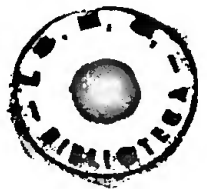


RESERVADO



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

MESTRADO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PLANO NACIONAL DE ATRIBUIÇÃO DE LICENÇAS DE EMISSÃO NA INDÚSTRIA QUÍMICA PORTUGUESA

Rogério António Ferreira Tomás

Orientação: Doutor Vítor Manuel da Silva Santos

Doutor Fernando Manuel Ramôa Ribeiro

Júri:

Presidente: Doutor Fernando Manuel Ramôa Ribeiro, professor catedrático do Instituto Superior Técnico e Reitor da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutor Vítor Manuel da Silva Santos, professor catedrático do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor João Paulo Goulão Crespo, professor catedrático do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Doutor João Fernando Pereira Gomes, professor coordenador do Departamento de Engenharia Química do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Agosto de 2008



Este trabalho expressa a opinião do autor, e de modo algum vincula ou representa a posição de alguma instituição com que possa estar relacionado.

Lista de siglas e acrónimos

€ - Euros

BAT – Best Available Technique

BAU - Business As Usual

BREF – BAT Reference

C – Custo

CAC - Comissão para as Alterações Climáticas

CEFIC - Conselho Europeu da Indústria Química

CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CH₄ - Metano

CO₂ – Dióxido de carbono

D – procura

DGE - Direcção Geral de Energia

EUA – Estados Unidos da América

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GEEdq – Gás com Efeito de Estufa equivalente

GgCO₂e - Giga tonelada de equivalente de petróleo

GJ – Giga Joule

HFC - Hidrofluorcarbonetos

IA – Instituto do Ambiente

IC - Implementação Conjunta

kt – kilo tonelada

MC – Custo marginal

MD – Dano marginal

MDI - metil diisocianato

MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

MFQ - Mecanismos de Flexibilidade de Quioto

MS – Benefício marginal

MtCO_{2e} – Mega tonelada de dióxido de carbono equivalente

Mtep - Mega tonelada de equivalente de petróleo

MW – Mega Watt

N₂O - Óxido nitroso

OMC - Organização Mundial de Comércio

p – Preço

PCIP - Prevenção e Controlo Integrado da Poluição

PE – Polietileno

PEAD – Polietileno de alta densidade

PEBD - Polietileno de baixa densidade

PELBD - Polietileno linear de baixa densidade

PET - Polietileno tereftalato

PFC - Perfluorcarbonetos

PIB_{pm} - Produto Interno Bruto a preços de mercado,

PNAC – Programa Nacional para as Alterações Climáticas

PNALE – Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão

PP – Polipropileno

PVC - Cloreto de polivinilo

S – Oferta

SF₆ - Hexafluoreto de enxofre

T – Taxa ou imposto

t – tonelada

UE - União Europeia

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change, Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas.

VEEP - Voluntary Energy Efficiency Programme

Resumo

As alterações climáticas que se fazem sentir no planeta devem-se em parte ao chamado Efeito de Estufa, provocadas na sua grande maioria por emissões para a atmosfera de gases provenientes da actividade humana, nomeadamente, actividades económicas. Com o objectivo de combater estas alterações climáticas, foi assinado em 1997 o Protocolo de Quioto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas, tendo a União Europeia e os seus Estados-Membros assumido o compromisso de redução global de 8% das emissões de Gases com Efeito de Estufa, relativamente aos valores de 1990.

Para cumprir este objectivo, a União Europeia aprovou a Directiva 2003/87/CE, e cada Estado-Membro desenvolveu um Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão, o que deu origem ao Comércio Europeu de Licenças de Emissão, com uma fase piloto de 2005 a 2007, seguindo-se um segundo período de 2008 a 2012, dotando os sectores afectados de um instrumento económico que lhes permita minimizar os custos, afectando o menos possível a sua competitividade.

Na primeira fase, o Comércio Europeu de Licenças de Emissão irá abranger as emissões de dióxido de carbono de centrais termoeléctricas, refinarias, fornos de coque, siderurgias, as indústrias de cimento, cal, vidro, cerâmica, pasta e papel, bem como todas as instalações de combustão de outros processos industriais com uma potência

térmica nominal superior a 20 MW, onde se incluem algumas instalações da Indústria Química.

Partindo de uma base de comparação estabelecida a partir de estudos publicados, pretende-se com este trabalho avaliar potenciais impactos resultantes da comercialização de licenças de emissão na Indústria Química portuguesa, analisando a sua influência na estrutura de custos de produção marginal e total bem como potenciais efeitos na competitividade e inovação.

Palavras-Chave: Alterações Climáticas, Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão, Comércio Europeu de Licenças de Emissão, Indústria Química, Competitividade, Inovação.

Abstract

The Earth's climate changes are caused by the so called Greenhouse Gas Effect, which is caused by the atmospheric emission of gases generated by human activities, namely economic activities. With the purpose of climate change mitigation the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change was signed in 1997. The European Union and its Member States agreed in an 8% reduction of Greenhouse Gases emissions compared to 1990 levels.

In order to achieve this goal, the European Union approved the 2003/87/CE Directive, and each Member-State developed a National Allocation Plan, thus originating the European Union Emission Trading Scheme. With a pilot phase running from 2005 to 2007, followed by a second phase from 2008 to 2012, the European Union Emission Trading Scheme provides an economic instrument to the sectors included, which helps them to minimize costs, affecting their competitiveness the least possible.

In the pilot phase, the European Union Emission Trading Scheme will cover carbon dioxide emissions from power generators, oil refineries, coke ovens, iron and steel, cement, lime, glass, ceramics, and pulp and paper, as well as all combustion plants with a rated thermal input of more than 20MW of capacity, including some installations of the Chemical Industry.

By establishing a comparison baseline from published literature, this work seeks to assess potential impacts in the Portuguese Chemical Industry arising from emission allowances trading, analysing its influence in marginal production costs as well as the potential effects on competitiveness and innovation.

Keywords: Climate Change, National Allocation Plan, European Union Emission Trading Scheme, Chemical Industry, Competitiveness, Innovation.

Agradecimentos

Gostaria de expressar os meus agradecimentos a pessoas e instituições que pela sua contribuição tornaram possível a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Vítor Santos e ao Professor Doutor Fernando Ramôa Ribeiro, orientadores desta dissertação, pelas suas sugestões, análise crítica e motivação que sempre me deram ao longo da elaboração deste trabalho.

Ao Professor Doutor João Bordado e ao Professor Doutor João Gomes, que pelos seus conhecimentos profundos da Indústria Química, contribuíram também, e de uma forma sempre entusiasta, para a realização da dissertação.

À Dr.^a Julia Reinaud da Agência Internacional de Energia pelas suas indicações úteis.

Ao Dr. Moncef Hadhri e à Dr.^a Andrea Weigel do CEFIC pelos seus esclarecimentos.

Agradecer ao Eng.^o Hélder Paula e ao Eng.^o Rui Baptista da Companhia Industrial de Resinas Sintéticas, ao Eng.^o Madeira Pires da Selenis Polímeros, à Eng.^a Maria José Alves e à Dr.^a Olga Nunes da Companhia União Fabril – Químicos Industriais, à Dr.^a Paula Grifo, D.^a Céu Agualusa, D.^a Lucília Milharadas e ao Eng.^o Carlos Andrade da Repsol YPF, que forneceram dados e prestaram esclarecimentos que foram indispensáveis e constituíram o núcleo deste trabalho.

Aos meus colegas de Mestrado, em especial ao Dr. Miguel Duarte Ferreira, com quem tive o privilégio de aprender e conviver durante a parte escolar e que durante a elaboração da dissertação deu-me sempre o seu apoio e incentivo.

Agradecer, aos meus pais, sogros, irmãs, cunhado(a)s e amigos, pela constante motivação que me deram desde o primeiro dia de frequência neste Mestrado.

Finalmente, agradecer à minha mulher, Leena, a ela agradeço-lhe por tudo...



Índice

1.	Introdução.....	17
2.	Fundamentos do Comércio de Licenças de Emissão.....	22
2.1	Instrumentos de Regulação	23
2.1.1	Instrumentos de Comando e Controlo	24
2.1.2	Instrumentos económicos	25
2.1.2.1	A abordagem Pigouviana.....	25
2.1.2.2	O Teorema de Coase.....	29
2.1.2.3	Tipologias de Instrumentos Económicos.....	32
2.2	O Comércio de Licenças de Emissão	34
2.2.1	Tipologias de mecanismos de Comércio de Licenças de Emissão.....	36
2.2.1.1	Absoluto ou <i>standard cap-and-trade</i>	36
2.2.1.2	<i>Cap-and-trade</i> relativo	37
2.2.1.3	Comparação entre os dois sistemas <i>Cap-and-trade</i>	38
2.2.2	Elementos comuns dos programas de comércio de emissões	40
2.2.2.1	Definição das fontes de emissão	40
2.2.2.2	Medição, Verificação e Inventário de emissões	40
2.2.2.3	Determinação do tecto de emissões	40
2.2.2.4	Unidades comercializáveis: licenças/créditos de redução de emissões... 41	
2.2.2.5	Período de vigência	41
2.2.2.6	Atribuição de licenças ou Linha de Base de crédito de emissões	42
2.2.2.7	Regras de temporais e espaciais de comércio de emissões	42
2.2.2.8	Penalidades e constrangimentos	43
2.2.3	Incentivos à participação em programas de comércio de licenças de emissão	43
2.3	Imposto <i>versus</i> Licenças de Emissão.....	47
2.4	Conclusões	53

3.	As alterações climáticas, o Protocolo de Quioto e a Directiva 2003/87/CE	54
3.1	O Programa Nacional para as Alterações Climáticas	55
3.2	A Directiva 2003/87/CE	61
3.3	O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão	66
3.3.1	Metodologia de atribuição de Licenças de Emissão do PNALE	71
3.3.2	Aspectos técnicos do PNALE – Potencial de redução de emissões.....	74
3.3.3.	Acções precoces	75
3.4	Delimitação do campo de análise no âmbito do PNALE	77
3.4.1	As empresas estudadas	78
3.4.1.1	CIRES	78
3.4.1.2	Selenis	82
3.4.1.3	CUF-Químicos Industriais	84
3.4.1.4	Repsol YPF	86
3.5	Conclusões	89
4.	A Indústria Química na Europa e a Directiva 2003/87/CE.....	91
4.1	O perfil energético da Indústria Química Europeia	91
4.1.1	Eficiência no consumo de energia.....	92
4.1.2	Uso de energia e emissões de GEE	93
4.2.	A exclusão da Indústria Química Europeia da Directiva.....	95
4.3	Contribuição da Indústria Química Europeia no combate às alterações climáticas.....	99
4.3.1	O programa <i>VEEP</i>	100
4.3.2	O programa <i>Responsible Care</i>	101
4.3.3	Possíveis impactos do CELE na competitividade da Indústria Química Europeia.....	104
4.4	Conclusões.....	104
5.	Avaliação dos efeitos do CELE sobre a competitividade e a inovação..	106
5.1	Impactos do CELE na competitividade.....	106

5.2	Estudos de simulação	109
5.3	O CELE e inovação.....	111
5.3.1	A regulação na indústria e a inovação.....	112
5.3.2	O impacto do CELE na Inovação.....	115
5.3.2.1	Principais argumentos.....	116
5.4	Avaliação dos impactos sobre a Indústria Química portuguesa.....	118
5.4.1	Metodologia.....	119
5.4.2	Efeitos sobre a inovação tecnológica e sobre a estratégia.....	122
5.4.3	Impactos directos do CELE na Indústria Química portuguesa.....	125
5.4.3.1	Impactos na CIREs.....	126
5.4.3.2	Impactos na Selenis.....	127
5.4.3.3	Impactos na CUF- Químicos Industriais.....	128
5.4.3.4	Impactos na Repsol YPF.....	130
5.4.4	Impactos indirectos do CELE na Indústria Química portuguesa.....	132
5.4.5	Evolução do mercado de licenças de emissão na Europa.....	139
5.5	Conclusões.....	141
6.	Políticas de minimização de impactos do CELE.....	144
6.1	Medidas de apoio.....	144
6.1.1	Medidas possíveis da UE ou dos seus estados membros.....	145
6.1.2	Medidas de instituições multilaterais.....	150
6.2	Definição de estratégias.....	154
6.2.1	Da estratégia à sua implementação.....	157
6.2.2	Pôr a estratégia em prática.....	161
6.3	Conclusões.....	161
7.	Conclusões finais.....	163
8.	Referências Bibliográficas.....	172
9.	Anexos.....	180

Lista de Figuras

Figura 1 - Interações entre o Estado, empresas geradoras de poluição e a restante sociedade.....	23
Figura 2: Nível óptimo de poluição, x^* e imposto Pigouviano p^*	28
Figura 3: Definição do óptimo social da produção de A e do nível mais eficiente da externalidade.....	31
Figura 4: Benefícios marginais para duas empresas A e B e ponto de equilíbrio de posseção de licenças.....	33
Figura 5: Benefício do Comércio de Licenças de Emissão.....	44
Figura 6: Comparação entre perdas de eficiência entre impostos e licenças de emissão a curto prazo.....	49
Figura 7: Comparação entre perdas de eficiência entre impostos e licenças de emissão a longo prazo.....	50
Figura 8: Combinação entre características de um imposto e de licenças de emissão com ganhos de eficiência.....	51
Figura 9: Evolução das emissões de GEE em Portugal entre 1990 e 2010, incluindo sumidouro de carbono e comparação com a meta definida pelo Protocolo de Quioto no âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades.....	56
Figura 10: Evolução do PIBpm, consumo de energia primária e de electricidade e de emissões de GEE, para o cenário de referência até 2010.....	57
Figura 11: Estrutura sectorial das emissões de GEE em 1990 e em 2010, desagregada para o sector da Energia.....	59
Figura 12: Decomposição das emissões de GEE dos Processos Industriais para 1990 e 2010.....	59
Figura 13: Potencial de Redução das Medidas Adicionais para os vários Sectores, em 2010.....	60
Figura 14: Distância ao objectivo definido no Protocolo de Quioto no âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades.....	66
Figura 15: Tecto médio de emissões para 2005-2007 e comparação entre emissões BAU em 2006 e compromisso de emissões estimado para 2006.....	68
Figura 16 - Metodologia para definição de licenças a atribuir em 2005-2007.....	71
Figura 17 - Projecção de emissões 2010 vs. Objectivo de Quioto.....	72
Figura 18 – Metodologia para definição de licenças a atribuir por sector em 2005-2007.....	73
Figura 19 – Metodologia para definição de licenças a atribuir por instalação em 2005-2007.....	73
Figura 20: Distribuição mundial da produção de PVC.....	80
Figura 21: Estrutura de custos da CIRES.....	81
Figura 22: Estrutura de custos da Selenis.....	84
Figura 23: Estrutura de custos da CUF-Químicos Industriais.....	86
Figura 24: Estrutura de custos da Repsol YPF.....	89
Figura 25: Consumo de energia na Indústria Química Europeia a 25 por fonte.....	92
Figura 26: Intensidade energética na Indústria Química Europeia.....	93

Figura 27: Emissões de GEE, consumo de energia e volume de produção da Indústria Química Europeia.....	94
Figura 28: Emissões de GEE da Indústria Química Europeia, por unidade de energia consumida e por volume de produção unitário de energia.....	94
Figura 29: Comparação da evolução da intensidade de GEE da Indústria Química Europeia e dos EUA por volume de produção unitário.....	95
Figura 30: O impacto do CELE na competitividade a curto prazo.....	107
Figura 31: Modelo de inovação induzida pela regulação.....	112
Figura 32: Custos de redução de emissões, custos de aquisição de licenças e custos directos.....	120
Figura 33: Sobrestimativa dos custos directos.....	121
Figura 34: Aumento de custos na produção total da CIRES.....	126
Figura 35: Aumento de custos na produção marginal da CIRES.....	127
Figura 36: Aumento de custos na produção total da Selenis.....	127
Figura 37: Aumento de custos na produção marginal da Selenis.....	128
Figura 38: Aumento de custos na produção total da CUF-Químicos Industriais....	129
Figura 39: Aumento de custos na produção marginal da CUF-Químicos Industriais.....	129
Figura 40: Aumento de custos na produção total da Repsol YPF.....	130
Figura 41: Aumento de custos na produção marginal Repsol YPF.....	131
Figura 42: Aumento dos preços de electricidade em função de diferentes preços de licenças de emissão e diferentes passagens de custos.....	133
Figura 43: Aumentos de custos totais para a CIRES em função do volume de licenças de emissão.....	137
Figura 44: Aumentos de custos totais para a Selenis em função do volume de licenças de emissão.....	137
Figura 45: Aumentos de custos totais para a CUF-Químicos Industriais em função do volume de licenças de emissão.....	138
Figura 46: Aumentos de custos totais para a Repsol YPF em função do volume de licenças de emissão.....	138
Figura 47: Evolução do preço no mercado <i>spot</i> e do volume de licenças de emissão comercializado entre Dezembro de 2005 e Novembro de 2007.....	140
Figura 48: Evolução do preço das licenças de emissão para mercados futuros entre Dezembro de 2005 e Outubro de 2007.....	140
Figura 49: Evolução do volume de licenças de emissão comercializadas para mercados futuros entre Dezembro de 2005 e Outubro de 2007.....	141
Figura 50: Etapas da construção da estratégia de mitigação de impactos.....	157

Lista de Quadros

Quadro 1: Balanço Nacional Líquido de Emissões de GEE, considerando as medidas adicionais.....	58
Quadro 2: GEE considerados no Protocolo de Quioto e na Directiva.....	62
Quadro 3: Categorias de actividades consideradas na Directiva.....	62
Quadro 4: Categorias de actividades consideradas Anexo A do Protocolo de Quioto.....	64
Quadro 5: Atribuição sectorial de licenças de emissão do PNALE I e proposta de atribuição sectorial de licenças de emissão do PNALE II, para as instalações existentes.....	69
Quadro 6: Peso do sub-sector da Indústria Química nos sectores de Cogeração e Instalação de Combustão no PNALE I e II.....	71
Quadro 7: Consumos típicos de energia na produção de PVC.....	81
Quadro 8: Volume de produção de PET na Europa entre 2000 e 2002.....	82
Quadro 9: Consumo mundial de polietileno entre 1987 e 2001.....	87
Quadro 10: Principais localizações de produtores de PE na Europa Ocidental em 2001.....	87
Quadro 11: Resultados de estudos de simulação do impacto do CELE na competitividade de vários sectores na UE.....	110
Quadro 12: Respostas do questionário enviado às empresas estudadas.....	124
Quadro 13: Emissões directas de CO ₂ por tonelada de produto fabricado.....	125
Quadro 14: Aumento de custos para a produção marginal da CIRES, Selenis, CUF-Químicos Industriais e Repsol YPF em %.....	131
Quadro 15: Aumento de custos para a produção marginal e intensidade em emissões de CO ₂ das indústrias do aço, cimento e pasta e papel, em %.....	132
Quadro 16: Aumento dos preços de electricidade na Europa para uma passagem de custos de 100%.....	133
Quadro 17: Aumento dos custos por tonelada de produto acabado, em %, assumindo uma passagem de custos de 100%.....	134
Quadro 18: Aumento, em %, dos custos totais por tonelada para as indústrias de aço, cimento e pasta e papel.....	134
Quadro 19: Aumento, em %, dos custos totais por tonelada de produção marginal para a CIRES, Selenis, CUF - Químicos Industriais e Repsol YPF.....	135
Quadro 20: Emissões do subsector químico verificadas em 2005.....	139
Quadro 21: Atribuições de licenças de emissão no PNALE I e PNALE II, aos sectores de Cogeração e Instalação de Combustão, subsector Químico.....	180

1. Introdução

As alterações climáticas que se fazem sentir no planeta devem-se em parte ao chamado Efeito de Estufa, provocadas na sua grande maioria por emissões para a atmosfera de gases provenientes da actividade humana, nomeadamente, actividades económicas. Com o objectivo de combater estas alterações climáticas, foi assinado em 1997 o Protocolo de Quioto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas. Através do estabelecimento de compromissos quantificados de limitação ou redução das emissões dos seis principais gases com efeito de estufa, este protocolo, tem como meta uma redução global, até 2012, a níveis, pelo menos, 5% abaixo dos níveis de 1990. No âmbito do Protocolo de Quioto, a União Europeia (UE) e os seus Estados membros podem cumprir os respectivos compromissos em conjunto. Assim, estabeleceu-se uma meta de redução global de 8% das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) para a UE, tendo-se definido, ao abrigo do compromisso comunitário de partilha de responsabilidades, metas diferenciadas para cada um dos Estados membros. Portugal obrigou-se a limitar o aumento das suas emissões em 27%, relativamente aos valores de 1990.

A UE formalizou o compromisso comunitário de aprovação do Protocolo e do Acordo de Partilha de Responsabilidades entre os Estados Membros, em Abril de 2002, através da Directiva 2002/358/CE. O eficiente cumprimento dos compromissos assumidos pela UE e pelos seus Estados membros determinou a aprovação da Directiva 2003/87/CE, que visa a criação de um mercado de comércio de licenças de emissão de gases com

efeito de estufa na UE, promovendo a sua redução em condições que ofereçam uma boa relação custo eficácia e sejam economicamente eficientes. Numa primeira fase, apenas o dióxido de carbono (CO₂) e alguns sectores industriais foram considerados, estando salvaguardada para uma revisão futura, a inclusão de GEE e sectores adicionais.

Um dos requisitos desta directiva, é o desenvolvimento por parte de cada país de um Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), que estabelece um tecto de emissões para o país, distribuindo pelos vários sectores e instalações volumes máximos permitidos durante o seu período de aplicação. Os operadores estão sob a obrigatoriedade de um limite máximo para a quantidade de GEE que podem emitir, podendo adquirir no mercado licenças de emissão para as suas emissões excedentárias ou pagando, em caso de incumprimento, uma respectiva coima. Sob esta perspectiva, o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), fomenta por parte das empresas a optimização dos seus processos produtivos e influencia as suas estratégias, num contexto em que existe a necessidade de coordenar a protecção ambiental e a criação de valor.

A Indústria Química é uma indústria que realiza emissões de vários GEE, em particular de CO₂, tanto a partir dos processos industriais, como da geração de energia, que consome intensivamente. A aquisição de licenças de emissão tem um custo associado que é incorporado nos custos de produção das empresas. Quanto mais intensiva em GEE for a produção, maior a quantidade de licenças de emissão

que terão que ser adquiridas e conseqüentemente maiores serão os custos de produção.

O objectivo primário deste trabalho é avaliar o impacto que as limitações de emissões de CO₂ estão a ter na Indústria Química portuguesa desde 2005. Mais concretamente, através da criação de cenários, avaliar potenciais aumentos de custos relacionados com a necessidade de adquirir no mercado um volume de licenças de emissão para além do atribuído pelo PNALE. Para além da influência nos custos de produção, pretende-se determinar se houve por parte das empresas do sector a adopção de algum tipo de medidas de inovação tecnológica, com o objectivo de minimizar emissões de CO₂ e de aumentar a eficiência do consumo de energia. Perante estes dois objectivos surge um terceiro, que consiste em fazer uma análise para determinar se o CELE, enquanto instrumento de política ambiental, é o mais adequado para a Indústria Química no actual contexto regulativo.

Tendo em conta os objectivos referidos, a presente dissertação estrutura-se do seguinte modo:

Capítulo 2 – Apresentam-se as diferentes alternativas de instrumentos de regulação em política ambiental: instrumentos de Comando e Controlo e instrumentos económicos. Dentro dos instrumentos económicos faz-se a distinção

entre a abordagem Pigouviana e o Teorema de Coase. Explicitando a sua origem na abordagem Coasiana, apresentam-se os fundamentos teóricos do Comércio de Licenças de Emissão.

Capítulo 3 – Enquadra-se a realidade portuguesa de emissões de GEE na realidade europeia, localizando o posicionamento de Portugal no cumprimento dos objectivos do Protocolo de Quioto. Quantificam-se os esforços de Portugal no âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades e caracterizam-se a nível nacional e a nível sectorial as evoluções previstas de emissões de GEE. Descreve-se a Directiva 2003/87/CE e o PNALE, contextualizando e definindo a integração e participação da Indústria Química.

Capítulo 4 – Caracteriza-se o perfil energético da Indústria Química na Europa e a evolução do consumo de energia e emissões de GEE, comparando simultaneamente com a evolução da Indústria Química dos Estados Unidos da América (EUA). Apresenta-se a contribuição da Indústria Química no combate às alterações climáticas, caracterizando os argumentos, a favor e contra, utilizados num processo de decisão política que definiu a forma de participação da Indústria Química no CELE.

Capítulo 5 – Com base em estudos de simulação disponíveis, descrevem-se potenciais efeitos do CELE na competitividade e inovação, estabelecendo deste modo uma base de comparação com os resultados obtidos a partir da realidade evidenciada pelas empresas estudadas. Avaliam-se os impactos da aquisição de licenças de emissão em quatro

empresas da Indústria Química nacional, em termos de aumentos de custos directos e indirectos para a produção marginal e para a produção total.

Capítulo 6 – São abordadas políticas e estratégias de minimização de impactos ao nível das empresas, a nível nacional e ao nível de instituições transnacionais.

Capítulo 7 – Apresentam-se as conclusões gerais e são apontadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

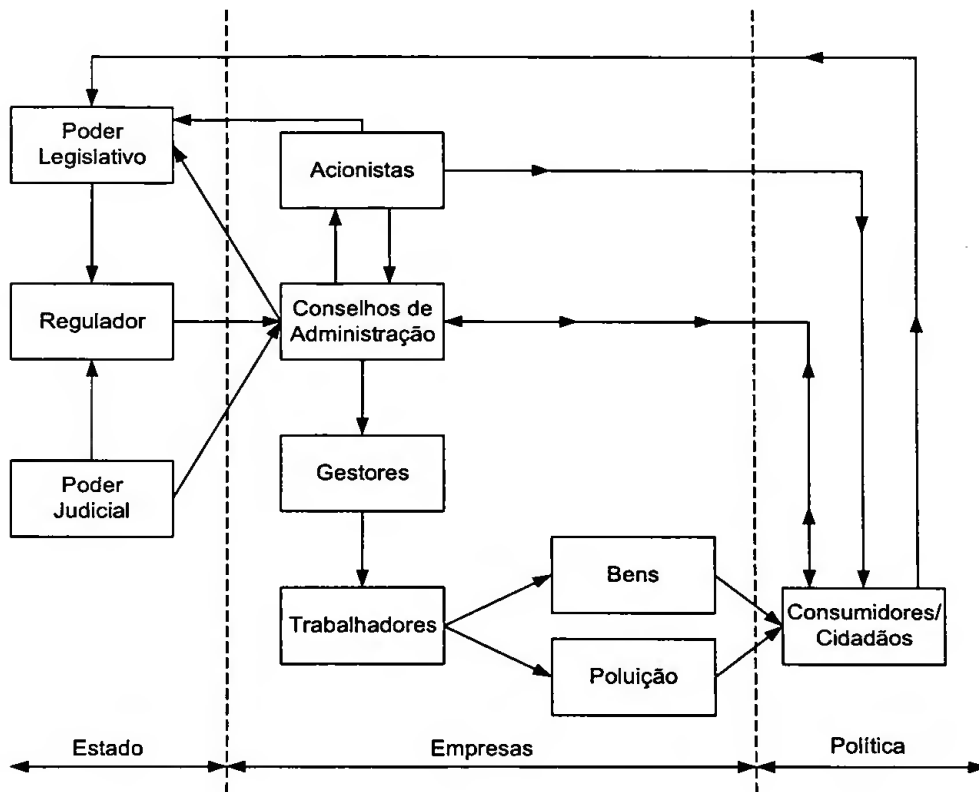
2. Fundamentos do Comércio de Licenças de Emissão

A regulação ambiental é um caso especial e relativamente recente da regulação económica (Kolstad, 2000). A regulação económica envolve a intervenção do Estado nas acções privadas de empresas e indivíduos. Existem duas teorias básicas da regulação, a teoria do interesse público e a teoria dos grupos de interesse. A teoria do interesse público é uma teoria que procura dar uma explicação de como seria um mundo ideal. Tem como objectivo de regulação a promoção do interesse público, existindo por três motivos: regular a concorrência imperfeita, associada frequentemente a monopólios naturais ou excessiva concentração de poder empresarial no mercado; a existência de informação imperfeita, associada a custos de transacção e regular o efeito que as externalidades (positivas ou negativas) têm sobre a sociedade. A teoria dos grupos de interesse explica a realidade tal como ela é. A regulação é vista à luz desta teoria, como uma forma de promover os interesses específicos de grupos dentro da sociedade, tais como determinadas indústrias. As acções dos grupos de interesse na promoção da regulação justificam-se pelos interesses destes em que o Estado crie formas legais de condicionar a actividade económica, garantindo rendimentos (*rent seeking*).

O problema básico da regulação ambiental reside no facto do Estado tentar levar as entidades geradoras de poluição, a tomarem acções socialmente desejáveis, que na maioria dos casos não são do interesse destas. Qualquer economia é uma rede complexa de agências governamentais, empresas e consumidores diversificados (consumidores de bens, vítimas de poluição, accionistas, eleitores, etc.). Assim, o Estado enfrenta o

complexo problema que é definir exactamente o nível de poluição socialmente óptimo e tentar desta forma encontrar uma conjugação de interesses, maximizando o excedente social.

Figura 1: Interações entre o Estado, empresas geradoras de poluição e a restante sociedade.



Fonte: Adaptado de Kolstad (2000)

2.1 Instrumentos de Regulação

Em política ambiental existem essencialmente dois grandes tipos de regulação ambiental: instrumentos de Comando e Controlo e instrumentos económicos.

2.1.1 Instrumentos de Comando e Controlo

Os instrumentos de Comando e Controlo são actualmente a forma dominante de regulação ambiental. Embora possam assumir uma variedade de formas, o conceito base desta forma de regulação é a especificação por parte do regulador das medidas que as entidades poluidoras devem adoptar de forma a solucionar o problema associado à poluição. O regulador recolhe a informação necessária de forma a decidir as acções para controlar a poluição e indica aos poluidores quais as medidas físicas para controlar a poluição, sendo usualmente bastante específico no que diz respeito às medidas que as entidades geradoras de poluição deverão tomar.

Os instrumentos de Comando e Controlo podem ser combinados com multas e penalizações para o não cumprimento da regulação estabelecida. Estes incentivos para o cumprimento das normas estabelecidas não devem ser confundidos com incentivos económicos para a redução da poluição. Embora os instrumentos de Comando e Controlo possam assumir uma larga variedade de formas, existem dois aspectos que os distinguem dos incentivos económicos: escolha restrita por parte do poluidor no que concerne aos meios que serão utilizados para cumprir os objectivos ambientais; falta de mecanismos para igualizar os custos marginais entre as diversas entidades poluidoras.

Quando comparados com os incentivos económicos, os instrumentos de Comando e Controlo possuem uma grande vantagem, que reside na maior certeza da quantidade de poluição que é emitida ou reduzida no âmbito duma regulação deste tipo. Uma outra vantagem é a simplificação da monitorização do cumprimento da regulação. Como o



cumprimento da regulação implica a adoção de medidas estabelecidas por parte do regulador, a monitorização pode ser feita verificando se as medidas definidas são efectivamente adoptadas pelas entidades poluidoras, o que é mais fácil que, por exemplo, medir as emissões poluentes.

Tipicamente os instrumentos de Comando e Controlo têm custos administrativos elevados, o que pode levar a distorções da informação fornecida ao regulador. Dado que as entidades poluentes estão limitadas na escolha dos meios a utilizar no cumprimento dos objectivos estabelecidos pelo regulador, os custos de cumprimento podem variar significativamente entre instalações, tornando-os mais elevados. Um outro problema associado aos instrumentos de Comando e Controlo é que o poluidor assume os custos do controlo da poluição e não assume qualquer custo pelos danos residuais que se verificam mesmo após o controlo da poluição estar implementado, o que pode levar à ocorrência de várias distorções.

2.1.2 Instrumentos Económicos

Os instrumentos económicos têm o seu fundamento em duas escolas distintas: a abordagem Pigouviana e o Teorema de Coase.

2.1.2.1 A abordagem Pigouviana

Esta abordagem tem por base os estudos realizados por Pigou (1920) sobre as circunstâncias em que se criam divergências entre os custos sociais e os custos privados.

Pigou considera o caso em que uma entidade A no acto de prestar um serviço, pelo qual é feito um pagamento, a uma outra entidade B, acidentalmente também presta um serviço, ou causa um dano, a entidades terceiras (não produtoras de serviços semelhantes), de tal forma que um pagamento por parte das partes beneficiadas ou uma compensação a estas pelos danos causados, poderá não ser exactamente quantificável.

Considere-se o caso de entidades geradoras de poluição. Uma vez que o custo social de poluição está em excesso em relação ao custo privado do poluidor (os poluidores têm um custo negativo, porque não incorrem em gastos no acto de poluir), o Estado deveria intervir com um imposto, tornando a poluição mais onerosa para o poluidor. Sendo um custo, o poluidor irá gerar menos poluição (Kolstad, 2000). Este imposto chama-se imposto Pigouviano.

Supondo que uma entidade gera poluição em quantidades x e bens (*outputs*) na quantidade y . Os custos de produção dependem tanto de x como de y (bem como dos preços dos vários *inputs*), pelo que os custos, assumindo preços constantes, podem ser definidos por $C(x, y)$.

Assumindo que y é produzido até que os custos marginais de produção sejam iguais ao preço a função do custo $C(x, y)$, é simplificada para $C(x)$ com custos marginais $MC(x)$, os custos de produzir uma unidade adicional de poluição, x . Como os custos diminuem à medida que x aumenta, $MC(x)$ é negativo. Uma outra forma de parametrizar é considerando os benefícios de emissão de uma unidade adicional de poluição $MS(x)$, em que:

$$MS(x) = - MC(x) \tag{2.1}$$

Se existirem em redor da entidade poluidora, N entidades vítimas da sua poluição que nada podem fazer para reduzir a sua exposição à poluição, os danos causados totais são dados por:

$$D(x) = \sum_{i=1}^N D_i(x) \quad (2.2)$$

$D_i(x)$ pode ser interpretado como a predisposição que a entidade i tem para pagar à entidade poluidora para esta eliminar a poluição.

A quantidade óptima de poluição x^* é a quantidade que minimiza os custos totais e os danos totais:

$$x^* \text{ mínimo} \{ C(x) + D(x) \} \quad (2.3)$$

x^* é minimizado quando o seu valor marginal é igual a zero, ou seja:

$$MC(x^*) + MD(x^*) = 0 \quad (2.5)$$

$$\Leftrightarrow MD(x^*) = -MC(x^*) \quad (2.6)$$

$$\Leftrightarrow MD(x^*) = MS(x^*) \quad (2.7)$$

$$\Leftrightarrow MS(x^*) = \sum_{i=1}^N MD_i(x^*) \quad (2.8)$$

Por outras palavras, o nível óptimo de poluição é obtido quando os benefícios marginais de poluição da entidade poluidora ($-MC$) são iguais aos danos marginais causados pela poluição sobre todas as N entidades.

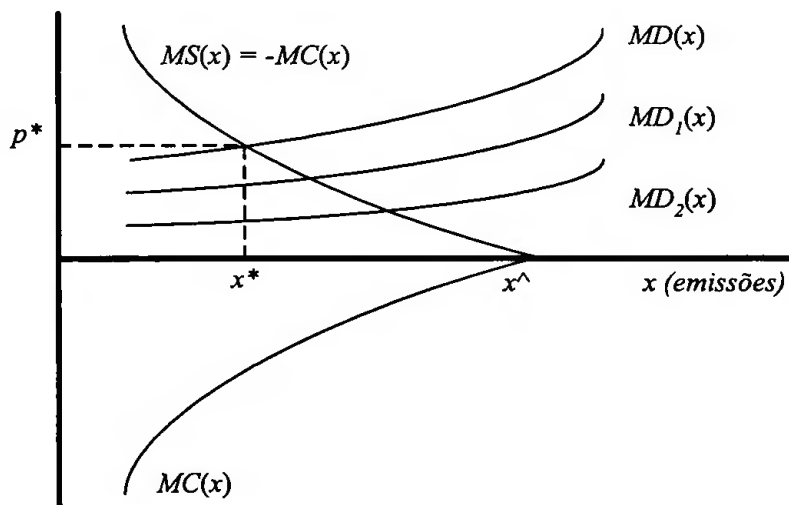
Os níveis óptimos de poluição não emergem espontaneamente dos mercados. Se tal acontecesse, cada vítima individual de poluição receberia uma compensação igual $MD_i(x^*)$ por unidade de poluição e o poluidor pagaria $MS(x^*)$ por unidade de poluição. Isto iria induzir o poluidor a gerar um nível óptimo de poluição.

$$p^* = -MC(x^*) = MS(x^*) \tag{2.9}$$

Sem um imposto Pigouviano ou sem outros mecanismos que regulem a poluição, o poluidor tem um preço para a sua poluição igual a zero.

Para reduzir a poluição, deve-se aumentar o seu custo e aumentando a partir do zero, a poluição decresce até se atingir x^* e conseqüentemente p^* .

Figura 2: Nível óptimo de poluição, x^* e imposto Pigouviano p^* .



Fonte: Adaptado de Kolstad (2000)

2.1.2.2 O Teorema de Coase

O Teorema de Coase, (Coase, 1960), explora a natureza recíproca do problema associado aos efeitos de uma actividade de uma entidade sobre o bem-estar de outras entidades e aborda o conceito de direitos de propriedade e da sua distribuição.

Considerando duas entidades, uma poluidora, entidade A e uma vítima da poluição, entidade B, uma visão convencional diz-nos que a entidade poluidora é a origem do problema, e como tal deve ser responsabilizada pelo mesmo. Contudo, uma visão à margem preconceitos de certo e errado, a entidade B, vítima da poluição pode ser culpabilizada por sofrer as consequências da actividade da entidade A, ou seja, se B não existisse, a poluição gerada por A não iria ser origem de um problema. O Teorema de Coase levanta assim a questão sobre a legitimidade da forma de atribuir direitos de propriedade a uma ou a outra entidade. Coase conclui que nas mesmas condições, não há diferenças para atingir um nível óptimo de eficiência global, entre ser o poluidor detentor do direito a poluir ou ser a vítima a detentora do direito a não sofrer as consequências da poluição, embora individualmente haja uma grande diferença entre possuir esses direitos de propriedade ou não os possuir. Uma vez que o direito a poluir é um direito de propriedade com um dado valor, se for permitido o comércio desse direito de propriedade, deverá prevalecer o objectivo de atingir um nível de eficiência óptimo, independentemente da forma a quem foram concedidos inicialmente os direitos de propriedade. Se esses direitos de propriedade forem mais valiosos para a vítima do que para o poluidor, a vítima irá acabar por ficar na posse desses direitos, independentemente da forma como foram inicialmente distribuídos (Kolstad, 2000).

A entidade A, ao produzir o bem A e realiza emissões poluentes, a um custo $C_A(A)$. A entidade B, produz um bem B a um custo $C_B(B)$, que depende da quantidade produzida do bem A e da poluição gerada associada à sua produção. Estamos na presença de uma externalidade, uma vez que a entidade B, não define a quantidade A , que no entanto é um factor considerado na sua função de produção. O preço de A é p_A e o preço de B é p_B , sendo estes definidos pelo mercado e considerados fixos. Para definir o nível óptimo de eficiência e a quantidade de A e B a produzir para internalizar a externalidade associada à produção de A por A, considere-se uma entidade M que resulta da fusão das entidades A e B. O lucro de M é dado por:

$$\Pi_M(A,B) = p_A(A) + p_B(B) - C_A(A) - C_B(B) \quad (2.10)$$

O objectivo da entidade M é a definir as quantidades óptimas de A e B , A^* e B^* , que permitam a maximização do lucro:

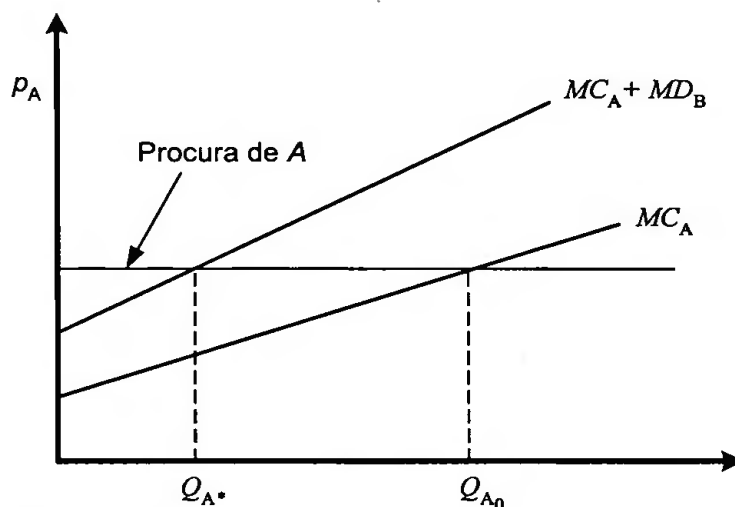
$$\frac{\Delta \Pi_M}{\Delta A} = p_A - \frac{\Delta C_A(A + \Delta A)}{\Delta A} - \frac{\Delta C_B(B, A + \Delta A)}{\Delta A} = p_A - MC_A(A) - MD_B(B, A) = 0 \quad (2.11)$$

$$\frac{\Delta \Pi_M}{\Delta B} = p_B - \frac{\Delta C_B(B + \Delta B)}{\Delta B} = p_B - MC_B(B, A) = 0 \quad (2.12)$$

Sendo MC os custos marginais para a produção de A e B . MD representa custo incorrido por B pela produção marginal de A. A Figura 3 mostra como A^* é definido. O ponto

onde a função procura de A intersecta a curva obtida pela soma $MC_A + MD_B$ dá o ponto onde se maximiza o lucro da produção de A .

Figura 3: Definição do óptimo social da produção de A e do nível mais eficiente da externalidade.



Fonte: Adaptado de Kolstad (2000)

Verifica-se assim que o custo de A vem afectado não apenas pelas quantidades produzidas, mas também pelos danos causados na produção de B . Porque os custos totais diferem se os direitos de propriedade forem atribuídos ao poluidor ou à vítima, qualquer uma das entidades tomará iniciativas que levarão a empresa poluidora a produzir o nível óptimo de poluição. Quando a vítima tem os direitos de propriedade, o seu custo médio será menor do que na situação em que o poluidor detém esses direitos. De forma semelhante, quando a vítima possui os direitos de propriedade, o custo médio do poluidor será mais elevado do que na situação em que é o poluidor o detentor dos direitos.

O Teorema de Coase tem desta forma implicações na formulação de políticas ambientais. Uma primeira implicação é que os custos de transacção são importantes na distribuição eficiente de direitos de propriedade de forma a reduzir esses custos. Outra implicação importante, é que não devem ser as vítimas da poluição a pagar aos poluidores para estes reduzirem a poluição. Frequentemente o poder político dos poluidores é tal, que se torna difícil forçá-los a reduzir ou fazer com que estes paguem a poluição por eles gerada.

2.1.2.3 Tipologias de Instrumentos Económicos

Os instrumentos económicos, ao contrário dos instrumentos de Comando e Controlo, recompensam as entidades poluidoras que tomam as medidas que são vistas como sendo do interesse público, alinhando interesses públicos e privados. No âmbito da regulação da poluição existem três tipologias básicas de instrumentos económicos: taxas (*fees*), responsabilização (*liability*) e as licenças comercializáveis (*marketable permits*).

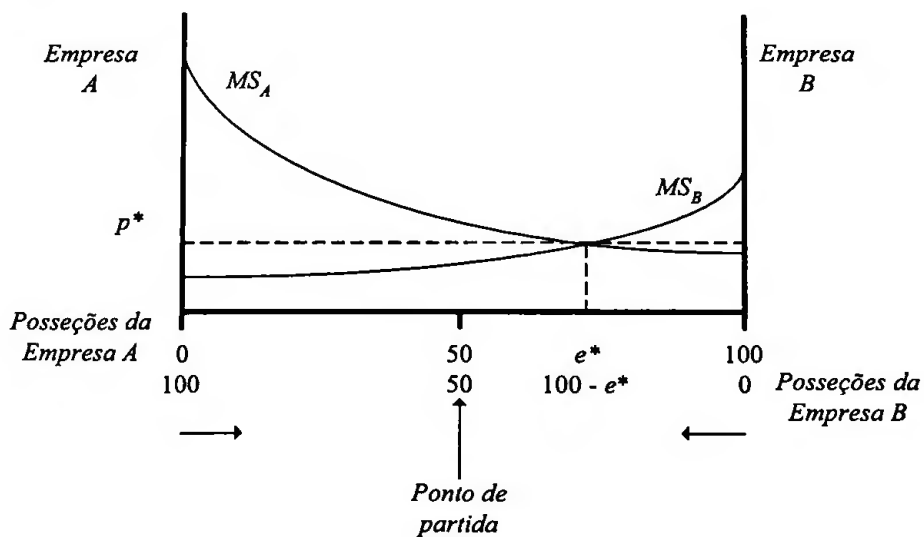
As taxas implicam o pagamento de um montante por unidade de poluição emitida. Quando uma entidade poluidora paga por cada unidade de poluição que emite, torna-se do seu interesse reduzir os níveis de poluição.

A segunda forma de instrumentos económicos, *liability*, tem por base o princípio de que o poluidor é directamente responsabilizado por qualquer dano causado pela sua actividade. O regulador não interfere na actividade do poluidor, apenas o responsabiliza pelas consequências da sua actividade, o que faz com que este tome as medidas de precaução socialmente desejáveis.

Uma licença comercializável permite aos poluidores comprarem e venderem o direito a poluir. A comercialização das licenças cria um preço de mercado que torna a poluição uma actividade com custos; menos poluição significa menor necessidade de adquirir no mercado as licenças necessárias para realizar as emissões poluentes. A possibilidade de comercialização cria também um custo de oportunidade para as emissões, ou seja, não emitindo poluição, as empresas podem vender no mercado licenças.

A Figura 4 corresponde a uma situação em que existem duas empresas *A* e *B* num mercado onde existem na totalidade 100 licenças, sendo atribuídas inicialmente 50 licenças a cada uma delas. As licenças serão comercializadas no mercado até que se atinja o ponto de equilíbrio em que e^* licenças estão na posse da empresa *A* e $100 - e^*$ licenças estão na posse da empresa *B*, sendo o preço de mercado p^* .

Figura 4: Benefícios marginais para duas empresas *A* e *B* e ponto de equilíbrio de posseção de licenças.



Fonte: Adaptado de Kolstad (2000)

Os instrumentos económicos têm algumas vantagens sobre os instrumentos de Comando e Controlo: o fluxo de informação não é tão significativo, já que na aplicação de uma taxa, o regulador apenas necessita de saber os níveis de poluição; os instrumentos económicos podem estimular o desenvolvimento tecnológico de forma aos poluidores encontrarem formas mais económicas de controlar a poluição por eles gerada; os poluidores têm um custo pela poluição gerada, custo por sua vez se vai reflectir nos seus custos totais de produção e no preço do bem produzido. A grande vantagem dos instrumentos económicos, em especial das licenças comercializáveis, sobre os instrumentos de Comando e Controlo, é facto de os custos marginais entre instalações poluidoras, tendem a igualar-se.

As desvantagens dos instrumentos económicos em relação aos instrumentos de Comando e Controlo são essencialmente de natureza prática e política. Conceber e monitorizar administrativamente um instrumento económico pode ser uma tarefa excessivamente complexa e pouco prática, já que o tipo de entidades poluentes pode variar significativamente no espaço e no tempo. Devido à falta de informação e à sua variação ao longo do tempo, cria-se incerteza em torno do objectivo a alcançar com o instrumento económico, sendo necessárias medidas de natureza política que façam os devidos ajustes à medida que a informação se torna disponível (valor da taxa, volumes de licenças a colocar no mercado, etc.).

2.2 O Comércio de Licenças de Emissão

O conceito do comércio de licenças de emissão, popularizado por Dales (1968) e formalizado por Montgomery (1972), seguindo o Teorema de Coase, tem por base a

ideia de criar um sistema de direitos de propriedade ou licenças, que concedem a quem as possui o direito de emitir uma unidade de um poluente. Estas licenças podem ser consideradas como *inputs* para a produção, tal como uma outra qualquer matéria-prima ou energia, e como tal terão um preço de mercado e serão comercializáveis como qualquer outra *commodity*. Como o número de licenças é limitado implicitamente ou explicitamente, terão o seu valor definido em função da sua disponibilidade. Montgomery (1972) demonstrou que o comércio de licenças de emissão permite alcançar os objectivos de redução de emissões ao menor custo possível porque dá aos poluidores uma flexibilidade na escolha da melhor forma de alcançar esses objectivos.

Como forma de alcançar objectivos ambientais de redução de poluição, o comércio de licenças de emissão é ainda relativamente recente na sua aplicação, embora os primeiros programas remontem à década de 70 do século XX, tendo sido usados numa variedade de contextos (Stavins, 2000). Antes dos primeiros programas de comércio de licenças de emissão terem sido postos em prática, a forma mais usual de cumprir políticas ambientais era na forma de regulações do tipo Comando e Controlo, em que as fontes de emissão tinham ou que cumprir taxas de emissão legisladas ou cumprir padrões tecnológicos.

A opção do comércio de licenças de emissão como forma de cumprir políticas ambientais foi em parte motivada pelo maior custo de políticas do tipo Comando e Controlo. Portney (2000) mostrou numa série de estudos levados a cabo durante a década de 80 do século XX, que rácios entre custos de programas tipo

Comando e Controlo e opções de menor custo, variavam de 1,07 a 22 (Sotkiewicz, 2006).

2.2.1 Tipologias de mecanismos de Comércio de Licenças de Emissão

2.2.1.1 Absoluto ou *standard cap-and-trade*

Num sistema de comércio de licenças de emissão *standard*, o regulador estabelece um total (*cap*) de emissões de um poluente para um certo espaço durante um determinado período. Este limite total determina o número total de licenças de emissão a serem atribuídas pelo regulador aos diversos operadores. Os operadores mantêm na sua posse as licenças de emissão para as emissões que produzem durante o período de validade da licença. Em caso de necessidade de mais licenças por parte dos operadores, gera-se a procura no mercado (Kuik, Mulder, 2004).

Em geral, o poluidor tem a possibilidade de escolha entre ter mais licenças ou gerar menos poluição. O nível de emissões de poluentes que minimiza os custos ocorre quando o custo de redução de mais uma unidade de poluição (custo marginal de redução) iguala o custo de uma licença de emissão. Se as licenças de emissão puderem ser comercializadas livremente entre os poluidores, irá emergir um preço de mercado para as licenças e os vários intervenientes nesse mercado terão um custo marginal de redução que será igual para todos. Assim, os poluidores com maiores custos marginais de redução de emissões irão fazer

menos reduções e os poluidores com um menor custo marginal de redução irão fazer mais reduções, minimizando os custos totais de redução de emissões a nível nacional para o total de emissões pré-definido (*cap*) também a um nível nacional.

2.2.1.2 *Cap-and-trade* relativo

Uma variante do sistema *cap-and-trade*, é um sistema em que o total de emissões não é absoluto, mas relativo. Num sistema deste género, não é estabelecido um volume total de emissões absoluto, por exemplo, toneladas de CO₂, mas estabelecem-se padrões de emissões em relação a um certo nível de actividade, por exemplo, toneladas de CO₂ por volume unitário de produção de aço.

Se uma empresa produz com uma tecnologia que lhe permita ter um nível de emissões por unidade produzida menor que o padrão estabelecido para a sua actividade, pode vender as licenças não utilizadas. O número destas licenças é calculado obtendo a diferença entre as emissões reais por unidade de produção e as emissões por unidade de produção do padrão, multiplicando esse valor da produção total. Exemplificando, seja x kg de CO₂ por tonelada de aço o padrão de emissões e y kg de CO₂ por tonelada de aço as emissões de uma dada empresa. Se essa empresa produzir um milhão de toneladas de aço por ano, então as licenças de emissão que não utiliza e como tal poderá comercializar ao fim de um ano é $1.000.000 \times (x - y)$. Qualquer empresa que não produza de uma forma tão limpa como o definido pelo padrão poderá adquirir no mercado as licenças correspondentes para cobrir o seu défice. Alternativamente, a procura de licenças

pode vir de outros sectores, onde exista um total absoluto de emissões, ou de outro país, onde as empresas tenham padrões relativos de emissão semelhantes, mas tenham níveis de emissões por kg de produto superiores.

2.2.1.3 Comparação entre os dois sistemas *Cap-and-trade*

Um sistema relativo tem algumas vantagens sobre um sistema absoluto de comércio de licenças de emissões.

Em primeiro lugar, é mais compatível com práticas existentes de políticas ambientais que comumente estabelecem as licenças para as empresas ou acordos voluntário para as indústrias, em termos de padrões relativos. Em segundo lugar, com a prática comum de atribuição gratuita de licenças de emissão, a comercialização destas aumenta a flexibilidade do sistema e incentiva a progressos contínuos para as empresas aumentarem o seu desempenho ambiental relativamente ao padrão estabelecido. Em terceiro lugar, de um ponto de vista político, o problema da distribuição inicial de licenças de emissão entre operadores torna-se de menor complexidade se já existirem acordos entre, por exemplo, empresas intensivas em energia e o governo para o estabelecimento de padrões de eficiência energética. Criam-se licenças de emissão automaticamente sempre que um operador consegue alcançar níveis de emissões mais eficientes em relação ao padrão. Por último, os operadores preferem um sistema relativo porque um sistema absoluto impede operações de expansão da produção, mesmo que estes já desenvolvam a sua actividade com elevados níveis de eficiência na utilização da

energia e na emissão de GEE. Este último argumento é especialmente utilizado por operadores ou indústrias que actuem em mercados internacionais onde existam outros intervenientes que não estejam sujeitos a regulações ambientais do mesmo tipo.

Existem também algumas desvantagens do sistema relativo em relação ao absoluto. De um ponto de vista ambiental, a desvantagem mais óbvia é ao não serem estabelecidos limites máximos de emissão de GEE, estes não serão conhecido *a priori*. O impacto no ambiente depende não só dos padrões que relativizam a eficiência das emissões de GEE, mas também dos níveis de produção, que não são controlados pelo regulador. Em segundo lugar, um sistema relativo é menos eficiente que um sistema absoluto, ou seja com um sistema relativo o *output* de emissões excede o valor óptimo, e o preço das licenças e os custos de redução de emissões têm que ser mais elevados de forma a alcançar o mesmo objectivo de redução de emissões no âmbito de um sistema absoluto. Gielen *et al.* (2002), demonstram que embora sistemas absolutos e relativos originem o mesmo nível eficiente de redução de emissões ao nível da empresa, o total de emissões da indústria é mais elevado num sistema relativo. O sistema relativo é semelhante à combinação de um sistema absoluto eficiente e com um subsídio de produção. Para alcançar o mesmo nível nacional de redução de emissões, os preços das licenças, o nível de redução de emissões e a quantidade de bens produzidos, num sistema relativo é superior do que num sistema absoluto. Isto implica que, na globalidade, a eficiência de um sistema relativo é menor que a eficiência de um sistema absoluto.

2.2.2 Elementos comuns dos programas de comércio de emissões

2.2.2.1 Definição das fontes de emissão

A definição de quais são as fontes de emissão a serem incluídas no programa é essencial. Idealmente, num programa de comércio de licenças de emissão deveriam ser incluídas o maior número possível de fontes de emissão, mas também há que considerar aspectos como a dimensão das fontes, a capacidade de as monitorizar e as controlar a um custo eficiente, assim como outros aspectos importantes.

2.2.2.2 Medição, Verificação e Inventário de emissões

Sem a capacidade de medir as emissões, os programas não seriam operáveis. A medição de emissões para o seu inventário pode ser feita por um sistema de monitorização ou por equações de balanços de massa. De forma a verificar os resultados da monitorização das emissões, estes devem ser confrontados com resultados de balanços mássicos, de forma a ter valores robustos. A medição de emissões e o seu inventariado feitos antes do início de um programa de comércio de licenças de emissão permite obter uma base a partir da qual se estabelece um tecto de emissões e as atribuições das licenças num sistema *cap-and-trade*, ou as taxas relativas de emissões.

2.2.2.3 Determinação do tecto de emissões

Num sistema *cap-and-trade*, o tecto ou limite máximo total de emissões é o aspecto central. A decisão da definição do montante do tecto de emissões tem tanto de político

como de científico. Num mundo ideal, com informação perfeita, o limite máximo seria estabelecido para que os benefícios para a sociedade fossem maximizados, ou seja, o custo marginal de redução de emissões seria igual ao benefício marginal de redução de emissões. Contudo, e em termos práticos, a determinação dos benefícios não é tão fácil como a determinação dos custos de redução. Na prática, e para maximizar os benefícios totais para a sociedade, o limite máximo de emissões é frequentemente estabelecido de uma forma política para ganhar a aceitação dos vários *stakeholders*.

2.2.2.4 Unidades comercializáveis: licenças/créditos de redução de emissões

De forma a facilitar o comércio entre as fontes poluidoras, é crucial definir uma “moeda de troca” entre os vários operadores. A nomenclatura pode ser mais ou menos variada de programa para programa, mas independentemente disso, uma licença ou um crédito é um direito a poluir e pode ser transaccionável entre operadores a um preço acordado entre as partes envolvidas, tal como uma outra qualquer *commodity*.

2.2.2.5 Período de vigência

O período em que as emissões são controladas deve ser definido. Os operadores deverão ter um número de licenças no mínimo igual às suas emissões durante o período de vigência do programa. Um programa poderá permitir um período de adaptação em que os operadores verificam as suas emissões reais durante a vigência do programa e depois comprar ou vender licenças de emissão de acordo com as suas necessidades no âmbito desse mesmo programa.

2.2.2.6 Atribuição de licenças ou Linha de Base de crédito de emissões

Num projecto de redução de emissões estabelece-se uma linha de base a partir da qual são feitas as reduções das emissões, criando-se créditos de emissões. Num programa do tipo *cap-and-trade*, as licenças de emissão são atribuídas aos vários operadores.

Nos programas *cap-and-trade*, existem três critérios para a atribuição de licenças de emissão: emissões históricas fixas, emissões históricas actualizáveis e leilão. Seguindo o critério do histórico fixo de emissões, as licenças são atribuídas gratuitamente e esta atribuição é determinada medindo as emissões realizadas pelos operadores no passado. Sendo baseadas nas emissões passadas, os operadores não podem tomar medidas para obter um número maior de licenças de emissão. Seguindo o critério do histórico actualizável de emissões, a atribuição de licenças depois dos primeiros anos do programa é determinada com base em medições actualizadas, tal como *inputs* ou *outputs* de calor usado pelo operador. Na atribuição por leilão, as licenças são vendidas directamente aos operadores, num período prévio à sua utilização, tendo os operadores que adquirir a quantidade de licenças suficiente para fazer face às suas emissões previstas.

2.2.2.7 Regras de temporais e espaciais de comércio de emissões

Quanto maiores forem as oportunidades de comercialização ao longo do tempo e através de espaços, maiores serão as reduções dos custos associados ao comércio de licenças de emissão. Não obstante, poderão ainda existir considerações ambientais e políticas que necessitam de regras que definam como esse comércio pode ser feito ao longo do tempo

e através de espaços. Por exemplo, se o poluente associado à licença que está a ser comercializada, tem um maior impacto onde está mais concentrado (como o mercúrio, por exemplo) ou pode vir a concentrar-se devido a condições atmosféricas variáveis (NO_x e SO₂, por exemplo), então poderá ser necessárias mediadas adicionais, como por exemplo restrição do comércio de licenças de uma zona para outra.

A criação de licenças de emissão ou créditos de emissão para uso futuro é denominada por *banking*. Esta é uma forma de comércio entre diferentes períodos temporais e é permitida em alguns programas, sempre que o aumento da concentração do poluente numa dada altura não é problemática.

2.2.2.8 Penalidades e constrangimentos

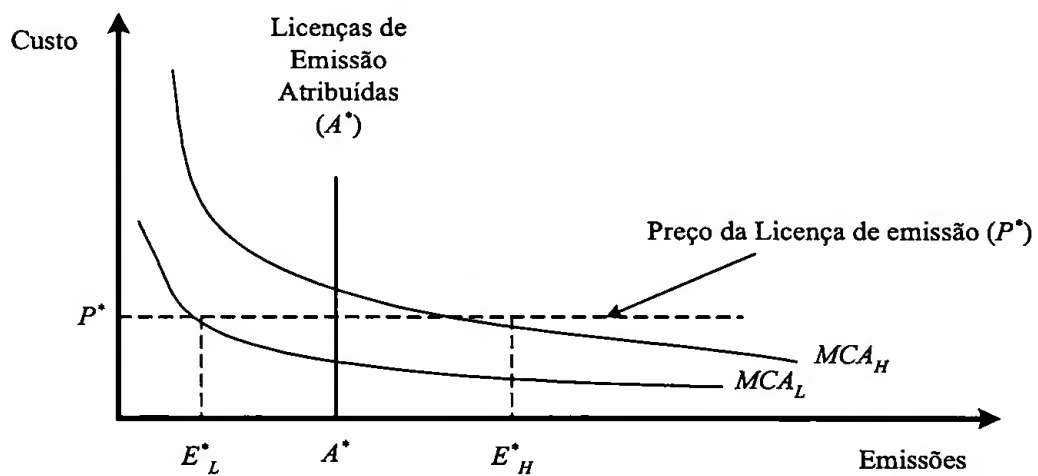
Todos os participantes num programa de comércio de licenças de emissão do tipo *cap-and-trade*, devem ter o número de licenças suficiente para cobrir as suas emissões. Sem penalizações ou constrangimentos, não há necessidade para os operadores adquirirem licenças para cumprir com os seus compromissos. Num sistema *cap-and-trade*, é necessária uma penalização por cada emissão em excesso, para que os participantes cumpram com o tecto de emissões.

2.2.3 Incentivos à participação em programas de comércio de licenças de missão

Considere-se por exemplo um sistema do tipo *cap-and-trade* em que as licenças de emissão estejam atribuídas. Se um operador tiver custos de redução de emissões baixos, poderá

diminuir as suas emissões a um nível abaixo das licenças que lhe foram atribuídas, vendendo as licenças remanescentes ou transferi-las para um outro período (*banking*) e usufruir delas posteriormente. Enquanto o custo marginal de redução de emissões for menor que o preço da licença, compensa ao operador reduzir as suas emissões.

Figura 5: Benefício do Comércio de Licenças de Emissão.



Fonte: Adaptado de Sotkiewicz (2006)

Na Figura 5, MCA_L , representa custo marginal de redução de emissões de um operador que consegue baixar as suas emissões a um custo reduzido. Sendo atribuídas A^* licenças e sendo o preço das licenças no mercado P^* , compensa a este operador reduzir as suas emissões até chegar a um volume de emissões E^*_L . As receitas da venda de licenças de emissão correspondem à área do rectângulo $(A^* - E^*_L) \times P^*$. Os custos para o operador correspondem à área sob a curva MCA_L entre A^* e E^*_L . O lucro corresponde à diferença entre receitas e custos, ou seja, à área definida pelo rectângulo $(A^* - E^*_L) \times P^*$ acima da curva MCA_L . Opostamente, um outro operador poderá ter custos de redução de emissões

mais elevados, representados pela curva MCA_H . Em vez de reduzir as suas emissões, a este operador é mais compensador adquirir no mercado as licenças que necessita. Os operadores nesta situação compram as licenças de emissão enquanto o custo marginal de redução de emissões for superior ao preço de mercado das licenças, ou seja irá comprar um número de licenças igual a $E^*_H - A^*$ ao preço de mercado P^* . Os gastos realizados na compra deste número de licenças de emissão são iguais ao produto $(E^*_L - A^*) \times P^*$. Como a área sob a curva MCA_H entre E^*_L e A^* é menor que a área $(E^*_L - A^*) \times P^*$, os custos associados à compra de licenças de emissão, este operador, com custos marginais de redução de emissões mais elevados, irá beneficiar da compra das suas licenças. A comercialização de licenças de emissão leva a uma aproximação dos custos marginais de redução de emissões dos vários operadores (Sotkiewicz, 2006).

Pode-se ilustrar as bases do comércio de licenças de emissão, considerando uma política de controlo no contexto de duas instalações, onde o benefício de redução de emissões em cada uma das instalações por tonelada é idêntico e igual a S . O custo de redução uma dada de quantidade de emissões, A_i , na instalação i , é representada pela função $C_i(A_i)$, em que $i = 1, 2$. O custo de alcançar uma quantidade em particular de redução, (A) , na instalação 1 é diferente do custo de alcançar essa redução na instalação 2, isto é, $C_1(A) \neq C_2(A)$. Assume-se ainda que se torna cada vez mais difícil para cada uma das instalações fazer reduções de emissões adicionais, ou seja, o custo por tonelada de redução de emissão aumenta a uma taxa crescente. Isto é representado pela parte positiva da primeira e segunda derivada das funções de custo: $C_i'(A) > 0$, $C_i''(A) > 0$, para $i = 1, 2$.

Assumindo que o objectivo das políticas ambientais é maximizar o benefício social das reduções de emissões, ou seja, benefício menos o custo, pode-se representar matematicamente esse objectivo da seguinte forma:

$$\text{Max}_{A_1, A_2} S[A_1 + A_2] - C_1(A_1) - C_2(A_2) \quad (2.13)$$

A solução matemática requer que $C_1'(A_1) = C_2'(A_2) = MS$, ou seja, o benefício social é maximizado quando custo marginal de cada uma das instalações iguala o benefício marginal de redução. O custo marginal de redução, $C_i'(A_i)$, é o custo associado à redução a um incremento de poluição, enquanto o benefício marginal, neste exemplo, S , é o benefício adicional da redução desse incremento. De forma a alcançar o maior benefício social, a solução anterior implica que a quantidade de redução de emissões possa ser diferente. Também implica que o custo marginal de redução na instalação 1 iguale o custo marginal na instalação 2. Este é o elemento de eficiência de custos da solução óptima. Para que o benefício social de redução seja maximizado, as reduções feitas devem ser alcançadas com o menor custo para a sociedade, o que ocorre quando o custo marginal de redução em todas as instalações se torna igual.

Uma política de comércio de emissões pode alcançar esta solução, assumindo que a instalação afectada tem um incentivo para minimizar o custo da redução. Supondo que o custo marginal de redução da instalação 1 é mais elevado que o custo marginal de redução da instalação 2, existe um preço por tonelada que a instalação 1 estaria disposta a pagar à instalação 2 para que esta aumente as suas reduções para que a instalação 1 possa diminuir as suas reduções, mantendo as reduções totais constantes. Esta solução é

mais vantajosa para a instalação 1, porque o preço que paga à instalação 2 é menor que o custo de redução de emissões. Para a instalação 2 esta também é uma solução mais vantajosa porque o custo o seu custo de redução de emissões é menor que o preço que a instalação 1 lhe paga pelas licenças vendidas. Este incentivo para comercializar licenças de emissão existe até que o seu custo marginal de redução de emissões seja igual entre os vários operadores.

O aspecto central do comércio de licenças de emissão é permitir às instalações reguladas a transferência destas entre si, levando a uma distribuição de licenças que, reduzindo o custo marginal de redução de emissões dos vários operadores, leva a uma diminuição do custo total da redução de emissões. A identificação do nível eficiente de emissões requer informação potencialmente extensiva e incerta sobre custos e benefícios, sob o contexto de qualquer abordagem regulativa. Contudo, ao ser identificado um objectivo ambiental, o comércio de licenças de emissão oferece uma forma de alcançar esse objectivo que é eficiente a nível de custos e requer pouca informação ao regulador. Se o mercado funcionar e se o regulador controlar as emissões para que o objectivo total de redução é alcançado, então o regulador não necessita de informação sobre os custos individuais das instalações (Burtraw, *et al.* 2005).

2.3 Imposto *versus* Licenças de Emissão

O comércio de licenças de emissão e mais alargadamente, os programas de comércio de emissões, pertencem à família dos instrumentos económicos de protecção ambiental. Os impostos ambientais constituem a alternativa mais importante e funcionam com a mesma eficiência de custos, igualizando os custos marginais de redução.

Contudo, licenças de emissão e impostos diferem significativamente em vários aspectos. Uma primeira diferença é que com impostos ambientais, os intervenientes têm que pagar por todas as suas emissões. Com o comércio de licenças de emissão, dependendo dos métodos de atribuição de licenças, os intervenientes podem ter que pagar, ou apenas pelas emissões em excesso (se estas forem atribuídas gratuitamente), ou pagar por todas as suas emissões (se as licenças não forem gratuitas).

Fazer com que todos os operadores paguem pelas suas emissões, é uma solução muitas vezes vista como sendo uma solução superior. Esta solução iria abrir a possibilidade fiscal de tributar aspectos com impacto nefasto sobre o ambiente (ex. poluição, externalidades) em vez de tributar outros aspectos, como o capital ou o trabalho, e simultaneamente promover a economia ou a criação de emprego, combatendo ao mesmo tempo as emissões poluentes. Esta teoria é conhecida como a teoria do “duplo dividendo” (Parry, Bento, 1999).

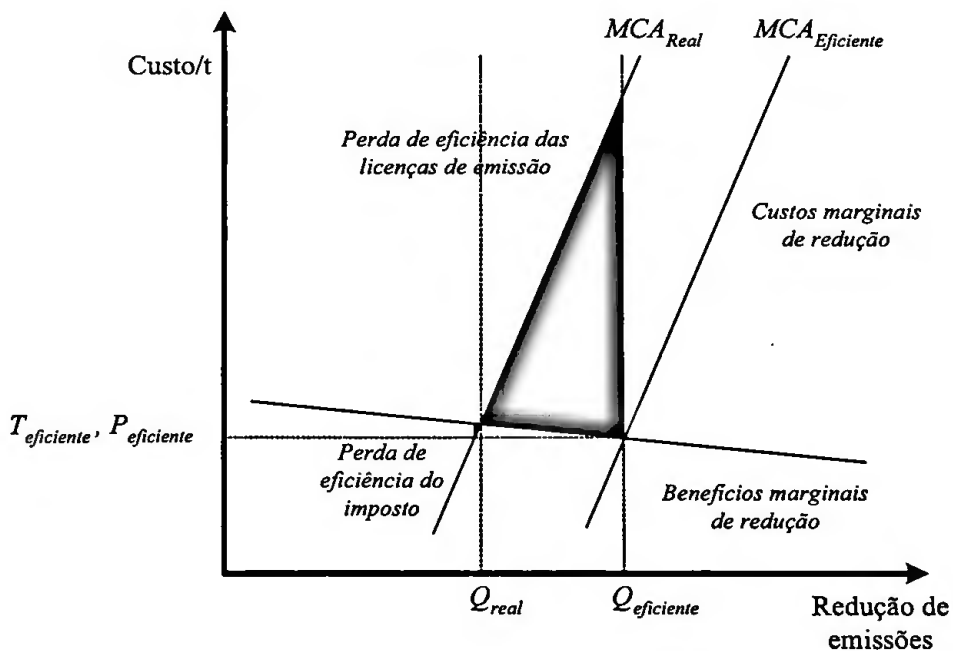
Uma vantagem do comércio de licenças de emissão, é que oferece aos reguladores muita flexibilidade, permitindo-lhes combinar vários modos de comércio, associando as suas vantagens individuais e mitigar as suas desvantagens. É mais difícil moldar impostos ambientais de forma a fazer com que os operadores paguem apenas pelas reduções de emissões.

Uma segunda diferença entre o comércio de emissões e os impostos ambientais está no facto de que com as licenças de emissão, os reguladores não necessitam de procurar uma atribuição de licenças que seja eficiente a nível de custos; o regulador apenas tem que garantir que a distribuição das licenças é feita equitativamente, deixando o mercado encontrar a eficiência de custos, o que não acontece com um imposto.

Uma terceira diferença está no comportamento que impostos ou comércio de licenças de emissão têm face às incertezas dos custos de redução de emissões. Os impostos dão uma certeza quanto ao custo marginal de redução de emissões, o valor do imposto. Contudo não oferecem qualquer certeza sobre o nível de emissões e como tal nos custos totais envolvidos. Por outras palavras, os impostos ajustam o nível de reduções aos custos. Pelo contrário, a comercialização de licenças de emissão oferece uma certeza sobre os níveis de emissões, mas a custos incertos (Philibert, Reinaud, 2004; Dietz, 2006).

A curto prazo (no espaço de um ano, por exemplo) e num cenário de incerteza de custos de redução de emissões, os impostos são mais eficientes que as licenças de emissão (Dietz, 2006).

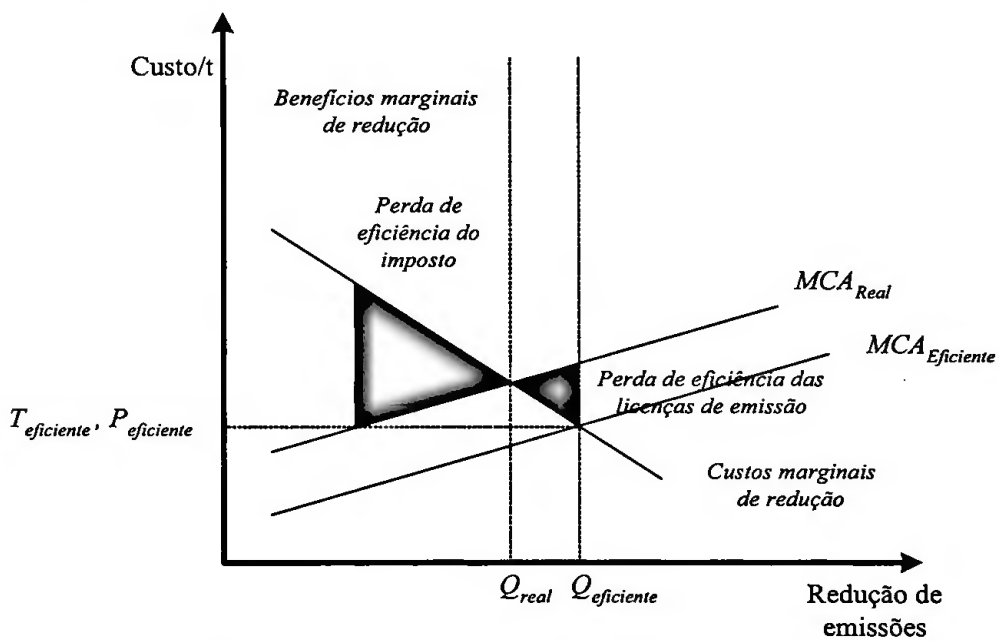
Figura 6: Comparação entre perdas de eficiência entre impostos e licenças de emissão a curto prazo.



Fonte: Adaptado de Dietz (2006)

Contudo a longo prazo, esta conclusão é facilmente invertida; as licenças de emissão são mais eficientes.

Figura 7: Comparação entre perdas de eficiência entre impostos e licenças de emissão a longo prazo.



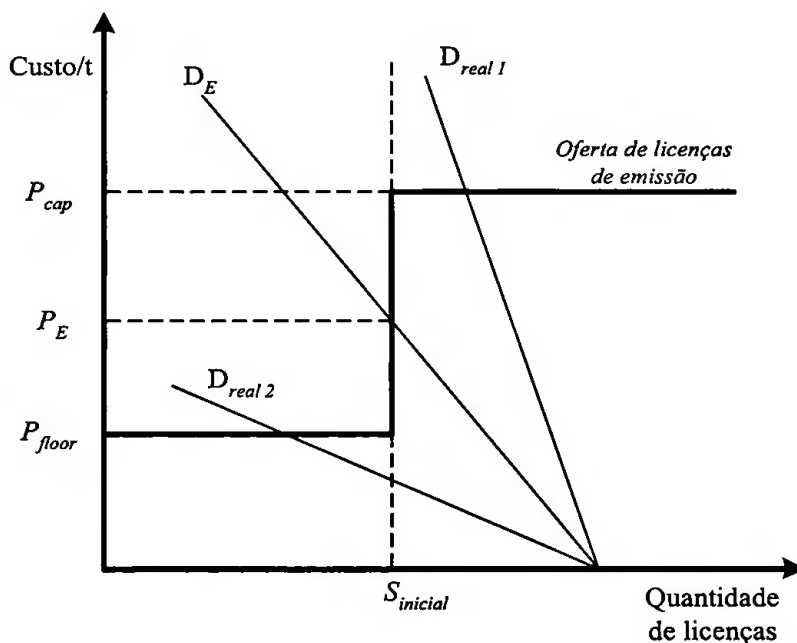
Fonte: Adaptado de Dietz (2006)

Um aspecto que impostos e licenças de emissão comercializáveis têm em comum é que ambos são mais eficientes a nível de custos do que padrões industriais em que os custos marginais de redução de emissões diferem muito de operador para operador.

Quer um imposto quer as licenças de emissão possuem características próprias que podem ser combinadas com ganhos de eficiência.

Esta combinação passa em primeiro lugar pela atribuição de um número inicial fixo de licenças, estabelecendo um preço mínimo para as licenças (*floor*) e/ou um preço máximo (*cap*), para a sua compra e venda, por exemplo pela acção de uma entidade reguladora. O preço mínimo estimula o desenvolvimento de novas tecnologias e ajuda a suportar os esforços de redução de emissões, onde estes são mais baratos. O preço máximo das licenças limita e dá uma maior certeza sobre os custos de redução de emissões a curto prazo (Dietz, 2006).

Figura 8: Combinação entre características de um imposto e de licenças de emissão com ganhos de eficiência.



Fonte: Adaptado de Dietz (2006)

Qual dos instrumentos, imposto ou comércio de licenças de emissão, deve ser o preferido, depende questões relacionadas com o problema em si. Se o custo marginal de

redução de emissões aumenta rapidamente com o nível de reduções feitas, enquanto o impacto marginal sobre o ambiente é relativamente constante, a opção deverá recair sobre um imposto. Se, pelo contrário, o impacto marginal sobre o ambiente aumenta com o nível de emissões, as licenças deverão ser a opção (Weitzman, 1974).

Sob esta perspectiva, as alterações climáticas favorecem, em teoria, um imposto em relação ao comércio de licenças de emissão, devido ao longo prazo e a efeitos acumulativos. Será necessário recorrer a tecnologias que ainda não existem para contrariar as tendências actuais de emissões de GEE e os custos de estabilização das concentrações destes na atmosfera ainda são largamente desconhecidos. É o aumentar sucessivo das concentrações de GEE na atmosfera que constitui o problema das alterações climáticas e não as emissões instantâneas para a atmosfera destes gases. Consequentemente, o impacto marginal sobre o ambiente é provável que se mantenha relativamente constante (pelo menos em intervalos de uma década), enquanto os custos marginais de redução de emissões, ligados às emissões diárias de GEE, não o são.

A possibilidade de alterações climáticas abruptas pode modificar estas conclusões se houvesse um conhecimento de quais as concentrações de GEE que são mais susceptíveis de despoletar estas alterações climáticas abruptas. Mesmo que se soubesse que um dado aumento de temperatura levasse a uma catástrofe, uma política de restrição de emissões de GEE baseada em quantidades apenas teria uma ligeira vantagem sobre uma política da mesma natureza que fosse fundamentada em eficiência preços, dada a existente incerteza da quantificação da relação entre emissões de GEE e as alterações climáticas.

Em conclusão, a incerteza dos custos representa um dos potenciais problemas do uso do comércio de licenças de emissão como ferramenta no combate às alterações climáticas. Contudo, as vantagens acima referidas, combinadas com políticas domésticas e internacionais podem tornar o comércio de licenças de emissão mais favorável (Philibert, Reinaud, 2004).

2.4 Conclusões

A regulação ambiental, um caso especial da regulação económica, tem como objectivo a promoção do interesse público, regulando o efeito que as actividades económicas têm sobre o ambiente, e consequentemente, sobre a sociedade.

As políticas de protecção ambiental consagram essencialmente dois tipos de regulação ambiental: instrumentos de Comando e Controlo e instrumentos económicos, incluindo-se nestes últimos, o Comércio de Licenças de Emissão, que encontram o seu fundamento no Teorema de Coase. Este tipo de instrumento económico permite aos participantes alcançar de uma forma mais flexível os objectivos ambientais com custos de redução de emissões mais eficientes, definidos pelo mercado. Os custos marginais, os custos que são provenientes da necessidade de adquirir licenças adicionais, têm uma tendência de igualizar-se, o que é um aspecto relevante quando existem no mercado operadores com diferentes tecnologias e capacidades a competirem entre si, em especial quando se tratam de indústrias intensivas em energia.

3. As alterações climáticas, o Protocolo de Quioto e a Directiva 2003/87/CE

As alterações climáticas que se fazem sentir no planeta devem-se em parte ao chamado Efeito de Estufa, provocadas na sua grande maioria por emissões para a atmosfera de gases provenientes da actividade humana, nomeadamente, actividades económicas. Com o objectivo de combater estas alterações climáticas, foi assinado em 1997 o Protocolo de Quioto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas. Através do estabelecimento de compromissos quantificados de limitação ou redução das emissões dos seis principais gases com efeito de estufa, este protocolo, tem como meta uma redução global, até 2012, a níveis, pelo menos, 5% abaixo dos níveis de 1990. No âmbito do Protocolo de Quioto, a UE e os seus Estados membros podem cumprir os respectivos compromissos em conjunto. Assim, estabeleceu-se uma meta de redução global de 8% das emissões de GEE para a UE, tendo sido definidas, ao abrigo do compromisso comunitário de partilha de responsabilidades, metas diferenciadas para cada um dos Estados membros. Portugal obrigou-se a limitar o aumento das suas emissões em 27%, relativamente aos valores de 1990.

A UE formalizou o compromisso comunitário de aprovação do Protocolo de Quioto e do Acordo de Partilha de Responsabilidades entre os Estados Membros, em Abril de 2002, através da Directiva 2002/358/CE. O eficiente cumprimento dos compromissos assumidos pela UE e pelos seus Estados membros determinou a aprovação da Directiva 2003/87/CE, que visa a criação de um mercado de comércio de licenças de emissão de GEE na UE, promovendo a sua redução em condições que ofereçam uma boa relação custo eficácia e sejam

economicamente eficientes. Estima-se que o regime comunitário de comércio de licenças de emissão de GEE venha a abarcar 46 % do total das emissões de dióxido de carbono na UE e cerca de 10 000 instalações.

3.1 O Programa Nacional para as Alterações Climáticas

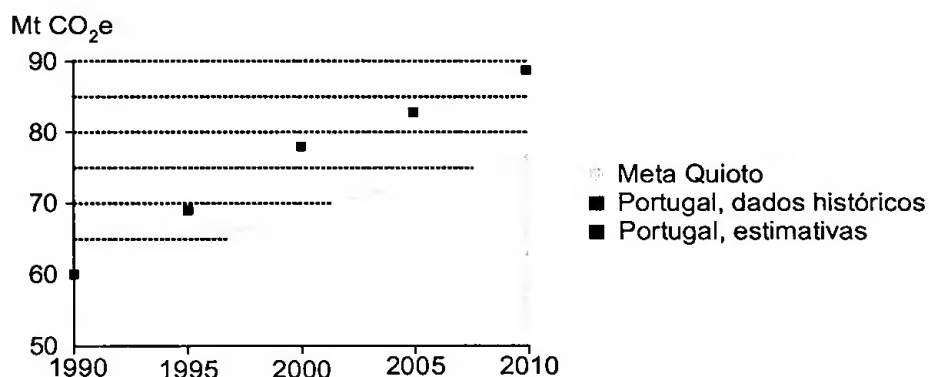
Portugal tem procurado dar resposta ao problema das alterações climáticas e aos compromissos internacionalmente assumidos. A Comissão para as Alterações Climáticas (CAC), elaborou a Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas, reiterando os compromissos internacionais, particularmente a vontade de ratificar o Protocolo de Quioto e de cumprir o objectivo de redução das suas emissões em 27%, relativamente aos valores de 1990.

Em Março de 2002, Portugal aprovou o Protocolo de Quioto e em Junho do mesmo ano, aprovou o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), que quantifica o esforço nacional de controlo das emissões de GEE necessário para o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal em matéria de alterações climáticas, nomeadamente o Protocolo de Quioto e o Acordo de Partilha de Responsabilidades da UE.

No PNAC foram projectadas as emissões de GEE para 2005 e 2010, para dois cenários de referência – um cenário “alto” e um cenário “baixo”, que incluem o impacto esperado das políticas e medidas em vigor. De acordo com estes cenários, as emissões de GEE esperadas para 2010 atingem 88.8 MtCO₂e (cenário alto) e 84.7MtCO₂e (cenário baixo), o que se

traduz num acréscimo em relação às emissões de 1990 de, respectivamente face a cada um dos cenários, 47.5% (mais 12.5 MtCO₂e em relação à meta do protocolo de Quioto) e 40.7% (mais 8.4MtCO₂e), facto que ilustra a baixa eficiência energética do produto nacional (CAC 2001).

Figura 9: Evolução das emissões de GEE em Portugal entre 1990 e 2010, incluindo sumidouro de carbono e comparação com a meta definida pelo Protocolo de Quioto no âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades.

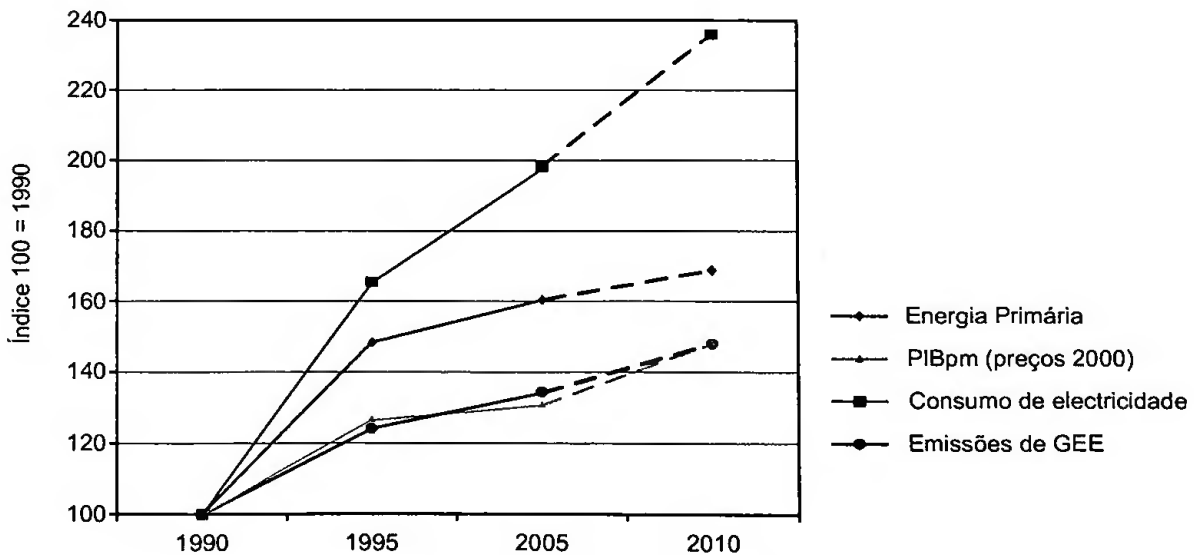


Fonte: Adaptado de CAC (2001).

As medidas incluídas no PNAC permitem prever uma redução potencial até 6,7 MtCO₂e e 6,9 MtCO₂e, para os cenários alto e baixo, respectivamente. De acordo com estas projecções, subsiste ainda um défice de 5.8MtCO₂e e de 1.5 MtCO₂e nos cenários alto e baixo, pelo que será necessário recorrer aos mecanismos de mercado do Protocolo de Quioto, bem como ao CELE e eventualmente a medidas suplementares nacionais.

A Figura 10 mostra a evolução do Produto Interno Bruto a preços de mercado (PIBpm), do consumo de energia primária e de electricidade e as emissões de GEE entre 1990 e 2010 para o cenário de referência (CAC 2006). Verifica-se que para o aumento de 46% do PIBpm para 2010, em relação a 1990 (a uma taxa anual de 2,3%/ano), está associado um aumento do consumo de energia primária de 68% (3,4%/ano) e um aumento de emissões de GEE de 47% (2,3%/ano). O consumo de electricidade é uma das principais causas desta evolução, na medida em que mais que duplica neste período (6,7%/ano).

Figura 10: Evolução do PIBpm, consumo de energia primária e de electricidade e de emissões de GEE, para o cenário de referência até 2010 (linhas a cheio - valores históricos, excepto o ano 2005; linhas a tracejado – projecções).



Fonte: Adaptado de CAC (2006).

No Quadro 1 apresenta-se o Balanço Nacional Líquido de Emissões de GEE, considerando as medidas adicionais. Com excepção do sector dos resíduos, verifica-se um aumento do volume de emissões para todos os sectores, em relação a 1990, de onde se pode destacar ao aumento das emissões provenientes do sector da Energia (64%) e dos Processos Industriais (56%). A diminuição do sector dos resíduos é justificada pela menor emissão de CO₂, que resultou do desaparecimento de lixeiras a favor dos aterros.

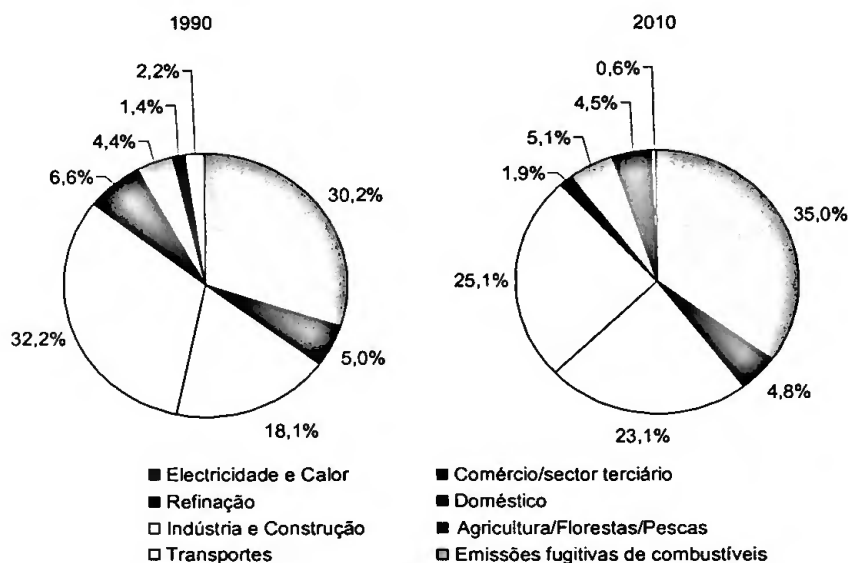
Quadro 1: Balanço Nacional Líquido de Emissões de GEE, considerando as medidas adicionais.

Actividades (GgCO ₂ e)	Cenário Referência		Δ 2010/1990	Cenário com Medidas Adicionais 2010	Redução com Medidas Adicionais %
	1990	2010			
Energia	40172	65741	64%	63781	-3,0
Processos Industriais	4626	7204	56%	7204	0,0
Solventes e Uso de Outros Produtos	220	290	32%	290	0,0
Agricultura	7878	8649	10%	8220	-5,0
Resíduos	7061	6080	-14%	6080	0,0
Balanço de Emissões Nacionais	59957	87964	47%	85575	-2,7

Fonte: CAC (2006).

A Figura 11 mostra a estrutura sectorial desagregada para o sector da energia, para o cenário de referência. Verifica-se um aumento da contribuição da Indústria para o total de emissões de GEE.

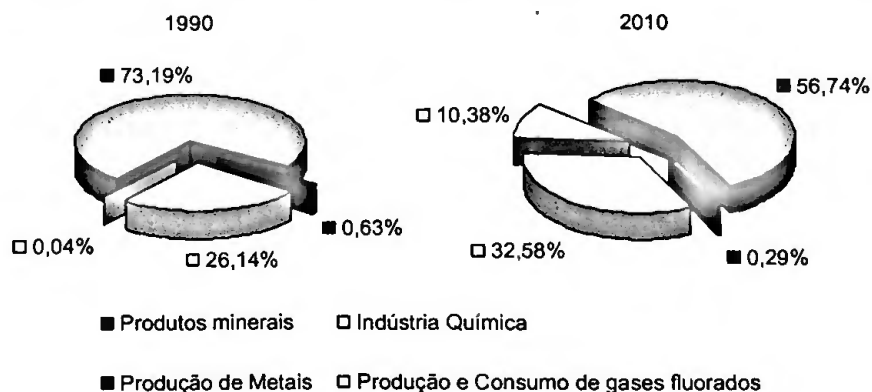
Figura 11: Estrutura sectorial das emissões de GEE em 1990 e em 2010, desagregada para o sector da Energia.



Fonte: CAC (2006).

Dentro dos Processos Industriais, a Indústria Química tem de 1990 para 2010, um aumento da sua contribuição em cerca de 6%, tal como se pode verificar na Figura 12.

Figura 12: Decomposição das emissões de GEE dos Processos Industriais para 1990 e 2010.

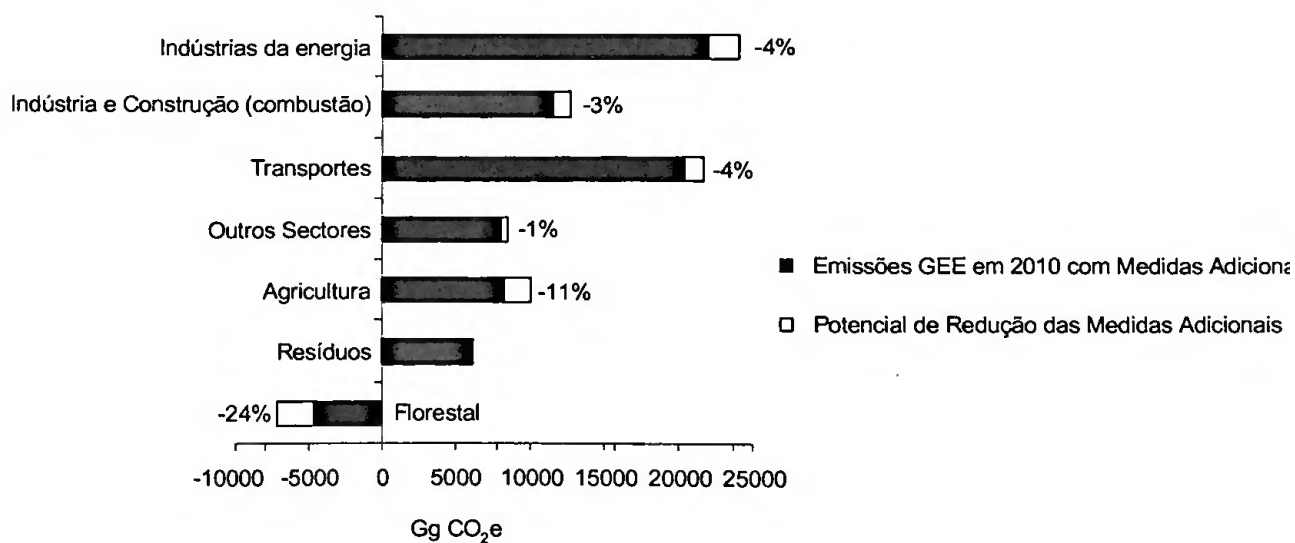


Fonte: CAC (2006).

Para cumprir a meta do Protocolo de Quioto, foi estabelecido um conjunto de medidas adicionais definidas pelos vários sectores de actividade. Parte destas medidas foram revistas, face ao já estabelecido no PNAC 2004, no quadro actual de política sectorial. O potencial de redução de emissões de GEE das medidas adicionais (incluindo as medidas de Gestão Florestal, de Gestão Agrícola e de Pastagens nos termos do n.º 4 do artigo 3.º do Protocolo de Quioto) totaliza 3.687 Gg CO₂e/ano, ou seja, cerca de 5% do balanço líquido de emissões estimado para o Cenário de Referência (CAC 2006).

A Figura 13 ilustra a redução de emissões de GEE por cada sector de actividade, destacando-se o potencial de redução do sector das actividades florestais.

Figura 13: Potencial de Redução das Medidas Adicionais para os vários Sectores, em 2010.



Fonte: Adaptado de CAC (2006).

3.2 A Directiva 2003/87/CE

A Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 13 de Outubro de 2003 (doravante referida por Directiva), relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de GEE na UE, criou o primeiro instrumento de mercado intra-comunitário com o objectivo de promover a redução dessas emissões provenientes das actividades realizadas nas instalações enumeradas no Anexo I e aos GEE enumerados no Anexo II, em condições que ofereçam uma boa relação custo eficácia e sejam economicamente eficientes (Comissão Europeia, 2003).

Os Estados-Membros devem atribuir, gratuitamente, pelo menos, 95 % das licenças de emissão para o período de três anos com início em 1 Janeiro de 2005 e pelo menos 90 % das licenças de emissão para o período de cinco anos com início em 1 de Janeiro de 2008. Para o período inicial de 2005 a 2007 e para os períodos seguintes de cinco anos, para os quais cada Estado-Membro terá um plano nacional, estabelecendo a quantidade total de licenças de emissão a atribuir nesse período e modo como tenciona atribuí-la.

Embora o objectivo primário do Protocolo de Quioto fosse “estabilizar as concentrações de seis GEE na atmosfera a um nível que evite uma interferência antropogénica perigosa no sistema climático” (UNFCCC, 1997), na primeira fase de aplicação da Directiva, entre 2005 e 2007, apenas o dióxido de carbono foi considerado (Comissão Europeia, 2003).

Quadro 2: GEE considerados no Protocolo de Quioto e na Directiva.

Protocolo de Quioto	Directiva 2003/87/CE
Dióxido de carbono (CO ₂)	Dióxido de carbono (CO ₂)
Metano (CH ₄)	
Óxido nitroso (N ₂ O)	
Hidrofluorcarbonetos (HFC's)	
Perfluorcarbonetos (PFC's)	
Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)	

Fonte: UNFCCC (1997), Comissão Europeia (2003).

Da mesma forma, inicialmente foram consideradas no Protocolo de Quioto mais actividades do que as que viriam a ser mais tarde incluídas na Directiva. Esta exclusão de algumas actividades na Directiva pode ser entendida como o resultado de um processo em que diversos *lobbies* exerceram a sua influência (ver capítulo 4).

Quadro 3: Categorias de actividades consideradas na Directiva.

Actividades	Gases com efeito de estufa
<i>Actividades no sector da energia</i> Instalações de combustão com uma potência térmica nominal superior a 20 MW (com excepção de instalações para resíduos perigosos ou resíduos sólidos urbanos).	Dióxido de carbono
Refinarias de óleos minerais.	Dióxido de carbono
Fornos de coque.	Dióxido de carbono

Fonte: Comissão Europeia (2003).

Quadro 3: Categorias de actividades consideradas na Directiva (continuação).

Actividades	Gases com efeito de estufa
<p><i>Produção e transformação de metais ferrosos</i> Instalações de ustulação ou sinterização de minério metálico (incluindo sulfuretos).</p> <p>Instalações para a produção de gusa ou aço (fusão primária ou secundária), incluindo vazamento contínuo, com uma capacidade superior a 2,5 toneladas por hora.</p>	<p>Dióxido de carbono</p> <p>Dióxido de carbono</p>
<p><i>Indústria mineral</i> Instalações de produção de clínquer em fornos rotativos com uma capacidade de produção superior a 500 toneladas por dia ou de cal em fornos rotativos com uma capacidade de produção superior a 50 toneladas por dia, ou noutros tipos de fornos com uma capacidade de produção superior a 50 toneladas por dia.</p> <p>Instalações de produção de vidro, incluindo fibra de vidro, com uma capacidade de fusão superior a 20 toneladas por dia.</p> <p>Instalações de fabrico de produtos cerâmicos por cozedura, nomeadamente telhas, tijolos, tijolos refractários, ladrilhos, produtos de grés ou porcelanas, com uma capacidade de produção superior a 75 toneladas por dia e/ou uma capacidade de forno superior a 4 m³ e uma densidade de carga enforada por forno superior a 300 Kg/m³.</p>	<p>Dióxido de carbono</p> <p>Dióxido de carbono</p> <p>Dióxido de carbono</p>
<p><i>Outras actividades</i> Instalações industriais de fabrico de:</p> <p>a) Pasta de papel a partir de madeira ou de outras substâncias fibrosas.</p> <p>b) Papel e cartão com uma capacidade de produção superior a 20 toneladas por dia.</p>	<p>Dióxido de carbono</p> <p>Dióxido de carbono</p>

Fonte: Comissão Europeia (2003).

Quadro 4: Categorias de actividades consideradas Anexo A do Protocolo de Quioto.

<p>Energia:</p> <ul style="list-style-type: none">• Combustão de combustíveis:<ul style="list-style-type: none">○ Indústrias da energia;○ Indústrias transformadoras e construção;○ Transporte;○ Outros sectores.• Emissões fugitivas de combustíveis:<ul style="list-style-type: none">○ Combustíveis sólidos;○ Petróleo e gás natural;○ Outros.
<p>Processos Industriais:</p> <ul style="list-style-type: none">• Produtos minerais;• Indústria Química;• Produção de metais;• Outras actividades produtivas;• Produção de hidrocarbonetos halogenados e hexafluoreto de enxofre;• Consumo de hidrocarbonetos halogenados e hexafluoreto de enxofre;• Outros.
<p>Uso de solventes e outros produtos</p>
<p>Agricultura:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fermentação entérica;• Gestão de estrumes;• Cultivo de arroz;• Gestão de solos agrícolas;• Queimadas controladas;• Queima de resíduos agrícolas;• Outros.
<p>Resíduos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Deposição de resíduos sólidos no solo;• Tratamento de águas residuais;• Incineração de resíduos;• Outros.

Fonte: UNFCCC (1997).

O CELE entrou em vigor em Janeiro de 2005 por um período de três anos, seguindo-lhe períodos de vigência de cinco anos. Neste primeiro período, o CELE apenas abrange as

instalações que emitem dióxido de carbono, de acordo com as condições estabelecidas no Anexo I da Directiva. Relativamente às instalações de combustão foram consideradas todas as instalações com potência térmica nominal superior a 20 MW, que fornecem energia ou um produto energético para utilização noutra parte da instalação ou fora dela. O artigo 30º da Directiva considera a possibilidade de uma revisão futura do seu âmbito de aplicação. Com base nos progressos obtidos na monitorização de GEE e evolução do contexto internacional, a Comissão poderá apresentar no futuro uma proposta ao Parlamento Europeu e ao Conselho, com vista à alteração do Anexo I de forma a incluir outros GEE para além do CO₂, assim como outros sectores relevantes, como o dos transportes, a indústria do alumínio e a indústria química.

No âmbito da Directiva, a Indústria Química fica abrangida apenas nos casos em que as empresas possuem instalações de combustão com uma potência nominal superior a 20 MW. Tal como no caso das outras indústrias e sectores, neste primeiro período de 2005 a 2007, apenas foi contemplado o CO₂ e apenas são consideradas emissões deste GEE provenientes da geração de energia para uso no processo e não emissões resultantes dos processos químicos de transformação.

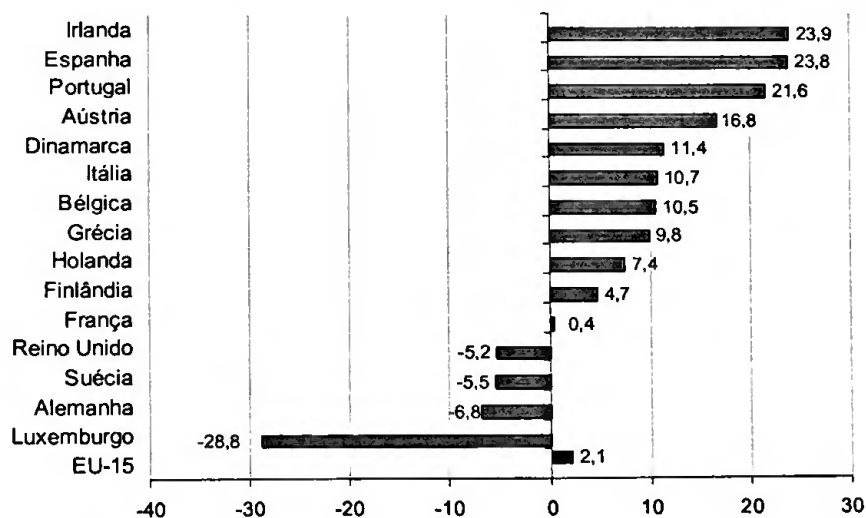
Durante o período de aplicação da Directiva, os Estados-Membros devem assegurar que os operadores de instalações que não devolvam, até 30 de Abril de cada ano, as licenças de emissão suficientes para cobrir as suas emissões no ano anterior, paguem uma multa pelas emissões excedentárias. A multa por cada tonelada de emissões excedentárias será igual a 40 €, no primeiro período de 2005 a 2007, e de 100 € nos períodos seguintes. O pagamento da multa por emissões excedentárias não dispensa o operador da obrigação de devolver uma quantidade

de licenças de emissão equivalente às emissões excedentárias aquando da devolução das licenças de emissão relativas ao ano civil subsequente.

3.3 O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão

A UE, no âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades entre os Estados Membros, formalizou o seu compromisso de redução de GEE, tendo distribuído entre os seus Estados Membros alvos de redução de emissões, acompanhando os progressos de cada país. A Figura 14, ilustra a situação em 2001, para os progressos nas reduções de emissões e as limitações de cada um dos Estados Membros, em comparação com os objectivos teóricos definidos no Acordo de Partilha de Responsabilidades, assumindo um trajecto linear durante o período de compromisso.

Figura 14: Distância ao objectivo definido no Protocolo de Quioto no âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades.



Fonte: Adaptado de Gilbert *et al.*, (2004).

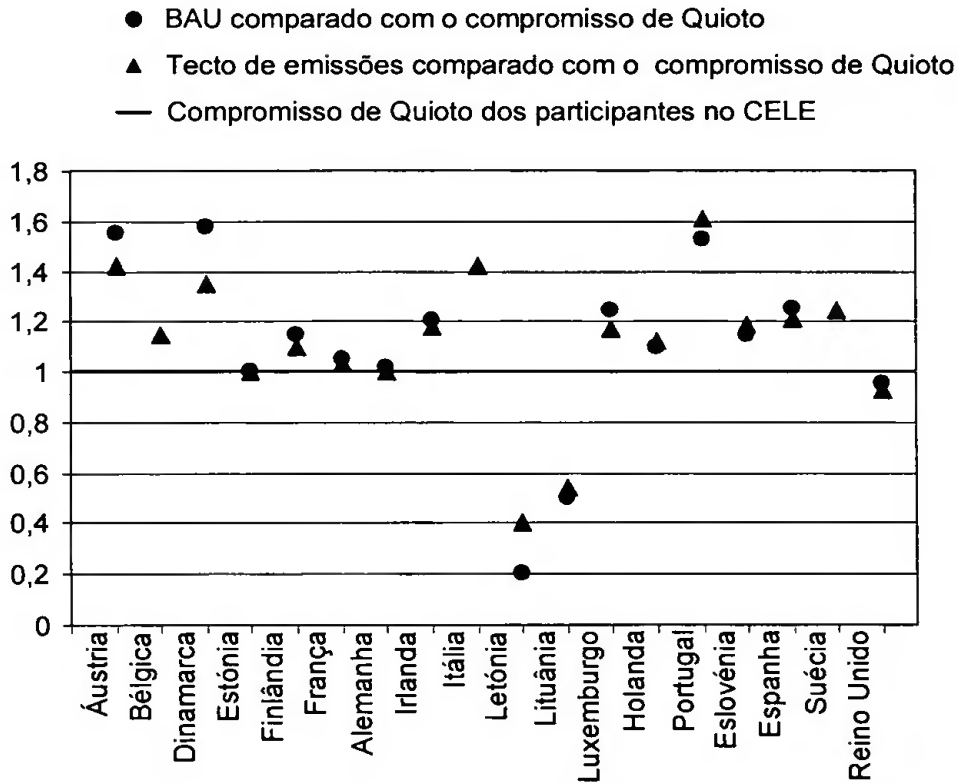
Em 2001, a UE excedia em 2001 as suas emissões de GEE em 2,1 % em relação ao objectivo teórico para esse ano. O Luxemburgo emitiu em 2001 menos 28,8 % de GEE do que o seu objectivo, enquanto Portugal excedeu em 21.6 % as suas emissões de GEE (Gilbert *et al*, 2004).

Para cumprir com os objectivos acordados, os Estados Membros terão que usar medidas domésticas e internacionais, nomeadamente o CELE, que através da Directiva, abrange aproximadamente 46% das emissões totais de CO₂ na UE.

Um dos requisitos da Directiva é o desenvolvimento por parte de cada país de um PNALE, que estabelece um tecto de emissões para o país, distribuindo pelos vários sectores e instalações os volumes máximos permitidos durante o seu período de aplicação.

A Figura 15 mostra a contribuição do compromisso de cada um dos países participantes no CELE para alcançar o objectivo definido no Protocolo de Quioto em relação emissões *Business As Usual* (BAU) de CO₂ dos sectores abrangidos pela Directiva para o ano de 2006. A contribuição de cada país exclui o uso dos Mecanismos de Flexibilidade de Quioto (MFQ), Implementação Conjunta (IC) e Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Figura 15: Tecto médio de emissões para 2005-2007 e comparação entre emissões BAU em 2006 e compromisso de emissões estimado para 2006.



Fonte: Adaptado de Gilbert *et al*, (2004).

Para Portugal, as emissões BAU foram estimadas com base nos pedidos de licenças de emissão dos sectores participantes. Portugal atribui mais licenças de emissão do que o esperado pelo cenário BAU. Existe um défice de 5,1 Mt CO₂e/ano, que terá de ser coberto com recurso aos MFQ. Espera-se que os sectores não abrangidos pela Directiva, especialmente os Transportes e as Energias Renováveis tenham uma contribuição significativa para cumprir o objectivo de Quioto.

Para o período de 2005 a 2007, foram atribuídos gratuitamente aos vários sectores da Directiva licenças de emissão correspondentes a 116,6 Mt de CO₂ onde estão já incluídas 9,2 Mt de CO₂ para novas instalações. A parte não utilizada da reserva constituída para novas instalações, será objecto de leilão durante o primeiro trimestre de 2008.

As licenças não utilizadas neste primeiro período não poderão ser guardadas pelos operadores para períodos seguintes, ou seja, não será permitido o *banking* de licenças atribuídas para 2005-2007 para o período de 2008-2012.

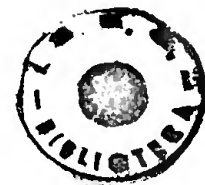
Quadro 5: Atribuição sectorial de licenças de emissão do PNALE I e proposta de atribuição sectorial de licenças de emissão do PNALE II, para as instalações existentes.

Unidade tCO₂/ano.

Sector	PNALE I	PNALE II	Diferença %
Centrais Termoeléctricas	20969238	16476305	-21,4
Refinação	3265877	3123107	-4,4
Cogeração	2480025	2628844	6,0
Instalação de Combustão	535445	1489104	178,1
Metais Ferrosos	308784	336376	8,9
Cimentos e Cal	7135493	7044795	-1,3
Vidro	681153	701586	3,0
Pasta e Papel	362841	361848	-0,3
Cerâmica	1189995	588637	-50,5
Total	36928851	32750602	-11,3

Fonte: Instituto do Ambiente (2004, 2006).

Apesar da diminuição do volume total de emissões do PNALE I para o PNALE II, note-se o aumento significativo das licenças de emissão atribuídas ao sector das Instalações de



Combustão, fruto de uma redefinição deste conceito. No PNALE I, estavam incluídas todas as instalações com potência térmica nominal superior a 20 MW que fornecem um produto energético para utilização noutra ponto da instalação ou fora dela (IA 2004). Para o período de 2008-2012, o conceito de instalação de combustão é mais abrangente, contemplando a inclusão de fontes de emissão relativas a instalações do sector químico.

Neste conceito redefinido, incluem-se não só “os equipamentos cujo calor produzido seja usado noutra equipamento, através de um meio como a electricidade, vapor ou termofluído”, tal como definido no PNALE I, mas também outras fontes de emissão, como fornalhas de instalações de negro de fumo, *crackers* de etileno/propileno e fornalhas de instalações de *rockwool*. Para estas instalações foram apenas consideradas as emissões provenientes da geração de energia, sendo excluídas emissões de processo (IA, 2006).

As atribuições do PNALE II prevêm já aumentos significativos em várias instalações relativamente a anos anteriores, estando também já previsto um aumento significativo noutras instalações já existentes, devido a novos investimentos, bem como à realização de novos investimentos na região de Sines e de Estarreja, que deverão ser responsáveis pelos restantes aumentos (IA, 2006).

Desta forma, o peso do sub-sector químico dentro do sector das Instalações de Combustão, passa de 42% do PNALE I para 79 % para o PNALE II, *cf.* Quadro 6, enquanto no sector da cogeração se mantém relativamente estável.

Quadro 6: Peso do sub-sector da Indústria Química nos sectores de Cogeração e Instalação de Combustão no PNALE I e II. Unidade tCO₂/ano.

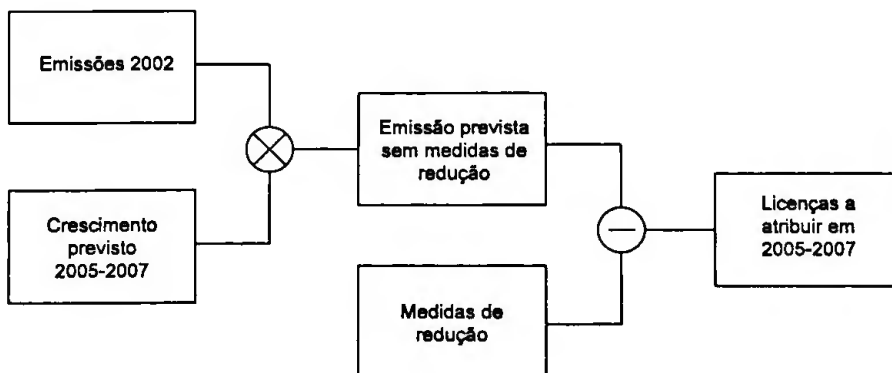
Sector	Sub-sector	PNALE I	%	PNALE II	%
Cogeração	Químico	873247	35	945713	36
Instalação de Combustão	Químico	225061	42	1173762	79

Fonte: IA (2006).

3.3.1 Metodologia de atribuição de Licenças de Emissão do PNALE

A quantidade total de licenças foi estabelecida considerando o cenário de referência do PNAC, que considera um valor intermédio entre cenários alto e baixo para a evolução da economia. À quantidade de emissões previstas sem medidas de redução, são subtraídas as emissões provenientes de medidas de redução.

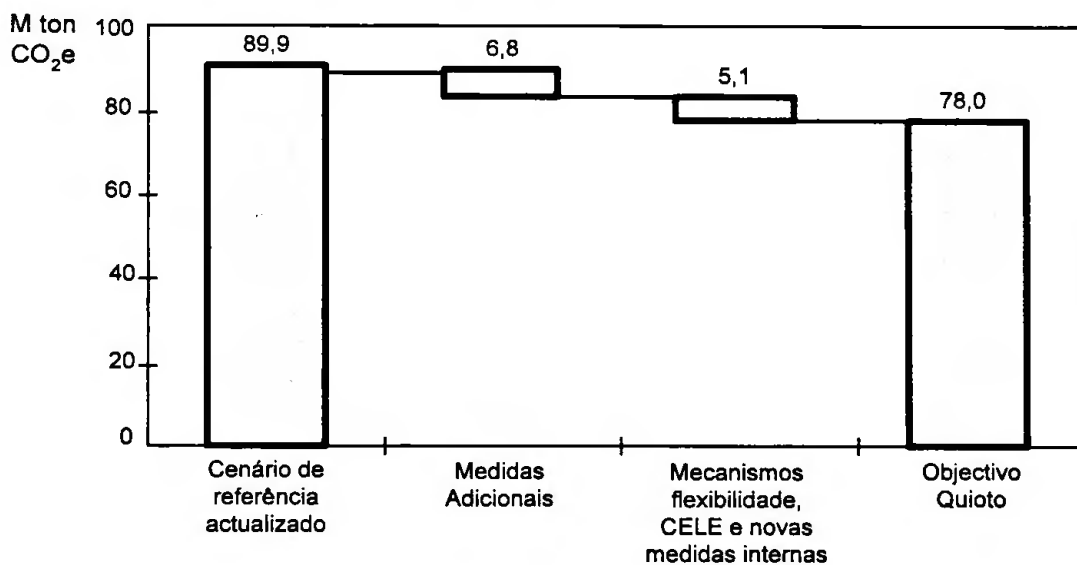
Figura 16 - Metodologia para definição de licenças a atribuir em 2005-2007.



Fonte: Adaptado de IA (2004).

Portugal, no âmbito do Protocolo de Quioto, assumiu o compromisso limitar o crescimento de emissões de GEE em 27% face a 1990, ou seja, a não ultrapassar 78 MtCO₂e/ano no período de 2008-2012. Apesar dos esforços já feitos, as projecções apontam para um défice de 5,1 MtCO₂e/ano, que terá de ser coberto com recurso aos mecanismos de flexibilidade previstos no Protocolo de Quioto, a medidas internas de redução e ao CELE.

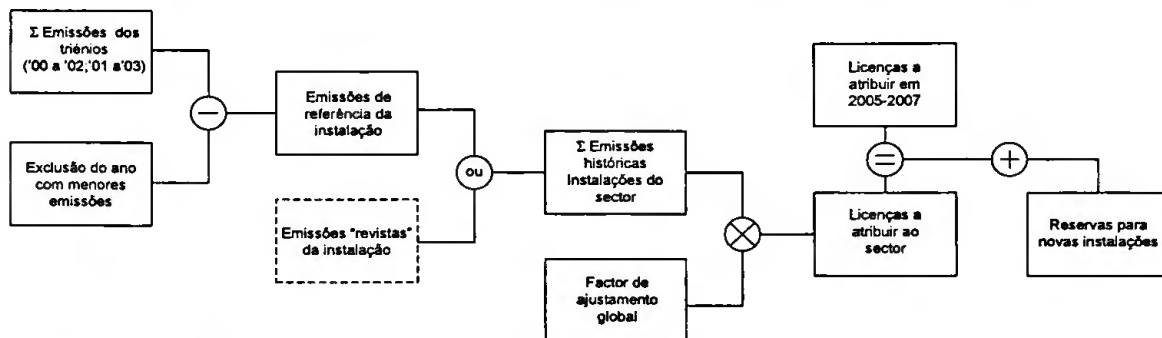
Figura 17 - Projecção de emissões 2010 vs. Objectivo de Quioto.



Fonte: Adaptado de IA (2004).

A definição do montante de atribuição de licenças por sector de actividade foi realizada com base no total das emissões históricas das instalações, ou em casos específicos, em projecções, considerando ainda um factor de ajustamento para acomodar aumentos marginais de utilização de capacidade.

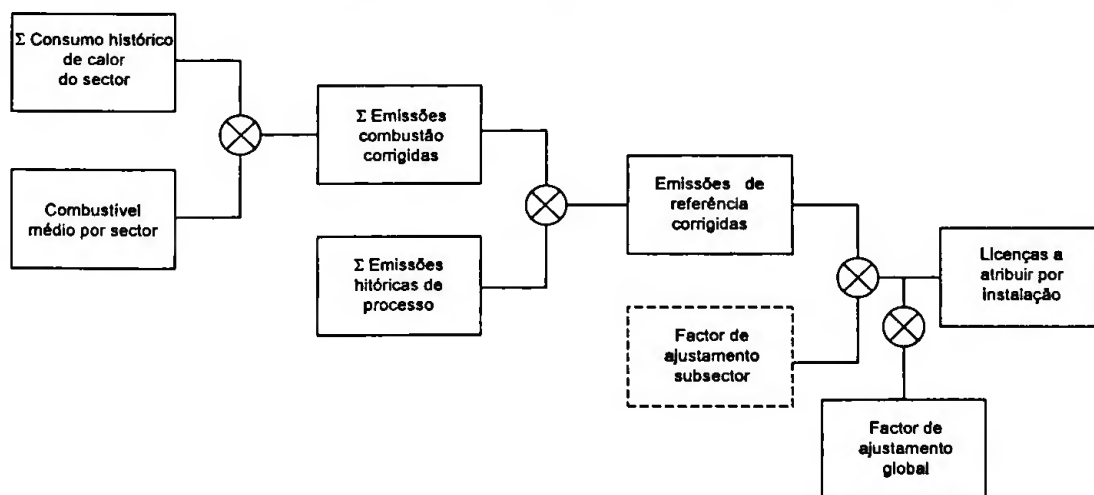
Figura 18 – Metodologia para definição de licenças a atribuir por sector em 2005-2007.



Fonte: Adaptado de IA (2004).

A atribuição de licenças por instalação foi realizada com base no somatório das emissões históricas ajustadas de combustão (recalculadas aplicando um “combustível médio” para cada subsector de actividade) e das emissões históricas de processo. Este somatório foi multiplicado pelo factor de ajustamento global, equivalente ao utilizado para o cálculo das emissões de cada sector.

Figura 19 – Metodologia para definição de licenças a atribuir por instalação em 2005-2007.



Fonte: Adaptado de IA (2004).

3.3.2 Aspectos técnicos do PNALE – Potencial de redução de emissões.

O critério do potencial de redução de emissões foi considerado apenas na definição global do tecto de emissões a atribuir aos sectores da Directiva. Uma vez que, durante o processo de consulta com as associações e empresas representantes das instalações abrangidas pela Directiva, foram identificadas necessidades de ajustamento das perspectivas do PNAC de crescimento de produção de vários sectores, foi decidido não incorporar o potencial de redução de emissões previsto no PNAC como metodologia para a atribuição ao nível sectorial.

O potencial de redução de emissões dos diferentes sectores abrangidos pela Directiva está incorporado nos cenários de referência do PNAC para 2010. Para cada sector, foram avaliadas e incorporadas potenciais medidas de redução economicamente eficientes, tendo por base, sempre que disponíveis, os valores de emissão associados às Melhores Tecnologias Disponíveis aplicáveis para cada rubrica referente à Prevenção e Controlo Integrado da Poluição (PCIP), de acordo com o “BREF” respectivo. Estes *benchmarks* foram validados pelos respectivos sectores e ajustados às situações específicas de cada sector/instalação. Para o PNALE, foram ajustadas as perspectivas de crescimento da produção, incorporando a evolução observada entre 2000 e 2002, contemplando as perspectivas de investimento ajustadas para 2005-2007 e incorporando as projecções da Direcção Geral de Energia (DGE) do crescimento da procura de electricidade.

3.3.3. Acções precoces

Ao longo da última década, a generalidade dos sectores e instalações realizou uma série de investimentos com o objectivo de alcançar um nível de eficiência em linha com os seus congéneres europeus. Estes investimentos, no âmbito de aumentos de capacidade e/ou reconversão tecnológica, foram realizados com base em acordos voluntários com o Governo e/ou com base numa perspectiva económica de criação de valor. No entanto, na atribuição de licenças de emissão, foi decidido não incorporar qualquer mecanismo adicional com base em acções precoces de redução de emissões de GEE (IA, 2004).

O critério de atribuição de licenças de emissão com base em emissões históricas e a não consideração das acções precoces dos operadores nos esforços de emissão de GEE, segundo Canaveira (2005), penaliza as empresas menos poluidoras e mais energeticamente eficientes em relação às empresas mais poluidoras e menos eficientes na utilização de energia.

Uma empresa que tenha feito investimentos para se manter no topo da excelência da tecnologia disponível e para reduzir significativamente o impacte das suas actividades sobre o consumo de recursos não renováveis, o consumo de energia ou a emissão de vários poluentes, chega ao presente (ao período de referência, nos termos da Directiva) com emissões muito próximas do mínimo que, com a tecnologia actual, lhe é possível atingir. Em oposição, uma empresa com níveis de investimento baixos ao longo dos anos, que se apresenta no período de referência com uma tecnologia antiquada e ineficiente, muito

abaixo da melhor tecnologia disponível para a sua actividade, previsivelmente apresentará uma elevada ineficiência energética e uma emissão igualmente elevada de vários poluentes.

Quando aplicada uma atribuição de base histórica, será exigida a ambas as empresas uma redução equivalente e proporcional ao nível de emissões observadas no período de referência, por exemplo uma redução de 10%. A empresa que tenha vindo a fazer investimentos na procura de aumentos de eficiência, terá mais dificuldades em fazer reduções de emissões adicionais a um custo aceitável. Isto leva à necessidade de adquirir no mercado licenças para cobrir as suas emissões. A empresa mais ineficiente, fazendo um conjunto de investimentos, consegue alcançar reduções a um custo relativamente baixo e bem acima dos 10% exigidos, o que a coloca no mercado como vendedora de licenças de emissão.

Ainda segundo Canaveira, a média de consumo de recursos e de tecnologia de um dado sector não está normalmente alinhada com o óptimo da tecnologia disponível para esse sector. Para esse facto contribuem diversos factores técnicos (a idade da instalação, a vida útil dos vários equipamentos que a compõem e a rentabilização do capital neles investido) e factores de mercado (expansão ou contracção de mercados, concorrência com outras fábricas nacionais ou de outros países, aparecimento de novos produtos). Por estes motivos, não é geralmente possível ter na mesma fábrica, reunidos a cada momento, todos os melhores equipamentos disponíveis.

A inovação tecnológica, por exemplo, com a substituição de um equipamento é, normalmente, uma oportunidade importante de melhoria da instalação, quer nos aspectos

relacionados com o consumo de energia, com a emissão de poluentes ou com o aumento da segurança para colaboradores. Esta realidade de investimento das empresas pode ser aproveitada no contexto do CELE para incentivar as empresas a acelerarem o seu programa de investimentos, ou a concentrá-lo em áreas relevantes para a redução de emissões.

Para tal bastará caracterizar o nível médio de emissões de cada uma dada actividade e estabelecer a atribuição de licenças de emissão com base nesse critério, por exemplo, 10% menos que a média.

Retomando o exemplo de cima, o objectivo de redução global seria atingido (menos 10%), a empresa que realizou investimentos na procura de uma aumento de eficiência, veria recompensado o seu esforço anterior, uma vez que estaria acima deste nível e poderia vender o seu “sucesso” a empresas que não fizeram esse investimentos e que estariam seguramente a emitir mais que o seu valor (ver capítulo 5). A lógica do sistema mantém-se: as empresas menos eficientes farão os investimentos necessários para evitar o custo adicional; as empresas que fizeram os investimentos na procura de aumentos de eficiência, não serão prejudicadas por ter actuado há mais tempo.

3.4 Delimitação do campo de análise no âmbito do PNALE

O campo de análise para este trabalho compreende as empresas incluídas no PNALE I integradas no subsector da indústria química nos sectores de instalação de combustão e cogeração. Deste subsector, foram excluídos os operadores que apenas prestam um serviço

de fornecimento energético, casos da Energin e da Carriço Cogeração, e que são independentes das empresas produtoras de produtos químicos.

Às empresas seleccionadas foi enviado um questionário para obter os dados relevantes para a criação de cenários que permitam fazer uma avaliação dos possíveis impactos que a aquisição de licenças de emissão possa ter nas suas estruturas de custos.

3.4.1 As empresas estudadas

Dentro deste conjunto de empresas, obtiveram-se respostas da CIRES, Companhia Industrial de Resinas Sintéticas, da Selenis Polímeros, da Companhia União Fabril, obtiveram-se respostas da unidade de Químicos Industriais, CUF – Químicos Industriais, e da Repsol YPF.

3.4.1.1 CIRES

A CIRES, S.A. é uma empresa produtora de cloreto de polivinilo (PVC) por dois processos distintos, PVC-Emulsão e PVC-Suspensão, com capacidades instaladas de 260 e 15 kt/ano, respectivamente e que não produzem emissões de CO₂. As necessidades energéticas da CIRES, são satisfeitas pela BAMISO, S.A. detida a 100% pela CIRES.

O PVC é um dos três polímeros mais produzidos mundialmente, depois do polietileno (PE) e do polipropileno (PP). É usado na maioria dos sectores industriais (embalagens, automóvel, construção, agricultura, instrumentos médicos, etc.).

Existem três processos diferentes para a produção de PVC:

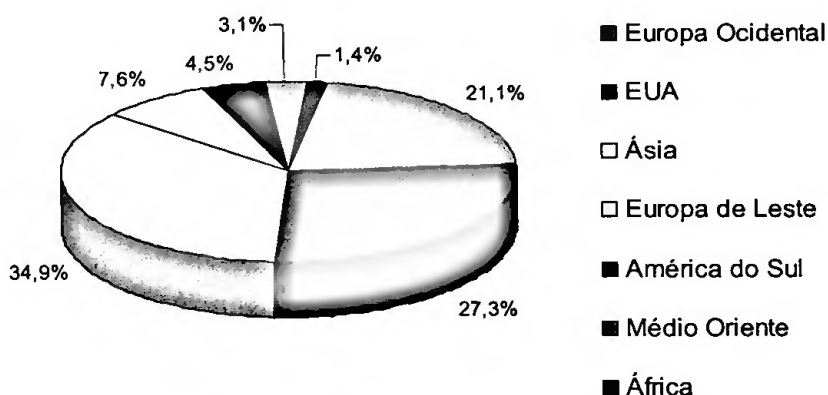
- Processo de polimerização em suspensão;
- Processo de polimerização em emulsão;
- Processo de polimerização em massa (*bulk*);

A coexistência dos processos de emulsão e de suspensão deve-se às características morfológicas das partículas de PVC. As características particulares do PVC produzido no processo de polimerização em emulsão (E-PVC), fazem com que a sua utilização seja adequada e vantajosa em algumas aplicações específicas de alguns mercados. O processo de polimerização de PVC em suspensão (S-PVC) é mais adequado para produção em larga escala de produtos menos diferenciados. O processo *bulk*, tem vindo a perder importância nos últimos anos.

Em 1999, a capacidade produtiva de PVC na Europa Ocidental era de 6,1 milhões de toneladas, das quais 800000 eram de E-PVC, e as restantes na grande maioria de S-PVC. Nos EUA, a capacidade de produção de PVC é aproximadamente 7,9 milhões de toneladas, das quais 300000 são de E-PVC.

A Ásia produzia em 1999 10,1 milhões de toneladas, das quais 2,5 milhões são provenientes do Japão e 2,5 milhões da China, a Europa de Leste produzia 2,2 milhões de toneladas, a América do Sul 1,3 milhões de toneladas, o Médio Oriente 0,9 milhões de toneladas e em África cerca de 0,4 milhões de toneladas. A capacidade mundial total em 1999 era estimada em 28,7 milhões de toneladas.

Figura 20: Distribuição mundial da produção de PVC.



Fonte: IPPC (2006).

Na produção de PVC, a energia é maioritariamente utilizada sob a forma de vapor para o aquecimento de equipamentos utilizados nas diversas operações unitárias e energia eléctrica usada em unidades de refrigeração, bombas, agitadores, etc.

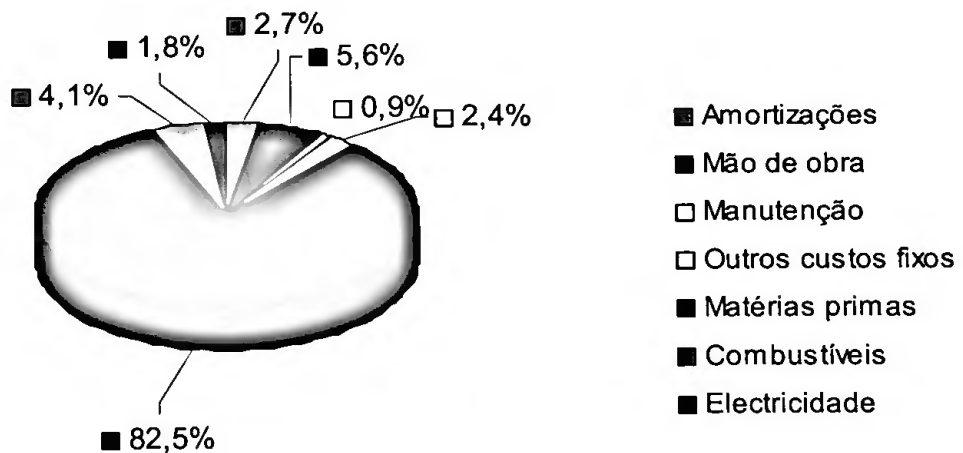
Quadro 7: Consumos típicos de energia na produção de PVC.

	S-PVC	E-PVC	CIRES
Energia térmica (GJ/ t PVC)	2-3	6-9	3.43 ¹
Energia eléctrica (GJ/t PVC)	0.7-1.1	1.4-2.2	

Fonte: IPPC (2006), CIRES.

A produção de PVC não liberta CO₂ processual. O CO₂ emitido provém da geração de energia, pelo que os custos associados às emissões são, para uma dada eficiência energética e tecnologia, proporcionais aos custos energéticos. Numa empresa como a CIRES, os custos energéticos são da ordem dos 6 %.

Figura 21: Estrutura de custos da CIRES.



Fonte: CIRES.

¹ Valor para as duas formas de energia e tipos de PVC.

3.4.1.2 Selenis

A Selenis Polímeros é uma empresa produtora de polietileno tereftalato (PET) com uma capacidade instalada de 68000 t/ano.

As fibras de polyester, onde se inclui o PET, foram desenvolvidas e patenteadas durante a década de 40 do século XX, tendo a sua comercialização sido iniciada a partir da década seguinte. No fim do século XX, eram as fibras sintéticas mais produzidas, com um excedente de produção global de 16 milhões de toneladas. Usando tecnologias semelhantes, outras 7 milhões de toneladas são produzidas para utilizações em embalagens e filmes estiráveis (IPPC, 2006).

Em média, a utilização destas fibras teve nos últimos 10 anos, um crescimento anual na ordem dos 6,5%, que se deu sobretudo nos EUA e no Japão. Na Europa, o crescimento do consumo em 2001 e 2002 foi cerca de 1,0%, com uma produção total de 3234 mil toneladas em 2002.

Quadro 8: Volume de produção de PET na Europa entre 2000 e 2002.

Ano	2000	2001	2002
Volume de produção/kt	3100	3182	3234

Fonte: IPPC (2006).

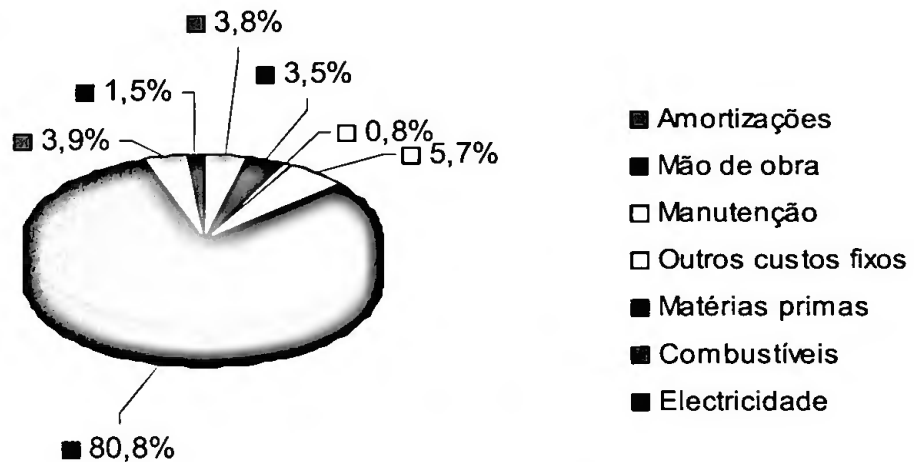
O mercado global de fibras de PET nos últimos 25 anos é caracterizado pelas seguintes tendências:

- Uma deslocalização da produção de países desenvolvidos (Europa, EUA e Japão) para espaços económicos emergentes na Ásia e América do Sul, acompanhada de uma tendência comum de diminuição das margens de lucro;
- Transferência de tecnologia por parte das empresas detentoras, muitas vezes ligadas aos produtores, na mesma direcção que deslocalização da produção;
- Passagem de um cenário de crescimento da produção em países desenvolvidos para um cenário de especialização, resultando em novos produtos especializados para diferentes aplicações;
- Um cenário de crescimento nos novos países emergentes, com uma focalização na produção em escala.

Como resultado destas tendências, a indústria de PET Europeia é altamente especializada e produz muitas especialidades, a uma escala francamente pequena. Os investimentos em termos de tecnologias, racionalização, segurança e ambiente, são focalizados nos equipamentos existentes. À mais de uma década, que não se faz qualquer investimento em de raiz em novas instalações produtoras de PET na Europa.

O consumo de energia depende bastante da capacidade das fábricas, do tipo de reactor e da concentração de catalisador. Para a Selenis, o consumo total de energia é de 188 GJ/t PET. A parcela dos custos com energia representa aproximadamente 5.4 % dos custos totais da Selenis.

Figura 22: Estrutura de custos da Selenis.



Fonte: Selenis.

3.4.1.3 CUF-Químicos Industriais

A unidade da CUF-Químicos Industriais, integrada no complexo industrial de Estarreja produz anilina e cloro. Estas duas substâncias químicas são duas das matérias-primas na

produção de metil diisocianato (MDI), realizada pela DOW Portugal², uma das matérias-primas na produção de resinas de poliuretanos, que por sua vez têm um amplo conjunto de aplicações, que vão desde a produção de espumas flexíveis, plásticos, tintas, a aplicações na indústria automóvel e de outros bens de consumo.

A produção de MDI implica a utilização de cloro para um dos passos fundamentais do processo, a flogenação. Dada perigosidade destes dois produtos, torna-se extremamente perigoso o seu transporte, pelo que as unidades de produção de MDI e de cloro estão tipicamente integradas.

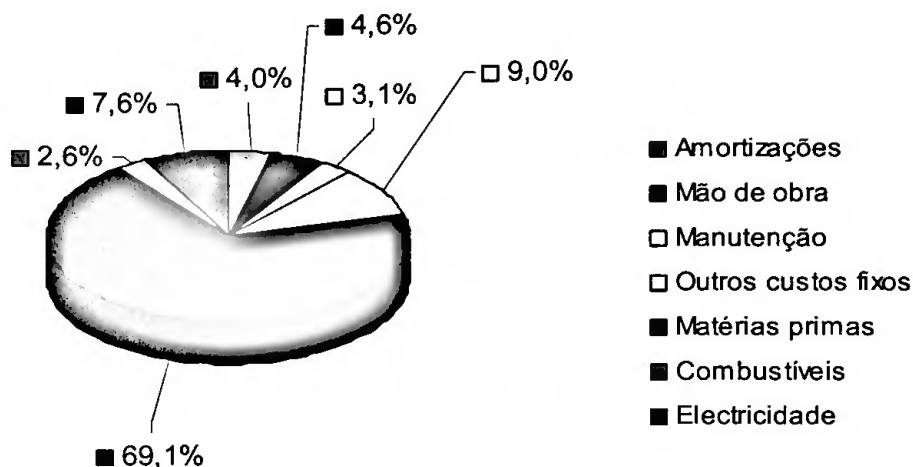
A anilina é produzida num processo de redução através da hidrogenação catalítica do nitrobenzeno, sendo que a produção de nitrobenzeno e de anilina, estão, como é o caso da CUF-Químicos Industriais, frequentemente integradas.

O cloro é produzido a partir da electrólise do sal-gema, sendo um processo em que o consumo de electricidade é bastante elevado, tendo por essa razão um peso importante na estrutura de custos da empresa.

Na sua estrutura de custos, o peso da electricidade é apenas de 7,6 % dos custos totais, já que estes custos referem-se à produção de cloro e de anilina no seu conjunto (ver capítulo 5). Na figura 23, apresenta-se a estrutura de custos da CUF-Químicos Industriais.

² A DOW Portugal é uma das empresas do sub-sector químico do PNALE, mas que por razões de confidencialidade, não respondeu ao questionário, pelo que não foi possível obter os dados necessários.

Figura 23: Estrutura de custos da CUF-Químicos Industriais.



Fonte: CUF – Químicos Industriais.

3.4.1.4 Repsol YPF

A Repsol YPF produz em Portugal polietileno (PE), de alta densidade (PEAD) e de baixa densidade (PEBD), a partir do etileno, que também produz a partir do processo de *cracking* de hidrocarbonetos em Sines.

A procura mundial de olefinas como o etileno, propileno, buteno e butadieno é maior do que para qualquer outro produto químico. Devido à sua elevada reactividade, apenas se encontram em pequenas concentrações no crude de petróleo, pelo que é necessário obtê-las a partir de um processo de fraccionamento, ou *cracking*.

A produção de etileno na UE é de 20 milhões de toneladas, cerca de 25% da produção mundial, tendo esta capacidade de produção aumentado em 5 milhões de toneladas nos últimos 10 anos, graças à expansão e optimização da capacidade já instalada e à construção de quatro novos *crackers*. O PE é o polímero mais produzido e consumido à escala mundial, com aplicações variadas (IPPC, 2006).

Quadro 9: Consumo mundial de polietileno entre 1987 e 2001.

	1987	1996	2001
Europa Ocidental (kt/ano)	6873	9755	11330
Europa de Leste (kt/ano)	2177	1720	3110
Resto do Mundo (kt/ano)	24713	38500	49100

Fonte: IPPC (2006).

O PE é produzido em toda a Europa, em unidades localizadas próximo de refinarias, que fornecem a matéria-prima. Nos últimos anos, fusões e *joint-ventures* fizeram com que o número de produtores na Europa diminuísse.

Quadro 10: Principais localizações de produtores de PE na Europa Ocidental em 2001.

País	Nº de unidades de produção	Produtos
Áustria	1	PEBD, PEAD
Bélgica	8	PEBD, PEAD
Finlândia	1	PEBD, PEAD, PELBD
França	11	PEBD, PEAD, PELBD

Fonte: IPPC (2006).

Quadro 10: Principais localizações de produtores de PE na Europa Ocidental em 2001
(continuação).

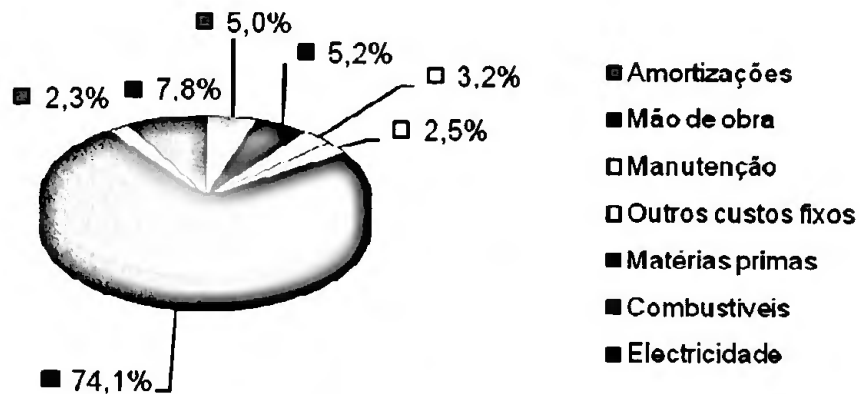
Alemanha	11	PEBD, PEAD, PELBD
Itália	7	PEBD, PEAD, PELBD
Holanda	2	PEBD, PEAD, PELBD
Noruega	1	PEBD, PEAD
Portugal	1	PEBD, PEAD
Espanha	5	PEBD, PEAD, PELBD
Suécia	1	PEBD, PEAD, PELBD
Reino Unido	3	PEBD, PEAD, PELBD

Fonte: IPPC (2006).

Dependendo das propriedades físico-químicas do produto, distinguem-se diferentes tipos de PE, que requerem diferentes processos de produção, em que a principal característica diferenciadora do produto é a sua densidade.

Em termos de consumo de energia, o processo de *cracking* de olefinas é altamente endotérmico, requerendo grandes quantidades de energia, a temperaturas superiores a 800°C para o fraccionamento dos hidrocarbonetos, mas também para o uso de técnicas de separação criogénicas, envolvendo a refrigeração a temperaturas até -150°C. O consumo de energia varia bastante de em função de factores como a capacidade, o tipo de matéria-prima utilizada, idade da unidade e da tecnologia e integrações energéticas realizadas (IPPC, 2003).

Figura 24: Estrutura de custos da Repsol YPF.



Fonte: Repsol YPF.

Nesta estrutura de custos, o peso da electricidade e dos combustíveis é de 10,1%, o que é indicador da intensidade energética da produção de PE.

3.5 Conclusões

As alterações climáticas provocadas por emissões para a atmosfera de gases provenientes da actividade humana, nomeadamente, actividades económicas, são alvo da preocupação das Nações Unidas, o que levou ao aparecimento do Protocolo de Quioto. Com a ratificação deste protocolo por parte da UE, surgiu a Directiva 2002/358/CE que procura assegurar os compromissos assumidos, sem por em causa o desenvolvimento económico, dos países

abrangidos em geral e das várias actividades e indústrias em particular. A atribuição de licenças de emissão limita as emissões de GEE e consequentemente pode por um lado estimular o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e por outro lado inibir o crescimento das actividades económicas. O PNALE embora estabeleça um tecto para as emissões de GEE de Portugal, é para o primeiro período de 2005 a 2007 suficientemente generoso, na medida em que o volume total de licenças de emissão foi atribuído a partir das emissões históricas dos vários sectores e considerando já aumentos de capacidade e novos projectos e investimentos. Contudo o cumprimento do objectivo de Quioto ainda não está assegurado sendo de antever o recurso a medidas adicionais de redução de emissões e uma crescente limitação das emissões de GEE.

As emissões de CO₂ das empresas estudadas são provenientes da combustão de combustíveis fósseis com vista à obtenção de energia para utilização nos vários equipamentos usados no processo. O peso da energia na estrutura de custos (combustíveis e electricidade) varia em função da capacidade instalada, matérias-primas e tecnologias. Como as emissões de CO₂ são proporcionais ao consumo energético, torna-se num contexto de limitação de emissões de GEE, tornar os processos o mais eficientes possíveis, o que permite não só alcançar ganhos económicos, reduzindo custos, mas também permite cumprir com os compromissos e objectivos ambientais estabelecidos.

4. A Indústria Química na Europa e a Directiva 2003/87/CE

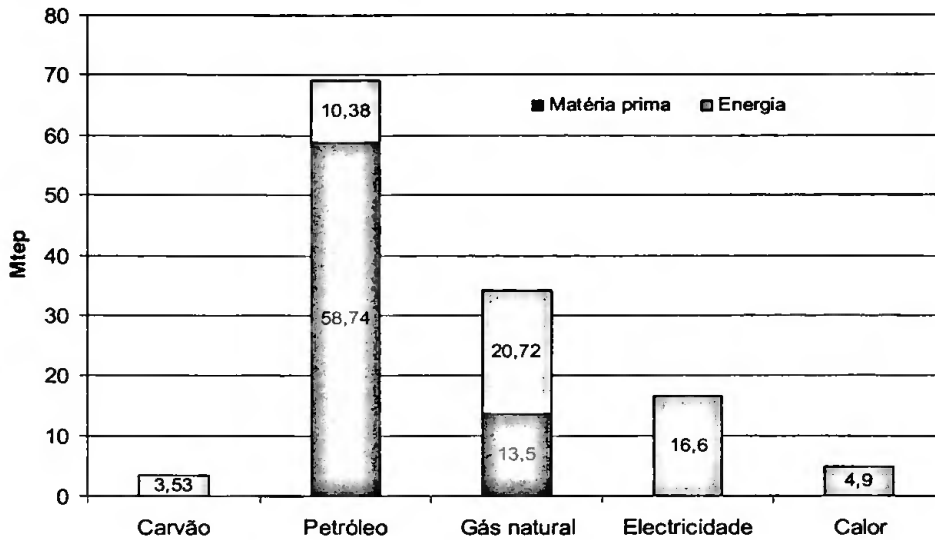
Com a ratificação do Protocolo de Quioto e a entrada em vigor da Directiva, surgiram receios por parte dos vários sectores da Indústria Europeia que as restrições de emissões de GEE pudessem levar à perda de competitividade internacional. Estes receios levaram à adopção por parte de várias organizações sectoriais de uma posição desfavorável à participação no CELE.

No período de 2005 a 2007, dos GEE referenciados no Protocolo de Quioto, apenas o CO₂ foi contemplado na Directiva. A Indústria Química, uma das indústrias consideradas nos Processos Industriais referenciados no Protocolo de Quioto, não foi abrangida pela Directiva. Esta exclusão de algumas actividades na Directiva pode ser entendida como o resultado de um processo em que diversos *lobbies* exerceram a sua influência. No PNALE, a Indústria Química é um dos subsectores, sendo incluídas as instalações de combustão com potência nominal superior a 20 MW que fornecem um produto energético para utilização noutra ponto da instalação ou fora dela. Ficaram portanto excluídas emissões provenientes dos processos químicos de transformação.

4.1 O perfil energético da Indústria Química Europeia

O consumo de energia é um grande factor de custos na Indústria Química Europeia, representando aproximadamente 130 Mtep, um valor que é cerca de 3% do consumo de energia mundial e 12 % do consumo de energia dentro da UE a 25 (Botschek, 2006).

Figura 25: Consumo de energia na Indústria Química Europeia a 25 por fonte.



Fonte: Adaptado de Botschek (2006).

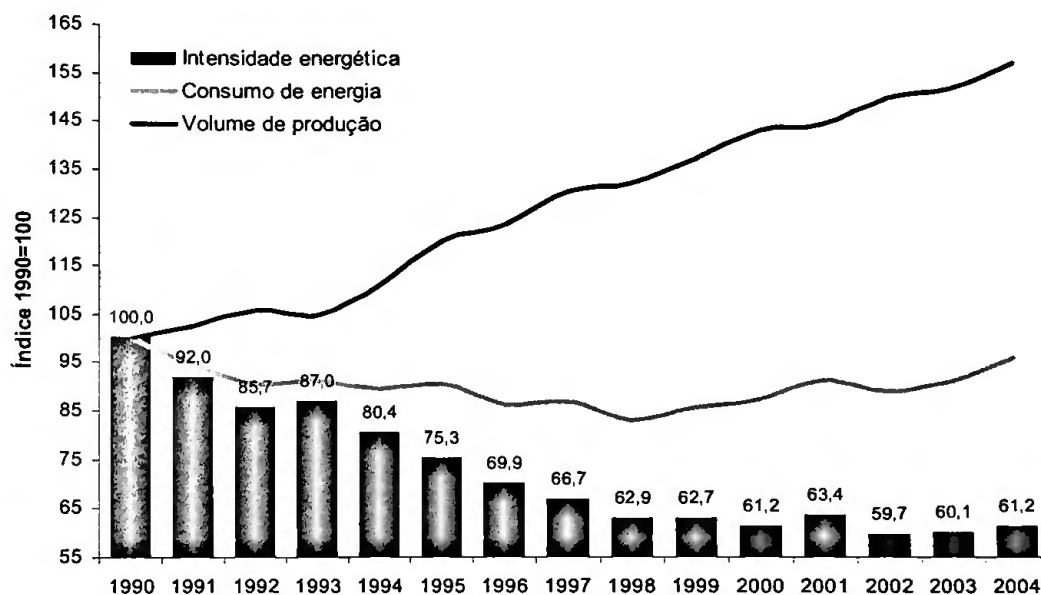
A Indústria Química transforma energia e matérias-primas em produtos que são consumidos quer por outras indústrias, quer por consumidores finais. O custo destes *inputs* é um factor de competitividade à escala global. Do sector da energia, consome carvão, derivados do petróleo, gás natural e electricidade, usando-os tanto como matérias-primas como fonte de energia (Hadhri, Weigel, 2006).

4.1.1 Eficiência no consumo de energia

Desde à vários anos que a Indústria Química Europeia aumenta a sua eficiência energética, reduzindo o seu consumo de unidade de produção. Em 2004 o consumo de energia por unidade de produção era 39% mais baixo em relação a 1990. A eficiência energética é contudo limitada: quanto maior é o nível de eficiência energética alcançado, mais difícil é fazer melhorias adicionais. Não obstante, desde 1990, os níveis de produção aumentaram

sucessivamente, mantendo o consumo de energia constante e conseqüentemente, baixando a intensidade energética significativamente.

Figura 26: Intensidade energética na Indústria Química Europeia.

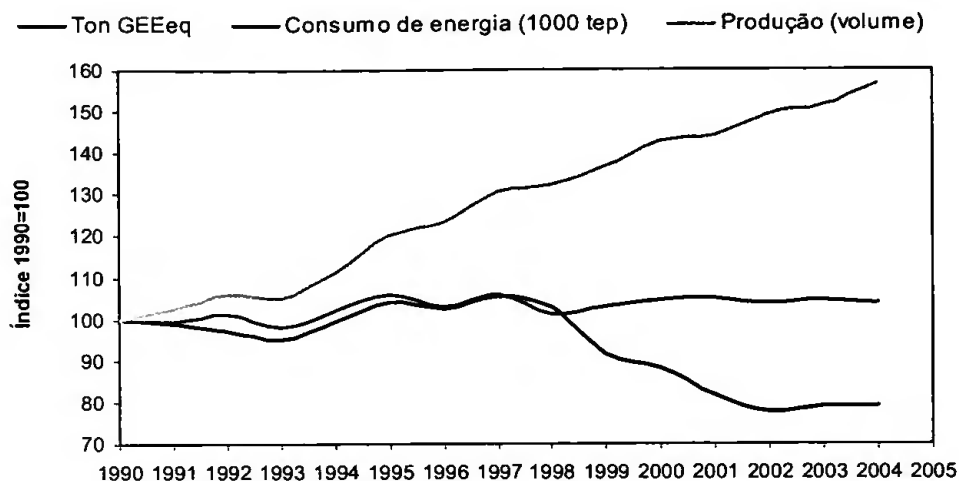


Fonte: Adaptado de Hadri, Weigel (2006).

4.1.2 Uso de energia e emissões de GEE

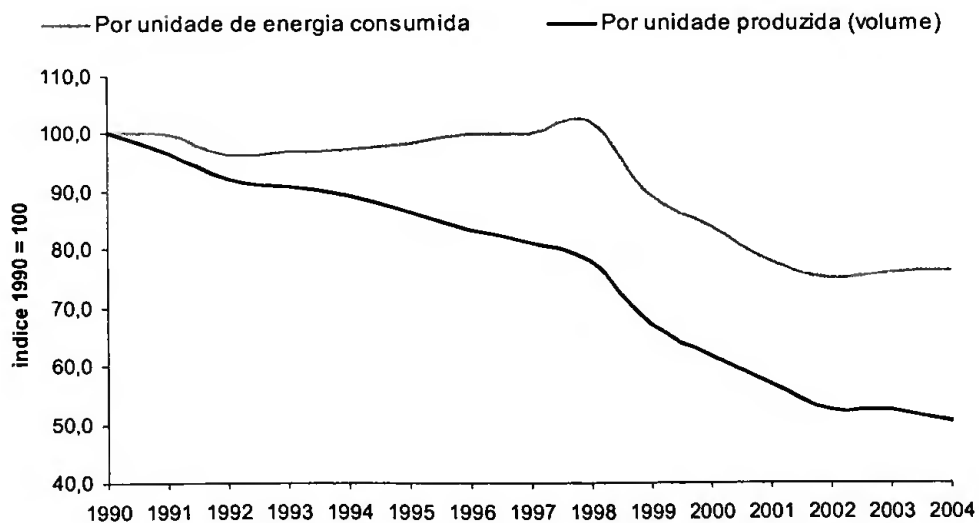
Entre 1990 e 2004, a produção da Indústria Química Europeia subiu cerca de 56%, enquanto o consumo de energia manteve-se estável e as emissões de GEE foram reduzidas em mais de 20%. Desta forma, as emissões de GEE por unidade de energia consumida foram reduzidas em quase 25% e as emissões de GEE por unidade de produção foram praticamente reduzidas a metade desde 1990, o que revela os esforços feitos pela Indústria Química Europeia para minimizar o impacto da sua actividade no meio ambiente.

Figura 27: Emissões de GEE, consumo de energia e volume de produção da Indústria Química Europeia.



Fonte: Adaptado de Hadri, Weigel (2006).

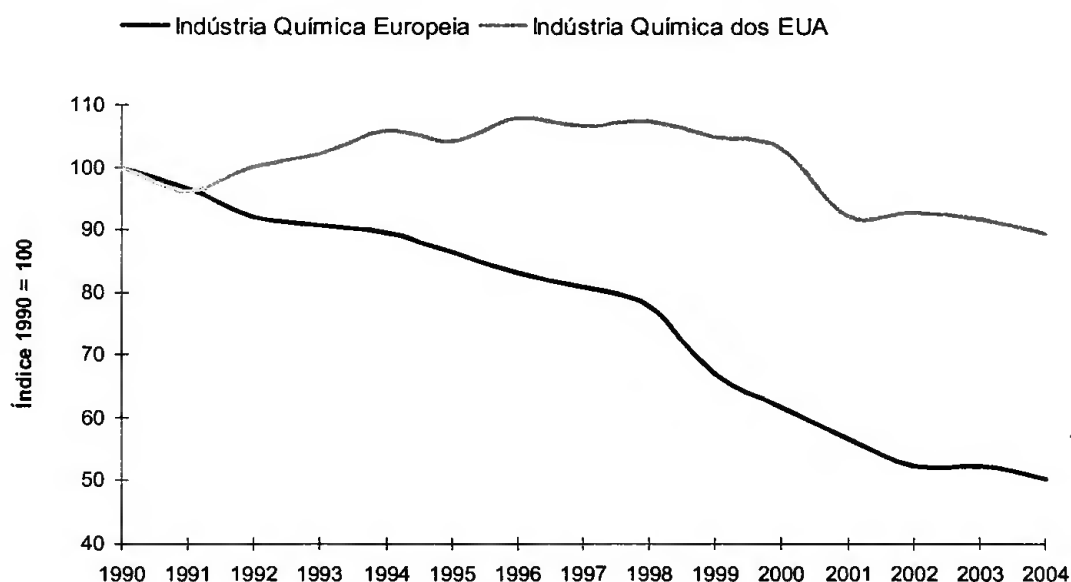
Figura 28: Emissões de GEE da Indústria Química Europeia, por unidade de energia consumida e por volume de produção unitário de energia.



Fonte: Adaptado de Hadri, Weigel (2006).

Em comparação com a sua congénere dos EUA, a Indústria Química Europeia realizou mais reduções na intensidade de emissões de GEE por unidade de produção e é actualmente mais eficiente. A Indústria Química dos EUA diminuiu as suas emissões em 30%, enquanto a Europeia diminuiu em 50%.

Figura 29: Comparação da evolução da intensidade de GEE da Indústria Química Europeia e dos EUA por volume de produção unitário.



Fonte: Adaptado de Hadri, Weigel (2006).

4.2. A exclusão da Indústria Química Europeia da Directiva

Em Setembro de 2003 os estados membros da UE chegaram a um acordo para uma proposta para uma directiva comunitária para o comércio de licenças de emissão de GEE dentro da UE. A directiva final é o resultado de um processo político iniciado pela

Comissão Europeia em Março de 2000. Aos principais *stakeholders* industriais foi dada a oportunidade de comentar a proposta inicial. Partindo das posições destes *lobbies* sobre a proposta inicial da Comissão Europeia e analisando a Directiva final, conseguiu-se obter uma forma de medir o efeito do *lobbismo* exercido por cada um destes grupos de interesse no processo político de decisão (Markussen, Svendsen, 2005). Os *stakeholders* envolvidos no processo são os grandes emissores de CO₂, dos sectores da electricidade e calor, metais ferrosos, indústria química, indústria do alumínio, indústria mineral (vidro, cerâmica e cimenteira) e pasta e papel, sendo a sua representação feita pelas respectivas organizações sectoriais. De entre estes *stakeholders* distinguem-se os que são potenciais *compradores* de licenças de emissão e os que são potenciais *vendedores*.

A Comissão Europeia e o Conselho Europeu pretendiam manter a Directiva o mais simples possível, deixando de fora o sector da produção de alumínio e a indústria química, enquanto o Parlamento Europeu queria pretendia incluir estes sectores de forma a assegurar reduções efectivas de GEE nestes dois sectores. Na versão final da Directiva existe a intenção de no futuro de incluir o máximo de sectores possível.

Da influência exercida pelos respectivos *lobbies* durante o processo de decisão, entre a proposta inicial da Comissão e a versão final da Directiva, emergem *vencedores* e *vencidos*. Os *lobbies* das organizações sectoriais que representam os maiores emissores de CO₂ tentam manter os custos o mais baixo possível ou até ganhar rendas adicionais, favorecendo subsídios e licenças de emissão atribuídas gratuitamente e opondo-se a licenças leiloadas. Se os subsídios não forem concedidos por intermédio da pressão do

lobby, o instrumento preferido são os acordos voluntários, que permitem ganhos autónomos de eficiência energética e que são motivados principalmente por uma diminuição de custos, mas são acções de inovação que são designadas ou “etiquetadas” como sendo medidas resultantes de uma política ambiental (Michaelowa, 1998). Nestes casos é difícil separar entre o são resultados de uma política ambiental e o que são resultados de objectivos económicos (Kolk, Pinske, 2004), uma vez que frequentemente se integram noutros investimentos (Ribeiro, Nunes, 2001).

Por *vencedores* entendem-se os participantes que influenciaram o processo de decisão de tal forma a que o mercado lhes fica favorável permitindo-lhes obter ganhos provenientes de rendas. Por *vendedores*, entendem-se aqueles que têm acesso a tecnologias suficientemente baratas para alcançarem níveis de redução de emissões a baixo custo. Aos *vendedores* compensa-lhes reduzir emissões e vender no mercado licenças de emissão. Em contraste, os *compradores* são aqueles sectores que terão que adquirir no mercado as licenças de emissão, porque as medidas redução que têm ao ser dispor têm custos mais elevados (Markussen, Svendsen, 2005).

Os potenciais vendedores são grandes produtores de electricidade, empresas de co-geração de pequena dimensão e produtores de energias renováveis. Os potenciais compradores são os sectores da refinação, metais ferrosos, indústria mineral, pasta e papel, alumínio e química, todos eles intensivos no consumo de energia.

No decorrer deste processo, a Indústria Química Europeia foi representada pelo Conselho Europeu da Indústria Química (CEFIC). O *lobby* do sector da indústria química não

quis fazer parte de um programa comunitário de redução de emissões de GEE, argumentando que o comércio de licenças de emissão tem um efeito constrangedor na sua competitividade e no seu crescimento. Sendo uma indústria intensiva em energia e que actua num mercado global, os riscos de mudança das operações para espaços económicos onde não haja restrições de emissões de GEE (*carbon leakage*) são elevados. O CEFIC, salienta na sua posição, que melhorou a sua eficiência energética através de um programa voluntário de eficiência energética e que reduções adicionais não são economicamente viáveis. As reduções de emissões devem ser feitas numa base voluntária e nacional e os objectivos de redução de emissões devem ser relativos e não absolutos e baseados na eficiência energética ou na intensidade em emissões de GEE. É ainda salientado que as acções precoces de redução de emissões devem ser consideradas e o comércio de licenças de emissão é apenas uma de várias opções possíveis. Em relação à proposta inicial da Comissão Europeia, a Indústria Química não faz parte da directiva final e é regulada por objectivos relativos voluntários. Markussen e Svendsen concluem que, a Indústria Química evitou ser parte do programa e conseqüentemente evitou os custos de ter de realizar esforços de redução de GEE, sendo um claro *vencedor*, estando a razão para a sua exclusão relacionada com a sua competitividade internacional. Svendsen (2002) indica duas razões para esta exclusão: Em primeiro lugar, as emissões directas de CO₂ da Indústria Química não são significativas (menos de 1% das emissões da UE em 1990 e 2,5% em 1997). Em segundo lugar, o número de instalações na UE é elevado, na ordem das 34000, e a inclusão da Indústria Química iria aumentar a complexidade administrativa do processo de monitorização e o sector emite para além do CO₂, os outros GEE em processos complexos.

Embora esta indústria possa ter saído a ganhar inicialmente, poderá vir a perder no futuro (Markussen, Svendsen, 2005). A alternativa ao comércio de emissões são impostos e regulação *standard* a nível nacional, que poderá ser mais desvantajosa para o sector que comércio de licenças de emissão. Porém, os níveis de emissões poderão ser no futuro ser ainda mais apertados, implicando custos ainda mais elevados para os poluidores. Os sectores não incluídos na Directiva, provavelmente terão a nível nacional a opção de negociar uma regulação mais vantajosa, evitando negociações a um nível europeu, por exemplo, juntamente com outros sectores com maior capacidade de influenciar decisões. Se no futuro o preço das licenças de CO₂ no mercado europeu for menor que os custos de uma legislação nacional, o sector da indústria química pode optar por aderir e participar no CELE.

4.3 Contribuição da Indústria Química Europeia no combate às alterações climáticas

Apesar das emissões processuais terem sido excluídas, a inclusão das emissões de CO₂ das instalações de combustão do sector é alvo das preocupações de organizações como o CEFIC, (CEFIC, 2000). Na sua posição sobre o comércio de licenças de emissão de GEE, o CEFIC salienta que a Indústria Química Europeia é uma indústria global e compete globalmente; é uma indústria intensiva na utilização de energia e a sua competitividade depende substancialmente dos custos energéticos. Qualquer medida que, unilateralmente aumentasse os custos energéticos em comparação com os custos energéticos de outros espaços económicos, sejam eles constituídos por países desenvolvidos ou não, iria fazer com que a competitividade da Indústria Química Europeia ficasse ameaçada. A sua exposição à concorrência internacional juntamente

com a sua dependência energética tornam-na particularmente vulnerável aos compromissos do Protocolo de Quioto.

Ainda segundo o CEFIC, a Indústria Química Europeia, aposta no desenvolvimento sustentável da sua actividade. Tal é evidenciado pela participação em programas de auto-regulação ambiental, como é o programa de eficiência energética *Voluntary Energy Efficiency Programme* (VEEP) e também programa de saúde, segurança e protecção ambiental, como o *Responsible Care*.

4.3.1 O programa VEEP

Em resposta ao Protocolo de Quioto, a UE comprometeu-se em reduzir as emissões de GEE em 8% entre 1990 e 2012.

Desde 1992 que o CEFIC tem vindo a implementar um programa voluntário para a eficiência do consumo de energia na Indústria Química, o *Voluntary Energy Efficiency Programme*, mantendo a sua capacidade de criar valor e competir com sucesso nos mercados internacionais. O objectivo deste programa é aumentar em 20% a eficiência energética entre 1990 e 2005.

A energia é um elemento crucial na estrutura de custos da Indústria Química, chegando a exceder 50% dos custos de produção de muitos produtos que constituem a base desta indústria. Em média, em 1996, os preços de electricidade e gás natural, excluindo impostos, para a Indústria Química Europeia eram 65 % e 24% mais elevados do que

nos EUA, respectivamente. Esta é uma das consequências da estrutura do mercado da energia na UE, onde existem ainda impostos sobre o consumo substanciais. O CEFIC considera que a tributação da energia é um instrumento inadequado, num contexto de desenvolvimento sustentável, para a estabilização de GEE porque na Europa os preços da energia já são pouco competitivos porque:

- Existe pouca concorrência na oferta de energia;
- Existência de impostos sobre o consumo;
- Baixa elasticidade dos preços, sem efeitos perceptíveis no consumo;
- Elevado peso da energia nos custos de produção com reflexos na competitividade internacional;
- Novas formas de imposto irão diminuir e adiar investimentos em tecnologias mais energeticamente eficientes e amigas do ambiente.

De forma a alcançar este objectivo do programa *VEEP*, a Indústria Química necessita de fazer investimentos, mas para fazer tais investimentos, o regime de impostos necessita de manter-se estável (CEFIC, 1997).

4.3.2 O programa *Responsible Care*

O programa *Responsible Care* foi criado nos EUA em Outubro de 1989 em resposta ao declínio da opinião pública acerca da Indústria Química durante a década de 80 do século XX. Inquéritos efectuados revelaram que a opinião pública acreditava que esta indústria, de uma forma generalizada, nem tinha auto controlo nem tinha a segurança e o ambiente como prioridades, ou sequer assumia responsabilidades pelos seus processos

e produtos. Em particular, acidentes muito mediáticos como o ocorrido em 1980 na unidade da Union Carbide em Bhopal na Índia, contribuíram para o descrédito da indústria. A criação do programa *Responsible Care* representou o reconhecimento da Indústria Química que melhorias no desempenho de todas as empresas do sector eram necessárias para a sua aceitação pública e em última análise, para a sua viabilidade.

Apesar de ser um programa que visa melhorias no desempenho das empresas, o programa *Responsible Care*, à semelhança de outros programas voluntários de auto-regulação sem sanções explícitas para o seu incumprimento, não pressupõe a necessidade de entidades externas na monitorização e seguimento dos padrões e princípios reguladores. Comportamentos oportunistas por parte de membros individuais podem levar à ocorrência de “selecção adversa” e *moral hazard*, que põem em causa as tentativas de acção coordenada da indústria (King, Lenox, 2000). Se uma indústria não puder proibir os piores elementos de se tornarem membros de uma associação, estes elementos poderão tornar-se membros para disfarçar o seu fraco desempenho (ocorrência de selecção adversa). Se uma associação não controlar o desempenho dos seus membros e promover o desenvolvimento de padrões de melhoria, os membros dessa associação poderão apenas adoptar e seguir os comportamentos e padrões já estabelecidos, sem desenvolver reais esforços de melhoria do seu desempenho (ocorrência de *moral hazard*).

Os padrões de um programa deste género podem criar numa indústria uma “cortina de fumo”, que faz com que as diferenças entre os seus vários membros não seja facilmente observáveis. Por exemplo, quando confrontada com um mau desempenho ambiental,

uma empresa pode recorrer à sua participação num programa de auto-regulação para demonstrar que não tem comportamentos negligentes, mas sim que segue uma prática que é habitualmente aceite. Esta “cortina de fumo” é tanto mais eficaz quanto menor for a intervenção de terceiros na monitorização dos princípios reguladores. Este estudo também conclui que empresas pelo facto de serem participantes no programa *Responsible Care*, não melhoram necessariamente o seu desempenho ambiental em relação às empresas não participantes no programa. Os programas deste género, sendo voluntários e sem sanções explícitas para o seu incumprimento acabam por ser vítima de oportunismo e não levam necessariamente a melhorias.

Em complemento à posição defendida por King e Lenox, a motivação para a participação da Indústria Química em programas como o *Responsible Care* e o programa *VEEP* pode não ser justificada apenas pelo interesse em ter uma melhor eficiência energética com vista a um melhor desempenho ambiental. Os progressos verificados na eficiência energética têm segundo (Michaelowa, 1998) uma motivação primária relacionada com interesses económicos, acabando por se conciliar dois interesses, económicos e ambientais. Os *lobbies* de indústrias intensivas em energia e em GEE, quando confrontados com políticas de combate às alterações climáticas, tentam manter os custos de cumprimento dessas políticas o mais baixos possível; favorecem subsídios ou licenças gratuitas (*grandfathering*) em detrimento impostos ou licenças adquiridas num mercado. Se os subsídios não forem o instrumento adoptado pelo regulador, estes grupos de interesse dão preferência aos programas voluntários, onde a eficiência energética com uma motivação primária centrada na redução de custos

é divulgada como sendo fruto de uma actividade de políticas pro-ambientais, acabando por conciliar os dois interesses, económicos e ambientais.

4.3.3 Possíveis impactos do CELE na competitividade da Indústria Química Europeia

Actualmente, com o CELE, a maioria das Licenças de Emissão são atribuídas gratuitamente às empresas de geração de energia e empresas intensivas em energia. O mercado Europeu da energia ainda não se encontra totalmente liberalizado. Devido à falta de competição entre empresas de geração de electricidade, existe a possibilidade de estas passarem parte ou a totalidade do “custo de mercado” das licenças de emissão para os consumidores de electricidade, aumentando os preços. Uma análise inicial dos preços da electricidade em países como a França, Alemanha e a Holanda desde o início do ano 2005, mostra uma correlação com os preços das Licenças de Emissão de CO₂ (CEFIC, 2006). Este é um efeito indesejado do CELE na competitividade internacional da indústria Europeia.

4.4 Conclusões

As alterações climáticas são um problema global que deve ser encarado globalmente e a implementação do CELE pode criar distorções à concorrência, mesmo dentro da UE. Nos últimos anos, tendo por motivação ou razões ambientais ou interesses económicos, a Indústria Química Europeia realizou vários investimentos que diminuíram a sua intensidade em GEE, tornando-se mais eficiente no consumo de energia por unidade produzida. Para o CEFIC, um mecanismo como o CELE deve recompensar as empresas

eficientes de penalizar as empresas ineficientes, restringindo a sua actividade. A atribuição de licenças de emissão deve ser feita com base nas medidas para redução de emissões e devem ser tomadas medidas para evitar a deslocalização de empresas para países em vias de desenvolvimento. De uma forma geral, para indústrias que actuam à escala global, iniciativas como o CELE devem levar a soluções à escala global, de forma a reduzir a incerteza que atrasa investimentos dentro da UE e encoraja a produção fora deste espaço económico.

5. Avaliação dos efeitos do CELE sobre a competitividade e a inovação

Existe muita controvérsia em torno da ideia de que a regulação ambiental é uma fonte de custos e como tal compromete a competitividade dos intervenientes afectados. Do lado oposto, está a posição de que acções pro-ambientais podem ser fonte de vantagens competitivas, nomeadamente a hipótese de Porter, que postula que a longo prazo, objectivos de protecção ambiental e competitividade comercial são convergentes (Porter, van der Linde, 1995). Segundo esta hipótese, uma política ambiental pioneira pode criar vantagens para os primeiros participantes e tornar as empresas mais inovadoras. Esta hipótese parte do pressuposto de que outros países adoptam uma regulação semelhante e seguem as acções do país pioneiro. Se tal se verificar, a regulação imposta à indústria irá dar ao país pioneiro uma vantagem inicial, permitindo a exportação de soluções e tecnologias ambientais para outros países, e quanto maior for a eficiência dos utilizadores domésticos dessas tecnologias, maiores serão as suas vantagens face a competidores estrangeiros. Em condições ideais, a regulação ambiental pode ter um impacto positivo na inovação e competitividade. Contudo, se as condições não forem as ideais, isto é, se outros países não seguirem as acções do país pioneiro, a hipótese de Porter para um aumento de competitividade deixa de ser tão persuasiva.

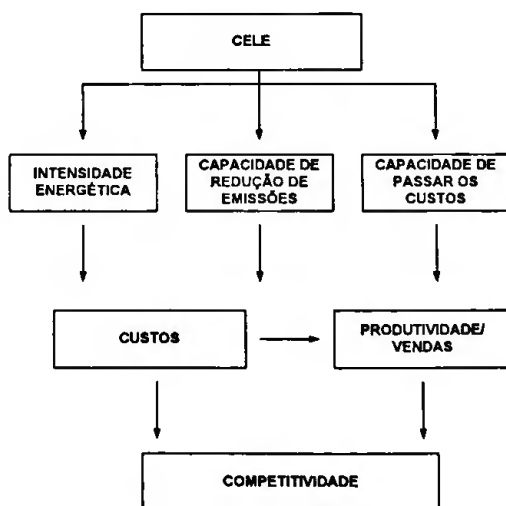
5.1 Impactos do CELE na competitividade

Competitividade é um conceito que pode ser definido de várias formas e os vários aspectos associados à competitividade podem ser medidos de formas completamente diferentes. Uma forma de definir competitividade é considerando o desempenho económico dos produtores,

que pode ser medido em função das vendas ou em função da produtividade. Os estudos existentes sobre o CELE apenas fornecem informação sobre os possíveis aumentos ou reduções de custos associados à comercialização de licenças de emissão, em comparação com outras regulações, podendo por isso ser usados como uma medida da competitividade, já que estes custos são uma parte da produtividade das empresas.

Um estudo levado a cabo pelo Carbon Trust (2004) identifica três factores que determinam o impacto do CELE na competitividade, ao nível da empresa, sectorial ou da economia como um todo. Este estudo não considera os efeitos da inovação da hipótese de Porter, e como tal é mais relevante a curto prazo do que a longo prazo. O factor mais importante é a intensidade energética. O segundo factor mais importante é a capacidade de passar os custos do comércio de licenças de emissão através do aumento de preços e o terceiro factor é a capacidade de evitar a emissão de CO₂ durante o processo produtivo ou de substituir *inputs* intensivos em CO₂ (Oberndorfer *et al*, 2006).

Figura 30: O impacto do CELE na competitividade a curto prazo.



Fonte: Adaptado de Oberndorfer *et al*, (2006).

O impacto do uso intensivo de energia na competitividade pode ser decomposto em dois efeitos. O primeiro diz respeito às empresas ou sectores que participam no sistema e que têm que adquirir licenças de emissão adicionais caso tenham que emitir mais CO₂ do que o montante de licenças que lhes foi atribuída permite. Esta necessidade de adquirir licenças adicionais origina custos adicionais e prejudica a competitividade. O segundo efeito também afecta os não participantes no CELE e baseia-se no facto de que o sistema pode induzir preços de electricidade mais elevados, afectando directamente todas as empresas e sectores dentro da UE.

Quanto maior for a capacidade das empresas de passarem eficazmente através dos preços os custos da aquisição de licenças de emissão, menor serão os efeitos prejudiciais na competitividade. Factores determinantes são a elasticidade dos preços da procura e a situação competitiva. Quanto menor forem a elasticidade e a concorrência menor será o impacto do CELE na competitividade.

Tal como foi mencionado anteriormente, a capacidade de evitar emissões de CO₂ ou de substituir *inputs* intensivos em CO₂, também desempenha um papel importante. As empresas e sectores que possuam essa capacidade verão a sua competitividade menos ameaçada, existindo ainda a possibilidade de obterem vantagens competitivas, quer pelo facto de terem os seus custos mais favoráveis, quer pela possibilidade de vender tecnologia a empresas que não possuam essa capacidade (Oberndorfer *et al*, 2006).

A redução de emissões depende da forma de como o sistema incentiva os participantes a realizarem essas reduções. As licenças de emissão geralmente funcionam bem neste aspecto, tendo vantagens claras em relação a sistemas Comando e Controlo. Contudo, os actuais PNALEs não são muito exigentes, e os incentivos para a redução de emissões no âmbito do actual CELE poderão ser relativamente modestos. PNALEs mais exigentes com limites de emissão de CO₂ mais apertados e com o leilão de licenças de emissão poderão criar mais incentivos.

O CELE possui uma vantagem competitiva quando comparado com outras regulações, em especial sistemas do tipo Comando e Controlo, não sendo contudo tão evidentes em relação a outras regulações. A vantagem do CELE com a atribuição gratuita das licenças de emissão (*grandfathering*) está no facto de as empresas não terem custos associados à sua aquisição. Mas, simultaneamente, sendo as licenças gratuitas, os incentivos para realizar investimentos para a redução de emissões são menores.

5.2 Estudos de simulação

Para avaliar o efeito do CELE na competitividade dos países e sectores participantes, foram realizadas várias simulações, considerando dois cenários de referência (Oberndorfer *et al*, 2006): um cenário, *no trade*, em que não existe qualquer comercialização de licenças de emissão entre países e sectores e os compromissos assumidos no Protocolo de Quioto são cumpridos, e um outro cenário em que não existe qualquer tipo de regulação, BAU.

Quadro 11: Resultados de estudos de simulação do impacto do CELE na competitividade de vários sectores na UE.

Modelo	Cenário de Referência	Efeitos na competitividade
Carbon Trust, 2004	BAU	Efeitos Positivos: Electricidade, Cimento, Papel: Possíveis efeitos positivos nos lucros. Efeitos Negativos: Indústria do alumínio: -30% dos lucros.
Reinaud, 2005	BAU	Maioria dos sectores: Efeitos muito pequenos e diversos. Efeitos Negativos: Indústria do alumínio: Custos+3,7%; procura -2,9%.
DART (Klepper, Peterson, 2004)	BAU	Efeitos Negativos: Na globalidade: Quebra na Produção: - 0.3%. Efeitos Negativos: Sector energético: Quebra na Produção: - 0.3%
GTAP-ECAT (COWI, 2005)	BAU	Efeitos Negativos: Na globalidade: Quebra na Produção- 0.36% (-0,48% a curto prazo).
POLES (IPITS, 2000)	<i>No trade</i>	Efeitos Positivos: Custos de redução -25%, em média.
PRIMES (Capros, Mantzos, 2000)	<i>No trade</i>	Efeitos Positivos: Custos de redução -25%, em média.
GETS 3 (ERM, Eurelectric, 2002)	<i>No trade</i>	Efeitos Positivos: Custos de redução -80,5 biliões de € (máximo).
DART (Klepper, Peterson, 2004)	<i>No trade</i>	Efeitos Positivos: Na globalidade: Pequeno crescimento do volume de produção. Efeitos Positivos: Sector energético: Volume de produção +0,3%.
GTAP (Kemfert <i>et al</i> , 2005)	<i>No trade</i>	Efeitos Positivos: Custos de redução -98% (máximo).
SIMAC (Böhringer <i>et al</i> , 2005)	<i>No trade</i>	Efeitos Negativos: Custos de cumprimento +400% (com os actuais PNALEs, os custos aumentam sobretudo nos sectores não participantes).

Fonte: Oberndorfer *et al*, (2006).

As perdas de competitividade não são uma consequência da aplicação do CELE, mas sim das restrições das emissões de GEE assumidas pela UE no âmbito do Protocolo de Quioto. Também não é verdade que competitividade dos sectores abrangidos pelo CELE é mais afectada do que a competitividade dos sectores não abrangidos (Klepper, Peterson, 2004).

Assumindo o cumprimento dos compromissos de Quioto, o CELE emerge como a opção mais eficiente a nível de custos, sendo o seu impacto na competitividade modesto, e as perdas de competitividade que ocorrem são menores do que as perdas que ocorrem em cenários de regulação alternativos. Em comparação com estes cenários, o CELE pode ter impactos positivos na competitividade. Contudo o objectivo deste mecanismo não é estimular o crescimento económico, mas sim trazer as emissões de CO₂ aos níveis acordados no Protocolo de Quioto ao custo mais eficiente (Oberndorfer *et al*, 2006).

5.3 O CELE e inovação

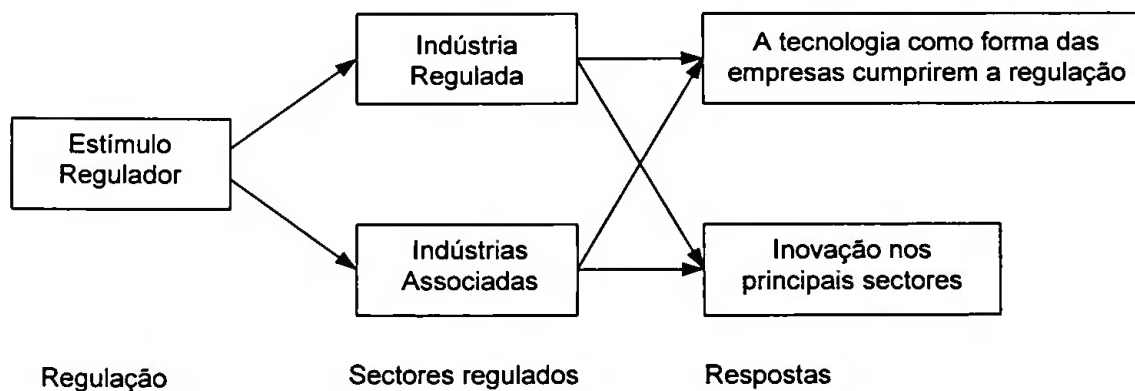
Com o início do CELE em Janeiro de 2005, foi criado o maior instrumento de política ambiental do mundo até à data. O sistema inclui uma fase piloto de 2005 a 2007 e uma segunda fase de 2008 a 2012 que coincide com o período de cumprimento dos objectivos do Protocolo de Quioto. Na primeira fase, a maioria dos países da UE, Portugal incluído, atribuíram gratuitamente a totalidade das licenças de emissão aos diversos operadores. Na segunda fase, até 90% das licenças de emissão são atribuídas gratuitamente e um máximo até 10% poderá ser leiloadas. Caso a partir de 2012 os

objectivos de redução de emissões de GEE se tornem ainda mais ambiciosos, a inovação terá um papel importante para que estes sejam efectivamente alcançados.

5.3.1 A regulação na indústria e a inovação

A regulação tem por objectivo primário proteger a saúde e a segurança pública e o ambiente. As mudanças tecnológicas na indústria não são por si só o objectivo da regulação, mas sim, a principal forma desses objectivos serem cumpridos. O seguinte modelo explica como um estímulo regulador produz mudanças tecnológicas entre os vários intervenientes envolvidos no processo de inovação (Ashford, Heaton, 1983).

Figura 31: Modelo de inovação induzida pela regulação.



Fonte: Adaptado de Ashford, Heaton, (1983).

Neste modelo, o estímulo regulador é percebido pela indústria como uma necessidade mudar algo na sua natureza de produção industrial. A forma como esta necessidade é apercebida depende não apenas das características de uma indústria em particular, mas

também da situação individual de cada uma das empresas afectadas. É importante definir dois tipos diferentes de sectores industriais: a indústria regulada e as indústrias associadas. A indústria regulada é a indústria à qual a regulação é directamente dirigida e aplicável, assim como os seus fornecedores e clientes mais próximos. As indústrias associadas são todas aquelas pertencentes a um conjunto que contém concorrentes (por exemplo fabricantes de produtos substitutos) ou os fabricantes de soluções tecnológicas para o cumprimento da regulação. O terceiro elemento do modelo, as respostas, é o mais complexo. Obviamente a regulação exige o cumprimento dos seus pressupostos, que frequentemente envolvem mudanças tecnológicas. Não obstante, em muitas instâncias, o cumprimento da regulação é adiado por longos períodos de tempo, como resultado de litígio entre partes envolvidas, variações, excepções e em alguns casos, mudanças na legislação ou na própria regulação. A necessidade de cumprir a regulação leva frequentemente a reorganizações dentro da empresa: as actividades de Investigação e Desenvolvimento são redireccionadas, novas unidades organizacionais são criadas e um novo conjunto de alternativas é considerado. A regulação tem também o efeito de criar novos tipos de concorrência com a reorganização dos mercados.

Os tipos de regulação relacionados com o ambiente, saúde e segurança mais comuns na Indústria Química incluem controlos de qualidade do ar, da água, resíduos perigosos, pesticidas, aditivos alimentares, produtos farmacêuticos, substâncias tóxicas, saúde e segurança no local de trabalho e segurança dos consumidores. Estas regulações variam consideravelmente, nomeadamente no controlo de diferentes aspectos dos estágios de desenvolvimento ou produção, da forma como mudam ao longo do tempo e da forma como estimulam o aparecimento de tecnologias. A forma e o *timing* das regulações

influenciam o seu desfecho. Por exemplo, regulações que impliquem especificações detalhadas e padronizadas podem deixar pouco tempo disponível para o seu cumprimento, contudo levam à rápida difusão da tecnologia *state-of-the-art*. De forma semelhante, a regulação que tenha um período faseado de cumprimento, pode levar a mudanças incrementais na tecnologia, em vez de mudanças radicais.

A percepção de que são necessárias mudanças tecnológicas precede a promulgação da regulação. Muitas regulações são promulgadas após a identificação de potenciais problemas por parte não só dos governos, mas também por parte de cidadãos, trabalhadores e indústrias. Isto leva a que haja um espaço de tempo durante o qual as indústrias têm tempo para desenvolver tecnologias, mudanças processuais ou produtos substitutos, fazendo os ajustes necessários para precaverem-se e assegurarem a continuidade da produção ou inovações futuras com propósitos comerciais. A incerteza acerca de como será feita a regulação, pode ser tanto benéfica como prejudicial, porque se por um lado pode fazer com que a própria regulação seja revista e melhorada, por outro lado pode levar à inacção por parte da indústria afectada. De forma semelhante, frequentes alterações nos requisitos regulativos podem frustrar os esforços de desenvolvimento tecnológico. Já muitas certezas sobre como será a regulação, pode ter efeitos adversos na inovação, pois muita certeza sobre os requisitos ou padrões regulativos podem resultar num desenvolvimento tecnológico mínimo para ir ao encontro dos mesmos.

A regulação também difere na extensão em que força o desenvolvimento tecnológico com vista ao seu cumprimento. Isto porque pode ter como base o alcançar de objectivos

de diferentes naturezas, como por exemplo considerações ambientais, de saúde, de segurança, etc., ou em considerações cujo limite esteja imposto por capacidades tecnológicas.

Por último, o estímulo regulador pode ser visto à luz de um contexto socio-político mais alargado. As regulações são frequentemente um reflexo dos interesses sociais, em vez de dos interesses próprios de uma entidade reguladora. A existência deste interesse social e outro tipo de pressões faz com que a legislação e a regulação se sobreponham fazendo com que o desenvolvimento tecnológico ocorra, mesmo que não houvesse qualquer tipo de regulação.

5.3.2 O impacto do CELE na Inovação

Existe pouco consenso sobre se mecanismos ambientais de mercado, como é o caso do CELE, em que licenças de emissão são compradas e vendidas num mercado, conduzem à inovação tecnológica. Da comparação entre os vários mecanismos existentes, surge a evidência empírica de que os programas de comércio de licenças de emissão, em relação por exemplo a mecanismos do tipo Comando e Controlo, provocam um maior impacto positivo na invenção, inovação e difusão de tecnologias amigas do ambiente, embora esta conclusão possa ser refutável (Jaffe, *et al*, 2002). Contudo, a superioridade dos mecanismos de mercado aparenta verificar-se apenas em situações de competição e informação perfeitas. Vários autores suportam a ideia que licenças de emissão comercializadas conduzem a um menor volume de inovação tecnológica do que taxas

ou impostos sobre as emissões. As licenças atribuídas gratuitamente (*grandfathering*) incentivam menos a inovação tecnológica (Gagelmann, Frondel, 2005).

5.3.2.1 Principais argumentos

O principal argumento dos defensores dos mecanismos de mercado enquanto meio impulsionador da inovação tecnológica, reside no facto de que estes mecanismos recompensam qualquer esforço de redução de emissões, seja na forma de receitas adicionais provenientes da venda das licenças de emissão que se tornaram supérfluas devido às melhorias tecnológicas, ou dos menores custos resultantes de uma necessidade de adquirir um volume de licenças de emissão menor. Além disso, com um mecanismo tipo Comando e Controlo, os incentivos para redução de emissões não vão além dos níveis impostos.

Os opositores dos mecanismos de mercado defendem que a aquisição de licenças de emissão constitui uma forma relativamente pouco dispendiosa de cumprir com a regulação, e portanto inibidora do investimento no desenvolvimento de tecnologias que visem a redução de emissões. Num mecanismo do tipo Comando e Controlo, uma empresa estaria sempre obrigada a cumprir com os objectivos de redução de emissões. A longo prazo os mecanismos de mercado não oferecem uma segurança quanto ao investimento em inovação tecnológica, tanto para os fornecedores de tecnologias, como para os compradores. Tratando-se de um mecanismo de mercado, o preço das licenças de emissão está sujeito às leis da oferta e da procura, e como tal um investimento numa

tecnologia inovadora por parte das empresas está dependente de uma avaliação baseada na estabilidade de condições económicas (Gagelmann, Frondel, 2005).

Em resumo, Gagelman e Frondel concluem que comparando os vários instrumentos disponíveis, os mecanismos *cap-and-trade* são geralmente bem sucedidos em termos de cumprimento de objectivos de política ambiental. Para além disso, estes mecanismos conseguem fazer com que haja reduções substanciais nos custos de redução de emissões, que podem ser acompanhados por outros benefícios, tais como aumentos de produtividade em relação ao rendimento dos *inputs* produtivos.

Em relação aos efeitos sobre a inovação, os resultados não são tão claros. A inovação nem sempre é o resultado isolado do comércio de licenças de emissão e não é claro que os mecanismos de mercado despoletem maiores níveis de inovação que outros instrumentos de política ambiental. Por outro lado, dada a flexibilidade de um mecanismo de mercado como o comércio de licenças de emissão, é possível que a longo prazo, e com o estabelecimento de objectivos de redução de emissões mais ambiciosos, se desenvolvam mais actividades de inovação, do que seria possível com outros instrumentos de política ambiental. Nesse sentido, o comércio de licenças de emissão aparece como uma solução para o *trade-off* entre maiores objectivos de redução de emissões e os custos das licenças de emissão para as empresas. De forma semelhante, dadas as dificuldades em estabelecer um imposto harmonizado na UE, o CELE aparenta ser um compromisso que induz mais actividades de inovação do que aconteceria sem este instrumento de mercado da política ambiental, tomado menores os custos de redução de emissões, que são sempre o objectivo primário de qualquer programa de comércio de licenças de emissão (Gagelmann, Frondel, 2005).

5.4 Avaliação dos impactos sobre a Indústria Química portuguesa

A entrada em vigor da Directiva e a consequente criação do CELE é vista por muitos sectores industriais como um factor de diminuição de competitividade, já que as indústrias abrangidas incorrem em custos associados à necessidade de aquisição de licenças de emissão ou ao pagamento de multas por incumprimento das emissões predefinidas. O preço das licenças de emissão de CO₂, um preço a pagar pelas emissões que não sejam cobertas pela atribuição inicial feita por cada um dos Estados Membro, deveria estimular as diversas indústrias a desencadear medidas que levassem à redução de emissões. Para além dos custos directos associados às emissões marginais de CO₂, as emissões não abrangidas pela atribuição inicial feita pelo Estado, existe também a possibilidade da existência de custos indirectos provenientes da passagem de custos feitos pelas empresas do sector electroprodutor, aumentando o preço da electricidade.

Contudo a criação de um mercado de comércio de licenças de emissão, pressupõe que haja compradores e vendedores, existindo desta forma a possibilidade de criação de mais-valias provenientes da comercialização das licenças de emissão.

A Directiva prevê que no período de 2005 a 2007, pelo menos 95% das licenças sejam atribuídas gratuitamente pelos Estados Membro e no período de 2008 a 2012 este valor seja de 90%. Em Portugal, durante o período de vigência do PNALE I, as licenças de emissão foram atribuídas gratuitamente na totalidade aos vários operadores, indo suceder o mesmo para o período de 2008 a 2012 durante o PNALE II. Para evitar penalidades, os operadores poderão recorrer ao mercado para adquirir as licenças de emissão que necessitem As

penalidades previstas em caso de incumprimento são de 40 €/t CO₂ excedentária durante o PNALE I e 100 €/t CO₂ durante o PNALE II. A lógica da criação do CELE é fazer com que seja mais vantajoso adquirir licenças no mercado do que pagar multas por incumprimento.

Contudo, em cenários ambientalmente mais exigentes, o volume das licenças de emissão atribuído gratuitamente poderá ser cada vez menor e o valor de mercado de cada licença de emissão, será conseqüentemente, cada vez maior. Torna-se assim importante é avaliar os possíveis impactos que a implementação da Directiva e a criação do CELE poderão ter na competitividade da indústria, em particular, na Indústria Química portuguesa.

A análise dos efeitos sobre a competitividade passa por avaliar o impacto dos custos directos e indirectos associados ao CELE na estrutura de custos das empresas estudadas em diversos cenários, variando o preço das licenças de emissão e a extensão de *grandfathering*, isto é, a quantidade de licenças de emissão atribuída gratuitamente aos operadores. Um aumento de custos pode ser absorvido pelas empresas através de uma redução dos seus ganhos operacionais ou ser passado para os clientes e consumidores, através de um aumento de preços, ao qual dever-se-ia ser seguir uma redução nas vendas.

5.4.1 Metodologia

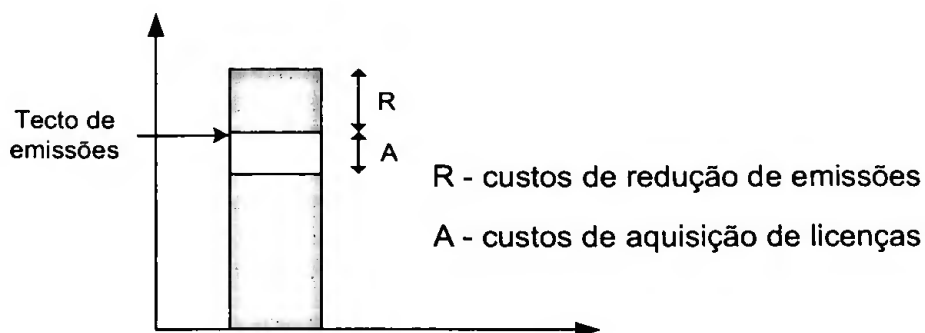
Para avaliar o impacto do PNALE na Indústria Química portuguesa, foi enviado um questionário às empresas seleccionadas de acordo com o critério apresentado no Capítulo 3. Na análise dos dados obtidos, analisa-se qualitativamente a influência do CELE em aspectos como a inovação tecnológica das empresas bem

como na sua estratégia. Foi ainda avaliada influência dos custos associados à aquisição de licenças na estrutura de custos dessas empresas, de acordo com a metodologia seguida por Reinaud (2005).

Segundo esta metodologia, definem-se custos directos como sendo a soma dos custos de redução de emissões e dos custos de aquisição de um volume de licenças de emissão. Estes custos directos referem-se apenas à produção marginal, ou seja ao volume de produção cujas emissões associadas não estejam cobertas pelo montante atribuído no âmbito do PNALE.

Tal como mencionado anteriormente no Capítulo 4, as reduções de emissões são frequentemente o fruto de acções que cuja motivação primária se relaciona mais com motivos económicos do propriamente que motivos ambientais, pelo que estes custos não estarão disponíveis. Na realidade, a redução de emissões realiza-se até ao ponto em que os custos associados são menores que os custos de aquisição de licenças de emissão no mercado.

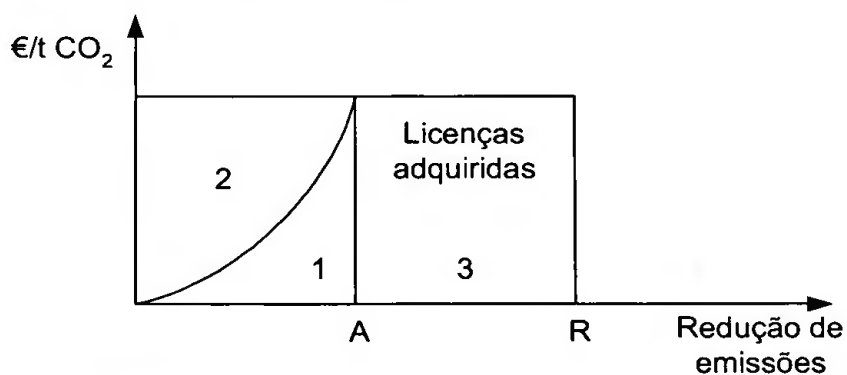
Figura 32: Custos de redução de emissões, custos de aquisição de licenças e custos directos.



Fonte: Adaptado de Reinaud (2005).

Assim os custos de redução de emissões são considerados iguais ao preço de mercado das licenças de emissão e admite-se que para cumprir com o tecto de emissões definido, se recorre ao mercado, adquirindo as licenças necessárias, o que pode ter o efeito de fazer com que os custos directos possam ser sobrestimados. Na Figura 33, custos associados à aquisição de licenças de emissão no mercado são dados pela área 3, assinalada a azul. Os custos internos de redução de emissões são dados pela área 1. À medida que estes custos sobem, adicionam-se proporções da área 2, até à sua totalidade, o que torna no limite máximo o custo total de redução de emissões igual ao custo de aquisição de licenças de emissão no mercado. A partir desta altura, não é vantajoso desencadear medidas internas para reduções adicionais de emissões, mas sim adquirir licenças no mercado.

Figura 33: Sobrestimativa dos custos directos.



Fonte: Adaptado de Reinaud (2005).

Por custos indirectos, entendem-se os custos provenientes do aumento do preço da electricidade, causados por uma passagem dos custos das licenças de emissão do sector electroprodutor para os consumidores. Os custos totais são dados pelo soma dos custos directos e indirectos.



Analogamente, definem-se emissões directas, como sendo as emissões provenientes da produção energia no seio da empresa (uma instalação de combustão que produz energia para o aquecimento de um fluido térmico a ser usado em equipamentos industriais) ou emissões de CO₂ provenientes dos processos químicos de transformação. Conforme mencionado no Capítulo 4, no âmbito da Directiva, para a Indústria Química apenas se consideram as emissões resultantes da geração de energia. Emissões indirectas são as emissões associadas à compra de electricidade à rede, sendo estas geradas pelas empresas do sector electroprodutor.

Para efeitos ilustrativos, são considerados cenários em que as empresas são confrontadas com a necessidade de comprar 5, 10, 15 e 20 % das licenças no mercado, a preços 5, 10, 15, 30, 40, 50 e 100 €/t CO₂. Note-se que 40 e 100 €/t CO₂ são os valores da penalidade por incumprimento durante o período de vigência do PNALE I e PNALE II, respectivamente.

5.4.2 Efeitos sobre a inovação tecnológica e sobre a estratégia

As respostas ao questionário e as entrevistas realizadas às empresas dão indicação que as empresas têm potencial para reduzir as suas emissões de CO₂ através de mudanças tecnológicas nos seus processos, e que visam uma maior eficiência energética e racionalização do consumo de energia. Tal como mencionado anteriormente no Capítulo 4, os investimentos feitos em inovações tecnológicas cujo objectivo seja uma maior eficiência energética, são frequentemente motivados por razões económicas. No

presente caso, trata-se de evitar de ter de adquirir no mercado um volume de licenças de emissão suplementar, ou pagar multas por emissões em excesso.

Em relação a aumentos de custos, apenas a Repsol YPF prevê que os custos dos seus produtos possam sofrer aumentos. Todas as empresas estudadas têm projectos de aumentos de capacidade ou projectos de novos investimentos, mas apenas a CUF-Químicos Industriais não considera as restrições de emissões de CO₂ na avaliação estratégica desses novos investimentos. Por outro lado apenas a Selenis não considera as licenças de emissão como sendo uma mais-valia transaccionável, o que reflecte o facto de esta empresa, segundo a sua resposta ao questionário, não possuir potencial para reduzir as suas emissões de CO₂ e como tal não poder tirar um eventual proveito financeiro da comercialização de licenças de emissão não utilizadas.

Quadro 12: Respostas do questionário enviado às empresas estudadas.

	CIRES	Selenis	CUF-QI	Repsol YPF
Compra electricidade à rede para utilização no processo produtivo?	Sim	Sim	Sim	Sim
A sua empresa ou o processo produtivo da sua empresa tem potencial para realizar reduções de emissão de CO2?	Sim	Não	Sim	Sim
Esperando que a aquisição de licenças de emissão venha ser uma parte importante nos custos, a sua empresa está a tomar medidas para mitigar as emissões de CO2? Quais?				
Aquisição/melhoria de equipamentos que visem aumentos de eficiência energética	Sim	Sim	Sim	Sim
Mix Combustíveis	n.r. ¹	n.r.	Sim	n.r.
Integração energética a nível de processo	Sim	Sim	n.r.	Sim
Outro. Indique qual por favor.	1)	2)	n.r.	n.r.
Prevê que o custo do(s) seu(s) produtos aumente(m) devido à necessidade de adquirir licenças de emissão?	Não	Não	Não	Sim
A sua empresa tem projectos de expansão de capacidade ou novos investimentos, a médio - longo prazo?	Sim	Sim	Sim	Sim
A avaliação estratégica destes projectos considera as restrições de licenças de emissão de CO2?	Sim	Sim	Não	Sim
A sua empresa vê nas licenças de emissão uma mais-valia transaccionável?	Sim	Não	Sim	Sim
As vendas da sua empresa são feitas em que mercados? Seleccione um ou vários consoante for o caso				
Nacional	X	X	X	X
União Europeia	X	X	X	X
Países fora da União Europeia	X	X	X	n.r.

1) Recuperação de energia do circuito de arrefecimento do reactor; Reconversão duma caldeira a fuel óleo para gás.

2) Cumprimento do plano de racionalização de consumos energéticos.

¹ n.r. – não respondeu

5.4.3 Impactos directos do CELE na Indústria Química portuguesa

Os impactos directos do CELE nos custos de uma empresa são causados por qualquer medida para reduzir emissões ou gastos em licenças de emissão para além das atribuídas inicialmente. Tal como mencionado anteriormente, custos de redução de emissões são considerados iguais ao preço de mercado das licenças de emissão e admite-se para cada cenário, que para cumprir com o tecto de emissões definido, se recorre ao mercado, adquirindo as licenças necessárias. O Quadro 13 resume as emissões de CO₂ provenientes da geração de energia por tonelada de produto final fabricado, para cada uma das empresas estudadas.

Quadro 13: Emissões directas de CO₂ por tonelada de produto fabricado.

	CIRES	Selenis	CUF-QI	Repsol YPF
Emissões CO ₂ /t de produto	0,274	0,246	0,260	1,29 ²

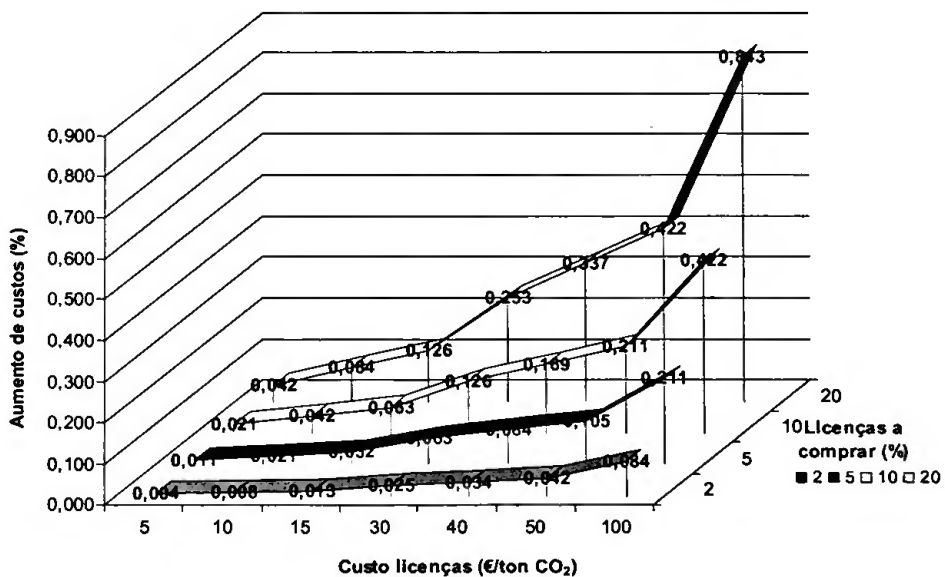
Verifica-se que no caso da Repsol YPF, o valor é quase cinco vezes superior ao de cada uma das outras empresas, o que pode explicar-se pelo facto de apenas se considerar a produção de polietileno, como produto final, não se considerando a produção de butadieno, um intermediário do processo de *cracking*, que é vendido pela empresa para outras indústrias. No entanto este conjunto de valores, apesar de indicativo, não é suficiente para se poder ter uma ideia da dimensão do impacto dos custos directos nas estruturas de custos das empresas. É importante avaliar o peso que a aquisição de licenças de emissão tem na estrutura de custos para a produção total e na produção marginal. Como será de esperar, o peso do custo das licenças de emissão, será superior na produção marginal, diluindo-se para a produção total.

² Considerando o butadieno, o valor é 1.12 t CO₂/t produto.

5.4.3.1 Impactos na CIRES

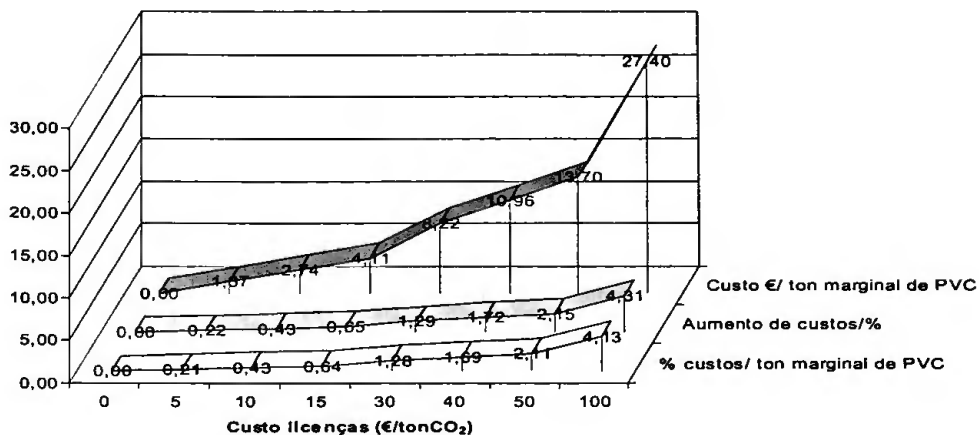
Na Figura 34, para a produção total de PVC, estão indicados os aumentos de custos e representados graficamente em função do custo das licenças de emissão, para os quatro cenários diferentes de aquisição de licenças de emissão.

Figura 34: Aumento de custos na produção total CIRES.



Os aumentos de custos provocados pelas licenças de emissão na produção total têm pouco significado, não chegam a alcançar 1% mesmo no cenário mais exigente. Para a produção marginal de PVC, os aumentos de custos já são de outra magnitude, e num cenário de licenças de emissão a 100 €/t CO₂, o custo do carbono já representa 4,13 % dos custos totais marginais de uma tonelada de PVC, o que representa um valor absoluto de 27,40 € numa tonelada de PVC marginal.

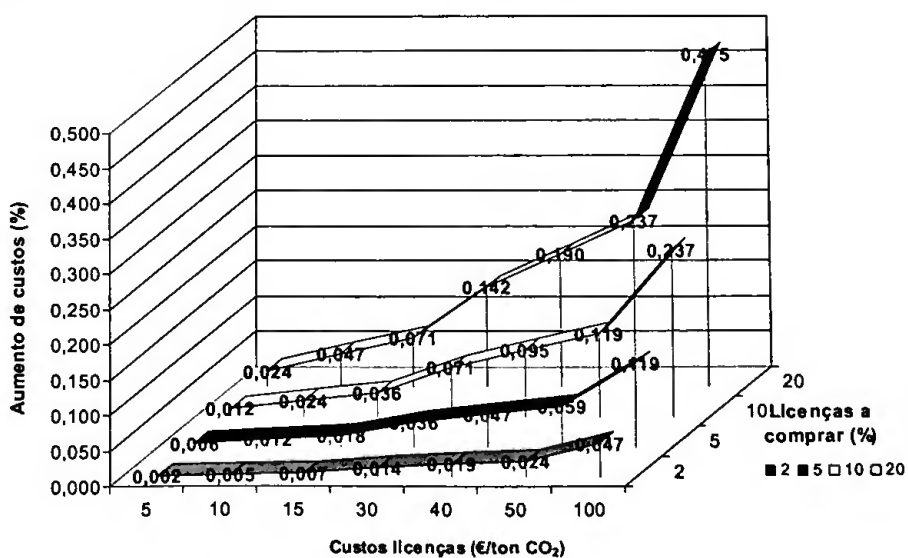
Figura 35: Aumento de custos na produção marginal da CIRES.



5.4.3.2 Impactos na Selenis

Na figura 36, para a produção total de PET, estão indicados os aumentos de custos e representados graficamente em função do custo das licenças de emissão, para os quatro cenários diferentes de aquisição de licenças de emissão.

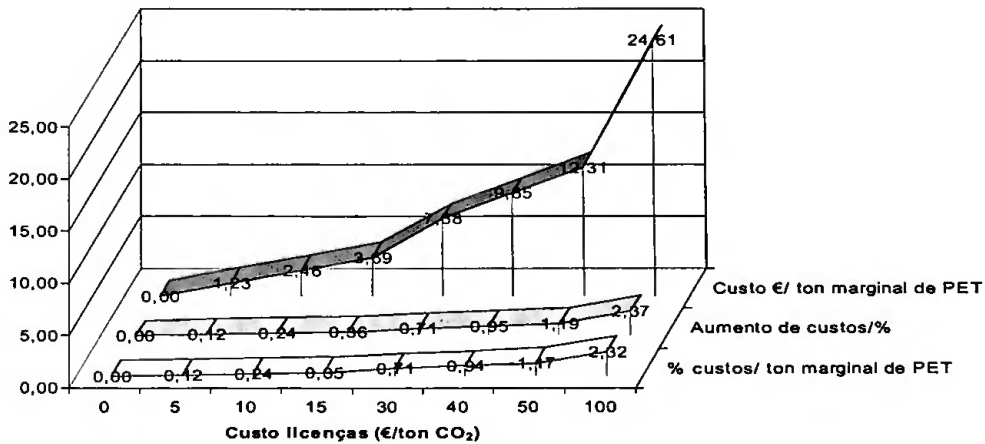
Figura 36: Aumento de custos na produção total Selenis.



Tal como no caso da CIRES, os aumentos de custos provocados pelas licenças de emissão na produção total têm pouco significado, sendo ainda menores, e não chegam a alcançar 0,5% mesmo no cenário mais exigente.

Para a produção marginal de PET, num cenário de licenças de emissão a 100 €/t CO₂, o custo do carbono é de 24,61 € numa tonelada de PET marginal, o que representa 2,32 % dos custos totais marginais, sendo o aumento de custos igual a 2.37 € por tonelada de PET.

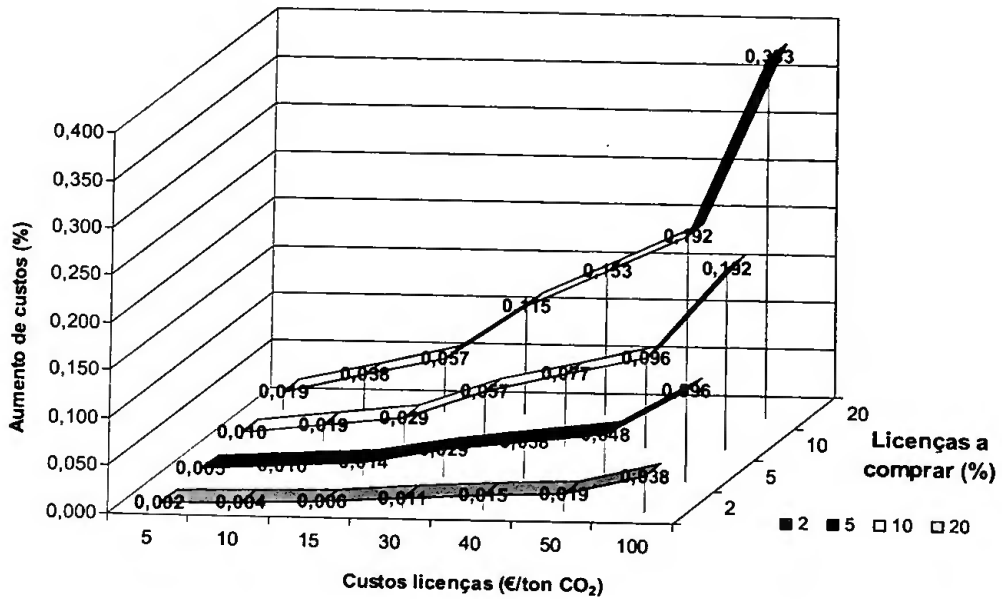
Figura 37: Aumento de custos na produção marginal da Selenis.



5.4.3.3 Impactos na CUF- Químicos Industriais

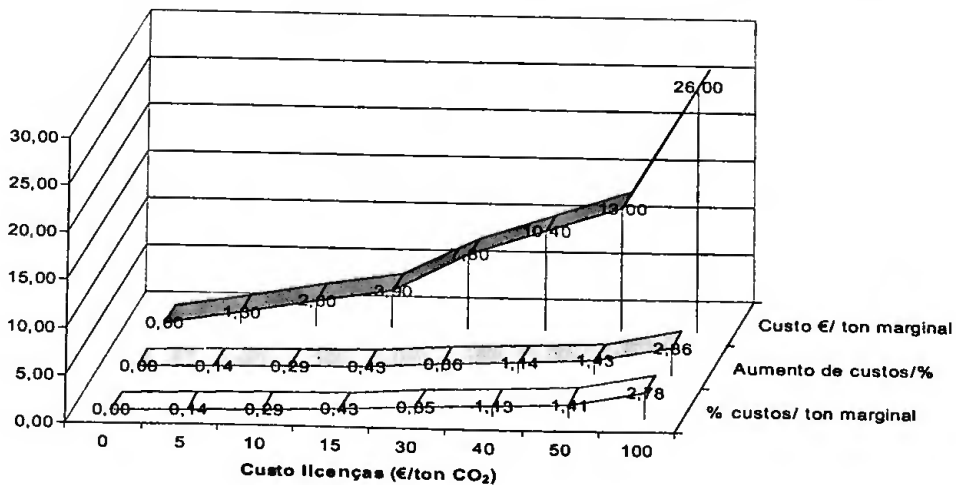
No caso da produção total de cloro e anilina da CUF-Químicos Industriais, os resultados, tal como nos dois casos anteriores, indicam que a aquisição de licenças de emissão tem um impacto pouco significativo.

Figura 38: Aumento de custos na produção total da CUF-Químicos Industriais.



Para a produção marginal, os resultados obtidos para a CUF-QI, são semelhantes, em ordem de grandeza, aos dois casos anteriores.

Figura 39: Aumento de custos na produção marginal da CUF-Químicos Industriais.

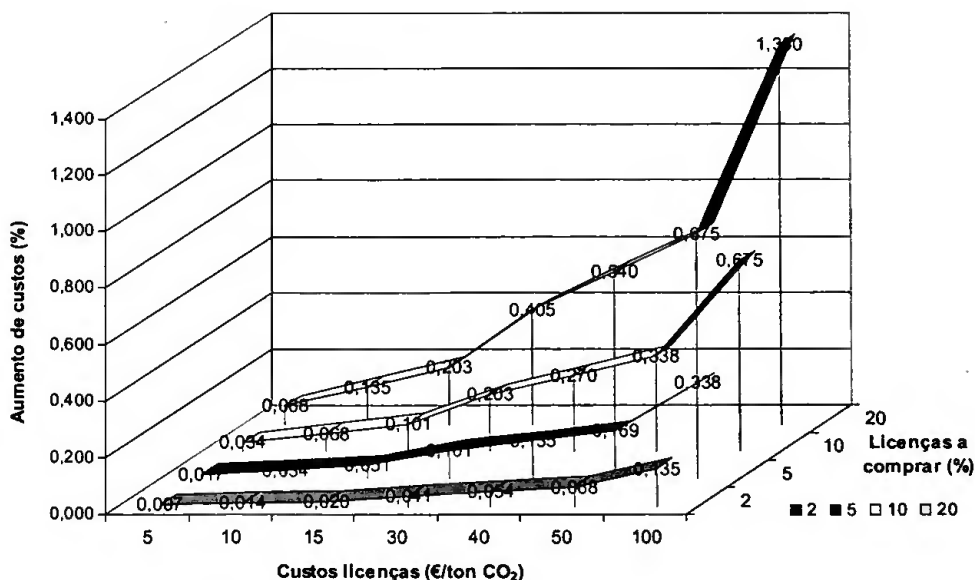


A razão dos impactos directos serem muito semelhantes para estas três empresas, tanto na produção total como na marginal, deve-se ao facto de os valores de emissões de CO₂ por tonelada de produto fabricado serem muito semelhante entre si bem como a semelhanças na estrutura de custos (elevado peso das matérias primas e pesos semelhantes dos combustíveis).

5.4.3.4 Impactos na Repsol YPF

No caso da Repsol YPF, para a produção total, os impactos directos continuam a ser pouco significativos, conforme se pode observar na Figura 40.

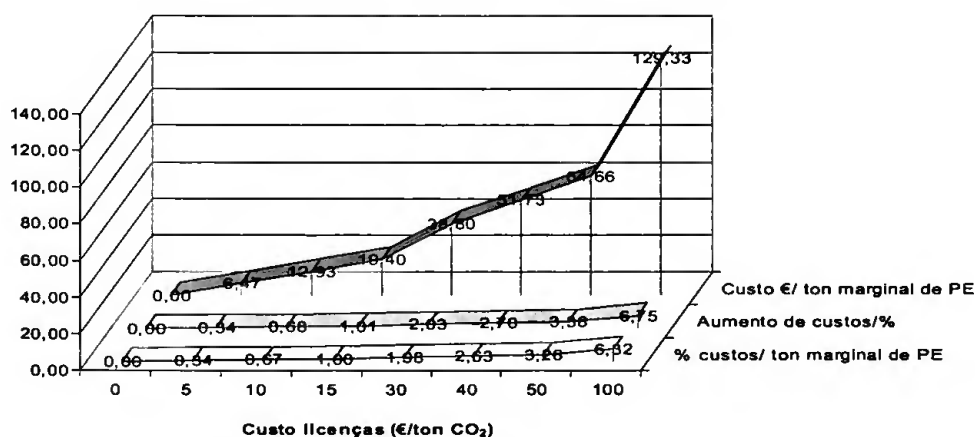
Figura 40: Aumento de custos na produção total da Repsol YPF.



Para a produção marginal da Repsol YPF, a Figura 41 indica-nos que num cenário de licenças a 100 €/t CO₂, numa tonelada marginal de PE, o carbono representa 129,33 € dos custos, o que representa um peso de 6,32 % e um aumento de 6,75 % nos custos por tonelada de PE.

Estes valores são superiores em relação aos casos da CIRES, Selenis e CUF-Químicos Industriais, e devem-se sobretudo ao valor das emissões de CO₂ por tonelada de produto, que tal como referido anteriormente é para o caso da Repsol YPF, cerca de 5 vezes superior.

Figura 41: Aumento de custos na produção marginal Repsol YPF.



No Quadro 14 apresenta-se um resumo dos aumentos de custos para a produção marginal das quatro empresas estudadas e para efeitos comparativos, apresentam-se no Quadro 15, os aumentos de custos para três indústrias também abrangidas pelo CELE, apresentados por Reinaud (2005) e considerados representativos na Europa, para cada uma delas.

Quadro 14: Aumento de custos para a produção marginal da CIRES, Selenis, CUF-Químicos Industriais e Repsol YPF em %.

Preço das licenças de emissão (€/t CO ₂)	CIRES	Selenis	CUF-QI	Repsol YPF
5	0,22	0,12	0,14	0,34
10	0,43	0,24	0,29	0,68
15	0,65	0,36	0,43	1,01
30	1,29	0,71	0,86	2,03
50	2,15	1,19	1,43	3,38

Quadro 15: Aumento de custos para a produção marginal e intensidade em emissões de CO₂ das indústrias do aço (Western BOF³ e EAF⁴), cimento e pasta e papel, em %.

Preço das licenças de emissão (€/t CO ₂)	Western BOF	EAF	Cimento	Pasta e Papel
5	4	0	9	1
10	7	1	17	3
15	11	1	26	4
30	22	2	51	8
50	37	3	86	14
Emissões de CO ₂ /t produto	1,93	0,15	080	0,40

Fonte: Reinaud (2005).

Verifica-se que os aumentos dos custos da produção marginal nas quatro empresas do sector da Indústria Química portuguesa são bastante menores que os aumentos verificados nas outras indústrias, aproximando-se apenas dos valores da indústria do aço por via secundária.

5.4.4 Impactos indirectos do CELE na Indústria Química portuguesa

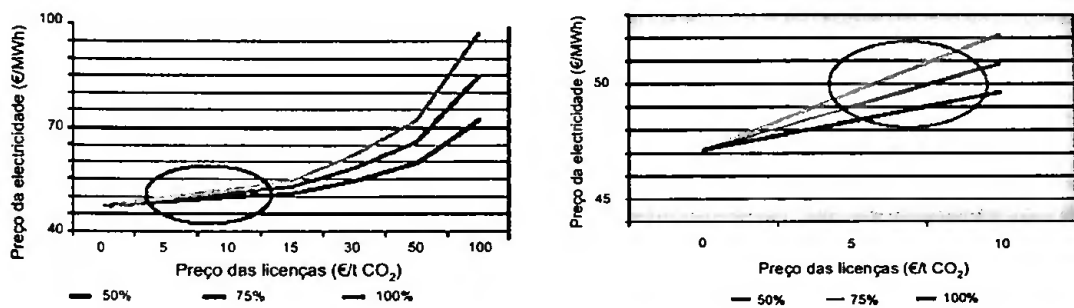
O aumento dos preços de electricidade é uma consequência da inclusão das empresas do sector electroprodutor na Directiva, levando a um aumento de custos dos consumidores industriais de energia eléctrica. A decisão da quantidade de passagem dos custos de oportunidade das licenças de emissão depende vários factores, como a natureza do mercado eléctrico e o tipo de acordos contratuais com os consumidores.

³ BOF- Basic Oxygen Furnace. (Alto Forno) Via primária de produção de aço a partir de minério, coque e calcário.

⁴ EAF- Electric Arc Furnace. (Forno Eléctrico) Via secundária de produção de aço a partir da reciclagem de sucata.

A Figura 42 representa o aumento de preços na electricidade na Europa estimados por Reinaud (2005) para diferentes preços de licenças de emissão e assumindo diferentes passagens de custos para os preços finais da electricidade.

Figura 42: Aumento dos preços de electricidade em função de diferentes preços de licenças de emissão e diferentes passagens de custos.



Fonte: Adaptado de Reinaud (2005).

O Quadro 16 representa para uma passagem de 100 % dos custos, os aumentos previstos no custo da electricidade em função do preço das licenças de emissão de CO₂, partindo de um preço de referência de 47,12 €/MWh (Reinaud, 2005).

Quadro 16: Aumento dos preços de electricidade na Europa para uma passagem de custos de 100%.

Preço das licenças de emissão (€/t CO ₂)	0	5	10	15	30	50
Aumento no preço da electricidade (%)	0	5	11	16	32	53
Preço da electricidade (€/MWh)	47,12	49,62	52,13	54,63	62,14	72,16

Fonte: Reinaud (2005).

Com base nos valores do Quadro 16, Reinaud estimou o aumento dos custos por tonelada de produto acabado:

Quadro 17: Aumento dos custos por tonelada de produto acabado, em %, assumindo uma passagem de custos de 100%.

Preço das licenças de emissão (€/t CO ₂)	Aumento do preço da electricidade (%)	Western BOF	EAF	Cimento	Pasta e Papel
5	5	0,2	0,4	0,7	0,5
10	11	0,5	0,8	1,5	1,1
15	16	0,7	1,3	2,2	1,6
30	32	1,5	2,5	4,5	3,3

Fonte: Reinaud (2005)

O que resultou no seguinte aumento de custos totais, custos directos mais indirectos, representado no Quadro 18:

Quadro 18: Aumento, em %, dos custos totais por tonelada para as indústrias de aço, cimento e pasta e papel.

Preço das licenças de emissão (€/t CO ₂)	Western BOF	EAF	Cimento	Pasta e Papel
5	4,2	0,4	9,7	1,5
10	7,5	1,8	18,5	4,1
15	11,7	2,3	28,2	5,6
30	23,5	4,5	55,5	11,3

Fonte: Reinaud (2005).

Para as quatro empresas do sector da indústria química portuguesa estudadas, partindo destes valores dos aumentos no preço da electricidade em função do preço das licenças de emissão apresentados no Quadro 18 e do peso custo do consumo de electricidade adquirida à rede na estrutura de custos de cada uma delas, obteve-se o seguinte conjunto de resultados sumariado no Quadro 19:

Quadro 19: Aumento, em %, dos custos totais por tonelada de produção marginal para a CIRES, Selenis, CUF - Químicos Industriais e Repsol YPF.

	Aumento de custos (%)	Preço das licenças de emissão (€/t)			
		5	10	15	30
CIRES	Indirectos	0,09	0,20	0,29	0,59
	Directos	0,22	0,43	0,65	1,29
	Totais	0,31	0,63	0,94	1,88
Selenis	Indirectos	0,07	0,16	0,24	0,48
	Directos	0,12	0,24	0,36	0,71
	Totais	0,19	0,40	0,60	1,19
CUF-QI	Indirectos	0,38	0,83	1,21	2,42
	Directos	0,14	0,29	0,43	0,86
	Totais	0,52	1,12	1,64	3,28
Repsol YPF	Indirectos	0,39	0,86	1,25	2,49
	Directos	0,34	0,68	1,01	2,03
	Totais	0,73	1,53	2,26	4,52

Deste Quadro destacam-se os custos indirectos da CUF-Químicos Industriais. O elevado consumo de electricidade associado à produção de cloro na unidade da CUF em Estarreja justifica um destaque adicional. Os valores indicados dos custos indirectos são subestimados, dado que nesta unidade, para além de cloro também se produz anilina e os dados referentes à estrutura de custos compreendem a produção destas duas substâncias químicas. Assim, ao calcular o custo indirecto por tonelada

de produto, considerou-se a produção total de anilina e de cloro, e não apenas a produção de cloro, daí a razão para o custo indirecto estar subestimado.

Quando comparadas com as indústrias do aço, cimento e pasta e papel, as empresas estudadas têm aumentos nos custos totais por tonelada de produto fabricado bastante inferiores, podendo estes apenas ser comparáveis aos aumentos de custos da indústria do aço por via secundária (EAF), que é deste grupo a menos intensiva em emissões de CO₂.

O peso que a parcela dos custos com combustíveis e electricidade tem na estrutura de custos totais das empresas estudadas varia, aproximadamente, entre os 5 e os 10%, sendo de facto, o grande factor de custo a aquisição de matérias-primas, que varia entre os 74 e os 83 % dos custos totais. Estes valores estão em linha com os valores médios da Indústria Química Europeia, em que os custos com energia são da ordem dos 5% e as compras rondam os 71% (Hadhri, Weigel, 2006).

Variando a quantidade de licenças de emissão a comprar e supondo uma passagem de custos de 100%, para a produção total, os aumentos de custos têm igualmente uma fraca expressão, conforme se verifica nas Figuras 43 a 46:

Figura 43: Aumentos de custos totais para a CIRES em função do volume de licenças de emissão.

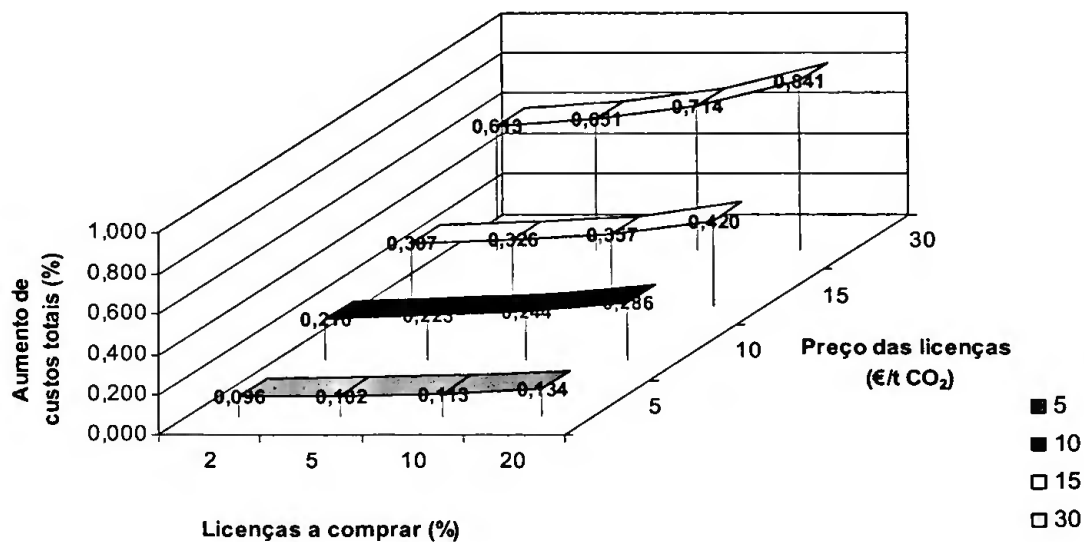


Figura 44: Aumentos de custos totais para a Selenis em função do volume de licenças de emissão.

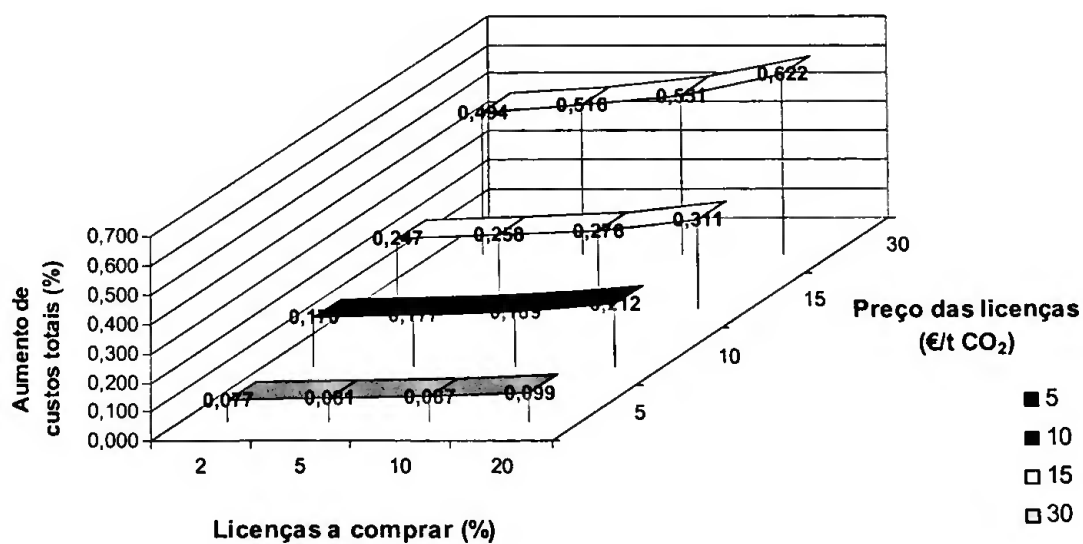


Figura 45: Aumentos de custos totais para a CUF-Químicos Industriais em função do volume de licenças de emissão.

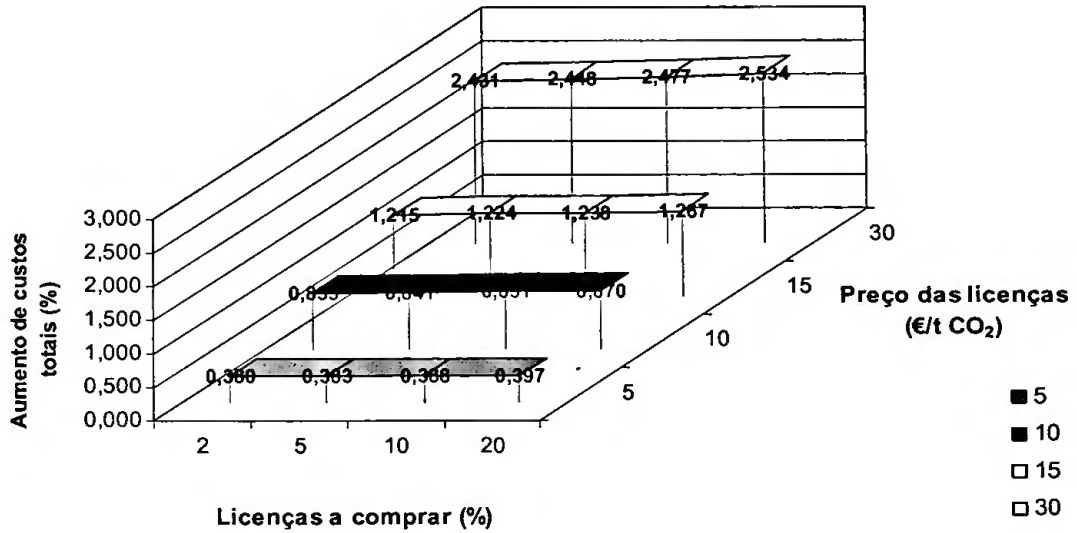
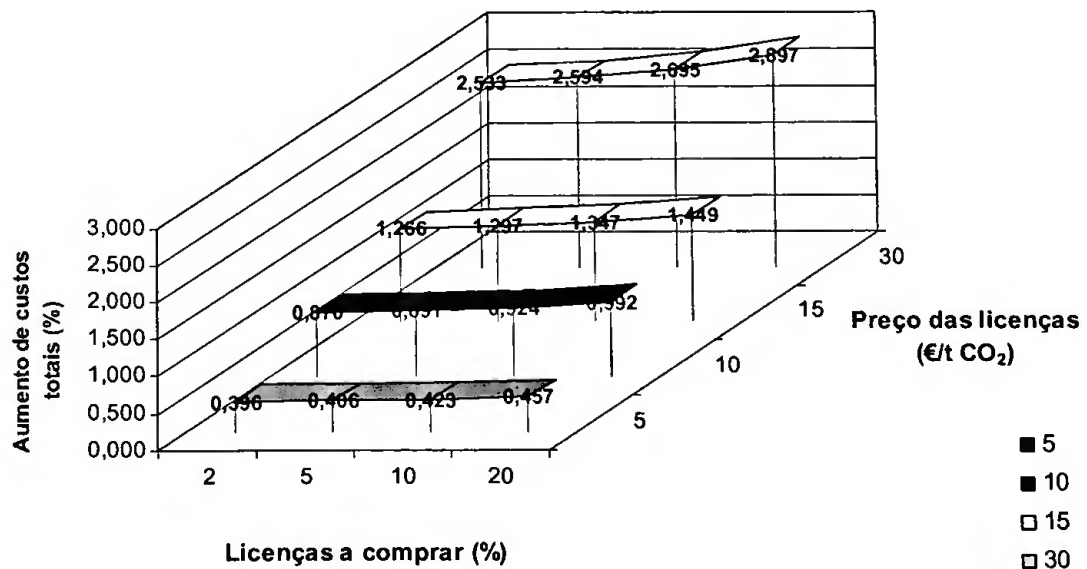


Figura 46: Aumentos de custos totais para a Repsol YPF em função do volume de licenças de emissão.



Com base na análise dos aumentos de custos totais, tanto da produção marginal como da produção total, conclui-se que o CELE teria nestes cenários apenas um impacto modesto.

Com o PNALE actual, os operadores apenas incorrem em custos se tiverem que adquirir no mercado licenças de emissão para as emissões excedentárias que não estejam previstas. No caso da Indústria Química portuguesa, as emissões verificadas em 2005 foram inferiores ao atribuído.

Quadro 20: Emissões do subsector químico verificadas em 2005.

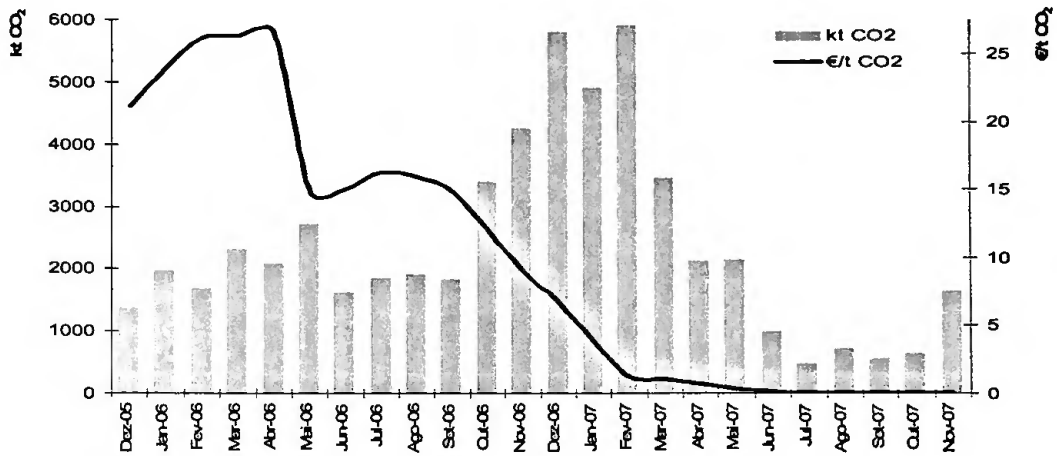
Sector	Sub-sector	Atribuído PNALE (tCO ₂ /ano)	Quantidade de emissões verificadas em 2005 (a 31.03.2006)	% de excedente
Cogeração	Químico	873247	784626	10,1
Instalação de combustão	Químico	225061	206110	8,4

Fonte: Instituto do Ambiente. Emissões verificadas introduzidas no Registo Português de Licenças de Emissão até 31 de Março de 2006.

5.4.5 Evolução do mercado de licenças de emissão na Europa

A evolução dos preços de mercado *spot* de licenças de emissão no mercado acentua ainda mais esta ideia, pois desde a entrada em vigor do CELE, que o seu preço por tonelada diminuiu de 21,11 €/tCO₂ em Dezembro de 2005 para 0,07 €/tCO₂ em Novembro de 2007 (Powernext, 2007; 2007b).

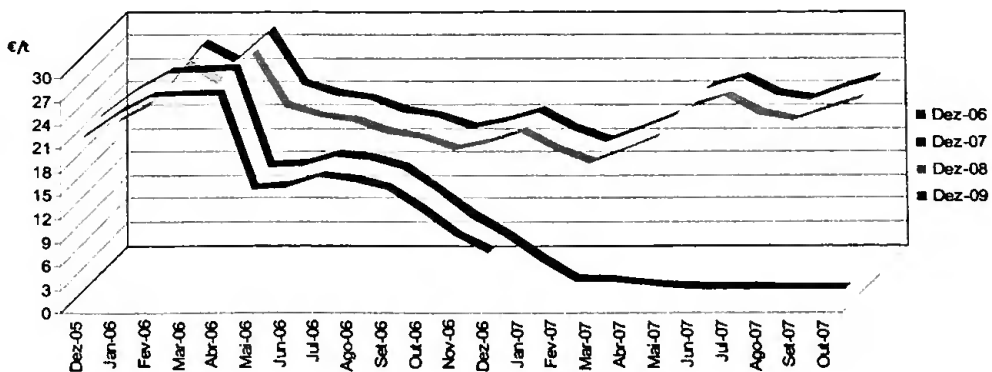
Figura 47: Evolução do preço no mercado *spot* e do volume de licenças de emissão comercializado entre Dezembro de 2005 e Novembro de 2007.



Fonte: Powernext (2007, 2006 b).

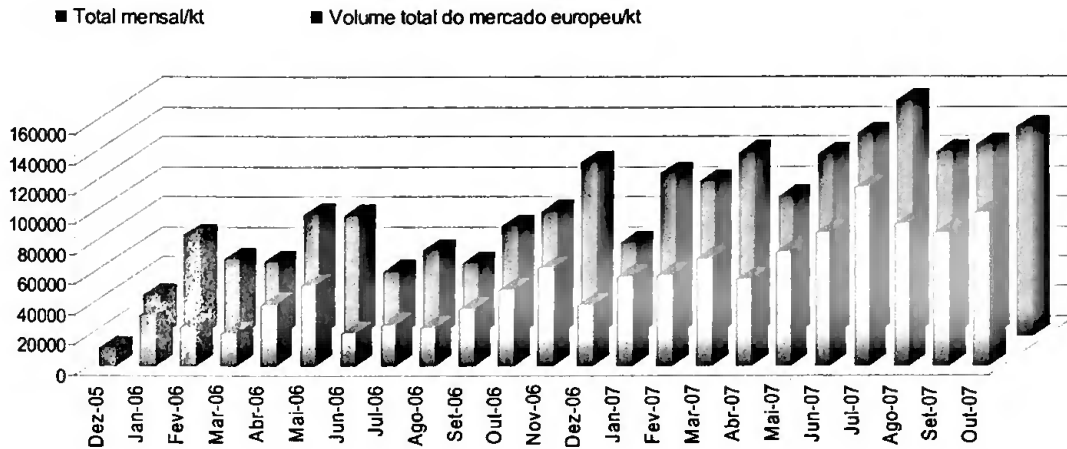
O preço de mercado futuro tem também tido uma evolução que permite às empresas salvaguardar as suas necessidades de licenças de emissão sem incorrerem em custos muito elevados.

Figura 48: Evolução do preço das licenças de emissão para mercados futuros entre Dezembro de 2005 e Outubro de 2007.



Fonte: Powernext (2007, 2007b).

Figura 49: Evolução do volume de licenças de emissão comercializadas para mercados futuros entre Dezembro de 2005 e Outubro de 2007.



Fonte: Powernext (2007, 2007b).

Esta tendência decrescente no preço e na quantidade de licenças de emissão comercializadas no mercado *spot*, deve-se ao facto das licenças de emissão serem atribuídas gratuitamente e os vários PNALEs abrangerem a totalidade ou a quase totalidade das emissões.

5.5 Conclusões

Os impactos do CELE esperados pelos vários estudos de simulação nos custos e na competitividade são modestos e são menores quando comparados com outros instrumentos de regulação, podendo mesmo ter impactos positivos. As licenças sendo atribuídas gratuitamente, apenas em caso de incumprimento se tornarão numa fonte de

custos, podendo em consequência disso ter efeitos na competitividade. Sobre os efeitos sobre a inovação não é claro que os mecanismos de mercado despoletem maiores níveis de inovação que outros instrumentos de política ambiental; o facto de as licenças serem atribuídas gratuitamente pode assim constituir uma ausência de estímulo para a inovação.

A eficiência energética ganha cada vez mais importância em contextos industriais, não só por motivos económicos, mas também por motivos relacionados com exigências ambientais crescentes. No caso da Indústria Química portuguesa, a inovação tecnológica, como forma de aumentar a eficiência energética dos processos é também uma forma de ir de encontro a exigências de menores emissões de CO₂. As restrições de emissões de emissões levam também à consideração desta condicionante na avaliação estratégica de novos investimentos.

Os aumentos de custos verificados para os cenários criados, tanto da produção marginal como da produção total, são para a Indústria Química portuguesa pouco significativos, quando comparados com outras indústrias na Europa. Estes cenários podem-se considerar como casos extremos, já que actualmente o PNALE atribui gratuitamente a totalidade das licenças de emissão aos vários operadores. Mantendo-se a tendência de cumprimento, a Indústria Química portuguesa não será afectada enquanto o PNALE abranger as suas emissões.

Em caso de incumprimento, dada a evolução do preço de mercado das licenças de emissão, os custos de aquisição de licenças não terão impactos significativos, pois o

seu preço atingiu nos últimos meses de 2007 valores inferiores a 1 €/tCO₂, sendo este valor bastante inferior aos valores por tonelada de CO₂ usados na criação dos cenários. Os mercados futuros também têm tido uma evolução favorável o que permitirá às empresas da Indústria Química nacional, não serem confrontadas com aumentos significativos dos seus custos totais de produção para o próximo período de 2008 a 2012.

6. Políticas de minimização de impactos do CELE

As indústrias intensivas em energia da UE receiam que o CELE provoque uma perda de competitividade em relação às congéneres não europeias. Estas indústrias realçam dois aspectos: em primeiro lugar uma forte competição global actual e esforços realizados no passado para reduzir as emissões de CO₂ podem criar dificuldades na aquisição das licenças de emissão necessárias ou em atingir uma maior eficiência energética; em segundo lugar o CELE pode levar a um aumento dos preços da electricidade o que poderia provocar um aumento dos custos. A directiva CELE poderia assim criar provocar uma situação de desvantagem para a indústria europeia nos mercados internacionais em relação à indústria de países não europeus, afectando a sua competitividade, crescimento económico e emprego.

6.1 Medidas de apoio

Um largo número de medidas de apoio têm sido propostas por representantes das indústrias europeias intensivas em energia, pelo poder político, por ambientalistas e académicos, para simultaneamente não por em causa a eficiência da Directiva nem provocar consequências económicas negativas (van Asselt; Biermann, 2007). Para serem eficientes na sua aplicação, estas medidas devem ir de encontro a pressupostos políticos e legais. Devem garantir uma total concordância com os compromissos assumidos pela UE no âmbito do Protocolo de Quioto, não devem violar as leis do comércio dentro da UE e do comércio

internacional e não devem prejudicar outros interesses da UE, incluindo as relações com parceiros não europeus, em especial com os Estados Unidos da América.

Estas medidas partem de pressupostos meramente políticos e legais, excluindo constrangimentos de natureza económica, tal como a eficiência de custos dessas medidas, e assumem também que o CELE cria um cenário em que a indústria europeia intensiva em energia está em desvantagem com as suas congéneres não europeias, i.e. “*unequal playing field*”.

6.1.1 Medidas possíveis da UE ou dos seus estados membros

- **Apoio directo às indústrias intensivas em energia**

A UE ou os seus estados membros podem atenuar possíveis efeitos do CELE na competitividade das indústrias intensivas em energia, seja por menores restrições às de emissões de CO₂ ou por PNALEs em que o total de licenças de emissão a atribuir seja superior, ou ainda pela exclusão de parcial destas indústrias. No entanto tais medidas poderiam violar as leis do comércio internacional e poriam em causa quer o compromisso assumido pela UE no âmbito do Protocolo de Quioto que a própria viabilidade do CELE enquanto instrumento da política ambiental da UE. Uma outra medida passa pela atribuição de subsídios para o desenvolvimento de tecnologias amigas do ambiente que sejam inovadoras.

- **Restrições às importações de produtos de indústrias intensivas em energia**

A competitividade das indústrias intensivas da UE pode beneficiar de medidas que restrinjam as importações de produtores de países em que os preços da energia são menores, como consequência de regulação ambiental menos exigente. Existem seis tipos de medidas que são teoricamente viáveis:

- (1) Ajustes fronteiriços de preços dos produtos importados para equilibrar os custos relacionados com a energia e as licenças de emissão.
- (2) Em teoria o estabelecimento de quotas levaria a um controlo sobre a totalidade de produtos importados de indústrias intensivas em energia de países fora do CELE. No entanto esta medida seria discriminatória à luz das leis do comércio internacional, pelo que não seria viável.
- (3) Regulações técnicas e *standards*. A UE e os seus estados membros poderiam adoptar regulações técnicas ou *standards* para a eficiência energética ou emissões de GEE para produtos provenientes de indústrias intensivas em energia, que também seriam aplicáveis às importações dos mesmos. Este tipo de medidas, de uma forma geral, como têm por meta alcançar um objectivo ambiental e são transparentes na sua concepção, não são discriminatórias, pelo que não iriam, *a priori*, contra as regras do comércio internacional. Contudo, uma análise caso a caso não deixa de ser necessária.

- (4) Ajustes ao Sistema Generalizado de Preferências. O comércio da UE com conjunto de países mais pobres e em vias de desenvolvimento é regulado por um Sistema Generalizado de Preferências (SGP). Em teoria, a UE pode recusar ou limitar estas preferências para produtos intensivos em energia provenientes destes países, que ainda não tenham ratificado ou implementado o Protocolo de Quioto. Embora a UE possua alguma liberdade nas negociações com países em vias de desenvolvimento, a inclusão de metas ambientais mais ambiciosas nestas negociações, pode ser vista como uma forma política de condicionamento. O grau e a forma desse condicionamento pode entrar em conflito com o princípio das responsabilidades diferenciadas do Protocolo de Quioto.
- (5) Contra-medidas. A UE poderia, através do mecanismo de disputa de acordos da Organização Mundial de Comércio (OMC), alegar que a incapacidade de internalizar custos da mitigação de alterações climáticas em produtos importados de países sem compromissos no Protocolo de Quioto, constitui um subsídio. Este argumento, permitiria à UE, como parte afectada, impor taxas aduaneiras, restringindo as importações.
- (6) Taxas ou tarifas penalizadoras. A UE e seus estados membro poderiam impor taxas ou tarifas que restrinjam as importações de produtos de indústrias intensivas em energia de países que não tenham compromissos semelhantes no âmbito do Protocolo de Quioto, em especial os EUA. Contudo, tais sanções poderiam ser

insuficientes, necessitando de um acordo entre as várias partes do Protocolo de Quioto e/ou da OMC.

- **Consciencialização e influenciar comportamentos dos consumidores**

A UE e os seus estados membro poderiam consciencializar os consumidores e influenciar os seus comportamentos em relação a produtos intensivos em energia que sejam produzidos em conformidade com a Directiva, por exemplo, através de uma “Marcação climática” (*climate labelling*) própria desses mesmos produtos. Esta “Marcação climática” pode despertar nos consumidores uma preocupação em saber se o processo de produção desses produtos intensivos em energia ou os próprios produtos são eficientes em termos energéticos e/ou em emissões de GEE. A “Marcação climática” mandatária, quando usada para equilibrar desigualdades internacionais entre países com regulamentação e países sem regulamentação referente a emissões de GEE, pode ser uma importante ferramenta ao dispor dos governos para minimizar efeitos prejudiciais na competitividade. Contudo ainda não é claro que os regulamentos da OMC permitam esta opção. Por outro lado, acções e iniciativas voluntárias e privadas que tenham a mesma finalidade podem contornar este problema.

- **Acordo da UE com países terceiros**

A UE pode estabelecer acordos bilaterais com um grupo de países terceiros para lidar com aspectos ligados à competitividade de indústrias intensivas em energia, incluindo acordos

em que se estabelece um *trade-off* com outras áreas. Por exemplo, reduzindo subsídios à agricultura, assim como acordos exclusivamente para o problema das alterações climáticas, cujo objectivo seria fazer com que esses países terceiros estabeleçam voluntariamente compromissos para reduções de emissões de GEE das suas indústrias intensivas em energia. De um ponto de vista legal, tais acordos com países terceiros não são à partida problemáticos. De um ponto de vista político, poderão ir contra os fundamentos do Protocolo de Quioto.

- **Apoios a países em desenvolvimento afectados pelas medidas da UE**

A concorrência para as indústrias intensivas europeias vem cada vez mais de países em vias de desenvolvimento. Estes países estão obrigados pelo Protocolo de Quioto a reportar as suas emissões de GEE, mas não aceitaram ainda objectivos de reduções de emissões e é pouco provável que o façam num futuro próximo. Para além disso, sob o princípio de partilha de responsabilidades, os países desenvolvidos comprometeram-se a levar a cabo uma maior redução do maior volume de emissões que os países em vias de desenvolvimento. Medidas que diminuam o diferencial de preços devido a diferentes obrigações ambientais entre países desenvolvidos e países em vias de desenvolvimento, poderiam ser mais facilmente postas em prática se fossem acompanhadas por um mecanismo de compensações que não afecte o princípio de responsabilidades comuns mas diferenciadas. No caso de ajustes aduaneiros, as receitas provenientes deste ajuste poderiam reverter, sob a forma de subsídios, para as indústrias dos países em vias de desenvolvimento, que estimulem o desenvolvimento de processos e produtos energeticamente mais eficientes.

6.1.2 Medidas de instituições multilaterais

Os possíveis efeitos do CELE nas indústrias intensivas em energia podem ser atenuados por intermédio de medidas adoptadas por instituições multilaterais.

- **Medidas adoptadas pelas partes da Convenção Quadro da Nações Unidas sobre Alterações Climáticas.**

A Convenção Quadro da Nações Unidas sobre Alterações Climáticas está adoptar cada vez mais medidas com carácter vinculativo. Uma medida já reclamada pela UE é o alargamento do regime de políticas climáticas após 2012, que inclui o compromisso de alguns países desenvolvidos para a adopção de compromissos quantificados. Se mais países forem sujeitos a metas de redução de emissões de GEE, os efeitos na competitividade das indústrias intensivas em energia da UE seriam atenuados. Outra medida possível é restringir o comércio com países que não tenham ratificado o protocolo de Quioto. Esta medida, embora seja teoricamente possível, do ponto de vista político está fora de questão enquanto os EUA não ratificarem o Protocolo de Quioto. Uma terceira medida consiste em estabelecer taxas às importações de países que não sejam partes da UNFCCC, que para serem aplicáveis teriam que ir ao encontro aos regulamentos da OMC. Como quarta medida, as partes da Convenção Quadro poderiam harmonizar programas de taxas sobre a energia ou emissões de GEE que fossem aplicáveis às importações e exportações. Esta medida é legalmente possível, mas politicamente irrealista, dada a falta de harmonização de impostos nestas matérias mesmo dentro da UE. Finalmente, as partes da Convenção Quadro poderiam aumentar as possibilidades de obter créditos de

emissões de GEE através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e Implementação Conjunta. Contudo estas últimas medidas teriam que ser concebidas de forma a manter a integridade ambiental destes mecanismos.

- **Medidas adoptadas pelos membros da OMC**

Os membros da OMC podem também eles adoptar algumas medidas para mitigar os efeitos na competitividade da indústria intensiva em energia da UE. Em primeiro lugar a OMC pode permitir restrições ao comércio, em especial importações provenientes de países que não tenham ratificado o Protocolo de Quioto. Em segundo lugar a OMC poderia concordar com a harmonização, total ou parcial de *standards* relacionados com a eficiência energética, no âmbito das regras do comércio internacional, fazendo com que os países com objectivos quantificados no Protocolo de Quioto sejam menos afectados pelas políticas ambientais. Em terceiro lugar a OMC e a Convenção Quadro poderiam, de comum acordo, estabelecer uma base de compromisso mínimo entre si para os subsídios ambientais.

- **Medidas por parte do sector privado**

Para além de medidas adoptadas por organismos governamentais e instituições multilaterais, as indústrias afectadas poderiam considerar um conjunto de medidas, sob a forma de iniciativas próprias e acordos privados. Estas poderiam incluir campanhas de

sensibilização dos consumidores europeus para promover o consumo de produtos de empresas que desenvolvem a sua actividade sob o CELE. As indústrias europeias intensivas em energia podem promover iniciativas à escala mundial para o estabelecimento de acordos voluntários com vista ao cumprimento de objectivos de redução de emissões, tais como a diminuição da intensidade energética dessas indústrias, cooperação no desenvolvimento de novas tecnologias, etc. Este tipo de acordos e iniciativas voluntárias não são problemáticos à luz das leis do comércio internacional, muito embora possam ter algumas restrições por parte das leis da concorrência da UE.

Este conjunto de medidas é dividido por van Hasselt e por Biermann em três categorias: verdes, amarelas e vermelhas.

Medidas verdes, são aquelas que poderiam ser implementadas sem significativos constrangimentos políticos ou legais:

- Sensibilização dos consumidores;
- “Marcação climática”, voluntária, não governamental;
- Subsídios limitados ou subsídios para produtos amigos do ambiente.

Medidas amarelas são medidas que podem implementadas, embora em termos políticos e legais, a sua concretização prática ainda levanta dúvidas e deveriam ser alvo de pesquisa adicional:

- Ampliar a implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e da Implementação Conjunta;
- Ajustes aduaneiros para importações ou exportações;
- Subsídios para as indústrias europeias intensivas em energia;
- “Marcação climática” governamental obrigatória;
- *Standards* e regulações para a eficiência energética aplicáveis também às importações;
- Excepções para as indústrias europeias intensivas em energia;
- Taxas e ou tarifas para importações intensivas em energia provenientes de países que não tenham ratificado o Protocolo de Quioto.

As seguintes medidas são legais, mas politicamente difíceis de implementar ou mesmo indesejáveis:

- Extensão dos compromissos assumidos no Protocolo de Quioto a um maior conjunto de países;
- Acordos com países fora da UE, incluindo acordos sectoriais;
- Harmonização de *standards* técnicos quer na OMC como na Convenção Climática;
- Subsídios mínimos para as indústrias intensivas em energia afectadas.

Medidas vermelhas são medidas que com as leis actuais não são legalmente implementáveis e que são politicamente impraticáveis. Incluem:

- Uma diminuição das restrições de GEE (isto poria em causa o Protocolo de Quioto);
- Estabelecimento de quotas ou a exclusão de partes que não ratificaram o Protocolo de Quioto;
- Reforma do Sistema Generalizado de Preferências, fazendo com que os países em vias de desenvolvimento fossem além dos seus compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto;
- Impostos ou tarifas penalizadoras (são politicamente e legalmente impraticáveis)

As medidas propostas destinam-se a equilibrar a competitividade das indústrias intensivas em energia da UE em relação às mesmas indústrias de países ou espaços económicos que não ratificaram o Protocolo de Quioto, ou que no âmbito deste têm objectivos com efeitos menos constrangedores sobre a competitividade. Estas medidas enfrentam obstáculos impostos pelos regulamentos e leis internacionais de comércio, que dificultam ou tornam impossível a sua colocação em prática. No futuro a revisão destes regulamentos ou leis poderá tornar estas medidas possíveis de realizar, equilibrando a competitividade das indústrias intensivas em energia.

6.2 Definição de estratégias

O custo total das alterações climáticas nas empresas dependerá da forma de como a sua exposição se deve a emissões directas, a emissões indirectas, como por exemplo, a compra de electricidade ou venda de produtos cujo consumo liberte emissões de GEE, ou ainda a impactos directos das alterações climáticas nos negócios, como por exemplo, o impacto das catástrofes

naturais provocadas pelas alterações climáticas na actividade de uma companhia de seguros. O desafio que se coloca é reduzir os custos das alterações climáticas e das restrições de emissões de GEE e simultaneamente, na presença destas ameaças, procurar novas oportunidades para ganhar vantagens competitivas. De acordo com Schultz e Williamson (2005), existem três formas de ganhar vantagens competitivas:

- Minimizando os custos adicionais mais eficazmente que a concorrência;
- Diferenciando os produtos, incluindo créditos de carbono na sua oferta;
- Tornando a capacidade de oferecer créditos de carbono numa fonte de rendimentos.

Minimizando os custos adicionais mais eficazmente que a concorrência

Enquanto o preço de mercado das licenças de emissão depende de factores que estão fora do controlo da maior parte das empresas, tal como as condições meteorológicas e o preço dos combustíveis, a empresa com uma estratégia bem definida poderá ser capaz de reduzir os seus custos próprios e adaptar-se à mudança, tomando uma série de medidas que incluem:

- Diversificar o consumo de combustíveis de forma a permitir explorar as diferentes tendências de preços destes e as diferentes quantidades relativas de emissões de CO₂, o que os concorrentes que apenas têm a possibilidade de consumir apenas um único tipo de combustível;

- Gestão activa de créditos de carbono e licenças de emissão para reduzir uma potencial exposição a flutuações do preço destas;
- Aumentar as vendas ou o preço das acções.

Diferenciando os produtos, incluindo créditos de carbono na sua oferta

Há um conjunto de oportunidades para as empresas ganharem vantagens competitivas, analisando as restrições de carbono ao longo da cadeia de valor, e assim antecipando e reagindo estrategicamente às necessidades dos consumidores. Por exemplo, uma empresa produtora de um dado bem e que tenha um tecto de emissões, se fizer uma opção estratégica do tipo de combustíveis que consome de forma a emitir uma menor quantidade de CO₂ por unidade produzida, poderá simultaneamente ter menores custos de produção e disponibilizar licenças de emissão para o mercado.

Tornando a capacidade de oferecer créditos de carbono numa fonte de rendimentos

Muitas empresas europeias estarão numa posição que lhes permitirá fornecer licenças de emissão para um novo mercado que tudo indica que estará em crescimento. Algumas empresas terão custos de redução de emissões menores que o custo de aquisição de licenças de emissão. Outras estarão em posição para assegurar licenças de emissão a partir de projectos especificamente concebidos para redução de emissões a baixo custo. Por exemplo, uma empresa que produza energia através de metano que noutras circunstâncias seria libertado para a atmosfera, poderá

desenvolver projectos, criar créditos de carbono e depois usar esses créditos para compensar as suas próprias emissões ou vender para o mercado as licenças de emissão correspondentes.

Estas oportunidades não se limitam aos vários sectores industriais. No futuro, as licenças de emissão poderão vir a ser a *commodity* mais comercializada no mundo, envolvendo investidores de vários sectores industriais, banca, companhias de seguros e empresas de consultadoria.

6.2.1 Da estratégia à sua implementação

Para implementar estas ideias estratégicas, as empresas terão que seguir o seguinte processo :

Figura 50: Etapas da construção da estratégia de mitigação de impactos.



Fonte: Adaptado de Schultz e Williamson (2005).

- **Avaliar a exposição às emissões de CO₂**

As empresas com tectos de emissões têm que em primeiro lugar saber se as suas emissões são directas ou indirectas e em que quantidades. Uma vez determinadas estas quantidades, o próximo passo é quantificar financeiramente custos de emissões actuais e futuras. Um ponto de partida razoável é utilizar preços actuais de licenças de emissão e estimar a potencial necessidade de compras ou vendas de licenças de emissão. As empresas também terão que avaliar os impactos financeiros devidos às suas emissões indirectas. Estes podem incluir por exemplo aumentos no preço da electricidade, a capacidade ou incapacidade de passar de combustíveis mais intensivos em CO₂ para combustíveis menos intensivos em CO₂, ou mesmo a procura de produtos intensivos em CO₂. Não menos importante é a imagem das empresas junto dos *stakeholders* no que toca à responsabilidade ambiental das empresas.

- **Comparar essa exposição com a dos concorrentes**

Em última análise, as restrições de emissões de GEE traduzem-se num impacto na competitividade das empresas. A forma como a competitividade é afectada vai determinar a posição de uma dada empresa em relação às empresas rivais. Uma análise detalhada da forma como uma empresa se posicionará em relação às empresas concorrentes, comparando a sua exposição às restrições de emissões de GEE com a exposição da concorrência permitir-lhe-á elaborar uma melhor estratégia para se diferenciar e tornar-se mais

competitiva, que seja para adoptar uma posição mais defensiva, nos casos em que a exposição é maior, defendendo a sua quota de mercado, quer seja para adoptar uma estratégia de conquista de quota de mercado, quando a sua exposição é menor que a da concorrência.

- **Avaliar as opções de mitigação de emissões**

Existem várias possibilidades disponíveis para reduzir ou fazer uma melhor gestão das emissões de GEE. Incluem:

- Investimentos em equipamentos para reduzir emissões;
- Investimentos em projectos de MDL e IC;
- Compra de licenças de emissão nos mercados;
- Desinvestimento em negócios com demasiada exposição às restrições de emissões;
- Influenciar os poderes políticos em decisões sobre futuros limites de emissões;
- Políticas de relações públicas.

Para qualquer uma destas opções, é importante uma avaliação individual do seu custo e dos riscos associados, para melhor poder definir a estratégia a seguir. É possível que para algumas empresas, a melhor estratégia seja não tomar qualquer medida. Em princípio, esta estratégia só seria apropriada para empresas cuja exposição fosse mínima. Contudo os impactos indirectos das emissões de CO₂ e outros GEE terão que ser devidamente identificados, pois poderão mesmo tornar esta estratégia rapidamente inadequada.

- **Avaliar estratégias para ganhar vantagens competitivas**

As empresas em qualquer sector terão potencial para se diferenciarem da sua concorrência, com base na avaliação de futuras regulações ambientais, impactos directos e relacionamento com o público consumidor.

As empresas na maior parte dos casos serão capazes de identificar acções e investimentos que serão mais lucrativos em ambientes de negócios em que existem restrições de emissões de GEE. Identificando as suas forças intrínsecas, as empresas serão capazes de definir estratégias diferenciadoras. Por exemplo, algumas empresas que fornecem combustíveis ao mercado, poderão diferenciar-se ao colocarem no mercado produtos menos intensivos em emissões e mais energeticamente eficientes. A criação de créditos de emissões de CO₂ que se convertem em licenças de emissão comercializáveis no mercado pode ser também uma forma de obtenção de rendimentos resultante de uma estratégia orientada para essa finalidade.

- **Desenvolver um plano estratégico**

Uma vez identificadas as opções estratégicas, é importante criar um plano que integra as várias etapas e cria condições para uma gestão eficiente das seguintes áreas:

- Investimentos
- Desinvestimentos
- Compras

- Estratégias limite
- Estratégias de vendas
- Relações públicas

6.2.2 Pôr a estratégia em prática

Cada indústria e cada empresa individual terá diferentes exposições às restrições de emissões de GEE e diferentes estratégias para criar ou manter as suas vantagens competitivas. A avaliação da sua própria posição e a da posição da concorrência é o ponto de partida para a criação de um caminho estratégico com vista a ultrapassar as restrições de emissões de GEE e permitir manter a sua posição competitiva. Tal como o capital, o trabalho, os recursos humanos e as matérias-primas, o carbono, ou mais genericamente, as emissões são elementos estratégicos do novo cenário competitivo pós Protocolo de Quioto.

6.3 Conclusões

Neste capítulo foram apresentadas uma série de políticas, ao nível das empresas, a nível nacional e ao nível de instituições transnacionais com o objectivo de minimização dos impactos do CELE, equilibrando a competitividade das indústrias intensivas em energia da UE em relação às congéneres de espaços económicos que não ratificaram o Protocolo de Quioto, ou que estão menos expostos a restrições de GEE. A colocação em prática destas medidas encontra algumas dificuldades relacionadas com leis e regulamentos internacionais. A articulação destas políticas torna-se mais eficaz se articulada com uma avaliação estratégica

capaz de identificar novas oportunidades e de diferenciar a actuação em relação aos concorrentes, em cenários ambientalmente mais exigentes.

7. Conclusões finais

As alterações climáticas provocadas por emissões para a atmosfera de gases provenientes da actividade humana, nomeadamente, actividades económicas, são alvo da preocupação das Nações Unidas, o que levou ao aparecimento do Protocolo de Quioto. Com a ratificação deste protocolo por parte da UE, surgiu a Directiva 2002/358/CE que procura assegurar os compromissos assumidos, sem por em causa o desenvolvimento económico. Este cumprimento objectivo passou pela criação de um mercado de comércio de licenças de emissão de CO₂ na UE, o CELE, promovendo a sua redução em condições que ofereçam uma boa relação custo eficácia e sejam economicamente eficientes, abrangendo 46 % do total das emissões de dióxido de carbono na UE e cerca de 10 000 instalações. Na sequência desta directiva, em Portugal, o PNAC quantificou o esforço nacional de controlo das emissões de GEE necessário para o cumprimento dos compromissos assumidos. As emissões de GEE esperadas para 2010 atingem 88.8 MtCO₂e (cenário alto) e 84.7MtCO₂e (cenário baixo), o que se significa um aumento de mais 47.5% e 40.7% em relação aos níveis de 1990, para os cenários alto e baixo, respectivamente.

Através do PNALE, foi estabelecido um limite máximo de emissões de GEE para o período de 2005 a 2007, onde são atribuídas gratuitamente e com base nas emissões históricas, para cada sector e para cada operador, o correspondente volume de licenças de emissão. Para o sector dos processos industriais, espera-se um aumento para 2010 de

56% em relação às emissões realizadas por este sector em 1990. Espera-se que a Indústria Química nacional seja responsável em 2010 por 32,6% das emissões do sector dos processos industriais, o que representa um aumento de 6%. As atribuições do PNALE II prevêem já aumentos significativos em várias instalações relativamente a anos anteriores, estando também já previsto um aumento significativo noutras instalações já existentes, devido a novos investimentos, bem como à realização de novos investimentos na região de Sines e de Estarreja, que deverão ser responsáveis pelos restantes aumentos. Assim, o peso do subsector químico dentro do sector das Instalações de Combustão, passa de 42% do PNALE I para 79 % para o PNALE II, enquanto no sector da cogeração se mantém relativamente estável.

A metodologia de atribuição de licenças de emissão não considera o potencial de redução de emissões nem as acções precoces realizadas para o cálculo do volume de licenças de emissão a atribuir. Em caso de incumprimento, os operadores terão que adquirir no mercado licenças de emissão para as suas emissões excedentárias ou pagar a correspondente multa. A generosidade do PNALE é assim determinante para que as empresas não tenham custos adicionais, o que passa pela atribuição de 100% das emissões previstas, o que já deverá incluir as perspectivas de crescimento de *output* das mesmas.

Os investimentos realizados pela Indústria Química europeia, tornaram-na mais energeticamente eficiente e menos intensiva em GEE que por exemplo a sua congénere

norte-americana. Investimentos adicionais são cada vez mais dispendiosos e tecnologicamente mais avançados e exigentes e o seu impacto prático corre o risco de ser cada vez menos significativo. Num cenário de necessidade de aquisição de licenças de emissão, Indústria Química europeia, estaria assim numa posição de desvantagem competitiva. Este receio de perda de competitividade internacional levou à adopção por parte do CEFIC de uma posição desfavorável à inclusão da indústria química na Directiva e consequente exclusão da participação no CELE. Esta posição, é em grande em parte justificada pela sua participação em acordos e programas voluntários como o *Responsible Care* e o *Voluntary Energy Efficiency Programme*, mas não é no entanto claro se a verdadeira motivação para a participação em programas de eficiência energética se relacione com uma consciência ambiental desta indústria ou com interesses económicos.

A motivação da Directiva, e consequentemente, do CELE, é controlar, regular e reduzir as emissões de CO₂ da forma mais eficiente possível, a ou seja, cumprir com os objectivos ambientais ao menor custo possível o custo possível, sem por em causa a competitividade. De entre os vários instrumentos disponíveis, os chamados instrumentos de mercado, onde se inclui o CELE, são de acordo com a literatura os que melhor conseguem cumprir estes objectivos, pois permite aos participantes alcançar de uma forma mais flexível os objectivos ambientais com custos de redução de emissões mais eficientes, definidos pelo mercado. Os custos marginais, os custos que são provenientes da necessidade de adquirir licenças adicionais, têm uma tendência de igualizar-se, o que é um aspecto relevante quando existem no mercado operadores com

diferentes tecnologias e capacidades a competirem entre si, em especial quando se tratam de indústrias intensivas em energia, tal como a Indústria Química.

Os efeitos sobre a competitividade das indústrias europeias são o maior receio dos participantes do CELE. Contudo, os estudos de simulação realizados demonstram que os impactos do CELE nos custos e na competitividade são modestos e são menores quando comparados com outros instrumentos de regulação, podendo mesmo ter impactos positivos. As licenças sendo atribuídas gratuitamente, apenas em caso de incumprimento se tornarão numa fonte de custos, podendo em consequência disso ter efeitos negativos na competitividade.

O CELE é um instrumento que pressupõe a existência de um mercado, e num mercado há compradores, e há vendedores que obtêm mais-valias. Os compradores irão recorrer ao mercado sempre que se torne mais vantajoso comprar licenças de emissão do que pagar multas ou realizar reduções de emissões. Os vendedores irão disponibilizar para o mercado as licenças que não irão utilizar. Neste aspecto a inovação tecnológica teria um papel importante, pois seria a única forma de reduzir as emissões de GEE, sem reduzir o volume de produção. No entanto, ainda não é claro que os mecanismos de mercado despoletem maiores níveis de inovação que outros instrumentos de política ambiental; o facto de as licenças serem atribuídas gratuitamente pode assim constituir uma ausência de estímulo para a inovação.

A forma de atribuição de licenças de emissão no âmbito do PNALE, atribuição gratuita de 100% das licenças de emissão, sem possibilidade de *banking* do período de vigência do PNALE I para o período de vigência do PNALE II, é factor por si só inibidor de qualquer acção que vise uma inovação tecnológica. A possibilidade de *banking* e PNALEs menos generosos, terão o efeito de criar um maior estímulo para a realização de redução de emissões, constituindo assim um estímulo à inovação tecnológica, tanto para aqueles intervenientes que não estão interessados em ver os seus custos aumentarem, vendo a sua competitividade diminuída, como para os intervenientes que identificam na sua actividade um potencial para realizar redução de emissões, podendo assim libertar para o mercado licenças de emissão de onde poderão retirar mais-valias económicas.

Concretizando para as empresas estudadas, as emissões de CO₂ são provenientes da combustão de combustíveis fósseis com vista à obtenção de energia e variam em função da capacidade instalada, matérias-primas e tecnologias, representando uma parte importante dos custos. Sendo proporcionais ao consumo energético, a eficiência energética e a racionalização do consumo de energia ganham uma crescente relevância em contextos de limitação de emissões de GEE.

A eficiência energética ganha cada vez mais importância em contextos industriais, não só por motivos económicos, mas também por motivos relacionados com exigências ambientais crescentes. No âmbito da Directiva e no caso da Indústria Química

portuguesa, a inovação tecnológica, como forma de aumentar a eficiência energética dos processos, é também uma forma de ir de encontro a exigências de menores emissões de CO₂. As restrições de emissões de emissões levam também à consideração desta condicionante na avaliação estratégica de novos investimentos.

Os aumentos de custos verificados para os cenários criados, tanto da produção marginal como da produção total, são para a Indústria Química portuguesa pouco significativos, quando comparados com outras indústrias na Europa, variando entre 0,19% no cenário mais favorável e 4,52% no caso mais desfavorável para a produção marginal, a produção que não é abrangida pelas licenças de emissão gratuitas. Os aumentos dos custos indirectos, relacionados com o consumo de electricidade poderão ter um impacto cada vez mais relevante na estrutura de custos das empresas estudadas, sendo que tal vai depender em muito da evolução dos custos do sistema electroprodutor e da passagem de custos para os consumidores, nomeadamente, os consumidores industriais.

Estes cenários podem-se considerar como casos extremos, já que actualmente os PNALE são suficientemente generosos e atribuem gratuitamente a totalidade das licenças de emissão aos vários operadores. Mantendo-se a tendência de cumprimento, a Indústria Química portuguesa não será afectada enquanto os montantes atribuídos abrangerem a totalidade das suas emissões. Em caso de incumprimento, dada a evolução do preço de mercado das licenças de emissão, os custos de aquisição de licenças não terão impactos significativos, pois o seu preço atingiu nos últimos meses de 2007

valores inferiores a 1€/tCO₂, sendo este valor bastante inferior aos valores por tonelada de CO₂ usados na criação dos cenários. Os mercados futuros também têm tido uma evolução favorável o que permitirá às empresas da Indústria Química nacional, não serem confrontadas com aumentos significativos dos seus custos totais de produção para o próximo período de 2008 a 2012. A manter-se esta tendência, no caso de PNALEs futuros não tão generosos como o PNALE I e II, a Indústria Química nacional não será confrontada com aumentos significativos dos seus custos totais de produção que ponham em causa a sua competitividade. Os impactos muito pouco significativos nos custos das empresas estudadas dão-nos também uma indicação que estas empresas não estão a receber um estímulo para realizarem investimentos em inovação tecnológica para reduzirem as suas emissões de GEE. Eventuais investimentos serão motivados por optimização de custos energéticos e para evitar custos associados à aquisição de licenças de emissão, o que na prática acaba por ter o mesmo efeito, pois uma maior eficiência energética traduz-se numa menor intensidade em GEE.

O CELE, enquanto instrumento de política ambiental, é o mais adequado para a indústria química. A variedade de processos e escalas de produção deste sector tornam um instrumento de mercado mais flexível no cumprimento da regulação. Instrumentos de Comando e Controlo, poderiam ter uma maior eficiência no que diz respeito ao cumprimento de objectivos de redução de emissões, mas dada essa variedade de processos e escalas, a imposição de qualquer tipo de padrão tecnológico, por exemplo, poderia ter diferentes impactos em operadores semelhantes, nos seus custos e na sua competitividade, tendo assim um efeito discriminatório entre eles. Com um instrumento

de mercado, as indústrias químicas têm a opção entre reduzir emissões ou adquirir licenças de emissão a um preço de mercado igual para todos. O PNALE estabelece um tecto de emissões para cada operador, pelo que o CELE constitui um caso de um sistema *cap and trade* absoluto. Este sistema tem a grande vantagem de dar um maior controlo ao regulador das emissões feitas pelos operadores, mas os operadores, a indústria química no caso em análise, vêm assim as suas emissões condicionadas ao limite estabelecido pelo regulador. Um sistema *cap and trade* relativo de comércio de licenças de emissão privilegia os operadores menos intensivos em GEE, podendo ser preferível ao sistema absoluto, apenas em casos em que os volumes de produção das empresas aumentem de tal forma que a atribuição inicial de licenças de emissão seja insuficiente, o que dada a metodologia de atribuição baseada no critério do histórico de emissões, poderá ser bastante improvável.

O trabalho realizado não constitui um trabalho acabado. Dada a importância para a Humanidade dos efeitos das alterações climáticas no planeta será de esperar que seja dada uma crescente atenção aos factores que as provocam. A estabilização da concentração de GEE na atmosfera exige um controlo das emissões destes gases cada vez mais apertado, o que, tal como o artigo 30º da Directiva prevê, possam numa revisão futura do seu âmbito de aplicação serem incluídos outros GEE para além do CO₂ e outros sectores, onde naturalmente, poderão vir a ser incluídas emissões processuais da indústria química. Neste trabalho avaliou-se o impacto que a aquisição de licenças de emissão tem na estrutura de custos de um conjunto de empresas. Definiram-se custos directos como sendo os custos de aquisição de licenças de emissão

e custos indirectos como sendo os custos associados aos aumentos de preços da electricidade. A perda de competitividade neste trabalho é directamente relacionada com o aumento de custos directos e indirectos. Contudo, o conceito de competitividade pode ser definido de múltiplas formas, considerando outros factores para além dos custos. A exposição a concorrência de espaços fora da EU, não abrangidos pelo CELE torna relevante a importância de uma análise mais detalhada considerando as importações a partir desses países.

A indústria química, dada a variedade de produtos e processos, possui características que a tornam num dos sectores cuja caracterização apresenta uma elevada complexidade. Uma melhor caracterização necessitaria de uma maior riqueza de dados que só com uma participação de um número maior de empresas seria possível. A importância do sector para a economia nacional mas também europeia justifica um acompanhamento por trabalhos futuros dos impactos que as restrições das emissões de GEE terão na sua actividade.

8. Referências Bibliográficas

Ashford, N.A., Heaton, G.R. (1983) – Regulations and Technological Innovation in the Chemical Industry, *Law and Contemporary Problems*, **46**, pp. 109-157.

Böhringer, C., Hoffmann, T., Lange, A., Löschel, A., Moslener, U. (2005) - Assessing Emissions Regulation in Europe: An Interactive Simulation Approach, *Energy Journal*, **26**, pp. 1-22.

Botschek, P. (2006), Opportunities and challenges in the regulatory environment in Europe. *Workshop in the Framework of the G8 Dialogue on Climate Change, Clean Energy and Sustainable Development*. IEA in collaboration with CEFIC. 12 – 13 December, Brussels.

Burtraw, D., Evans, D.A., Krupnick, A., Palmer, K. Toth, R. (2005) - Economics of Pollution Trading for SO₂ and NO_x, *Resources for the Future*, Washington, DC.

Canaveira, P., (2005) – Sobre o Comércio Europeu de Emissões como Mecanismo de Cumprimento das Metas Nacionais do Protocolo de Quioto, *Impactus*, Maio/Junho/Julho.

Capros, P., Mantzos, L. (2000) - *The economic effects of EU-wide industry level emissions trading to reduce greenhouse gases. Results from PRIME Energy-Systems Model*, Athens.

Carbon Trust (2004) - *The European Emissions Trading Scheme: Scheme: Implications for Industrial Competitiveness*, London.

CEFIC (1997) - *Voluntary Energy Efficiency Programme- VEEP 2005*, November, Brussels.

CEFIC (2000) - *CEFIC Position on Greenhouse Gas Emission Trading*, August 29th, Brussels.

CEFIC (2006) - *CEFIC Position on Energy Markets Issues. Markets Liberalization Failures and Way Forward*, February 16th, Brussels.

Coase, R. H., (1960) - The Problem of Social Cost, *Journal of Law and Economics*, 3, pp. 1-44.

Comissão Europeia (2003) - *Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade*, 13 de Outubro de 2003, Bruxelas.

Comissão para as Alterações Climáticas (CAC) (2001), *Programa Nacional para as Alterações Climáticas*. Versão 2001, Março 2002, Lisboa.

Comissão para as Alterações Climáticas (CAC) (2006), *Programa Nacional para as Alterações Climáticas*. Versão 2006, Agosto 2006, Lisboa.

COWI (2004), *Competitiveness and EU Climate Change Policy*, report produced for UNICE, Copenhagen.

Dales, J. H. (1968) - *Pollution, Property, and Prices*, University of Toronto Press, Toronto.

Dietz, S. (2006) – *Taxes versus trade: insights from economic theory*, Stern Review on the Economics on Climate Change.

Gagelman, F, Frondel, M. (2005) – The Impact of Emission Trading on Innovation – Science Fiction or Reality?, *European Environment*, 15, pp. 203-211.

ERM (Environmental Resources Management), Euroelectric (Union of the Electricity Industry) (2002), *GETS 3 –Greenhouse Gas and Energy Trading Simulation*, Final Report, Environmental Resources Management, March.

Gielen, A.M., Koutstaal, P.R., Vollebergh, H.J.R. (2002) – Comparing emission trading with absolute and relative targets. *Paper presented to the Second CATEP Workshop on the Design and Integration of National Tradable Permit Schemes for Environmental Protection*. University College London, 25–26 March, London.

Gilbert, A., Jan-Willem Bode J.W., Phylipsen, D. (2004) – *Analysis of the National Allocation Plans for the EU Emissions Trading Scheme*, ECOFYS, August.

Hadhri, M; Weigel, A (2006) - *Facts and Figures: The European Chemical Industry in a worldwide perspective*, CEFIC, December, Brussels.

Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) (2000) - *Preliminary Analysis of the Implementation of an EU-Wide Permit Trading Scheme on CO Emissions Abatement Costs. Results from the POLES model*, Sevilla.

Instituto do Ambiente (IA) (2004) - *Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão 2005-2007, (PNALE I)*, Versão para Notificação à Comissão Europeia, 4 de Maio, Lisboa.

Instituto do Ambiente (IA) (2006) - *Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão 2008-2012, (PNALE II)*, Versão para Notificação à Comissão Europeia, 28 de Setembro, Lisboa.

Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) (2003) - *Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry*, February, Sevilla.

Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) (2006) – *Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers*, October, Sevilla.

Jaffe, A.B., Newell, R.G. Satvins, R.N. (2002) - Environmental Policy and Technological Change, *Environmental and Resource Economics*, 22, pp. 41-69.

Kemfert, C., Kohlhaas, M., Truong, T., Protsenko, A. (2005) - *The Environmental and Economic Effects of European Emissions Trading*, DIW Discussions Papers 533, Berlin.

King, A, Lenox, M. (2000) – Industry self-regulation without sanctions: The Chemical Industry's Responsible Care Program. *Academy of Management Journal*, **43**, pp. 698-716.

Klepper, G., Peterson, S. (2004) - The EU Emissions Trading Scheme, Allowance Prices Trade Flows, Competitiveness Effects, *European Environment*, **14**, pp. 201-218.

Kolk A., Pinske, J. (2004) - Market Strategies for Climate Change. *European Management Journal*, **22**, pp. 304-314.

Kolstad, C.D. (2000) – *Environmental Economics*, Oxford University Press, New York.

Kuik, O., Mulder, M. (2004) – Emissions trading and competitiveness: pros and cons of relative and absolute schemes, *Energy Policy*, **32**, pp. 737-745.

Matthes, F. C., M. Cames, O. Deuber, J. Repenning, M. Koch, J. Harnisch, M. Kohlhaas, K. Schumacher, and H.-J. Ziesing (2003) - *Auswirkungen des europäischen Emissionshandelsystem auf die deutsche Industrie*, Öko-Institut, DIW und Ecofys, Berlin, Köln.

Markussen, P., Svendsen, G.T. (2005) - Industry lobbying and the political economy of GHG trade in the European Union, *Energy Policy*, 33, pp. 245-255.

Michaelowa, A. (1998) – Climate Policy and Interest Groups. A Public Choice Analysis, *Intereconomics*, 33, pp. 251-29.

Montgomery, W. D., (1972) - Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs, *Journal of Economic Theory*, 5, pp. 395-418.

Oberndorfer, U., Rennings, K., Sahin, B. (2006) - *The Impacts of the European Emissions Trading Scheme on Competitiveness and Employment in Europe – a Literature Review*, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW), May, Mannheim.

Parry, I.W.H., Bento, M.A. (1999) - *Tax Deductions, Environmental Policy, and the “Double Dividend” Hypothesis*, Working Paper, The World Bank, Washington D.C., May.

Philibert, C., Reinaud, J. (2004) – *Emissions Trading: Taking stock and looking forward*, OECD/IEA, Paris.

Pigou, A.C. (1920) – *The Economics of Welfare*, MacMillan, London.

Porter, M.E., van der Linde, C. (1995) - Toward a New Conception of the Environment - Competitiveness Relationship, *The Journal of Economic Perspectives*, 9, pp. 97-118.

Portney, Paul R. (2000) - Air Pollution Policy in Public Policies for Environmental Protection, Second Edition, Paul R. Portney and Robert N. Stavins, editors, *Resources for the Future*, Washington, DC

Powernext Carbon (2007a) - *Bulletin mensuel du marché européen du CO₂*, Numéro 10, Janvier 2007.

Powernext Carbon (2007b) - *Bulletin mensuel du marché européen du CO₂*, Numéro 19, Novembre 2007.

Reinaud, J. (2005) - *Industrial Competitiveness under the European Union Emission Trading Scheme*, IEA Information Paper, February, Paris.

Ribeiro, F.R., Nunes, C.P., (2001) – *As Indústrias Químicas em Portugal. Perspectivas para o Século XXI*, Escolar Editora, Lisboa.

Schultz, K., Williamson, P. (2005) - Gaining Competitive Advantage in a Carbon-constrained World: Strategies for European Business, *European Management Journal*, 4, pp. 383-391.

Sotkiewicz, (2006) – *Emissions Trading*. Draft prepared for the Encyclopedia of Energy Engineering.

Stavins, R. N., (2000) - Market-Based Environmental Policies in Public Policies for Environmental Protection, Second Edition, Paul R. Portney and Robert N. Stavins, editors, *Resources for the Future*, Washington, DC.

Svendsen, G.T. (2002) - Lobbyism and CO₂ trade in the EU. Presented at the 10th Symposium of The Egon-Sohmen-Foundation, Dresden.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (1997) – *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, December 1997, Kyoto.

van Asselt, H., Biermann, F. (2007) – European emissions trading and the international competitiveness of energy-intensive industries: a legal and political evaluation of possible supporting measures, *Energy Policy*, 35, 497-506.

Weitzman, M. L. (1974) - Prices vs. Quantities, *The Review of Economic Studies*, 41, pp. 477-491.

9. Anexos

Quadro 21: Atribuições de licenças de emissão no PNALE I e PNALE II, aos sectores de Cogeração e Instalação de Combustão, subsector Químico.

Sector	Sub sector	Instalação	Licenças atribuídas (t CO ₂)		
			PNALE I	PNALE II	
Cogeração	Químico	Energin	199250	225955	
		Bamiso	63778	53613	
		Selenis Energia SA	41225	51079	
		Cariço Cogeração	139284	161539	
		Repsol	429710	411058	
		Enerlousado		42469	
		Total Cogeração		873247	945713
Instalação de combustão	Químico	Quimigal	36081	32856	
		Continental Mabor	13203	0	
		ADP - Adubos de Portugal	9830	7872	
		Dow Portugal	49093	48149	
		UFAL	116854	120565	
		Repsol Polímeros, Lda		527499	
		Petrogal fábrica de aromáticos		187405	
		CIPAN		5909	
		Carbogal		119804	
		Termolan 1- Vila das Aves		61802	
		Termolan 1- Santo Tirso		61802	
		Total Instalação de Combustão		225061	1173663
		Total	1098308	2119376	