al.* (1999). Estes autores alertam que ao longo deste período de tempo as variações de  $\text{CO}_2$  oscilaram sempre em torno das 180  $\text{ppmv}$  durante os períodos mais frios (glaciares) e entre 280-300  $\text{ppmv}$  durante os períodos mais quentes (interglaciares), como se pode observar na comparação dos gráficos das figuras 1.5 e 1.3. Santos (2006) considera estes aumentos preocupantes. Este autor alerta que no período 1980-2000 a taxa de aumento deste gás na atmosfera situou-se em 1,5  $\text{ppmv}/\text{ano}$ , “valor que é mais de cem vezes superior ao verificado nas transições recentes dos períodos glaciares para os interglaciares”.



**Figura 1.5: Concentração de GEE para os últimos 2000 anos: os aumentos a partir de 1750 até 2005 devem-se essencialmente à influências das actividades humanas<sup>xi</sup> (Foster *et al.*, 2007)**

O metano,  $\text{CH}_4$  em diante, tem aumentado a sua concentração na atmosfera devido às actividades relacionadas com o sector agrícola, ou então com as que envolvem a produção de energia proveniente da queima de gás natural. De forma indirecta, a sua libertação tem ocorrido nas últimas décadas pela fusão da *permafrost* (zonas que habitualmente estariam

cobertas por gelo e neves como a Tundra e que estão a derreter devido ao aquecimento do planeta). Em termos globais, a concentração deste gás terá registado em 2005 cerca de 1774 partes por bilião em volume (ppbv<sup>xii</sup>), um valor muito superior ao registado nos últimos 420.000 anos, como mencionam Petit *et al.* (1999). Os mesmos autores alertam que as variações deste gás oscilaram sempre entre torno das 320-350 a 650-770 ppbv durante os períodos mais frios (glaciares) e nunca ultrapassaram as 650-770 ppbv durante os períodos mais quentes (interglaciares). Veja-se para o efeito estas tendências nas figuras 1.5 e 1.3.

O Óxido Nitroso, N<sub>2</sub>O em diante, tem aumentado a sua concentração na atmosfera devido às actividades relacionados com o sector agrícola, fundamentalmente quando são usados fertilizantes ou então como resultado da actividade agropecuária. A sua emissão pode resultar também da queima de combustíveis fósseis, ou então de processos naturais nos solos e oceanos. O IPCC, no seu último relatório de 2007, refere que a concentração deste gás terá passado de um valor pré-industrial<sup>xiii</sup> de cerca de 270 ppmv para os actuais 319 ppmv (como se observa novamente pela análise dos gráficos da figura 1.5 e 1.3).

Em face deste enquadramento, a comunidade científica levantou a hipótese do homem, através das suas actividades, estar a ter uma acção de forçamento radiativo sobre o sistema climático. Trenberth *et al.* (2007) apresentam uma estimativa desta afectação. Estes autores estimam com elevado nível de confiança (i.e. com uma probabilidade de 9 numa escala de 10), que a acção humana terá estado na origem, desde do início da era industrial (1750), de um forçamento radiativo de +1,6 [+0,6 a +2,4] Wm<sup>-2</sup> que tem originado uma resposta do sistema climático no sentido de aquecimento à escala global.

A plausibilidade desta hipótese tem vindo a ser reforçada desde o Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC, elaborado em 1990, onde vem referido ainda de uma forma prudente que: “(...) o peso das evidências sugere uma influência perceptível das actividades humanas sobre o clima global” (Reeves, 2006).

Em 2001, o Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC é mais explícito em relação a este assunto afirmando que “(...) a maior parte do aquecimento global observado nos últimos 50 anos resulta provavelmente das emissões para atmosfera de gases com efeito de estufa provocados pelas actividades humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis e as alterações no uso dos solos, em particular a desflorestação”.

Em 2007, o Quarto relatório de avaliação desta organização, vai mais longe ao atribuir um nível de probabilidade, ao grau de responsabilidade humana para o agravamento desta problemática. Neste relatório vem referido explicitamente que: “(...) a maior parte do aquecimento global observado desde a segunda metade do Século XX resulta, com uma probabilidade superior a 90%, das emissões para a atmosfera de gases com efeito de estufa provocadas pelas actividades humanas”.

## 1.2 As evidências de mudanças no clima

Vimos que o último relatório do IPCC, publicado em 2007, é peremptório quanto à influência do homem e das suas actividades no agravamento do aquecimento global. Este forçamento provocado pela emissão de GEE terá uma resposta que ainda não é totalmente conhecida pelos cientistas. Porém, algumas variáveis climáticas demonstram actualmente mudanças estatisticamente significativas face ao seu comportamento de longo prazo. Em face deste problema, de modo a compreender a sua evolução no período pós-revolução industrial e nas últimas décadas, apresentamos nas próximas subsecções uma síntese destas variações, resultantes de medições directas em diversos pontos do globo para as variáveis: temperatura, precipitação, nível do mar e cobertura de neves e de gelos.

### 1.2.1 Variável Temperatura

A maior parte dos aumentos de temperatura verificados à escala mundial ocorreram nas regiões continentais, com maior incidência no Inverno do que no Verão, sobretudo em latitudes mais elevadas. Ao nível dos oceanos registaram-se igualmente acréscimos desta variável, contudo esta tendência foi menos acentuada, por década, do que a registada sobre os continentes (Trenberth *et al.*, 2007).

Em termos históricos, com base na figura 1.6, elaborada a partir de dados de termómetros, podemos afirmar que a temperatura média global da atmosfera à superfície tem aumentado desde meados do século XIX, mas foi ao longo do século passado que este aumento se tornou mais evidente - nos períodos de 1910 a 1940 e especialmente depois de 1970.

O Quarto Relatório do IPCC estima que a temperatura média global da atmosfera à superfície tenha aumentado em termos totais  $0,76^{\circ}\text{C}$  [ $0,57^{\circ}\text{C}$  a  $0,95^{\circ}\text{C}$ ]<sup>xiv</sup>, desde os primeiros anos em que existem registos históricos (1850-1899) até aos últimos cinco anos (2001-2005). Se nos centrarmos na tendência de aquecimento para os últimos 100 anos (1906-2005), o mesmo relatório indica que esta tenha sido de  $0,74^{\circ}\text{C}$  [ $0,56^{\circ}\text{C}$  a  $0,92^{\circ}\text{C}$ ] revendo em alta a anterior estimativa de apenas  $0,6^{\circ}\text{C}$  [ $0,4^{\circ}\text{C}$  a  $0,8^{\circ}\text{C}$ ] (IPCC, 2007b; IPCC, 2001) [ver fig. 1.10 – gráfico (a) e 1.6, respectivamente].

Em termos comparativos, segundo Santos (2006) os aumentos da temperatura global ocorridos nas últimas décadas “excedem largamente as variações climáticas naturais dos últimos 1000 anos” e têm vindo a agravar-se, como se observa a partir da análise da figura 1.7. Neste contexto, “A década de 1990 foi a mais quente e o ano de 1998 o mais quente desde 1861. Seguem-se, por ordem decrescente de temperatura média global, os anos de 2002, 2003 e 2004”.

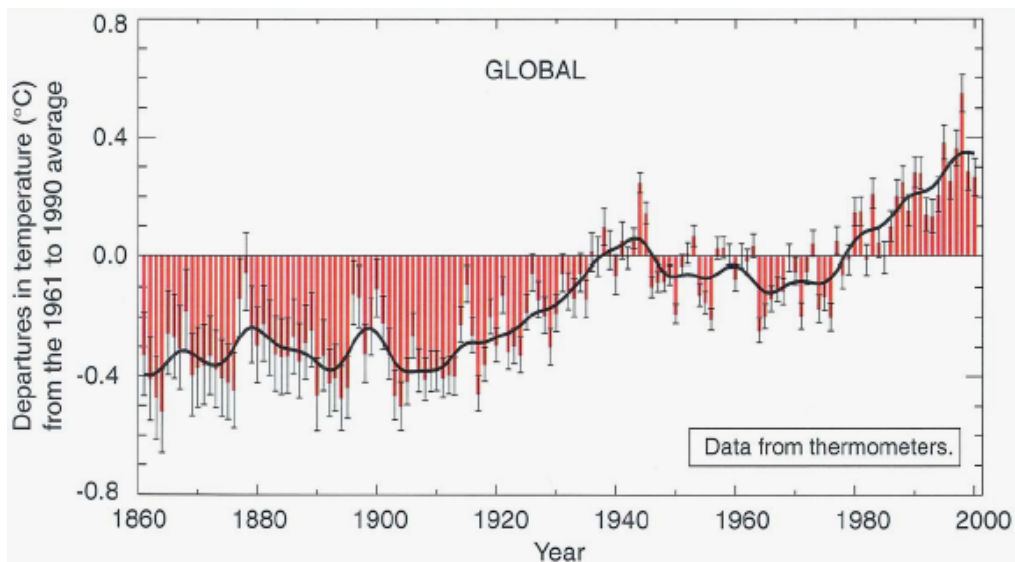


Figura 1.6: Temperatura média global da atmosfera à superfície desde meados do século XIX até finais do século XX <sup>xv</sup> (IPCC, 2001)

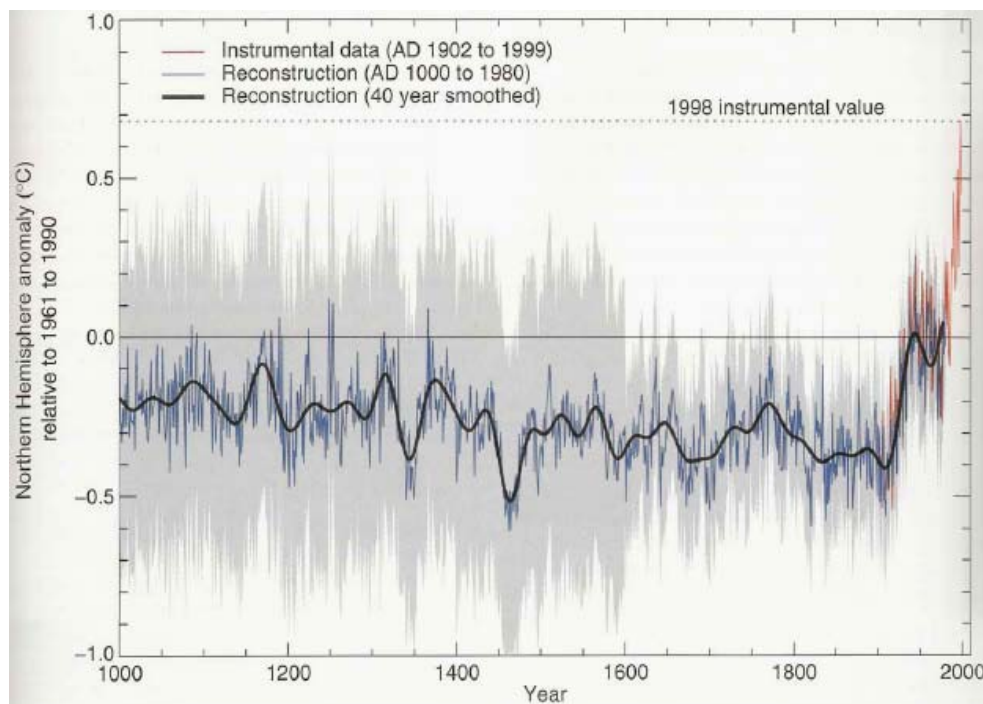


Figura 1.7: Temperatura média da atmosfera à superfície no Hemisfério Norte para os últimos 1000 anos <sup>xvi</sup> (IPCC, 2001)

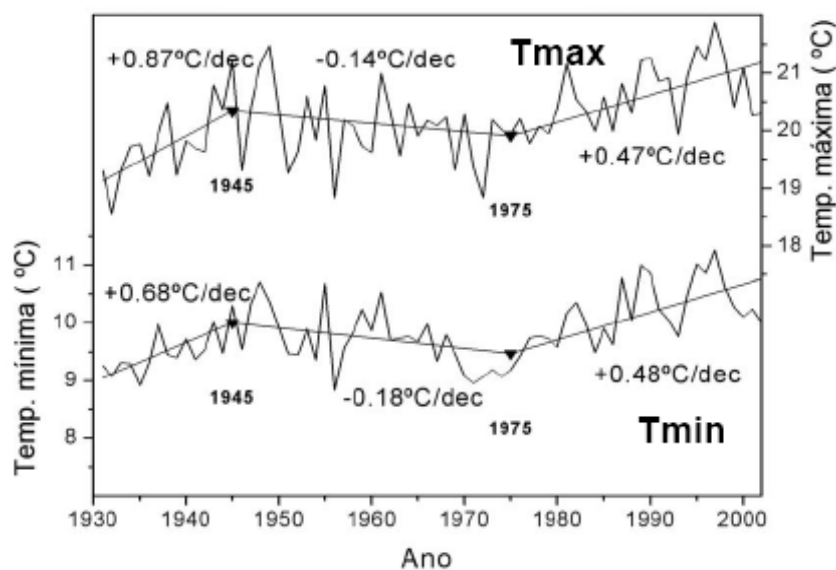
Na Europa, estes acréscimos são ligeiramente superiores aos verificados ao nível global, tendo sido mais pronunciados na Península Ibérica e no Noroeste da Rússia, como salienta o relatório da Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2004). Segundo esta fonte, desde o início do século XX, o valor médio de aumento de temperatura no continente europeu terá atingido  $0,95^{\circ}\text{C}$  quando a média mundial se terá situado apenas em  $0,6^{\circ}\text{C}$  (IPCC, 2001).

Em relação ao continente europeu, Miranda *et al.* (2006) alertam que o ano de 2003 terá sido o mais quente dos últimos 500 anos, tendo resultado numa das piores épocas de incêndios de sempre e complicações de saúde generalizadas devido à onda de calor. Esta situação foi particularmente sentida em Portugal e Espanha, e noutros países do Sul da Europa.

Para Portugal, os resultados do projecto SIAM-II indicam que ao longo do século XX (1931-2000), houve um aumento da temperatura média, mais pronunciada sensivelmente a partir da década de 70, em que esta variável terá subido em todas as regiões de Portugal Continental a uma taxa de  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{década}$ , situando-se neste período bastante acima do valor médio mundial, de cerca de  $0,17^{\circ}\text{C}/\text{década}$  (IPCC, 2001).

Os resultados deste projecto demonstram também que as temperaturas máximas e mínimas têm aumentado significativamente nos últimos 27 anos em Portugal. Se analisarmos a tendência geral apresentada para as regiões portuguesas para este período, observa-se que este aumento foi ligeiramente maior para a temperatura mínima ( $+0,48^{\circ}\text{C}/\text{década}$ ), como observamos pela análise do gráfico da figura 1.8, retirado deste estudo.

Já para Espanha, os dados estatísticos apresentados por Vide *et al.* (2007) com base nos trabalhos de Raso (1997); Labajo e Piorno (1998); Labajo e Piorno (2001); Galan *et al.* (2001); Cañada *et al.* (2001); Abaurrea *et al.* (2001); Brunet *et al.* (2006); indicam que no cômputo geral das regiões espanholas (excepto na Galiza) terá existido um significativo aumento da temperatura média, nomeadamente a partir de 1970. Relativamente às temperaturas máximas e mínimas neste país, estas terão aumentado a uma taxa de  $0,6^{\circ}\text{C}/\text{década}$ , em ambos os casos, o que denota uma semelhança com o caso português visto anteriormente.



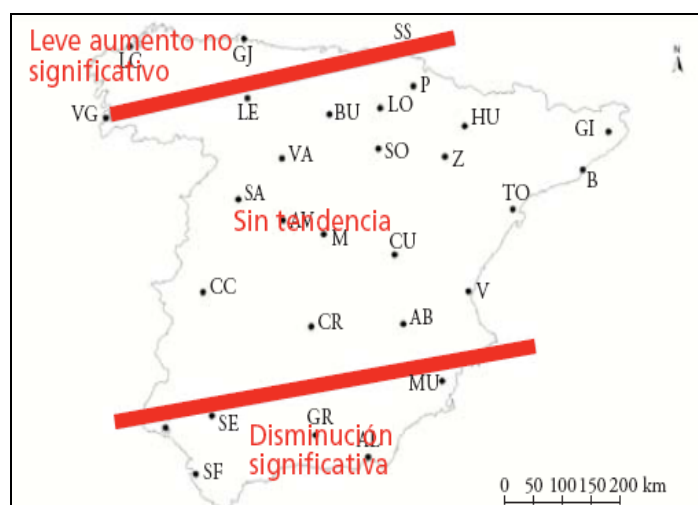
**Figura 1.8: Temperaturas máxima e mínima em Portugal Continental no período 1930-2000 (Miranda *et al.*, 2006)**

### 1.2.2 Variável Precipitação

Em relação à precipitação, os últimos dados para o período 1900-2005, do relatório do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas, de 2007, demonstram que tem havido uma disposição assimétrica do comportamento desta variável que tem vindo a acentuar-se em termos regionais. Como afirma esta fonte, observa-se neste período uma tendência significativa de diminuição da precipitação, principalmente na região do Sahel, no Mediterrâneo, em todo o Sul de África e nas regiões do Sul da Ásia. De forma inversa, terão sido observados aumentos em todo o continente Americano (Norte e Sul), no Norte e Centro da Europa e também no Norte e Centro da Ásia.

Em Portugal, ao longo do século XX, as variações na precipitação em termos anuais não evidenciam nenhuma tendência definida, como expõem os autores Miranda *et al.*, 2006. Contudo, em termos sazonais, em todas regiões do continente registaram-se diminuições desta variável no fim do Inverno (em Fevereiro) e no início da Primavera (em Março), situação que tem vindo a agravar-se nos últimos anos.

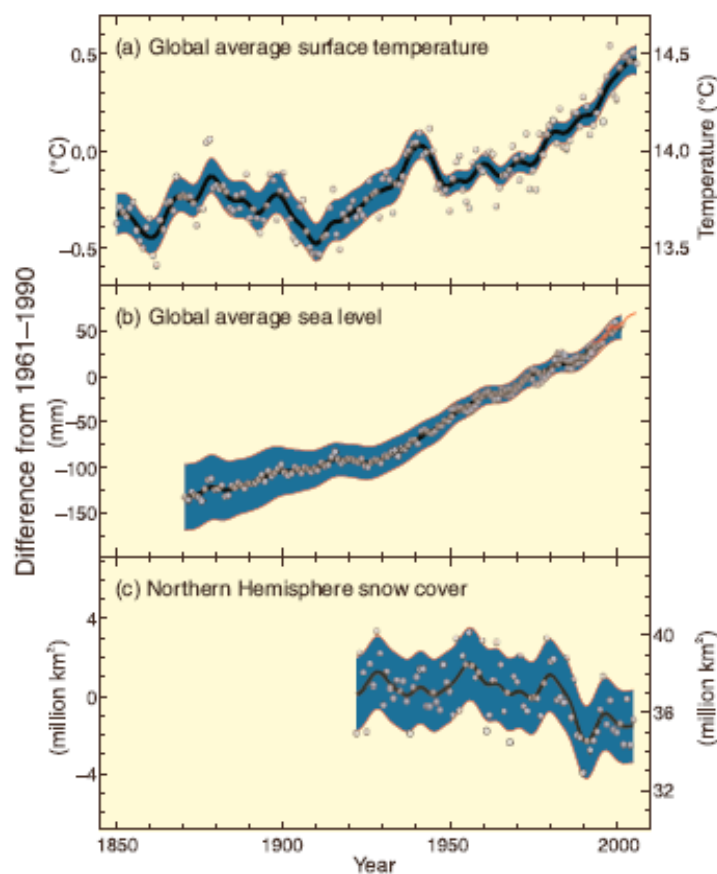
Já em Espanha, apesar da variabilidade regional que caracterizou a evolução desta variável ao longo do século XX, os autores Vide *et al.* (2007), com base nos estudos de Querada e Monton (1997) e de Wheeler e Martin Vide (1992), referem que terá havido uma diminuição significativa da precipitação em termos médios nas regiões do Sul e um ligeiro aumento, ainda que não significativo, na região noroeste da Galiza (como observamos pela análise da figura 1.9). Para além disto, estes autores acrescentam ainda que no cômputo geral das regiões Espanholas, observa-se uma tendência de redução da precipitação na Primavera, sobretudo no mês de Março (Trigo *et al.*, 2006), situação que é semelhante à encontrada para o caso português.



**Figura 1.9: Tendências na Precipitação em Espanha desde finais do século XIX até finais do século XX (Vide *et al.*, 2007)**

### 1.2.3 Outras variáveis

Em relação ao nível médio do mar, o último relatório IPCC indica que este terá aumentado, desde o último terço do século XIX até à actualidade e em termos totais, cerca de 0,17 [0,12 a 0,22] metros, segundo dados provenientes de marégrafos. Na origem deste aumento, estará, segundo Santos (2006), a expansão da camada superficial dos oceanos em resposta aos aumentos de temperatura verificados ao nível global e devido aos degelos que actualmente se verificam em diversas partes do planeta. Nos últimos anos, esta fonte alerta que esta tendência tem vindo a acentuar-se. O IPCC expõe que no período de 1961 a 2003 foi observado um aumento de 1,8 [1,3 a 2,3] milímetros /ano, o que compara com 3,1 [2,4 a 2,8] mm/ano registados no período de 1993 a 2003 (ver fig. 1.10 - gráfico b).



**Figura 1.10: Tendências históricas para as principais variáveis climáticas<sup>xvii</sup> desde meados do século XIX: a) temperatura média global, b) nível médio do mar e c) cobertura de neve no hemisfério Norte (IPCC, 2007a)**

Em relação à cobertura de neve e de gelos, os dados mais recentes do IPCC, provenientes de observações de satélites, indicam que nos últimos dez anos (1995-2005), a extensão desta variável no hemisfério norte é inferior à média do período 1974-1994 (ver figura 1.10 - gráfico c). Na Europa, segundo o projecto SIAM-II, “oito em cada nove glaciares estão a recuar e de 1850 a 1980 os glaciares dos Alpes perderam aproximadamente um terço da

sua área e cerca de metade da sua massa. Após 1980 perderam mais 20 a 30% da restante massa de gelo”. Nas regiões polares, por sua vez, “a área de gelos marítimos estivais no Ártico reduziu-se de 16 a 20% nos últimos 30 anos” enquanto que “na Gronelândia a área da camada de gelo anualmente sujeita à fusão durante o Verão aumentou 16% de 1979 a 2002”, como refere Santos (2006) baseado no relatório sobre potenciais efeitos das alterações climáticas do *Jackson Environmental Institute* (ACIA, 2004).

### **1.3 As projecções para o futuro**

Em relação ao futuro, a revisão da literatura aponta para um agravamento da tendência de aquecimento verificada ao nível global. Os cenários climáticos do IPCC ainda são bastante incertos e estão profundamente dependentes da evolução da economia mundial. Em face deste enquadramento, apresentamos nas próximas subsecções, um resumo detalhado das principais disposições para o comportamento do clima mundial até 2100, dando particular relevância aos cenários existentes para a Península Ibérica.

#### **1.3.1 Variável Temperatura**

Em relação à temperatura média global, o IPCC apresenta um cenário de aumento até 2100 entre 1,1°C a 6,4°C, relativamente ao comportamento histórico desta variável no período 1980-1999 (IPCC, 2007b). A anterior projecção antevia um crescimento menor entre 1,4°C a 5,8°C, relativamente à média de 1961 a 1990 (IPCC, 2001 – figura 1.1). Em termos regionais, estes aumentos projectados são ligeiramente superiores na Europa, entre 2,0°C a 6,3°C (ACIA, 2004), situação que se verifica também para o Ártico prevendo o IPCC que esse incremento se situe em termos médios nesta região entre 4°C a 7°C.

Na Península Ibérica, “os cenários climáticos para as próximas décadas apresentam as mesmas incertezas que têm as projecções para o clima mundial, todavia ampliadas pela diversidade climática existente, nomeadamente em Espanha”, como introduz Vide *et al.* (2007). Apesar desta condicionante, a revisão da literatura demonstrou algumas tendências para o futuro comuns entre estes dois países.

Para Portugal, os resultados do Projecto SIAM-II (Miranda *et al.*, 2006) indicaram que: “todos os modelos, em todos os cenários, prevêm um aumento significativo da temperatura média em todas as regiões de Portugal até ao fim do século XXI”. O mesmo autor especifica que a maioria dos resultados obtidos prevê, para o nosso país, aumentos da temperatura máxima no Verão de 3°C na zonas costeiras e 7°C no interior, o que a verificar-se aumenta a probabilidade de incidência de incêndios florestais, ondas de calor e risco acrescido de períodos de seca. Nas regiões autónomas da Madeira e Açores, os aumentos projectados são menores, de 2°C a 3°C e de 1°C a 2°C, respectivamente;

Para Espanha, o estudo de Moreno (2005) comparando a evolução desta variável no último terço do século XXI com a sua evolução em igual período do século XX (1961-1990), projecta para as regiões espanholas uma maior tendência de aquecimento no interior do que nas zonas costeiras, sendo esses crescimentos mais pronunciados no Verão (entre 4°C a 6°C) do que no Inverno (entre 2°C a 3°C). Nas regiões insulares, esta propensão é mais moderada, tal como se verifica também para os arquipélagos dos Açores e da Madeira, no caso português.

### **1.3.2 Variável Precipitação**

No que respeita à evolução da precipitação global até 2100, os cenários apontam em termos genéricos para um incremento desta variável nas latitudes mais elevadas, especialmente no Sudeste da Ásia e de forma inversa, uma diminuição desta variável ao nível das latitudes médias, particularmente na Amazónia e no Sul da Europa (Santos, 2006).

Para Portugal, em termos anuais, os autores Veiga da Cunha *et al.* (2006) referem a possibilidade de aumento ligeiro desta variável nas regiões do Norte e de uma possível redução nas regiões do Centro e do Sul até 2100. Na Península Ibérica, neste período, é previsível uma redução da precipitação, especialmente na Primavera e no Verão, como resulta da comparação dos resultados dos modelos regionais apresentados por Vide *et al.* (2007) e por Miranda *et al.* (2006). De acordo com estes autores, deverá ocorrer para Portugal Continental uma redução desta variável, em termos anuais, de 20% a 40%, sobretudo nas regiões do Sul enquanto que para Espanha esse intervalo é menor, entre 5% a 20% para o cômputo geral das regiões espanholas (com excepção das Ilhas Canárias em que as reduções são menores).

### **1.3.3 Outras variáveis**

Para além destas projecções apontadas para as principais variáveis climáticas, existem referências na literatura sobre um possível aumento do nível médio do mar em termos globais entre 0,09 a 0,88 metros até 2100 <sup>xviii</sup>, situação que se perspectiva que venha a acontecer também para a Península Ibérica (Santos, 2006; Miranda, 2006; Vide *et al.*, 2007). Concomitantemente, todos estes autores referem um possível agravamento dos degelos já existentes nos glaciares de montanha na Europa, no Ártico e na Gronelândia, decorrente do incremento da temperatura média global. A verificarem-se estes cenários, o aquecimento global representará consequências muito sérias ao nível ambiental, ao nível económico mas também ao nível social. A Península Ibérica, no contexto europeu, será das zonas mais afectadas pelos efeitos negativos desta problemática.

#### **1.4 Síntese**

A teoria do aquecimento global e a questão das alterações climáticas são hoje atribuíveis a influência do homem sobre o sistema climático, devido às emissões de GEE que resultam das suas actividades, especialmente as de CO<sub>2</sub>. Estes gases, provêm essencialmente da queima de combustíveis fósseis ligada ao desenvolvimento industrial e às alterações do uso do solo, sobretudo do aumento da desflorestação.

Em resultado deste forçamento, tem-se verificado uma resposta do sistema climático no sentido do aquecimento ao nível global, observado a partir de medições directas, desde meados do século XIX até à actualidade. Os dados estatísticos apresentados no último relatório do IPCC, publicado em 2007, apontam para mudanças significativas nas principais variáveis que caracterizam o clima ao longo deste período, alertando para aumentos da temperatura média e do nível médio do mar, variações na distribuição da precipitação em termos regionais e sinais de degelos nos glaciares, especialmente nas últimas décadas. Na Península Ibérica, o comportamento da temperatura ao longo do século XX é semelhante ao padrão global, sendo mais acentuado a partir de 1970. Esta variável terá registado nas últimas décadas uma subida, em todas as regiões portuguesas e espanholas, a uma taxa anual mais elevada do que a registada para a média mundial. No que se respeita à precipitação, apesar da assimetria regional, parece haver uma redução desta variável nas últimas décadas especialmente no final do Inverno e no início da Primavera (mês de Março), tanto em Portugal como em Espanha, como mencionam a maioria dos autores revistos.

Para o futuro, os modelos climáticos projectam um agravamento destas tendências. Em termos globais, para a temperatura a projecção até 2100 é de aumento em termos médios, entre 1,1°C e 6,4°C. A maioria dos modelos prevê para o nosso país aumentos da temperatura máxima no verão de 3°C nas zonas costeiras e de 7°C no interior, o que a verificar-se aumentaria a probabilidade de incidência de incêndios florestais, ondas de calor e risco acrescido de períodos de seca extrema.

## 2 A ECONOMIA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

*“Climate change presents a unique challenge for economics: it is the greatest and widest-ranging market failure ever seen. The economic analysis must therefore be global, deal with long time horizons, have the economics of risk and uncertainty at centre stage and examine the possibility of major, non-marginal change”.*

Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change*, 2006

O segundo capítulo apresenta uma perspectiva sobre o potencial papel da economia na estratégia de mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Começa-se por fazer um levantamento dos impactos das alterações climáticas, destacando as suas repercussões ao nível global e também para a Península Ibérica. Num segundo momento é dada ênfase ao potencial papel da ciência económica na sua mitigação, seja através da modelização dos custos das políticas envolvidas ou da criação de incentivos económicos, que uma vez aplicados às políticas de protecção climática, possam levar à redução das emissões de GEE cumprindo os critérios de eficiência e eficácia.

### **2.1 Os impactos das mudanças climáticas**

Vimos ao longo do capítulo anterior que a influência do homem sobre o sistema climático tem provocado alterações no clima global, sobretudo nas últimas décadas. Os dados estatísticos evidenciam aumentos da temperatura média e do nível médio do mar em diversas regiões mundiais, uma disposição cada vez mais assimétrica no padrão de precipitação e sinais de degelos dos glaciares. Vimos também, em relação ao futuro, que os modelos apontam para um agravamento destas tendências, o que a verificar-se terá impactos bastante significativos sobre o ambiente, sobre o crescimento económico e também sobre a sociedade (ver os exemplos destes problemas associados aos cenários de aumentos da temperatura na figura 2.1, no final desta secção).

Neste contexto, Santos (2006) refere que os países mais vulneráveis às consequências das alterações climáticas são aqueles que, quer pela sua situação geográfica ou quer pelas suas condições económicas, sociais ou tecnológicas terão menor capacidade de se adaptar às consequências mais adversas deste fenómeno.

Ao nível sectorial, este autor refere igualmente que os sectores económicos do turismo, da produção/consumo de energia e da agricultura/silvicultura serão os mais afectados pelos efeitos das mudanças climáticas, verificando-se também consequências sobre os meios ambientais (recursos hídricos, ecossistemas, zonas costeiras) e também sobre a saúde humana.

Em face deste enquadramento e das suas consequências para o crescimento económico, apresentamos nas próximas secções uma breve descrição dos potenciais impactos das alterações climáticas, numa fase inicial para as principais regiões mundiais e, numa fase posterior, para os principais sectores na Península Ibérica.

### ***2.1.1 Os impactos ao nível global***

Em relação ao continente africano, devido ao atraso económico e ao fraco desenvolvimento tecnológico, Santos (2006) caracteriza esta região mundial como bastante vulnerável aos efeitos das alterações climáticas. Este autor comenta que salvo algumas excepções, a grande generalidade dos países africanos apresenta uma agricultura pouco desenvolvida e uma economia débil, condições de vida precárias das populações e uma forte exposição a fenómenos climáticos adversos, de secas (e.g. Somália) ou de cheias (e.g. Moçambique).

O projecto SIAM-II alerta também para a possibilidade da desertificação acelerada nas regiões do Norte, Sul e Oeste do continente africano, decorrente de uma diminuição da precipitação e de aumentos de temperatura previstos até ao final deste século. A verificarem-se estes cenários, poderão aparecer novos conflitos pelo domínio dos recursos hídricos – é conhecido neste continente, por exemplo, a tensão entre a Etiópia e o Egipto pelo domínio do rio Nilo bem como entre a Namíbia e Angola, na questão do rio Cuíto.

Para o futuro, neste continente, os resultados dos modelos climáticos do último relatório do IPCC apontam para um agravamento dos problemas de escassez de água até 2100 e para uma diminuição da produtividade agrícola em 50% devido às mudanças climáticas, estimando-se que poderão vir a ser atingidas entre 75 e 220 milhões de pessoas já nos próximos 20 anos. Em termos económicos, esta fonte aponta que até ao final do presente século, os custos totais das alterações climáticas possam atingir entre 5-10% do Produto Interno Bruto (PIB) Africano.

Para o continente Asiático, os impactos serão bastante diferenciados, ainda assim, o último relatório do IPCC, publicado em 2007, apresenta os traços gerais dos principais efeitos previstos para estes países. Esta fonte destaca que, por volta de 2050, a disponibilidade de água na Ásia deverá decrescer, especialmente no Centro, no Sul e no Sudeste Asiático. O degelo dos glaciares e a maior frequência de fenómenos climáticos extremos vão ter impactos negativos na agricultura, nos recursos hídricos, nas florestas e na biodiversidade, especialmente nos países em vias de desenvolvimento, como refere este relatório.

As populações que vivem nas zonas costeiras do Sul e do Sudeste Asiático, como por exemplo, no Bangladesh ou próximas dos megadeltas dos rios *Mekong*, *Amarelo*, *Yangtzé*, *Chao Phraya*, estarão em risco de sofrerem inundações frequentes devido aos aumentos do nível médio do mar, havendo uma probabilidade elevada de nestas regiões virem a ocorrer movimentos populacionais de massas, especialmente nas zonas costeiras.

Em relação à América do Norte, a vulnerabilidade face aos efeitos das alterações climáticas é geralmente menor, devido à elevada capacidade de adaptação destes países, quer ao nível tecnológico, quer ao nível económico e financeiro. Inclusive, algumas consequências destas mudanças serão bastante positivas para algumas regiões do Norte do Canadá, que com os aumentos de temperatura, poderão vir a tornar-se produtivas em termos agrícolas, como aponta o IPCC.

Na América do Sul, a vulnerabilidade é maior, uma vez que grande parte destes países é caracterizada por um fraco crescimento económico e tecnológico, o que pressupõe que a sua capacidade de adaptação aos impactos das alterações climáticas seja reduzida. Consequentemente, este relatório projecta para a maioria dos países da América Latina uma significativa perda de biodiversidade, sobretudo na parte leste da floresta tropical da Amazônia, uma diminuição da disponibilidade de água e uma redução significativa da produtividade agrícola. Poderá inclusive existir o perigo de fome em certas regiões em resultado destes impactos, IPCC (2007a).

Para as regiões polares, este relatório alerta para a possibilidade de reduções na espessura e extensão dos gelos, bem como de mudanças significativas nos ecossistemas terrestres e marinhos (sobretudo no Ártico). Em relação à Austrália e Nova Zelândia, esta fonte alerta que por volta de 2020, deverá existir uma perda significativa de biodiversidade em zonas específicas de valor ecológico elevado, como a Grande Barreira de Coral (património da humanidade desde 1981).

Em relação à Europa, a vulnerabilidade face às alterações climáticas é geralmente baixa devido à elevada capacidade de adaptação dos países europeus. Contudo, a revisão da literatura demonstrou que estes impactos não serão iguais em todas as regiões europeias, situação que decorre da diminuição da precipitação nas regiões do Sul e de um aumento

desta variável nas regiões do Norte. A verificar-se esta situação, aliado aos aumentos de temperatura e do nível médio do mar para que apontam os cenários, nas regiões do Sul haverá uma maior propensão a períodos de seca prolongada e por conseguinte uma menor disponibilidade de água. Poderá ocorrer uma redução da produtividade agrícola e uma perda efectiva de biodiversidade, como também efeitos negativos no turismo de Verão. Para além destas consequências, as ondas de calor, caso venham a ocorrer com maior intensidade e frequência, poderão trazer problemas para a saúde pública, bem como o maior risco de incêndios florestais (Santos, 2006; IPCC, 2007a).

Nas regiões do Norte, os efeitos serão basicamente os contrários. De acordo com estes autores, perspectivam-se aumentos da produtividade agrícola em resultado de uma maior disponibilidade de água nos solos e de aumentos na temperatura. Prevê-se igualmente um aumento da biodiversidade devido ao deslocamento dos ecossistemas de Sul para Norte e uma redução da taxa de mortalidade devido à redução dos períodos excessivamente frios, que serão cada vez em menor número. Para além destes impactos, referidos anteriormente, nas regiões montanhosas da Europa em que existam glaciares, está previsto uma redução da sua massa e uma perda de biodiversidade que, em alguns casos, poderá chegar aos 60% até 2080 (IPCC, 2007a).

### **2.1.2 Os impactos na Península Ibérica**

Os cenários para o século XXI sugerem para a Península Ibérica aumentos da temperatura média e uma tendência de variação da precipitação bastante assimétrica. Apesar da elevada capacidade de adaptação destes dois países, os impactos serão mais negativos do que positivos e vão ser sentidos sobretudo ao nível dos sectores do Turismo, da produção/consumo de energia, da Agricultura e da Silvicultura, e noutros sectores não económicos, como nos recursos hídricos, nas zonas costeiras e também ao nível da saúde humana.

Em relação ao Turismo, os impactos na Península Ibérica serão na sua maioria negativos. O aumento da frequência e intensidade das ondas de calor (principalmente no Verão) e a redução da precipitação no Centro e Sul, previstos para Portugal, poderão vir a prejudicar nas próximas décadas certas actividades económicas relacionadas com o sector turístico (como por exemplo a actividade hoteleira e a prática do *Golf*). Também para Espanha se verifica esta disposição, alertando Vide *et al.* (2007) para a possibilidade destes efeitos se fazerem sentir no Turismo de Inverno, devido à redução da extensão e espessura da neve prevista para certas regiões espanholas caracterizadas por esta actividade económica.

O sector energético poderá vir igualmente a ser afectado pelos impactos das alterações climáticas. A menor disponibilidade de água no futuro devido à redução da precipitação

poderá reduzir a recarga e o escoamento dos recursos hídricos, especialmente nas regiões do centro e do Sul da Península Ibérica (Veiga da Cunha *et al.*, 2006). Uma diminuição no caudal dos rios afectará assim o potencial de produção de energia hídrica nestas regiões. (Moreno, 2005).

Em relação ao consumo de energia, esperam-se igualmente impactos negativos resultantes do aumento das necessidades de climatização no Verão e impactos positivos decorrentes da redução das necessidades de climatização no Inverno (Aguiar *et al.*, 2006). Porém, na opinião deste autor, os aumentos do consumo energético dos meses mais quentes irão exceder a redução da procura que se irá verificar no futuro nos meses mais frios (i.e. haverá uma deslocação do pico de consumo de electricidade para o verão, agravando a pressão sobre o sistema eléctrico neste período).

Podemos afirmar que a verificarem-se cenários de redução da precipitação e uma menor disponibilidade de água (nomeadamente nas regiões Centro e Sul da Península Ibérica), isso afectará a produtividade agrícola e florestal (Santos Pereira *et al.*, 2006; Aguiar Pinto *et al.*, 2006; Vide *et al.*, 2007). Tal cenário, aliado ao problema dos incêndios e do aumento da incidência de pragas, terá seguramente um impacto negativo no sector da agricultura e da silvicultura.

Na opinião destes autores, no caso do sector agrícola português, poderá haver uma redução da produtividade das culturas de trigo, de milho e de arroz e um aumento da produtividade das culturas de pastagens e de forragens. No caso do sector florestal português poderá existir, no futuro, uma migração de espécies florestais de Sul para Norte e do Interior para o Litoral. Para além disto, Santos Pereira *et al.* (2006), referem também um potencial aumento da produtividade da floresta de produção (eucalipto e pinheiro-bravo) no Norte e no Centro e uma redução da produção destas espécies nas regiões do Sul.

Em relação à zona costeira portuguesa, os resultados do projecto SIAM-II apontam para um potencial aumento do nível médio do mar entre 0,6 a 1,0 metros, havendo ao mesmo tempo uma maior propensão a temporais. Esta tendência verifica-se também para Espanha. Segundo Vide *et al.* (2007), nas zonas costeiras aumentará o risco de inundações e de erosão das praias com implicações para os povoamentos humanos e para o retrocesso dos deltas. Nas zonas mais baixas em Espanha: *Delta do Ebro, Llobregat, Manga del Mar Menor e costa Doñana*, poderá haver um risco elevado de inundações no futuro nomeadamente ao nível das construções junto da costa, situação que se verifica também nalgumas zonas da costa portuguesa (principalmente na região centro).

No que respeita à saúde humana, devido às projecções de aumentos de temperatura apontadas pelos modelos climáticos, os autores Calheiros *et al.*, (2006) e Vide *et al.*, (2007) referem a possibilidade de “diminuição do número anual de dias com *stress* térmico pelo

frio” e um “aumento do número anual de dias com *stress* térmico pelo calor”, tanto para Portugal como para Espanha. Em resultado, poderá ser esperado um aumento dos custos de cuidados de saúde, podendo haver inclusive, um aumento da taxa de mortalidade em consequência do aumento da frequência e intensidade das ondas de calor. Para além destes cenários, é referida a possibilidade de aumento generalizado em Portugal, do risco de transmissão de *Leishmaniose*<sup>i</sup>, sobretudo na Primavera, no Verão e no Outono.

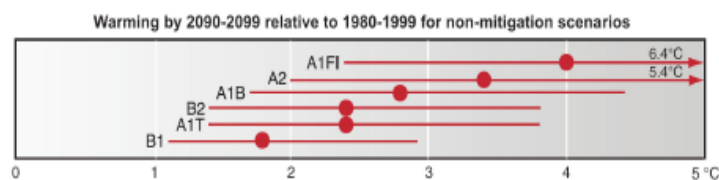
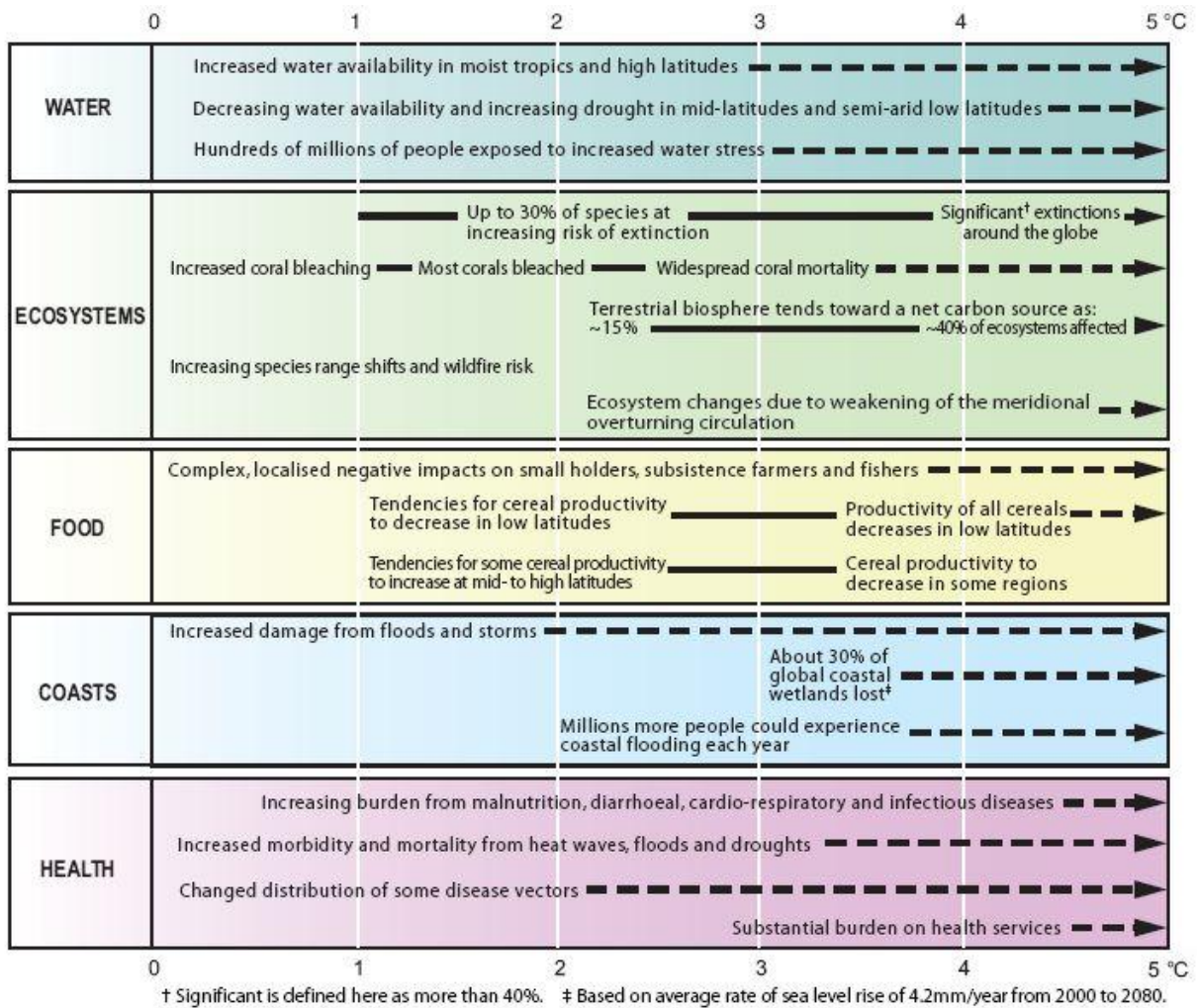


Figura 2.1: Exemplos de impactos associados com os cenários de aumentos da temperatura até 2100, entre 1,1°C a 6,4°C<sup>ii</sup> (IPCC, 2007 b)

## 2.2 O papel da ciência económica

Quando se pretende definir uma estratégia de modo a evitar a concretização dos cenários apresentados e das suas consequências globais, importa numa fase inicial perceber qual o papel atribuído à economia no debate em torno das alterações climáticas.

Podemos afirmar que a título individual não será porventura esta ciência quem dispõe dos instrumentos suficientes para avaliar as evidências científicas das mudanças climáticas. Vimos, no capítulo anterior, que esta tarefa está mais ligada às ciências que se dedicam ao estudo do planeta Terra, como por exemplo, a climatologia, a geofísica, a meteorologia, entre outras. Porém, a partir do momento que este fenómeno é bastante influenciado pelas actividades humanas, a economia enquanto ciência social, através dos seus conceitos e das suas metodologias de análise, terá com certeza uma opinião válida neste debate.

A revisão de literatura demonstrou a existência de diversos autores que consideram importante a aplicação da abordagem económica na política de ambiente (Pearce e Turner, 1990; Hahn e Stavins, 1992; Hanley *et al.*, 1997; Santos e Antunes, 1999; Pearce e Barbier, 2000; Stavins, 2001; Hussen, 2004 e Tietenberg, 2006). Estes trabalhos destacam que a grande vantagem da abordagem económica reside na sua aptidão para identificar e corrigir as causas económicas dos problemas ambientais.

Vimos no capítulo anterior que as causas das mudanças climáticas que se verificam actualmente em diversos pontos do globo provêm, fundamentalmente, das emissões de gases com efeito de estufa, especialmente de CO<sub>2</sub>. Estas têm como principal origem os sectores da actividade económica caracterizados pela combustão de combustíveis fósseis ou então poderão resultar também de alterações de usos dos solos, sendo um dos principais motivos a desflorestação.

À semelhança de outros problemas ambientais, as alterações climáticas provocadas por estas actividades são enquadradas à luz da teoria económica como um exemplo de “falhas de mercado”<sup>iii</sup>, envolvendo externalidades e bens públicos (Stern, 2006). As externalidades surgem quando os custos ou benefícios privados diferem dos custos ou dos benefícios sociais (Samuelson e Nordhaus, 1998). Um dos principais exemplos desta afectação são os custos associados à poluição por parte de uma fábrica, em que a emissão de gases poluentes gera prejuízos para as populações sem que estas sejam objecto de qualquer compensação. Nestes casos, deixando-se funcionar livremente o mercado, este não consegue *per se* promover uma solução que seja óptima do ponto de vista da sociedade, havendo necessidade à intervenção de um regulador<sup>iv</sup>. Outros exemplos de “falhas de mercado” também referidos por estes autores são a existência de bens públicos, como por exemplo, a defesa nacional ou a existência de faróis ao longo da costa. Estes bens caracterizam-se por serem consumidos por todos os indivíduos de forma indivisível, não

podendo serem estes excluídos do seu consumo. Um dos principais problemas destes bens é a sua promoção eficiente nos mercados, dado que na ausência de intervenção do estado, que estimule a produção de bens públicos, os privados não terão um incentivo claro em contribuir para a sua provisão.

No caso das mudanças climáticas, fala-se em externalidades porque quem emite GEE está a impor custos (também alguns benefícios) às gerações presentes e futuras, sem que enfrente, quer seja pela via dos mercados, quer seja por outros meios, o custo total das suas acções, como nos explica Stern (2006). Neste caso, a teoria económica diz-nos que o grande problema são as vantagens obtidas por aqueles que não pagam os danos associados às emissões mas que beneficiam ao mesmo tempo da protecção do clima – o que geralmente os economistas denominam por *free-riders*. Esta situação acontece porque os impactos das alterações climáticas só serão plenamente sentidos no longo prazo, como também os seus custos ou benefícios totais, o que leva a que o incentivo à redução das emissões seja muito baixo sem intervenção de políticas públicas (Stern, 2006 em Pigou, 1912).

Por sua vez, é atribuída ao clima uma natureza de bem público à escala global. Este é considerado um bem público, uma vez que nenhum indivíduo se pode ver excluído dos benefícios da sua protecção e para além disso, o seu usufruto é não rival (i.e. o benefício individual da sua protecção em nada prejudica a capacidade de outros disporem dele), como refere Stern (2006), baseando-se no trabalho de Samuelson (1954). Em face desta situação, os mercados com especial relevância para as questões climáticas, como é o caso dos da energia, da inovação, das alterações dos usos do solo, entre outros, como refere este autor, não reflectem as consequências das escolhas alternativas, de consumo e investimento em bens ou serviços de baixa intensidade de carbono, a menos que exista uma orientação das políticas públicas nesse sentido.

Em face do exposto, consideramos que a abordagem da economia pode ter um papel fundamental na correcção destes problemas, seja através da determinação de objectivos políticos relacionados com as políticas de protecção climática (nomeadamente na determinação dos custos da sua acção ou da inacção), seja através da concepção e aplicação de incentivos económicos, que levem os agentes a reduzir as suas emissões de GEE, minimizando desta forma os danos causados pelas externalidades. Apresentamos uma visão geral destes contributos nas próximas secções.

### 2.2.1 A avaliação dos custos e benefícios

Devido à natureza de bem público atribuída ao clima e ao problema das externalidades, a implementação de uma política de protecção climática torna-se um desafio complexo, cuja abordagem implica a formulação de estratégias adequadas.

É comum serem referidas na literatura científica dois tipos de respostas para combater este problema: a mitigação e a adaptação. A primeira está mais relacionada com as políticas endereçadas à estabilização das emissões de GEE ou então, à sua redução no médio e longo prazo, enquanto que a segunda está mais ligada a processos de resposta, em que se procuram minimizar os efeitos dos impactos das alterações climáticas nos diversos sistemas naturais e sociais (Santos, 2006).

Na implementação destas estratégias estão envolvidos meios financeiros significativos que dificilmente serão abarcados sem uma análise criteriosa dos seus custos e dos seus benefícios. A economia tem tido nesta questão um papel fundamental, dado que as suas metodologias de análise têm permitido facultar aos decisores políticos valores para uma tomada de decisão mais informada sobre as políticas de mitigação a aplicar ou então sobre as infra-estruturas necessárias para uma adaptação adequada aos potenciais impactos das mudanças climáticas.

Na estimação destes custos aplicam-se geralmente modelos “*bottom-up*” ou “*top-down*”. Os primeiros, caracterizam-se por serem fundamentalmente estudos sectoriais que pretendem estimar o custo por tonelada da implementação de uma nova tecnologia ou de determinada medida, enquanto que os segundos são modelos macroeconómicos, sendo caracterizados por abrangerem uma vasta representação da economia e das suas interações com os mercados e com as emissões de GEE (Cunha e Sá, 2008; Real, 2008).

Com base nos resultados destes modelos, os últimos dados do IPCC revelam que existe um potencial considerável para a aplicação de políticas de mitigação nas próximas décadas. De acordo com esta fonte, por volta de 2030 os custos económicos da estabilização de GEE são estimados em cerca de 3% do PIB global (comparativamente a 1990), isto para uma trajectória da sua estabilização em torno das 450-710 ppmv, medidos em termos de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>v</sup> (Figura 2.2 – Coluna 1 e Coluna 3).

Stabilization levels (ppm CO <sub>2</sub> -eq)	Median GDP reduction <sup>d)</sup> (%)	Range of GDP reduction <sup>d), e)</sup> (%)	Reduction of average annual GDP growth rates <sup>d), f)</sup> (percentage points)
590-710	0.2	-0.6-1.2	<0.06
535-590	0.6	0.2-2.5	<0.1
445-535 <sup>g)</sup>	not available	<3	<0.12

**Figura 2.2: Custos da estabilização de GEE em 2030 e trajectórias óptimas (IPCC, 2007 b)<sup>vi</sup>**

Em relação a este assunto, o estudo de Stern (2006) sobre a *Economia das Alterações Climáticas*, um dos mais importantes desta área, concluiu que estabilizar as emissões por volta de 500-550 ppmv de CO<sub>2</sub> equivalente no futuro poderia ter um custo de apenas 1% do PIB global, sendo este valor estimado através de modelos de análise Clima-Economia<sup>vii</sup>.

Estes modelos caracterizam-se por estabelecer uma determinada relação entre os impactos das mudanças climáticas e seus custos para o crescimento económico, tendo um importante papel na confrontação dos custos da acção e da inacção, modelando-os de forma integrada. Os principais exemplos deste tipo de ferramentas são a aplicação do modelo PAGE2002<sup>viii</sup>, desenvolvido por Hope (2006); Plambeck *et al.* (1997); Plambeck e Hope (1995; 1996) ou então as recomendações de política apresentadas por Nordhaus (2006) através de uma actualização do seu modelo integrado DICE<sup>ix</sup> (Ver Nordhaus, 1993; Nordhaus, 1994; Nordhaus e Yang, 1996; Nordhaus e Boyer, 1999, Nordhaus, 2001).

Uma aplicação recente deste tipo de modelos (E3MG, MERGE, REMIND) desenvolvida por Knopf *et al.* (2008), simulando a trajectória da estabilização das emissões de GEE até 2100 em três cenários: 400 ppmv, 450 ppmv ou 550 ppmv de CO<sub>2</sub> equivalente, sugere que os custos<sup>x</sup> de estabilização do cenário mais baixo seriam de aproximadamente 2,5% do PIB global, até 2100, como podemos observar na figura (2.3).

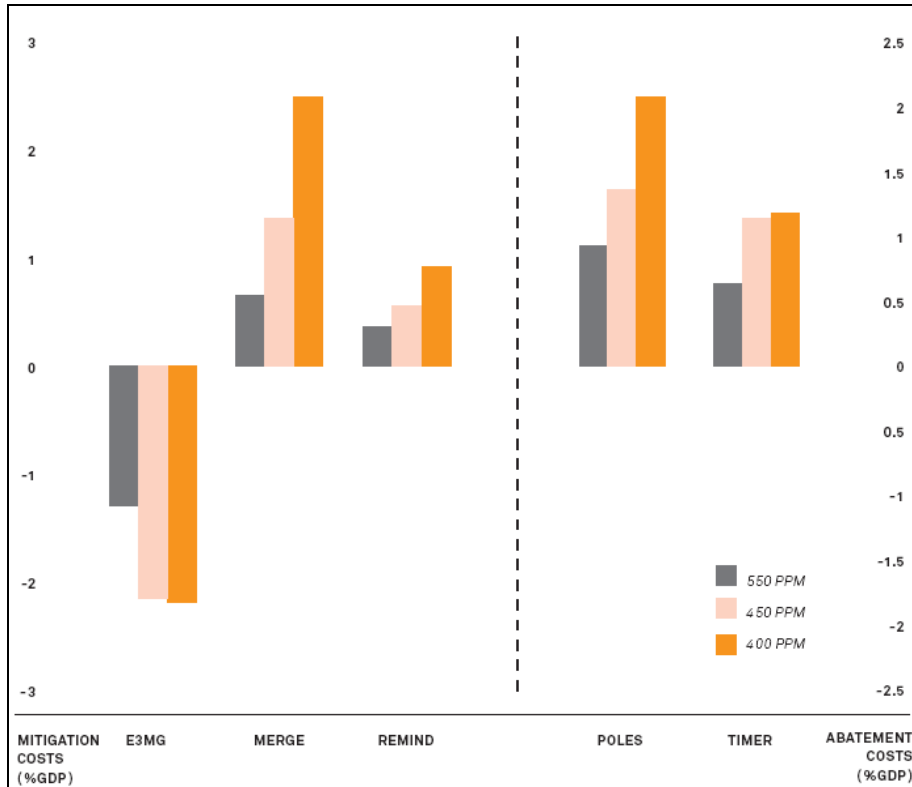


Figura 2.3: Custos da estabilização de GEE em 2100 e seus cenários (Knopf *et al.*, 2008)

Em face do exposto, tanto Azar e Schneider (2002) como Arrow (2007) ou Stern (2006; 2008) referem que os custos da inacção são bastante superiores aos custos da acção. Estes últimos autores referem especificamente que os custos da inacção, caso as emissões continuem a aumentar em termos de paradigma actual vigente de crescimento económico (o que se costuma referir como *business as usual*), poderiam representar nos próximos 200 anos, uma perda de 15% do consumo global *per capita*, ao longo deste período, existindo a possibilidade de os danos atingirem no futuro 20% do PIB, caso as emissões continuem a aumentar sem políticas de mitigação eficientes e globais.

### **2.2.2 O apoio às políticas de mitigação**

Para além da estimação entre custos e benefícios, a economia pode dar um contributo importante na concepção de instrumentos que possam ser aplicados às políticas de mitigação climática.

Em termos práticos, a criação da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações climáticas (CQNUAC em diante), assinada no âmbito da Cimeira da Terra do Rio de Janeiro em 1992, constituiu umas das primeiras abordagens para se definir uma estratégia global concertada para a mitigação do problema das mudanças climáticas. Tendo entrado em vigor em 1994, a CQNUAC tem como objectivo a estabilização da concentração na atmosfera de GEE a um nível que evite uma interferência perigosa das actividades humanas sobre o sistema climático (Santos, 2006).

Para este efeito, foram definidos compromissos gerais, mas não vinculativos, entre os seus signatários para uma limitação destas emissões para os níveis verificados em 1990, tarefa que seria levada a cabo pelos países desenvolvidos (listados no anexo I desta convenção). Faziam parte deste grupo<sup>xi</sup> os países pertencentes à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), em 1992, conjuntamente com as economias em transição (e.g. Rússia, Países da Europa Central e de Leste e Países Bálticos<sup>xii</sup>). Os restantes países, não constantes deste anexo I, correspondiam às economias em vias de desenvolvimento<sup>xiii</sup>, que devido às suas condições económicas e financeiras não foram incluídas neste esforço de mitigação<sup>xiv</sup> (Real, 2008).

Na terceira conferência da CQNUAC, realizada em 1997, foi adoptado o Protocolo de Quioto (PQ em diante). Tendo entrado em vigor em 2005, o seu objectivo é o mesmo desta convenção, contudo neste caso os compromissos são vinculativos e obrigam a uma redução das emissões de GEE<sup>xv</sup> para o conjunto dos países desenvolvidos, de cerca de 5% no período de cumprimento de 2008-2012, relativamente às suas emissões verificadas em 1990.

De forma a agilizar este processo e reconhecendo as implicações que estas medidas têm em termos de custos de cumprimento, foram criados pelo PQ determinados “mecanismos de flexibilidade”, que permitem aos países desenvolvidos trocar licenças de emissão entre si e obter ganhos de reduções de emissões de GEE nos países em vias de desenvolvimento ou então nas economias em transição.

Um dos mecanismos mais importantes criados pelo PQ é a possibilidade de comércio de emissões, permitindo aos países desenvolvidos (listados no anexo I), a troca de licenças de emissão entre si em mercados criados para o efeito (analisaremos esta questão na última secção deste subcapítulo). Para além deste instrumento foi criado também o “Mecanismo de Implementação Conjunta”, que permite aos países deste anexo a possibilidade de implementação de projectos partilhados que visem a redução das suas emissões ou então o aumento da capacidade de remoção dos sumidouros existentes.

Por fim, de modo a contribuir para um crescimento sustentável nos países em vias de desenvolvimento, foi criado igualmente pelo PQ o “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”. Este visa estimular os países do anexo I a desenvolverem projectos que visem a redução das emissões nos países em vias de desenvolvimento, permitindo-lhes desta forma receber em troca direitos correspondentes às emissões reduzidas ou removidas por meio destes investimentos (Grubb, 2004; Real, 2008).

Apesar do potencial introduzido através destes “mecanismos de flexibilidade”, o PQ tem sido bastante limitado no que respeita à redução eficaz das emissões globais de GEE, principalmente de CO<sub>2</sub>, como refere a Agência Internacional da Energia (2008a), IEA<sup>xvi</sup> em diante. A principal razão apontada por esta organização internacional para esta situação reside no facto de os principais poluidores estarem ausentes do esforço de mitigação, como por exemplo, os Estados Unidos da América e grande parte dos países emergentes (e.g. China e Índia), cujo rápido crescimento económico, demográfico e tecnológico tem levado ao crescimento muito significativo das suas emissões (figura 2.4).

A União Europeia (UE em diante), neste contexto, tem assumido um papel bastante importante no que respeita a aplicação do PQ e o desenvolvimento de acções políticas que visem a mitigação das emissões de GEE. Em 1998, o Conselho Europeu assume o compromisso da redução em cerca de 8%, relativamente a 1990, destas emissões para 15 estados membros, sendo que individualmente cada um tem o seu próprio objectivo de redução de emissões (figura 2.4). Esta distribuição foi feita consoante a sua contribuição para este acordo, baseada no princípio da partilha de responsabilidade ou *Burden Sharing*. Recentemente, o Parlamento Europeu aprovou um pacote legislativo “Clima-Energia”, em que a UE compromete-se a reduzir em 20% até 2020, as emissões de GEE relativamente aos níveis de 2005<sup>xvii</sup>.

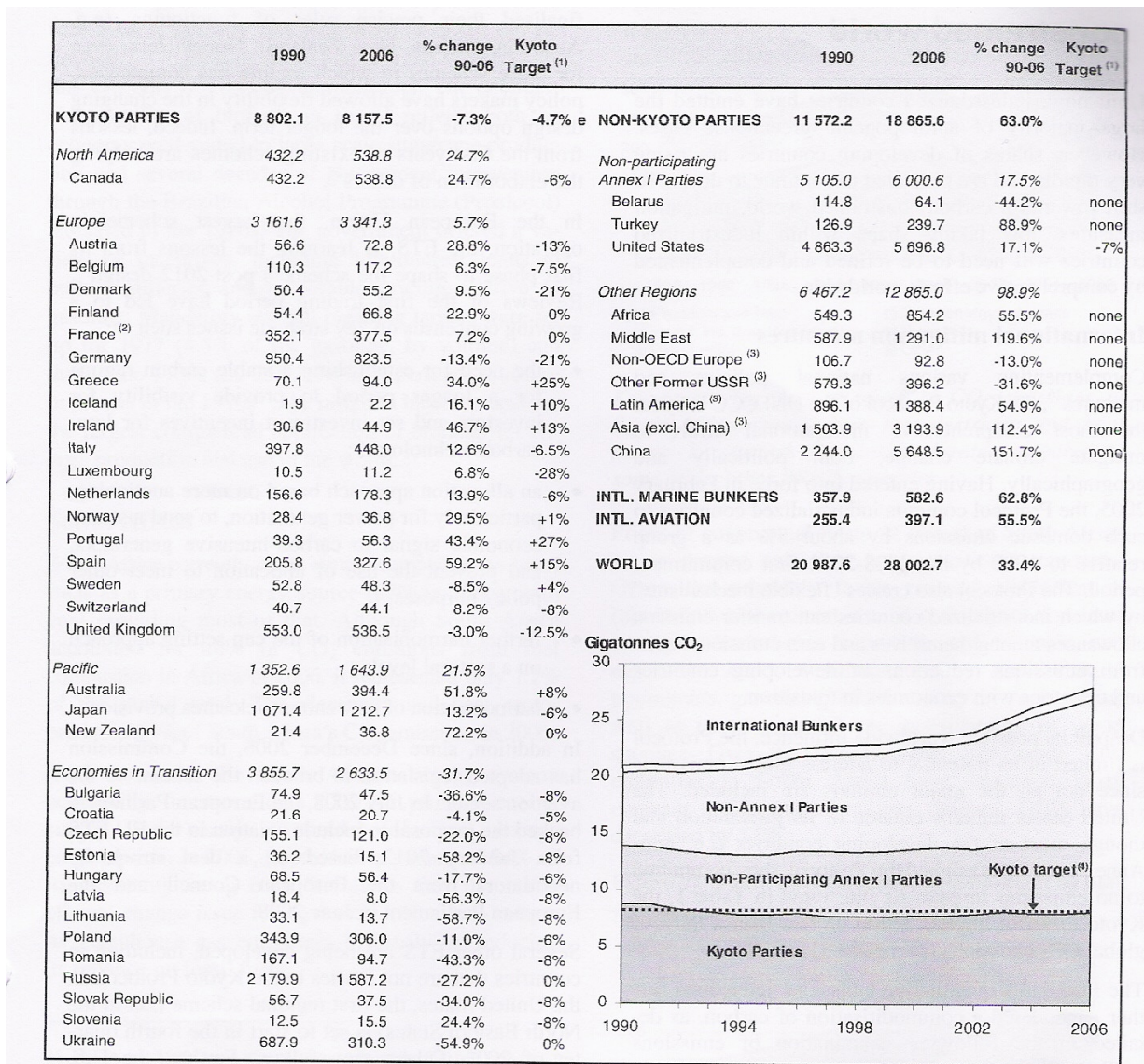


Figura 2.4: Objectivos de Quioto<sup>xviii</sup> e emissões globais de CO<sub>2</sub> (IEA, 2008a)

Face a estes objectivos expostos, as autoridades ambientais têm a sua disposição diversos tipos de instrumentos de política ambiental para induzir nos agentes uma redução nas suas emissões de GEE, sendo os mais importantes os instrumentos de comando e controlo e os instrumentos económicos ou de mercado.

Os instrumentos de comando e controlo (ICC em diante) caracterizam-se por terem uma abordagem de regulamentação directa, efectuando o controlo através da quantidade. Introduzidos nos anos 60, estes foram os primeiros instrumentos a ser aplicados pelas autoridades ambientais, quando a pressão das actividades económicas exigia uma intervenção pronta para minimização dos impactos no ambiente. Podemos afirmar que este tipo de instrumentos tem sido o mais aplicado na maioria dos países para a resolução dos problemas ambientais, tendo como principais exemplos da sua utilização: as normas de emissão, as proibições, as quotas, as normas tecnológicas e as normas de qualidade ambiental (Real, 2008).

De forma resumida, podemos afirmar que a principal vantagem destes instrumentos (ICC) reside na sua eficácia ambiental, todavia são apontados pelos autores revistos (Santos e Antunes, 1999; Stavins, 2001) como tendo uma fraca eficiência económica, tanto no curto como no longo prazo. Esta desvantagem está ligada sobretudo à sua forma de actuação pouco flexível, implicando que todos os agentes procedam ao cumprimento do objectivo ambiental da mesma maneira, não havendo uma consideração por parte das autoridades ambientais dos custos específicos que cada agente incorre no seu cumprimento. Os economistas têm vindo a afirmar que a sua aplicação gera distorções nos mercados que poderão por em causa a concorrência ou mesmo a sobrevivência de certas actividades económicas.

Em face disto, têm vindo a ganhar importância a adopção de instrumentos económicos ou de mercado (IE em diante). As vantagens da sua aplicação justificam o seu uso em detrimento das abordagens de comando e controlo, sendo apontados como mais eficientes em termos económicos, tanto em termos estáticos como em termos dinâmicos (Santos e Antunes, 1999; Stavins, 2001). Estes autores referem que estes instrumentos actuam como “sinais de mercado”. Estes sinais são dados na forma de alterações dos preços relativos ou então por meio de transferências financeiras com o intuito de levar os agentes a considerar os custos da escassez dos meios ambientais nas suas próprias decisões económicas. Este incentivo dado pela autoridade ambiental pretende que os agentes incorporem de forma automática os custos externos das suas acções, levando assim a uma correcção das externalidades ambientais.

Por outro lado, ao criarem um preço para os activos ambientais, estes IE facultam aos agentes uma certa flexibilidade para que estes adoptem a estratégia que melhor se adapta aos seus custos marginais de controlo, levando em termos teóricos, a soluções de maior custo-eficácia (Tietenberg, 2006; Real, 2008). Estas soluções geram também um maior estímulo à inovação contínua, dado que os agentes poderão apropriar-se das poupanças geradas pela diminuição nos custos de cumprimento, transmitindo na opinião de Antunes *et al.* (2002), um incentivo ao desenvolvimento de novos produtos e fomentando de forma indirecta o aparecimento de novos hábitos de consumo.

No âmbito das mudanças climáticas, a sua utilização é particularmente defendida na literatura económica, parecendo haver um consenso entre economistas para que este tipo de instrumentos deva figurar no centro de qualquer política de mitigação climática, como referem Olmstead e Stavins (2006; 2007) e Cunha e Sá (2008). Também a Comissão Europeia destaca a importância da actuação deste tipo de IE considerando-os como “ uma ferramenta eficaz em termos de custos para atingir objectivos de política de ambiente, tanto ao nível comunitário como ao nível nacional ” [Com (2007) 140 final].

### 2.3 As taxas sobre o carbono

Tanto a aplicação de uma taxa sobre o carbono emitido como a criação de mercados de direitos transaccionáveis, ambos IE, podem ser usados para criar um preço para as emissões carbónicas, factor essencial para que possa ser atribuído um sinal de mercado que permita a correcção das externalidades associadas ao aquecimento global.

Em termos teóricos, podemos afirmar que uma taxa sobre o carbono é um imposto sobre a quantidade de GEE provenientes da queima de combustíveis fósseis. Este IE caracteriza-se por efectuar o controlo através do preço, sendo este definido pela autoridade ambiental com o objectivo de ter um efeito de incentivo perante os agentes, que possa levar à redução destas emissões.

Em termos práticos, as taxas sobre o carbono têm sido integradas sobretudo no sistema fiscal. A sua adopção tem ocorrido principalmente na Europa, em países onde a política ambiental está mais desenvolvida e onde o diálogo com os *stakeholders* facilita a sua implementação (e.g. taxa sobre as emissões de CO<sub>2</sub> na Dinamarca e na Noruega, taxa reguladora para a Energia na Holanda e o imposto sobre os combustíveis fósseis no Reino Unido). No caso da Península Ibérica, a presença deste tipo de instrumentos é ainda bastante recente, tendo evoluído sobretudo nos últimos anos, como constatámos através da consulta da base de dados de instrumentos económicos de política de ambiente da OCDE (2008).

Para Portugal, com base nesta fonte, destacam-se sobretudo a revisão do imposto automóvel e do imposto único de circulação em 2007, dando ambos uma maior importância à componente ambiental no cálculo da carga fiscal a incidir sobre a venda de veículos automóveis, agravando o preço daqueles que se caracterizem por maiores emissões de CO<sub>2</sub>. Para além destes, as decisões tomadas pelo governo Português para a adopção de medidas de aumento da eficiência energética (e.g. taxa sobre as lâmpadas incandescentes) e os incentivos económicos à compra de painéis solares poderão, ainda que de forma indirecta, contribuir também para a redução das emissões deste gás.

Relativamente a Espanha, também com base nesta fonte, destacam-se os incentivos fiscais adoptados para o desenvolvimento de investimentos ambientais que promovam a eficiência energética e sobretudo a revisão do imposto sobre o registo de veículos, que passa a considerar na sua compra/venda como agravante do preço, as emissões carbónicas. Para além destes mecanismos, constatámos também para a maioria das regiões espanholas a existência de outros instrumentos deste género, como as taxas sobre os danos ambientais provocados pelas emissões de CO<sub>2</sub> na região de Aragão, as taxas sobre a poluição ambiental na região da Andaluzia, as taxas sobre o consumo de combustíveis fósseis nas

Ilhas Canárias e por fim as taxas na produção e distribuição de electricidade existentes na região da Estremadura (OCDE, 2008).

Diversos autores têm discutido a possibilidade da adopção de uma taxa internacional sobre as emissões carbónicas (Stern, 2006 e Stiglitz, 2007). Contudo, do ponto de vista político, tal disposição nunca foi aceite, como referem Missfeldt e Hauff (2004). As principais razões apontadas são a dificuldade das negociações em decidir sobre o preço mais adequado para se obter um dado nível de redução de GEE ou então sobre o destino a dar às receitas que se obteriam mediante aplicação deste instrumento. Outra razão indicada é que os estados guardam para si o direito de fixar a política fiscal, sendo portanto bastante inverosímil a possibilidade da aplicação de um instrumento deste género ao nível internacional.

#### **2.4 O comércio de emissões**

Em face destas desvantagens apontadas, têm-se vindo a optar pela criação de mercados de direitos/licenças transaccionáveis. Estes IE de política de ambiente visam a criação de um mercado onde os agentes podem comprar e vender licenças que representam o direito de emitir uma determinada quantidade de poluente (por exemplo uma tonelada de um qualquer GEE), pretendendo-se efectuar o controlo das emissões através da quantidade e do preço.

A quantidade de emissões a ser transaccionada é determinada pela autoridade ambiental, numa fase inicial do processo de implementação do mercado, definindo o nível total de emissões a serem negociadas. Neste processo, pode optar-se por um tipo de mercado de direitos transaccionáveis de emissão (DT) em que a quantidade de licenças atribuídas para comércio não é fixa, variando de acordo com o nível da actividade económica – o que geralmente se designa de esquema de linha de base e crédito (*baseline-and-credit*), ou então, pode optar-se por um regime de limites fixos e troca de direitos (*cap-and-trade*), em que existe no mercado um limite fixo de licenças de emissão (Real, 2008). Estes direitos poderão ser distribuídos pelos agentes económicos de forma gratuita, consoante as suas emissões históricas (*grandfathering*) ou através de leilão, sendo esta opção referida como mais vantajosa do ponto de vista da eficiência económica (ver Kopp, 2007; Cunha e Sá, 2008). Em ambas as situações é concedido aos agentes a possibilidade de crédito ou de empréstimo das suas licenças, tendo como objectivo agilizar-se o processo de cumprimento e havendo desta forma a possibilidade de se recorrer a estas estratégias financeiras em períodos de maior abrandamento da actividade económica.

Após a determinação do tipo de mercado, os agentes numa fase posterior transaccionam entre si os direitos de emissão, sendo o preço dos títulos estipulado de acordo com a lei da oferta e da procura. Neste contexto, os vendedores destas licenças serão aqueles agentes que possuírem maior facilidade em implementar medidas de redução de emissões, isto é,

que do ponto de vista económico, tenham um custo marginal de controlo inferior ao preço de mercado dos direitos (Santos e Antunes, 1999). Os compradores destes títulos, de forma inversa, serão aqueles agentes que apresentem uma maior dificuldade em reduzir as suas emissões, sendo a sua estrutura de custos marginais superior ao preço de mercado das licenças transaccionadas.

O equilíbrio de mercado atinge-se, caso não existam distorções na concorrência, quando o preço de mercado dos direitos iguala o custo marginal de todos os agentes envolvidos, situação que é referida como mais eficiente do ponto de vista económico do que os resultados obtidos com a aplicação das abordagens de comando e controlo, referidas anteriormente. Em resultado da criação de um mercado de DT, como as licenças existentes são inferiores às necessidades, há um estímulo à inovação contínua, beneficiando do esforço de mitigação os agentes que invistam em novas tecnologias ou em diferentes processos produtivos, alcançando desta forma poupanças de custos através da troca de direitos ao longo do tempo (Santos e Antunes, 1999; Tietenberg, 2006).

Em termos práticos, os mercados de DT têm vindo a ser propostos ou desenvolvidos em diversas regiões mundiais, visto o PQ ter possibilitado a aplicação deste tipo de mecanismos para a mitigação das emissões de GEE. Um dos principais exemplos vulgarmente citado na literatura económica e também ambiental é o caso do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE em diante). Para além deste mercado, estão em desenvolvimento propostas similares deste esquema na Noruega, no Japão, no Canadá, na Nova Zelândia e também nos Estados Unidos da América.

Relativamente ao CELE, o seu principal objectivo é o de facultar aos estados membros da União Europeia (EM) um mecanismo que permita cumprir as metas definidas pelo PQ de forma eficiente e também eficaz em termos de custo. Numa fase experimental, que decorreu entre 2005-2007, foram criadas as infra-estruturas necessárias para o seu funcionamento. Em relação ao tipo de mercado implementado, este enquadra-se no sistema de limites fixos e troca de direitos (*cap-and-trade*), em que existe um limite absoluto abaixo do qual as empresas participantes no mercado podem comprar e vender licenças de emissão. Para este efeito, os EM tiveram que desenhar um Plano Nacional de Alocação, que determina o nível total de licenças e a forma como estas são atribuídas às instalações (Comissão Europeia, 2008). Não obstante, foram igualmente definidas por estes países quais as instituições que reportam e verificam as emissões, bem como o modo de alocação dos direitos de emissão <sup>xix</sup> (Cunha e Sá, 2008).

Numa segunda fase, que decorre no período de 2008-2012, o CELE entrou em pleno funcionamento, afectando os 27 EM, como também a Islândia, a Noruega e o Liechtenstein. Actualmente, este mercado é considerado o maior do género ao nível global, representando cerca de 67% (em volume) e 81% (em valor) do comércio mundial de carbono. Ao nível da

União Europeia, este esquema representa cerca de 50% das emissões totais de CO<sub>2</sub> e 40% das emissões totais de GEE, cobrindo mais de 10.000 instalações de sectores energéticos e industriais (Banco Mundial, 2007; Comissão Europeia, 2008).

Durante este dois períodos de cumprimento, apenas as emissões de CO<sub>2</sub> foram objecto de redução por parte do CELE, afectando actividades no sector da energia (centrais térmicas, refinarias de óleos minerais, fornos de coque) e actividades no sector da indústria transformadora (siderurgias, empresas de produção de vidro, de cerâmica e de pasta de papel<sup>xx</sup>).

No terceiro período de cumprimento, a partir de 2013 (Pós-Quioto), a maioria dos autores revistos, como por exemplo Reinaud e Philibert (2007), consideram que o CELE deverá ser mais harmonizado, eficiente e justo, facto que foi igualmente destacado na proposta recente da Comissão Europeia para a revisão da directiva que regula este mercado [COM (2008) 16 final], já aprovada pelo Parlamento Europeu. As principais alterações a introduzir vão no sentido da inclusão do controlo de outros GEE para além do CO<sub>2</sub> e de outros sectores, da extensão do período de comércio de 5 para 8 anos, e da redução destas emissões em 21% (comparativamente a 2005), no final desta fase de cumprimento. Para além das alterações referidas, destacam-se a preferência pelos leilões na atribuição das novas licenças em vez da distribuição gratuita (*grandfathering*), principalmente no sector eléctrico, devido à sua maior capacidade em fazer reflectir nos preços o aumento do custo do CO<sub>2</sub>.

Relativamente a outros esquemas de comércio, nos Estados Unidos da América (EUA) surgiram recentemente sinais de que este país deverá desenvolver um esquema de comércio que vise a redução das suas emissões, isto caso venha a aderir ao PQ em resultado da nova política internacional promovida pela nova administração Obama. Uma das primeiras iniciativas sugerindo este facto visa a criação de um mercado para as emissões CO<sub>2</sub> em 10 estados americanos do Noroeste, sendo denominada de “*Regional Greenhouse Gas Initiative*”<sup>xxi</sup>. Também na Nova Zelândia, como refere a IEA (2008a), está prevista à entrada em pleno funcionamento do seu sistema de direitos transaccionáveis de emissão por volta de 2013, enquanto que na Austrália existe igualmente uma proposta para a implementação de um esquema semelhante ao europeu, denominado de “*Carbon Pollution Reduction Scheme*”. Para além destes, o Japão introduziu em Outubro de 2008, de forma experimental, o seu regime de comércio de emissões, enquanto que no Canadá foi apresentada uma proposta para a aplicação de um instrumento económico semelhante ao CELE para controlo das emissões de GEE, baseado num esquema de limites fixos e de trocas de direitos.

No futuro será expectável que se possam interligar estas iniciativas criando assim um mercado global para as emissões de GEE. Caso sejam asseguradas as condições para a existência de um bom funcionamento destes mercados, haverá assim um “sinal de preço” que leve os agentes a reduzir as suas emissões de forma eficiente mas também custo-eficaz, principalmente de CO<sub>2</sub>, que como sabemos é considerado o principal responsável pelo aquecimento global.

## **2.5 Síntese**

As alterações climáticas são actualmente um problema global. Todavia, os seus impactos são locais, afectando de forma diferenciada as diversas regiões mundiais. Vimos que os países em vias de desenvolvimento, situados em África, na América do Sul, ou ao longo da faixa do Sudeste Asiático poderão enfrentar problemas de escassez de água, fenómenos climáticos extremos e um risco elevado de proliferação de doenças contagiosas. Em relação aos países desenvolvidos, a sua melhor condição financeira e tecnológica tem permitido definir uma estratégia de adaptação consolidada para este fenómeno.

No espaço europeu, a Península Ibérica é apontada como uma das regiões mais afectadas pelas consequências adversas das mudanças climáticas. Os principais sectores visados por estes efeitos poderão ser o Turismo, a Agricultura/Silvicultura e a produção/consumo de energia, perspectivando-se um acréscimo de custos em resultado dos aumentos da temperatura e das consequências destas variações (maior risco de incêndios, maior incidência de doenças e pragas, quebra da produtividade, risco elevado de escassez de água e deslocação dos ecossistemas de Sul para Norte).

À semelhança de outros problemas ambientais, as alterações climáticas provocadas pelas emissões antropogénicas de GEE são encaradas pelos economistas como um exemplo de falhas de mercado, envolvendo conceitos geralmente abordados na teoria económica de externalidades e bem públicos. Fala-se em externalidades neste caso, porque quem emite GEE está a impor custos e benefícios às gerações presentes e futuras, sem que enfrente o custo total destas acções. Por sua vez, é atribuída ao clima uma natureza de bem público à escala global, levando a que os mercados não reflectam *per se* as escolhas alternativas de consumo e investimento em bens ou serviços de baixa intensidade em carbono, a menos que exista uma orientação das políticas públicas nesse sentido. Todavia, as respostas existentes têm-se revelado incipientes para conter o crescimento das emissões, apesar da existência de um potencial considerável para a aplicação de políticas de mitigação nas próximas décadas.

O PQ continua a ser o acordo mais importante ao nível internacional para corrigir esta externalidade, sendo o seu objectivo a redução das emissões de GEE dos países

desenvolvidos, em cerca de 5%, relativamente ao nível de 1990. A UE tem tido um papel bastante importante em termos de acções concretas que visem a mitigação das emissões. A partir da aplicação de instrumentos económicos de política de ambiente, como taxas sobre carbono emitido ou através da criação de mercados de direitos transaccionáveis de emissão, sendo um dos principais exemplos o CELE, a Europa tem assumido de forma clara a liderança no combate às mudanças climáticas, havendo sinais recentes que outros países com responsabilidades históricas em termos das emissões, como os EUA, implementem esquemas semelhantes para controlo das emissões de CO<sub>2</sub>, que como sabemos é considerado o principal responsável pelo aquecimento global.

### 3 A DECOMPOSIÇÃO DAS EMISSÕES CARBÓNICAS

*“Decomposition analysis can be used as a descriptive tool for analyzing the influence of technological and structural changes on the observed reduction of pollutants and hence provide and insight into the driving forces underlying the relationship between emissions and income”.*

S. de Bruyn, *Economic growth and the environment*, 2000

O terceiro capítulo expõe a necessidade de determinar os factores na origem dos aumentos verificados nas emissões de CO<sub>2</sub>, através de uma análise de decomposição. Começa-se por descrever o comportamento sectorial das emissões deste gás, primeiro em termos globais e posteriormente na Península Ibérica. Num segundo momento é dado ênfase à necessidade de análise e compreensão dos factores que determinaram os aumentos verificados nas emissões carbónicas, destacando o papel da análise de decomposição neste processo. Termina-se este capítulo com uma abordagem aos principais métodos existentes.

#### 3.1 As emissões sectoriais de CO<sub>2</sub>

Vimos no capítulo inicial desta tese que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera com origem nas actividades humanas é o principal factor responsável pela intensificação do efeito de estufa e pela ocorrência de alterações climáticas. Foi referido que a maioria destas actividades estaria ligada a sectores económicos, sobretudo aos que se caracterizam pela combustão de combustíveis fósseis, sendo este gás um subproduto deste processo<sup>i</sup>.

De todas as actividades económicas que impliquem a emissão de GEE, o uso de energia constitui a principal fonte de emissões (IEA, 2008a). De acordo com o gráfico da figura 3.1 (página seguinte), a produção, a transformação e o consumo de energia representam 82% do total de GEE emitidos nos países do anexo I da CQNUAC <sup>ii</sup>, em 2005. Dos restantes 18%, 8% correspondem a emissões provenientes do sector agrícola e 7% decorrem de processos industriais. Do conjunto destes gases, o CO<sub>2</sub> é o que apresenta um maior peso no total (94%), o que compara com apenas 5% para o CH<sub>4</sub> e com apenas 1% para o N<sub>2</sub>O (ver figura 3.1).

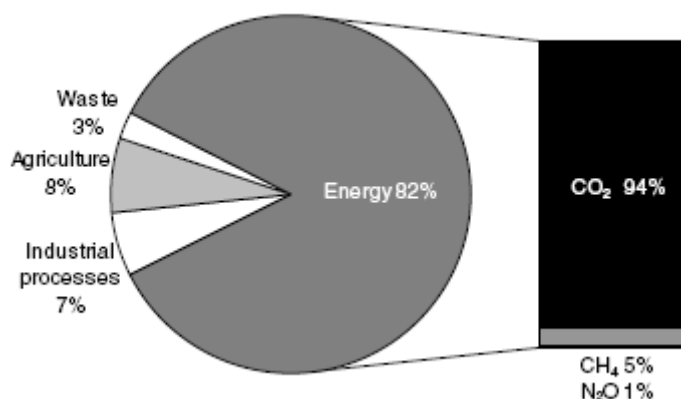


Figura 3.1: Emissões totais de GEE em 2005 nos países do anexo I (IEA, 2008a)<sup>iii</sup>

### 3.1.1 O contexto global

Em termos históricos, as emissões mundiais carbónicas (de CO<sub>2</sub>) terão aumentado cerca de 98% entre 1971 e 2006, indicando as estatísticas da IEA (2008a) que este aumento estará relacionado fundamentalmente com o crescimento em termos económicos e sociais que se verificou nas economias desenvolvidas durante este período.

Contudo, partindo da análise da figura 3.2 (página seguinte), observamos que este conjunto de países (anexo II<sup>iv</sup> na óptica da CQNUAC) tem vindo a perder peso em termos globais. A principal explicação para este facto reside no forte aumento das emissões das economias emergentes que, de acordo com esta fonte, terá sido da ordem de 95% de 1990 a 2006. Em termos comparativos, as emissões carbónicas provenientes dos países desenvolvidos terão demonstrado um incremento de apenas 14% neste período, como revelam as estatísticas desta base de dados.

Observa-se também nas figuras 3.2 e 3.3 (página seguinte), que estas tendências são mais pronunciadas nos países asiáticos, principalmente na Rússia, na Índia e na China, que na última década registaram fortes taxas de crescimento económico e também demográfico. Em resultado deste desenvolvimento, aumentaram também as necessidades de energia para consumo nestes países, o que levou igualmente a um incremento nas suas emissões de CO<sub>2</sub>.

Por exemplo, em relação à economia chinesa, importa referir que este país representava em 1971 apenas 5,7% das emissões globais deste gás, o que compara com 33,5% e 25,8%, registado pelo conjunto de países da América do Norte e da Europa pertencentes à OCDE, respectivamente para esse ano. Actualmente esta proporção é diferente, ocupando este país um maior peso nas emissões globais: em 2006, a China representava já 20,2% deste total, o que em termos comparativos significa uma contribuição semelhante ao conjunto de

países da América do Norte (23,8%) e um contributo bastante superior nas emissões face ao verificado nos países europeus pertencentes à OCDE, de 14,6% nesse ano (IEA, 2008a).

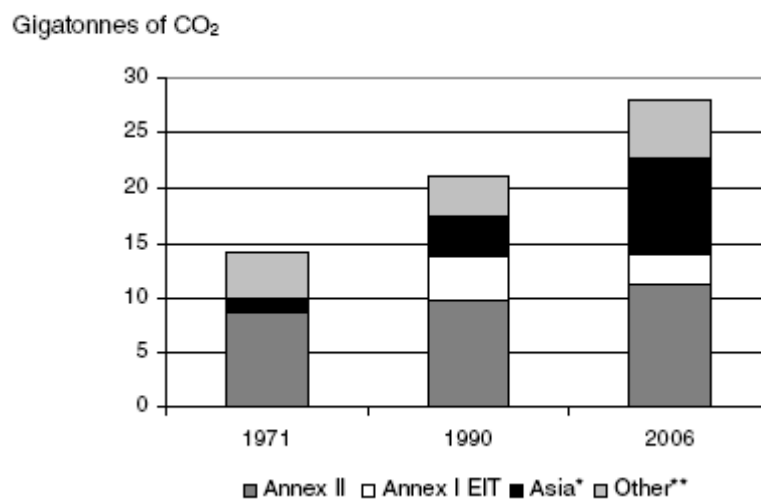


Figura 3.2: Tendências regionais das emissões de CO<sub>2</sub><sup>v</sup>, 1971-2006 (IEA, 2008a)

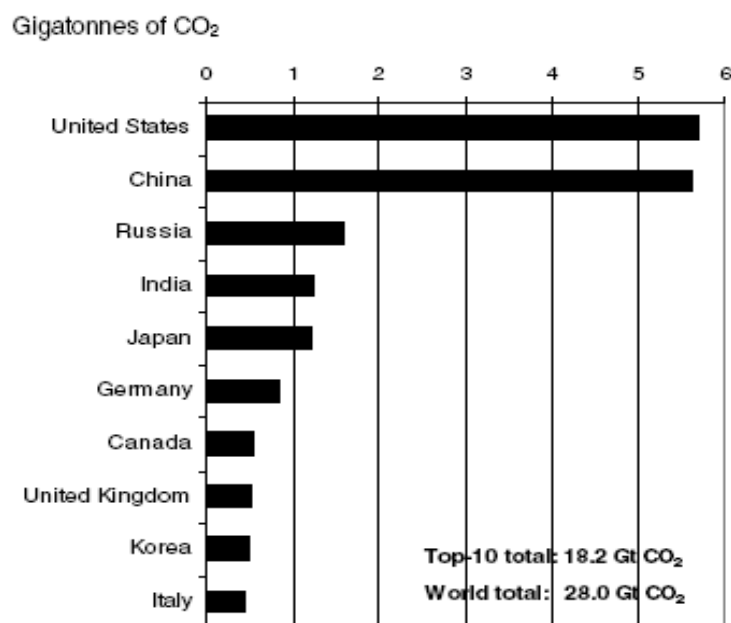


Figura 3.3: Países com maior responsabilidade nas emissões de CO<sub>2</sub> em 2006<sup>vi</sup> (IEA, 2008a)

Ao nível sectorial, o comportamento das actividades económicas reflecte estas tendências, havendo uma estreita ligação entre crescimento dos sectores económicos, principalmente dos energéticos, dos transportes e do sector industrial e os incrementos verificados nas emissões mundiais referidas anteriormente. De acordo com a publicação da IEA, *CO<sub>2</sub> Emissions from fuel combustion*, estes sectores no seu conjunto foram responsáveis pela emissão de cerca de 28 Gigatoneladas (Gt) deste gás em 2006, o que compara com apenas 14 Gt emitidas em 1971.

Partindo da análise do gráfico da figura 3.4 (emissões globais de CO<sub>2</sub> por sector), verifica-se que no início da década de 70, os sectores da produção de electricidade e calor (que designaremos de energéticos) tinham um peso semelhante ao da indústria transformadora, de cerca de 27%, enquanto que os transportes representavam apenas 20% do total das emissões sectoriais.

Quando comparadas estas tendências com as actuais, verificamos que tem havido um aumento muito expressivo do peso do sector energético, tantos nos países desenvolvidos como também nos países em vias de desenvolvimento. Nesta figura (3.4), observa-se que este sector representava já em 2006 cerca de 41% do total das emissões globais carbónicas, o que compara com apenas 27% em 1971.

Em relação ao sector dos transportes, verifica-se também uma tendência de aumento ao nível global, motivada quer pelas razões já referidas de crescimento da economia e de uma maior necessidade de mobilidade, quer pelo uso crescente dos derivados de petróleo, que como sabemos estão na origem da emissão de maiores quantidades deste gás. As estatísticas da IEA (2008a) vêm confirmar esta tendência indicando que os derivados de petróleo tinham um peso em 1971 de apenas 39%, o que compara com 58% verificados em 2006.

Em relação aos restantes sectores económicos, podemos visualizar neste gráfico 3.4 que a indústria transformadora destaca-se em seguida, com um contributo bastante importante para o total de emissões carbónicas globais em 1971 (de 27%) e também em 2006 (de 19%).

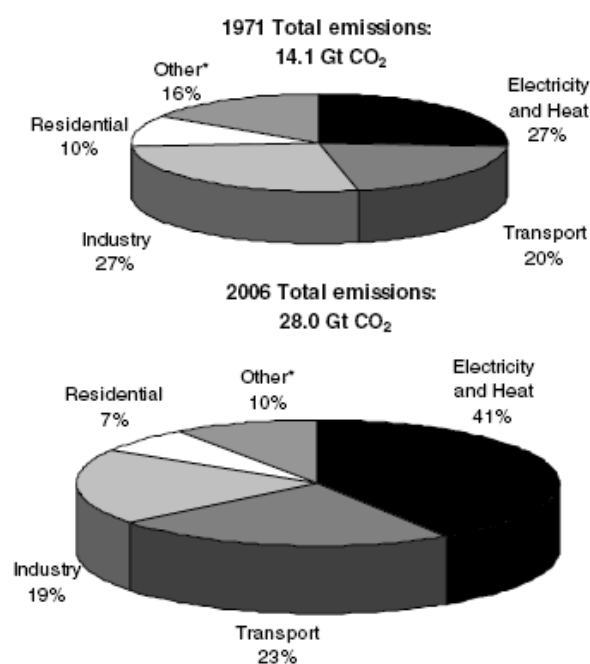


Figura 3.4: Emissões globais de CO<sub>2</sub> por sector<sup>vii</sup> (IEA, 2008a)

### 3.1.2 O contexto Ibérico

No que respeita a evolução histórica das emissões carbónicas na Península Ibérica, estas acompanharam a tendência mundial de aumento desde o início da década de 70 até à actualidade (1971-2006). De acordo com os dados estatísticos da IEA (2008a), as emissões deste gás provenientes do conjunto dos sectores económicos aumentaram neste período 289,8% para Portugal e 173,1% para Espanha, em termos totais. Em termos médios anuais, neste período, os aumentos foram de 4,0% e de 2,9%, respectivamente.

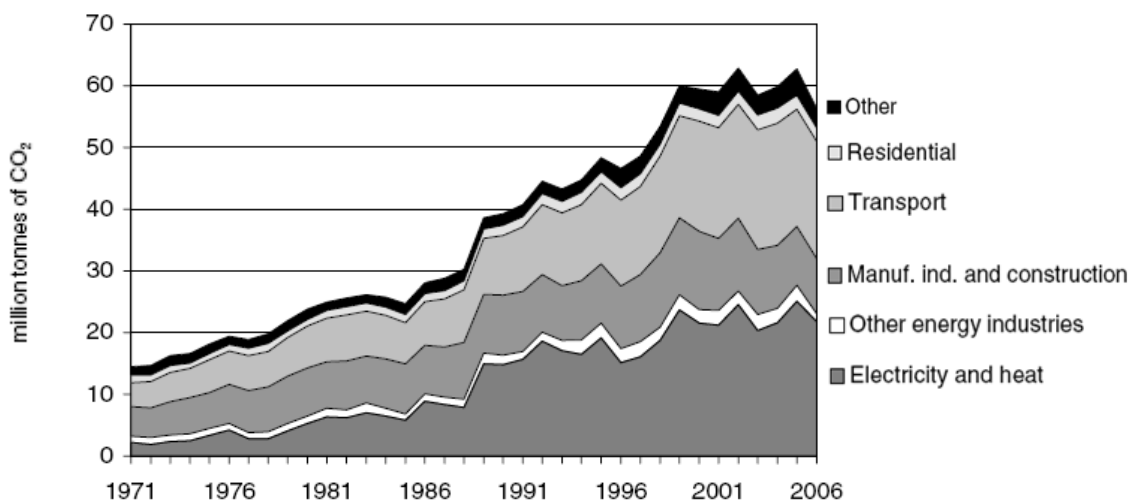


Figura 3.5: Emissões de CO<sub>2</sub> em Portugal<sup>viii</sup> (adaptado de IEA, 2008a)

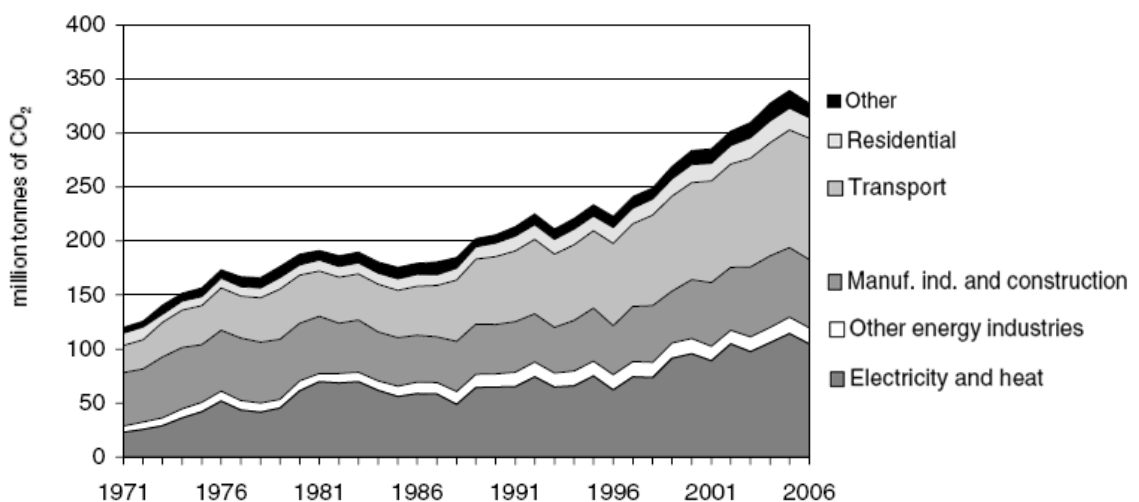


Figura 3.6: Emissões de CO<sub>2</sub> em Espanha<sup>ix</sup> (adaptado de IEA, 2008a)

Todavia, como podemos observar da análise das figuras precedentes, esta tendência de aumento não foi constante ao longo de todo este período de tempo (1971-2006), tendo sido mais pronunciada em períodos de elevado crescimento económico<sup>x</sup> e, de forma inversa, menos significativa em períodos de abrandamento da economia Portuguesa e Espanhola, nomeadamente durante os choques petrolíferos de 1974-1975; 1980-1982<sup>xi</sup> e durante a recessão económica de 1992-1993 (figuras 3.5, 3.6).

Ao nível sectorial, o comportamento das actividades económicas reflecte estas tendências parecendo haver, também neste caso, uma estreita ligação entre crescimento dos sectores (principalmente dos energéticos e dos transportes) e os aumentos verificados nas emissões totais de CO<sub>2</sub> nestes dois países (figuras 3.5 e 3.6).

Para Portugal e à semelhança do que vimos anteriormente para a economia mundial, as emissões provenientes dos sectores energéticos (vimos da geração de electricidade e calor) têm um elevado peso no total das emissões sectoriais, sendo estes ramos aqueles que exibem um maior peso nas emissões totais em 2006, de 34%, o que compara com apenas 15% em 1971. Em termos comparativos, os dados estatísticos da IEA (2008a) indicam que as emissões dos sectores energéticos terão aumentado a um ritmo mais elevado em Portugal do que em Espanha, o que reflecte também as diferenças em termos de política energética levadas a cabo em ambos os países.

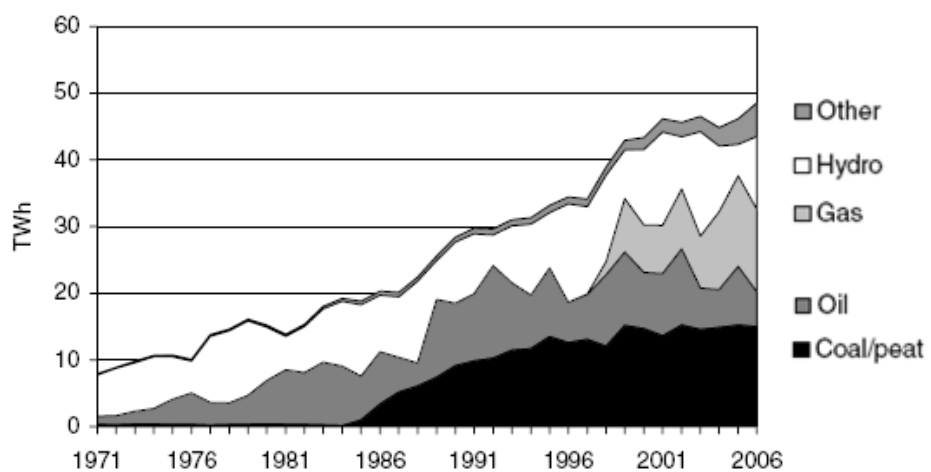
Em Portugal, há claramente uma aposta no uso do carvão (que comporta maiores emissões de CO<sub>2</sub>), sensivelmente a partir de finais dos anos 80 do século passado (figuras 3.7 e 3.8), revelando uma tentativa de diminuir a influência dos elevados preços do petróleo na geração de electricidade. Esta tendência também se verifica para Espanha, sendo contudo menos pronunciada, devido ao peso da energia nuclear que regista um forte aumento durante os anos 80 até meados dos anos 90 (figura 3.8).

Não obstante, verifica-se para ambas as economias um aumento do peso do gás natural, nomeadamente a partir de 1997, sendo apontado pela IEA (2004; 2005), juntamente com o aumento da potência instalada das renováveis, uma das alternativas mais credíveis para lidar com o aumento da procura energética em ambos os países. De referir também que a queima deste combustível fóssil comporta menores emissões de CO<sub>2</sub>, facto que não terá tido uma influência clara na diminuição das emissões totais na última década, visto que estas apresentam um tendência de aumento continuado para ambos os países.

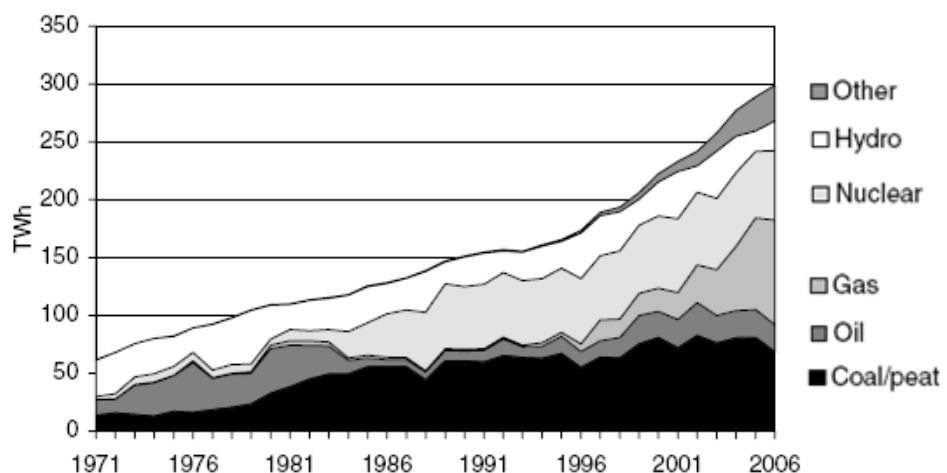
Em relação ao sector dos transportes, observa-se pela análise das figuras 3.5. e 3.6, um forte aumento do seu peso, tanto na economia portuguesa como na economia espanhola, quer pelas razões já referidas de crescimento económico e de uma maior necessidade de mobilidade, quer pelo uso crescente de derivados de petróleo. Em termos comparativos, o crescimento deste sector terá sido mais pronunciado em Espanha do que em Portugal,

passando de um valor de 21% e 27% do total das emissões carbónicas, respectivamente em 1971, para um peso de 34,2% e 33,9%, em 2006.

Em relação aos restantes sectores e à semelhança do que vimos anteriormente para a economia mundial, a indústria transformadora destaca-se de seguida, com um contributo bastante importante para o total de emissões registadas em 2006, de cerca de 15% em Portugal e de 19% para Espanha. Seguem-se os sectores residencial, para Espanha, e os outros sectores para Portugal (do qual fazem parte as emissões provenientes do comércio e dos serviços, da agricultura e silvicultura, das pescas e de outros tipos de emissões não especificadas).



**Figura 3.7: Geração de electricidade em Portugal por fonte<sup>xii</sup>**  
(adaptado de IEA, 2008a)



**Figura 3.8: Geração de electricidade em Espanha por fonte<sup>xiii</sup>**  
(adaptado de IEA, 2008a)

Em conclusão, constata-se que o desenvolvimento baseado no paradigma da combustão de combustíveis fósseis terá levado a um aumento das necessidades de energia para consumo por parte dos sectores económicos. Esta afectação terá tido uma influência decisiva para os aumentos verificados nas emissões de CO<sub>2</sub> das últimas décadas, tanto em termos mundiais, como também na Península Ibérica.

### **3.2 A análise de decomposição**

Vimos na primeira parte deste capítulo que as emissões de GEE provenientes dos sectores económicos, principalmente as de CO<sub>2</sub>, têm vindo a aumentar ao nível global. Na opinião de Alcántara (2007) e de Alcántara e Roca (1995), os factores que explicam estas variações estão relacionados principalmente com os processos de transformação ocorridos no sector energético e também com a estrutura de combustíveis final dos sectores produtivos. Porém, como referem estes autores, importa considerar também que o consumo final e as emissões associadas a esse consumo dependem, em última análise, do consumo específico de cada sector (intensidade energética), das mudanças estruturais ocorridas na economia e da evolução do seu nível de actividade.

Assim, de forma a determinar o contributo de cada um destes factores para o incremento verificado nas emissões totais deste gás, em termos históricos, deverá ser efectuada uma análise de decomposição. Em termos práticos, esta técnica parte geralmente de uma identidade que expressa o crescimento de uma variável explicada em função de outras variáveis explicativas. Uma das primeiras abordagens deste género, conhecida na literatura como equação IPAT<sup>xiv</sup> (Ehrlich e Holdren, 1971), procura explicar a evolução dos impactos ambientais (I) como resultado das variações demográficas (P), das mudanças no nível da actividade económica (A) e pelo efeito tecnológico (T), [para uma abordagem matemática desta equação, ver capítulo 4].

Um dos principais desafios impostos pela análise de decomposição usando esta família de identidades matemáticas reside na escolha de um método de decomposição que seja fiável, rigoroso e que deva permitir uma decomposição perfeita da variável agregada em efeitos explicativos. Para levar a cabo esta tarefa, existem normalmente duas grandes variantes de opções metodológicas, os métodos de decomposição estrutural (MDE), que se baseiam na aplicação de modelos *input-output* na decomposição desta variável em efeitos explicativos e a dos métodos de decomposição baseados em índices, que se baseiam na aplicação dos números índices, normalmente abordados no âmbito das ciências económicas. Apesar de não existir consenso entre os autores revistos sobre qual o melhor método a aplicar, apresentamos em seguida uma revisão teórica destes métodos, abordando as vantagens e desvantagens da sua aplicação.

A principal característica dos MDE reside no facto de estes usarem tabelas *input-output* (I-O) para decompor as variações de uma variável agregada em efeitos explicativos (Hoekstra e Van der Berg, 2003). Este tipo de análise (I-O) foi proposto inicialmente por Leontief (1936) como “ferramenta de planeamento económico” (Cruz *et al.*, 2005). Estes autores referem que os modelos I-O<sup>xv</sup> têm vindo a ser usados em diversos países como procedimento para a manutenção das contas nacionais, não obstante, tem havido um crescente interesse da sua aplicação a diversas áreas ambientais, fundamentalmente como um método de integrar aspectos económicos com impactos no ambiente (De Bruyn, 2000; Cruz *et al.*, 2005).

As vantagens da sua aplicação residem no vasto detalhe que dão ao estudo da estrutura económica, visto permitirem uma abordagem multi-sectorial, incluindo assim um grande número de sectores económicos e de aspectos ambientais que podem ser representados simultaneamente, incluindo as suas interações, como referem estes autores. Ao mesmo tempo, a aplicação deste método permite a inclusão de efeitos indirectos na análise de decomposição, isto é, “de efeitos que surgem quando a procura directa de um sector leva a aumentos na procura noutro sector” (Hoekstra e Van der Berg, 2003).

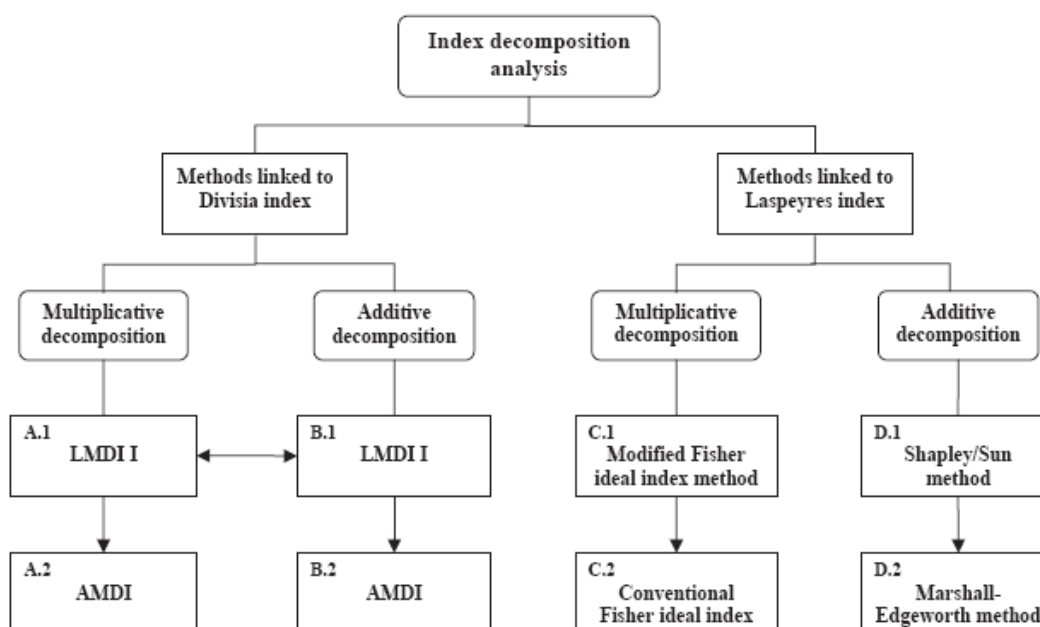
Relativamente às desvantagens apontadas, estas prendem-se sobretudo com a rigidez destes modelos (De Bruyn, 2000; Cruz *et al.*, 2005) e também com a necessidade de requererem uma grande quantidade de valores de base na sua construção, o que dificulta comparações internacionais. Este aspecto terá sido uma das principais razões que levou à adopção de um método de decomposição baseado em índices (MDI) no nosso estudo. A principal característica dos MDI reside no facto destes métodos usarem apenas informação sectorial agregada, necessitando de uma menor quantidade de dados do que os MDE para decompor a variável agregada em efeitos explicativos, facilitando assim comparações entre países ou entre grupos de sectores<sup>xvi</sup>.

O problema da decomposição de uma variável baseada em índices é uma prática que se encontra bem fundamentada na área da economia. A sua aplicação às questões ambientais terá tido início ainda nos finais da década de 70, nomeadamente para estudar os impactos das mudanças estruturais no uso da energia ao nível industrial (Ang, 2004). A partir dos anos 80, os MDI foram aplicados a diversas áreas do *policymaking*, quer devido à maior quantidade de dados disponíveis, quer devido à simplicidade da metodologia envolvida. De acordo com este autor, existem cerca de 200 artigos científicos sobre este assunto, baseando-se sobretudo nos seguintes aspectos:

- Oferta e procura de energia;
- Emissões de GEE;
- Desmaterialização e fluxos de materiais;
- Comparações internacionais com os aspectos referidos anteriormente.

Uma análise aprofundada dos MDI revela que dentro desta família de métodos existe uma diversidade considerável de opções que têm vindo a ser utilizadas nas áreas anteriormente referidas (figura 3.9). Os seus principais exemplos partem fundamentalmente de dois índices: (1) do índice *Laspeyres*, vulgarmente utilizado nas estatísticas das organizações internacionais e nos Institutos Nacionais de Estatística, ou então (2) do índice *Divisia*, considerado de maior valor científico e recentemente aplicado, por exemplo, na preparação da base de dados do projecto EU-KLEMS<sup>xvii</sup> (Timmer *et al.*, 2007).

De acordo com Ang (2004), o índice *Laspeyres* “mede a variação em percentagem num dado aspecto de um conjunto de valores ao longo do tempo, utilizando para este efeito pesos reflectidos num determinado ano base” enquanto o índice *Divisia* resulta da “soma ponderada de taxas de crescimento logarítmicas, em que os pesos são percentagens do valor total, dadas na forma de um integral”. De forma simplificada, podemos afirmar com base no exposto por este autor, que os métodos que observamos na figura seguinte (3.9) que derivam do índice *Laspeyres*, decorrem do conceito habitualmente conhecido como variação em percentagem, enquanto que os métodos que derivam do índice *Divisia* (ao nível multiplicativo ou ao nível aditivo) são baseados no conceito de variação logarítmica<sup>xviii</sup>.



**Figura 3.9: Métodos recomendados para análise de decomposição (Ang, 2004)**

Assim, para seleccionarmos um MDI que melhor se adequa ao contexto das emissões, deverá este método respeitar o maior número de propriedades matemáticas que o tornem rigoroso. Um dos aspectos mais apreciados para este efeito é o teste da reversibilidade temporal da análise (Ang e Liu, 2000; Ang, 2004; Wang, Chen, Zou, 2005). De acordo com estes autores, para que um método seja considerado reversível em termos temporais, este deverá permitir que a diferença relativa calculada em termos de percentagem ordinária ou

através de percentagem logarítmica, não dependa de qual dos anos seja usado como termo de comparação.

Um exemplo ilustrativo desta afectação pode ser o seguinte (Ang, 2004): “Vamos assumir que o consumo de energia de um sector industrial aumenta de 10 unidades, verificados no ano 0, para 20 unidades no ano t. A diferença relativa calculada em termos de percentagem ordinária (através do uso do índice Laspeyres) depende de qual dos dois anos é usado como ponto de comparação, isto é, a intensidade de energia no ano t é 100% maior do que no ano 0 ou então, a intensidade de energia no ano 0 é 50% mais baixa do que no ano t”, o que se torna assimétrico e não traduz de forma rigorosa a evolução da variável agregada ao longo do tempo.

Todavia, se aplicarmos a variação em percentagem logarítmica neste caso (através do uso do índice *Divisia*), fica:  $\ln(20/10) = 0,693$  e  $\ln(10/20) = -0,693$ . Como podemos observar, estas variações são simétricas e representam de forma rigorosa a evolução do comportamento desta variável agregada em termos temporais. Törnqvist *et al.* (1985) sobre esta questão, recomenda o uso do termo *log percent* ou variação em percentagem logarítmica neste tipo de análise, visto este índice ser mais científico e então preferível ao índice Laspeyres.

Outras duas propriedades desejáveis para a utilização de um MDI referem-se à necessidade do método adoptado proporcionar uma decomposição perfeita da variável agregada em factores explicativos e, para além desta, que seja possível a agregação de conjuntos de valores da série temporal de forma consistente (Ang e Liu, 2000; Ang, 2004; Wang, Chen, Zou, 2005). No caso da primeira, caso se adopte um método de decomposição aditivo (que abordaremos no próximo capítulo), a soma da variação de cada efeito explicativo deverá ser rigorosamente igual à variação total verificada na variável agregada, ao longo do período histórico em análise. Já para a segunda, o método ideal de decomposição, para além de cumprir com as propriedades anteriormente referidas, as estimações para subgrupos seleccionados da análise deverão poder ser agregadas de forma consistente, representando a soma destas o total da economia referente à série temporal.

Após uma revisão exaustiva da literatura, os autores revistos dão preferência aos índices *Divisia*, neste caso a um novo método denominado “*Log-Mean Divisia Index I*” ou LMDI-I, que cumpre estas três propriedades ao mesmo tempo, e que por este facto foi adoptado na metodologia proposta neste estudo [para uma abordagem matemática deste método (LMDI-I), ver Ang e Liu (2000) ou o apêndice metodológico desta tese].

### 3.3 Síntese

Foi abordado na parte inicial deste capítulo que as emissões de GEE provenientes dos sectores económicos, principalmente as de CO<sub>2</sub>, têm vindo a aumentar ao nível global. As principais origens sectoriais deste gás estão relacionadas sobretudo com o desenvolvimento económico verificado nas últimas décadas, principalmente nos sectores energéticos, nos transportes e na actividade industrial.

Em Portugal, as emissões provenientes dos sectores energéticos (vimos da geração de electricidade e calor) demonstram um elevado peso no total das emissões sectoriais, sendo estes ramos aqueles que exibem um maior peso nas emissões totais em 2006, de 34%, o que compara com apenas 15% em 1971. Em termos comparativos, os dados estatísticos da Agência Internacional de Energia (IEA, 2008a) indicam que as emissões dos sectores energéticos terão aumentado a um ritmo mais elevado em Portugal do que em Espanha, o que reflecte também as diferenças em termos de política energética levadas a cabo em ambos os países.

Em relação ao sector dos transportes, observa-se um forte aumento do seu peso, tanto na economia portuguesa como na economia espanhola, quer pelas razões já referidas de desenvolvimento económico e de uma maior necessidade de mobilidade, quer pelo uso crescente de derivados de petróleo. Em termos comparativos, o crescimento deste sector terá sido mais pronunciado em Espanha do que em Portugal, passando de um valor de 21% e 27% do total das emissões carbónicas, respectivamente em 1971, para um peso de 34,2% e 33,9%, em 2006.

Em relação aos restantes sectores, a indústria transformadora destaca-se de seguida, com um contributo bastante importante para o total de emissões registadas em 2006, de cerca de 15% em Portugal e de 19% para Espanha.

Vimos igualmente neste capítulo que os factores que estão na origem destes aumentos estão relacionados principalmente com os processos de transformação ocorridos no sector energético destes países, como também com a estrutura de combustíveis final existente nos sectores produtivos. Não obstante, as mudanças estruturais, a intensidade energética sectorial e o próprio crescimento das actividades económicas terão igualmente influenciado a disposição evidenciada pelas emissões de CO<sub>2</sub>.

Assim, de forma a determinar o contributo de cada um destes factores para os incrementos verificados nas emissões totais deste gás, em termos históricos, deverá ser efectuada uma análise de decomposição. Para levar a cabo esta tarefa, existem normalmente duas grandes variantes de opções metodológicas, os métodos de decomposição estrutural (MDE), que se baseiam na aplicação de modelos *input-output* na decomposição desta variável em efeitos

explicativos e os métodos de decomposição baseados em índices, que se baseiam na aplicação dos números índices (MDI), normalmente abordados no âmbito das ciências económicas.

Uma análise aprofundada dos MDI revela que dentro desta família de métodos existe uma diversidade considerável de opções metodológicas. Os seus principais exemplos partem fundamentalmente de dois índices, do índice *Laspeyres* ou então do índice *Divisia*. Assim, para seleccionar um MDI que melhor se adequa ao contexto das emissões, deverá este método respeitar o maior número de propriedades matemáticas que o tornem rigoroso.

Um dos principais desafios existentes neste campo é o da definição de um método que permita uma decomposição exacta em factores explicativos, que permita reversibilidade temporal na análise e que seja consistente. Após uma revisão exaustiva da literatura, os autores revistos dão preferência aos índices *Divisia*, neste caso a um novo método denominado "*Log-Mean Divisia Index I*" ou LMDI-I, que cumpre com estas três propriedades ao mesmo tempo, e que por este facto foi adoptado na metodologia proposta neste estudo.

## 4 PROPOSTA DE METODOLOGIA

*When you have eliminated the impossible, whatever remains, however improbable, must be the truth.*

Sherlock Holmes, *The sign of Four*, 1890

No quarto capítulo é proposta uma metodologia para decompor as emissões de CO<sub>2</sub> em efeitos explicativos para Portugal e Espanha. Começa-se por explicar os principais aspectos relacionados com os dados de base, destacando as dificuldades encontradas no seu tratamento. Num segundo momento é apresentada a metodologia de análise, que resulta de uma adaptação de um método de decomposição baseado em índices *Divisia* (LMDI-I), à realidade sectorial encontrada na Península Ibérica.

### 4.1 Apresentação dos dados

A necessidade de se dispor de séries de valores por sectores de actividade, longas e passíveis de submeter a comparações internacionais é particularmente exigente e difícil de conseguir. No entanto a recente divulgação da base de dados EU-KLEMS<sup>i</sup> veio permitir avançar com a metodologia proposta, com elevado grau de credibilidade técnica e científica. Os dados correspondem às Contas Nacionais Anuais (SEC 1995) nos anos mais recentes (no caso de Portugal, para 1995-2004) e integra estimativas para alguns subsectores e para os anos passados, em termos comparáveis internacionalmente. Desta base de dados, extraímos os valores referentes ao Valor Acrescentado Bruto (VAB), por sector de actividade económica, desde 1970 até 2005; disponíveis em milhões de euros<sup>ii</sup> e construídos a partir da Nomenclatura Geral das Actividades Económicas das Comunidades Europeias (NACE), revisão 1 (Timmer *et al.*, 2007).

No caso das emissões e consumos energéticos, estão disponíveis para Portugal e Espanha na IEA (2008 a;b), séries por sectores de actividade desde 1960 até 2006, tanto das emissões de CO<sub>2</sub> (em milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>iii</sup>) como dos consumos de energia (em milhões de toneladas equivalentes de petróleo, TEP<sup>iv</sup>). Estes valores encontram-se ordenados segundo a Classificação Internacional Tipo, por Indústria, de todos os Ramos de Actividade Económica (ISIC na terminologia inglesa) revisão 3<sup>v</sup>.

A classificação sectorial adoptada neste estudo baseia-se na ISIC, a dois dígitos (i.e. ao nível da divisão). Numa primeira fase, procurou-se estabelecer uma correspondência entre os valores da contabilidade nacional do EU-KLEMS construídos a partir da NACE, com os dados das emissões e consumos de energia da IEA, agregados sectorialmente a partir da ISIC (ver anexos, quadro 8.1). Durante este processo, enfrentámos algumas dificuldades no tratamento da informação sectorial: (1) quer em termos do período temporal de abrangência das séries em estudo, (2) quer em termos do nível de desagregação necessário para levar a cabo a análise de decomposição.

Relativamente ao ponto (1), decidimos restringir o nosso estudo sectorial ao período que vai desde 1975 até 2005. Os motivos que pesaram nesta decisão prendem-se, por um lado, com um erro na base de dados da IEA durante o período de 1970-1975, impedindo que se possa prolongar a análise de decomposição para um período anterior ao apresentado. Por outro lado, os valores do VAB constantes do EU-KLEMS têm como limite máximo o ano de 2005, facto que não permitiu investigar o comportamento dos factores explicativos na origem dos incrementos verificados nas emissões para períodos mais recentes.

Relativamente ao ponto (2), nível de desagregação dos valores, optou-se pela não inclusão do sector dos transportes (Divisões ISIC 60, 61, 62), do sector residencial (Divisão ISIC 95) e do sector das pescas (Divisão ISIC 05), este último devido ao seu contributo praticamente inexistente para os aumentos verificados nas emissões de CO<sub>2</sub> em Portugal e Espanha. Em relação aos transportes, optou-se por não incluir este sector na análise de decomposição, visto as emissões de CO<sub>2</sub> pelos seus consumos de energia não poderem ser consideradas na estrutura económica sectorial. Isto deve-se ao facto da IEA distinguir as emissões por meio de transporte, mas não por utilizadores (Alcántara, 2007), impedindo que se possa imputar a cada sector produtivo as suas emissões decorrentes da actividade de transporte. Em resultado desta afectação, também não considerámos o sector residencial, porque a sua actividade principal, o consumo, apenas poderia ser considerada na estrutura produtiva, caso fosse discriminada a parte referente às emissões deste sector relativas ao transporte individual, facto que não se verifica nos balanços energéticos disponíveis.

Apesar da não inclusão destes sectores na análise de decomposição (sendo os transportes um dos que maior contributo apresenta para o incremento das emissões carbónicas), vimos ao longo do capítulo anterior, que os sectores energéticos (da geração de electricidade e calor) são os que exibem uma maior influência nos aumentos verificados nas emissões deste gás em termos históricos, tanto para Portugal como para Espanha, com um contributo superior ao sector dos transportes e ao sector residencial, sendo por isso necessária a sua inclusão na análise de decomposição.

Para este efeito, adoptámos uma metodologia de afectação sectorial das emissões de CO<sub>2</sub> referentes aos seus consumos de energia eléctrica, proposta por Alcántara e Roca (1995). De acordo com estes autores, apresentando um exemplo prático do seu estudo, podemos afirmar que a responsabilidade pelas emissões carbónicas de uma qualquer central de produção de electricidade, por exemplo movida a carvão, não deve ser imposta ao sector energético, como foi feita na apresentação sectorial das emissões no capítulo anterior, mas deverá ser distribuída pelos utilizadores da electricidade gerada por essa central. Assim, decorre que os sectores energéticos (Divisões ISIC 10-12, 23, 40) deverão ser incluídos na análise de decomposição de forma indirecta “ (...) visto que o contributo de cada sector para as emissões de CO<sub>2</sub> dependerá não apenas da intensidade energética final mas também da eficiência da energia em providenciar esse consumo” (Alcántara e Roca, 1995).

Em face das limitações encontradas, optámos por considerar apenas as emissões de CO<sub>2</sub> da economia portuguesa e espanhola referentes aos sectores produtivos, isto é, para o conjunto de sectores composto pela agricultura e silvicultura, pela indústria transformadora e construção e pelos sectores do comércio e dos serviços, imputando as emissões deste gás que correspondem a cada um destes sectores produtivos pelos seus consumos de energia eléctrica, aplicando o coeficiente médio anual de emissão estimado pela IEA<sup>vi</sup> (ver Alcántara, 2007).

No quadro 4.1 (figura seguinte), apresentamos uma perspectiva desta ordenação sectorial, reflectindo as opções metodológicas referidas anteriormente.

**Quadro 4.1 Classificação sectorial adoptada na análise de decomposição das emissões**

Grupos de sectores	ISIC
Agricultura e Silvicultura	01 e 02
Extractivas	13 e 14
Alimentação e Bebidas	15 e 16
Texteis e Couro	17,18,19
Madeira e seus Produtos	20
Papel e Impressão	21 e 22
Química e Petroquímica	24
Minerais Não Metálicos	26
Metallurgia e Maquinaria	27;28,29,30,31 e32
Equipamento de Transporte	34 e 35
Outras Industrias	25,33,36 e 37
Construção	45
Comércio e Serviços	41,50-52,55,63-67,70-75,80,85,90-93,99
<b>Total</b>	

Fonte: Elaboração própria a partir de quadro 8.1 (ver anexos). Notas: As divisões ISIC em falta neste quadro: 10-12; 23, 40 representam as emissões provenientes dos sectores energéticos, encontrando-se imputadas a cada sector produtivo. Já as divisões ISIC: 60, 61, 62; 95 e 5 não foram incluídas nesta ordenação sectorial.

## 4.2 Metodologia de análise

O modelo de análise de decomposição adoptado parte de uma evolução da identidade IPAT<sup>vii</sup> (Ehrlich e Holdren, 1971), nomeadamente de uma variante desta equação proposta por Kaya (1989); Yamaji *et al.* (1991) e usada no estudo de cenários prospectivos tendo em vista a evolução da problemática das emissões de CO<sub>2</sub> no longo prazo. Conhecida na literatura como identidade de “Kaya”, esta equação (1.1) permite decompor as emissões carbónicas de um país num produto de quatro factores explicativos básicos, que segundo os seus autores são os principais determinantes das emissões deste gás em termos históricos: a intensidade carbónica, a intensidade energética, o rendimento *per capita* e a população (Alcántara e Padilla, 2005).

$$(1.1) \quad CO_{2t} = \frac{CO_{2t}}{E_t} \cdot \frac{E_t}{PIB_t} \cdot \frac{PIB_t}{P_t} \cdot P_t$$

A adaptação da equação anterior à análise de decomposição sectorial das emissões de CO<sub>2</sub> resulta da aplicação de uma variante da equação (1.1), proposta por Alcántara (2007) [ver modelo e rácios em 1.2]. À semelhança da equação de “Kaya”, as mudanças nas emissões totais dependerão agora das variações na intensidade carbónica sectorial (dada pelo rácio das emissões pelos consumos de energia), das variações na intensidade energética (dada pelo rácio entre a energia consumida e o valor da produção), das mudanças ocorridas na estrutura produtiva e do nível global da actividade económica (dado pela soma do VAB dos sectores produtivos considerados).

$$(1.2) \quad \sum_i C_i(t) = \sum_i \frac{C_i(t)}{E_i(t)} \cdot \frac{E_i(t)}{Y_i(t)} \cdot \frac{Y_i(t)}{Y(t)} \cdot Y(t)$$

$i=1,2,\dots,n$  sectores       $t = \text{tempo (em anos)}$

$$c_{i,t} = \frac{C_i(t)}{E_i(t)}; \quad e_{i,t} = \frac{E_i(t)}{y_i(t)}; \quad y_{i,t} = \frac{Y_i(t)}{Y(t)}$$

A terminologia apresentada anteriormente representa as seguintes relações:

$C_i(t)$  = Emissões de CO<sub>2</sub> imputadas<sup>viii</sup>;

$E_i(t)$  = Consumo de energia<sup>ix</sup>;

$Y_i(t)$  = Valor Acrescentado Bruto (VAB)<sup>x</sup>;

$Y(t)$  = Volume total de produção dos sectores considerados<sup>xi</sup>.

Se simplificarmos (1.2) como demonstrado fica:

$$(1.3) \quad \sum_i C_{i,t} = \sum_i c_{i,t} \cdot e_{i,t} \cdot y_{i,t} \cdot Y_t$$

Os rácios resultantes da simplificação representam as seguintes relações:

- $c = C_i(t) / E_i(t)$  = Intensidade carbónica sectorial
- $e = E_i(t) / Y_i(t)$  = Intensidade energética sectorial;
- $y = Y_i(t) / Y(t)$  = Participação sectorial na estrutura produtiva;
- $Y(t)$  = Nível da actividade económica dos sectores considerados.

Uma vez obtida a relação entre o objecto de estudo e as suas principais causas deverá ser encarada a análise de decomposição sectorial como um problema de números índices. Na literatura, existem sobretudo aplicações desta natureza baseadas no índice *Laspeyres* (mais antigo mas de maior facilidade de aplicação) ou baseadas no índice *Divisia* (mais recente e considerado mais científico), como abordámos anteriormente.

O MDI proposto deriva do índice *Divisia* (Divisia, 1925 e Hulten, 1973) e foi apresentado por Ang e Liu (2000). Denominado de *Log-Mean Divisia Index - I*, este método “estima cada efeito individualmente através de aplicação de uma média logarítmica ponderada das variações das variáveis mais relevantes para a análise”. Esta abordagem (LMD-I), para além de uma decomposição perfeita da variável agregada em efeitos explicativos, é consistente e possui igualmente a propriedade de reversibilidade temporal da análise, como nos afirma Wang, Chen, Zou (2005).

A partir da equação anterior (1.3) é possível efectuar uma decomposição perfeita da variável agregada ( $C_t$ ) em factores explicativos (1.4), mediante aplicação do MDI proposto (LMD-I), [ver demonstrações em Ang e Liu, 2000]. Esta fórmula permite observar as variações das emissões numa perspectiva contínua<sup>xii</sup>:

$$(1.4) \quad \frac{C_t}{C_0} = \exp \left[ \sum_i w_{i,t} \cdot \ln \left( \frac{C_{i,t}}{C_{i,0}} \right) \right] \cdot \exp \left[ \sum_i w_{i,t} \cdot \ln \left( \frac{e_{i,t}}{e_{i,0}} \right) \right] \\ \cdot \exp \left[ \sum_i w_{i,t} \cdot \ln \left( \frac{y_{i,t}}{y_{i,0}} \right) \right] \cdot \exp \left[ \sum_i w_{i,t} \cdot \ln \left( \frac{Y_{i,t}}{Y_{i,0}} \right) \right]$$

$$w_{i,t} = \frac{L(C_{i,0}; C_{i,t})}{L(C_0; C_t)} \quad \text{quando} \quad L(C_{i,0}; C_{i,t}) = \frac{C_{i,t} - C_{i,0}}{\ln \left( \frac{C_{i,t}}{C_{i,0}} \right)} \quad \text{e} \quad L(C_0; C_t) = \frac{C_t - C_0}{\ln \left( \frac{C_t}{C_0} \right)}$$

Simplificando (1.4), as variações totais de CO<sub>2</sub>, denominados aqui de "Efeito total" podem ser explicadas pelas variações no "Efeito Intensidade Carbónica", pela eficiência no uso sectorial de energia ou "Efeito Intensidade Energética", pelas variações ocorridas na estrutura produtiva "Efeito Estrutura" e por fim pelo nível de actividade económica ou "Efeito Actividade", ver equação (1.5):

$$(1.5) \quad D_{total} = D_{icarb} \cdot D_{inerg} \cdot D_{eprod} \cdot D_{activ}$$

Os efeitos resultantes representam as seguintes relações:

- $D_{total}$  - Efeito Total
- $D_{icarb}$  - Efeito Intensidade Carbónica
- $D_{inerg}$  - Efeito Intensidade Energética
- $D_{eprod}$  - Efeito Estrutura
- $D_{activ}$  - Efeito Actividade

Para além da decomposição em termos contínuos, procurou-se estudar a evolução da variável agregada (C<sub>t</sub>) também em termos discretos<sup>xiii</sup>, procurando visualizar os contributos sectoriais para o crescimento das emissões totais nos períodos seleccionados : 1975-1985; 1986-1995; 1996-2005 e 1975-2005. Partindo novamente da equação (1.3), a diferença no nível de emissões entre dois anos pode ser reformulado tal como se apresenta na equação seguinte (1.6):

$$(1.6) \quad \Delta C = C_t - C_{t-1} = c_t \cdot e_t \cdot y_t \cdot Y_t - c_{t-1} \cdot e_{t-1} \cdot y_{t-1} \cdot Y_{t-1}$$

Aplicando o método de derivação proposto por Ang, Liu, Ong (1992) e a média logarítmica ponderada proposta por Ang, Zhang, Choi (1998), a equação (1.6) pode ser transformada numa decomposição em factores explicativos, na sua versão aditiva, como é exemplificado em (1.7) [uma demonstração matemática mais profunda pode ser encontrada em Ang e Choi (1997)]:

$$(1.7) \quad \begin{aligned} \Delta C &= \Delta C_{c-effect} + \Delta C_{e-effect} + \Delta C_{y-effect} + \Delta C_{Y-effect} \\ \Delta C_{c-effect} &= \sum_i L(C_t - C_{t-1}) \ln\left(\frac{C_t}{C_{t-1}}\right) \\ \Delta C_{e-effect} &= \sum_i L(C_t - C_{t-1}) \ln\left(\frac{e_t}{e_{t-1}}\right) \\ \Delta C_{y-effect} &= \sum_i L(C_t - C_{t-1}) \ln\left(\frac{y_t}{y_{t-1}}\right) \\ \Delta C_{Y-effect} &= \sum_i L(C_t - C_{t-1}) \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) \end{aligned}$$

$$, \text{ em que } L(x, y) = \frac{(x-y)}{\ln\left(\frac{x}{y}\right)} = L(C_t, C_{t-1}) = \frac{(C_t - C_{t-1})}{\ln\left(\frac{C_t}{C_{t-1}}\right)}$$

Os efeitos resultantes representam as seguintes relações:

- $\Delta C$  - Efeito Total
- $\Delta C_{c-effect}$  - Efeito Intensidade Carbónica
- $\Delta C_{e-effect}$  - Efeito Intensidade Energética
- $\Delta C_{y-effect}$  - Efeito Estrutura
- $\Delta C_{Y-effect}$  - Efeito Actividade

Concluimos esta proposta de metodologia com uma explicação detalhada de cada um dos efeitos explicativos na origem dos aumentos verificados nas emissões carbónicas:

- O **Efeito Total** representa o crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> verificado em termos históricos, e como vimos ao longo deste capítulo, as suas variações serão explicadas pelos contributos positivos ou negativos dos restantes efeitos: intensidade carbónica, intensidade energética, estrutura e actividade. Em termos matemáticos, a variação média anual do efeito total deverá ser igual à variação média anual verificada nas emissões totais deste gás.

- O **Efeito Intensidade Carbónica** mede a variação que as emissões totais de um sector ou de um conjunto de sectores da economia teriam tido no caso de este(s) ter(em) consumido energia com maior ou menor conteúdo carbónico. Como as emissões de CO<sub>2</sub> relativas ao consumo de electricidade encontram-se imputadas a cada sector produtivo segundo o coeficiente de emissão médio anual estimado pela IEA (ver metodologia), este efeito reflecte também a substituição de combustíveis na geração de electricidade. Logo, se na geração de electricidade existir uma maior percentagem de combustíveis fósseis ou caso se tenha verificado uma substituição de fontes energéticas neste processo, tais ocorrências irão afectar significativamente a variação da intensidade carbónica do(s) sector(es) considerado (s) <sup>xiv</sup>.
- O **Efeito Intensidade Energética** mede a variação que as emissões totais de um sector ou de um conjunto de sectores da economia teriam tido no caso deste(s) ter(em) usado com maior ou menor eficiência a energia consumida. A intensidade energética depende, como esclarecem os autores Alcántara e Roca (1995), de importantes componentes, como por exemplo, da estrutura produtiva, dos hábitos de consumo, da eficiência na transformação e no uso de energia final. Como tal, a introdução de novas tecnologias e de novos processos produtivos reflecte-se igualmente neste efeito. Importa salientar também que as variações ocorridas na estrutura produtiva podem, sem que os sectores façam qualquer esforço nesse sentido, reduzir a intensidade de energia por unidade de produto, dando lugar a uma diminuição global da intensidade energética, e como tal das emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes desse consumo.
- O **Efeito Estrutura** mede a variação que as emissões carbónicas teriam tido em resultado das transformações estruturais ocorridas na economia, isto é, decorrentes de ganhos ou de perdas de peso de determinados sectores produtivos. Tratando-se do efeito de estrutura de um sector específico, este medirá a participação desse sector na escala de produção (Alcántara, 2007).
- O **Efeito Actividade** da economia mede o crescimento que as emissões totais teriam tido no caso de todos os sectores crescerem à taxa de variação do VAB total. Como este valor é relativamente próximo do PIB, associaremos este efeito à noção de crescimento económico. Tratando-se do efeito actividade de um sector específico, por exemplo, do comércio e serviços, este medirá o crescimento que as emissões totais teriam tido no caso de este sector ter aumentado à taxa média de crescimento do conjunto de sectores considerados (VAB total).

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

*Portugal anda em maré de cartões vermelhos. Embora só se fale no buraco orçamental, há outro mais assustador que não tem sido referido: o buraco energético. É que Portugal conseguiu a proeza de ser o país europeu com menor crescimento do PIB para maior gasto de energia. Ganhámos pois o Óscar do desperdício.*

Luísa Schmidt, *País (in) sustentável*, 2008

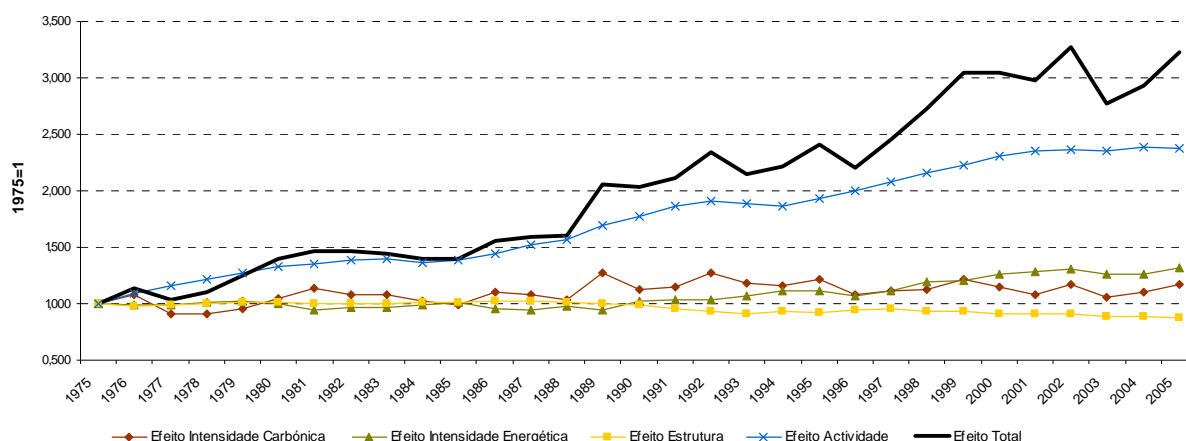
O quinto capítulo analisa os resultados obtidos pela aplicação da metodologia proposta. Começa-se por descrever o comportamento dos principais efeitos explicativos responsáveis pelos aumentos verificados nas emissões de CO<sub>2</sub>, na economia portuguesa e espanhola, apresentando os seus contributos para a variação do efeito total. Esta análise é feita para os anos chave do período 1975-2005: 1975-1985, 1986-1995, 1996-2005, salientando quais os sectores e os efeitos mais responsáveis para o crescimento das emissões verificado nestas etapas. Num segundo momento é feito um estudo comparativo destas economias.

### 5.1 *Análise para Portugal*

Os resultados da aplicação da metodologia proposta no capítulo anterior demonstram que, ao longo de todo o período (1975-2005), é evidente a evolução globalmente muito positiva das emissões carbónicas provenientes dos sectores produtivos da economia portuguesa (ver figuras 5.1 e 5.2 - efeito total), com um crescimento médio anual de cerca de 4,0%. De acordo com a análise de decomposição efectuada, o factor explicativo mais importante foi o efeito estrutura, aquele que mais terá contribuído para contrabalançar o aumento do efeito actividade, dado pelo crescimento da economia portuguesa neste período (ver quadro 5.1).

Se atendermos à primeira década (1975-1985), o efeito estrutura teve um contributo positivo para o crescimento das emissões, que atribuímos ao elevado peso na estrutura económica de sectores que são tradicionalmente bastante emissores deste gás, como por exemplo, do sector agrícola ou também dos sectores das indústrias químicas e petroquímicas (figura 5.5). Nas restantes etapas consideradas (1986-1995;1996-2005) inverteu-se esta tendência<sup>1</sup>,

passando este efeito a ter uma influência mais destacada para a redução das emissões<sup>ii</sup>, tendo contribuído para a sua diminuição média anual em 1,0% e em 0,7%, respectivamente (ver quadro 5.1). Em termos globais, nos últimos 30 anos (1975-2005), o efeito estrutura terá contribuído para uma redução média anual das emissões carbónicas da ordem dos 0,4%.



**Figura 5.1: Portugal – Decomposição do crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado (Cálculos próprios<sup>iii</sup>)**

Taxa média de crescimento (em %)				
Efeitos (1975=1)	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Efeito Intensidade Carbónica	-0,1	1,0	0,8	0,5
Efeito Intensidade Energética	0,1	1,5	2,1	0,9
Efeito Estrutura	0,1	-1,0	-0,7	-0,4
Efeito Actividade	3,4	3,0	1,7	2,9
<b>Efeito Total</b>	<b>3,4</b>	<b>4,5</b>	<b>3,9</b>	<b>4,0</b>

**Quadro 5.1: Portugal - Contributos para o crescimento verificado nas emissões a partir do sectorial agregado (Cálculos próprios<sup>iv</sup>)**

Em relação aos restantes efeitos (intensidade carbónica, intensidade energética, actividade), todos terão contribuído de forma positiva para o aumento verificado nas emissões deste gás. Destes, o efeito actividade, foi o factor explicativo que mais se destacou ao longo deste período de tempo (1975-2005), com um contributo de 2,9% para o incremento médio anual das emissões. Se atendermos aos primeiros anos da nossa análise, este efeito terá sido mais pronunciado sobretudo nos subperíodos 1975-1985 e 1986-1995, apresentando uma taxa de crescimento em termos médios anuais de 3,4% e 3,0%, respectivamente.

Não obstante as vicissitudes políticas e económicas que afectaram a economia portuguesa nestes períodos, como por exemplo, a instabilidade que se seguiu ao período revolucionário de 1974-75, a deterioração dos termos de troca provocada pelos choques petrolíferos de 1973-74, 1979 e as depressões que assolaram a Europa Ocidental em 1975, 1981-82 e 1993<sup>v</sup>, a influência do efeito actividade terá sido mais elevada nestas duas etapas do que no subperíodo seguinte (1996-2005), em que este factor explicativo apresenta um contributo de apenas 1,7% para o acréscimo verificado no efeito total (ver quadro 5.1 e figuras 5.1; 5.6).

Em seguida, destaca-se o efeito intensidade energética, com uma contribuição média anual para o aumento das emissões da ordem dos 0,9% (ver figura 5.1). Contudo, a sua influência não foi sempre constante ao longo do tempo, tendo sido mais significativa nas duas últimas etapas deste período (1986-1995;1996-2005), contribuindo assim para um aumento médio anual das emissões da ordem de 1,5% e 2,1%, respectivamente. Esta tendência estará associada, de acordo com a decomposição efectuada em termos aditivos, com o aumento da intensidade energética entre os anos de 1986-1995 de sectores caracterizados por um elevado consumo de energia por unidade de produto, especialmente das indústrias do papel e impressão, do comércio e serviços, das químicas e petroquímicas e da construção. No período seguinte, destaca-se sobretudo o aumento deste efeito no sector do comércio e serviços, registando uma forte subida entre 1996 a 2005 (ver figura 5.4).

Em relação ao efeito intensidade carbónica, o seu contributo para o aumento das emissões no caso português foi pouco significativo, quando comparado com os efeitos anteriormente referidos. De acordo com Alcántara (2007), o processo de descarbonização da economia processa-se através de dois modos, quer pela estabilização percentual dos combustíveis fósseis, quer pela substituição das fontes energéticas primárias. Este autor afirma que, por exemplo, a substituição de carvão por gás natural, que tem um constituinte de carbono mais baixo, faz com que o coeficiente médio de emissão aplicado<sup>vi</sup> seja menor. Esta questão é bastante pertinente na diminuição da intensidade de carbono das emissões sectoriais de CO<sub>2</sub> correspondentes à energia eléctrica neste estudo.

No entanto, no caso português, não se pode falar efectivamente de uma descarbonização da economia portuguesa, uma vez que para os últimos 30 anos (1975-2005), este efeito terá contribuído para o aumento médio anual das emissões da ordem dos 0,5% (ver figura 5.1; quadro 5.1). Se atendermos à sua evolução ao longo de todo o período, este efeito foi particularmente pronunciado nas últimas etapas da nossa análise (1986-1995; 1996-2005), em que o efeito intensidade carbónica apresenta um contributo positivo para o aumento médio anual das emissões de 1,0% e 0,8%, respectivamente. Esta tendência poderá estar relacionada com a resposta do governo português à subida do preço do petróleo provocada pelos dois choques petrolíferos ocorridos em 1973-1974 e em 1979. A solução encontrada consistiu na construção das centrais termoeléctricas a carvão de Sines e do Pego, com vista a diminuir a dependência do petróleo da estrutura energética nacional (Clemente Nunes, 2006). Logo, como a utilização do combustível fóssil carvão na geração de energia eléctrica comporta maiores emissões de CO<sub>2</sub>, poderá ter sido este um dos factores responsáveis pelo aumento da intensidade de carbono verificada nos sectores económicos portugueses após 1986 (ver figuras 5.1 e 5.3) [importa referir também que a introdução do gás natural como fonte energética nos finais dos anos 90, não terá sido suficiente para inverter o contributo positivo deste efeito até à actualidade].

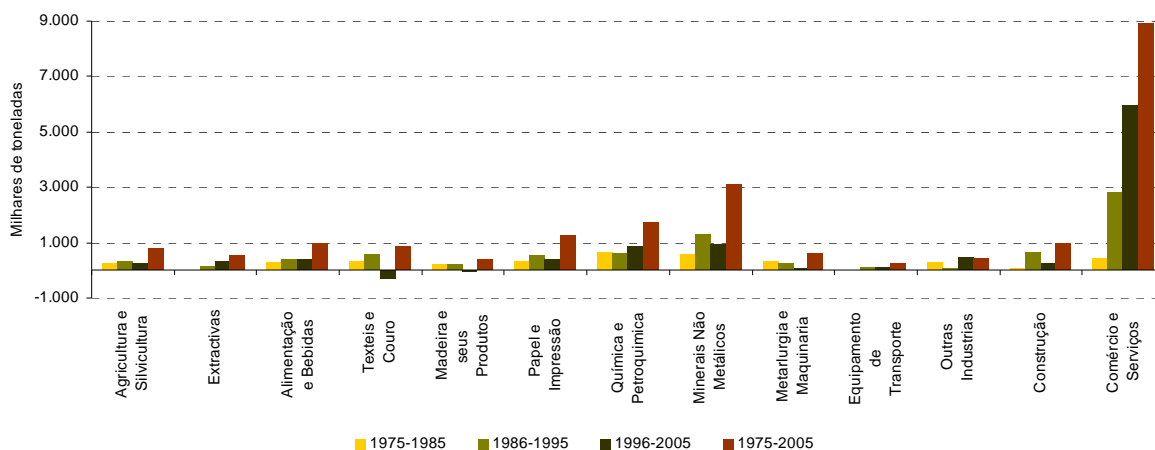


Figura 5.2: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Total (Cálculos Próprios<sup>vii</sup>)

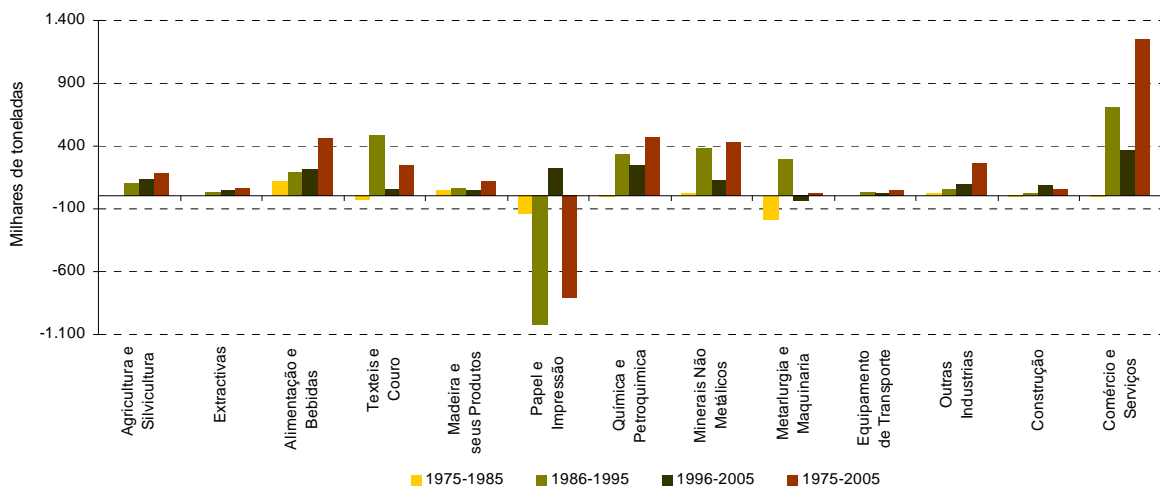


Figura 5.3: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Intensidade Carbónica (Cálculos Próprios<sup>viii</sup>)

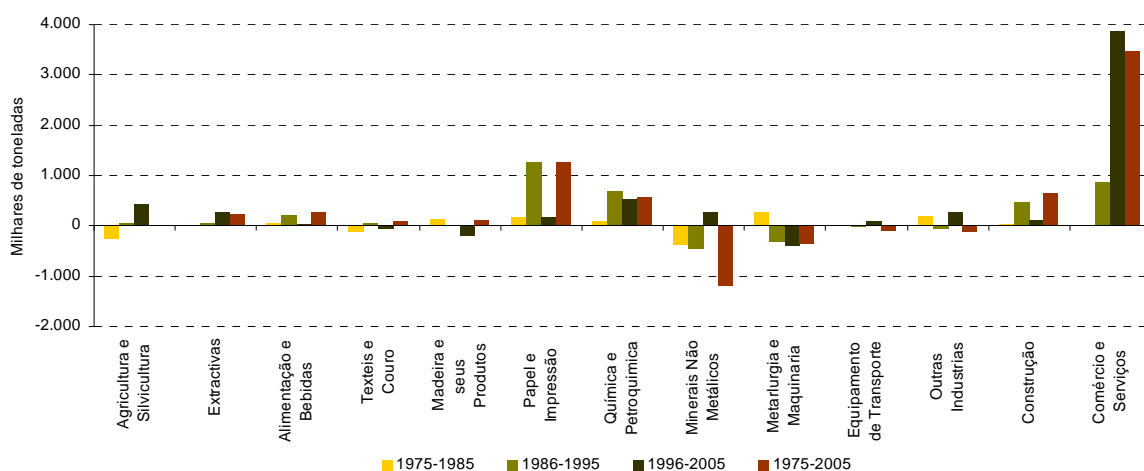
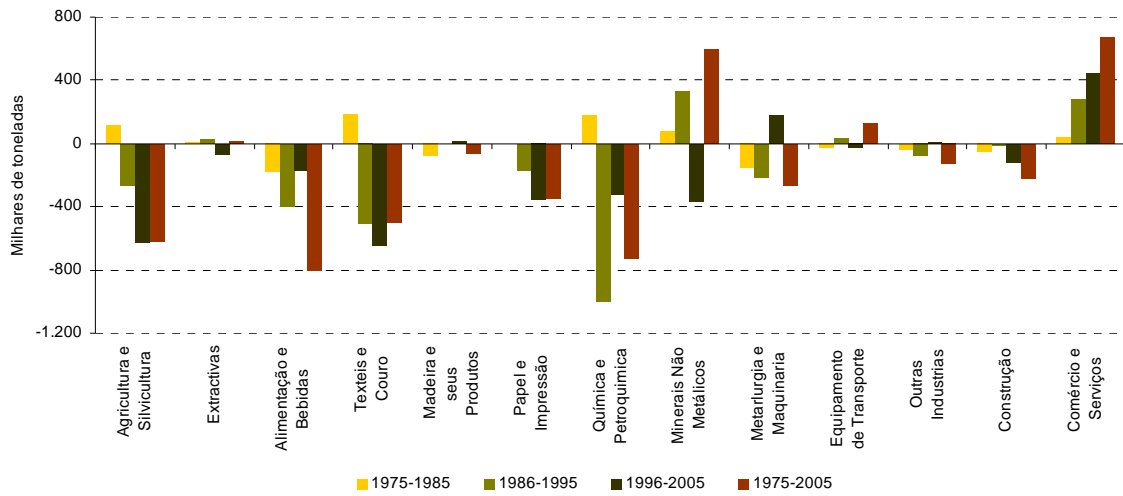
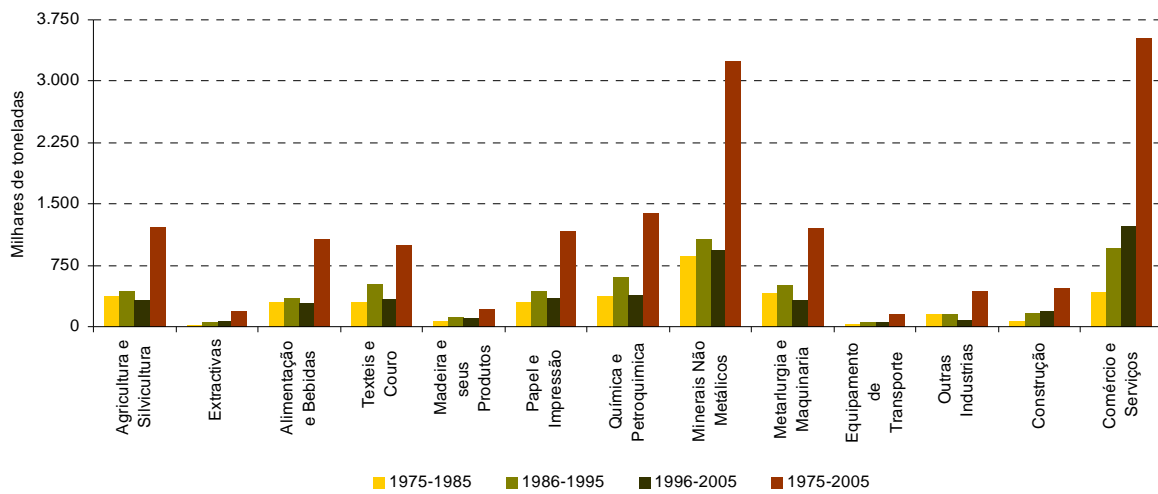


Figura 5.4: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Intensidade Energética (Cálculos Próprios<sup>ix</sup>)



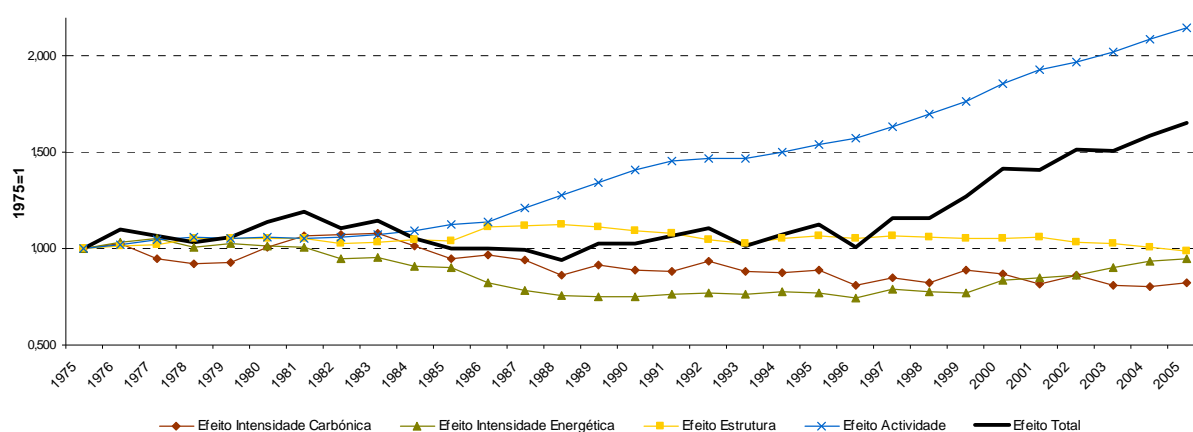
**Figura 5.5: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Estrutura (Cálculos Próprios<sup>x</sup>)**



**Figura 5.6: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Actividade (Cálculos Próprios<sup>xi</sup>)**

## 5.2 Análise para Espanha

Para Espanha, os resultados da aplicação da metodologia proposta demonstram que desde 1975 até 2005, o factor explicativo mais importante foi o efeito intensidade carbónica, aquele que mais terá contribuído para contrabalançar o aumento do efeito actividade, dado pelo crescimento da economia espanhola neste período (figura 5.7). Como referimos, o processo de descarbonização de uma economia processa-se através de dois modos, quer através da estabilização percentual dos combustíveis fósseis, quer através da substituição das fontes energéticas primárias (Alcántara, 2007). Relativamente ao caso espanhol, parece haver ao longo de todo este período uma tendência de descarbonização da economia, uma vez que nos últimos 30 anos (1975-2005), este efeito terá contribuído para uma diminuição média anual das emissões<sup>xii</sup> de CO<sub>2</sub> da ordem dos 0,7% (quadro 5.2).



**Figura 5.7: Espanha – Decomposição do crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado (Cálculos próprios<sup>xiii</sup>)**

Taxa média de crescimento (em %)				
Efeitos (1975=1)	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Efeito Intensidade Carbónica	-0,5	-0,8	0,1	-0,7
Efeito Intensidade Energética	-1,0	-0,6	2,4	-0,2
Efeito Estrutura	0,4	-0,4	-0,6	0,0
Efeito Actividade	1,2	3,1	3,1	2,6
<b>Efeito Total</b>	<b>0,0</b>	<b>1,2</b>	<b>5,1</b>	<b>1,7</b>

**Quadro 5.2: Espanha - Contributos para o crescimento verificado nas emissões a partir do sectorial agregado (Cálculos próprios<sup>xiv</sup>)**

Se atendermos à sua evolução por períodos, observa-se que esta disposição terá sido mais acentuada nas primeiras etapas da análise de decomposição (1975-1985, 1986-1995), em que o efeito intensidade carbónica apresenta um contributo significativo para a diminuição das emissões, em termos médios anuais, de 0,5% e 0,8%, respectivamente (ver quadro 5.2). Após 1996, assiste-se a uma inversão desta tendência, passando este efeito a ter um contributo positivo, ainda que pouco significativo, para o aumento médio anual das emissões (de 0,1%). A justificação apontada por diversos autores (IEA, 2005; Alcántara, 2007) para este comportamento poderá estar relacionada com o crescimento verificado no mercado de

gás natural e com uma conseqüente perda de peso da energia nuclear na estrutura energética nacional, o que implicou maiores quantidades de CO<sub>2</sub> emitidas por cada unidade de energia consumida, por parte de alguns sectores produtivos em Espanha (ver figura 5.9).

Em seguida, também com um contributo de sinal negativo para o crescimento do efeito total entre 1975 e 2005, destaca-se o efeito intensidade energética, com uma contribuição média anual de 0,2% para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> (quadro 5.2). Contudo, a sua influência não foi sempre constante ao longo deste período de tempo, tendo sido mais significativa nas duas primeiras etapas desta análise (1975-1985, 1986-1995), em que terá contribuído para uma redução média anual das emissões da ordem de 1,0% e 0,6%, respectivamente. Esta tendência estará relacionada, de acordo com a decomposição efectuada em termos aditivos, com uma diminuição da intensidade energética sectorial, numa primeira fase entre os anos de 1975 e 1995, de sectores que se caracterizam por um elevado consumo de energia por unidade de produto, como por exemplo, do sector químico e petroquímico ou do sector dos minerais não metálicos. Após 1996 assiste-se a uma inversão desta tendência<sup>xv</sup>, passando este efeito a ter um contributo positivo para o crescimento das emissões (ver figura 5.10).

Em relação ao efeito estrutura, o seu contributo para a redução das emissões carbónicas foi pouco significativo, quando comparado com os factores explicativos anteriormente referidos. Se atendermos aos primeiros anos deste estudo (1975-1985), este efeito teve um contributo positivo para o crescimento das emissões, que atribuímos ao elevado peso na estrutura económica de sectores que são tradicionalmente bastantes emissores deste gás, como por exemplo, da agricultura ou das indústrias químicas e petroquímicas (ver figura 5.11). Nas restantes etapas consideradas (1986-1995, 1996-2005), inverte-se esta tendência passando este efeito a ter um papel mais destacado para a redução das emissões, contribuindo assim para a sua diminuição média anual em 0,4% e 0,6%. Esta situação estará relacionada com as transformações estruturais que ocorreram na economia espanhola, após a adesão deste país às comunidades económicas europeias em 1986, destacando-se a perda de peso dos sectores referidos anteriormente como também dos sectores da metalurgia e da maquinaria, da alimentação e bebidas e dos têxteis e couro (ver figura 5.11).

Por fim, aferimos que o crescimento das actividades económicas, medido através do efeito actividade, foi o principal responsável pelos aumentos verificados nas emissões de CO<sub>2</sub> em Espanha, desde 1975 até 2005 e em todos os subperíodos analisados (ver quadro 5.2 e figuras 5.7; 5.12). Esta tendência terá sido apenas contrariada pelos contributos negativos dos efeitos intensidade carbónica (0,7%), intensidade energética (0,2%) e por uma influência irrelevante do efeito estrutura no aumento das emissões totais deste gás. Concluiu-se assim que o comportamento destes efeitos explica o incremento médio anual evidenciado pelo efeito total<sup>xvi</sup>, ao longo de todo o período em análise, de cerca de 1,7% (claramente inferior ao verificado para a economia portuguesa, como será abordado na próxima secção).

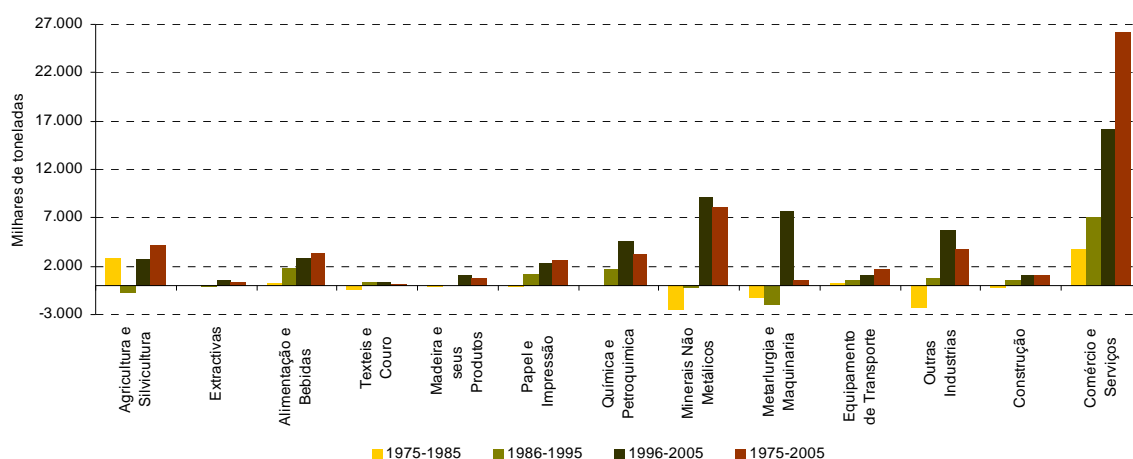


Figura 5.8: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Total (Cálculos Próprios<sup>xvii</sup>)

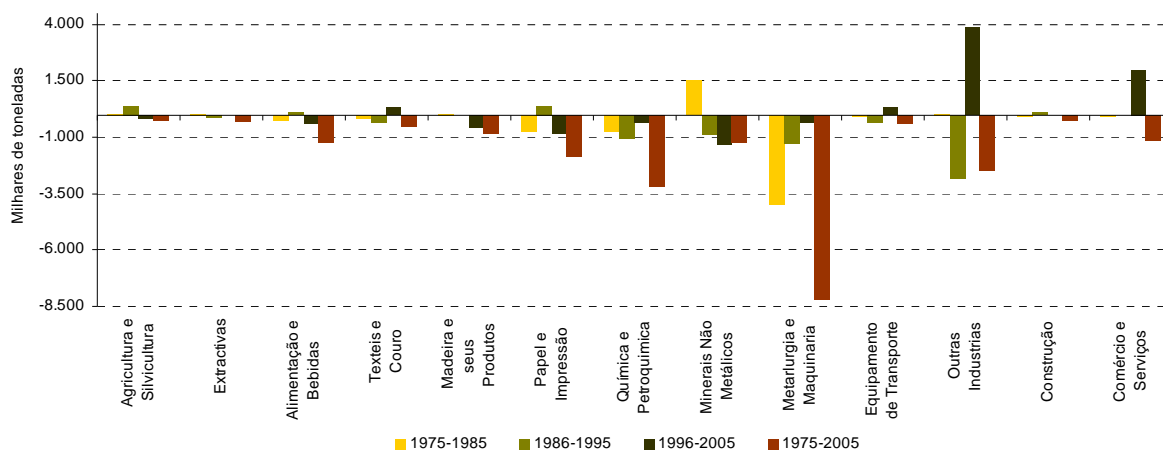


Figura 5.9: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Intensidade Carbónica (Cálculos Próprios<sup>xviii</sup>)

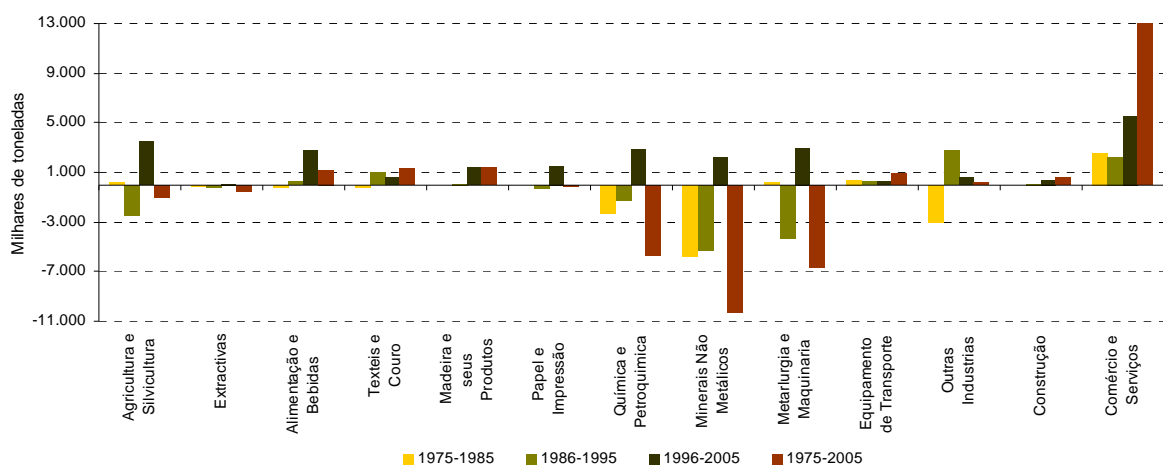


Figura 5.10: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Intensidade Energética (Cálculos Próprios<sup>xix</sup>)

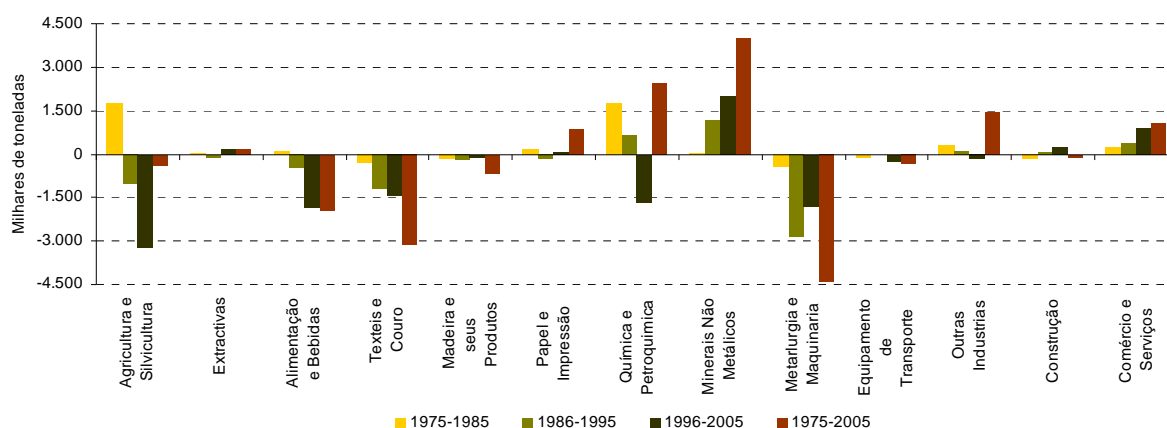


Figura 5.11: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Estrutura (Cálculos Próprios<sup>xx</sup>)

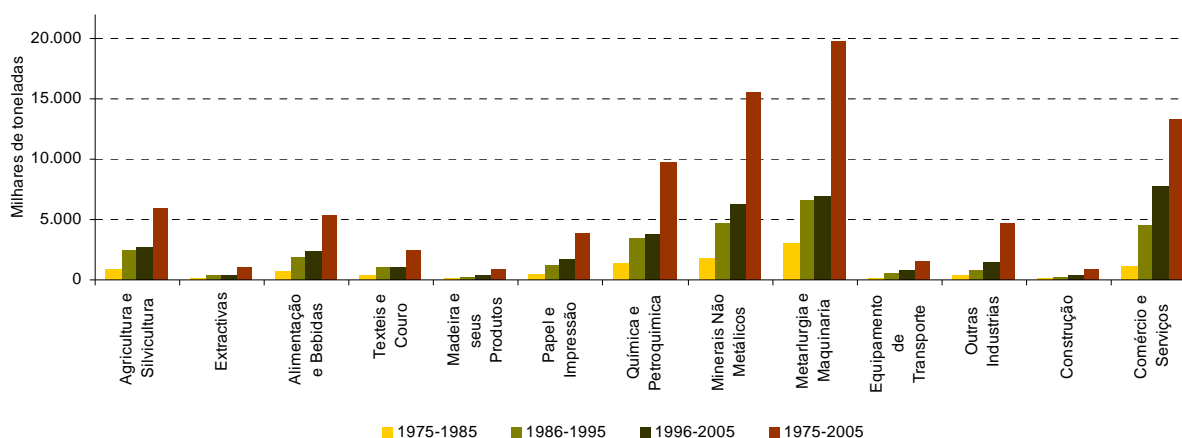
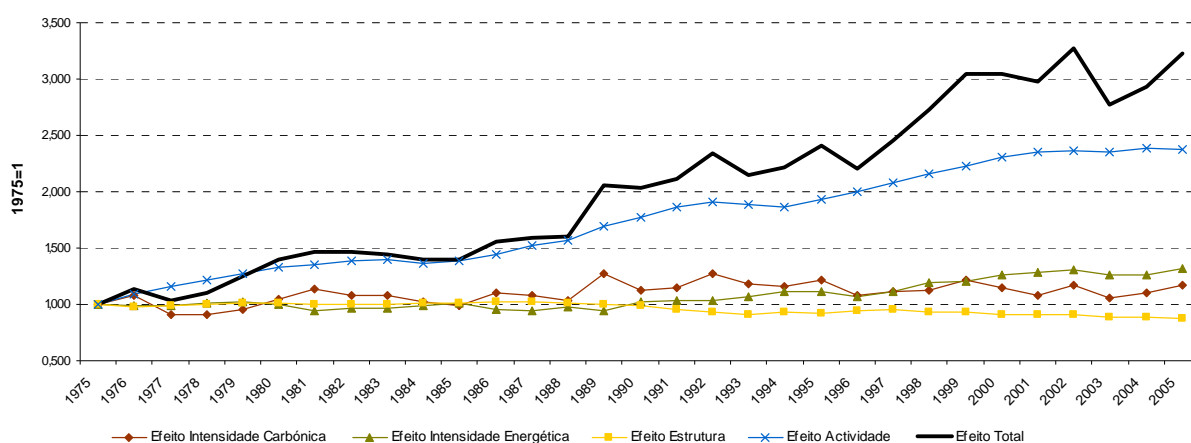


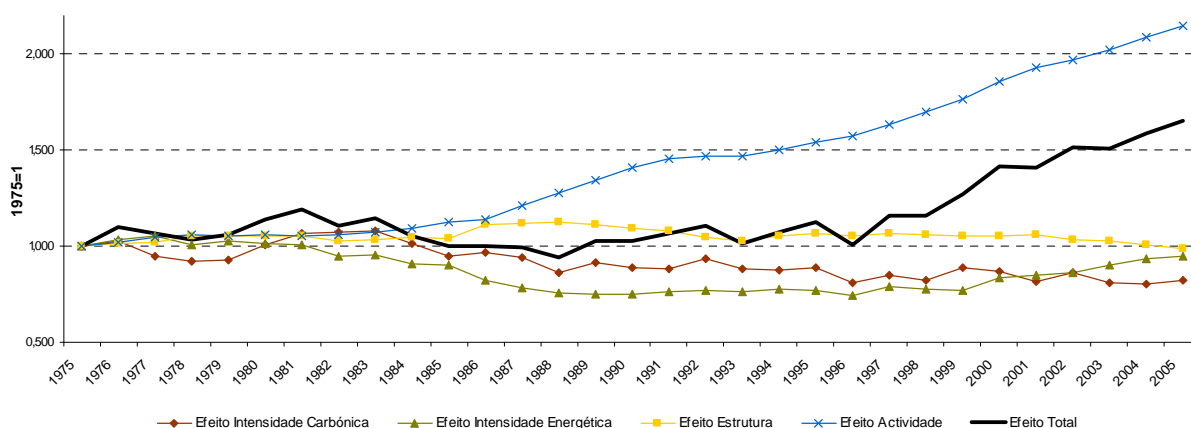
Figura 5.12: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, Efeito Actividade (Cálculos Próprios<sup>xxi</sup>)

### 5.3 Análise comparativa

Da comparação dos resultados apresentados, ao longo de todo o período (1975-2005), é evidente a evolução globalmente muito positiva das emissões carbónicas provenientes dos sectores produtivos da economia portuguesa e espanhola (efeito total), com um crescimento médio anual desta variável mais pronunciado na primeira (4,0%) do que na segunda (1,7%). De acordo com a análise de decomposição, o factor explicativo mais importante foi o efeito estrutura para Portugal e o efeito intensidade carbónica para Espanha, aqueles que mais terão contribuído para contrariar o aumento do efeito actividade, dado pelo crescimento de ambas as economias neste período (comparar resultados agregados das figuras 5.13 e 5.14 com os valores obtidos em termos sectoriais nas figuras 5.21 e 5.22, no final da secção).



(Portugal)



(Espanha)

**Figura 5.13: Decomposição do crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> em Portugal e Espanha, a partir do comportamento sectorial agregado (Comparação das figuras 5.1 e 5.7)**

Taxa média de crescimento (em %)

Efeitos (1975=1)	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Efeito Intensidade Carbónica	-0,1	1,0	0,8	0,5
Efeito Intensidade Energética	0,1	1,5	2,1	0,9
Efeito Estrutura	0,1	-1,0	-0,7	-0,4
Efeito Actividade	3,4	3,0	1,7	2,9
<b>Efeito Total</b>	<b>3,4</b>	<b>4,5</b>	<b>3,9</b>	<b>4,0</b>

(Portugal)

Taxa média de crescimento (em %)

Efeitos (1975=1)	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Efeito Intensidade Carbónica	-0,5	-0,8	0,1	-0,7
Efeito Intensidade Energética	-1,0	-0,6	2,4	-0,2
Efeito Estrutura	0,4	-0,4	-0,6	0,0
Efeito Actividade	1,2	3,1	3,1	2,6
<b>Efeito Total</b>	<b>0,0</b>	<b>1,2</b>	<b>5,1</b>	<b>1,7</b>

(Espanha)

**Figura 5.14: Contributos para o crescimento verificado nas emissões em Portugal e Espanha, a partir do sectorial agregado (Comparação dos quadros 5.1 e 5.2)**

Se atendermos à primeira década (1975-1985), observamos nestes quadros que o efeito total dispara em Portugal, principalmente como resultado do incremento do efeito actividade, facto que não ocorre de forma tão evidente para Espanha, neste período. A explicação mais plausível para esta ocorrência estará relacionada com o impacto mais significativo e prolongado do choque petrolífero de 1973-1974 na economia espanhola (Moral, 2006; CES, 2006), que associado à crise económica que se seguiu, terá afectado de forma mais acentuada o desenvolvimento dos sectores produtivos em Espanha, reflectindo-se no comportamento do efeito actividade, que como vimos, é o principal factor explicativo dos crescimentos verificados nas emissões. Os contributos negativos do efeito intensidade carbónica (0,5%) e intensidade energética (1,0%) [ver figura 5.14], registados durante esta década, vêm confirmar esta hipótese, estando possivelmente relacionados com o período de reconversão industrial que ocorreu em Espanha de 1983-1985, em resultado deste abrandamento económico (comparar figuras 5.13, 5.15 e 5.16).

Na figura 5.16 (ver final da secção) é possível visualizar os contributos negativos, por sector produtivo, dos efeitos intensidade carbónica e intensidade energética e as suas implicações para a variação do efeito total em Espanha. Observa-se pela análise deste gráfico que houve uma forte diminuição da intensidade carbónica e da intensidade energética da economia espanhola, entre os anos de 1975 e 1985, de sectores que se caracterizam por elevados consumos de energia por unidade de produto e igualmente por elevadas emissões de CO<sub>2</sub>, sobretudo nos sectores da metalurgia e da maquinaria e das indústrias dos minerais não metálicos, respectivamente. Não obstante, verifica-se também no sector das químicas e petroquímicas e das outras indústrias não especificadas uma redução assinalável destes efeitos. Como referimos, esta situação estará relacionada com o período de reconversão industrial que ocorreu em Espanha de 1983-1985 e que terá levado à reestruturação destes sectores, que sendo mais intensivos em consumos de energia, foram mais afectados pelo impacto significativo e prolongado do choque petrolífero de 1973-1974 neste país, situação que não se verifica para a economia portuguesa neste período<sup>xxii</sup> (figura 5.15). Logo, esta afectação, acompanhada do forte crescimento das actividades económicas para Portugal, justificará as diferenças encontradas em termos de efeito total verificado para ambas as economias.

No período seguinte (1986-1995), é notória uma aceleração bastante pronunciada do ritmo de crescimento das emissões em Portugal, novamente acima da taxa verificada em termos médios anuais para Espanha (4,5% o que compara com apenas 1,2%, respectivamente) [confrontar as figuras 5.13 e 5.14]. A principal justificação para este facto estará novamente relacionada com o aumento do efeito actividade, provavelmente em resultado de uma maior abertura comercial proporcionada pela entrada destes dois países para a Comunidade Económica Europeia, em 1986. Contudo, para esta década, algo que salta à vista na análise

destas figuras é o contributo dos restantes factores explicativos para os aumentos do efeito total. Relativamente a Espanha, observa-se que provavelmente em resultado das políticas de reconversão industrial e de uma maior abertura à Europa, que referimos anteriormente, e também de uma aposta do governo espanhol na geração de electricidade a partir de centrais nucleares, os efeitos intensidade carbónica (0,8%) e intensidade energética (0,6%), bem como o efeito estrutura (0,4%), apresentam contributos negativos para o incremento do efeito total, situação inversa da verificada em Portugal neste período (comparar figuras 5.13, 5.17 e 5.18).

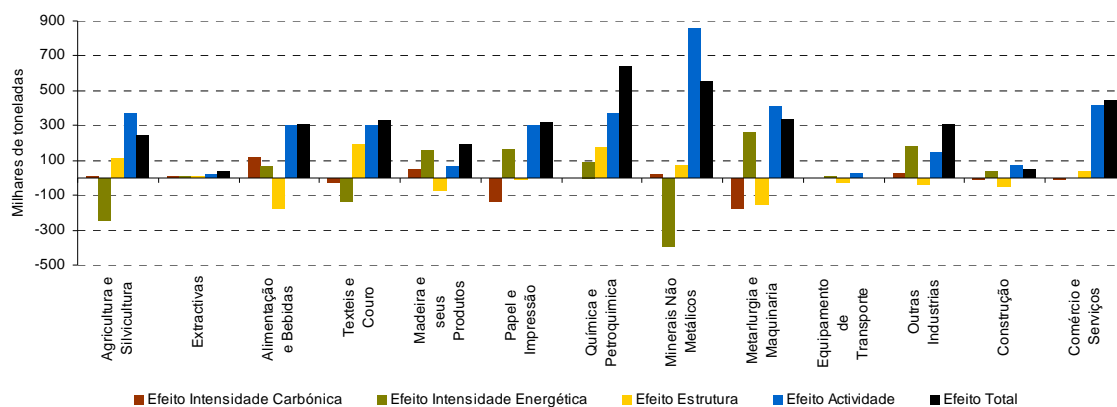
Na figura 5.18 (ver final desta secção), é possível visualizar os contributos negativos, por sector produtivo, dos efeitos intensidade carbónica, intensidade energética e efeito estrutura e as suas implicações para a variação do efeito total em Espanha. Observa-se pela análise deste gráfico que houve uma forte diminuição da intensidade carbónica e da intensidade energética da economia espanhola, entre os anos de 1986 e 1995, em sectores que se caracterizam por elevados consumos de energia por unidade de produto e igualmente por elevadas emissões de CO<sub>2</sub>, sobretudo, nos sectores dos minerais não metálicos e também da metalurgia e da maquinaria. Observa-se igualmente nestes sectores uma perda do seu peso (menor efeito estrutura). Como referimos, esta situação resultará do efeito conjunto das políticas de reconversão industrial e de uma maior abertura à Europa, que terá levado à perda progressiva de peso de sectores mais intensivos em energia por unidade de valor acrescentado. Não obstante, os investimentos na geração de electricidade a partir de energia nuclear tiveram uma influência decisiva nos contributos negativos do efeito intensidade carbónica verificado nestes sectores, situação que não se verifica neste período para a economia portuguesa (vimos que a aposta do governo português na geração de electricidade a partir da queima de carvão contribuiu decisivamente para o sinal positivo do efeito intensidade carbónica neste período). Logo, esta afectação, acompanhada do forte crescimento das actividades económicas justificará as diferenças encontradas em termos de efeito total verificado para ambas as economias.

Na última década (1996-2005), a dinâmica de crescimento das emissões dos sectores produtivos parece sofrer um ligeiro abrandamento em Portugal, situação inversa da que decorre em Espanha, que regista um forte agravamento neste período (3,9% contra 5,1%, respectivamente) [comparar as figuras 5.13 e 5.14]. A principal justificação para este facto estará relacionada com a diminuição do efeito actividade em Portugal (1,7% contra 3,1%, respectivamente), que terá resultado num incremento das emissões para Espanha e, de forma contrária, terá levado a um abrandamento da tendência emissora para Portugal. Porém, para esta década, algo que salta à vista da análise destas figuras (5.13 e 5.14) é o contributo dos restantes factores explicativos para os aumentos verificados no efeito total. Relativamente a Portugal, observamos pela primeira vez neste estudo, que a influência do

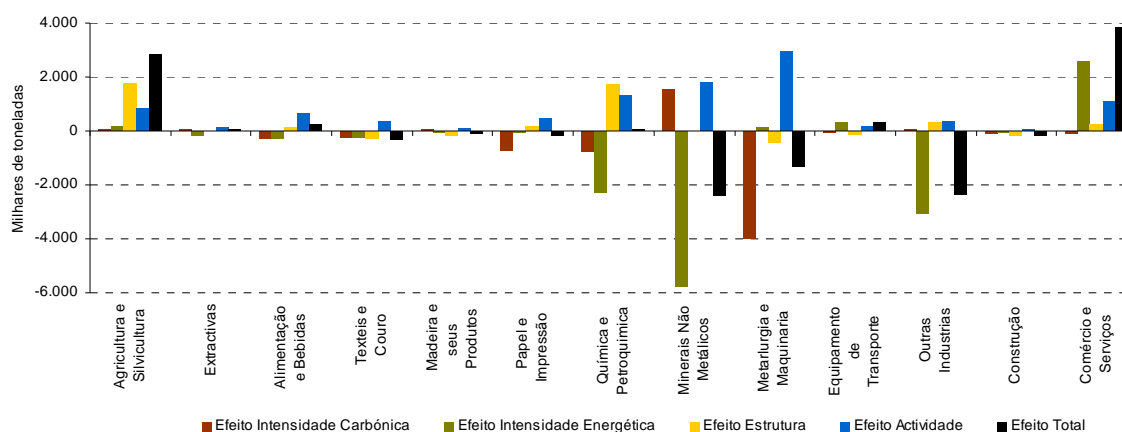
efeito de crescimento das actividades económicas nas emissões totais é suplantada pelo contributo positivo do efeito intensidade energética (2,1%), que nesta década é o principal factor responsável pelo incremento das emissões na economia portuguesa, situação que não se verifica para a economia espanhola (comparar figuras 5.13, 5.19 e 5.20).

Na figura 5.20 (ver final da secção), é possível visualizar os contributos positivos, por sector produtivo, dos efeitos intensidade carbónica, energética e actividade e as suas implicações para a variação do efeito total em Espanha. Observa-se pela análise deste gráfico, que houve um forte aumento da intensidade energética da economia espanhola, entre os anos de 1996-2005, de sectores que se caracterizaram por elevados consumos de energia por unidade de produto e também por elevadas emissões de CO<sub>2</sub>, sobretudo nos sectores do comércio e dos serviços, das químicas e das petroquímicas, dos minerais não metálicos, da metalurgia e da maquinaria, da alimentação e bebidas e também da agricultura e silvicultura. Observa-se igualmente nestes sectores um forte aumento do seu contributo para o efeito total, sobretudo em resultado do efeito actividade. Esta situação estará relacionada, por um lado, com o forte crescimento económico que se verificou na economia espanhola nesta década, que terá levado a um desenvolvimento dos sectores produtivos, em especial do comércio e dos serviços, sem haver uma preocupação atenta com a eficiência energética dos mesmos. Não obstante, vimos também que após 1996, assiste-se a uma inversão do sinal do efeito intensidade carbónica sectorial, passando este efeito a ter um contributo positivo para o crescimento médio anual das emissões, que consideramos advir, quer do crescimento do mercado do gás natural, quer da perda progressiva de peso da energia nuclear na estrutura energética nacional, o que comportou maiores quantidades de CO<sub>2</sub> emitidas, por parte de alguns sectores produtivos em Espanha (figura 5.20).

Para Portugal (figura 5.19), todas estas tendências se verificam, à excepção da disposição mais pronunciada de crescimento económico dos sectores produtivos, que nesta década foi inferior à da economia espanhola. Não obstante, importa destacar ainda o importante papel que o sector do comércio e serviços desempenha no crescimento do efeito total do conjunto dos sectores produtivos, que advém fundamentalmente do forte aumento da sua intensidade energética e do seu efeito actividade verificada neste período, como se observa pela análise deste gráfico. Esta afectação, juntamente com as tendências referidas anteriormente, explicará o maior contributo do efeito intensidade energética nos crescimentos verificados das emissões carbónicas para a economia portuguesa, justificando assim as diferenças encontradas em termos de efeito total verificado para ambas as economias.



**Figura 5.15: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1975-1985 (Cálculos próprios<sup>xxiii</sup>)**



**Figura 5.16: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1975-1985 (Cálculos próprios<sup>xxiv</sup>)**

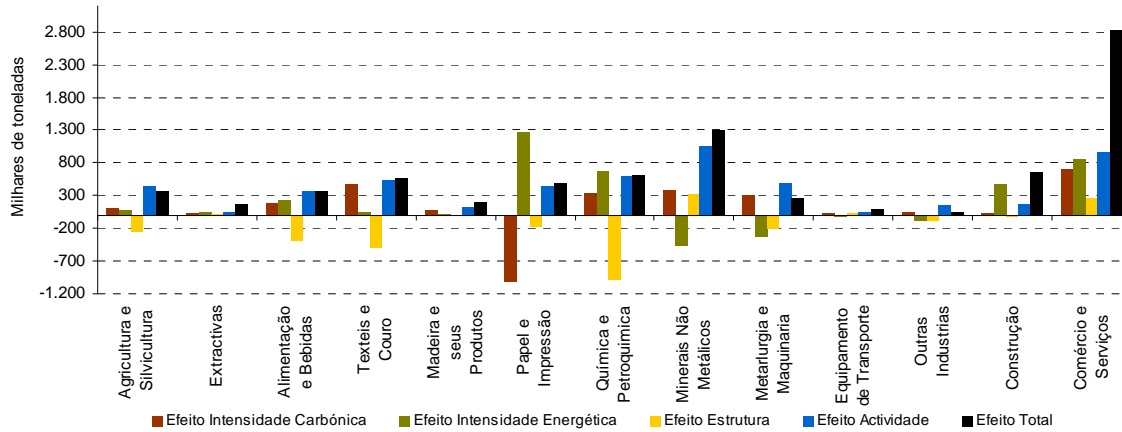


Figura 5.17: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1986-1995 (Cálculos próprios<sup>xxv</sup>)

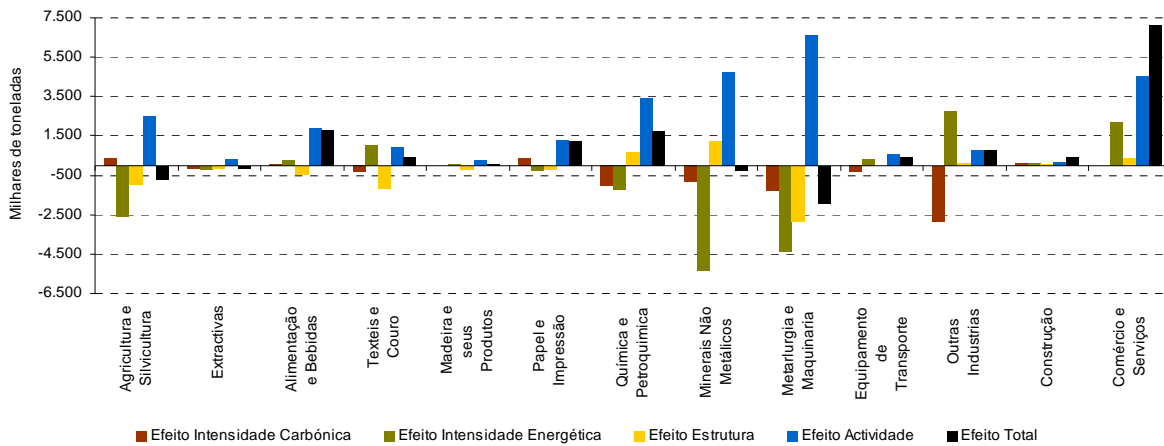


Figura 5.18: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1986-1995 (Cálculos próprios<sup>xxvi</sup>)

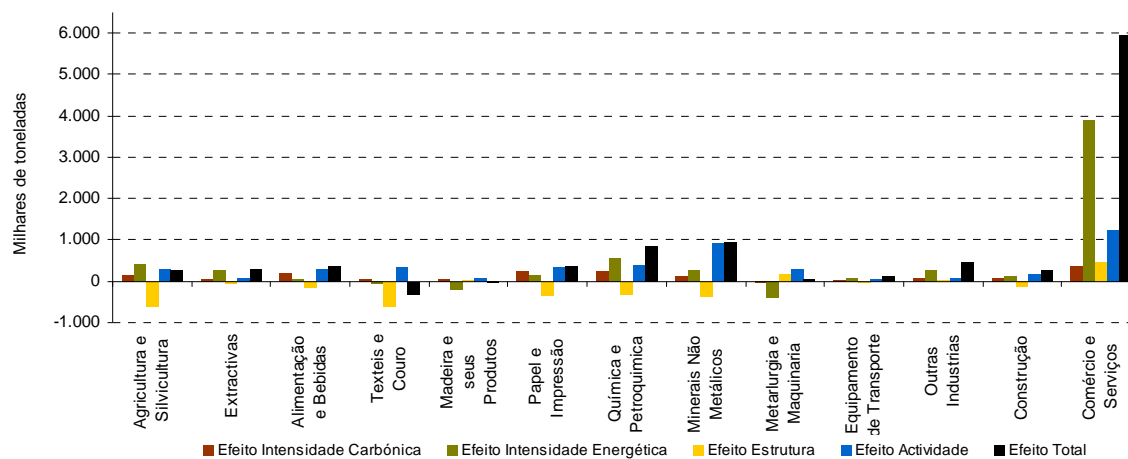


Figura 5.19: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1996-2005 (Cálculos próprios<sup>xxvii</sup>)

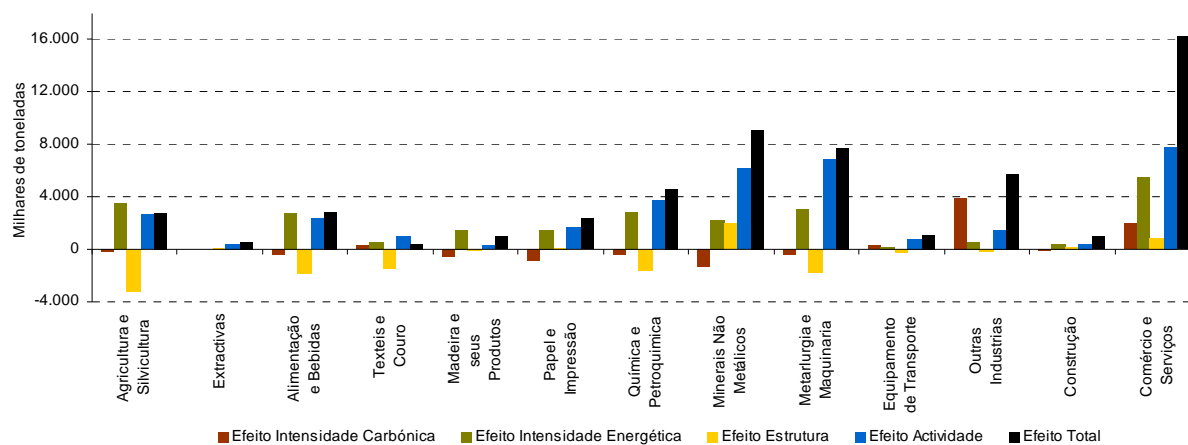


Figura 5.20: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1996-2005 (Cálculos próprios<sup>xxviii</sup>)

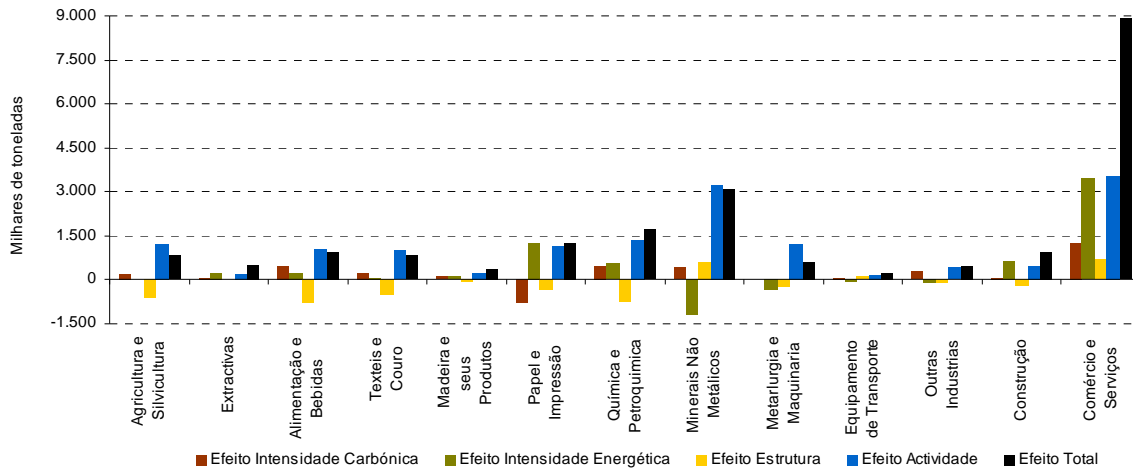


Figura 5.21: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1975-2005 (Cálculos próprios<sup>xxix</sup>)

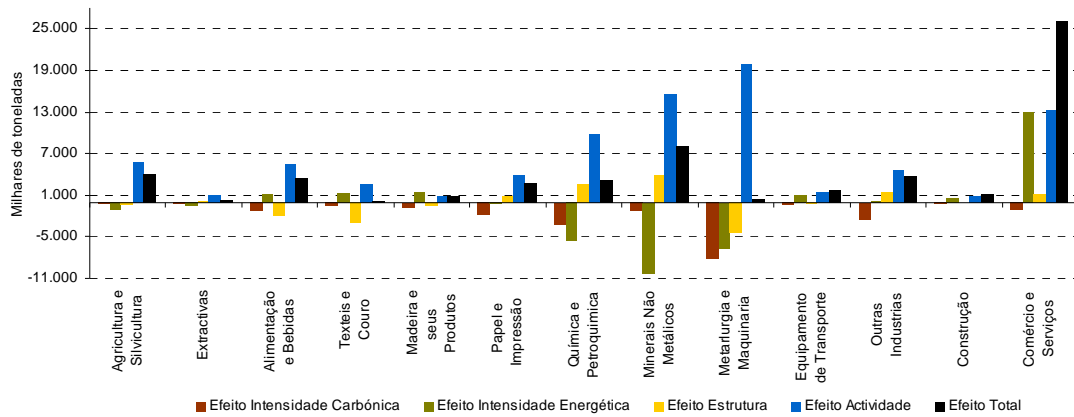


Figura 5.22: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões de CO<sub>2</sub>, 1975-2005 (Cálculos próprios<sup>xxx</sup>)

## 6 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

*Tackling climate change is the pro-growth strategy for the long term, and it can be done in a way that does not cap the aspirations for growth of rich or poor countries. The earlier effective action is taken, the less costly will be.*

Nicholas Stern, *The economics of climate change*, 2006

O sexto capítulo apresenta a conclusão e as perspectivas futuras. Começa-se por abordar a tendência existente entre a economia portuguesa e a economia espanhola, de aproximação ou de divergência, em face dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia proposta. Num segundo momento é feita uma referência às perspectivas de trabalho futuro, dadas as limitações encontradas neste trabalho de investigação.

### 6.1 Conclusão

Este estudo pretendeu contribuir para uma melhor compreensão da dinâmica dos factores explicativos que estiveram na origem do crescimento verificado nas emissões de CO<sub>2</sub>, na economia portuguesa e espanhola, nos últimos 30 anos (1975-2005). Através de uma análise de decomposição baseada em índices *Divisia*, o seu principal objectivo consistiu na identificação da tendência de aproximação ou de divergência existente nestas economias, entre o comportamento dos sectores produtivos, traduzido nos diversos efeitos explicativos (intensidade carbónica, intensidade energética, efeito estrutura e actividade) e os aumentos conferidos no efeito total. Deste modo, foi possível estabelecer uma relação entre o contexto histórico envolvente às dinâmicas sectoriais, quer político, quer económico e a sua influência nos crescimentos verificados nas emissões deste gás. Este tipo de análise, de comparação simultânea entre aspectos económicos e ambientais, permitiu assim aferir se na economia portuguesa e na economia espanhola, terão sido as opções políticas tomadas ou então as dinâmicas existentes no comportamento dos sectores produtivos, as principais razões para

um crescimento tão pronunciado nas emissões deste gás, nestes países, ao longo de todo o período observado.

As conclusões que apresentamos em face dos resultados obtidos são bastante importantes, na medida que ao permitirem verificar a relação existente entre as dinâmicas históricas das actividades económicas e as suas implicações para os aumentos deste GEE, as mesmas poderão ser objecto de reflexão para a elaboração de futuras medidas de política, que por um lado cumpram com os desígnios do desenvolvimento sectorial, da competitividade e do emprego, mas que atentem também às obrigações internacionais de redução das emissões de CO<sub>2</sub> que, como sabemos, é um dos principais responsáveis pelas alterações climáticas e pelo agravamento da tendência de aquecimento evidenciada pelo sistema climático global.

De acordo com os resultados apresentados no capítulo anterior, podemos concluir que um dos principais pontos de convergência existentes entre a economia portuguesa e espanhola esteve relacionado com o contributo significativo (de sinal positivo) que demonstrou o efeito actividade nos aumentos observados no efeito total, desde 1975 até 2005 (figuras 5.13 e 5.14). Vimos que o efeito actividade mede neste estudo a variação que as emissões totais teriam tido no caso de cada sector aumentar à taxa média de crescimento do conjunto dos sectores produtivos ou seja do VAB total. Estabelecendo-se esta relação, confirmamos que terá sido em grande parte a tendência de desenvolvimento das actividades económicas, registada ao longo de todo o período em análise, o principal factor explicativo dos aumentos verificados nas emissões sectoriais de CO<sub>2</sub> para ambas as economias (facto que tínhamos referido na revisão teórica, existindo agora a sua confirmação empírica).

Numa análise mais detalhada da evolução deste efeito para ambas as economias, podemos aferir que o efeito actividade teve um maior contributo para o crescimento do efeito total na economia portuguesa, sobretudo nas duas primeiras décadas deste estudo, enquanto que na economia espanhola, esta tendência é mais pronunciada nas últimas duas décadas da nossa análise (ver figuras anteriores). Em termos de contexto histórico, a explicação mais plausível para esta afectação esteve provavelmente relacionada com o impacto mais severo e prolongado do choque petrolífero de 1973-1974 na economia espanhola, que associado à crise económica que se lhe seguiu, terá afectado de forma mais pronunciada os sectores produtivos em Espanha, traduzindo-se deste modo num comportamento menos activo do efeito actividade nos crescimentos das emissões totais desta economia, entre 1975 e 1985. Nas restantes etapas analisadas (1986-1995, 1996-2005), possivelmente em resultado de uma maior abertura comercial proporcionada pela adesão destes dois países à Comunidade Económica Europeia, assiste-se à forte expansão dos sectores produtivos e por conseguinte também do efeito actividade, que no entanto é mais acentuada em Espanha do que em Portugal, sobretudo na última década deste estudo (figuras 5.17 a 5.20).

Em relação aos principais pontos de divergência entre a economia portuguesa e a economia espanhola, desde 1975 até 2005, destacam-se as diferenças encontradas no contributo dos restantes factores explicativos para os aumentos observados no efeito total. De acordo com os resultados apresentados, concluímos pela consulta das figuras 5.13 e 5.14, que o efeito explicativo que considerámos mais importante nesta análise, isto é, aquele que mais terá contribuído para contrariar o aumento do efeito actividade não é idêntico nestas economias, resultado que consideramos ser inovador em abordagens comparativas deste género. Em face desta afectação, podemos afirmar que no caso português, foi sobretudo a contribuição negativa do efeito estrutura (i.e. das transformações estruturais que ocorreram na economia portuguesa neste período), o principal factor explicativo que terá evitado um aumento ainda maior do efeito total e assim das emissões sectoriais de CO<sub>2</sub>, situação que é distinta do caso espanhol. Em Espanha, podemos aferir em face dos resultados apresentados, que terá sido fundamentalmente o contributo negativo do efeito intensidade carbónica (i.e. a existência de uma aparente tendência de descarbonização dos sectores produtivos), o factor explicativo que mais contribuiu para contrariar o aumento do efeito actividade, dado pelo crescimento da economia espanhola desde 1975 até 2005.

Numa análise mais detalhada destes aspectos para ambas as economias, constata-se que o efeito estrutura teve um contributo mais destacado face aos incrementos do efeito actividade na economia portuguesa, que foi mais evidente nas últimas décadas deste estudo, enquanto que o efeito intensidade carbónica foi particularmente activo na redução das emissões totais da economia espanhola, nas primeiras décadas da nossa análise (ver figuras 5.13 e 5.14). No caso português, de acordo com os resultados obtidos, este facto estará relacionado com uma perda de peso, na estrutura económica, de sectores que são tradicionalmente bastante emissores de CO<sub>2</sub>, como por exemplo, da agricultura, das químicas e das petroquímicas ou também do sector dos minerais não metálicos, que como sabemos foi mais acentuada após a adesão do nosso país às Comunidades Europeias em 1986 (ver este aspecto nas figuras 5.17 e 5.19). Contrariamente, verificamos que para o caso espanhol, terá sido sobretudo a influência do efeito intensidade carbónica, particularmente na segunda década deste estudo, o factor explicativo que teve um contributo mais destacado face aos incrementos do efeito actividade. Pensamos que este facto talvez esteja relacionado com as consequências do período de reconversão industrial que afectou a economia espanhola entre 1983-1985, que acompanhado de uma aposta do governo espanhol na energia nuclear nesta década, terá levado a uma diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> nos consumos de energia ao nível sectorial, mais evidente de acordo com a análise de decomposição, entre 1986 e 1995, nos sectores das químicas e das petroquímicas, dos minerais não metálicos e nas outras indústrias não especificadas (ver este aspecto na figura 5.18).

Em face dos pontos apresentados, aferimos que o principal responsável pelos aumentos verificados no efeito total de ambas as economias, e portanto das emissões totais de CO<sub>2</sub> com origem nos sectores produtivos, foi o efeito actividade. Contudo, o factor explicativo que mais terá contribuído para contrariar a influência deste efeito não é idêntico para ambas as economias, destacando-se no caso português o efeito estrutura e no caso espanhol o efeito intensidade carbónica. Estabelecendo-se esta relação, considerando que o aumento das actividades económicas tem *per se* uma influência decisiva e semelhante, em termos médios no período (1975-2005), no incremento das emissões deste gás, concluímos que terá sido o comportamento dos restantes factores explicativos (de divergência), a principal explicação para grande parte das diferenças que observamos em termos de variação de efeito total.

Assim, na ausência de uma preocupação clara de uma melhoria da eficiência energética por parte dos sectores produtivos, em termos médios para este período, que é mais presente em Portugal do que Espanha, associado ao facto de não existir igualmente uma verdadeira tendência de descarbonização da economia portuguesa desde 1975 até 2005, terão sido apenas as transformações estruturais da economia portuguesa o único factor explicativo que terá contrabalançado a tendência de forte incremento das actividades económicas, facto que denota uma especial divergência com a economia espanhola, e que justifica, de acordo com os cálculos efectuados, o crescimento das emissões carbónicas mais pronunciado no nosso país nos últimos 30 anos em estudo.

## **6.2 Perspectivas de trabalho futuro**

Para o futuro, julgamos que estas tendências poderão ser investigadas com maior detalhe, nomeadamente a influência das dinâmicas de cada um destes sectores produtivos, para o comportamento evidenciado nas emissões totais. Este tipo de análise teria bastante valor na definição das estratégias de afectação sectorial, que permitiriam melhorar o desempenho da economia portuguesa à luz do Protocolo de Quioto (i.e. apostando num desenvolvimento das actividades económicas que inclua também uma diminuição da tendência emissora existente nos sectores produtivos). Tendo em vista o desenvolvimento de futuros trabalhos, salientamos assim o interesse que teria para este ponto, a adopção de um MDE em vez de um MDI (ver proposta de metodologia), visto os métodos de decomposição estrutural terem como principal vantagem, o facto de facultarem uma visão mais pormenorizada da estrutura económica, sendo no entanto mais difícil o seu uso em comparações internacionais. Outro aspecto que poderia ter interesse melhorar também, utilizando a metodologia usada nesta investigação (MDI), seria a inclusão dos sectores dos transportes e o residencial na análise de decomposição, que dadas as limitações encontradas foram excluídos desta análise.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- Abaurrea, J., Asín, J, Erdozain, O. e Fernandez, E. (2001), Climate Variability Analysis of Temperature Series in The Medium Ebro River Basin, in : Brunet y López (ed) *Detecting and Modelling Regional Climate Change*, Berlín, Springer, pp. 109-118.
- ACIA (Arctic Climate Impact Assessment) (2004), *Impacts of a Warming Arctic*. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press. Disponível em: <http://www.acia.uaf.edu> (Acedido em 21-06-2008).
- Aguiar Pinto, P., Braga, R. e Brandão, A. (2006), Agricultura, in: Santos e Miranda (ed), *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp. 209-231.
- Aguiar, R., Oliveira, M. e Gonçalves, H. (2006), Energia, in: Santos e Miranda (ed), *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp. 272-300.
- Alcántara, V. e Roca, J. (1995), Energy and CO<sub>2</sub> emissions in Spain. Methodology of analysis and some results for 1980-1990, *Energy Economics*, **17** (3), pp. 221-230.
- Alcántara, V. e Padilla, E. (2005), Análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo, Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales, Universitat Autònoma de Barcelona. Disponível em: <http://www.ecap.uab.es>
- Alcántara, V. (2007), Actividad económica y emisiones de CO<sub>2</sub> en España, in: Vide, J., Rabagliati, J., Rosa, E., Escolano, V. (2007), Aspectos económicos del cambio climático en España, Estudios Caixa Catalunya, Barcelona, España, pp. 42-64.
- Ang, B. W., Liu, X.Q., Ong, H.L. (1992), The application of the Divisia Index to the decomposition of changes in industrial energy consumption, *The Energy Journal*, **13** (4), pp. 161-167.

- Ang, B. W. e Choi, K.H. (1997), Decomposition of aggregate energy and gas emission intensities for industry: a refined Divisia Index method. *The Energy Journal*, **18** (3), pp. 59-73.
- Ang, B. W., Zhang, F. Q., Choi, K.H. (1998), Factorizing change in energy and environmental indicators through decomposition, *Energy*, **23** (6), pp. 489-495.
- Ang, B. W. e Liu, F. L. (2000), A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation, *Energy*, **26** (6), pp. 537-548.
- Ang, B. W. (2004), Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?, *Energy Policy*, **32** (9), pp. 1131-1139.
- Antunes, P., Santos, R., Martinho S., Lobo, G. (2002), Política de Ambiente e o Sector Eléctrico. Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Relatório Técnico (3º).
- Arrow, K. J. (2007), Global Climate Change: A challenge to Policy, in: Stiglitz, Edlin, DeLong (ed), *The economist's Voice*, Columbia University Press, New York, United States of America, **4** (3), pp. 13-21. Disponível em: <http://www.bepress.com/ev/vol3/iss7/art3>
- Azar, C. e Schneider, S. (2002), Are the economic costs of stabilizing the atmosphere prohibitive? , *Ecological Economics*, **42** (1), pp. 73–80.
- Baede A., Ahlonsou E., Ding Y. e Schimel D. (2001), The Climate System: An Overview, in: Houghton, Ding, Griggs, Noguera, Van der Linden, Dai, Maskell, Johnson (ed) *Climate change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the International Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 86-98. Em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/038.htm> (Acedido em 22-05-2008).
- Banco Mundial (2007), *State and trends of the Carbon Market*, Maio de 2007.
- Brunet, M., Saladié, O, Jones, Ph., Sigró, J, Aguilar, E., Moberg, A., Lister, D., Walther, A., López, D. e Almarza, C. (2006), The development of a new dataset of Spanish Daily Adjusted Temperature Series (SDATS) (1850-2003), *International Journal of Climatology*, **26** (13), pp. 1777 - 1802.
- Burroughs, W. J. (2001), *Climate Change: a multidisciplinary Approach*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 1-30.

- Cañada, R., Galán, E., Fernández, F. e Cervera, B. (2001), Análisis de las tendencias de las temperaturas máximas y mínimas medias anuales en la Meseta sur española durante el siglo XX, in: Pérez-Cueva, López Baeza y Tamayo (ed) *El Tiempo del Clima*, Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 2, pp. 53-63.
- Calheiros, J., Casimiro, E., Almeida, A., Pires, C., Pereira, M., Cardoso, M., Silva, M., Afonso, M. e Sousa, R. (2006), Saúde humana e implicações para o Turismo, in: Santos e Miranda (ed), *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp. 233-272.
- Clemente Nunes (2006), "O Constrangimento Energético sobre a Economia Portuguesa", *Indústria*, **57**, 2006, pp. 34-36.
- CES (2006), Cambio estructural de la economía española in: González-Gil de Bernabé, Cavada, Frade, Jiménez, Marquez, Núñez Encabo (ed), *Cuadernos del Consejo Económico y Social (CAUCES)*, Otoño-Invierno 2008/2009:6/7, pp. 60-120.
- COM (2007) 140 final – Livro Verde sobre instrumentos de mercado para fins de política ambiental e de políticas conexas, Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas, 23-3-2007.
- COM (2008) 16 final – Proposta para uma Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho que altera a Directiva 2003/87/CE a fim de melhorar e alargar o regime de comércio de licença de emissão de gases com efeito de estufa das Comunidades Europeias.
- Comissão Europeia (2008), Questions and Answers on the revised EU Emissions Trading System (MEMO/08/796).
- Cruz, L., Proops, J., Safanov, P. (2005), Input-Output Models in: J. Proops e P. Safanov (ed), *Modelling in Ecological Economics*, Chapter 3, p.p. 36-57, Edward Elgar Publishing, Cheltenham-UK.
- Cunha e Sá, M.A. (2008), *The Economics of Climate Change: An Overview*, comunicação apresentada na conferência "Desenvolvimento Económico Português no Espaço Europeu", Lisboa, Maio de 2008, pp. 236-282.  
Disponível em: <http://www.bportugal.pt/events/conferences/IVDEP/AntonietaSa.pdf>  
(Acedido em 04-08-2008).
- De Bruyn, S. (2000), *Economic Growth and the Environment, An Empirical Analysis*, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands.

- Divisia, F. (1925), L'indice monétaire et la théorie de la monnaie. *Revue d'Économique Politique*, **9** (2), pp. 109-35.
- EEA (European Environmental Agency) (2004), *Impacts of Europe's Changing Climate*, Report N°2 / 2004.  
Disponível em: [http://reports.eea.europa.eu/climate\\_report\\_2\\_2004/en](http://reports.eea.europa.eu/climate_report_2_2004/en) (Acedido em 22-05-2008).
- Ehrlich, P.R. e Holdren, J. P. (1971), Impact of Population Growth, *Science*, 171, pp. 1212-1217.
- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz M. e Van Dorland, R. (2007), Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, in: Solomon, Qin, Manning, Chen, Marquis, Averyt, Tignor e Miller (ed) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 131-217. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm> (Acedido em 22-05-2008).
- Galán, E., Cañada, R., Fernández, F. e Cervera, B. (2001), Annual Temperature Evolution in the Southern Plateau of Spain from the Construction of Regional Climatic Time Series, in: Brunet, M. y López, D. (ed), *Detecting and Modelling Regional Climate Change*, Berlín, Springer, pp. 119-131.
- Grubb, M. (2004), The Economics of the Kyoto Protocol, in: Owen e Hanley (ed) *The economics of Climate Change*, Routledge, Taylor and Francis Group, Great Britain, pp. 72-114.
- Hahn, R. e Stavins, R. (1992), Economic Incentives for Environmental Protection: Integrating Theory and Practice, *Economics of the Environment*, **82** (2), pp. 464-468.
- Hanley, N., Shogren, J., White, B. (1997), *Environmental Economics – in theory and practice*, Macmillan Press, London.
- Hope, C. (2006), The Marginal Impact of CO<sub>2</sub> from PAGE2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC Five Reasons for Concern, *The Integrated assessment Journal, Bridging Sciences and Policy*, **6** (1), pp. 19-56.
- Houghton, J. (1997), *Global Warming, The complete Briefing*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 1-46.

- Hulten, CR. (1973), Divisia index numbers. *Econometrica*, **41**(6), pp. 1017–1025.
- Hussen, A. (2004), *Principles of Environmental Economics*, Routledge, London, United Kingdom (2<sup>nd</sup> edition).
- Hoeskstra, R. e Van der Bergh, (2003), Comparing structural and index decomposition analysis, *Energy Economics*, **25** (11), 39-64.
- Instituto de Meteorologia (2008), Sítio da Internet do Instituto de Meteorologia, Ministério da Ciência e da Tecnologia. Ligação Climatologia, <http://www.meteo.pt/pt/clima/clima.jsp> (Acedido em 6-5-2008).
- Agência Internacional da Energia (IEA) (2004), Energy Policies of IEA Countries: Portugal Review. International Energy Agency, Paris. ISBN: 9264109315.
- IEA (2005), Energy Policies of IEA Countries: Spain Review. International Energy Agency, Paris. ISBN: 9789264109322.
- IEA (2008a), CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion, 1960-2008, Database Edition (ISSN 1683-4291), Energy Statistics Division, Paris. Disponível em: [http://puck.sourceoecd.org/vl=1939693/cl=14/nw=1/rpsv/statistic/s26\\_about.htm?jnliissn=16834291](http://puck.sourceoecd.org/vl=1939693/cl=14/nw=1/rpsv/statistic/s26_about.htm?jnliissn=16834291) (Acedido em 6-5-2008).
- IEA (2008b), World Energy Statistics and Balances - Energy Balances of OECD Countries, Vol. 2008 release 01, online database, Energy Statistics Division, Paris. Disponível em: <http://titania.sourceoecd.org/vl=5069865/cl=19/nw=1/rpsv/ij/oecdstats/16834240/v285n1/s25/p1> (Acedido em 6-5-2008).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (2001), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. The contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, J. Houghton, Y. Ding, D. Griggs, M. Noguer, P. Van der Linden, X. Dai, K. Maskell, C. Johnson (ed) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 881. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/038.htm> (Acedido em 22-05-2008).
- IPCC, (2007a), *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm> (Acedido em 22-05-2008).

- IPCC, (2007b), Summary for Policymakers, in: Solomon, Qin, Manning, Chen, Marquis, Averyt, Tignor e Miller (ed), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 2-18. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm> (Acedido em 22-05-2008).
- Jansen, E., Overpeck, J., Briffa, K., Duplessy, J., Joos, F., Masson-Delmotte, V., Olago, D., Otto-Bliesner, B., Peltier, W., Rahmstorf, S., Ramesh, R., Raynaud, D., Rind, D., Solomina O., Villalba R. e Zhang D. (2007), Palaeoclimate, in: Solomon, Qin, Manning, Chen, Marquis, Averyt, Tignor e Miller (ed) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, 996 pp. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm> (Acedido em 22-05-2008).
- Kaya, Y. (1989), Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth : Interpretation of proposed scenarios, paper presented to the energy and industry subgroup, Response Strategies Working Group, Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris, França.
- Kopp, R. (2007), Allowance Allocation, Resources for the future. Disponível em: <http://www.rff.org/Publications/Pages/PublicationDetails.aspx?PublicationID=20383> (Acedido em 28-06-2008).
- Knopf, B., O. Edenhofer, T. Barker, N. Bauer, L. Baumstark, B. Chateau, P. Criqui, A. Held, M. Isaac, M. Jakob, E. Jochem, A. Kitous, S. Kypreos, M. Leimbach, B. Magné, S. Mima, W. Schade, S. Scrieciu, H. Turton, D. Van Vuurnen (2009), The economics of low stabilization: implications for technological change and policy in: M. Hulme, H. Neufeldt (ed) *Making climate change work for us – ADAM synthesis book*. Cambridge University Press.
- Labajo, J. e Piorno, A. (1998), Análisis del comportamiento temporal de la temperatura in Castilla y León: primeros resultados in: Fernández, Galán y Cañada (ed) *Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas*, Madrid, Parteluz.
- Labajo, J. e Piorno, A. (2001), Regionalization of precipitation in Castilla e Leon (Spain). Analysis of its temporal behaviour in: Brunet e Lopez (ed) *Detecting and Modelling Regional Climate Change*, Springer, Berlin, pp. 163-173.
- Leontief, W. (1936), Quantitative input-output relations in the economic system of the United States. *Review of Economics and Statistics*, **18**, pp. 105- 125.

- Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch U., Ding Y., Mauritzen C., Mokssit A., Peterson T., Prather M. (2007), Historical Overview of Climate Change Science, in: Solomon, Qin, Manning, Chen, Marquis, Averyt, Tignor e Miller (ed) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 95-122. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm> (Acedido em 22-05-2008).
- Miranda, P., Valente, M., Tomé, A., Trigo, R., Coelho, M., Aguiar, A. e Azevedo, E. (2006), O Clima de Portugal nos Séculos XX e XXI, in: Santos e Miranda (ed), *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp. 45-113.
- Missfeldt, F. e Hauff, J. (2004), The Role of Economic Instruments, in: Owen e Hanley (ed) *The economics of Climate Change*, Routledge, Taylor and Francis Group, Great Britain, pp. 57-71.
- Moral, M. (2006), El sector industrial, in: González e Martin (ed), *Economía Española*, Delta Publicaciones, España, pp. 105-108.
- Moreno (2005), *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Proyecto ECCE - INFORME FINAL. Ministerio del Medió Ambiente, Madrid.
- Nordhaus, W.D (1993), Rolling the DICE: An optimal transition path for controlling greenhouse gases, *Resource and Energy Economics*, **15**, pp. 27-50.
- Nordhaus, W.D. (1994), *Managing the global commons: The economics of climate change*, MIT press, Cambridge.
- Nordhaus, W.D. e Yang, Z. (1996), A regional dynamic general-equilibrium model of alternative climate change Strategies, *American Economic Review*, **86**, pp. 741-765.
- Nordhaus, W.D. e Boyer, J.G. (1999), *Roll the DICE again: Economic Models of Global Warming*, Yale University, MIT Press, Cambridge, MA.
- Nordhaus, W.D (2001), Global Warming Economics, *Science*, **294**, pp. 1283-1284.
- Nordhaus, W.D. (2006), *The Stern Review on the Economics of Climate Change*, The National Bureau of Economic Research, NBER Working paper 12741.

- Olmstead, S. M. and Stavins, R. N. (2007), A Meaningful Second Commitment Period for the Kyoto Protocol, *The Economists' Voice*, **4** (3), Article 1. Disponível em: <http://www.bepress.com/ev/vol4/iss3/art1>
- Olmstead, S. e Stavins, R. (2006), An International Architecture for the Post-Quito Era, *American Economic Review Papers and Proceedings*, **96** (2), pp. 35-38.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) (2008), Database on instruments used for environmental policy and natural resources management, Disponível em: <http://www2.oecd.org/econinst/queries/index.htm> (Acedido em 30-12-2008).
- Pearce, D. e Barbier, E. (2000), *Blueprint for a Sustainable Economy*, Earthscan Publications, Ltd, United Kingdom.
- Pearce, D. e Turner, K. (1990), *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, New York.
- Petit, J. R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N., Barnola J., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davisk, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V., Legrand, M., Lipenkov, V., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzmann E. e Stievenard M. (1999), Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature*, **399**, pp. 429-436.
- Pigou, A. C. (1912), *Wealth and Welfare*, London: Macmillan.
- Plambeck, E. e Hope, C. (1995), Validation and initial results for the updated page model, Technical Report, University of Cambridge.
- Plambeck, E. e Hope, C. (1996), PAGE95: An updated valuation of the impacts of global warming, *Energy Policy*, **24** (9), pp. 77-101.
- Plambeck, E., Hope, C., Anderson, J. (1997), The PAGE95 model: Integrating the science and economics of global warming, *Energy Economics*, **19**, pp. 77-101.
- Quereda, J. e Montón, E. (1997): ¿Hacia un Cambio Climático? La Evolución del Clima Mediterráneo desde el Siglo XIX, Castellón, Fundación Dávalos-Fletcher.
- Real, R. (2008), Estimativa de curvas de custo marginal de controlo de CO<sub>2</sub> na indústria, Tese de mestrado em Energia e Gestão do Ambiente, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.

- Reinaud, J. e Philibert, C. (2007) Emissions trading: updates and trends, OECD/IEA information paper.
- Raso, J.M. (1997), The recent evolution of mean annual temperatures in Spain in: Martin-Vide (ed) *Advances in Historical Climatology in Spain*, Vilassar de Mar, Oikos-Tau, pp. 201-223.
- Reeves, H. e Lenoir, F. (2006), A agonia da Terra, Gradiva, Lisboa, pp. 23-24
- Samuelson, P. (1954), The pure theory of public expenditure, *Review of Economics and Statistics*, **36** (4), pp. 387-389.
- Samuelson, P. e Nordhaus, W. (1998), *Economia*, McGraw-Hill, Portugal, pp. 330-342.
- Santos, R. e Antunes, P. (1999), Instrumentos Económicos de Política de Ambiente, in: *Ambiente, Economia e Sociedade, Série Estudos e Documentos do Conselho Económico e Social*, Lisboa.
- Santos, F. D. (2006), Problemática das Alterações Climáticas no Início do Século XXI, in: Santos e Miranda (ed), *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp. 17-43.
- Santos Pereira, J., Vaz Correia, A., Cristina Correia, A., Ferreira, M., Onofre, N., Freitas, H., Godinho, F. (2006), Florestas e Biodiversidade, in: Santos e Miranda (ed), *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp. 301-346.
- Seinfeld J. e Pandis S. (2006), Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, United States of America.
- Silva, A. (2005), *Mudanças Globais: Clima, Ciclos e Alterações Climáticas*, Apontamentos da disciplina de Fundamentos em Ciências do Ambiente, Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais, Parte Curricular, 1º Semestre de 2005.
- Silva Lopes, J. (2004), A economia Portuguesa desde 1960, Instituto de Ciências Sociais e Gradiva, Lisboa.
- Stavins, R. (2001), Experience with market based environmental policy instruments, Discussion Paper 01-58, Resources for the Future.

- Stern, N. (2006), *The Economics of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK. Disponível em [http://www.hm-treasury.gov.uk/stern\\_review\\_report.htm](http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm) (Acedido em 26-05-2008).
- Stern, N. (2008), *Key Elements of a Global Deal on Climate Change*, The Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics and Political Science (LSE), United Kingdom.
- Stiglitz, J.E. (2007), A New Agenda for Global Warming, in: Stiglitz, Edlin, DeLong (ed), *The Economist's Voice*, Columbia University Press, New York, United States of America, 4 (3), pp. 22-27. Disponível em: <http://www.bepress.com/ev/vol3/iss7/art3>
- Timmer, M., Mahony, M., Van Ark, B. (2007), *EU KLEMS Growth and Productivity Accounts : Overview*, November 2007 Release, Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen. Disponível em: [http://www.euklems.net/data/overview\\_07ii.pdf](http://www.euklems.net/data/overview_07ii.pdf)
- Tietenberg, T. (2006), *Environmental and Natural Resource Economics*, Pearson Education Inc, United States of America (7ª edição).
- Törnqvist, L., Vartia, P., Vartia Y. (1985), How should relative changes be measured?, *The American Statistician*, 39 (1), p.p. 43-46.
- Trenberth, K., Jones, P., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B., e Zhai, P. (2007), *Observations: Surface and Atmospheric Climate Change*, in: Solomon, Qin, Manning, Chen, Marquis, Averyt, Tignor e Miller (ed) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 237-336. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm> (Acedido em 22-05-2008)
- Trigo, R., Paredes, D., Garcia-Herrera, R. e Trigo, I. (2006), The changing nature of the precipitation regime in the Iberian Peninsula. *Geophysical Research Abstracts*, 8, 02391. European Geosciences Union.
- UN (2008), *Correspondência existente entre a classificação sectorial adoptada na NACE e a adoptada na ISIC*, United Nations Statistical Division, Nova Iorque, 2008. Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regso.asp?Ci=26&Lq=1&Co=&T=0&p=2> (Acedido em 23-06-2008)

- Veiga da Cunha, L., Ribeiro, L., Oliveira, R., Nascimento, J., Monteiro, J., Nunes L. e Dill, A. (2006), Recursos Hídricos, in: Santos e Miranda (ed), *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp. 115-168.
- Vide, J., Rabagliati, J., Rosa, E., Escolano, V. (2007), Aspectos económicos del cambio climático en España, Estudios Caixa Catalunya, Barcelona, España. Disponível em: <http://www.caixacatalunya.es/caixacat/es/ccpublic/particulars/publica/pdf/estudi04.pdf> (Acedido em 22-05-2008).
- Wang, C., Chen, J., Zou, J. (2005), Decomposition of energy-related CO<sub>2</sub> emission in China: 1957-2000, *Energy*, **30** (1), p.p. 73-83.
- Wheeler, D. e Martín-Vide, J. (1992), Rainfall Characteristics of Mainland Europe's most Southerly Stations. *International Journal of Climatology*, **12** (1), pp. 69-76.
- Yamaji, K., Matsubishi, R., Nagata, Y., Kaya, Y. (1991), An Integrated Systems for CO<sub>2</sub>/Energy/ GNP Analysis: Case studies on economic measures for CO<sub>2</sub> reduction in Japan. Workshop on CO<sub>2</sub> reduction and removal: Measures for the next century, 19-21 March 1991. International Institute for applied systems analysis (IIASA), Austria.



## **8 ANEXOS**



## 8.1 Dados de base

Quadro 8.1: Correspondência entre agregação sectorial usada pelo EU-KLEMS (NACE\*) e a divisão sectorial da IEA (ISIC\*\*)

EUKLEMS (March 2008 release)	código	ISIC Division (Classificação conforme IEA)	código
Basic metals	27	Iron and steel	271
Chemicals and chemical products	24	Chemical and Petrochemical	24
Basic metals	27	Non-Ferrous Metals	272
OTHER NON-METALLIC MINERAL	26	Non-Metallic Minerals	26
TRANSPORT EQUIPMENT	34t35	Transport Equipment	34 e 35
Fabricated metal, MACHINERY, NEC; Office, accounting machinery, Electrical machinery, nec; Radio, television and comm.equip.	28,29,30,31 e 32	Machinery	28,29,30,31 e 32
MINING AND QUARRYING EXCEPT ENERGY PRODUCING MATERIALS	13t14	Mining (excluding fuels) and Quarrying	13 e 14
FOOD , BEVERAGES AND TOBACCO	15t16	Food and Tobacco	15 e 16
PULP, PAPER, PAPER , PRINTING AND PUBLISHING	21t22	Paper, Pulp and Print	21 e 22
WOOD AND OF WOOD AND CORK	20	Wood and Wood Products	20
CONSTRUCTION	F	Construction	45
Textiles, Wearing Apparel, Dressing And Dying Of Fur, Leather, leather and footwear	17t19	Textile and Leather	17, 18 e 19
Rubber and plastics, Medical, precision and optical instruments, MANUFACTURING NEC; RECYCLING	25,33,36t37	Non-specified Industry	25,33,36 e 37
WATER SUPPLY	41	Commercial and Public Services	41
WHOLESALE AND RETAIL TRADE	G	Commercial and Public Services	50-52
HOTELS AND RESTAURANTS	H	Commercial and Public Services	55
Other Supporting and auxiliary activities; activities of travel agencies; POST AND TELECOMMUNICATIONS; FINANCIAL INTERMEDIATION	63,64,J	Commercial and Public Services	63-67
REAL ESTATE, RENTING AND BUSINESS ACTIVITIES e PUBLIC ADMIN AND DEFENCE; COMPULSORY SOCIAL SECURITY	K; L	Commercial and Public Services	70-75
EDUCATION; HEALTH AND SOCIAL WORK; OTHER COMMUNITY, SOCIAL AND PERSONAL SERVICES;	M,N,O e Q	Commercial and Public Services	80,85,90-93 e 99
Agriculture; Forestry	1 e 2	Agriculture/Forestry	01 e 02

Fonte: Elaboração própria com base na correspondência sectorial apresentada pelas Nações Unidas, UN (2008) e pela IEA (2008b).

**Notas:** \* Nomenclatura Geral das Actividades Económicas das Comunidades Europeias (NACE), Rev.1. \*\*Classificação Internacional Tipo, por indústria, de todos os Ramos da Actividade Económica (ISIC), Rev.3. *Iron and Steel* = Metalurgia e Maquinaria; *Chemical and Petrochemical* = Química e Petroquímica; *Non-Ferrous Metals* = Metalurgia e Maquinaria; *Non-Metallic Minerals* = Minerais Não Metálicos; *Transport Equipment* = Equipamento de Transporte; *Machinery* = Metalurgia e Maquinaria; *Mining and Quarrying* = Extractivas; *Food and Tobacco* = Alimentação e Bebidas; *Paper, Pulp and Printing* = Papel e Impressão; *Wood and Wood Products* = Madeira e seus Produtos; *Construction* = Construção; *Textile and Leather* = Textéis e Couro; *Non-specified Industry* = Outras Industrias; *Commercial and Public Services* = Comércio e Serviços; *Agriculture/Forestry* = Agricultura e Silvicultura.

Quadro 8.2: Portugal – Emissões de CO<sub>2</sub> sectoriais\*

Grupos de sectores	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	1.001,9	839,1	836,6	985,5	1.003,6	995,8	1.021,3	1.080,2	1.204,3	1.186,1	1.245,4	1.269,5	1.271,1	1.320,6	1.420,8	1.478,1
Extractivas	45,5	53,9	36,6	17,8	33,6	75,8	86,1	100,2	94,3	96,1	82,0	94,5	106,4	98,4	200,8	242,1
Alimentação e Bebidas	768,5	829,0	791,1	851,0	852,2	908,5	982,9	976,7	1.036,0	982,5	1.074,7	1.007,3	1.038,7	1.014,8	1.270,1	1.310,3
Texteis e Couro	760,7	972,3	815,7	919,7	1.092,0	1.273,2	1.383,5	1.334,9	1.376,6	1.269,8	1.088,0	1.495,0	1.641,5	1.555,5	2.153,9	2.206,7
Madeira e seus Produtos	108,3	162,1	129,7	138,8	183,7	221,3	268,6	262,4	301,9	272,8	295,9	318,6	319,1	291,5	441,9	464,2
Papel e Impressão	765,0	942,4	860,1	804,3	962,8	1.078,2	1.173,9	1.107,8	1.150,3	1.227,1	1.084,2	1.211,7	1.272,4	1.261,6	1.517,7	1.466,4
Química e Petroquímica	847,2	987,8	839,4	843,0	904,4	1.088,6	1.504,2	1.818,5	1.537,4	1.621,7	1.484,3	1.703,6	1.724,3	1.526,5	2.091,1	1.940,7
Minerais Não Metálicos	2.319,7	2.684,8	2.646,8	2.855,3	3.110,2	3.217,4	3.457,9	3.389,2	3.206,7	2.887,5	2.872,5	2.915,5	3.132,0	3.436,3	4.002,0	3.926,5
Metallurgia e Maquinaria	1.068,0	1.121,1	1.138,5	1.354,0	1.504,8	1.681,8	1.542,4	1.316,2	1.484,8	1.228,0	1.401,9	1.559,0	1.239,8	1.251,9	1.581,6	1.562,5
Equipamento de Transporte	76,5	93,3	68,4	68,9	98,3	135,6	146,6	104,8	116,5	79,9	78,9	114,5	130,6	118,6	187,4	186,1
Outras Industrias	302,9	426,3	376,2	368,8	480,3	613,1	314,5	397,1	435,1	488,9	614,3	478,2	375,9	479,7	541,3	560,1
Construção	191,9	204,2	199,5	181,1	201,8	229,9	245,6	248,3	256,6	205,4	237,5	289,8	337,9	400,3	513,9	608,1
Comércio e Serviços	1.049,6	1.221,3	901,2	918,4	1.202,1	1.478,5	1.463,0	1.463,7	1.259,9	1.440,9	1.493,4	1.999,0	2.247,8	2.104,1	3.202,3	3.021,4
<b>Total</b>	<b>9.305,8</b>	<b>10.537,6</b>	<b>9.639,6</b>	<b>10.306,5</b>	<b>11.629,7</b>	<b>12.997,6</b>	<b>13.590,7</b>	<b>13.599,8</b>	<b>13.460,4</b>	<b>12.986,6</b>	<b>13.053,0</b>	<b>14.456,0</b>	<b>14.837,4</b>	<b>14.859,8</b>	<b>19.124,7</b>	<b>18.973,2</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Agricultura e Silvicultura	1.485,3	1.520,4	1.488,2	1.519,2	1.624,5	1.545,8	1.742,6	1.965,6	2.172,0	2.341,3	1.694,6	1.666,5	1.515,4	1.785,7	1.805,2	
Extractivas	263,4	302,0	254,5	237,1	258,6	250,6	261,5	347,1	395,5	390,7	405,5	436,2	337,5	485,9	564,5	
Alimentação e Bebidas	1.385,3	1.536,0	1.370,1	1.406,1	1.378,2	1.362,0	1.606,6	1.674,6	1.705,6	1.681,9	1.515,7	1.884,6	1.594,1	1.633,5	1.737,8	
Texteis e Couro	2.219,2	2.195,9	1.947,8	1.983,2	2.062,0	1.914,3	2.018,5	2.131,6	2.297,8	2.282,3	2.061,6	2.198,7	1.783,0	1.737,4	1.589,3	
Madeira e seus Produtos	462,9	518,5	487,0	488,5	523,7	536,2	619,7	609,7	773,4	765,06171	686,8	633,9	422,2	405,3	497,8	
Papel e Impressão	1.555,0	1.833,0	1.742,2	1.834,2	1.715,7	1.662,9	1.948,8	2.045,3	2.160,9	2.091,6	1.940,8	1.851,8	1.770,0	1.562,9	2.037,0	
Química e Petroquímica	1.976,6	2.238,2	1.893,5	2.176,7	2.322,5	1.699,3	1.827,4	2.011,9	2.046,6	2.050,6	2.424,6	2.635,2	2.375,4	2.647,1	2.548,3	
Minerais Não Metálicos	4.148,2	4.205,7	4.008,1	4.132,3	4.219,0	4.453,0	4.691,7	5.501,0	6.225,0	6.188,4	5.922,9	6.630,4	5.192,8	5.201,7	5.400,1	
Metallurgia e Maquinaria	1.467,6	1.678,0	1.492,2	1.455,8	1.825,5	1.637,9	1.483,4	1.554,8	1.669,5	1.686,7	1.207,9	1.297,7	1.321,3	1.444,7	1.679,2	
Equipamento de Transporte	187,1	218,8	192,9	180,8	205,6	190,4	299,0	309,0	350,5	344,2	336,1	304,1	257,1	285,5	308,9	
Outras Industrias	577,9	827,0	597,8	627,5	531,4	285,8	409,7	628,7	758,5	725,2	569,3	704,8	689,9	743,2	749,1	
Construção	672,9	679,9	747,6	772,7	948,5	895,6	967,5	979,0	1.113,0	1.197,6	1.227,5	1.355,3	1.068,9	1.210,1	1.156,2	
Comércio e Serviços	3.261,3	4.067,1	3.809,5	3.856,1	4.826,6	4.031,9	4.987,5	5.617,6	6.646,5	6.604,9	7.723,6	8.847,7	7.476,7	8.148,0	9.973,1	
<b>Total</b>	<b>19.662,6</b>	<b>21.820,5</b>	<b>20.031,2</b>	<b>20.670,2</b>	<b>22.441,9</b>	<b>20.465,7</b>	<b>22.863,9</b>	<b>25.375,8</b>	<b>28.314,8</b>	<b>28.350,4</b>	<b>27.716,7</b>	<b>30.446,8</b>	<b>25.804,3</b>	<b>27.291,0</b>	<b>30.046,5</b>	

Fonte: IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, Vol. 2008 release 01. Valores em milhares de toneladas, Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

\* As emissões de CO<sub>2</sub> que correspondem a cada sector produtivo pelos seus consumos electricidade encontram-se imputadas de acordo com o coeficiente de emissão estimado anualmente pela AIE. Importa referir também que nesta análise não foram incluídos os sectores dos transportes, residencial e pescas.

Quadro 8.3: Portugal – Consumo de energia sectorial

Grupos de sectores	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	327,0	273,0	277,0	325,0	327,0	321,0	327,0	346,0	388,0	385,0	404,0	405,0	407,0	425,0	439,0	459,0
Extractivas	14,0	14,0	15,0	8,0	10,0	20,0	22,0	26,0	27,0	26,0	24,0	24,0	28,0	30,0	41,0	54,0
Alimentação e Bebidas	328,0	320,0	338,0	371,0	362,0	341,0	338,0	345,0	370,0	361,0	403,0	353,0	371,0	385,0	393,0	419,0
Texteis e Couro	251,0	280,0	293,0	347,0	373,0	385,0	383,0	383,0	400,0	392,0	370,0	440,0	491,0	509,0	541,0	582,0
Madeira e seus Produtos	49,0	56,0	63,0	69,0	85,0	80,0	81,0	83,0	97,0	100,0	103,0	103,0	99,0	100,0	106,0	127,0
Papel e Impressão	238,0	278,0	294,0	278,0	317,0	328,0	333,0	325,0	343,0	379,0	392,0	384,0	401,0	390,0	410,0	954,0
Química e Petroquímica	264,0	275,0	296,0	300,0	308,0	326,0	394,0	512,0	437,0	486,0	463,0	460,0	477,0	456,0	469,0	465,0
Minerais Não Metálicos	879,0	981,0	1.037,0	1.118,0	1.195,0	1.147,0	1.207,0	1.236,0	1.194,0	1.101,0	1.080,0	1.078,0	1.151,0	1.284,0	1.323,0	1.354,0
Metallurgia e Maquinaria	243,0	242,0	319,0	380,0	392,0	399,0	349,0	324,0	354,0	315,0	369,0	346,0	286,0	306,0	311,0	331,0
Equipamento de Transporte	23,0	25,0	25,0	26,0	32,0	39,0	42,0	28,0	30,0	23,0	24,0	29,0	33,0	35,0	39,0	42,0
Outras Industrias	99,0	128,0	131,0	133,0	160,0	194,0	77,0	107,0	122,0	143,0	190,0	127,0	94,0	140,0	138,0	148,0
Construção	60,0	65,0	67,0	60,0	66,0	72,0	78,0	80,0	81,0	65,0	76,0	88,0	107,0	128,0	151,0	180,0
Comércio e Serviços	315,0	312,0	333,0	351,0	415,0	434,0	328,0	362,0	308,0	408,0	451,0	467,0	563,0	572,0	572,0	601,0
<b>Total</b>	<b>3.090,0</b>	<b>3.249,0</b>	<b>3.488,0</b>	<b>3.766,0</b>	<b>4.042,0</b>	<b>4.086,0</b>	<b>3.959,0</b>	<b>4.157,0</b>	<b>4.151,0</b>	<b>4.184,0</b>	<b>4.349,0</b>	<b>4.304,0</b>	<b>4.508,0</b>	<b>4.760,0</b>	<b>4.933,0</b>	<b>5.716,0</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Agricultura e Silvicultura	462,0	462,0	460,0	470,0	480,0	479,0	533,0	601,0	649,0	714,0	506,0	474,0	455,0	527,0	514,0	
Extractivas	59,0	59,0	56,0	53,0	53,0	62,0	61,0	86,0	94,0	101,0	105,0	108,0	89,0	115,0	125,0	
Alimentação e Bebidas	431,0	434,0	428,0	451,0	411,0	454,0	502,0	520,0	490,0	511,0	488,0	563,0	531,0	513,0	504,0	
Texteis e Couro	558,0	466,0	440,0	465,0	461,0	526,0	545,0	566,0	562,0	615,0	594,0	574,0	538,0	509,0	424,0	
Madeira e seus Produtos	125,0	117,0	127,0	134,0	143,0	168,0	187,0	175,0	208,0	218,0	200,0	159,0	141,0	133,0	143,0	
Papel e Impressão	1.011,0	1.057,0	1.073,0	1.129,0	1.104,0	1.087,0	1.218,0	1.236,0	1.245,0	1.245,0	1.199,0	1.173,0	1.212,0	1.097,0	1.177,0	
Química e Petroquímica	467,0	459,0	414,0	520,0	530,0	436,0	462,0	505,0	470,0	500,0	657,0	645,0	642,0	681,0	583,0	
Minerais Não Metálicos	1.394,0	1.349,0	1.330,0	1.388,0	1.403,0	1.538,0	1.602,0	1.852,0	2.041,0	2.108,0	2.079,0	2.220,0	1.830,0	1.796,0	1.817,0	
Metallurgia e Maquinaria	306,0	304,0	291,0	298,0	340,0	359,0	325,0	340,0	340,0	372,0	291,0	278,0	339,0	341,0	376,0	
Equipamento de Transporte	42,0	42,0	41,0	42,0	42,0	49,0	71,0	72,0	79,0	85,0	86,0	66,0	69,0	71,0	71,0	
Outras Industrias	153,0	216,0	156,0	172,0	126,0	67,0	84,0	149,0	146,0	144,0	118,0	129,0	157,0	156,0	143,0	
Construção	202,0	197,0	225,0	236,0	274,0	274,0	291,0	288,0	320,0	349,0	366,0	388,0	317,0	355,0	326,0	
Comércio e Serviços	646,0	709,0	737,0	764,0	902,0	934,0	1.091,0	1.216,0	1.254,0	1.392,0	1.854,0	1.921,0	1.838,0	1.859,0	2.183,0	
<b>Total</b>	<b>5.856,0</b>	<b>5.871,0</b>	<b>5.778,0</b>	<b>6.122,0</b>	<b>6.269,0</b>	<b>6.433,0</b>	<b>6.972,0</b>	<b>7.606,0</b>	<b>7.898,0</b>	<b>8.354,0</b>	<b>8.543,0</b>	<b>8.698,0</b>	<b>8.158,0</b>	<b>8.153,0</b>	<b>8.386,0</b>	

Fonte: IEA, Energy Balances of OECD Countries, Vol. 2008 release 01. Valores em milhares de toneladas de petróleo equivalente, Ktep.

Quadro 8.4: Portugal – Valor acrescentado bruto sectorial

Grupos de sectores	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	2.261,3	2.213,1	2.338,9	2.528,6	3.086,9	3.140,4	2.781,4	3.007,7	2.948,3	3.226,5	3.483,9	3.537,5	3.735,5	3.267,6	3.640,8	4.054,4
Extractivas	149,8	172,7	182,5	216,2	219,8	239,0	256,5	261,6	249,7	231,9	240,1	260,1	290,2	301,4	353,7	413,7
Alimentação e Bebidas	1.580,3	1.679,6	1.768,3	2.032,0	2.008,1	1.960,4	2.021,7	2.075,5	2.099,6	1.921,4	1.816,4	1.858,4	1.882,3	1.976,6	2.023,1	1.845,0
Texteis e Couro	1.771,2	1.882,5	1.981,8	2.137,0	2.393,0	2.592,0	2.654,4	2.661,8	2.767,2	2.885,6	3.025,4	3.236,2	3.273,3	3.298,3	3.514,7	3.584,6
Madeira e seus Produtos	356,3	378,6	398,6	425,0	473,9	449,9	392,0	347,6	355,0	332,5	333,7	361,2	380,1	404,1	427,5	483,6
Papel e Impressão	780,5	829,5	873,3	904,6	943,8	987,3	1.002,2	1.007,3	995,1	970,5	1.080,1	1.204,2	1.240,2	1.259,7	1.169,4	1.219,3
Química e Petroquímica	710,7	761,4	1.019,3	922,4	1.022,5	1.060,3	1.005,9	1.076,3	1.177,5	1.144,6	1.151,7	1.227,7	1.200,7	1.224,0	1.603,1	1.503,2
Minerais Não Metálicos	610,8	649,2	683,4	739,4	751,0	798,9	833,2	859,8	862,5	865,1	874,4	965,3	1.056,2	1.127,5	1.148,6	1.244,8
Metallurgia e Maquinaria	1.964,5	2.087,9	2.198,1	2.456,7	2.570,7	2.791,7	2.757,2	2.763,2	2.614,9	2.400,9	2.410,4	2.340,6	2.399,9	2.438,8	2.598,0	2.691,3
Equipamento de Transporte	246,7	262,2	276,0	256,0	293,3	326,5	337,9	299,5	219,9	208,4	240,4	251,6	281,4	286,1	285,3	346,4
Outras Industrias	744,3	794,5	962,1	921,0	960,4	925,1	1.018,2	996,6	1.022,9	966,3	948,6	1.015,4	1.013,0	1.083,2	1.252,3	1.260,6
Construção	3.214,5	3.006,8	3.177,8	3.580,9	3.569,7	3.821,7	4.001,1	4.080,7	4.109,9	3.726,0	3.516,6	3.595,4	3.880,7	4.304,2	4.326,4	4.346,5
Comércio e Serviços	21.474,6	24.248,1	25.626,4	26.469,9	27.184,6	28.591,5	29.473,2	30.248,3	30.580,0	29.953,7	30.804,9	31.906,8	34.125,4	35.408,0	38.739,1	41.041,2
<b>Total</b>	<b>35.865,4</b>	<b>38.966,2</b>	<b>41.486,5</b>	<b>43.589,6</b>	<b>45.477,8</b>	<b>47.684,8</b>	<b>48.534,9</b>	<b>49.685,7</b>	<b>50.002,5</b>	<b>48.833,5</b>	<b>49.926,5</b>	<b>51.760,4</b>	<b>54.758,9</b>	<b>56.379,5</b>	<b>61.082,1</b>	<b>64.034,7</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Agricultura e Silvicultura	3.858,3	4.042,5	3.690,9	3.970,4	3.990,0	4.221,9	3.841,8	3.667,2	3.894,0	3.681,8	3.593,2	3.665,5	3.572,8	3.816,8	3.508,6	
Extractivas	412,8	414,5	427,2	422,6	404,0	399,4	446,7	455,4	449,7	438,9	472,2	421,0	396,5	416,2	401,3	
Alimentação e Bebidas	1.829,6	1.759,8	1.771,6	1.790,3	1.799,0	1.806,1	1.850,3	1.877,5	1.887,9	1.910,7	1.916,2	1.910,6	1.948,0	1.988,9	1.955,7	
Texteis e Couro	3.593,8	3.527,0	3.359,2	3.332,0	3.282,0	3.316,6	3.347,9	3.327,8	3.177,2	3.147,2	3.184,3	3.058,8	2.912,5	2.822,1	2.775,1	
Madeira e seus Produtos	499,8	503,6	467,6	467,5	484,0	560,0	636,6	683,7	624,9	645,4	656,1	672,9	687,7	707,5	695,7	
Papel e Impressão	1.424,2	1.420,6	1.379,9	1.431,3	1.444,0	1.461,5	1.481,1	1.465,6	1.473,4	1.513,0	1.507,9	1.427,6	1.469,0	1.481,3	1.452,9	
Química e Petroquímica	1.401,8	1.403,0	1.056,0	1.016,3	1.007,0	1.046,0	1.125,8	1.112,8	1.112,3	1.113,2	1.038,1	1.079,9	1.071,8	1.102,9	1.082,7	
Minerais Não Metálicos	1.247,8	1.249,0	1.282,7	1.327,9	1.432,0	1.566,1	1.692,8	1.743,0	1.792,8	1.810,2	1.888,9	1.874,4	1.762,7	1.784,6	1.754,9	
Metallurgia e Maquinaria	2.667,7	2.668,1	2.484,7	2.576,1	2.792,4	2.934,3	3.236,0	3.436,7	3.688,7	3.953,3	4.046,8	4.097,8	4.074,0	4.013,3	3.940,4	
Equipamento de Transporte	348,9	307,3	265,9	264,7	426,0	1.204,8	1.365,8	1.424,2	1.300,0	1.298,6	1.286,4	1.334,0	1.341,4	1.307,8	1.285,7	
Outras Industrias	1.221,4	1.216,8	1.083,8	1.124,8	1.179,6	1.131,3	1.211,2	1.310,4	1.294,1	1.341,7	1.403,3	1.347,0	1.374,2	1.423,3	1.395,8	
Construção	4.360,2	4.479,0	4.412,3	4.472,4	4.736,0	4.812,9	5.216,7	5.534,4	5.633,1	5.987,2	6.156,4	5.912,9	5.399,9	5.381,3	5.182,4	
Comércio e Serviços	44.226,4	46.023,3	46.292,5	44.993,2	46.942,1	47.994,9	50.099,1	52.373,1	54.720,2	57.143,7	58.942,4	59.868,4	60.198,4	61.373,5	62.077,0	
<b>Total</b>	<b>67.092,8</b>	<b>69.014,6</b>	<b>67.974,3</b>	<b>67.189,5</b>	<b>69.918,1</b>	<b>72.455,7</b>	<b>75.551,7</b>	<b>78.411,7</b>	<b>81.048,1</b>	<b>83.984,9</b>	<b>86.092,5</b>	<b>86.670,8</b>	<b>86.209,0</b>	<b>87.619,3</b>	<b>87.508,2</b>	

Fonte: Base de dados da Comissão Europeia - projecto EU-KLEMS, Março de 2008. Valores em milhões de euros a preços constantes de 1995, M€.

Quadro 8.5: Espanha – Emissões de CO<sub>2</sub> sectoriais\*

Grupos de sectores	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	5.669,6	5.921,7	6.794,6	7.374,5	7.800,9	7.753,8	7.579,5	8.027,5	8.252,7	8.183,9	8.488,4	8.346,2	8.720,8	7.496,3	5.389,6	5.679,9
Extractivas	1.160,3	1.282,3	1.262,4	1.193,3	1.253,7	1.448,0	1.553,0	1.384,9	1.642,9	1.553,4	1.209,0	1.124,1	1.005,4	1.087,6	1.109,7	1.115,2
Alimentação e Bebidas	5.357,7	6.228,3	5.895,9	5.478,1	5.468,9	5.971,7	6.203,7	6.166,9	6.348,4	5.908,4	5.573,8	5.454,3	5.579,5	5.662,0	5.841,2	6.003,6
Texteis e Couro	3.151,4	3.515,6	3.034,1	2.992,1	2.984,3	3.129,5	3.817,4	3.311,7	3.261,2	2.909,1	2.812,4	2.880,9	2.664,4	2.500,0	3.027,4	3.064,1
Madeira e seus Produtos	743,8	904,4	867,3	824,9	882,9	1.001,4	997,5	930,5	896,0	727,2	654,2	674,1	654,2	600,1	733,4	735,9
Papel e Impressão	3.758,7	4.291,0	4.105,1	3.923,1	4.054,2	4.403,0	4.591,1	4.264,6	4.243,3	3.876,6	3.577,1	3.545,6	3.333,0	3.265,6	3.939,4	3.938,7
Química e Petroquímica	10.953,4	11.785,8	11.670,2	11.538,1	12.645,5	12.685,6	13.452,2	11.538,7	12.412,9	11.773,5	10.979,5	10.181,4	11.130,5	10.034,5	10.988,2	10.770,6
Minerais Não Metálicos	16.229,9	16.419,7	16.920,3	16.819,6	16.950,5	16.482,9	15.671,6	15.867,2	16.649,3	14.649,4	13.804,1	15.461,1	15.146,1	16.625,1	17.475,0	16.740,3
Metallurgia e Maquinaria	25.175,0	28.495,9	26.850,2	25.675,2	25.534,7	29.549,8	29.780,6	26.627,6	27.177,2	25.027,9	23.848,0	22.362,3	20.370,2	18.989,8	21.437,9	21.636,4
Equipamento de Transporte	1.226,2	1.388,1	1.363,8	1.350,0	1.380,5	1.751,1	1.821,4	1.911,3	2.062,3	1.695,2	1.534,1	1.614,9	1.668,7	1.607,7	1.992,7	1.912,3
Outras Industrias	4.299,8	4.947,2	4.391,0	3.647,2	3.642,8	2.761,4	4.886,2	2.695,3	2.476,1	2.724,9	1.950,3	2.032,3	1.758,3	1.209,6	1.654,5	1.725,0
Construção	655,4	744,6	596,4	545,3	487,3	580,5	656,8	644,0	568,7	503,0	454,3	440,7	414,4	595,3	474,3	482,8
Comércio e Serviços	7.228,3	7.940,3	7.575,1	7.249,8	7.898,0	10.146,0	11.064,5	11.435,7	12.261,8	10.901,2	11.034,8	11.472,7	12.768,5	11.063,9	13.788,5	14.393,6
<b>Total</b>	<b>85.609,5</b>	<b>93.864,9</b>	<b>91.326,4</b>	<b>88.611,2</b>	<b>90.984,1</b>	<b>97.664,6</b>	<b>102.075,6</b>	<b>94.806,0</b>	<b>98.252,8</b>	<b>90.433,8</b>	<b>85.920,1</b>	<b>85.590,5</b>	<b>85.213,9</b>	<b>80.737,6</b>	<b>87.851,8</b>	<b>88.198,6</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Agricultura e Silvicultura	6.054,7	6.622,0	6.491,3	6.927,9	7.617,6	7.056,6	6.906,9	6.382,5	7.477,8	8.555,1	7.835,5	7.955,4	9.179,8	10.324,6	9.835,9	
Extractivas	1.130,7	1.194,3	1.047,0	935,0	1.008,5	958,3	1.089,3	1.121,4	1.249,4	1.225,0	1.217,0	1.447,2	1.205,7	1.151,6	1.507,2	
Alimentação e Bebidas	6.120,5	6.497,2	6.101,9	6.549,9	7.216,6	5.961,4	6.576,3	6.421,7	7.002,6	7.890,2	7.878,5	9.217,6	8.952,1	8.972,5	8.780,2	
Texteis e Couro	3.087,3	3.193,7	3.102,5	3.125,5	3.300,5	2.866,9	3.317,2	3.304,8	3.601,4	3.920,1	3.248,1	3.623,8	3.281,8	3.261,6	3.269,7	
Madeira e seus Produtos	727,7	805,0	709,9	775,7	736,4	524,4	674,8	792,9	913,0	980,0	1.004,8	1.238,1	1.298,9	1.661,3	1.537,2	
Papel e Impressão	3.965,9	4.156,1	4.083,7	4.313,4	4.730,1	4.094,1	4.735,5	4.981,5	5.324,1	4.940,1	4.838,2	5.863,3	6.673,6	5.825,9	6.418,5	
Química e Petroquímica	11.721,6	11.727,4	10.289,2	10.765,9	11.924,8	9.613,9	10.769,2	10.506,9	10.613,1	12.375,2	11.783,5	13.229,7	12.827,8	13.680,4	14.241,8	
Minerais Não Metálicos	17.505,7	17.470,2	14.057,1	14.668,7	15.161,6	15.186,1	17.636,9	17.790,3	18.210,9	21.145,2	22.777,5	20.945,2	23.523,4	22.479,6	24.299,6	
Metallurgia e Maquinaria	21.383,5	20.839,8	19.559,5	20.747,2	20.413,8	17.953,6	21.023,1	20.464,8	22.078,7	23.110,5	24.927,0	26.751,8	25.784,9	27.331,5	25.687,3	
Equipamento de Transporte	1.971,9	2.150,4	1.926,0	1.981,6	2.072,8	1.879,2	2.259,3	2.522,8	2.656,2	3.195,1	2.982,9	3.090,7	3.280,2	3.291,6	2.915,8	
Outras Industrias	1.810,0	2.278,5	3.429,8	3.562,4	2.817,9	2.278,1	3.019,5	3.043,6	3.084,9	4.390,1	4.073,0	4.636,3	3.998,2	5.862,8	8.065,7	
Construção	483,4	541,6	503,7	500,0	903,4	733,6	691,2	775,2	901,3	1.030,0	1.078,2	1.282,9	1.301,3	1.495,8	1.735,6	
Comércio e Serviços	15.235,0	17.491,0	15.627,0	16.908,4	18.578,4	17.206,0	20.779,0	20.953,8	25.602,4	28.190,9	26.883,3	30.448,2	28.039,6	30.367,2	33.403,9	
<b>Total</b>	<b>91.197,9</b>	<b>94.967,1</b>	<b>86.928,7</b>	<b>91.761,5</b>	<b>96.482,5</b>	<b>86.312,1</b>	<b>99.478,2</b>	<b>99.062,2</b>	<b>108.715,8</b>	<b>120.947,4</b>	<b>120.527,5</b>	<b>129.730,1</b>	<b>129.347,2</b>	<b>135.706,4</b>	<b>141.698,5</b>	

Fonte: IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, Vol. 2008 release 01. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

\* As emissões de CO<sub>2</sub> que correspondem a cada sector produtivo pelos seus consumos electricidade encontram-se imputadas de acordo com o coeficiente de emissão estimado anualmente pela AIE. Importa referir também que nesta análise não foram incluídos os sectores dos transportes, residencial e pescas.

Quadro 8.6: Espanha – Consumo de energia sectorial

Grupos de sectores	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	1.730,0	1.775,0	2.110,0	2.314,0	2.439,0	2.321,0	2.181,0	2.356,0	2.398,0	2.436,0	2.577,0	2.518,0	2.646,0	2.353,0	1.571,0	1.665,0
Extractivas	289,0	304,0	326,0	322,0	335,0	344,0	333,0	305,0	338,0	342,0	287,0	263,0	246,0	309,0	268,0	271,0
Alimentação e Bebidas	1.476,0	1.678,0	1.660,0	1.581,0	1.576,0	1.644,0	1.644,0	1.654,0	1.683,0	1.641,0	1.615,0	1.561,0	1.638,0	1.799,0	1.622,0	1.669,0
Texteis e Couro	797,0	830,0	775,0	796,0	785,0	759,0	929,0	803,0	793,0	745,0	763,0	766,0	715,0	760,0	826,0	853,0
Madeira e seus Produtos	177,0	206,0	221,0	219,0	231,0	228,0	205,0	186,0	175,0	150,0	143,0	144,0	143,0	158,0	159,0	164,0
Papel e Impressão	1.005,0	1.100,0	1.124,0	1.105,0	1.131,0	1.244,0	1.244,0	1.199,0	1.169,0	1.165,0	1.172,0	1.163,0	1.138,0	1.247,0	1.107,0	1.150,0
Química e Petroquímica	2.788,0	2.824,0	3.073,0	3.199,0	3.534,0	3.139,0	3.182,0	2.654,0	2.963,0	3.024,0	2.995,0	2.737,0	3.096,0	3.077,0	3.037,0	3.074,0
Minerais Não Metálicos	4.731,0	4.697,0	5.022,0	5.056,0	5.073,0	4.672,0	4.175,0	4.063,0	4.129,0	3.764,0	3.630,0	4.039,0	4.033,0	4.621,0	4.704,0	4.540,0
Metallurgia e Maquinaria	4.637,0	5.424,0	5.511,0	5.389,0	5.283,0	5.772,0	5.444,0	4.932,0	5.150,0	4.990,0	5.171,0	4.797,0	4.531,0	4.636,0	4.737,0	4.806,0
Equipamento de Transporte	282,0	294,0	338,0	346,0	347,0	367,0	350,0	373,0	395,0	376,0	369,0	379,0	420,0	473,0	517,0	521,0
Outras Industrias	993,0	1.039,0	1.044,0	909,0	885,0	569,0	1.041,0	472,0	386,0	477,0	443,0	431,0	368,0	318,0	1.489,0	2.228,0
Construção	144,0	154,0	137,0	134,0	117,0	114,0	120,0	131,0	117,0	112,0	114,0	107,0	102,0	169,0	115,0	114,0
Comércio e Serviços	1.698,0	1.691,0	1.881,0	1.887,0	2.027,0	2.169,0	2.108,0	2.297,0	2.417,0	2.390,0	2.623,0	2.660,0	3.129,0	3.039,0	3.241,0	3.412,0
<b>Total</b>	<b>20.747,0</b>	<b>22.016,0</b>	<b>23.222,0</b>	<b>23.257,0</b>	<b>23.763,0</b>	<b>23.342,0</b>	<b>22.956,0</b>	<b>21.425,0</b>	<b>22.113,0</b>	<b>21.612,0</b>	<b>21.902,0</b>	<b>21.565,0</b>	<b>22.205,0</b>	<b>22.959,0</b>	<b>23.393,0</b>	<b>24.467,0</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Agricultura e Silvicultura	1.796,0	1.917,0	1.956,0	2.081,0	2.192,0	2.172,0	2.099,0	1.944,0	2.203,0	2.563,0	2.390,0	2.354,0	2.932,0	3.328,0	3.098,0	
Extractivas	278,0	271,0	262,0	241,0	264,0	290,0	318,0	328,0	335,0	351,0	334,0	394,0	355,0	325,0	469,0	
Alimentação e Bebidas	1.729,0	1.744,0	1.741,0	1.880,0	2.044,0	1.851,0	1.974,0	1.959,0	2.284,0	2.558,0	2.759,0	3.107,0	3.107,0	3.074,0	2.885,0	
Texteis e Couro	864,0	844,0	907,0	920,0	988,0	949,0	1.063,0	1.057,0	1.059,0	1.206,0	1.003,0	1.034,0	1.003,0	1.000,0	982,0	
Madeira e seus Produtos	164,0	163,0	165,0	182,0	160,0	139,0	179,0	227,0	666,0	599,0	626,0	663,0	700,0	864,0	789,0	
Papel e Impressão	1.165,0	1.168,0	1.240,0	1.309,0	1.412,0	1.348,0	1.522,0	1.620,0	2.114,0	2.093,0	1.913,0	2.179,0	2.666,0	2.291,0	2.493,0	
Química e Petroquímica	3.395,0	3.280,0	2.998,0	3.188,0	3.531,0	3.067,0	3.308,0	3.286,0	3.127,0	3.750,0	3.660,0	4.016,0	4.034,0	4.431,0	4.678,0	
Minerais Não Metálicos	4.750,0	4.652,0	3.934,0	4.076,0	4.193,0	4.393,0	4.978,0	5.115,0	5.392,0	6.367,0	7.046,0	6.193,0	7.367,0	6.870,0	7.526,0	
Metallurgia e Maquinaria	4.840,0	4.466,0	4.428,0	4.791,0	4.656,0	4.495,0	4.998,0	5.162,0	5.101,0	5.536,0	6.593,0	6.573,0	6.900,0	7.405,0	6.541,0	
Equipamento de Transporte	550,0	556,0	539,0	560,0	590,0	612,0	690,0	789,0	759,0	927,0	946,0	893,0	1.042,0	1.028,0	834,0	
Outras Industrias	1.989,0	1.685,0	2.137,0	2.182,0	1.934,0	1.861,0	2.061,0	2.215,0	756,0	1.079,0	1.255,0	1.431,0	1.295,0	1.934,0	2.816,0	
Construção	115,0	118,0	124,0	127,0	191,0	191,0	174,0	203,0	218,0	258,0	298,0	317,0	358,0	423,0	469,0	
Comércio e Serviços	3.718,0	3.935,0	3.827,0	4.174,0	4.320,0	4.702,0	5.258,0	5.421,0	5.885,0	6.702,0	7.049,0	7.246,0	7.131,0	7.734,0	8.408,0	
<b>Total</b>	<b>25.353,0</b>	<b>24.799,0</b>	<b>24.258,0</b>	<b>25.711,0</b>	<b>26.475,0</b>	<b>26.070,0</b>	<b>28.622,0</b>	<b>29.326,0</b>	<b>29.899,0</b>	<b>33.989,0</b>	<b>35.872,0</b>	<b>36.400,0</b>	<b>38.890,0</b>	<b>40.707,0</b>	<b>41.988,0</b>	

Fonte: IEA, Energy Balances of OECD Countries, Vol. 2008 release 01. Valores em Ktep.

Quadro 8.7: Espanha – Valor acrescentado bruto sectorial

Grupos de sectores	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	10.950,5	12.091,4	11.004,6	13.503,0	13.456,3	14.538,3	12.431,3	12.342,9	13.095,4	14.648,9	15.905,2	17.080,4	19.277,8	21.260,3	19.991,1	20.559,3
Extractivas	470,1	482,3	499,5	561,4	574,0	556,4	537,2	532,7	578,7	592,1	536,3	660,8	721,7	832,1	861,4	1.015,3
Alimentação e Bebidas	8.177,3	8.349,7	8.640,3	9.044,8	9.372,0	9.061,0	9.098,5	9.021,6	9.093,0	9.352,8	9.431,5	10.259,4	11.289,3	11.944,7	11.879,3	13.131,7
Texteis e Couro	6.776,2	7.233,0	7.318,1	7.473,3	7.592,4	7.396,5	6.998,5	7.030,6	7.061,0	6.936,9	6.962,3	6.990,2	7.261,7	7.038,1	7.098,2	7.173,9
Madeira e seus Produtos	2.051,7	2.141,3	2.117,6	2.014,7	1.965,8	1.882,7	1.754,5	1.791,1	1.816,8	1.738,7	1.797,9	1.981,4	2.163,8	2.293,8	2.361,3	2.353,7
Papel e Impressão	3.706,5	3.835,5	3.805,5	4.263,8	4.223,2	4.142,1	4.207,5	4.050,3	4.257,1	4.359,6	4.393,2	5.041,3	5.626,7	5.624,4	5.892,2	6.149,9
Química e Petroquímica	3.509,7	3.771,9	4.009,3	4.176,0	4.259,7	4.354,7	4.371,6	4.151,1	4.257,0	4.488,3	4.638,6	5.420,8	6.240,5	6.606,8	6.838,3	6.803,4
Minerais Não Metálicos	3.271,7	3.364,2	3.598,5	3.732,2	3.762,4	3.802,3	4.212,8	4.084,3	4.102,5	3.857,2	3.691,0	4.133,3	4.408,1	4.725,8	4.990,1	5.333,9
Metallurgia e Maquinaria	16.517,8	16.774,8	17.090,9	17.428,2	16.639,4	16.629,2	16.115,1	15.718,1	16.181,5	17.250,1	18.311,8	19.199,6	19.681,5	21.431,9	23.226,2	22.659,8
Equipamento de Transporte	6.064,7	6.129,5	6.881,4	6.767,9	6.380,0	6.538,8	6.083,0	5.803,1	6.198,2	5.585,7	6.235,9	6.584,4	7.230,3	8.157,3	7.990,4	6.918,7
Outras Industrias	3.959,1	4.238,5	4.582,7	4.721,5	4.937,2	4.941,6	4.931,4	4.785,7	4.817,5	4.877,7	4.947,2	5.400,9	5.874,4	5.915,4	6.107,8	7.069,3
Construção	26.451,4	25.361,2	25.077,4	23.371,3	22.298,0	22.193,9	22.487,3	22.830,8	22.843,2	21.593,1	22.023,9	20.534,9	22.556,4	24.494,6	27.977,8	30.969,8
Comércio e Serviços	154.255,9	157.894,9	163.181,6	163.610,7	163.399,9	164.301,9	165.918,5	168.703,8	170.250,8	173.745,5	178.729,4	176.733,0	186.859,3	195.298,5	206.368,9	217.881,3
<b>Total</b>	<b>246.162,6</b>	<b>251.668,2</b>	<b>257.807,4</b>	<b>260.669,0</b>	<b>258.860,2</b>	<b>260.339,5</b>	<b>259.147,2</b>	<b>260.845,9</b>	<b>264.552,7</b>	<b>269.026,6</b>	<b>277.604,3</b>	<b>280.020,3</b>	<b>299.191,6</b>	<b>315.623,8</b>	<b>331.583,1</b>	<b>348.019,9</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Agricultura e Silvicultura	20.766,9	21.096,4	23.410,0	22.294,9	20.494,9	24.163,9	24.464,4	24.782,1	23.914,9	25.083,3	24.591,1	24.894,8	24.868,5	25.113,7	22.595,6	
Extractivas	912,4	833,3	667,1	651,3	807,3	744,8	757,5	744,4	840,8	841,9	1.032,5	908,4	954,5	1.148,0	1.160,9	
Alimentação e Bebidas	13.830,4	14.367,9	14.293,4	13.363,7	12.944,4	12.592,4	12.961,4	13.190,0	13.527,1	13.223,6	13.284,2	13.852,7	14.052,5	13.340,3	13.449,6	
Texteis e Couro	7.116,1	6.670,2	6.502,8	6.474,0	6.471,8	6.542,1	6.892,1	7.253,6	7.193,8	7.020,4	6.975,3	6.592,0	6.292,6	5.962,2	5.603,0	
Madeira e seus Produtos	2.240,6	2.093,3	1.926,0	1.834,6	1.968,0	1.999,5	2.054,9	2.201,4	2.318,0	2.390,8	2.384,1	2.327,1	2.284,4	2.421,1	2.409,6	
Papel e Impressão	6.546,0	6.463,7	6.615,6	6.949,7	6.576,3	6.847,4	7.245,4	7.466,3	7.716,7	8.646,5	8.755,1	9.175,5	9.231,5	9.296,7	9.537,5	
Química e Petroquímica	6.917,1	6.982,0	6.937,8	7.684,7	7.839,3	7.770,8	8.172,4	8.621,0	8.812,3	8.817,7	9.314,5	9.429,8	9.733,0	9.311,0	9.277,6	
Minerais Não Metálicos	5.613,6	5.568,6	5.671,3	5.933,4	6.078,2	5.704,0	6.253,6	6.687,6	7.215,2	7.586,7	8.103,2	7.961,1	8.042,1	8.527,7	8.694,5	
Metallurgia e Maquinaria	22.524,9	20.090,8	18.839,6	20.557,5	22.883,8	23.870,4	24.319,8	25.181,0	26.089,3	27.751,6	29.410,9	29.417,4	29.666,4	29.866,2	30.213,3	
Equipamento de Transporte	7.665,4	7.424,5	5.900,3	6.944,5	8.743,3	9.085,5	10.287,7	10.666,1	11.028,9	10.738,9	10.839,5	10.303,0	10.573,0	11.380,7	11.170,5	
Outras Industrias	7.342,5	7.330,4	7.006,5	7.184,1	7.751,4	8.218,4	8.731,2	9.235,7	9.889,3	10.518,1	10.766,4	10.795,5	10.897,6	10.936,7	10.920,4	
Construção	32.169,0	30.611,7	28.996,3	29.575,7	31.370,6	30.979,4	32.121,0	34.189,7	36.985,1	39.343,1	42.713,2	45.379,9	47.649,6	50.157,1	52.860,9	
Comércio e Serviços	226.351,6	233.337,8	236.082,0	241.129,8	247.226,3	250.974,0	259.686,2	271.528,5	284.324,0	300.041,3	311.633,6	319.687,1	328.900,9	343.018,7	357.848,7	
<b>Total</b>	<b>359.996,2</b>	<b>362.870,7</b>	<b>362.848,7</b>	<b>370.577,9</b>	<b>381.155,6</b>	<b>389.492,5</b>	<b>403.947,6</b>	<b>421.747,4</b>	<b>439.855,5</b>	<b>462.003,9</b>	<b>479.803,6</b>	<b>490.724,2</b>	<b>503.146,5</b>	<b>520.480,2</b>	<b>535.742,1</b>	

Fonte: Base de dados da Comissão Europeia, projecto EU-KLEMS, Março de 2008. Valores em M€ a preços constantes de 1995.

## 8.2 Decomposição multiplicativa

Quadro 8.8: Portugal – Decomposição do crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado

Efeitos (1975=1)	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Efeito Intensidade Carbónica	1,000	1,080	0,915	0,904	0,949	1,043	1,137	1,084	1,075	1,024	0,988	1,101	1,085	1,033	1,277	1,130
Efeito Intensidade Energética	1,000	0,989	0,988	1,009	1,024	0,995	0,948	0,971	0,966	0,992	1,015	0,953	0,947	0,974	0,948	1,026
Efeito Estrutura	1,000	0,976	0,991	0,999	1,014	1,013	1,001	1,003	1,000	1,009	1,006	1,027	1,018	1,011	1,000	0,988
Efeito Actividade	1,000	1,086	1,157	1,215	1,268	1,329	1,352	1,384	1,393	1,360	1,391	1,441	1,524	1,570	1,697	1,778
<b>Efeito Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,132</b>	<b>1,036</b>	<b>1,108</b>	<b>1,250</b>	<b>1,397</b>	<b>1,460</b>	<b>1,461</b>	<b>1,446</b>	<b>1,396</b>	<b>1,403</b>	<b>1,553</b>	<b>1,594</b>	<b>1,597</b>	<b>2,055</b>	<b>2,039</b>
Efeitos (1975=1)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Efeito Intensidade Carbónica	1,148	1,268	1,187	1,153	1,213	1,081	1,116	1,128	1,214	1,143	1,082	1,170	1,053	1,105	1,172	
Efeito Intensidade Energética	1,035	1,037	1,064	1,116	1,111	1,074	1,112	1,191	1,207	1,264	1,286	1,310	1,263	1,257	1,319	
Efeito Estrutura	0,955	0,933	0,904	0,927	0,926	0,945	0,949	0,937	0,931	0,912	0,911	0,904	0,886	0,885	0,880	
Efeito Actividade	1,862	1,913	1,884	1,862	1,933	2,005	2,085	2,164	2,231	2,311	2,348	2,360	2,354	2,386	2,372	
<b>Efeito Total</b>	<b>2,113</b>	<b>2,345</b>	<b>2,153</b>	<b>2,221</b>	<b>2,412</b>	<b>2,199</b>	<b>2,457</b>	<b>2,727</b>	<b>3,043</b>	<b>3,047</b>	<b>2,978</b>	<b>3,272</b>	<b>2,773</b>	<b>2,933</b>	<b>3,229</b>	

Fonte: Cálculos próprios – Método LMDI multiplicativo. Índices base 1975=1

Quadro 8.9: Espanha – Decomposição do crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> a partir do comportamento sectorial agregado

Efeitos (1975=1)	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Efeito Intensidade Carbónica	1,000	1,025	0,949	0,923	0,930	1,008	1,068	1,074	1,079	1,016	0,949	0,965	0,938	0,860	0,913	0,891
Efeito Intensidade Energética	1,000	1,032	1,051	1,004	1,029	1,016	1,006	0,950	0,957	0,911	0,904	0,821	0,781	0,759	0,750	0,751
Efeito Estrutura	1,000	1,015	1,021	1,055	1,056	1,053	1,054	1,024	1,034	1,044	1,038	1,110	1,119	1,129	1,115	1,092
Efeito Actividade	1,000	1,022	1,047	1,059	1,052	1,057	1,053	1,059	1,074	1,093	1,127	1,137	1,214	1,280	1,344	1,410
<b>Efeito Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,096</b>	<b>1,067</b>	<b>1,035</b>	<b>1,063</b>	<b>1,141</b>	<b>1,192</b>	<b>1,107</b>	<b>1,148</b>	<b>1,056</b>	<b>1,004</b>	<b>1,000</b>	<b>0,995</b>	<b>0,943</b>	<b>1,026</b>	<b>1,030</b>
Efeitos (1975=1)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Efeito Intensidade Carbónica	0,884	0,935	0,879	0,873	0,890	0,813	0,849	0,825	0,886	0,867	0,814	0,860	0,808	0,806	0,821	
Efeito Intensidade Energética	0,764	0,773	0,764	0,778	0,773	0,746	0,789	0,776	0,767	0,835	0,848	0,864	0,901	0,934	0,949	
Efeito Estrutura	1,082	1,045	1,029	1,052	1,064	1,056	1,064	1,062	1,056	1,052	1,057	1,035	1,027	1,007	0,991	
Efeito Actividade	1,458	1,468	1,469	1,500	1,540	1,573	1,630	1,700	1,768	1,856	1,929	1,970	2,021	2,089	2,144	
<b>Efeito Total</b>	<b>1,065</b>	<b>1,109</b>	<b>1,015</b>	<b>1,072</b>	<b>1,127</b>	<b>1,008</b>	<b>1,162</b>	<b>1,157</b>	<b>1,270</b>	<b>1,413</b>	<b>1,408</b>	<b>1,515</b>	<b>1,511</b>	<b>1,585</b>	<b>1,655</b>	

Fonte: Cálculos próprios – Método LMDI multiplicativo. Índices base 1975=1

## 8.3 Decomposição aditiva

Quadro 8.10: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito total)

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	-162,794	-2,530	148,982	18,057	-7,822	25,485	58,952	124,139	-18,288	59,392	24,039	1,609	49,550	100,164	57,268
Extractivas	8,407	-17,377	-18,798	15,838	42,178	10,359	14,077	-5,861	1,712	-14,104	12,572	11,832	-7,969	102,423	41,281
Alimentação e Bebidas	60,486	-37,898	59,825	1,234	56,270	74,438	-6,231	59,309	-53,474	92,219	-67,431	31,369	-23,817	255,217	40,259
Texteis e Couro	211,562	-156,583	104,010	172,222	181,261	110,336	-48,667	41,695	-106,810	-181,778	406,968	146,591	-86,048	598,387	52,832
Madeira e seus Produtos	53,758	-32,437	9,166	44,902	37,559	47,354	-6,277	39,543	-29,084	23,039	22,752	0,461	-27,616	150,397	22,331
Papel e Impressão	177,344	-82,298	-55,776	158,562	115,371	95,697	-66,157	42,577	76,724	-142,890	127,514	60,745	-10,796	256,073	-51,267
Química e Petroquímica	140,560	-148,395	3,679	61,345	184,208	415,595	314,333	-281,177	84,323	-137,337	219,231	20,695	-197,792	564,585	-150,374
Minerais Não Metálicos	365,053	-37,947	208,489	254,864	107,287	240,478	-68,682	-182,574	-319,119	-15,008	42,929	216,487	304,348	565,730	-75,519
Metallurgia e Maquinaria	53,046	17,402	215,526	150,784	177,015	-139,369	-226,272	168,654	-256,777	173,851	157,148	-319,225	12,130	329,623	-19,086
Equipamento de Transporte	16,857	-24,942	0,475	29,487	37,305	10,989	-41,861	11,747	-36,622	-0,950	35,506	16,125	-12,027	68,850	-1,329
Outras Industrias	123,409	-50,120	-7,413	111,470	132,813	-298,563	82,615	37,987	53,759	125,439	-136,144	-102,223	103,733	61,592	18,845
Construção	12,359	-4,777	-18,362	20,700	28,076	15,755	2,629	8,350	-51,255	32,128	52,300	48,138	62,405	113,550	94,187
Comércio e Serviços Públicos	171,682	-320,046	17,122	283,743	276,369	-15,501	0,686	-203,813	181,093	52,436	505,583	248,817	-143,711	1.098,274	-180,929
<b>Total</b>	<b>1.231,728</b>	<b>-897,947</b>	<b>666,925</b>	<b>1.323,209</b>	<b>1.367,889</b>	<b>593,052</b>	<b>9,146</b>	<b>-139,424</b>	<b>-473,818</b>	<b>66,435</b>	<b>1.402,968</b>	<b>381,421</b>	<b>22,390</b>	<b>4.264,865</b>	<b>-151,501</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	7,184	35,139	-32,213	30,982	105,326	-78,650	196,721	223,079	206,381	169,224	-646,688	-28,093	-151,039	270,281	19,482
Extractivas	21,328	38,630	-47,534	-17,429	21,551	-8,073	10,908	85,625	48,361	-4,744	14,829	30,667	-98,687	148,330	78,650
Alimentação e Bebidas	74,937	150,779	-165,940	35,955	-27,818	-16,204	244,576	67,984	30,982	-23,685	-166,237	368,959	-290,473	39,334	104,305
Texteis e Couro	12,485	-23,318	-248,122	35,386	78,876	-147,776	104,246	113,140	166,169	-15,459	-220,746	137,103	-415,684	-45,598	-148,084
Madeira e seus Produtos	-1,291	55,639	-31,535	1,552	35,190	12,484	83,515	-10,068	163,773	-8,382	-78,281	-52,923	-211,701	-16,814	92,464
Papel e Impressão	88,567	278,037	-90,851	92,002	-118,523	-52,764	285,901	96,467	115,666	-69,299	-150,863	-88,983	-81,834	-207,047	474,059
Química e Petroquímica	35,892	261,585	-344,686	283,219	145,790	-623,211	128,171	184,420	34,733	3,987	374,068	210,501	-259,767	271,700	-98,739
Minerais Não Metálicos	221,639	57,553	-197,594	124,197	86,735	233,927	238,694	809,298	724,011	-36,616	-265,500	707,493	-1.437,539	8,842	198,464
Metallurgia e Maquinaria	-94,857	210,351	-185,795	-36,332	369,660	-187,594	-154,515	71,415	114,699	17,156	-478,802	89,847	23,562	123,445	234,434
Equipamento de Transporte	1,033	31,649	-25,875	-12,043	24,720	-15,142	108,569	10,015	41,513	-6,342	-8,069	-32,028	-46,930	28,344	23,374
Outras Industrias	17,774	249,101	-229,203	29,713	-96,089	-245,644	123,967	218,983	129,774	-33,254	-155,965	135,547	-14,934	53,354	5,855
Construção	64,833	6,995	67,679	25,142	175,775	-52,903	71,965	11,449	134,038	84,585	29,864	127,786	-286,388	141,205	-53,841
Comércio e Serviços Públicos	239,889	805,817	-257,645	46,630	970,529	-794,708	955,532	630,092	1.028,929	-41,594	1.118,703	1.124,142	-1.371,069	671,358	1.825,121
<b>Total</b>	<b>689,413</b>	<b>2.157,956</b>	<b>-1.789,314</b>	<b>638,973</b>	<b>1.771,723</b>	<b>-1.976,257</b>	<b>2.398,251</b>	<b>2.511,900</b>	<b>2.939,031</b>	<b>35,574</b>	<b>-633,688</b>	<b>2.730,017</b>	<b>-4.642,484</b>	<b>1.486,736</b>	<b>2.755,543</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.11: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito intensidade carbónica)**

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	2,908	-14,717	3,716	11,956	10,691	6,809	-0,377	-6,599	-9,011	0,839	20,930	-4,649	-6,523	55,758	-7,298
Extractivas	8,407	-20,459	-2,435	10,296	6,236	2,654	-1,457	-9,531	5,305	-6,995	12,572	-3,633	-15,028	57,578	-19,532
Alimentação e Bebidas	80,201	-82,221	-16,627	22,147	108,862	82,790	-26,315	-11,072	-28,628	-20,913	70,422	-19,504	-61,848	231,819	-42,386
Texteis e Couro	117,291	-197,052	-42,592	99,724	143,888	117,251	-48,667	-17,180	-80,093	-113,823	185,056	-25,273	-143,587	486,291	-106,434
Madeira e seus Produtos	35,943	-49,547	-3,041	11,488	49,800	44,321	-12,752	-4,361	-37,830	14,639	22,752	13,090	-30,682	129,336	-59,535
Papel e Impressão	45,202	-132,693	-9,227	42,880	80,596	78,671	-38,423	-18,277	-41,873	-181,814	151,159	6,952	24,446	186,772	-1,311,200
Química e Petroquímica	103,180	-215,475	-7,612	38,361	127,771	172,106	-119,599	-16,029	-83,501	-62,094	229,577	-41,502	-124,702	514,156	-133,115
Minerais Não Metálicos	90,828	-185,935	1,683	56,321	236,979	70,370	-149,963	-68,589	-72,255	40,455	48,293	18,447	-54,512	454,662	-167,334
Metallurgia e Maquinaria	57,559	-294,697	-1,998	106,384	148,844	76,343	-120,257	44,786	-98,922	-33,905	252,338	-53,868	-72,083	306,764	-117,063
Equipamento de Transporte	9,803	-24,942	-2,216	12,311	14,359	0,535	8,632	4,121	-10,833	-4,330	17,415	0,318	-19,350	52,580	-15,167
Outras Industrias	30,634	-59,404	-13,057	33,459	27,998	114,778	-33,931	-16,568	-19,534	-30,636	82,760	25,660	-65,848	68,928	-19,677
Construção	-3,489	-10,893	2,618	2,471	9,323	3,268	-3,622	5,215	-0,634	-2,429	13,778	-13,097	-3,584	38,405	-4,130
Comércio e Serviços Públicos	182,527	-388,649	-30,772	107,227	216,582	396,344	-143,642	15,760	-198,025	-94,558	445,136	-147,694	-178,207	1,098,274	-334,786
<b>Total</b>	<b>760,994</b>	<b>-1.676,686</b>	<b>-121,559</b>	<b>555,025</b>	<b>1.181,928</b>	<b>1.159,703</b>	<b>-690,374</b>	<b>-98,323</b>	<b>-675,833</b>	<b>-495,566</b>	<b>1.552,187</b>	<b>-244,752</b>	<b>-751,509</b>	<b>3.681,323</b>	<b>-2.337,657</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	-2,469	35,139	-25,687	-1,356	72,246	-75,345	21,295	0,719	47,548	-46,072	42,182	81,691	-86,002	28,350	64,327
Extractivas	-1,041	38,630	-33,047	-3,901	21,551	-48,002	15,071	-18,195	15,384	-32,977	-0,633	18,816	-24,238	43,968	34,941
Alimentação e Bebidas	36,888	140,656	-145,734	-36,699	101,472	-152,536	95,736	10,196	131,410	-94,760	-92,674	126,858	-188,926	94,985	134,130
Texteis e Couro	105,676	374,419	-129,318	-73,227	96,347	-409,897	34,486	34,705	181,869	-221,841	-145,351	210,035	-287,204	51,931	155,639
Madeira e seus Produtos	6,067	88,060	-72,755	-24,618	2,302	-72,903	21,696	30,700	44,866	-44,504	-15,783	98,482	-149,123	7,350	59,842
Papel e Impressão	0,923	202,832	-117,702	1,050	-78,793	-26,552	80,846	67,176	100,412	-69,299	-74,993	-47,418	-141,053	-41,130	348,098
Química e Petroquímica	27,486	297,951	-132,022	-179,954	102,954	-233,781	26,078	13,715	180,480	-122,770	-235,545	257,109	-248,098	123,748	304,833
Minerais Não Metálicos	104,125	194,612	-139,350	-49,526	41,853	-164,326	52,323	71,820	155,009	-237,090	-181,627	296,057	-301,124	106,311	136,849
Metallurgia e Maquinaria	24,087	220,649	-116,600	-71,368	154,251	-281,667	0,639	2,885	114,699	-133,785	-126,661	147,078	-236,208	115,315	82,109
Equipamento de Transporte	1,033	31,649	-20,922	-16,544	24,720	-45,647	19,329	5,764	10,958	-31,768	-12,047	52,625	-59,374	20,598	23,374
Outras Industrias	-1,130	9,430	0,612	-30,093	83,832	4,450	46,171	-74,139	143,841	-23,023	-27,703	78,983	-151,913	57,931	70,780
Construção	-8,958	23,948	-27,102	-11,137	47,739	-52,903	15,917	21,535	23,980	-15,596	-27,804	52,467	-42,567	12,363	46,971
Comércio e Serviços Públicos	13,179	466,219	-410,130	-91,272	252,671	-948,706	257,475	55,596	840,681	-733,334	-930,416	830,450	-1,011,412	582,659	374,371
<b>Total</b>	<b>305,867</b>	<b>2.124,193</b>	<b>-1.369,757</b>	<b>-588,646</b>	<b>923,146</b>	<b>-2.507,812</b>	<b>687,062</b>	<b>222,477</b>	<b>1.991,137</b>	<b>-1.806,819</b>	<b>-1.829,055</b>	<b>2.203,233</b>	<b>-2.927,242</b>	<b>1.204,379</b>	<b>1.836,264</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.12: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito intensidade energética)**

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	-145,910	-34,150	74,397	-192,340	-35,676	141,096	-22,828	153,486	-117,043	-34,728	-16,093	-62,945	229,501	-103,796	-91,355
Extractivas	-7,042	0,612	-20,779	5,133	31,594	2,012	13,682	8,213	3,428	-10,169	-7,075	4,486	3,195	21,873	26,205
Alimentação e Bebidas	-68,373	2,681	-37,664	-10,805	-31,441	-37,475	-5,629	58,767	64,646	170,888	-161,662	37,809	-12,128	-3,097	201,522
Texteis e Couro	41,724	-5,382	81,279	-41,048	-56,887	-38,495	-3,769	6,225	-82,143	-123,599	135,644	153,998	45,354	-4,740	116,348
Madeira e seus Produtos	9,684	9,641	3,600	15,974	-1,739	36,648	38,409	37,938	27,587	7,398	-24,332	-28,881	-15,653	0,713	26,055
Papel e Impressão	80,302	4,088	-75,816	78,217	-11,139	0,212	-33,525	74,582	148,333	-84,550	-148,399	17,256	-55,044	172,400	1.197,553
Química e Petroquímica	-25,696	-198,814	95,332	-67,025	20,316	311,217	321,919	-415,570	212,484	-84,748	-112,099	100,309	-104,327	-433,508	112,323
Minerais Não Metálicos	122,000	10,920	-9,594	152,240	-325,313	29,790	-26,261	-124,240	-255,962	-86,521	-291,410	-74,031	144,546	42,169	-227,129
Metallurgia e Maquinaria	-71,207	254,005	79,239	-20,366	-103,106	-195,637	-109,126	200,998	-42,380	202,587	-51,724	-300,216	64,183	-66,347	42,527
Equipamento de Transporte	1,898	-4,130	7,872	5,915	10,496	5,628	-35,458	41,767	-20,596	-7,960	13,754	2,092	5,257	16,720	-22,391
Outras Industrias	69,183	-67,428	21,910	60,350	125,140	-456,228	124,144	43,718	99,590	166,197	-255,862	-126,864	141,049	-81,308	34,864
Construção	29,070	-5,046	-43,686	18,825	4,055	8,121	-5,046	1,388	1,333	-28,062	47,340	32,703	37,311	27,851	95,729
Comércio e Serviços Públicos	-148,502	10,381	18,431	148,435	-7,599	-456,517	106,346	-234,398	407,019	105,889	-0,492	253,936	-45,759	-235,108	-25,726
<b>Total</b>	<b>-112,868</b>	<b>-22,622</b>	<b>194,520</b>	<b>153,506</b>	<b>-381,300</b>	<b>-649,627</b>	<b>369,293</b>	<b>-147,182</b>	<b>416,902</b>	<b>268,024</b>	<b>-887,048</b>	<b>14,260</b>	<b>428,026</b>	<b>-601,224</b>	<b>1.486,523</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	83,101	-70,101	130,361	-77,422	25,342	-92,857	330,395	308,493	34,782	341,652	-640,144	-143,220	-24,346	133,168	106,278
Extractivas	22,894	-1,127	-22,899	-10,825	11,133	42,871	-32,822	97,954	37,708	37,750	-13,643	60,113	-51,412	84,704	62,757
Alimentação e Bebidas	49,390	66,888	-29,939	58,067	-136,012	130,954	112,979	33,914	-109,747	50,723	-78,198	247,063	-135,181	-89,155	-1,487
Texteis e Couro	-98,883	-356,303	-17,942	124,592	13,119	241,293	51,308	90,882	86,835	228,121	-100,835	12,673	-31,275	-41,993	-275,804
Madeira e seus Produtos	-22,629	-36,161	78,506	26,266	15,350	8,070	-12,171	-84,557	180,810	11,288	-74,486	-168,086	-73,933	-35,865	40,179
Papel e Impressão	-146,887	79,478	78,753	25,612	-55,408	-46,558	181,069	50,318	4,054	-56,431	-69,080	62,274	7,463	-179,832	160,652
Química e Petroquímica	145,204	-38,212	372,990	541,063	63,440	-465,147	-27,518	192,912	-144,780	125,025	765,507	-146,364	7,288	76,147	-355,706
Minerais Não Metálicos	107,996	-141,257	-167,438	32,642	-270,171	10,304	-169,334	588,802	404,044	140,718	-341,819	459,988	-775,241	-161,480	150,625
Metallurgia e Maquinaria	-105,630	-10,523	43,577	-18,243	83,725	8,337	-307,776	-22,860	-114,055	34,688	-385,664	-72,902	267,393	28,881	180,880
Equipamento de Transporte	-1,356	25,717	24,785	5,335	-91,792	-175,220	59,059	-8,476	60,602	25,791	7,175	-96,261	10,901	14,614	5,063
Outras Industrias	36,892	242,331	-148,074	37,042	-207,428	-233,550	54,326	252,867	-5,413	-37,048	-157,159	82,546	123,034	-29,717	-50,367
Construção	71,770	-35,130	105,481	26,003	78,916	-14,855	-18,958	-67,631	91,609	29,774	23,864	127,392	-134,318	132,757	-56,260
Comércio e Serviços Públicos	-7,982	194,257	129,530	247,015	534,534	56,025	505,278	339,396	-79,950	404,612	1.827,540	164,730	-404,416	-62,237	1.347,837
<b>Total</b>	<b>133,881</b>	<b>-80,142</b>	<b>577,690</b>	<b>1.017,147</b>	<b>64,749</b>	<b>-530,333</b>	<b>725,835</b>	<b>1.772,014</b>	<b>446,500</b>	<b>1.336,662</b>	<b>763,057</b>	<b>589,947</b>	<b>-1.214,043</b>	<b>-130,007</b>	<b>1.314,648</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

Quadro 8.13: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito estrutura)

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	-95,919	-6,173	25,920	156,266	-30,210	-140,241	57,540	-30,002	136,040	66,374	-26,157	-2,335	-211,218	38,437	87,508
Extractivas	2,929	-0,329	3,128	-0,644	1,891	4,264	-0,326	-5,161	-4,769	1,093	3,898	5,329	0,880	11,470	24,185
Alimentação e Bebidas	-17,546	-9,120	73,533	-46,221	-62,854	12,420	2,753	5,219	-65,623	-80,510	-13,730	-44,542	20,214	-64,649	-179,776
Texteis e Couro	-18,948	-10,037	22,466	70,996	38,331	8,120	-28,080	44,032	86,712	29,599	40,069	-70,387	-34,426	-30,452	-59,998
Madeira e seus Produtos	-2,932	-1,635	1,972	10,646	-20,071	-37,930	-38,154	4,176	-12,049	-5,289	13,254	-1,704	9,822	-8,609	34,430
Papel e Impressão	-18,693	-10,137	-11,868	0,097	-2,394	-3,073	-20,935	-20,903	-1,625	97,925	83,389	-33,396	-17,151	-214,114	-8,046
Química e Petroquímica	-12,853	208,762	-125,638	52,973	-10,965	-90,439	73,197	139,781	-7,303	-24,850	44,347	-134,631	-16,109	340,216	-224,696
Minerais Não Metálicos	-54,892	-30,006	80,426	-80,107	45,711	81,364	27,318	-10,703	81,118	-32,695	181,654	101,861	118,597	-228,479	131,815
Metallurgia e Maquinaria	-24,050	-12,712	76,812	4,206	55,853	-48,545	-30,313	-86,021	-83,482	-23,897	-96,820	-43,608	-16,307	-23,782	-18,758
Equipamento de Transporte	-1,859	-0,897	-8,573	7,753	6,954	2,334	-17,953	-34,843	-2,896	9,582	0,889	6,826	-1,564	-12,495	27,414
Outras Industrias	-6,352	51,596	-34,685	-0,238	-46,102	34,982	-15,899	8,193	-15,379	-22,280	17,357	-24,955	16,116	33,126	-22,335
Construção	-29,640	-1,487	13,304	-8,706	4,485	6,703	-0,923	0,199	-17,117	-17,676	-3,659	6,284	27,399	-34,090	-23,830
Comércio e Serviços Públicos	43,685	-7,785	-15,525	-16,610	4,098	18,683	3,691	6,185	3,998	8,632	-1,607	23,132	16,815	25,623	32,729
<b>Total</b>	<b>-237,073</b>	<b>170,040</b>	<b>101,271</b>	<b>150,412</b>	<b>-15,275</b>	<b>-151,358</b>	<b>11,915</b>	<b>20,152</b>	<b>97,624</b>	<b>6,009</b>	<b>242,883</b>	<b>-212,125</b>	<b>-86,934</b>	<b>-167,797</b>	<b>-199,356</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	-142,572	27,661	-114,041	127,220	-54,809	33,052	-223,683	-154,941	55,692	-206,641	-98,310	22,185	-32,197	82,039	-148,845
Extractivas	-12,310	-6,845	12,628	0,150	-20,993	-12,018	17,949	-5,364	-16,992	-23,508	19,237	-51,078	-20,981	13,051	-18,384
Alimentação e Bebidas	-74,204	-97,979	31,777	30,704	-48,694	-43,467	-26,104	-37,076	-46,570	-39,935	-34,956	-16,300	42,905	7,318	-26,201
Texteis e Couro	-97,547	-103,777	-69,432	6,845	-111,095	-50,017	-63,805	-89,529	-175,741	-103,252	-28,348	-99,861	-86,607	-84,098	-25,810
Madeira e seus Produtos	-6,354	-10,103	-29,653	5,569	-2,602	58,424	49,849	20,950	-84,665	-2,547	-5,986	12,262	14,138	4,988	-6,986
Papel e Impressão	164,073	-52,006	-24,758	86,100	-54,951	-39,873	-51,415	-95,215	-58,330	-19,245	-56,739	-116,532	61,429	-13,092	-32,421
Química e Petroquímica	-228,169	-57,592	-554,352	-54,295	-110,124	4,606	55,862	-93,479	-68,072	-71,186	-211,225	82,828	-5,585	31,096	-44,571
Minerais Não Metálicos	-178,785	-113,760	171,556	188,343	148,836	233,407	164,436	-40,285	-28,682	-161,166	107,878	-90,530	-329,747	-20,324	-82,287
Metallurgia e Maquinaria	-83,971	-44,127	-88,727	70,395	66,650	24,060	87,375	34,957	60,764	56,522	-2,019	7,287	-0,627	-43,178	-26,578
Equipamento de Transporte	-7,349	-31,436	-26,617	1,335	84,112	198,670	20,112	1,433	-40,938	-12,728	-11,627	9,466	3,039	-11,268	-4,686
Outras Industrias	-44,531	-22,288	-71,015	29,877	4,493	-30,661	9,075	21,251	-31,524	0,415	12,933	-30,231	17,670	13,518	-13,611
Construção	-27,833	-0,925	0,132	19,103	14,981	-18,007	36,047	21,382	-16,095	29,302	3,752	-60,712	-103,058	-22,381	-43,052
Comércio e Serviços Públicos	88,212	42,279	82,748	-64,605	11,228	-59,508	4,795	38,311	65,891	51,292	44,371	73,576	88,264	24,243	114,368
<b>Total</b>	<b>-651,340</b>	<b>-470,898</b>	<b>-679,753</b>	<b>446,741</b>	<b>-72,967</b>	<b>298,667</b>	<b>80,493</b>	<b>-377,607</b>	<b>-385,262</b>	<b>-502,676</b>	<b>-261,039</b>	<b>-257,638</b>	<b>-351,357</b>	<b>-18,088</b>	<b>-359,064</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.14: Portugal – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito actividade)**

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	76,127	52,510	44,950	42,175	47,372	17,820	24,616	7,254	-28,275	26,907	45,359	71,538	37,791	109,764	68,412
Extractivas	4,113	2,800	1,287	1,053	2,457	1,428	2,179	0,618	-2,252	1,966	3,178	5,650	2,984	11,501	10,423
Alimentação e Bebidas	66,205	50,762	40,583	36,112	41,703	16,702	22,960	6,395	-23,870	22,754	37,539	57,605	29,945	91,144	60,899
Texteis e Couro	71,494	55,888	42,857	42,550	55,930	23,460	31,848	8,617	-31,286	26,044	46,198	88,253	46,611	147,287	102,916
Madeira e seus Produtos	11,063	9,105	6,636	6,795	9,569	4,315	6,221	1,790	-6,792	6,291	11,078	17,956	8,897	28,957	21,380
Papel e Impressão	70,532	56,443	41,135	37,368	48,309	19,886	26,726	7,176	-28,111	25,548	41,366	69,933	36,954	111,014	70,426
Química e Petroquímica	75,929	57,131	41,597	37,036	47,087	22,711	38,816	10,641	-37,358	34,355	57,407	96,519	47,347	143,721	95,115
Minerais Não Metálicos	207,118	167,073	135,973	126,410	149,910	58,954	80,225	20,958	-72,020	63,753	104,392	170,210	95,716	297,379	187,128
Metallurgia e Maquinaria	90,744	70,807	61,472	60,560	75,425	28,470	33,424	8,891	-31,993	29,066	53,354	78,467	36,337	112,987	74,207
Equipamento de Transporte	7,016	5,027	3,393	3,508	5,497	2,493	2,918	0,703	-2,296	1,758	3,449	6,890	3,630	12,046	8,815
Outras Industrias	29,944	25,117	18,420	17,899	25,778	7,904	8,301	2,643	-10,917	12,157	19,602	23,935	12,416	40,846	25,993
Construção	16,418	12,650	9,402	8,111	10,213	4,200	5,787	1,604	-5,442	4,893	9,479	17,640	10,740	36,430	26,418
Comércio e Serviços Públicos	93,973	66,007	44,988	44,691	63,288	25,989	34,291	8,640	-31,899	32,474	62,546	119,442	63,440	209,486	146,855
<b>Total</b>	<b>820,676</b>	<b>631,321</b>	<b>492,693</b>	<b>464,267</b>	<b>582,536</b>	<b>234,334</b>	<b>318,312</b>	<b>85,929</b>	<b>-312,512</b>	<b>287,967</b>	<b>494,944</b>	<b>824,037</b>	<b>432,807</b>	<b>1.352,563</b>	<b>898,989</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	69,123	42,440	-22,846	-17,461	62,547	56,500	68,714	68,808	68,359	80,286	49,584	11,251	-8,494	26,724	-2,278
Extractivas	11,785	7,972	-4,216	-2,853	9,861	9,076	10,711	11,231	12,261	13,991	9,867	2,816	-2,056	6,608	-0,665
Alimentação e Bebidas	62,861	41,214	-22,045	-16,118	55,416	48,845	61,965	60,950	55,889	60,286	39,591	11,337	-9,271	26,186	-2,138
Texteis e Couro	103,239	62,343	-31,429	-22,823	80,504	70,845	82,257	77,083	73,206	81,513	53,787	14,256	-10,598	28,562	-2,109
Madeira e seus Produtos	21,625	13,843	-7,633	-5,664	20,140	18,893	24,141	22,840	22,762	27,381	17,975	4,418	-2,783	6,713	-0,571
Papel e Impressão	70,458	47,733	-27,144	-20,761	70,629	60,218	75,401	74,188	69,531	75,677	49,949	12,693	-9,673	27,006	-2,270
Química e Petroquímica	91,372	59,438	-31,302	-23,594	89,519	71,111	73,749	71,272	67,104	72,918	55,331	16,928	-13,373	40,710	-3,295
Minerais Não Metálicos	188,303	117,959	-62,362	-47,262	166,217	154,543	191,269	188,961	193,640	220,921	150,068	41,977	-31,428	84,336	-6,724
Metallurgia e Maquinaria	70,658	44,351	-24,046	-17,116	65,034	61,676	65,247	56,434	53,291	59,730	35,542	8,384	-6,996	22,427	-1,978
Equipamento de Transporte	8,705	5,719	-3,122	-2,169	7,680	7,055	10,068	11,294	10,890	12,363	8,430	2,141	-1,496	4,399	-0,377
Outras Industrias	26,543	19,628	-10,726	-7,113	23,014	14,117	14,395	19,003	22,870	26,402	15,965	4,249	-3,726	11,622	-0,947
Construção	29,854	19,102	-10,832	-8,826	34,139	32,862	38,959	36,163	34,544	41,105	30,052	8,639	-6,446	18,467	-1,501
Comércio e Serviços Públicos	146,480	103,062	-59,792	-44,508	172,096	157,481	187,984	196,789	202,307	235,835	177,208	55,386	-43,505	126,693	-11,455
<b>Total</b>	<b>901,006</b>	<b>584,803</b>	<b>-317,494</b>	<b>-236,269</b>	<b>856,795</b>	<b>763,221</b>	<b>904,861</b>	<b>895,016</b>	<b>886,657</b>	<b>1.008,408</b>	<b>693,349</b>	<b>194,475</b>	<b>-149,843</b>	<b>430,452</b>	<b>-36,306</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.15: Espanha - Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito total)**

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	252,179	872,899	579,887	426,376	-47,147	-174,234	447,950	225,190	-68,716	304,417	-142,123	374,516	-1.224,478	-2.106,668	290,339
Extractivas	121,984	-19,904	-69,069	60,379	194,267	105,041	-168,156	258,030	-89,468	-344,473	-84,847	-118,726	82,184	22,093	5,572
Alimentação e Bebidas	870,593	-332,401	-417,741	-9,202	502,765	232,025	-36,820	181,436	-439,956	-334,560	-119,509	125,160	82,551	179,173	162,391
Texteis e Couro	364,165	-481,477	-42,014	-7,839	145,186	687,939	-505,715	-50,459	-352,104	-96,703	68,481	-216,446	-164,435	527,430	36,682
Madeira e seus Produtos	160,582	-37,179	-42,382	57,995	118,568	-3,949	-66,987	-34,465	-168,868	-72,921	19,847	-19,922	-54,026	133,214	2,545
Papel e Impressão	532,296	-185,836	-182,067	131,118	348,805	188,111	-326,472	-21,379	-366,646	-299,484	-31,534	-212,572	-67,396	673,745	-0,682
Química e Petroquímica	832,415	-115,618	-132,155	1.107,390	40,145	766,643	-1.913,557	874,229	-639,381	-794,082	-798,072	949,141	-1.096,035	953,693	-217,539
Minerais Não Metálicos	189,754	500,598	-100,625	130,870	-467,608	-811,262	195,575	782,112	-1.999,895	-845,306	1.656,954	-314,942	1.479,001	849,856	-734,685
Metallurgia e Maquinaria	3.320,914	-1.645,653	-1.175,086	-140,417	4.015,066	230,814	-3.153,013	549,552	-2.149,268	-1.179,859	-1.485,730	-1.992,145	-1.380,384	2.448,157	198,469
Equipamento de Transporte	161,932	-24,330	-13,744	30,533	370,594	70,210	89,983	150,987	-367,106	-161,136	80,771	53,833	-60,969	385,031	-80,416
Outras Industrias	647,369	-556,123	-743,907	-4,343	-881,435	2.124,814	-2.190,837	-219,261	248,857	-774,619	81,977	-273,995	-548,689	444,942	70,507
Construção	89,236	-148,255	-51,083	-58,030	93,281	76,302	-12,823	-75,278	-65,770	-48,644	-13,616	-26,343	180,911	-120,996	8,504
Comércio e Serviços Públicos	712,006	-365,204	-325,253	648,154	2.247,991	918,501	371,283	826,071	-1.360,635	133,655	437,844	1.295,778	-1.704,503	2.724,569	605,106
<b>Total</b>	<b>8.255,425</b>	<b>-2.538,481</b>	<b>-2.715,240</b>	<b>2.372,986</b>	<b>6.680,478</b>	<b>4.410,956</b>	<b>-7.269,590</b>	<b>3.446,765</b>	<b>-7.818,956</b>	<b>-4.513,714</b>	<b>-329,555</b>	<b>-376,664</b>	<b>-4.476,267</b>	<b>7.114,239</b>	<b>346,794</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	374,767	567,268	-130,671	436,558	689,729	-561,040	-149,647	-524,450	1.095,351	1.077,272	-719,553	119,908	1.224,400	1.144,779	-488,758
Extractivas	15,447	63,600	-147,313	-112,012	73,525	-50,227	130,997	32,151	127,962	-24,347	-8,036	230,257	-241,574	-54,047	355,621
Alimentação e Bebidas	116,932	376,690	-395,286	447,929	666,758	-1.255,230	614,951	-154,601	580,835	887,574	-11,679	1.339,169	-265,562	20,397	-192,249
Texteis e Couro	23,159	106,409	-91,160	22,942	175,042	-433,652	450,321	-12,348	296,522	318,714	-671,933	375,683	-342,005	-20,228	8,133
Madeira e seus Produtos	-8,170	77,269	-95,067	65,780	-39,271	-212,054	150,396	118,099	120,166	66,977	24,763	233,312	60,826	362,325	-124,049
Papel e Impressão	27,226	190,153	-72,324	229,653	416,676	-635,947	641,390	246,015	342,581	-384,049	-101,848	1.025,040	810,293	-847,678	592,588
Química e Petroquímica	950,942	5,839	-1.438,217	476,723	1.158,850	-2.310,836	1.155,253	-262,296	106,183	1.762,140	-591,697	1.446,129	-401,845	852,563	561,473
Minerais Não Metálicos	765,403	-35,499	-3.413,065	611,554	492,880	24,489	2.450,873	153,323	420,682	2.934,232	1.632,312	-1.832,304	2.578,205	-1.043,758	1.819,979
Metallurgia e Maquinaria	-252,927	-543,698	-1.280,304	1.187,725	-333,354	-2.460,209	3.069,498	-558,372	1.613,902	1.031,861	1.816,450	1.824,844	-966,931	1.546,596	-1.644,209
Equipamento de Transporte	59,592	178,435	-224,339	55,551	91,209	-193,556	380,075	263,500	133,436	538,836	-212,218	107,826	189,518	11,435	-375,846
Outras Industrias	84,960	468,445	1.151,347	132,564	-744,431	-539,833	741,374	24,149	41,234	1.305,285	-317,124	563,281	-638,080	1.864,580	2.202,865
Construção	0,594	58,249	-37,976	-3,629	403,408	-169,861	-42,402	84,072	126,050	128,738	48,172	204,664	18,434	194,478	239,854
Comércio e Serviços Públicos	841,375	2.256,001	-1.864,005	1.281,446	1.669,962	-1.372,402	3.573,030	174,769	4.648,644	2.588,426	-1.307,539	3.564,823	-2.408,600	2.327,682	3.036,713
<b>Total</b>	<b>2.999,299</b>	<b>3.769,161</b>	<b>-8.038,381</b>	<b>4.832,784</b>	<b>4.720,984</b>	<b>-10.170,359</b>	<b>13.166,108</b>	<b>-415,987</b>	<b>9.653,549</b>	<b>12.231,658</b>	<b>-419,931</b>	<b>9.202,632</b>	<b>-382,921</b>	<b>6.359,124</b>	<b>5.992,115</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

Quadro 8.16: Espanha - Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito intensidade carbónica)

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	103,376	-224,624	-73,582	27,288	338,529	302,722	-154,173	81,366	-197,926	-164,594	52,826	-48,542	-274,690	472,788	-31,228
Extractivas	60,235	-108,802	-53,914	11,963	158,517	153,786	-39,278	102,879	-108,265	-103,570	16,980	-47,651	-156,302	178,481	-6,811
Alimentação e Bebidas	128,944	-267,038	-140,566	8,136	261,280	232,025	-74,330	72,678	-285,145	-242,896	68,009	-140,465	-444,414	774,826	-6,770
Texteis e Couro	229,056	-257,348	-122,572	33,743	248,128	-11,764	12,958	-9,276	-159,679	-164,994	57,311	-25,508	-321,990	297,977	-61,284
Madeira e seus Produtos	35,935	-99,432	-34,693	12,462	130,868	102,329	26,736	21,202	-44,212	-39,942	15,219	-15,295	-116,546	129,021	-20,200
Papel e Impressão	169,293	-276,430	-113,644	38,363	-53,655	188,111	-163,404	86,413	-352,740	-321,798	-4,080	-137,858	-369,170	1.101,502	-150,792
Química e Petroquímica	686,610	-1.106,628	-598,451	-96,012	1.541,339	588,883	349,208	-444,133	-885,761	-684,500	154,580	-363,321	-1.030,949	1.091,139	-349,279
Minerais Não Metálicos	307,496	-614,609	-214,453	74,192	908,840	996,609	624,383	520,183	-553,472	-329,744	96,383	-292,192	-681,479	546,393	-127,693
Metallurgia e Maquinaria	-880,594	-2.085,872	-587,261	368,243	1.581,224	1.966,355	-370,211	-613,992	-1.325,917	-2.050,419	248,301	-774,127	-1.831,052	2.013,039	-112,980
Equipamento de Transporte	107,530	-216,220	-45,485	26,593	283,260	154,919	-28,777	37,182	-274,784	-130,818	38,679	-114,791	-255,631	225,517	-95,463
Outras Industrias	438,345	-578,512	-188,978	93,187	523,966	-124,241	722,084	300,518	-301,194	-603,353	136,653	24,986	-334,478	-1.748,001	-610,381
Construção	42,302	-70,146	-38,453	11,937	107,114	44,608	-69,867	-6,831	-42,396	-57,108	14,741	-5,889	-71,234	83,995	12,683
Comércio e Serviços Públicos	743,314	-1.191,114	-348,856	106,433	1.640,294	1.220,843	-594,611	222,939	-1.230,682	-886,634	280,228	-670,572	-1.357,323	1.928,112	-119,299
<b>Total</b>	<b>2.171,842</b>	<b>-7.096,775</b>	<b>-2.560,907</b>	<b>716,528</b>	<b>7.669,703</b>	<b>5.815,185</b>	<b>240,716</b>	<b>371,127</b>	<b>-5.762,174</b>	<b>-5.780,370</b>	<b>1.175,831</b>	<b>-2.611,224</b>	<b>-7.245,259</b>	<b>7.094,791</b>	<b>-1.679,497</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	-69,455	154,287	-262,718	21,065	312,079	-493,822	89,031	-14,978	230,390	-134,257	-147,191	239,739	-653,581	-89,280	232,995
Extractivas	-13,191	93,239	-109,519	-29,307	-15,008	-142,577	36,766	-2,070	102,955	-82,068	52,581	10,727	-103,696	50,001	-129,064
Alimentação e Bebidas	-97,165	322,209	-384,443	-37,774	91,515	-603,695	211,962	-105,029	-448,799	44,919	-608,069	325,830	-265,562	116,096	370,976
Texteis e Couro	-16,250	179,953	-317,777	-21,374	-54,016	-309,665	100,178	6,394	289,999	-169,826	-13,273	271,198	-236,990	-10,427	67,450
Madeira e seus Produtos	-8,170	81,953	-104,292	-7,014	58,114	-124,197	-0,448	-55,857	-796,395	167,295	-18,989	169,146	-8,048	52,340	21,099
Papel e Impressão	-23,993	179,711	-318,765	2,348	74,425	-431,646	106,360	-57,097	-1.028,368	-332,837	337,796	330,545	-452,364	98,267	75,678
Química e Petroquímica	-165,403	409,869	-450,001	-170,068	0,507	-799,475	385,149	-191,315	629,922	-322,041	-298,315	286,521	-460,106	-391,128	-195,750
Minerais Não Metálicos	-8,729	329,079	-780,792	102,331	70,815	-682,548	402,995	-327,584	-528,608	-330,428	-592,041	987,039	-1.277,135	562,539	-312,067
Metallurgia e Maquinaria	-404,561	1.154,038	-1.107,753	-399,719	254,875	-1.786,040	1.006,604	-1.228,076	1.866,648	-816,859	-2.378,493	1.903,315	-2.242,143	-328,785	1.643,632
Equipamento de Transporte	-45,601	156,086	-161,112	-19,121	-14,562	-265,839	132,547	-56,755	233,796	-44,496	-274,865	282,895	-301,884	55,883	272,461
Outras Industrias	285,487	806,025	482,399	59,718	-361,287	-442,163	472,768	-194,306	3.335,142	-10,700	-956,220	-7,418	-207,732	-89,151	-391,821
Construção	-3,625	45,065	-63,886	-15,626	125,112	-169,861	23,984	-28,828	66,403	-33,700	-103,735	131,881	-138,720	-38,476	73,371
Comércio e Serviços Públicos	-430,644	1.329,282	-1.403,660	-129,757	1.060,383	-2.887,710	1.456,649	-462,270	2.743,265	-905,419	-2.697,345	2.775,705	-1.941,018	-41,640	374,449
<b>Total</b>	<b>-1.001,300</b>	<b>5.240,795</b>	<b>-4.982,320</b>	<b>-644,298</b>	<b>1.602,952</b>	<b>-9.139,238</b>	<b>4.424,543</b>	<b>-2.717,769</b>	<b>6.696,349</b>	<b>-2.970,418</b>	<b>-7.698,161</b>	<b>7.707,125</b>	<b>-8.288,979</b>	<b>-53,761</b>	<b>2.103,409</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.17: Espanha – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito intensidade energética)**

<b>Grupos de sectores</b>	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	-425,546	1.695,413	-795,207	425,391	-987,183	723,346	657,820	-337,912	-792,053	-216,846	-794,938	-609,556	-1.741,981	-2.186,432	166,499
Extractivas	30,399	44,433	-158,634	21,377	77,633	3,938	-116,479	29,961	-17,590	-105,027	-345,226	-164,847	89,609	-194,434	-170,463
Alimentação e Bebidas	620,971	-272,662	-537,278	-211,850	434,416	-25,130	90,034	59,413	-327,407	-139,751	-651,425	-262,133	209,782	-564,050	-424,441
Texteis e Couro	-82,135	-262,375	17,333	-88,798	-23,056	891,177	-534,931	-55,390	-137,760	57,835	-0,217	-296,557	238,292	206,033	65,636
Madeira e seus Produtos	89,529	72,108	34,451	66,504	28,337	-35,779	-113,637	-68,680	-89,106	-56,103	-59,912	-63,100	25,948	-15,083	25,114
Papel e Impressão	225,509	123,544	-524,861	130,941	484,365	-70,383	5,456	-319,608	-110,438	-6,281	-517,518	-452,491	303,126	-594,786	-18,502
Química e Petroquímica	-672,787	274,980	-6,450	963,770	-1.780,528	127,074	-1.617,249	1.016,830	-393,465	-484,119	-2.600,630	-186,978	-668,199	-499,271	187,506
Minerais Não Metálicos	-572,818	-6,998	-501,780	-79,317	-1.553,037	-3.455,522	59,619	189,628	-482,871	110,817	-93,628	-1.007,841	1.055,705	-624,281	-1.746,448
Metallurgia e Maquinaria	3.787,743	-76,212	-1.101,076	677,298	2.450,778	-804,108	-2.079,880	381,891	-2.491,711	-588,810	-2.827,487	-1.747,359	-1.225,362	-1.188,095	843,197
Equipamento de Transporte	40,531	32,697	54,289	84,525	49,016	44,337	206,671	-17,003	102,536	-207,948	-43,527	15,019	-2,941	196,588	296,191
Outras Industrias	-105,720	-341,763	-674,461	-260,374	-1.408,270	2.256,763	-2.802,426	-536,945	517,788	-204,032	-229,349	-457,980	-224,432	2.147,477	433,901
Construção	76,357	-70,594	27,563	-45,722	-11,341	23,580	47,183	-68,775	6,746	-0,984	2,969	-60,584	210,980	-275,790	-52,798
Comércio e Serviços Públicos	-208,020	570,463	4,140	551,482	558,289	-406,110	778,617	495,024	-365,011	710,107	284,008	1.291,688	-872,660	114,076	-40,409
<b>Total</b>	<b>2.804,012</b>	<b>1.783,035</b>	<b>-4.161,970</b>	<b>2.235,229</b>	<b>-1.680,582</b>	<b>-726,817</b>	<b>-5.419,201</b>	<b>768,433</b>	<b>-4.580,341</b>	<b>-1.131,142</b>	<b>-7.876,878</b>	<b>-4.002,719</b>	<b>-2.602,131</b>	<b>-3.478,049</b>	<b>-435,018</b>
<b>Grupos de sectores</b>	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	385,294	313,245	-550,208	742,828	989,436	-1.274,920	-324,966	-595,161	1.111,306	829,689	-410,032	-216,738	1.886,997	1.138,505	343,103
Extractivas	148,648	75,741	211,137	-58,955	-119,972	171,492	77,018	53,523	-119,213	55,994	-309,720	389,638	-203,350	-321,594	469,980
Alimentação e Bebidas	-100,131	-186,006	21,880	911,016	794,489	-470,420	222,072	-163,201	860,330	1.011,440	560,356	655,853	-130,047	370,374	-635,621
Texteis e Couro	64,301	129,686	306,596	58,156	230,140	-157,238	189,266	-188,005	35,111	580,245	-635,666	298,503	55,330	166,701	143,592
Madeira e seus Produtos	36,049	47,380	72,237	108,893	-150,458	-97,763	134,538	123,534	872,616	-129,575	46,533	91,230	92,361	224,362	-137,520
Papel e Impressão	-195,481	61,814	150,729	20,498	591,782	-382,260	286,042	157,243	1.201,034	-634,777	-500,654	444,280	1.224,604	-989,866	360,446
Química e Petroquímica	929,972	-513,494	-918,387	-429,430	932,495	-1.417,101	257,097	-639,467	-755,543	2.077,119	-955,332	1.006,030	-354,084	1.830,918	807,391
Minerais Não Metálicos	-100,997	-223,968	-2.919,110	-139,658	62,477	1.671,201	541,017	-707,637	-417,528	2.278,667	778,604	-2.432,944	3.630,573	-2.954,723	1.679,350
Metallurgia e Maquinaria	280,089	716,371	1.125,898	-170,697	-2.794,514	-1.482,771	1.700,107	-52,089	-1.006,205	453,401	2.800,798	-84,168	1.053,814	1.697,166	-3.594,114
Equipamento de Transporte	-93,823	88,120	404,633	-243,675	-361,079	-3,511	-8,897	233,962	-186,959	661,090	33,853	-20,930	409,010	-286,352	-590,509
Outras Industrias	-267,536	-334,233	796,180	-14,674	-624,495	-246,188	109,331	48,183	-3.503,448	1.087,963	540,408	558,946	-470,904	1.936,307	2.604,945
Construção	-14,133	38,586	54,232	2,068	238,118	10,234	-92,158	67,189	-6,109	102,842	65,287	1,468	94,096	161,344	81,811
Comércio e Serviços Públicos	707,165	430,110	-653,749	1.067,219	166,877	1.246,244	1.470,188	-293,456	837,053	2.047,768	346,124	58,674	-1.298,040	1.142,592	1.313,715
<b>Total</b>	<b>1.779,418</b>	<b>643,351</b>	<b>-1.897,932</b>	<b>1.853,588</b>	<b>-44,704</b>	<b>-2.433,000</b>	<b>4.560,653</b>	<b>-1.955,382</b>	<b>-1.077,555</b>	<b>10.421,867</b>	<b>2.360,560</b>	<b>749,842</b>	<b>5.990,359</b>	<b>4.115,736</b>	<b>2.846,569</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

Quadro 8.18: Espanha – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito estrutura)

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	446,173	-750,889	1.370,516	26,519	557,188	-1.165,111	-106,669	366,881	783,445	424,244	527,052	467,600	359,480	-707,984	-112,649
Extractivas	4,358	13,800	129,929	35,557	-49,566	-45,799	-21,986	103,880	9,594	-179,001	233,295	23,334	92,952	-16,145	129,025
Alimentação e Bebidas	-7,218	61,232	197,355	232,626	-225,508	53,071	-92,937	-38,948	69,870	-132,056	416,127	162,433	16,663	-315,292	307,086
Texteis e Couro	143,583	-40,539	29,965	68,023	-97,302	-175,582	-6,993	-32,166	-106,346	-79,325	-13,279	-77,900	-218,754	-112,493	-115,027
Madeira e seus Produtos	16,947	-31,201	-51,478	-15,028	-45,998	-65,911	13,618	0,128	-49,110	1,466	58,785	14,495	3,060	-13,503	-37,910
Papel e Impressão	48,597	-134,111	412,136	-10,415	-105,987	91,023	-197,441	151,790	28,494	-88,315	459,203	150,091	-177,752	-10,154	-21,964
Química e Petroquímica	567,215	433,374	344,654	323,770	207,160	110,660	-726,997	132,620	437,094	17,614	1.556,339	794,248	37,803	-156,314	-582,109
Minerais Não Metálicos	93,985	720,470	429,388	253,569	81,335	1.721,434	-591,457	-157,069	-1.225,628	-1.072,776	1.527,536	-28,307	256,032	86,886	311,895
Metallurgia e Maquinaria	-179,061	-150,326	223,396	-1.007,665	-173,607	-795,260	-887,005	402,057	1.230,878	692,499	893,308	-884,547	624,233	627,339	-1.573,735
Equipamento de Transporte	-15,005	126,032	-37,526	-71,079	29,437	-120,847	-100,101	102,786	-226,263	126,993	71,978	44,895	110,023	-125,535	-375,598
Outras Industrias	212,643	251,755	75,294	188,225	-15,262	9,384	-134,557	-19,299	-11,314	-39,926	157,419	33,709	-68,209	-24,603	165,245
Construção	-44,886	-23,608	-46,490	-20,653	-5,526	10,950	5,612	-8,217	-39,095	-5,562	-35,203	11,826	14,465	44,533	25,467
Comércio e Serviços Públicos	9,076	68,513	-62,347	42,946	-1,735	152,419	113,780	-59,018	41,063	-34,060	-223,899	-127,221	-110,557	71,892	83,176
<b>Total</b>	<b>1.296,407</b>	<b>544,502</b>	<b>3.014,789</b>	<b>46,395</b>	<b>154,628</b>	<b>-219,567</b>	<b>-2.733,133</b>	<b>945,426</b>	<b>942,681</b>	<b>-368,204</b>	<b>5.628,660</b>	<b>584,655</b>	<b>939,441</b>	<b>-651,374</b>	<b>-1.797,098</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	-139,519	49,362	682,651	-468,707	-816,316	1.049,026	-168,121	-200,689	-537,079	-11,392	-471,941	-80,781	-222,835	-234,379	-1.356,129
Extractivas	-158,004	-114,622	-248,864	-44,615	181,169	-100,415	-20,042	-66,961	94,435	-59,051	202,946	-200,014	32,404	177,633	-23,487
Alimentação e Bebidas	109,130	190,327	-32,342	-558,592	-412,817	-323,249	-47,340	-166,604	-112,697	-534,171	-262,019	165,501	-97,051	-769,629	-184,131
Texteis e Couro	-128,955	-228,203	-79,790	-79,476	-91,486	-33,361	48,402	26,489	-173,666	-276,347	-158,088	-271,270	-246,593	-287,316	-297,290
Madeira e seus Produtos	-60,809	-58,153	-62,966	-51,745	31,798	-3,605	-5,428	18,847	8,146	-17,224	-40,296	-52,212	-55,193	35,744	-53,823
Papel e Impressão	112,977	-83,663	95,960	118,334	-376,701	82,660	88,392	-63,592	-46,630	331,557	-123,809	130,163	-118,434	-167,434	-20,336
Química e Petroquímica	-193,901	16,220	-69,166	854,364	-93,178	-326,381	142,019	109,783	-212,133	-556,505	205,401	-127,576	86,662	-1.035,995	-453,605
Minerais Não Metálicos	295,887	-279,690	287,785	346,192	-60,146	-1.292,480	909,931	424,717	610,110	21,061	615,920	-878,111	-330,448	569,488	-222,948
Metallurgia e Maquinaria	-856,212	-2.581,996	-1.297,229	1.333,481	1.627,079	394,092	-345,909	-172,656	-140,372	285,505	486,590	-575,589	-435,215	-721,068	-459,632
Equipamento de Transporte	133,312	-82,153	-467,738	277,168	409,808	33,073	181,233	-16,708	-22,239	-221,080	-87,933	-222,476	2,782	130,609	-147,388
Outras Industrias	7,218	-19,534	-127,062	13,840	151,977	93,593	63,386	39,550	80,722	46,291	-61,204	-86,115	-67,175	-147,565	-209,843
Construção	2,007	-29,474	-28,290	-0,649	20,986	-27,881	-0,179	14,129	30,582	12,226	46,777	44,813	30,758	24,317	38,063
Comércio e Serviços Públicos	63,761	366,682	194,404	1,278	-56,301	-117,880	-43,858	30,716	92,977	125,743	2,882	86,140	99,800	238,122	427,717
<b>Total</b>	<b>-813,105</b>	<b>-2.854,896</b>	<b>-1.152,646</b>	<b>1.740,872</b>	<b>515,871</b>	<b>-572,808</b>	<b>802,485</b>	<b>-22,980</b>	<b>-327,844</b>	<b>-853,387</b>	<b>355,226</b>	<b>-2.067,525</b>	<b>-1.320,536</b>	<b>-2.187,474</b>	<b>-2.962,832</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

Quadro 8.19: Espanha – Decomposição da variação anual das emissões de CO<sub>2</sub> (efeito actividade)

Grupos de sectores	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agricultura e Silvicultura	128,176	152,999	78,160	-52,821	44,319	-35,191	50,971	114,854	137,817	261,613	72,938	565,015	432,713	314,961	267,718
Extractivas	26,992	30,665	13,550	-8,518	7,685	-6,885	9,587	21,310	26,794	43,125	10,104	70,437	55,924	54,190	53,822
Alimentação e Bebidas	127,896	146,067	62,748	-38,114	32,576	-27,941	40,412	88,293	102,726	180,142	47,780	365,325	300,520	283,689	286,515
Texteis e Couro	73,662	78,786	33,260	-20,807	17,416	-15,892	23,250	46,373	51,681	89,781	24,666	183,518	138,018	135,912	147,357
Madeira e seus Produtos	18,172	21,347	9,337	-5,943	5,362	-4,588	6,296	12,885	13,561	21,659	5,755	43,977	33,511	32,779	35,542
Papel e Impressão	88,897	101,162	44,303	-27,771	24,083	-20,640	28,917	60,026	68,037	116,910	30,861	227,686	176,399	177,182	190,575
Química e Petroquímica	251,377	282,657	128,092	-84,139	72,174	-59,974	81,481	168,912	202,752	356,923	91,641	705,192	565,309	518,140	526,342
Minerais Não Metálicos	361,090	401,735	186,220	-117,574	95,253	-73,784	103,030	229,371	262,077	446,396	126,662	1.013,399	848,743	840,858	827,562
Metallurgia e Maquinaria	592,825	666,756	289,855	-178,293	156,670	-136,173	184,083	379,597	437,482	766,872	200,147	1.413,888	1.051,798	995,874	1.041,987
Equipamento de Transporte	28,876	33,160	14,978	-9,506	8,881	-8,198	12,192	28,022	31,406	50,636	13,640	108,711	87,580	88,461	94,453
Outras Industrias	102,101	112,398	44,238	-25,381	18,131	-17,091	24,062	36,464	43,576	72,693	17,253	125,291	78,430	70,068	81,743
Construção	15,463	16,094	6,297	-3,591	3,035	-2,836	4,250	8,545	8,975	15,010	3,878	28,303	26,700	26,266	23,151
Comércio e Serviços Públicos	167,636	186,934	81,810	-52,707	51,144	-48,651	73,497	167,126	193,994	344,242	97,506	801,883	636,036	610,489	681,639
<b>Total</b>	<b>1.983,164</b>	<b>2.230,758</b>	<b>992,848</b>	<b>-625,166</b>	<b>536,728</b>	<b>-457,845</b>	<b>642,028</b>	<b>1.361,779</b>	<b>1.580,877</b>	<b>2.766,002</b>	<b>742,832</b>	<b>5.652,625</b>	<b>4.431,681</b>	<b>4.148,870</b>	<b>4.258,407</b>
Grupos de sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura e Silvicultura	198,447	50,375	-0,396	141,372	204,531	158,675	254,409	286,378	290,735	393,232	309,611	177,689	213,819	329,933	291,273
Extractivas	37,994	9,243	-0,068	20,865	27,335	21,273	37,255	47,660	49,785	60,778	46,158	29,905	33,068	39,914	38,192
Alimentação e Bebidas	205,097	50,159	-0,380	133,279	193,571	142,135	228,258	280,233	282,002	365,385	298,053	191,984	227,098	303,556	256,526
Texteis e Couro	104,063	24,974	-0,190	65,635	90,404	66,612	112,476	142,775	145,079	184,643	135,093	77,251	86,247	110,814	94,381
Madeira e seus Produtos	24,760	6,090	-0,046	15,647	21,274	13,511	21,734	31,575	35,799	46,481	37,514	25,147	31,706	49,880	46,196
Papel e Impressão	133,722	32,291	-0,249	88,474	127,170	95,299	160,595	209,461	216,544	252,007	184,819	120,052	156,487	211,356	176,799
Química e Petroquímica	380,273	93,244	-0,664	221,858	319,026	232,120	370,988	458,702	443,937	563,567	456,549	281,153	325,682	448,767	403,437
Minerais Não Metálicos	579,242	139,080	-0,948	302,689	419,734	328,316	596,931	763,826	756,708	964,932	829,829	491,712	555,215	778,937	675,644
Metallurgia e Maquinaria	727,757	167,890	-1,219	424,660	579,206	414,510	708,696	894,449	893,830	1.109,814	907,556	581,287	656,613	899,283	765,904
Equipamento de Transporte	65,705	16,382	-0,123	41,178	57,043	42,721	75,192	103,000	108,839	143,322	116,727	68,337	79,610	111,295	89,591
Outras Industrias	59,791	16,186	-0,170	73,680	89,375	54,925	95,890	130,723	128,818	181,731	159,893	97,867	107,731	164,989	199,585
Construção	16,345	4,072	-0,032	10,577	19,193	17,646	25,951	31,582	35,174	47,370	39,842	26,502	32,300	47,293	46,610
Comércio e Serviços Públicos	501,092	129,927	-0,999	342,707	499,003	386,945	690,051	899,779	975,348	1.320,335	1.040,799	644,305	730,659	988,608	920,832
<b>Total</b>	<b>3.034,287</b>	<b>739,911</b>	<b>-5,483</b>	<b>1.882,621</b>	<b>2.646,865</b>	<b>1.974,687</b>	<b>3.378,427</b>	<b>4.280,144</b>	<b>4.362,599</b>	<b>5.633,596</b>	<b>4.562,444</b>	<b>2.813,190</b>	<b>3.236,235</b>	<b>4.484,623</b>	<b>4.004,971</b>

Fonte: Cálculos próprios - método LMDI aditivo. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

## 8.4 Quadros de resumo

**Quadro 8.20: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (ET)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	244	355	259	803
Extractivas	36	164	314	519
Alimentação e Bebidas	306	371	376	969
Texteis e Couro	327	567	-325	829
Madeira e seus Produtos	188	205	-38	389
Papel e Impressão	319	504	374	1.272
Química e Petroquímica	637	619	849	1.701
Minerais Não Metálicos	553	1.304	947	3.080
Metallurgia e Maquinaria	334	266	41	611
Equipamento de Transporte	2	91	118	232
Outras Industrias	311	53	463	446
Construção	46	659	261	964
Comércio e Serviços	444	2.828	5.941	8.924
<b>Total</b>	<b>3.747</b>	<b>7.986</b>	<b>9.581</b>	<b>20.741</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.21: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EC)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	7	110	141	186
Extractivas	3	35	43	68
Alimentação e Bebidas	118	191	215	459
Texteis e Couro	-28	485	52	239
Madeira e seus Produtos	49	70	45	116
Papel e Impressão	-138	-1.026	227	-804
Química e Petroquímica	-1	336	240	477
Minerais Não Metálicos	20	374	128	433
Metallurgia e Maquinaria	-179	296	-35	22
Equipamento de Transporte	-1	33	28	45
Outras Industrias	24	57	99	265
Construção	-5	28	83	56
Comércio e Serviços	-8	716	372	1.251
<b>Total</b>	<b>-137</b>	<b>1.705</b>	<b>1.638</b>	<b>2.812</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EC= Efeito Intensidade Carbónica. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.22: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EI)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	-247	71	427	18
Extractivas	4	57	269	248
Alimentação e Bebidas	61	218	38	257
Texteis e Couro	-135	57	-65	85
Madeira e seus Produtos	151	15	-195	103
Papel e Impressão	159	1.267	158	1.269
Química e Petroquímica	90	679	536	573
Minerais Não Metálicos	-395	-462	260	-1.200
Metallurgia e Maquinaria	262	-328	-412	-351
Equipamento de Transporte	5	-24	75	-87
Outras Industrias	180	-80	264	-129
Construção	31	478	102	652
Comércio e Serviços	-2	873	3.882	3.466
<b>Total</b>	<b>164</b>	<b>2.823</b>	<b>5.338</b>	<b>4.904</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EI = Efeito Intensidade Energética. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.23: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EE)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	114	-260	-625	-618
Extractivas	9	23	-71	19
Alimentação e Bebidas	-175	-394	-168	-806
Texteis e Couro	187	-505	-641	-498
Madeira e seus Produtos	-74	-3	15	-57
Papel e Impressão	-5	-173	-359	-351
Química e Petroquímica	173	-996	-323	-727
Minerais Não Metálicos	72	331	-368	596
Metallurgia e Maquinaria	-155	-210	176	-265
Equipamento de Transporte	-28	35	-30	126
Outras Industrias	-39	-76	10	-130
Construção	-52	-14	-117	-222
Comércio e Serviços	38	274	450	672
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>-1.969</b>	<b>-2.053</b>	<b>-2.261</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EE = Efeito Estrutura. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.24: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (EA)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	370	433	316	1.217
Extractivas	20	49	73	184
Alimentação e Bebidas	302	356	291	1.060
Texteis e Couro	303	530	330	1.003
Madeira e seus Produtos	62	124	98	228
Papel e Impressão	303	436	348	1.158
Química e Petroquímica	376	601	395	1.378
Minerais Não Metálicos	855	1.061	927	3.252
Metallurgia e Maquinaria	406	508	313	1.205
Equipamento de Transporte	26	47	46	148
Outras Industrias	146	152	91	440
Construção	71	167	193	479
Comércio e Serviços	416	965	1.238	3.535
<b>Total</b>	<b>3.656</b>	<b>5.427</b>	<b>4.658</b>	<b>15.286</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.25: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1975-1985)**

Grupos de sectores	ET	EC	EI	EE	EA
Agricultura e Silvicultura	244	7	-247	114	370
Extractivas	36	3	4	9	20
Alimentação e Bebidas	306	118	61	-175	302
Texteis e Couro	327	-28	-135	187	303
Madeira e seus Produtos	188	49	151	-74	62
Papel e Impressão	319	-138	159	-5	303
Química e Petroquímica	637	-1	90	173	376
Minerais Não Metálicos	553	20	-395	72	855
Metarurgia e Maquinaria	334	-179	262	-155	406
Equipamento de Transporte	2	-1	5	-28	26
Outras Industrias	311	24	180	-39	146
Construção	46	-5	31	-52	71
Comércio e Serviços	444	-8	-2	38	416
<b>Total</b>	<b>3.747</b>	<b>-137</b>	<b>164</b>	<b>65</b>	<b>3.656</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.26: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1986-1995)**

Grupos de sectores	ET	EC	EI	EE	EA
Agricultura e Silvicultura	355	110	71	-260	433
Extractivas	164	35	57	23	49
Alimentação e Bebidas	371	191	218	-394	356
Texteis e Couro	567	485	57	-505	530
Madeira e seus Produtos	205	70	15	-3	124
Papel e Impressão	504	-1.026	1.267	-173	436
Química e Petroquímica	619	336	679	-996	601
Minerais Não Metálicos	1.304	374	-462	331	1.061
Metarurgia e Maquinaria	266	296	-328	-210	508
Equipamento de Transporte	91	33	-24	35	47
Outras Industrias	53	57	-80	-76	152
Construção	659	28	478	-14	167
Comércio e Serviços	2.828	716	873	274	965
<b>Total</b>	<b>7.986</b>	<b>1.705</b>	<b>2.823</b>	<b>-1.969</b>	<b>5.427</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.27: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1996-2005)**

<b>Grupos de sectores</b>	<b>ET</b>	<b>EC</b>	<b>EI</b>	<b>EE</b>	<b>EA</b>
Agricultura e Silvicultura	259	141	427	-625	316
Extractivas	314	43	269	-71	73
Alimentação e Bebidas	376	215	38	-168	291
Texteis e Couro	-325	52	-65	-641	330
Madeira e seus Produtos	-38	45	-195	15	98
Papel e Impressão	374	227	158	-359	348
Química e Petroquímica	849	240	536	-323	395
Minerais Não Metálicos	947	128	260	-368	927
Metallurgia e Maquinaria	41	-35	-412	176	313
Equipamento de Transporte	118	28	75	-30	46
Outras Industrias	463	99	264	10	91
Construção	261	83	102	-117	193
Comércio e Serviços	5.941	372	3.882	450	1.238
<b>Total</b>	<b>9.581</b>	<b>1.638</b>	<b>5.338</b>	<b>-2.053</b>	<b>4.658</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.28: Portugal – Decomposição da variação média anual das emissões (1975-2005)**

<b>Grupos de sectores</b>	<b>ET</b>	<b>EC</b>	<b>EI</b>	<b>EE</b>	<b>EA</b>
Agricultura e Silvicultura	803	186	18	-618	1.217
Extractivas	519	68	248	19	184
Alimentação e Bebidas	969	459	257	-806	1.060
Texteis e Couro	829	239	85	-498	1.003
Madeira e seus Produtos	389	116	103	-57	228
Papel e Impressão	1.272	-804	1.269	-351	1.158
Química e Petroquímica	1.701	477	573	-727	1.378
Minerais Não Metálicos	3.080	433	-1.200	596	3.252
Metallurgia e Maquinaria	611	22	-351	-265	1.205
Equipamento de Transporte	232	45	-87	126	148
Outras Industrias	446	265	-129	-130	440
Construção	964	56	652	-222	479
Comércio e Serviços	8.924	1.251	3.466	672	3.535
<b>Total</b>	<b>20.741</b>	<b>2.812</b>	<b>4.904</b>	<b>-2.261</b>	<b>15.286</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.29: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (ET)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	2.819	-729	2.779	4.166
Extractivas	49	-116	549	347
Alimentação e Bebidas	216	1.762	2.819	3.423
Texteis e Couro	-339	420	403	118
Madeira e seus Produtos	-90	62	1.013	793
Papel e Impressão	-182	1.184	2.324	2.660
Química e Petroquímica	26	1.743	4.628	3.288
Minerais Não Metálicos	-2.426	-299	9.114	8.070
Metallurgia e Maquinaria	-1.327	-1.948	7.734	512
Equipamento de Transporte	308	458	1.037	1.690
Outras Industrias	-2.349	786	5.788	3.766
Construção	-201	463	1.002	1.080
Comércio e Serviços	3.807	7.106	16.198	26.176
<b>Total</b>	<b>311</b>	<b>10.892</b>	<b>55.386</b>	<b>56.089</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.30: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EC)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	35	377	-193	-240
Extractivas	57	-120	-34	-295
Alimentação e Bebidas	-276	65	-412	-1.221
Texteis e Couro	-209	-366	298	-552
Madeira e seus Produtos	59	-12	-622	-840
Papel e Impressão	-745	387	-854	-1.856
Química e Petroquímica	-759	-1.066	-344	-3.194
Minerais Não Metálicos	1.544	-872	-1.324	-1.212
Metallurgia e Maquinaria	-3.998	-1.311	-365	-8.236
Equipamento de Transporte	-62	-354	306	-425
Outras Industrias	49	-2.823	3.891	-2.474
Construção	-73	89	-43	-229
Comércio e Serviços	-106	-43	2.007	-1.181
<b>Total</b>	<b>-4.484</b>	<b>-6.047</b>	<b>2.312</b>	<b>-21.957</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EC= Efeito Intensidade Carbónica. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.31: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EI)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	176	-2.560	3.534	-1.072
Extractivas	-164	-209	45	-557
Alimentação e Bebidas	-288	234	2.751	1.196
Texteis e Couro	-211	1.023	580	1.280
Madeira e seus Produtos	-57	79	1.459	1.458
Papel e Impressão	-60	-295	1.466	-182
Química e Petroquímica	-2.273	-1.259	2.884	-5.693
Minerais Não Metálicos	-5.776	-5.332	2.265	-10.260
Metallurgia e Maquinaria	144	-4.390	3.011	-6.607
Equipamento de Transporte	331	292	243	924
Outras Industrias	-3.061	2.740	595	166
Construção	-28	100	424	542
Comércio e Serviços	2.588	2.200	5.529	12.966
<b>Total</b>	<b>-8.677</b>	<b>-7.376</b>	<b>24.785</b>	<b>-5.840</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EI = Efeito Intensidade Energética. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.32: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EE)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	1.767	-1.006	-3.230	-403
Extractivas	14	-115	151	168
Alimentação e Bebidas	123	-478	-1.841	-1.941
Texteis e Couro	-277	-1.189	-1.452	-3.107
Madeira e seus Produtos	-176	-222	-125	-674
Papel e Impressão	183	-175	65	833
Química e Petroquímica	1.740	668	-1.667	2.435
Minerais Não Metálicos	6	1.184	1.991	3.993
Metallurgia e Maquinaria	-419	-2.838	-1.795	-4.420
Equipamento de Transporte	-127	-45	-265	-325
Outras Industrias	305	127	-158	1.419
Construção	-166	74	251	-95
Comércio e Serviços	243	403	878	1.092
<b>Total</b>	<b>3.215</b>	<b>-3.613</b>	<b>-7.197</b>	<b>-1.026</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EE = Efeito Estrutura. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.33: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (EA)**

Grupos de sectores	1975-1985	1986-1995	1996-2005	1975-2005
Agricultura e Silvicultura	840	2.459	2.668	5.881
Extractivas	142	328	386	1.031
Alimentação e Bebidas	657	1.941	2.321	5.388
Texteis e Couro	358	952	977	2.496
Madeira e seus Produtos	84	217	300	850
Papel e Impressão	441	1.267	1.648	3.865
Química e Petroquímica	1.318	3.401	3.755	9.741
Minerais Não Metálicos	1.801	4.721	6.181	15.549
Metallurgia e Maquinaria	2.946	6.590	6.883	19.776
Equipamento de Transporte	165	566	752	1.517
Outras Industrias	357	741	1.459	4.656
Construção	66	199	371	863
Comércio e Serviços	1.082	4.545	7.784	13.299
<b>Total</b>	<b>10.257</b>	<b>27.928</b>	<b>35.486</b>	<b>84.911</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.34: Espanha - Decomposição da variação média anual das emissões (1975-1985)**

<b>Grupos de sectores</b>	<b>ET</b>	<b>EC</b>	<b>EI</b>	<b>EP</b>	<b>EA</b>
Agricultura e Silvicultura	<b>2.819</b>	35	176	1.767	840
Extractivas	<b>49</b>	57	-164	14	142
Alimentação e Bebidas	<b>216</b>	-276	-288	123	657
Texteis e Couro	<b>-339</b>	-209	-211	-277	358
Madeira e seus Produtos	<b>-90</b>	59	-57	-176	84
Papel e Impressão	<b>-182</b>	-745	-60	183	441
Química e Petroquímica	<b>26</b>	-759	-2.273	1.740	1.318
Minerais Não Metálicos	<b>-2.426</b>	1.544	-5.776	6	1.801
Metallurgia e Maquinaria	<b>-1.327</b>	-3.998	144	-419	2.946
Equipamento de Transporte	<b>308</b>	-62	331	-127	165
Outras Industrias	<b>-2.349</b>	49	-3.061	305	357
Construção	<b>-201</b>	-73	-28	-166	66
Comércio e Serviços	<b>3.807</b>	-106	2.588	243	1.082
<b>Total</b>	<b>311</b>	<b>-4.484</b>	<b>-8.677</b>	<b>3.215</b>	<b>10.257</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.35: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (1986-1995)**

<b>Grupos de sectores</b>	<b>ET</b>	<b>EC</b>	<b>EI</b>	<b>EP</b>	<b>EA</b>
Agricultura e Silvicultura	<b>-729</b>	377	-2.560	-1.006	2.459
Extractivas	<b>-116</b>	-120	-209	-115	328
Alimentação e Bebidas	<b>1.762</b>	65	234	-478	1.941
Texteis e Couro	<b>420</b>	-366	1.023	-1.189	952
Madeira e seus Produtos	<b>62</b>	-12	79	-222	217
Papel e Impressão	<b>1.184</b>	387	-295	-175	1.267
Química e Petroquímica	<b>1.743</b>	-1.066	-1.259	668	3.401
Minerais Não Metálicos	<b>-299</b>	-872	-5.332	1.184	4.721
Metallurgia e Maquinaria	<b>-1.948</b>	-1.311	-4.390	-2.838	6.590
Equipamento de Transporte	<b>458</b>	-354	292	-45	566
Outras Industrias	<b>786</b>	-2.823	2.740	127	741
Construção	<b>463</b>	89	100	74	199
Comércio e Serviços	<b>7.106</b>	-43	2.200	403	4.545
<b>Total</b>	<b>10.892</b>	<b>-6.047</b>	<b>-7.376</b>	<b>-3.613</b>	<b>27.928</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.36: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (1996-2005)**

Grupos de sectores	ET	EC	EI	EP	EA
Agricultura e Silvicultura	2.779	-193	3.534	-3.230	2.668
Extractivas	549	-34	45	151	386
Alimentação e Bebidas	2.819	-412	2.751	-1.841	2.321
Texteis e Couro	403	298	580	-1.452	977
Madeira e seus Produtos	1.013	-622	1.459	-125	300
Papel e Impressão	2.324	-854	1.466	65	1.648
Química e Petroquímica	4.628	-344	2.884	-1.667	3.755
Minerais Não Metálicos	9.114	-1.324	2.265	1.991	6.181
Metallurgia e Maquinaria	7.734	-365	3.011	-1.795	6.883
Equipamento de Transporte	1.037	306	243	-265	752
Outras Industrias	5.788	3.891	595	-158	1.459
Construção	1.002	-43	424	251	371
Comércio e Serviços	16.198	2.007	5.529	878	7.784
<b>Total</b>	<b>55.386</b>	<b>2.312</b>	<b>24.785</b>	<b>-7.197</b>	<b>35.486</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

**Quadro 8.37: Espanha – Decomposição da variação média anual das emissões (1975-2005)**

Grupos de sectores	ET	EC	EI	EP	EA
Agricultura e Silvicultura	4.166	-240	-1.072	-403	5.881
Extractivas	347	-295	-557	168	1.031
Alimentação e Bebidas	3.423	-1.221	1.196	-1.941	5.388
Texteis e Couro	118	-552	1.280	-3.107	2.496
Madeira e seus Produtos	793	-840	1.458	-674	850
Papel e Impressão	2.660	-1.856	-182	833	3.865
Química e Petroquímica	3.288	-3.194	-5.693	2.435	9.741
Minerais Não Metálicos	8.070	-1.212	-10.260	3.993	15.549
Metallurgia e Maquinaria	512	-8.236	-6.607	-4.420	19.776
Equipamento de Transporte	1.690	-425	924	-325	1.517
Outras Industrias	3.766	-2.474	166	1.419	4.656
Construção	1.080	-229	542	-95	863
Comércio e Serviços	26.176	-1.181	12.966	1.092	13.299
<b>Total</b>	<b>56.089</b>	<b>-21.957</b>	<b>-5.840</b>	<b>-1.026</b>	<b>84.911</b>

Fonte: Cálculos próprios; Notas: ET = Efeito Total, EC= Efeito Intensidade Carbónica, EI = Efeito Intensidade Energética, EE = Efeito Estrutura, EA = Efeito Actividade. Valores em Kt CO<sub>2</sub> equivalente.

## 8.5 Apêndice metodológico

Assume that  $V$  is an aggregate, there are  $n$  factors,  $V = \sum_i x_{1,i} x_{2,i} \dots x_{n,i}$  and  $V_i = x_{1,i} x_{2,i} \dots x_{n,i}$ , where subscript  $i$  denotes an attribute of the aggregate such as energy consuming sector, fuel type, etc. Further assume that from period 0 to period  $T$  the aggregate changes from  $V^0 = \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \dots x_{n,i}^0$  to  $V^T = \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T \dots x_{n,i}^T$ . We then have

Multiplicative decomposition:

$$D_{1\alpha} = V^T / V^0 = D_{x_1} D_{x_2} \dots D_{x_n} D_{res},$$

Additive decomposition:

$$\begin{aligned} \Delta V_{tot} &= V^T - V^0 \\ &= \Delta V_{x_1} + \Delta V_{x_2} + \dots + \Delta V_{x_n} + \Delta V_{res}, \end{aligned}$$

where  $D_{res}$  and  $\Delta V_{res}$  are residual terms which may be excluded for methods that give perfect decomposition. The relevant formulae for the methods in Fig. 1 are summarized below.

### A.1. Log mean Divisia index methods (LMDI I) (A.1 and B.1)

The formulae of the effect of the  $k$ th factor are:

LMDI I (multiplicative):

$$D_{x_k} = \exp \left( \sum_i \frac{L(V_i^T, V_i^0)}{L(V^T, V^0)} \ln \left( \frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right),$$

LMDI I (additive):

$$\Delta V_{x_k} = \sum_i L(V_i^T, V_i^0) \ln \left( \frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right),$$

where function  $L(a, b)$  is the logarithmic average of two positive numbers  $a$  and  $b$  given by

$$\begin{aligned} L(a, b) &= \frac{a - b}{\ln a - \ln b} \quad \text{for } a \neq b, \\ &= a \quad \text{for } a = b. \end{aligned}$$

Both methods give perfect decomposition. For the details, refer to Ang and Liu (2001) and Ang et al. (1998). The following simple relationship exists between multiplicative and additive decomposition:

$$\frac{\Delta V_{x_k}}{\ln D_{x_k}} = L(V^T, V^0) = \frac{V^T - V^0}{\ln(V^T/V^0)} = \frac{\Delta V_{tot}}{\ln D_{tot}}.$$

The formulae for the effect of the  $k$ th factor are:

AMDI (multiplicative):

$$D_{x_k} = \exp \left( \sum_i W_i^* \ln \left( \frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right),$$

AMDI (additive):

$$\Delta V_{x_k} = \sum_i W_i' \ln \left( \frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right),$$

where  $W_i^* = (V_i^T/V^T + V_i^0/V^0)/2$  and  $W_i' = (V_i^T + V_i^0)/2$ . None of the two methods gives perfect decomposition. For the details, refer to Boyd et al. (1987) and Boyd et al. (1988).

### A.3. Fisher ideal index methods (C.1 and C.2)

The general formula for the modified Fisher ideal index method (C.1) is rather complicated. Interested readers can refer to Ang et al. (2002) for the details. In the two-factor case, i.e. the conventional Fisher ideal index (C.2), the formulae for the effects are:

$$D_{x_1} = \left( \frac{\sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0 \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T}{\sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T} \right)^{1/2},$$

$$D_{x_2} = \left( \frac{\sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T}{\sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0} \right)^{1/2}.$$

The methods give perfect decomposition.

### A.4. Shapley/Sun method (D.1) and Marshall-Edgeworth method (D.2)

The general formula for the Shapley/Sun method (D.1) is rather complicated. Interested readers can refer to Albrecht et al. (2002), Ang et al. (2003) and Sun (1998) for the details. In the two-factor case, i.e. the Marshall-Edgeworth method (D.2), the formulae for the effects are:

$$\begin{aligned} \Delta V_{x_1} &= \frac{1}{2} \left[ \left( \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0 - \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \right) \right. \\ &\quad \left. + \left( \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T - \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T \right) \right], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{x_2} &= \frac{1}{2} \left[ \left( \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T - \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \right) \right. \\ &\quad \left. + \left( \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T - \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0 \right) \right]. \end{aligned}$$

The methods give perfect decomposition.

Figura 8.1: Apêndice metodológico (adaptado de Ang, 2004)

### Capítulo 1 – A problemática das alterações climáticas

<sup>i</sup> Esta variável encontra-se representada por meio de uma escala logarítmica, em termos da anomalia relativamente ao valor médio dos últimos 10.000 anos (15°C). São visíveis nesta figura os três cenários para evolução futura da temperatura até 2100 projectados pelo IPCC.

<sup>ii</sup> Baede *et al.* (2001) define clima, em *lato sensu*, como “o estado do sistema climático global, através de uma descrição estatística das suas variações”.

<sup>iii</sup> Silva (2005) define sistema climático como um: “sistema termohidrodinâmico constituído por diversos subsistemas, interactuando entre si através de: fluxos de massa (água, dióxido de carbono, azoto, oxigénio, metano, poeiras, fumos e aerossóis, entre outros); fluxos de energia (radiação solar, cósmica, radioactiva, proveniente de calor sensível e latente, cinética e potencial) e por fim de fluxos de quantidade de movimento (circulações atmosféricas e oceânicas)”.

<sup>iv</sup> Os outros subsistemas do sistema climático são: a Biosfera (conjunto de todos os ecossistemas da terra), a Criosfera (regiões cobertas por gelos e neves), a Hidrosfera (todas as águas do planeta) e a Litosfera (superfície terrestre).

<sup>v</sup> Os mecanismos de retroacção ou de feedback, na terminologia inglesa, têm uma função muito importante na afectação do clima global. Estes mecanismos amplificam ou atenuam o efeito de uma dada perturbação inicial Silva (2005). Por exemplo, os aumentos gases com efeito de estufa na atmosfera, nomeadamente de CO<sub>2</sub>, estão relacionados com o aquecimento global observado nas últimas décadas. Em consequência, devido a uma maior evaporação (solos, plantas, oceanos, entre outros) gera-se uma maior concentração de vapor de água na atmosfera. Este gás tem a particularidade de levar a novos aumentos de temperatura, uma vez que é também um importante gás com efeito de estufa, amplificando assim o efeito inicial (provocado pelos aumentos de CO<sub>2</sub>). Em termos científicos, os cientistas classificam esta afectação de *feedback* positivo.

<sup>vi</sup> Para além de Petit *et al.* (1999), autores reconhecidos como Houghton (1997), Burroughs, (2001), Baede *et al.* (2001), Jansen *et al.* (2007), Le Treut *et al.* (2007) e também Seinfeld e Pandis (2006) consideram a variabilidade climática que caracterizou o clima do passado, para períodos remotos, como resultante de causas naturais, como vimos, de variações orbitais da terra em torno do Sol, de erupções vulcânicas, entre outras.

<sup>vii</sup> O eixo das abcissas mede a profundidade dos furos no gelo (em cima) e o tempo até ao presente (em baixo) enquanto que no eixo ordenadas encontram-se os valores para: (a) dióxido de carbono, (b) metano, (c) temperatura, (e) Irradiância total ou constante solar: “Fluxo total de energia radiativa à distância média da Terra ao Sol”, citando Santos, em 2006.

<sup>viii</sup> De ponto de vista científico, citando Santos (2006), apresentamos um breve resumo deste fenómeno: “Os GEE têm a propriedade de absorverem e emitirem radiação infravermelha. Quando se aumenta a concentração de GEE na atmosfera há uma maior parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra que é absorvida. Este forçamento radiativo implica que a radiação infravermelha emitida no sentido ascendente pela atmosfera tem a sua origem, em média a uma maior altitude, onde a temperatura é menor. Dado que a quantidade de energia emitida diminui com a temperatura, estabelece-se um desequilíbrio entre a quantidade total de energia radiativa recebida do Sol e a quantidade total de energia emitida pela Terra. O equilíbrio restabelece-se naturalmente por meio de um ligeiro aumento da temperatura da baixa atmosfera, chamado troposfera. O processo de aumento da temperatura da baixa atmosfera provocado pelo aumento da concentração dos GEE, chama-se efeito de estufa”.

<sup>ix</sup> Na ausência dos gases com efeito de estufa, a temperatura média global poderia atingir os -18°C, como refere Silva (2005).

---

<sup>x</sup> ppmv (partes por milhão em volume) resulta do quociente entre número de moléculas de gases com efeito de estufa no número total de moléculas de ar, como por exemplo (300 ppmv de CO<sub>2</sub> significa 300 moléculas deste gás por 1 milhão de moléculas de ar (IPCC, 2007b).

<sup>xi</sup> A concentração encontra-se medida em partes por milhão para o CO<sub>2</sub> ou em partes por bilião em volume para o N<sub>2</sub>O e para o CH<sub>4</sub>.

<sup>xii</sup> ppbv (partes por bilião em volume), resulta do quociente entre número de moléculas de gases com efeito de estufa no número total de moléculas de ar, como por exemplo (1700 ppbv de CH<sub>4</sub> significa 1700 moléculas deste gás por 1 bilião de moléculas de ar. Na terminologia inglesa *parts per billion*, 1 billion = 1000 milhões) (IPCC, 2007b).

<sup>xiii</sup> Medido através de medidas aproximadas desde períodos remotos até do início da revolução industrial, isto é, até meados do século XVIII.

<sup>xiv</sup> Relativamente ao tratamento da incerteza quanto aos dados apresentados, o IPCC indica para a maioria dos resultados um intervalo de erro, tal que se estima uma probabilidade de 5% do valor estar acima do valor apresentado e de forma análoga uma probabilidade de 5% do valor estar abaixo do valor apresentado.

<sup>xv</sup> Esta variável encontra-se representada em termos da anomalia da temperatura relativamente ao valor médio do período 1961-1990. O intervalo de incerteza está representado em barras verticais.

<sup>xvi</sup> Esta variável encontra-se aqui representada em termos da anomalia relativamente ao valor médio do período 1961-1990. O intervalo de incerteza encontra-se representado a cinzento. A reconstrução desta variável no período 1000-1980 (cor azul) foi efectuada a partir de medidas indirectas (e.g. furos nos gelo, fósseis, entre outros). A cor vermelha encontra-se representada a série obtida a partir observações instrumentais, neste caso através de termómetros.

<sup>xvii</sup> a) Temperatura média global da atmosfera à superfície (dados de termómetros); (b) Nível médio do mar (valores obtidos a partir de marégrafos representados a cor azul e satélites representados a cor-de-laranja); (c) cobertura de neve no hemisfério Norte (Este valor representa a cobertura de neve para os meses de Março a Abril). As diferenças apresentadas nos gráficos são relativas a valores médios (1961-1990). As linhas representadas referem-se a valores médios e os círculos a valores anuais. As zonas sombreadas, por sua vez, referem-se aos intervalos de incerteza que ainda existem sobre as variáveis apresentadas.

<sup>xviii</sup> Santos (2006) explica-nos que: “O tempo de resposta dos oceanos ao aumento do efeito de estufa é de 500 anos, devido a sua maior inércia térmica. Se fosse possível interromper total e imediatamente as emissões antropogénicas de GEE, o nível médio do mar continuaria a subir durante pelo menos 500 anos”.

## Capítulo 2 – A economia e as mudanças climáticas

<sup>i</sup> A *leishmaniose* é a doença provocada pelos protozoários do género *Leishmania*, transmitida ao homem pela picada de mosquitos flebotómicos, também chamados de mosquito “palha”. Trata-se de uma doença que acompanha o homem desde tempos remotos e que tem apresentado, nos últimos 20 anos, um aumento do número de casos e ampliação de sua ocorrência geográfica, sendo encontrada normalmente no Brasil, existindo uma fraca expressão em Portugal (Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Leishmaniose>)

<sup>ii</sup> No painel superior encontram-se os exemplos dos impactos globais projectados para os aumentos da temperatura média global até 2100 (considerando-se aqui também a influência dos acréscimos do nível do mar e das emissões de CO<sub>2</sub>). As linhas pretas interligam os impactos no tempo enquanto que as linhas a tracejado referem-se ao agravamento desses impactos à medida que a temperatura aumenta. No painel inferior os pontos e as barras representam a evolução dos cenários neste século (XXI).

---

iii “Uma falha de mercado é uma imperfeição no sistema de preços que impede uma afectação eficiente dos recursos. Os exemplos de falhas de mercado são as externalidades e os bens públicos” (Samuelson e Nordhaus, 1998).

iv Samuel e Nordhaus (1998), referem sobre este assunto que: “ Uma economia de mercado não regulamentada causará níveis de poluição (ou outras externalidades) em que o benefício privado marginal da despoluição é igual ao custo privado marginal da despoluição. A eficiência exige que o benefício social marginal seja igual ao custo social marginal de despoluição. Numa economia não regulamentada haverá uma ínfima despoluição e demasiada poluição”.

v “Quantidade de CO<sub>2</sub> que produziria um nível semelhante de forçamento radiativo que uma determinada quantidade de GEE. Normalmente esta medida é utilizada para comparar diferentes GEE na sua base de potencial de aquecimento global” (Vide et al. 2007).

vi As linhas correspondem aos custos da estabilização estimados até 2030 para diversos GEE, expressos em termos de CO<sub>2</sub> equivalente. A primeira coluna expressa estes intervalos para uma dada concentração estes gases, enquanto que as colunas seguintes (2<sup>a</sup> e a 3<sup>a</sup>) representam os custos em % do PIB, que como refere Cunha e Sá (2008), “ (...) são uma medida do custo de oportunidade de controlo de emissões”. A última coluna representa os efeitos no crescimento económico em pontos percentuais. Notas desta figura: d) PIB global calculado em paridades de poder de compra; e) Os valores apresentados referem-se à mediana e aos percentis 10<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup>; f) O cálculo da redução da taxa de crescimento anual baseia-se na redução média durante o período até 2030; g) O número de estudos que reportam valores para o PIB é relativamente diminuto.

vii Na terminologia inglesa também designados de *Integrated Assessment Models*.

viii O modelo integrado PAGE 2002 é uma versão actualizada do modelo PAGE95.

ix Acrónimo de “*Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy*”.

x Estes autores apresentam as seguintes notas: “Os custos da mitigação para os cenários 550 ppmv, 450 ppmv e 400ppmv CO<sub>2</sub> equivalente são analisados através do uso de cinco modelos clima-energia-economia. Para os modelos E3MG, MERGE e REMIND, os custos da mitigação (ganhos para o E3MG) são dados em termos de perdas acumuladas de PIB até 2100, relativamente à base utilizada, em percentagem. Os modelos POLES e TIMER avaliam o aumento dos custos de abate das emissões relativamente à base utilizada, igualmente em percentagem do PIB. A taxa de desconto usada é de 3% e as taxas de crescimento do PIB situam-se no intervalo 2,1% e 2,4% por ano.

xi Países pertencentes ao anexo I da CQNUAC, definidos em 1992 são: a Austrália, a Áustria, a Bielorrússia, a Bélgica, a Bulgária, a Canadá, a Croácia, a República Checa, a Dinamarca, a Estónia, a Finlândia, a França, a Alemanha, a Grécia, a Hungria, a Islândia, a Irlanda, a Itália, o Japão, a Letónia, o Liechtenstein, a Lituânia, o Luxemburgo, o Mónaco, a Holanda, a Nova Zelândia, a Noruega, a Polónia, Portugal, a Roménia, a Rússia, a Eslováquia, a Eslovénia, a Espanha, a Suécia, a Suíça, a Turquia, a Ucrânia, a Inglaterra e os Estados Unidos da América.

xii Os países designados por “Economias em Transição” pela CQNUAC são: a Bulgária, a Croácia, a República Checa, a Estónia, a Hungria, a Letónia, a Lituânia, a Polónia, a Roménia, a Rússia, a Eslováquia e a Ucrânia.

xiii Os países não pertencentes ao anexo I eram na sua grande maioria países em vias de desenvolvimento em 1992, como os Países da América Latina, do Médio Oriente, da Ásia (incluindo a China e a Índia, de África e antigas repúblicas soviéticas que não foram referidas anteriormente).

xiv Em face desta questão, ficou definido na CQNUAC, que os países do anexo II (i.e. países desenvolvidos do anexo I pertencentes à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) deveriam facultar os meios necessários aos países em vias de desenvolvimento, para estes possam levar a cabo iniciativas com vista à redução das suas emissões ou então, a desenvolver projectos que visem a adaptação a eventuais consequências provocadas pelas mudanças no clima (Real, 2008).

xv Os GEE objecto de redução pelo Protocolo de Quioto são o CO<sub>2</sub>, o CH<sub>4</sub>, o N<sub>2</sub>O, o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), hidrofluorcarbonetos (HFCs) e os perfluorcarbonetos (PFCs).

---

<sup>xvi</sup> Na terminologia inglesa *International Energy Agency (IEA)*.

<sup>xvii</sup> Esta quantidade a reduzir pode chegar aos 30%, caso se chegue a um acordo internacional na Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (COP-15), a decorrer na Dinamarca em 2009.

<sup>xviii</sup> [Emissões de GEE em GTCO<sub>2</sub> equivalentes] (1): Os objectivos aplicam-se a um conjunto de seis GEE (CO<sub>2</sub>, o CH<sub>4</sub>, o N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFCs, PFCs) e têm em conta os sumidouros; (2): As emissões do Mónaco são incluídas na França; (3): A composição das regiões difere de outras partes desta publicação; (4) o objectivo Quioto é calculado como uma percentagem de 1990, apenas das emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da combustão de combustíveis fósseis e como tal, não representa o total da meta para o período dos seis gases considerados. Isto pressupõe que a redução de metas está repartida equitativamente em todos os gases.

<sup>xix</sup> As licenças podem ser atribuídas de forma gratuita (*grandfathering*) ou através de leilões.

<sup>xx</sup> Uma perspectiva detalhada desta afectação sectorial pode ser encontrada no texto da directiva que regula este mercado, 2003/87/CE.

<sup>xxi</sup> “*Regional Greenhouse gas Initiative*”: <http://www.rggi.org/home>

### Capítulo 3 – A decomposição das emissões carbónicas

<sup>i</sup> O CO<sub>2</sub> é um subproduto da combustão de combustíveis fósseis resultando da oxidação do conteúdo carbónico dos combustíveis (IEA, 2008a).

<sup>ii</sup> Países pertencentes ao anexo I da CQNUAC, definidos em 1992 são: a Austrália, a Áustria, a Bielorrússia, a Bélgica, a Bulgária, a Canadá, a Croácia, a República Checa, a Dinamarca, a Estónia, a Finlândia, a França, a Alemanha, a Grécia, a Hungria, a Islândia, a Irlanda, a Itália, o Japão, a Letónia, o Liechtenstein, a Lituânia, o Luxemburgo, o Mónaco, a Holanda, a Nova Zelândia, a Noruega, a Polónia, Portugal, a Roménia, a Rússia, a Eslováquia, a Eslovénia, a Espanha, a Suécia, a Suíça, a Turquia, a Ucrânia, a Inglaterra e os Estados Unidos da América.

<sup>iii</sup> Os dados têm como origem a CQNUAC, valores de 2005, não incluindo segundo a IEA (2008), alterações do uso dos solos e florestas e uso dos solventes (incluídos em processos industriais).

<sup>iv</sup> Para comparar com as figuras apresentadas, entenda-se economias desenvolvidas como os países pertencentes ao anexo II da CQNUAC. Estes, como foi referido anteriormente, são os países desenvolvidos constantes do anexo I desta convenção e pertencentes à OCDE em 1992, aquando da sua assinatura.

<sup>v</sup> Valores em Gigatoneladas de CO<sub>2</sub> (10<sup>9</sup>). Notas da IEA: \* Nas emissões provenientes da Ásia inclui-se a Coreia e exclui-se o Japão, que por sua vez consta dos países pertencentes ao anexo II da CQNUAC. \*\* Nesta categoria são incluídas emissões provenientes de África, América Latina, Médio Oriente, Turquia e países não constantes do Anexo I. Para 1971, são incluídas também as economias em transição pertencentes ao anexo I da CQNUAC.

<sup>vi</sup> Valores em Gigatoneladas de CO<sub>2</sub> (10<sup>9</sup>).

<sup>vii</sup> Outros inclui comércio e serviços públicos, agricultura e silvicultura, pescas, indústrias energéticas que não a produção de electricidade e calor e outras emissões não especificadas.

<sup>viii</sup> Outros inclui os sectores do comércio e serviços públicos, da agricultura e da silvicultura, das pescas e as outras emissões não especificadas. A soma dos sectores reflecte as emissões totais.

<sup>ix</sup> Outros inclui os sectores do comércio e serviços públicos, da agricultura e da silvicultura, das pescas e as outras emissões não especificadas. A soma dos sectores reflecte as emissões totais.

---

<sup>x</sup> Para Portugal de 1970-1973, 1976-1979, 1985-1991, 1995-2000 e para Espanha de 1970-1974, 1985-1990, 1994-2005, após consulta dos indicadores económicos da base de dados da IEA (2008a).

<sup>xi</sup> Para Espanha, podemos considerar também que houve um abrandamento das emissões de CO<sub>2</sub>, para além dos períodos referidos, durante o período de reconversão industrial que ocorreu entre o segundo choque petrolífero a entrada deste país na Comunidade Económica Europeia.

<sup>xii</sup> Notas: Coal: Carvão; Oil: derivados de petróleo; Gas: Gás natural; Hydro: Hidroelétrica. Outros refere-se a outros tipos de combustível como o GPL, a biomassa, as renováveis (eólicas, solar e geotérmica)

<sup>xiii</sup> Notas: Coal: Carvão; Oil: derivados de petróleo; Gas: Gás natural; Hydro: Hidroelétrica. Outros refere-se a outros tipos de combustível como o GPL, a biomassa, as renováveis (eólicas, solar e geotérmica)

<sup>xiv</sup>  $I = P \times A \times T$

<sup>xv</sup> Uma revisão teórica destes modelos Input-Output pode ser encontrada em Cruz *et al.* (2005).

<sup>xvi</sup> Podem verificar-se ambas as situações, como por exemplo, no nosso caso de estudo: uma análise de decomposição sectorial efectuada para a economia portuguesa e espanhola.

<sup>xvii</sup> Ver sobre este aspecto o capítulo 4.

<sup>xviii</sup> Estes conceitos serão abordados de forma mais aprofundada no capítulo 4.

## Capítulo 4 – Proposta de metodologia

<sup>i</sup> EU-KLEMS: European (E) Union (U) – Capital (K), Labour (L), Energy (E), Material (M) and Service Inputs (S) é um projecto de investigação financiado pela Comissão Europeia, desenvolvido em consórcio por diversas instituições e contando com a colaboração dos Institutos Nacionais de Estatística dos países membros para, numa base sectorial, analisar a produtividade (multifactores) na União Europeia. A versão desta base de dados data de Março de 2008, e tanto quanto sabemos é até à data a última publicação: [www.euklems.net](http://www.euklems.net), (acedido em 21-10-2008)

<sup>ii</sup> Utilizámos o valor do VAB a preços constantes de 1995.

<sup>iii</sup> CO<sub>2</sub> equivalente = Unidade de medida do impacto das emissões sobre o clima do planeta. Todos os gases com efeito de estufa são transformados em CO<sub>2</sub> equivalente, de acordo com um factor de conversão (IEA, 2008a).

<sup>iv</sup> Toneladas equivalentes de Petróleo (TEP) = Unidade de medida do consumo de energia: 1 TEP = 0.041868 TJ. Ver factores de conversão em IEA (2008b).

<sup>v</sup> International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, United Nations, New York, 1990, Série M, nº 4 / Rev.3.

<sup>vi</sup> Citando Alcántara (2007) sobre este aspecto, podemos afirmar que: “ (...) a imputação das emissões de CO<sub>2</sub> que correspondem a cada sector produtivo pelos seus consumos de energia eléctrica foi calculada através da aplicação do coeficiente médio anual de emissão estimado pela Agência Internacional da Energia, para cada unidade de energia eléctrica produzida” (no nosso caso IEA, 2008a). “Esta organização internacional calcula este coeficiente de emissão para cada ano, portanto este contempla também a substituição do tipo de combustível para geração de electricidade”.

<sup>vii</sup>  $I = P \times A \times T$  – Esta equação estabelece de forma simples uma interacção entre impactos no ambiente e as suas principais “forças motrizes”: as variações demográficas (P), as flutuações do rendimento (A) e o efeito tecnológico (T).

<sup>viii</sup> Em milhares de toneladas (Kt) de CO<sub>2</sub> equivalente.

---

<sup>ix</sup> Em milhares de toneladas de petróleo equivalente, ktep.

<sup>x</sup> Em milhões de euros, a preços constantes de 1995, M€

<sup>xi</sup> Em M€

<sup>xii</sup> Denominada também de decomposição multiplicativa (Ang e Liu, 2000).

<sup>xiii</sup> Denominada também de decomposição aditiva (Ang, 2004); Wang, Chen, Zou (2005).

<sup>xiv</sup> Se na geração de electricidade existir uma maior percentagem de combustíveis fósseis ou caso se tenha verificado uma substituição de fontes energéticas neste processo, tais ocorrências influenciam o factor de emissão das emissões imputadas da seguinte forma: havendo maior conteúdo carbónico nas emissões em resultado de uma aposta, por exemplo, do uso do carvão, haverá lugar a um factor de emissão maior, resultando assim numa maior intensidade carbónica, visto que os consumos de electricidade representam um maior peso na estrutura energética sectorial.

## Capítulo 5 – Análise dos resultados

<sup>i</sup> A inversão da tendência positiva do efeito estrutura poderá estar relacionada com as transformações estruturais que ocorreram na estrutura sectorial da economia portuguesa neste período (1986-2005). De acordo com Silva Lopes (2004) “Essas transformações foram essencialmente caracterizadas pela queda acentuada e progressiva da importância proporcional da agricultura, quer no emprego, quer na produção, e pelos aumentos correlativos das participações da indústria e dos serviços. Tratou-se, por conseguinte, de um padrão de mudança estrutural do tipo dos que normalmente se encontra nos processos de desenvolvimento económico”.

<sup>ii</sup> Um sinal negativo refere-se a uma contribuição negativa para o crescimento das emissões de CO<sub>2</sub>.

<sup>iii</sup> Ver decomposição em termos contínuos (LMDI multiplicativo, 1975=1, Quadro 8.8, anexos).

<sup>iv</sup> Ver decomposição em termos contínuos (LMDI multiplicativo, 1975=1, Quadro 8.8, anexos). Um sinal negativo refere-se a uma contribuição negativa para o crescimento das emissões de CO<sub>2</sub>

<sup>v</sup> Ver análise aprofundada destas questões em Silva Lopes (2004).

<sup>vi</sup> Na apresentação da metodologia (capítulo 4), vimos que as emissões de CO<sub>2</sub> pelos seus consumos de energia eléctrica encontram-se imputadas mediante a aplicação do coeficiente médio anual estimado pela Agência Internacional de Energia para cada unidade de energia eléctrica produzida, reflectindo-se nesta afectação a substituição do tipo de combustível na geração de electricidade.

<sup>vii</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.20, anexos).

<sup>viii</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.21, anexos).

<sup>ix</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.22, anexos).

<sup>x</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.23, anexos).

<sup>xi</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.24, anexos).

<sup>xii</sup> Um sinal negativo refere-se a uma contribuição negativa para o crescimento das emissões de CO<sub>2</sub>.

<sup>xiii</sup> Ver decomposição em termos contínuos (LMDI multiplicativo, 1975=1, Quadro 8.9, anexos).

---

<sup>xiv</sup> Ver decomposição em termos contínuos (LMDI multiplicativo, 1975=1, Quadro 8.9, anexos). Um sinal negativo refere-se a uma contribuição negativa para o crescimento das emissões de CO<sub>2</sub>

<sup>xv</sup> De assinalar que na origem da inversão do sinal deste efeito entre 1996 e 2005, estará o aumento da intensidade energética em praticamente todos os sectores produtivos neste período em Espanha, destacando-se: o comércio e serviços, a agricultura e silvicultura, as químicas e petroquímicas, a metalurgia e maquinaria, a alimentação e bebidas e os minerais não metálicos (ver figura 5.10).

<sup>xvi</sup> Em termos sectoriais, ao longo de todo o período em análise (1975-2005), é evidente a evolução globalmente muito positiva das emissões carbónicas provenientes dos sectores produtivos da economia espanhola (ver figura 5.8 - efeito total).

<sup>xvii</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.29, anexos).

<sup>xviii</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.30, anexos).

<sup>xix</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.31, anexos).

<sup>xx</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.32, anexos).

<sup>xxi</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.33, anexos).

<sup>xxii</sup> Esta situação não se verifica na economia portuguesa, exceptuando o caso do sector dos minerais não metálicos (ver figura 5.15).

<sup>xxiii</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.25, anexos).

<sup>xxiv</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.34, anexos).

<sup>xxv</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.26, anexos).

<sup>xxvi</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.35, anexos).

<sup>xxvii</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.27, anexos).

<sup>xxviii</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.36, anexos).

<sup>xxix</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.28, anexos).

<sup>xxx</sup> Ver decomposição em termos discretos (LMDI aditivo, valores em KtCO<sub>2</sub> equivalente, Quadro 8.37, anexos).