

RESERVADO



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Instituto Superior de Economia e Gestão

**MESTRADO EM ECONOMIA E POLÍTICAS DA ENERGIA E DO
AMBIENTE**

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Rui Carlos Hipólito Loureiro

Orientação: Professor Luís Roriz

Dezembro 2006

Júri

**Presidente - Doutor Álvaro Martins Monteiro, professor catedrático do
Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade
Técnica de Lisboa;**

**Vogais - Doutor José Ramos Pires Manso, professor catedrático da
Universidade da Universidade da Beira Interior;
- Doutor Luís Filipe Canhão Roriz, professor auxiliar do
Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de
Lisboa.**

ÍNDICE

1.	Introdução.....	4
2.	Enquadramento.....	6
2.1	Enquadramento científico.....	6
2.2	Enquadramento legal.....	6
2.2.1	A Convenção.....	8
2.2.2	O Protocolo.....	9
2.2.3	O Livro Verde.....	12
2.2.4	A Comunicação da Comissão.....	13
2.2.5	Decisão do Conselho.....	13
2.2.6	Directiva de Comercio de licenças de emissão.....	14
2.2.7	Directiva 2004/8/CE 11 Fev 2004.....	16
2.2.8	Outros normativos europeus importantes.....	17
2.2.9	Resolução de Conselho de Ministros.....	17
2.2.10	PNAC.....	18
2.2.11	PNALE.....	21
2.3	Ponto da situação.....	21
3.	A situação portuguesa.....	22
3.1	Objectivos.....	22
3.2	Indicadores económicos e previsões.....	22
3.3	O sector energético.....	23
3.4	O desafio português.....	25
4.	O sector eléctrico.....	26
4.1	Na Europa.....	26
4.2	Em Portugal.....	28
4.2.1	Estrutura do sector electroproductor.....	28
4.2.2	O parque produtor em Portugal.....	28
4.2.3	As centrais.....	29
4.2.3.1	Centrais a carvão.....	29
4.2.3.2	Centrais a gás natural.....	29
4.2.3.3	Centrais com outros combustíveis gasosos.....	30
4.2.3.4	Biomassa.....	30
4.2.4	Características do sector energético.....	31
5.	A cogeração.....	41
5.1	Tecnologia disponível.....	41
5.1.1	Turbina a gás.....	41
5.1.2	Turbina a vapor.....	42
5.1.3	Ciclo combinado.....	42
5.1.4	Combustão interna.....	43
5.1.5	Pilhas de combustível.....	43
5.1.6	Motores <i>stirling</i>	43
5.2	Caracterização da produção de energia por cogeração em Portugal.....	44
5.3	Potencial de redução.....	51
5.4	Balanco de carbono no processo de cogeração.....	54

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

5.4.1	Emissões Evitadas na rede.....	55
5.4.2	Optimização de unidades de cogeração existentes	56
5.5	Previsões.....	57
5.6	Os planos nacionais de atribuição de licenças nos outros países europeus	58
5.6.1	Fórmulas de atribuição	58
	Flandres	59
	Bruxelas.....	59
	Walonia.....	59
5.6.2	Bonificações	60
	Flandres	60
	Walonia.....	60
	Bruxelas.....	60
5.6.3	Outros benefícios.....	61
5.6.3.1	Certificados verdes	61
5.6.3.2	Tarifas especiais	61
5.6.4	Novos entrantes	62
	Flandres	62
	Walonia.....	62
6.	A tarifa em regime especial	63
7.	Conclusões.....	67
7.1	Cumprimento de Quioto	67
7.2	O crescimento da economia.....	67
7.3	Viabilidade tecnológica	67
7.4	Viabilidade económica	69
7.5	Tratamento dado à cogeração nos diferentes PNALEs europeus.....	69
7.6	Cogeração como uma oportunidade de projecto CDM/JI	69

1. Introdução

A política energética de Portugal precisa de ir ao encontro dos desafios futuros. As alterações climáticas do planeta e a dependência energética do país são os principais desafios dos próximos 50 anos. Esta tese pretende estudar a cogeração como elemento duma política energética eficaz tendo em atenção os actuais desenvolvimentos a nível de estratégias e de regulamentação impostos pela Comissão Europeia (CE). No sentido de dar cumprimento às imposições da CE, a economia portuguesa deverá reduzir a sua intensidade carbónica e melhorar a produtividade de recursos.

A abordagem escolhida para este trabalho é a de enquadrar científica e legalmente a problemática das alterações climáticas, caracterizar a situação portuguesa face a este enquadramento, caracterizar a produção de energia eléctrica nacional como sector em que se insere a cogeração e por último caracterizar a cogeração por forma a identificar quais as oportunidades e constrangimentos que se apresentam para este tipo de tecnologias no nosso país.

São consideradas neste trabalho as tecnologias abrangidas pela directiva 2004/8/CE a saber:

- Turbinas a gás de ciclo combinado com recuperação de calor
- Turbinas de vapor a contrapressão
- Turbinas de condensação com extracção de vapor
- Turbinas de gás com recuperação de calor
- Motores de combustão interna



- Microturbinas
- Motores Stirling
- Pilhas de combustível
- Motores a vapor
- Ciclos orgânicos de Rankine

2. Enquadramento

2.1 Enquadramento científico

Alguns dos gases atmosféricos têm uma função de escudo que absorve parte da radiação solar reflectida pelo nosso planeta. Estes gases são conhecidos por gases com efeito de estufa (GEE). Sem este fenómeno o nosso planeta perderia muito mais calor e a temperatura global seria provavelmente 30°C inferior. As actividades antropogénicas emitem grandes volumes de GEE, aumentando consideravelmente a sua concentração atmosférica natural e, conseqüentemente, aumentando a temperatura do planeta.

Os processos que originam os GEE são diversos e cada sector de actividade pode ser caracterizado pelo tipo de GEE que emite. Os principais GEE são o dióxido de carbono, o metano, o óxido nitroso e os compostos halogenados.

A evidência científica do impacto humano no clima, amplamente divulgada na opinião pública fez com que este problema fosse incluído na agenda política em meados dos anos 80. As instâncias internacionais concluíram que deveriam ser tomadas medidas ao nível da actividade humana para mitigar este problema.

2.2 Enquadramento legal

Um conjunto de normativos internacionais tem vindo a ser concebido para facilitar a implementação dessas medidas. Devido a variados tipos de interesses a União Europeia assume uma posição de destaque na concepção e implementação de normativos próprios para a mitigação desta problemática complexa.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Ao nível português, o governo vem formalizando os diplomas necessários à transposição da legislação europeia e concebendo medidas próprias para a mitigação da elevada ineficiência energética do país. O plano nacional de atribuição de licenças de emissão (PNALE) para o período 2005-2007 já foi elaborado e aprovado em Bruxelas.

O aquecimento global enquadra-se numa problemática mais vasta que é a do extraordinário consumo de energia da economia a nível mundial, nomeadamente nos países desenvolvidos. Esta situação tem por consequência, além duma forte dependência dos países produtores de energia primária, níveis de poluição graves. Nesse contexto, estão em fase de formalização ou implementação legislação e programas cujo alvo não é directamente o das alterações climáticas, mas que se apresentam como acções de mitigação muito significativas para as mesmas.

Em 1988 o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP) e a organização Meteorológica Mundial (WMO) criam o painel intergovernamental para as alterações climáticas (IPCC) para elaborar um estudo acerca das alterações climáticas. Este estudo vem evidenciar a problemática e é o ponto de partida da negociação internacional do combate às alterações climáticas.

Em 1992 foi formalizada a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC) no Rio de Janeiro, e desde então as Partes que a assinaram reúnem anualmente nas *Conferences of the Parts (COP)*. Tornou-se evidente, nessas

reuniões, que algo mais deveria ser feito entre as partes para abordar seriamente esta problemática.

Em 1997 foi adoptado o Protocolo de Quioto, actualmente já ratificado por diversos e em ratificação por outros, sendo que a administração Bush decidiu manter os EUA fora do processo (UNFCCC, 2002). Após ratificação da Rússia em 2004, o Protocolo de Quioto entrou em vigor no início de 2005.

2.2.1 A Convenção

A Convenção estabelece a infraestrutura global de suporte aos esforços intergovernamentais que dão resposta às alterações climáticas. O objectivo é o de estabilizar as concentrações atmosféricas de GEE a níveis que previnam interferência perigosa da actividade antropogénica com o sistema climático. A Convenção estabelece princípios gerais e compromissos para diferentes grupos de países:

- os países relativamente industrializados membros da OCDE, alguns países em transição e outros da Europa central e de leste encontram-se no Anexo I da Convenção e representam o primeiro grupo
- o segundo grupo está constituído pelos demais países.

Os países do Anexo I são os únicos a ter obrigações de adoptar políticas e medidas que lhes garantam os níveis de emissões de 1990 no ano 2000.

Os países do Anexo II (os mesmos do Anexo I sem os países de economia de transição) têm obrigação de fornecer recursos financeiros que permitam aos demais países cumprir

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

com as suas obrigações ao abrigo da Convenção e facilitar a transferência de novas tecnologias para esses países.

Actualmente a convenção já foi ratificada por 189 partes.

2.2.2 O Protocolo

O Protocolo foi aprovado em 1997, numa das COP e vem complementar e fortalecer a Convenção. O próprio convénio prevê que só pode entrar em vigor se for ratificado por pelo menos 55 das partes da Convenção entre as quais as listadas no anexo 1 e cujas emissões representem pelo menos 55% do total de emissões dos países desse anexo (em 1990). O Protocolo consiste essencialmente em cinco elementos principais: compromissos, implementação, minimização de impactos em países em desenvolvimento, contabilização/reporting/verificação e conformidade.

O Protocolo tem por objectivo que os países do Anexo I reduzam 5% das suas emissões totais no período 2008-2012 relativamente a 1990. O Protocolo atribui compromissos de redução específicos a cada um destes países. A UE tem um compromisso de redução único de 8% que partilha entre os seus países membros.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

A tabela 1 apresenta os objectivos de redução de emissões dos GEE dos países do anexo II da Convenção.

Tabela 1 - Objectivos de redução de emissões dos GEE

País	Objectivo
UE, Bulgária, República Checa, Estónia, Letónia, Liechtenstein, Lituania, Mónaco, Roménia, Eslováquia, Eslovénia, Suíça	-8%
EUA	-7%
Canada, Hungria, Japão, Polónia	-6%
Croácia	-5%
Nova Zelândia, Federação Russa, Ucrânia	0
Noruega	1%
Austrália	+8
Islândia	+10%

O objectivo de redução visa o período 2008/2012 e tem por referência o ano 1990 (à excepção de alguns países com economia em fase de transição que adoptaram outro ano de referência).

À data de 29 de Abril de 2005, 150 partes ratificaram o protocolo representando 61,6 das emissões das partes do anexo 1.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Está previsto que as partes com compromissos se agrupem para fazer face a estes compromissos.

De forma a reduzir globalmente os custos associados à redução de emissões foram concebidos mecanismos que deverão facilitar aos Estados o cumprimento das suas obrigações:

- **Comércio de emissões:** as entidades poderão comercializar entre si licenças de emissão com o objectivo de cumprirem os compromissos de redução de emissões. Ou seja, os países que reduzirem as suas emissões abaixo dos valores definidos, poderão vender os seus excedentes a outros países que necessitem de emitir acima dos seus limites. Este mecanismo deverá estar limitado aos países do Anexo I (países desenvolvidos) por apenas estes estarem obrigados a reduzir as suas emissões.
- **Implementação Conjunta:** restringido aos países do Anexo I, este mecanismo permite a um Estado desenvolver projectos específicos noutros países para a redução das suas emissões, adquirindo desta forma créditos de emissão correspondentes à redução conseguida.
- **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo:** permite que um país desenvolvido invista em projectos de redução de emissões nos países em desenvolvimento (G77 + China) para adquirir créditos com vista ao cumprimento dos limites que lhe são impostos (UNFCCC, 2002).

Qualquer mecanismo é operacionalizável através de unidades contabilizáveis tendo por base sistemas de registos nacionais a estabelecer e manter pelas partes do Anexo I.

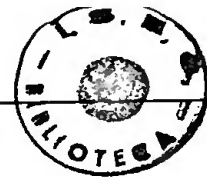
No caso dos mecanismos baseados em projectos, o Protocolo assinala que estes projectos devem seguir o princípio da adicionalidade. Isto significa que o investimento que vai ter por efeito uma redução não estava previsto no cenário *Business as Usual*.

Os países do Anexo I poderão ainda transferir Unidades de Quantidade Assignada a outros países do mesmo anexo dando origem a contratos entre Estados. São contratos de compra e venda que definem as partes, as quantidades, os prazos, o valor e a forma de retribuição do país recebedor (pode ser em tecnologia).

2.2.3 O Livro Verde

Com o lançamento do Livro Verde sobre o comércio das licenças de emissão de GEE na União Europeia, e do Programa Europeu para as Alterações Climáticas (PEAC), a Comissão Europeia redefiniu a sua estratégia para o cumprimento do objectivo de redução das emissões a que se comprometeu no âmbito do Protocolo de Quioto.

No Livro Verde a Comissão (COM(2000) 87) afirma a convicção na necessidade de se recorrer a todos os instrumentos para se conseguir atingir os objectivos estabelecidos no Protocolo, sendo o comércio de emissões um desses mecanismos. Este documento propõe que a UE dê início a um sistema único de comércio de emissões até 2005 de forma a preparar para o primeiro período de compromisso, 2008-2012. O Livro Verde constitui o ponto de partida de um processo de análise das questões pendentes relativas ao comércio das licenças de emissão que deverão ser definidas até 2005 na UE.



2.2.4 A Comunicação da Comissão

A comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu (COM(2000) 88) sobre políticas e medidas da UE para a redução das emissões de gases com efeito de estufa lança as bases para a criação de um programa europeu para as alterações climáticas. O objectivo deste programa é o de identificar e desenvolver todos os elementos de uma estratégia europeia para a aplicação do Protocolo de Quioto. Este documento define também a estrutura de suporte ao programa.

2.2.5 Decisão do Conselho

A 25 de Abril de 2002 é emitida a decisão do Conselho Europeu 2002/358/CE que aprova, em nome da Comunidade Europeia, o Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas. No anexo II deste documento consta a descrição dos compromissos de cada Estado-membro. A tabela 2 apresenta essa descrição.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Tabela 2- descrição dos compromisso dos Estados-Membro

País	Compromisso relativamente a 1990
Bélgica	92,5%
Dinamarca	79%
Alemanha	79%
Grécia	125%
Espanha	115%
França	100%
Irlanda	113%
Itália	93,5%
Luxemburgo	72%
Países Baixos	94%
Áustria	87%
Portugal	127%
Finlândia	100%
Suécia	104%
Reino Unido	87,5%

2.2.6 Directiva de Comercio de licenças de emissão

A Directiva de Comércio de licenças de emissão de GEE, 2003/87/CE e encontra-se em fase de transposição para o direito nacional. Este normativo foi aprovado em 2003 e

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

assenta sobre dois conceitos fundamentais, o de “título de emissão” e o de “licença de emissão”. O título de emissão deverá ser adquirido por todas as instalações abrangidas por este regime. A licença de emissão expressa-se em toneladas de dióxido de carbono e dá ao seu titular o direito de emitir uma quantidade correspondente de GEE.

Esta directiva é de implementação obrigatória para unidades industriais de determinadas dimensões, para alguns sectores industriais, a saber:

- Produção de Energia (unidades superiores a 20 MW térmicos instalados)
- Produção e transformação de metais ferrosos
- Produção de clínquer
- Produção de vidro
- Produção de produtos cerâmicos por cozedura
- Produção de pasta de papel
- Produção de papel

Estão previstos casos de exclusão temporária de algumas unidades produtivas, mas em princípio esta situação abrange excepções raras.

Estudos preparados para a Comissão prevêem que o comércio de licenças de emissão reduza o custo global de cumprimento com os compromissos do Protocolo (Harrison & Radov, 2002).

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Os Estados-membros procederão à distribuição de licenças de emissão de forma gratuita entre 2005 e 2008. A partir de 2008 e durante 5 anos, os Estados-membros distribuirão, pelo menos, 90 % dos direitos de forma gratuita.

Estão previstas penalidades de €100 por cada tonelada de GEE emitida sem posse das respectivas licenças, a partir de 2008. Entre 2005 e 2008 a penalidade será de €40. O pagamento da penalidade não iliba a unidade de obter as respectivas licenças em falta.

Esta directiva, que pretende implementar um sistema transitório para o comércio de emissões internacional, só abrange as emissões de CO₂ de forma a facilitar a contabilização e reporte.

2.2.7 Directiva 2004/8/CE 11 Fev 2004.

A Directiva 2004/8/CE, relativa à promoção da cogeração com base na procura de calor útil no mercado interno da energia e que altera a Directiva 92/42/CEE tem por objectivo promover a cogeração de elevada eficiência tendo por base a procura de calor útil e a poupança da energia primária. Parte-se do princípio que o potencial da cogeração está sub utilizado. Os benefícios esperados são a poupança de energia primária, a redução de perdas na rede, a redução de emissões de gases com efeito de estufa e uma contribuição para a garantia de segurança no aprovisionamento.

Pretende-se que a energia produzida por cogeração de elevada eficiência possa ter garantia de origem.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

A directiva define quais os critérios aos que a cogeração de alta eficiência deve obedecer relativamente a dados de referência. As unidades de cogeração (exceptuando as de microgeração) devem permitir a poupança de energia primária em pelo menos 10%.

2.2.8 Outros normativos europeus importantes

- A directiva europeia de energias renováveis estabelece objectivos de produção de energia renovável por país. Sendo a energia renovável isenta ou quase isenta de emissões de GEE a implementação desta directiva terá por consequência a redução de emissões de GEE.
- A directiva IPPC (prevenção e controlo integrados da poluição) prevê a limitação do impacte de emissões de GEE em algumas unidades industriais, a Directiva europeia de comércio de licenças de emissão prevalece sobre a primeira.
- A directiva que limita as emissões gasosas de certos poluentes provenientes das grandes unidades de combustão implica a implementação de tecnologias. A implementação das duas directivas, em simultâneo, obriga a alguma atenção por forma a compatibilizar os diferentes objectivos.

2.2.9 Resolução de Conselho de Ministros

A resolução de conselho de ministros nº 59/2001 de 30 de Maio 2001 aprova a estratégia para as Alterações Climáticas e alarga a composição da Comissão para as

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Alterações Climáticas, dando entrada a representantes dos Ministérios das Finanças e da Educação.

A estratégia aprovada neste documento consubstancia-se nos seguintes tópicos:

- ratificar Protocolo de Quioto
- cumprir com o objectivo de limitação das emissões
- observar e estudar o clima
- alargar o alcance das Políticas e Medidas de âmbito sectorial
- potenciar o recurso aos mecanismos de mercado
- estudar os sistemas de gestão florestal e de uso agrícola do solo
- alargar a informação ao público
- ampliar o papel da Comissão para as Alterações Climáticas
- estabelecer uma estrutura operacional para as Alterações Climáticas
- desenvolver um sistema de informação e comunicação

2.2.10 PNAC

O PNAC, Programa Nacional para as Alterações Climáticas, tem por objectivo controlar e medir as emissões de GEE portuguesas. Este programa incorpora um conjunto de programas e medidas para atingir o objectivo de redução de emissões de GEE, num determinado horizonte temporal e cumprir com os objectivos do país.

A metodologia proposta pelo PNAC segue os seguintes passos:

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

- Identificação de cenário de referência em termos económicos e de emissões incluindo o esforço necessário para cumprir com as obrigações;
- Programas e medidas a implementar até 2005
- Programas e medidas a implementar entre 2002 e 2008
- Fixação de responsabilidades sectoriais
- Discussões públicas e sectoriais
- Procedimentos de monitorização dos programas e medidas

As previsões oficiais de aumento de consumo eléctrico rondam os 5% anuais. A tabela 3 apresenta o crescimento previsto entre 2000 e 2010.

Tabela 3 – Crescimento previsto entre 2000 e 2010 em TWh (Gasa3.dcea.fct.unl, 2003)

2000	2003	2004	2005	2006	2007	2010
37.4	41.6	43.1	44.6	46.2	47.9	53.1

As projecções de emissões de GEE no sector eléctrico (supondo anos medianamente húmidos), no período 1990-2010, apresentam-se na tabela 4.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Tabela 4 – Crescimento de emissões previsto entre 2000 e 2010, em kton CO₂
(Gasa3.dcea.fct.unl, 2003)

1990	1995	2000	2005	2010
14 336	17 675	22 774	25 006	26 476

Estas projecções são utilizadas como dados para o cálculo de emissões esperadas nos diferentes períodos. Face ao esforço de redução exigido poderá ser identificado o custo a incorrer.

O PNAC prevê o seguinte potencial de redução no sector de produção eléctrica (em Tg de dióxido de carbono):

- Fontes renováveis	3,3
- Melhoria de eficiência	0,7
- Eficiência de transporte	0,3
- Cogeração	0,4
- Gestão da procura	2,9
- Introdução gás natural	2,9

O programa prevê uma passagem de 24,8 Tg num cenário *business as usual* para 18,6 Tg implementando as medidas sugeridas. Contudo, devido a constrangimentos de ordem económica o potencial de redução é provavelmente 5,3 Tg. Os dois cenários de redução devem ser equacionados de forma a avaliar as consequências ao nível do custo de produção de energia eléctrica (Comissão para as Alterações Climáticas, Versão 2001 para discussão pública).

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

2.2.11 PNALE

O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão para o período 2005-2007 foi aprovado pela Comissão. Este plano é um requisito da directiva de comércio de licenças de emissão que obriga a que cada Estado-Membro elabore uma lista de todas as unidades industriais abrangidas pela directiva. O plano define o montante de licenças a atribuir a essas unidades no período 2005-2007. Este é o elemento mais polémico da implementação da directiva pois se por um lado obriga um conjunto de empresas a considerar as emissões como um recurso a gerir, por outro lado pode criar assimetrias entre sectores e entre países.

O Plano Português inclui 239 instalações dos diversos sectores abrangidos pela directiva. Espera-se que este documento seja o catalisador que promova a participação dum conjunto de organizações industriais na redução das emissões de GEE. Essa participação deverá consistir, à priori, (mas não só), na implementação de tecnologias menos emissoras, como por exemplo no melhor aproveitamento da energia primária utilizando processos de cogeração.

2.3 Ponto da situação

À data as alterações climáticas são um facto reconhecido pelas comunidades científica e política, o enquadramento legal vai restringir as actividades humanas por forma a mitigar o problema. Esse enquadramento é claro e terá um impacte real na economia europeia em 2005 com a implementação da directiva de comércio de licenças de emissão. É necessário entender como é que o nosso país se insere nesta nova realidade.

3. A situação portuguesa

3.1 Objectivos

Devido ao seu estágio de desenvolvimento económico, Portugal apresentava-se, em 1999, como o país da UE com a menor intensidade de emissões de GEE (7,9 Mg contra 10,7 Mg de média per cápita na UE) (Comissão para as Alterações Climáticas, Versão 2001 para discussão pública). Consequentemente Portugal conseguiu negociar, na UE, uma taxa de redução de emissões negativa, sendo-lhe permitido aumentar as suas emissões, como foi referido.

Contudo, é previsível que o país ultrapasse essa taxa, prevendo, alguns analistas, que o desvio possa ser elevado e próximo de 100% relativamente ao limite estipulado. Este aspecto é muito relevante porque vai pautar as exigências de redução colocadas às actividades económicas, especificamente no sector energético. Quanto maior for o défice nacional maior será o esforço exigido às unidades industriais, e especificamente às de produção de electricidade.

3.2 Indicadores económicos e previsões

Portugal importa cerca de 85% da energia que consome o que representa 4,000 milhões de euros por ano (Resolução de conselho de ministros nº Reg.6 R/2003, CM 9 de Janeiro 2003).

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Portugal consome 0,19 tep por mil dólares (de 1995) de PIB, apresentando assim um dos piores indicadores de utilização racional de energia na UE (*Resolução de conselho de ministros n° Reg.6 R/2003, CM 9 de Janeiro 2003*).

De facto, o nosso crescimento ultrapassou as expectativas sendo que a eficiência da nossa economia não acompanhou este crescimento tendo por consequência o incremento das emissões de CO₂ além do expectável.

3.3 O sector energético

O sector energético está associado à emissão de 75% das emissões nacionais de GEE, sendo responsável por 92% do aumento das emissões de GEE no período 1990-2000 (Comissão para as Alterações Climáticas, Versão 2001 para discussão pública).

A intensidade energética de Portugal é a mais elevada da Europa a seguir à Finlandesa e à Grécia, sendo que estas evidenciam tendência à redução e à estabilidade, respectivamente, e a portuguesa apresenta a maior taxa de crescimento.

As figuras 1 e 2 ilustram esta situação, de destacar, que a Espanha e a Grécia apresentam taxas de crescimento da intensidade energética nitidamente mais moderadas que a portuguesa.

Figura 1 – Intensidade energética da economia dos pequenos países da UE (15)
(Eurostat)

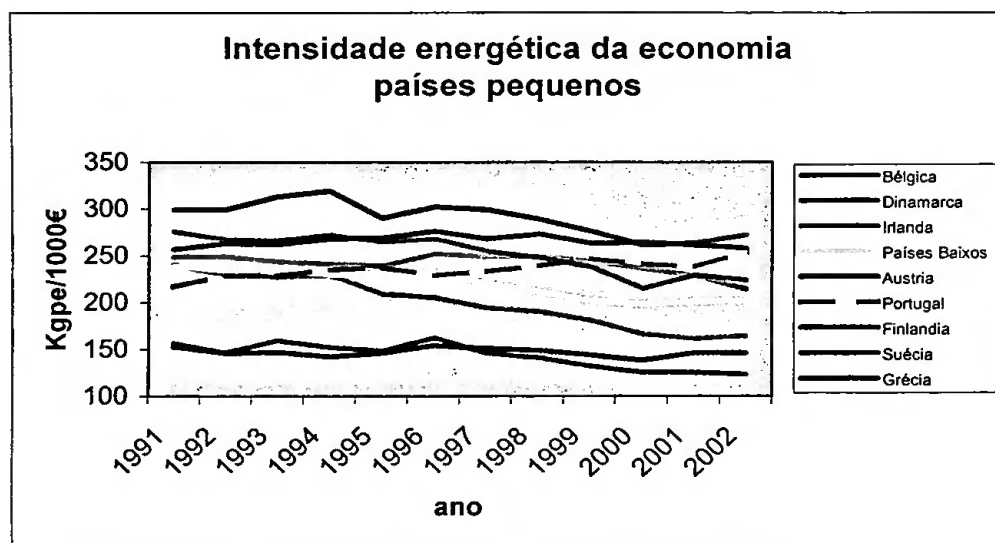
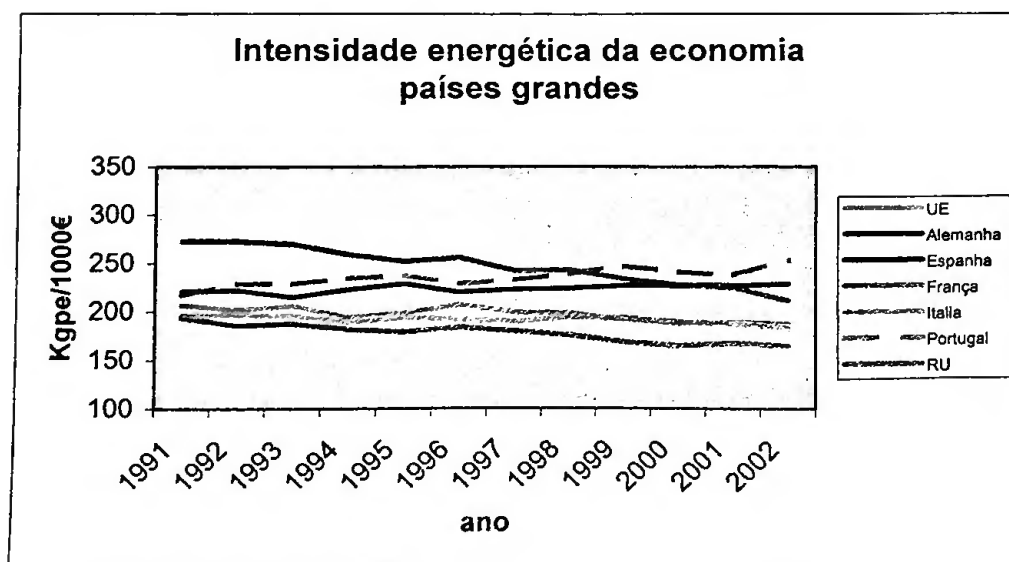


Figura 2 – Intensidade energética da economia dos grandes países da UE (15)
(Eurostat)



A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Uma vez que o sector electroproductor é o mais relevante estudou-se o aumento do consumo de energia eléctrica comparativamente ao crescimento do PIB. A tabela 5 mostra que Portugal e a Grécia são os países da UE com maior aumento no consumo de energia eléctrica face ao crescimento dos seus PIB.

Tabela 5 – Relação entre o PIB e o consumo eléctrico nos países da UE (Eurprog 2003 – Euroelectric)

	% PIB 1990-2000	% Consumo	Consumo/PIB
Austria	1,9	21%	0,11
Bélgica	3,6	32%	0,09
Alemanha	2,5	26%	0,10
Dinamarca	2,3	14%	0,06
Espanha	2,6	47%	0,18
Finlândia	1,6	27%	0,17
França	1,9	26%	0,14
RU	2,3	19%	0,08
Grécia	2,6	52%	0,20
Irlanda	7,6	72%	0,09
Itália	1,6	27%	0,17
Luxemburgo	7,3	36%	0,05
Países Baixos	4,2	39%	0,09
Portugal	2,8	57%	0,20
Suécia	1,8	5%	0,03

3.4 O desafio português

A intensidade carbónica da nossa economia é demasiado elevada e o sector energético é o principal responsável e nomeadamente a produção de energia eléctrica.

Interessa entender o comportamento deste sector ao longo do tempo e caracterizá-lo por forma a identificar as suas principais fragilidades e oportunidades.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

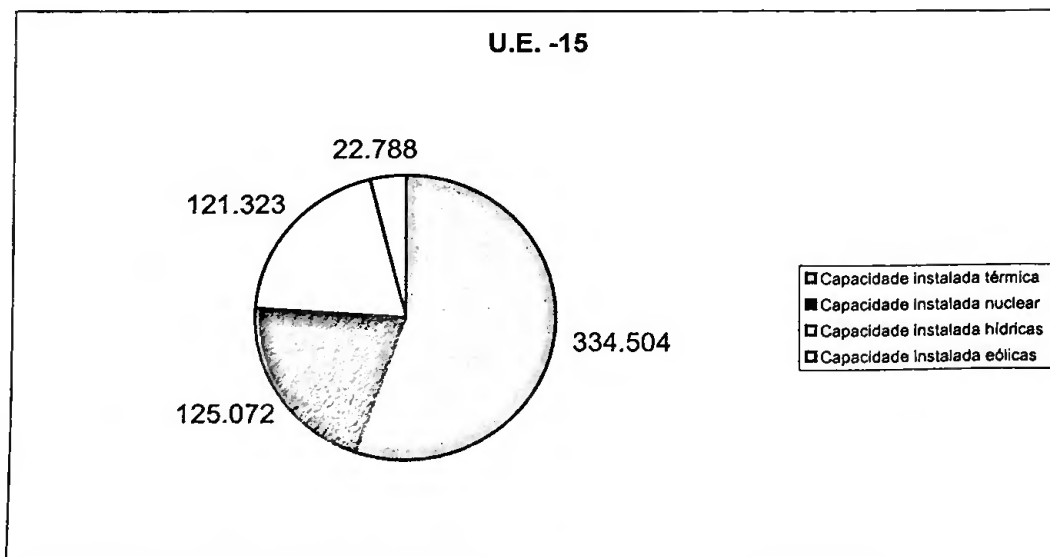
4. O sector eléctrico

4.1 Na Europa

O sector eléctrico europeu não apresenta ainda uniformidade quanto à sua estrutura de produção e distribuição, a CE pretende liberalizar o mercado de energia europeu e alguns estados-membro já possuem mercados próprios ou regionais.

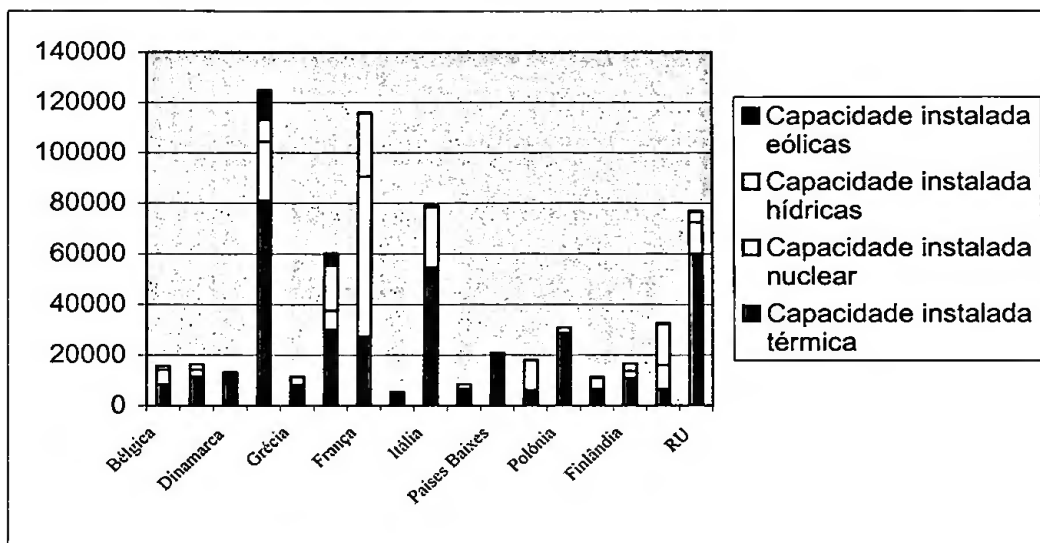
O sector eléctrico representa aproximadamente 30% das emissões incluídas na directiva de comércio de emissões (Harrison & Radov, 2002). Em 2001 previa-se um aumento de consumo de electricidade na ordem dos 30% desde 1995. No entanto, as emissões associadas ao sector não evoluíram significativamente devido aos investimentos em unidades de gás natural e de cogeração.

Figura 3 – Parque electroprodutor europeu (UE 15) (Eurostat 2002) (em MW)



A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Figura 4 - Parque electroproductor por país (UE 15) (Eurostat 2002) (em MW)



As figuras 3 e 4 permitem constatar que o parque electroproductor europeu ainda é essencialmente térmico. Contudo na França, na Suécia, na Áustria e na Espanha as capacidades instaladas já não são maioritariamente à base de centrais térmicas.

Não existe um perfil típico europeu, a geografia do país, a sua disponibilidade em combustíveis fósseis e a penetração do nuclear condicionam as opções implementadas.

É importante salientar que, no âmbito do protocolo de Quioto, a independência do sector electroproductor face às centrais térmicas é muito relevante e pode fazer a diferença da competitividade de alguns sectores.

4.2 Em Portugal

4.2.1 Estrutura do sector electroproductor

O sector eléctrico nacional tem a infra-estrutura de transporte gerida pela REN. Por outro lado, a produção estrutura-se da seguinte forma:

- SEP: inclui os produtores vinculados com contratos de longo prazo e de exclusividade. Estes contratos estabelecem a metodologia de cálculo das tarifas de venda de electricidade à rede. Estas metodologias garantem todos os custos incorridos pelo produtor, entre outros os incorridos com o esforço de cumprimento da Directiva. Estes contratos estão a ser modificados por forma a liberalizar o mercado ibérico.
- SENV: funciona segundo a lógica de mercado. Este grupo será o mais directamente afectado pelos custos de cumprimento.
- PRE: inclui cogeração e hídricas com potência inferior a 10 MVA e os restantes produtores com energias renováveis

(CEETA, 2002)

Em 2002 a potência electroproductora instalada em Portugal era de 11 239 MW (Eurostat). Esta capacidade é relativamente inferior à de países europeus com a mesma população, exceptuando a Grécia.

4.2.2 O parque produtor em Portugal

A contribuição percentual das diferentes formas de produção de energia eléctrica em Portugal em 2001, foi (Eurelectric, Eurprog 2003) :

- térmica: 29% Carvão, 21% Petróleo, 16% Gás natural

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

- hídrica: 32%

A energia térmica é a principal energia usada em Portugal. Estas centrais são a base do diagrama de carga.

4.2.3 As centrais

4.2.3.1 Centrais a carvão

Existem duas centrais a carvão em Portugal, a de Sines e a do Pego. Este combustível é o que mais intensidade em emissões de GEE apresenta. Estas duas centrais emitem, anualmente e em conjunto, aproximadamente 12,5 milhões de toneladas de CO₂, o que representa aproximadamente 60% das emissões anuais de todas as centrais térmicas abrangidas pela directiva e 40% do total de instalações abrangidas pela directiva. (Calculado a partir de informação do PNALE). A produção de energia eléctrica encontra-se muito centralizada no nosso país o que apresenta potenciais problemas de abastecimento.

4.2.3.2 Centrais a gás natural

O gás natural é o combustível com mais expansão no nosso país, estando ainda em construção a infra-estrutura de base para suportar o armazenamento e a distribuição. Está em funcionamento uma unidade de turbina a gás de ciclo combinado na Tapada do Outeiro, a Turbogás e entrou em funcionamento, em 2004, uma segunda unidade, a Termoeléctrica do Ribatejo. No entanto estão em projecto e em construção outros grupos produtores semelhantes.

Estas unidades emitem anualmente e em conjunto, aproximadamente 1,85 milhões de toneladas de CO₂, o que representa aproximadamente 20% das emissões anuais de todas as centrais térmicas abrangidas pela directiva e 11% do total de instalações abrangidas pela directiva. (Calculado a partir de informação do PNALE)

4.2.3.3 Centrais com outros combustíveis gasosos

Existem também outras unidades produtoras com outros combustíveis gasosos. É expectável que o peso destas, bem como as de outras que utilizam fuelóleo e gasóleo diminua, sendo substituídas progressivamente pelas centrais a gás natural.

4.2.3.4 Biomassa

Portugal tem o seguinte potencial energético com origem em biomassa: 110 MW com origem em biomassa florestal, 70 MW em biomassa animal, 50 MW a partir de RSU. Estas tecnologias baseiam-se na combustão dum combustível sólido ou gasoso com as consequentes emissões de GEE. Contudo, a incineração destes combustíveis evita outras emissões com coeficiente de aquecimento superior.

No caso específico da incineração de resíduos lenhosos, na indústria de pasta de papel, este sector industrial obteve o reconhecimento internacional de emissões específicas nulas utilizando o argumento que a gestão florestal compensa as emissões da combustão num efeito de sumidouro.

Um sumidouro é um sistema que consome GEE. O exemplo típico é o de uma floresta que, em condições específicas, consome dióxido de carbono e emite oxigénio.

Em 2001 estimava-se que a capacidade instalada em biomassa era de 360 MW produzindo 1080 GWh em 1999. Incluem-se nesta forma de produção as instalações de incineração de RSU (75 MW), a central de incineração de resíduos florestais de Mortágua de 9 MW, as instalações do sector papelero e as pequenas instalações nomeadamente as de biogás.

Prevê-se, até 2010, a instalação de 90 MW a partir de resíduos de madeira e 50 MW a partir de gás de aterro com um custo médio unitário de investimento de 1 750 a 2 000 euros (2001), ou seja um total de 260 milhões de euros. Prevê-se ainda o investimento em 50 MW na queima de RSU.

4.2.4 Características do sector energético

Neste capítulo apresentam-se diferentes análises dos balanços energéticos no período 1990-2002 por forma a entender o sector e a sua evolução.

Várias características na evolução do sector energético português são a causa do crescimento das emissões nacionais.

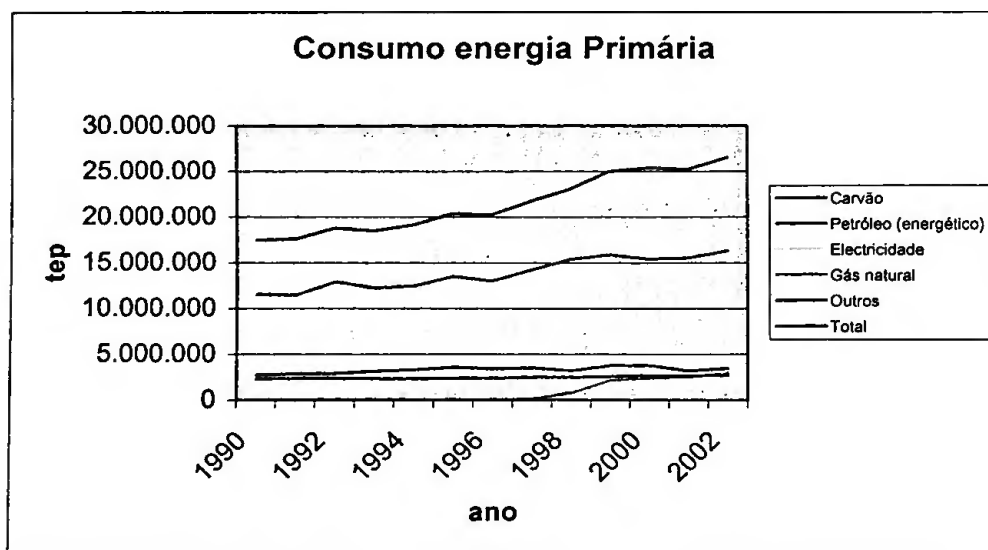
O desenvolvimento económico do país promoveu muito significativamente o consumo, nomeadamente o consumo energético. A mobilidade de pessoas e o transporte de mercadorias e a habitação são os principais agentes deste incremento.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

O aumento de consumo de energia parece ser inevitável dado o atraso do país, contudo, esse aumento não é proporcional ao impacto nas emissões atmosféricas.

O aumento do consumo de energia primária devido ao aumento da procura de energia final acontece simultaneamente ao aumento de consumo de energia primária mais emissora de CO₂.

Figura 5 - Evolução do consumo das diferentes fontes energéticas em Portugal



A figura 5 apresenta a evolução do consumo das diferentes fontes energéticas em Portugal.

Neste intervalo de tempo o consumo de carvão aumentou aproximadamente 27% e o consumo do petróleo (energético para a indústria) aumentou aproximadamente 41%, sendo o aumento total de consumo de energia primária, para o mesmo período,

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

aproximadamente 51%. De facto, neste período o gás natural faz a sua aparição no conjunto de combustíveis, mas apesar de ser um combustível menos poluente, verifica-se que a hidroelectricidade, totalmente exempta de emissões, perde peso no cômputo global e as emissões de gases com efeito de estufa aumentam.

Figura 6 - Evolução do consumo de energia – sector electroprodutor

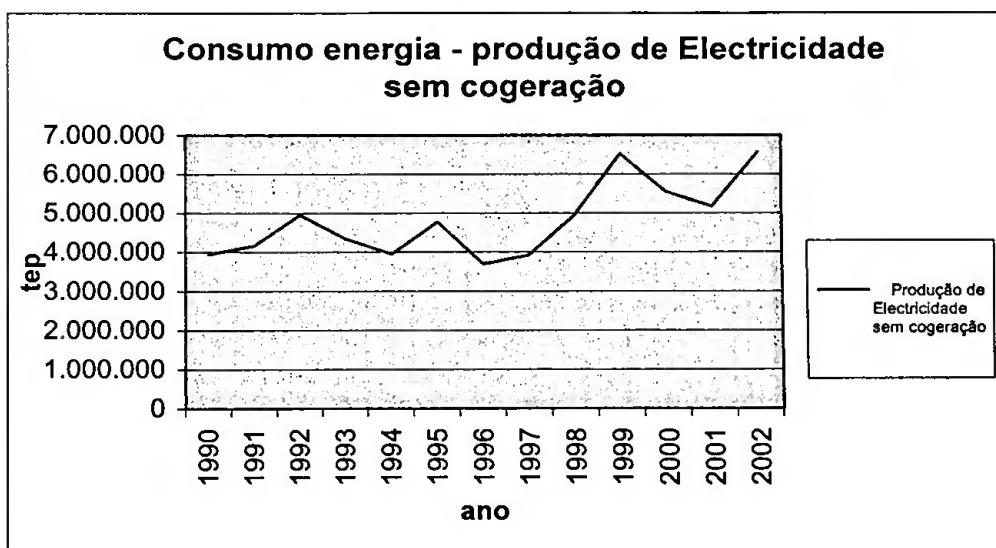


Figura 7- Evolução do consumo de energia – demais sectores

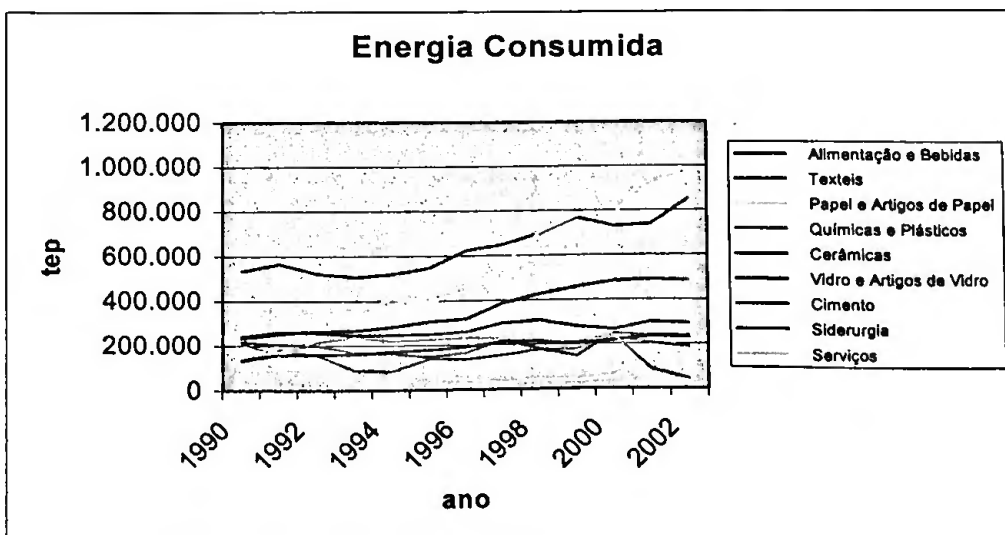


Tabela 6 – variação do consumo energia fóssil 1990-2002

Refinação de Petróleo	111%
Alimentação e Bebidas	22%
Texteis	9%
Papel e Artigos de Papel	61%
Químicas e Plásticos	35%
Cerâmicas	108%
Vidro e Artigos de Vidro	71%
Cimento	60%
Siderurgia	-78%
Serviços	247%
Doméstico	46%

A tabela 6 e as figuras 6 e 7 mostram a variação do consumo de energia fóssil dos principais sectores. Constata-se que, exceptuando a siderurgia que transferiu consumo de energia fóssil para energia eléctrica, todos os sectores aumentaram o seu consumo de energia fóssil. A tabela 6 mostra o crescimento relativo de consumo de energia fóssil destes sectores entre 1990 e 2002.

É importante salientar o aumento de consumo deste tipo de energia, em apenas doze anos, no sector dos serviços com 247%, no sector dos transportes reflectido no sector de refinação com 111% e no das cerâmicas com 108%.

No caso do sector eléctrico os consumos de carvão e de gasóleo aumentaram aproximadamente 64% e 21% respectivamente.

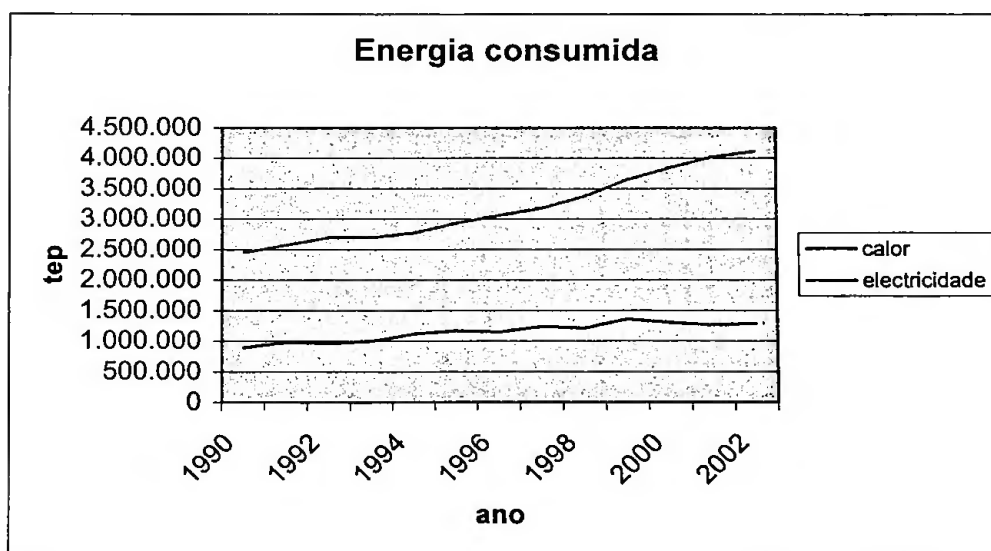
O aumento de emissões de CO₂ correspondente a este aumento de consumo energético ao nível nacional (PNAC versão 2001) e no sector eléctrico (balanços de energia da

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

DGE, calculado a partir da energia consumida e dos factores de emissão do PNAC) é aproximadamente 28% e 61% respectivamente.

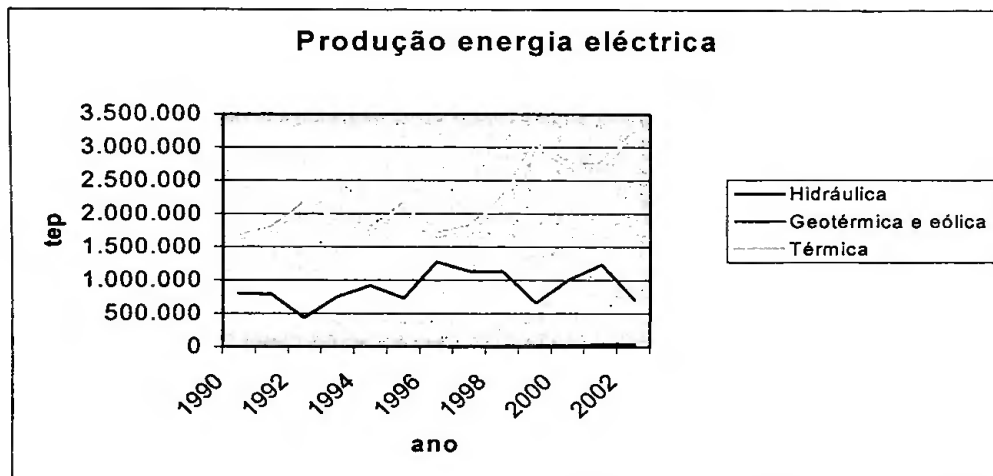
Este período apresenta um aumento muito marcado da intensidade em carbono da nossa economia pelas razões previamente mencionadas.

Figura 8 –Evolução do consumo de calor e electricidade em Portugal



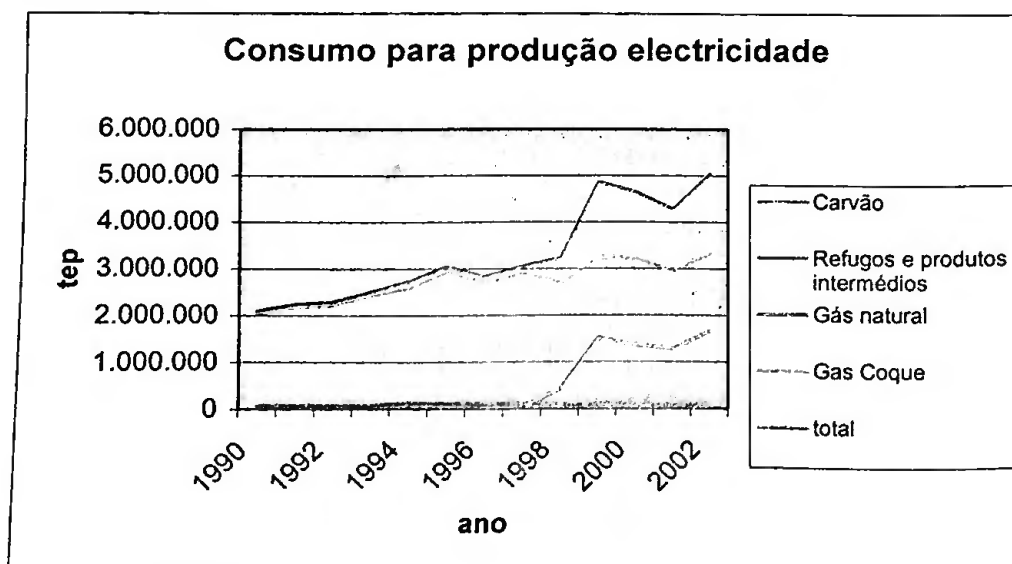
A figura 8 mostra um aumento de consumo de energia eléctrica ao nível nacional na ordem dos 68%, enquanto que no mesmo período o consumo de calor só aumentou 44%. Podemos concluir que a nossa economia perdeu eficiência, uma vez que se consumiu mais energia primária a qual foi, proporcionalmente menos aproveitada.

Figura 9 –Evolução da produção de electricidade por tipo de central



A figura 9 mostra que, para fazer face ao aumento de consumo de energia eléctrica, a produção de energia eléctrica incrementou a sua componente térmica desde 1999, incrementando a intensidade carbónica da economia. A componente geotérmica e eólica ainda têm pouco significado no nosso país.

Figura 10 - Evolução do consumo de combustíveis na produção de electricidade



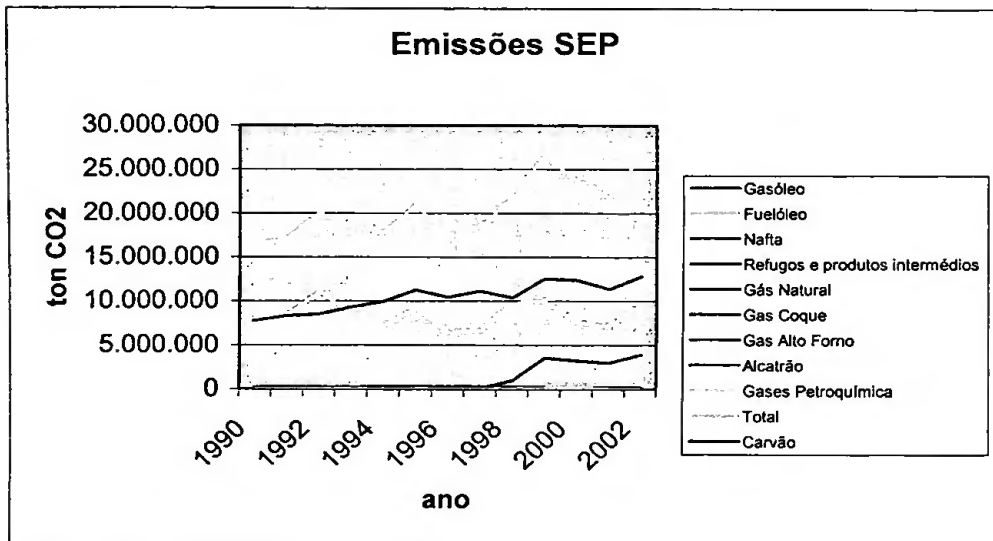
A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

A figura 10 mostra que a produção de electricidade apresenta um forte aumento no consumo de gás natural que arrancou em 1997 com 30 mil tep ano e em 2002 consumia 1666 mil tep. O consumo de gás tende a aumentar substituindo outros combustíveis. O consumo de carvão e de petróleo para produção de electricidade aumentaram respectivamente 64 e 14%. O incremento de emissões correspondentes é de 61%

Dado que as emissões do sector energético são provenientes de queima de combustíveis fósseis a questão que se coloca é a de saber qual seria o impacte se a mesma energia primária fosse transformada em outras formas de energia por um processo de cogeração. Esta questão será aprofundada no capítulo 5.

Pode-se ainda caracterizar o *mix* de combustíveis, a figura 11 mostra a evolução das emissões do sector eléctrico (SEP). Constata-se que as principais emissões por queima de combustíveis são causadas pelos seguintes combustíveis, por ordem de importância: carvão, fuelóleo, gás de coque e gás natural.

Figura 11 - Evolução das emissões do SEP



Em resumo, o sector energético caracteriza-se por um forte crescimento no período 1990-2002. Esse crescimento é feito à custa do aumento no consumo de combustíveis fósseis. Verifica-se também, nesse período, que o aumento da produção de energia é superior ao aumento da produção de calor com perdas de eficiência óbvias.

No sector eléctrico, especificamente, a situação é semelhante aumentando muito significativamente as emissões correspondentes aos combustíveis de origem fóssil.

A nossa economia cresceu mas também se tornou menos limpa.

Recentemente foi aprovada uma directiva europeia no âmbito da qual Portugal se comprometeu em que pelo menos 39% da energia eléctrica que consome seja de origem renovável (a partir de 2010).

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Prevê-se um aumento de capacidade instalada de energia renovável de 4 000 MW até 2010. A utilização de energia renovável não tem emissões de GEE pelo que não representa um acréscimo de custos variáveis para a produção de energia eléctrica no contexto das restrições decorrentes do Protocolo de Quioto e da directiva europeia de emissões. As tarifas de fornecimento de energia renovável à rede incluem uma parcela de emissões de GEE evitadas, à imagem do que acontece com a cogeração, com a especificidade que a grande hídrica não está abrangida por esta situação. A liberalização do mercado energético também colocará em causa esta situação. O país dispõe de 140 centrais hidroeléctricas com capacidades muito diferentes, desde 630 MW a 1 MW. Esta forma de produção é a segunda mais usada em Portugal. Os 39% a que Portugal se comprometeu correspondem a 34% de grandes hídricas. Não se prevê que as grandes hídricas aumentem significativamente, prevendo-se apenas mais uma barragem (Baixo Sabor ou Alto Côa) e o reforço de potência de outras duas.

As minihídricas são a outra alternativa dentro deste tipo de tecnologia. Estes empreendimentos caracterizam-se por uma capacidade instalada inferior a 10MW. Neste momento Portugal conta com 308 MW instalados e prevêem-se mais 285 MW até 2010.

Em 2001 o país dispunha de 115 MW instalados de energia eólica. O programa E4 prevê a instalação de 3 000 MW de potência em energia eólica até 2010.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Portugal possui um potencial solar excelente no entanto estas tecnologias ainda são emergentes, existindo apenas cerca de 1 MW instalado. Prevê-se que até 2010 o país conte com 50 MW de potência instalada em energia solar.

No caso da geotérmica, a capacidade instalada existente é de 15 MW e prevêem-se 30 MW em 2010. A energia das ondas é a menos desenvolvida, só existe uma instalação nos Açores e prevê-se outra em Viana do Castelo. Espera-se uma capacidade instalada de 50 MW em 2010.

5. A cogeração

5.1 Tecnologia disponível

As unidades convencionais termoeléctricas perdem 2/3 de energia na conversão de energia, em forma de calor. Por outro lado, estima-se em 8% as perdas de energia por transporte da mesma na rede.

Embora dependendo da temperatura da fonte quente pretendida, pode considerar-se, em termos médios, que uma unidade de cogeração de electricidade e calor transforma 4/5 da energia em energia útil, o equivalente a uma eficiência de 85%. O processo de cogeração consiste na produção simultânea de dois tipos de energia, eléctrica e térmica, a partir da mesma energia primária. Esta tecnologia é utilizada normalmente em edifícios ou na indústria quando existe procura simultânea de electricidade e calor por mais de 4000 horas anualmente.

(SAVE Contract n.º.4.1031/Z/01-130/2001 – prepared by CRES (GR) and IST (PT))

As principais tecnologias disponíveis para cogeração são as seguintes: turbina a gás, turbina a vapor, ciclo combinado, combustão interna, células de combustível, motores *stirling*.

5.1.1 Turbina a gás

Neste sistema o ar entra no compressor onde se aumenta a pressão e a temperatura. Posteriormente injecta-se combustível e a combustão tem lugar. Os gases quentes expandem até à pressão atmosférica gerando trabalho na turbina. O gerador de

electricidade encontra-se conectado ao eixo da turbina. O calor dos gases de combustão é recuperado por um permutador de calor. Esta tecnologia apresenta uma eficiência de 60 a 85%.

Este processo pode funcionar em circuito fechado ou em circuito aberto. A vantagem do circuito fechado é o de manter o fluido de trabalho (ar ou hélio) limpo, o que é relevante para evitar corrosão no contacto com a turbina.

Este tipo de equipamentos encontram-se disponíveis com capacidades de 200 kW a 100 MW.

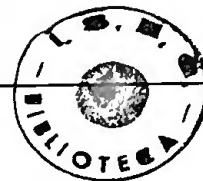
5.1.2 Turbina a vapor

Este sistema funciona com base no ciclo de Rankine. A turbina usa vapor produzido numa caldeira ou numa fornalha. A variação da entalpia do vapor produz trabalho mecânico. O vapor é extraído a diferentes estágios da turbina em função da energia térmica requerida.

Esta tecnologia apresenta uma eficiência de 60 a 85% e apresenta-se no mercado com capacidades entre 0,5 e 100 MW.

5.1.3 Ciclo combinado

Este sistema combina um ciclo de turbina a gás com um ciclo de turbina a vapor, recuperando calor dos gases quente à saída da turbina a gás para produzir o vapor que



vai ser utilizado na turbina a vapor. A turbina a gás e a turbina a vapor estão acopladas, cada uma, a um alternador que produz energia eléctrica. Esta tecnologia apresenta uma eficiência de 70 a 90% e apresenta-se com capacidades entre os 4 e os 100 MW.

5.1.4 Combustão interna

Esta tecnologia funciona com base no ciclo Otto ou no ciclo Diesel em que a mistura de ar e combustível reagem (explosão ou combustão) no interior de um cilindro, sendo o calor dos gases de exaustão e de arrefecimento do motor aproveitados. A eficiência desta tecnologia é de 70 a 85% e está disponível em equipamentos de 15 kW a 2 MW.

5.1.5 Pilhas de combustível

Uma pilha de combustível é um equipamento que transforma a energia química dum combustível em energia eléctrica directamente. Esta tecnologia apresenta equipamentos com eficiências de 85 a 90% e encontra-se disponível em capacidades de 1 a 40 kW. A temperatura da fonte quente disponível (calor produzido) depende do tipo de pilha, podendo ser de apenas algumas dezenas de graus ou de várias centenas de graus centígrados. Alguns tipos de pilha de combustível encontram-se ainda em fase de desenvolvimento.

5.1.6 Motores *stirling*

Esta tecnologia funciona com base em motores cujos cilindros são sujeitos à transferência de calor externo. Este calor aumenta a temperatura de parte do cilindro onde se encontra um gás que expande provocando o deslocamento do pistão. Não há

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

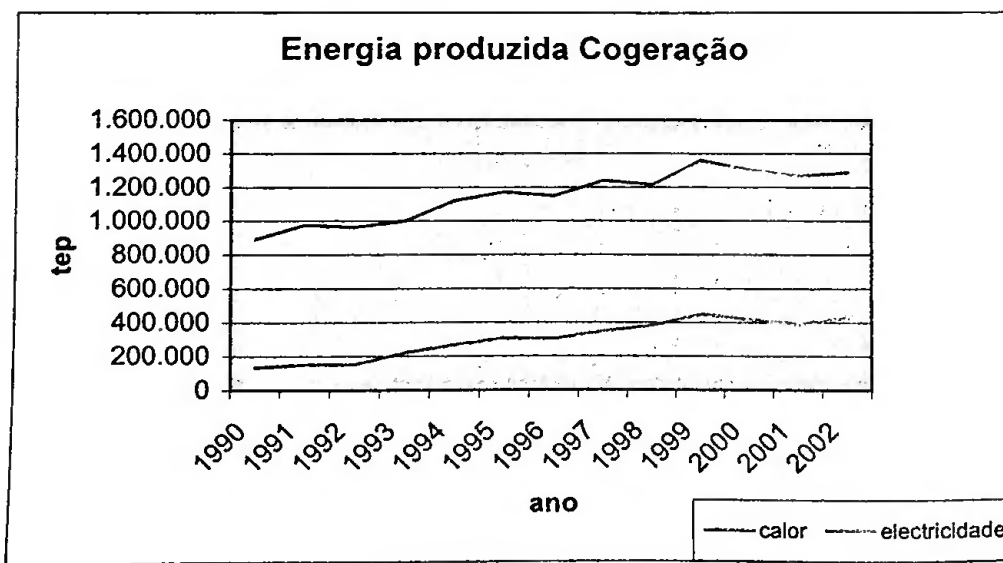
combustão. Estes equipamentos apresentam uma eficiência de 65 a 85% e uma capacidade de 3 kW a 1,5 MW. Esta tecnologia encontra-se em fase de desenvolvimento.

5.2 Caracterização da produção de energia por cogeração em Portugal

Analisando a evolução da produção de energia eléctrica por cogeração entre 1991 e 2001 pode-se concluir que esta aumentou 68% comparativamente a um aumento de produção de energia eléctrica de 211% e que corresponde a um aumento de produção de calor de cogeração de 44 %.

A figura 12 caracteriza a evolução da produção por cogeração em Portugal.

Figura 12 - Evolução da energia produzida por Cogeração (Balanços- DGE)



A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

O calor registado no balanço nacional de energia é unicamente o produzido por cogeração. Contudo, diferentes sectores consomem calor produzido por queima de combustíveis fósseis como foi mencionado no capítulo 4 e como mostra a tabela 7.

Tabela 7 – Calor produzido por queima de combustíveis (teps) (Balanços DGE)

Consumo energia primária	2002
Refinação de Petróleo	592.997
Alimentação e Bebidas	292.659
Texteis	237.533
Papel e Artigos de Papel	147.217
Químicas e Plásticos	189.360
Cerâmicas	485.603
Vidro e Artigos de Vidro	229.282
Cimento	851.645
Siderurgia	46.173
Serviços	970.158
Doméstico	923.773

A Tabela 7 foi construída com base no consumo de energia dos processos industriais, em 2002. Parte-se do pressuposto que essa energia é utilizada totalmente na forma de energia calorífica, uma vez que a energia transformada noutra forma de energia é apresentada pelo balanço nacional sob outras rubricas (“para novas formas de energia”).

A transformação de energia em energia calorífica utilizada pelos sectores, tem por consequência emissões de CO₂, o volume dessas emissões depende do *mix* de combustíveis utilizados. A figura 13 apresenta o mix desses combustíveis no período 1990-2002 para os principais sectores (incluindo serviços e doméstico). O fuelóleo, o gasóleo e o gás natural são os combustíveis mais consumidos por esses processos para gerar calor.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Figura 13 Consumo de energia para processo (tep) (fonte Balanço energético, DGE)

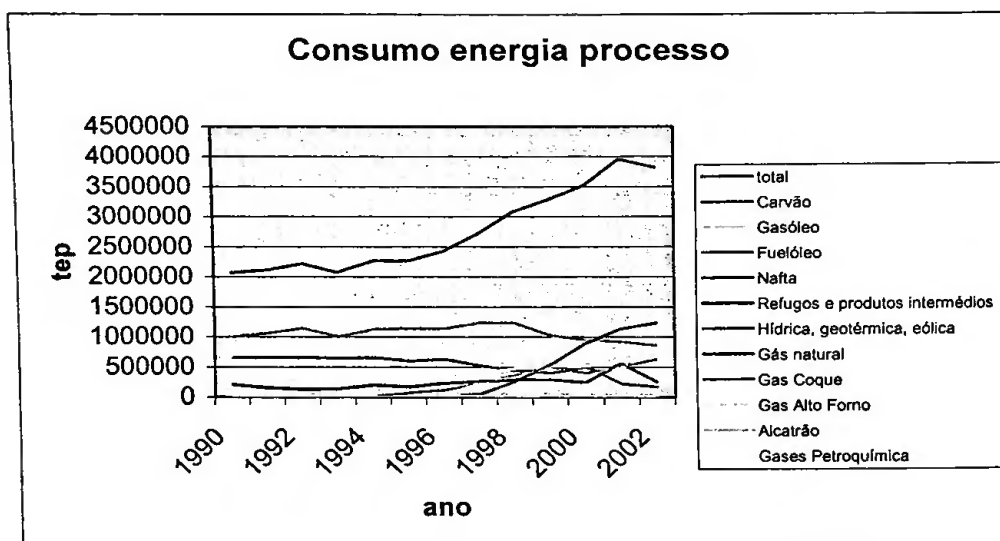
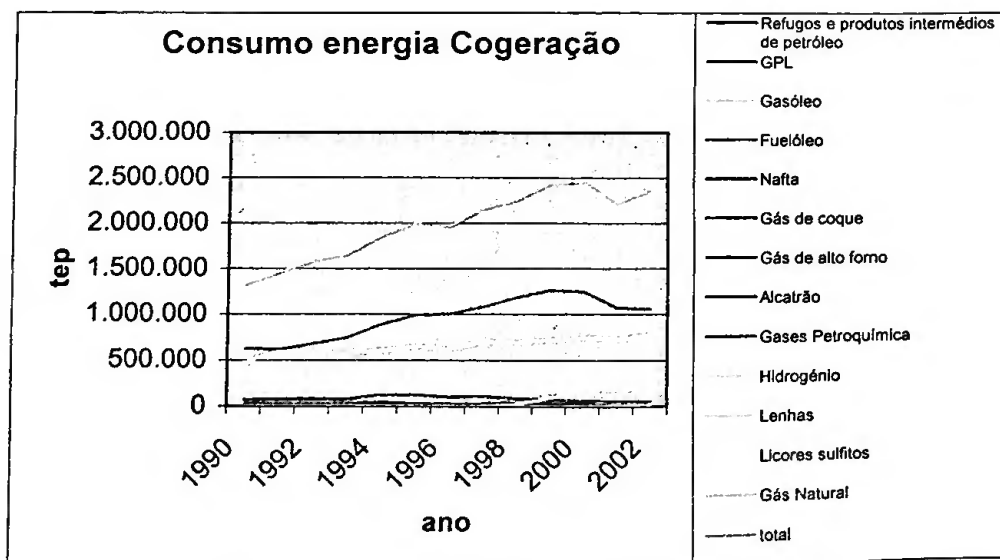


Figura 14 – Evolução do consumo de combustível da cogeração (em tep)



A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

A figura 14 caracteriza a cogeração em termos de tipo de combustível utilizado desde 1990.

Esta figura mostra que os combustíveis mais consumidos são os gases subprodutos do sector petroquímico e os licores provenientes dos processos da pasta de papel. Trata-se de dois sectores industriais que, de facto, implementaram unidades de cogeração para aproveitar subprodutos dos seus processos. Comparativamente, os outros sectores não têm significado em termos de cogeração.

A cogeração é utilizada maioritariamente para satisfazer as necessidades da indústria. O país está na média da UE no que respeita a energia eléctrica produzida por este meio.

A tabela 8 permite observar que Portugal se encontra no grupo de países europeus que menos implementaram unidades de cogeração apesar de se encontrar na média europeia. Nesse grupo encontram-se bastantes países, nomeadamente o RU. É bastante impressionante a situação da Dinamarca com 77% da sua capacidade eléctrica total instalada em cogeração.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Tabela 8 – Capacidade instalada em cogeração na Europa (Euroelectric 2003)

Capacidade instalada Cogeração (MW)	1980	1990	2000	2001	2005	2010	2020	MW instalados em 2020
Austria	1784	2469	3730	4457	5110	5350	5650	18%
Bélgica	411	346	965	1395	1781	1778		15%
Alemanha	6819	8996	20269	19883				122%
Dinamarca	3591	7857	9991	10019	9506	9235	8909	130%
Espanha	525	901	4917	5332	5920	6595	7510	55%
Finlândia	2839	4000	5903	5879	6065	7244	7764	16%
França								116%
RU	2524	2139	4632	4801	5750	7500	12000	79%
Grécia	165	197	958	958	976	1064	1165	10%
Irlanda			118	123	143	168	218	4%
Itália	5249	4540	11892	12082	14321	17602	22495	76%
Luxemburgo			55		90	120	150	1%
Países Baixos	3815	5294	7000	7122	7631	8550	9960	20%
Portugal	430	589	1027	1028	1311	605	1878	110%
Suécia	3179	3280	3196	3269	3200	3200	4200	31%

As tarifas de fornecimento de energia produzida por cogeração à rede incluem uma parcela de emissões de GEE evitadas. Esta medida promove a cogeração e, consequentemente, a redução de emissões específicas por unidade de energia produzida. No entanto, não é claro como se vai articular o mercado energético liberalizado com o regime especial.

As vantagens competitivas da cogeração poderão vir a residir no facto das outras formas de produção serem obrigadas a internalizar os custos ambientais: os preços deveriam todos ser revistos em alta.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

A directiva de comércio de licenças de emissão abrange as unidades de cogeração com mais de 20 MW térmicos instalados. Para essas instalações o impacto da directiva é directo. Interessa entender qual a especificidade.

Às unidades de cogeração abrangidas por esta directiva serão atribuídas licenças de emissão. Efectivamente estas instalações estão abrangidas pelo PNALE.

A tabela 9 caracteriza as instalações de cogeração com mais de 20 MW térmicos instalados comparativamente às outras centrais.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Tabela 9 – Comparação da cogeração com mais de 20 MWt com outras formas de produção (calculado a partir do balanço nacional e utilizando os factores de emissão do PNAC)

CATEGORIAS DAS OF ACTIVIDADES (DIRECTIVA 2003/87/CE) Dados 2001 (balanço energia)	Produção (GWh)	Consumo de Combustível (ktoe)	Emissões (ktCO ₂)	Eficiência % (2)
Centrais a carvão com capacidade térmica superior a 20 MW	12.952	2.948	11.870	37,28
Centrais a petróleo com capacidade térmica superior a 20 MW	5.480	1.330	12.351	38,25
Centrais a gás natural com capacidade térmica superior a 20 MW	6.297	965	3.367	56,04
District Heating	NA	NA	27,742	NA
Centrais de cogeração não incluídas nos sectores da directiva e com mais de 20 MW	Electricidade 2.153 Calor 3.398	669 (inclui 74 bio)	2.045	73
Centrais de cogeração incluídas nos sectores da directiva e com mais de 20 MW	Electricidade 2.687 Calor 11.568	1.567 (inclui 832 bio)	1.960 (sem bio)	77

Estas instalações encontram-se numa situação muito particular. Por um lado as suas emissões são limitadas e supostamente deverão reduzir gradualmente, mas, por outro lado, este tipo de processo não pode ser melhorado sem substituir a tecnologia da instalação o que obviamente pode facilmente inviabilizar essas melhorias. Efectivamente, muitas unidades de cogeração não estão integradas noutros processos e são meros fornecedores de energia para a rede e para processos industriais consumidores da componente calorífica. Elas já representam um meio de redução por si. O PNALE 2005-2007 atribuiu às instalações de cogeração as licenças que em princípio

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

requererão nesse período, contudo não se sabe se no próximo período esta situação será mantida e não se exigirá esforço de redução a estas instalações.

5.3 Potencial de redução

Os diferentes sectores industriais consomem energia nos seus processos. Parte dessa energia corresponde a consumo eléctrico, a restante corresponde a energia térmica produzida por cogeração ou por queima de combustíveis.

A tabela 10 apresenta o consumo de energia em 2002, dos sectores industriais que mais contribuem para o efeito de estufa, esta tabela não inclui obviamente a energia hidroeléctrica nem a energia renovável. Esta tabela é igual à tabela 7 pois assume-se que toda esta energia é transformada em energia calorífica.

Tabela 10 – Consumo de energia (tep) dos sectores industriais em 2002

Refinação de Petróleo	592.997
Alimentação e Bebidas	292.659
Texteis	237.533
Papel e Artigos de Papel	147.217
Químicas e Plásticos	189.360
Cerâmicas	485.603
Vidro e Artigos de Vidro	229.282
Cimento	851.645
Siderurgia	46.173
Serviços	970.158
Doméstico	923.773

A seguinte análise pretende caracterizar os diferentes sectores em termos de potencial de cogeração. Compara-se o consumo de energia (exceptuando hidroelectricidade e energia renovável) de cada sector com o consumo de energia fóssil (exceptuando hidroelectricidade e energia renovável) da cogeração. Nas figuras 15, 16 e 17 podemos

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

observar a evolução da capacidade de utilização de cogeração em cada sector (período 1990-2002).

Figura 15 – Capacidade teórica de utilização da cogeração

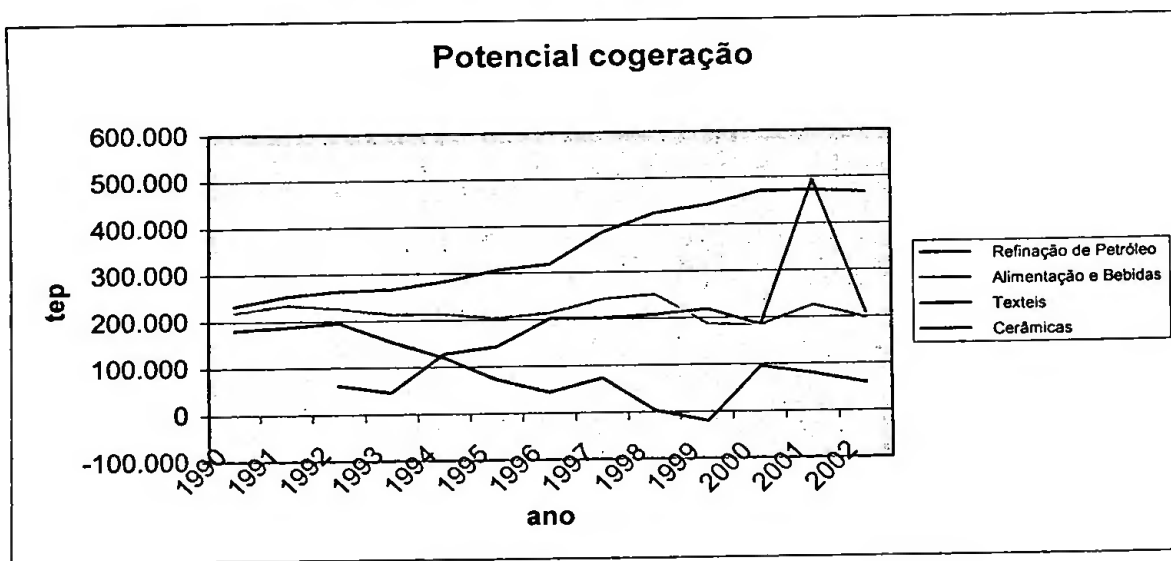


Figura 16 – Capacidade teórica de utilização da cogeração

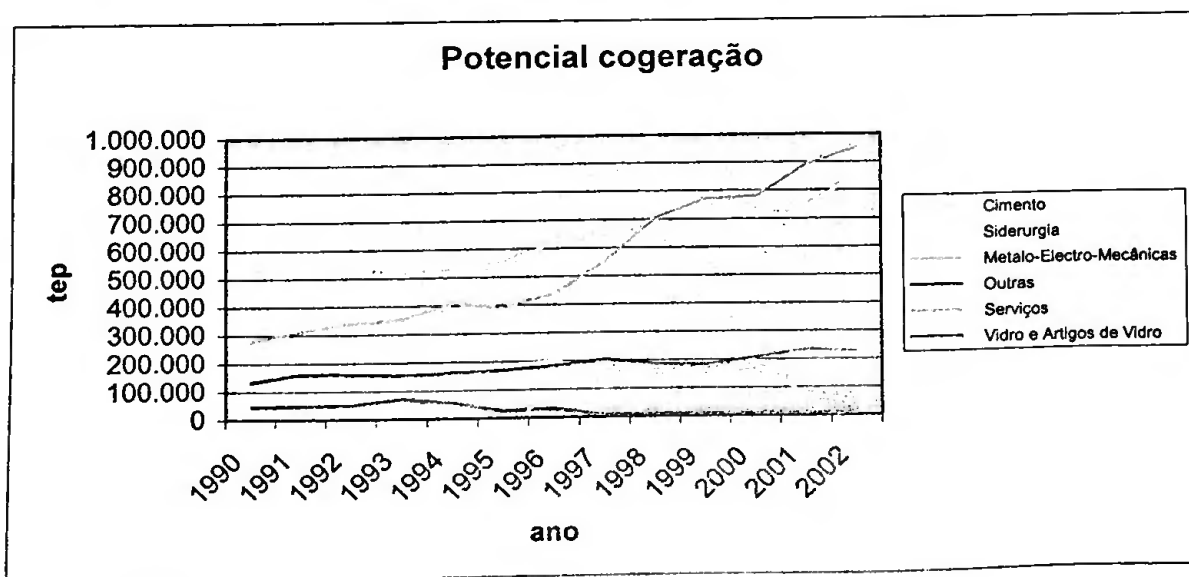
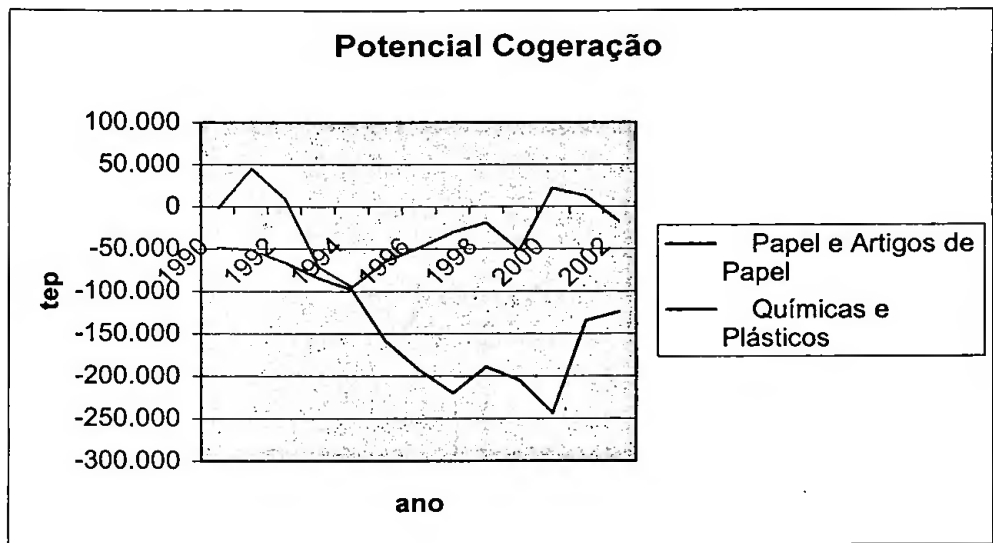


Figura 17 – Capacidade teórica de utilização da cogeração



Este potencial pressupõe que os diferentes sectores podem consumir toda a sua energia calorífica produzida utilizando cogeração.

Alguns sectores apresentam muito bom potencial para a implementação da cogeração, nomeadamente os sectores dos serviços e do cimento com quase 1 milhão de teps por ano de potencial cada. O sector da cerâmica apresenta sensivelmente a metade desse potencial.

O sector dos têxteis e da alimentação apresenta um potencial menor e ligeiramente decrescente provavelmente porque já houve algum esforço de implementação de implementação de cogeração.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

5.4 Balanço de carbono no processo de cogeração

A energia eléctrica produzida por cogeração evita uma quantidade idêntica produzida na rede. A essa energia evitada na rede correspondem emissões de GEE evitadas.

Prevê-se que a cogeração evite, em média e ao nível europeu, uma emissão bruta de 400g de CO₂ por kWh produzido (fonte:ATEE, Energie Plus nº299, 1 de fevereiro 2003).

Em 2002 as unidades de cogeração identificadas como tal no balanço nacional de energia emitiam a quantidade de CO₂ apresentada na tabela 11.

Tabela 11 – Emissões de CO₂ por sector (ton)

Refinação de Petróleo	383.828
Alimentação e Bebidas	94.557
Texteis	178.591
Papel e Artigos de Papel	271.975
Químicas e Plásticos	206.636
Cerâmicas	19.085
Vidro e Artigos de Vidro	5.990
Cimento	0
Siderurgia	0
Serviços	18.013

As instalações de cogeração são globalmente mais eficientes do que duas instalações separadas para produção de energia eléctrica e térmica. Contudo, estas instalações têm emissões próprias e estão incluídas na directiva de comércio de emissões.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

5.4.1 Emissões Evitadas na rede

Tabela 12 – Emissões de CO2 evitadas na rede por sector (ton)- 2002

Consumo próprio	Situação Actual		Situação com cogeração				Melhoria
	Energia primária consumida (sem renováveis)	Emissões consumos	Energia eléctrica produzida com cogeração	Energia primária consumida com cogeração	Emissões evitadas na rede	Emissões com cogeração	Melhoria
Refinação de Petróleo	891170	2355691	712936	1782340	3885338	4188499	2052530
Alimentação e Bebidas	434411	1479030	243270	608176	1325768	1429214	1375585
Texteis	389105	1399477	217899	544747	1187499	1280156	1306820
Papel e Artigos de Papel	306263	1240950	245011	612526	1335251	1439437	1136765
Químicas e Plásticos	376116	1478128	300893	752232	1639796	1767744	1350180
Cerâmicas	553686	1516675	310064	775160	1689778	1821626	1384827
Vidro e Artigos de Vidro	264487	722012	211589	528973	1153113	1243087	632038
Cimento	669311	1984827	535449	1338621	2918072	3145760	1757138
Metalúrgicas	36400	118519	29120	72800	158696	171079	106136
Siderurgia	104484	448330	83587	208968	455531	491074	412786
Total	4.025.432	12.743.639	2.889.817	7.224.543	15.748.842	16.977.677	11.514.805

A tabela 12 mostra quais seriam as emissões evitadas se toda a energia calorífica requerida pelos processos dos diferentes sectores, excluindo os serviços, fosse produzida por cogeração a gás natural. Para estes cálculos utilizaram-se o balanço energético de 2001 (DGE) e os factores de emissão seguintes: Gás Natural – 2,5 ton CO2/tep, petróleo energético - 2,35 ton CO2/tep. A intensidade carbónica da energia eléctrica do parque nacional considera-se 5,45 ton CO2/tep, calculado com base na produção de electricidade do SEP em 2001 e as respectivas emissões de gases com efeito de estufa.

Pressupôs-se, ainda, que os processos contínuos permitem a total penetração da cogeração, em quanto os outros só permitem 70% de penetração. Não se tomou em

linha de conta a eventual redução de perdas de energia na rede por descentralização da produção.

Com estes pressupostos, a cogeração pode reduzir globalmente 11,5 milhões de toneladas de CO₂, o que representa aproximadamente o dobro do défice esperado pelo PNAC 2001.

5.4.2 Optimização de unidades de cogeração existentes

Algumas unidades de cogeração apresentam níveis de eficiência relativamente baixos. A directiva 2004/8/CE assinala: *nem todas as unidades de cogeração apresentam um nível de eficiência que lhes permita ser abrangidas pelo regime especial de remuneração*. De facto será necessário definir o nível mínimo de eficiência que permita a uma unidade de cogeração ser abrangida pelo regime especial.

Para cada sector calculou-se a eficiência global e associou-se lhe uma eficiência alvo. Ao atingir essa eficiência alvo, cada sector estaria a consumir energia calorífica produzida por cogeração que em simultâneo produziria um determinado volume de energia eléctrica. A esse volume de energia eléctrica corresponde um volume idêntico de energia evitada na rede e conseqüentemente a um volume correspondente de emissões.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Estes cálculos encontram-se detalhados na tabela 13.

Tabela 13 - Emissões de CO2 evitadas na rede por aumento de eficiência (emissões em ton de CO2, energia em tep)

Cogeração aumento eficiência	ELECTRICIDADE	CALOR	Eficiência	Eficiência Alvo	Energia evitada	Emissões evitadas
Refinação de Petróleo	-47754	-290992	0,88	0,85	0	0
Alimentação e Bebidas	-22937	-42899	0,69	0,80	13423	117057
Texteis	-66217	-32367	0,55	0,80	55361	482797
Papel e Artigos de Papel	-163707	-690360	0,72	0,85	180559	1574639
Químicas e Plásticos	-36683	-125207	0,78	0,85	16177	141076
Cerâmicas	-6767	-7608	0,75	0,80	1116	9732
Vidro e Artigos de Vidro	-2380	-245	0,44	0,80	2708	23618
Cimento	0	0		0,85	0	0
Metalúrgicas	0	0		0,85	0	0
Siderurgia	0	0		0,85	0	0
Serviços	0	0		0,80	18506	161391
Total					287.849	2.510.311

Segundo estes cálculos a melhoria de eficiência das actuais unidades de cogeração podem evitar 2,5 milhões de toneladas de CO₂ correspondendo a metade do défice esperado pelo PNAC 2001. Essa melhoria pressupõe a utilização de gás natural como combustível.

5.5 Previsões

No RU o *Energy White Paper* prevê o crescimento da microcogeração. Este trabalho antevê uma contribuição significativa da microcogeração no sector doméstico para reduzir as emissões do mesmo. De facto a nova geração de edificios poderá apresentar requisitos mínimos de consumo de energia e em paralelo produzir a sua própria energia eléctrica a partir de tecnologias emergentes tais como a microcogeração.

O governo britânico tem por objectivo uma capacidade instalada de 10GW de cogeração de “boa qualidade” (NAP implications and options for CHP – ILEX Energy consulting, Nov 2003).

A quantidade de energia eléctrica produzida por cogeração está, contudo, limitada pela quantidade de calor que pode ser consumido pelos processos sectoriais.

5.6 Os planos nacionais de atribuição de licenças nos outros países europeus

Efectuou-se uma análise a 19 PNALES da UE por forma a identificar se atribuíam um tratamento especial à cogeração, favorecendo ou desfavorecendo esta tecnologia em detrimento de outras.

5.6.1 Fórmulas de atribuição

As fórmulas de atribuição de licenças utilizadas pelos diferentes planos nacionais, apesar de estarem globalmente baseadas em informação histórica dos sectores abrangidos, apresentam diferenças causadoras de assimetrias na abordagem às *early actions* e às tecnologias limpas. De salientar que 5 dos 19 planos baseiam-se em previsões e na intensidade produtiva das instalações.

De facto a metodologia utilizada para atribuição de licenças pode beneficiar a cogeração. De seguida descreve-se sumariamente, na tabela 14, o tipo de metodologia utilizada nos diferentes países da UE.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Tabela 14 – Resumo das metodologias de atribuição utilizadas nos PNALE's europeus

Pais	Metodologia do PNALE
Holanda	Baseada em emissões históricas (2001-2002), em expectativas de crescimento do sector (2003-2006), no grau de eficiência energética e num factor de correcção. Os produtores de energia possuem requisitos mínimos.
Irlanda	Baseada na média histórica de 2002-2003. As tecnologias limpas não são consideradas especificamente. Considera-se que o mercado de licenças é um incentivo a implementação da cogeração.
Eslováquia	Baseia-se no consumo médio de combustível desde 1990, corrigido pelo factor 0,9.
Suécia	Baseia-se na média histórica de 1998-2001 afectada dum coeficiente e de um factor de correcção.
UK	Baseia-se na projecção de emissões deduzida de redução estabelecida.
Alemanha	Baseia-se em emissões históricas.
República Checa	Baseia-se no somatório de previsões dos diferentes sectores baseadas no histórico 1999-2001 mais uma reserva.
Hungria	Vão ser leiloadas 2,5% das licenças. Baseia-se no histórico e no peso do sector nas emissões totais.
Itália	Baseia-se no factor de emissão de referência e na previsão da produção.
Polónia	Baseia-se em <i>Grandfathering</i> para alguns sectores e nível de produção para outros.
Espanha	Fundamenta-se em projecções baseadas em emissões históricas. Serão atribuídas tantas licenças quantas emissões previstas para o sector da cogeração.
Áustria	Baseia-se no histórico de emissões (1998-2001) afectado por um factor potencial que inclui um bonus para a cogeração e por um factor de conformidade.
Bélgica	Apresenta 3 metodologias correspondentes às 3 diferentes regiões <u>Flandres</u> Ao nível sectorial é o produto da produção por um factor de emissão. Para a cogeração o factor de emissão é a média da cogeração nesta região (137 ton/GWh). Para outros sectores usa-se um factor de benchmark. Ao nível da instalação baseia-se no consumo de combustível corrigido por um factor de emissão. Para as outras instalações a fórmula usa um factor de correcção em função da tecnologia utilizada. <u>Bruxelas</u> O método combina histórico, cenário <i>business as usual</i> e previsões. <u>Walonia</u> Para as unidades de cogeração são atribuídas as licenças correspondentes a projecções de emissões mas não mais.
França	Ao nível sectorial baseia-se no produto das emissões específicas pela produção e pelo coeficiente de progresso. Posteriormente é efectuado um rateio por instalação.
Dinamarca	Atribuíram-se licenças num número correspondendo a 85% das necessidades totais da industria abrangida. Serão leiloadas 5% das licenças. As necessidades da indústria são baseadas em cenários <i>business as usual</i> . A atribuição de licenças ao nível da instalação é efectuada com base no histórico no período 1998-2002 para os sectores não produtores de electricidade, para estes últimos a exigência de redução é ligeiramente maior.
Finlândia	Atribuem-se licenças com base no histórico 1998-2002.
Portugal	Licenças atribuídas com base no histórico 2000-2003

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

5.6.2 Bonificações

Alguns países prevêem prémios a atribuir às unidades de cogeração na forma de licenças correspondentes às emissões evitadas na rede pela produção tradicional de energia. De seguida apresentam-se, na tabela 15, as diferentes opções tomadas pelos países em análise face à cogeração.

Tabela 15 – Bonificações previstas para a cogeração nos diferentes PNALE's

Pais	Bonus previsto para cogeração
Holanda	É considerada como <i>early action</i> e não como tecnologia limpa. Se uma instalação emite menos que o requerido é recompensada com licenças extra. O PNALE não é totalmente explícito relativamente à cogeração. Em todo o caso, não são mencionadas emissões evitadas na rede.
Irlanda	Não está previsto bonus.
Eslováquia	Não toma em conta <i>early actions</i> ou tecnologias limpas
Suécia	Está prevista a redução da tributação total para a cogeração a partir de jan/2004. Não é claro se o factor de correcção das emissões históricas é igual 1 para as centrais de cogeração, se for, as unidades actuais recebem tudo o que precisam.
UK	Não se considera necessário estimular a cogeração em instalações existentes através do processo de atribuição de licenças. Ao nível das unidades novas prevê-se garantir as licenças necessárias gratuitas tendo em conta a eficiência das tecnologias a instalar.
Alemanha	Os operadores podem solicitar regras especiais de atribuição de licenças. A atribuição é feita com base em histórico mas para a cogeração a atribuição é diferente. Atribuem-se 27ton de CO2 por GWh produzido, o que representa um requisito adicional de 1500 kton CO2 por ano. Para 2006 e 2007 as licenças a atribuir serão ajustadas em função de eventuais reduções de produção de energia eléctrica.
Rep. Checa	1,5% do total a atribuir é para bonus equivalente a 430 licenças por GWh produzido em 2003.
Hungria	Não é claro como, mas afirmam que o PNALE tem em consideração a tecnologia limpa.
Itália	Para unidades de cogeração com produção de calor superior a 15% as licenças a atribuir consideram a energia e o calor esperados afectados por factores de emissão específicos. Se a produção de calor for superior a 15% o critério de atribuição não diferencia a cogeração.
Polónia	Existe um bonus para cogeração que corresponde a 50% das emissões evitadas. Atribuído a unidades com mais de 65% de eficiência. Está prevista uma atribuição de 4012 ktCO2/ano em bonus de cogeração. Assume-se 94,6kg/GJ como o valor médio de emissões evitadas.
Espanha	Não está prevista qualquer bonificação
Áustria	O bonus só é assignado se a unidade de cogeração emitir menos 5% que uma unidade de calor e uma de energia separadamente. O bonus implica que a unidade de cogeração deverá reduzir menos que a unidade tradicional.
Bélgica	<u>Flandres</u> Considera que a cogeração já é beneficiada pelo facto de poupar energia, assim sendo atribui as licenças necessárias ao consumo de combustível correspondente. <u>Walonia</u> São atribuídas as licenças correspondentes a projecções de emissões mas não mais. <u>Bruxelas</u> Não prevê a atribuição de licenças extraordinárias para a cogeração
França	A cogeração não recebe nenhuma bonificação extraordinária
Dinamarca	Não está contemplada nenhuma bonificação extraordinária.
Finlândia	Não é mencionado nenhum tratamento especial para a cogeração ao nível das licenças a atribuir.
Portugal	Não está previsto nenhum bonus à cogeração.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

5 dos países prevêem apoiar a cogeração através de um benefício específico na atribuição de licenças que pode ser em número de licenças por unidade de energia eléctrica produzida ou através do cálculo separado de emissões para o calor e a electricidade.

13 países não consideram necessário o apoio à cogeração neste processo de atribuição de licenças. É de salientar que os países que diferenciam positivamente a cogeração possuem, em alguns casos, outro tipo de benefícios para este tipo de tecnologia. Contudo estes países são países com potencial de penetração da cogeração. De facto países como a Dinamarca não diferenciam esta tecnologia.

5.6.3 Outros benefícios

5.6.3.1 Certificados verdes

Alguns países já implementaram ou estão a implementar os sistemas de certificados verdes que consideram ser apoio suficiente para a promoção da cogeração. Estes sistemas pressupõem unidades de cogeração com um nível de eficiência mínimo.

5.6.3.2 Tarifas especiais

Muitos países da UE oferecem tarifas com regimes especiais para a energia produzida por cogeração, considerando este um factor de promoção suficiente.

Na Dinamarca, por exemplo 80% do district heating é feito por cogeração. As unidades de cogeração usufruem de tarifas especiais. Neste país implementou-se legislação para evitar que a cogeração veja inflacionado o custo da energia produzida devido ao custo de licenças.

Em Espanha e na Hungria existem regimes especiais para cogeração e para renováveis, semelhantes à situação portuguesa, favorecendo o valor de venda da energia eléctrica.

Na Polónia as condições legais e económicas também são favoráveis à cogeração, e espera-se crescimento da mesma.

Na Austria existem esquemas de incentivos para a cogeração industrial.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

5.6.4 Novos entrantes

A situação das unidades novas de cogeração pode ser delicada se não for devidamente acautelada pelos PNALE's. Alguns países constituem reserva para a constituição de unidades de cogeração novas. De seguida apresentam-se, na tabela 17, regras específicas para a atribuição de licenças a estas unidades.

Tabela 17 – Regras para novos entrantes cogeração

País	Cogeração novos entrantes
Holanda	Não há reserva específica para novas unidades de cogeração.
Irlanda	Reserva de 1,5% do total de licenças atribuídas, perfazendo 150 000 ton/ano para cogeração de alta eficiência. Esta reserva será distribuída com base <i>first come first served</i> . A metodologia de distribuição de licenças baseia-se nas emissões esperadas mais um adicional correspondendo às emissões evitadas na melhor central de ciclo combinado a gás.
Eslováquia	Não há reserva específica para novas unidades de cogeração.
Suécia	Não há reserva específica para novas unidades de cogeração.
UK	Existe uma reserva de 5,7% do total de licenças para novos entrantes. Será definida uma reserva específica para cogeração em função de expectativas. Será utilizado benchmark para favorecer tecnologias limpas.
Alemanha	Se as unidades de cogeração não substituírem directamente uma unidade de produção serão submetidas a um duplo benchmark: electricidade e calor tendo em conta as melhores tecnologias disponíveis. Somam-se as emissões atribuídas por geração de energia às produzidas por geração de calor.
Rep. Checa	Não existe uma reserva específica.
Hungria	Existe uma reserva de 0,6% para acções precoces. A atribuição de licenças para novos entrantes de cogeração calcula separadamente emissões por electricidade e emissões por calor e aplica também um factor associado à melhor tecnologia disponível.
Itália	Não diferencia a cogeração ao nível da reserva.
Polónia	Não diferencia a cogeração ao nível da reserva.
Espanha	Reservam-se 920 MtCO ₂ /ano para unidades cogeração novas de sectores não incluídos na directiva. 50% das reservas são destinadas a unidades de cogeração em sectores incluídos na directiva.
Austria	Não existe uma reserva específica.
Bélgica	<u>Flandres</u> 7,4 kton CO ₂ no total, para novos entrantes 30% do qual é para CHP com standards mínimos. <u>Walonia</u> Não diferencia a cogeração ao nível da reserva.
França	Não diferencia especificamente a cogeração ao nível da reserva.
Dinamarca	Não diferencia especificamente a cogeração ao nível da reserva.
Finlândia	Não diferencia especificamente a cogeração ao nível da reserva.
Portugal	Não diferencia especificamente a cogeração ao nível da reserva.

Só 4 países prevêem uma reserva específica para unidades novas de cogeração.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

6. A tarifa em regime especial

Os capítulos anteriores provam que a cogeração pode ser uma excelente oportunidade para dar resposta aos constrangimentos que surgem do comércio de emissões. Para facilitar a competitividade desta tecnologia em Portugal, a tarifa de remuneração da electricidade gerada por cogeração segue um regime especial. Coloca-se uma questão relevante que é a de saber se, na conjuntura actual de existência de mercado de carbono, as tarifas especiais devem de ser mantidas ou pelo contrário ainda são insuficientes para a promoção da cogeração.

No âmbito deste trabalho construiu-se um caso de estudo e efectuou-se a análise das principais variáveis que influenciam a promoção económica da cogeração.

Descrição do caso

Pressupõe-se uma média empresa que utilize calor no seu processo, no sector cerâmico, por exemplo, e que para obter esse calor queime gasóleo.

De seguida descreve-se as principais características desta empresa:

Tecnologia	Caldeira
Combustível	Gasóleo
Emissões de CO ₂ (ton/ano)	10,000
Factor de Emissão (ton CO ₂ /TJ)	74.1
Energia consumida (TJ/ano)	135
Eficiência	0.7
Energia útil necessária (TJ/ano)	94.5
Capacidade térmica instalada (KW)	21,299

O volume de emissões anual foi arbitrariamente escolhido com base no Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão 2005-2008 e corresponde aproximadamente a um valor médio de emissões no sector cerâmico. Considerou-se uma eficiência de 70% o que corresponde a um valor típico numa caldeira de gasóleo. A energia final consumida, a energia útil necessária e a capacidade térmica instalada são valores calculados a partir das emissões anuais, do factor de emissão e da eficiência.

O caso pretende estudar a viabilidade económica da instalação duma unidade de cogeração a gás que substitua a caldeira existente.

Os custos em que incorre a instalação que serão afectados pela eventual substituição tecnológica são o custo de combustível e o custo de licenças de emissão, uma vez que a

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

instalação tem uma capacidade térmica instalada superior a 20 MW e fica abrangida pelo comércio de emissões.

A unidade de cogeração teria as seguintes características:

Tecnologia	Cogeração / Turbina a gás
Combustível	Gás Natural
Emissões (ton CO ₂ /ano)	10,599
Factor de Emissão (tCO ₂ /TJ)	56.1
Energia consumida (TJ/ano)	189
Eficiência	0.75
Electricidade	0.25
Calor	0.50
Energia calorífica necessária (TJ/ano)	94.5
Energia Eléctrica Produzida (KWh/ano)	13,120,408

Os pressupostos da análise são:

Custo CO ₂ (€/ton)	20
Custo Gasóleo (€/ton)	1143
Custo Gás Natural (€/ton)	710

O custo do investimento calcula-se em 5.000.000€ aproximadamente e teria um período de amortização de 7 anos. O valor do investimento baseou-se em informação da EPA (*Environmental Protection Agency*) que propõe 800€/kW e o prazo de amortização é o que estaria em conformidade com os normativos de contabilidade.

Dados os pressupostos previamente enunciados os custos anuais (em euros) comparativos entre a situação actual e a situação com cogeração apresentam-se seguidamente:

Caldeira		Cogeração	
Licenças de emissão	200.000	Licenças de emissão	211.984
Energia final consumida	3.559.468	Energia final	3.013.467
		Investimento	714.286
	3.759.468		3.939.737

No caso da cogeração, a instalação poderá ainda gerar receitas pela venda de electricidade à rede eléctrica. Essa electricidade seria remunerada em conformidade com uma tarifa especial de aproximadamente 0,1€/KWh.

Assim os custos e proveitos para as duas situações seriam (em euros):

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal



Custos

Caldeira		Cogeração	
Licenças de emissão	200.000	Licenças de emissão	211.984
Energia final consumida	3.559.468	Energia final	3.013.467
		Investimento	714.286
	3.759.468		3.939.737

Receitas

Caldeira		Cogeração	
		Electricidade	1.312.041

Balanço

Caldeira		Cogeração	
	3.759.468		2.627.696

A 7 anos, o *NPV* para as duas situações seria (em euros):

NPV a 7 anos

Caldeira	Cogeração
21.753.684	15.204.832

A diferença entre os dois valores é de €6.548.852 o que representa uma taxa de rentabilidade anual de 18,7% face ao investimento inicial de €5.000.000.

Considerando que acima duma rentabilidade anual de 15% este tipo de investimento pode ser interessante, o investimento em cogeração parece ser bastante atractivo.

Contudo, pretendeu-se ainda analisar qual a influência dos parâmetros considerados nos pressupostos e qual o seu impacte na viabilidade do investimento: custo do CO₂, tarifa eléctrica em regime especial, custo do gás natural, custo do gasóleo. Para o efeito fez-se variar cada um destes parâmetros até a taxa anual de rentabilidade atingir os 15%. O resultado desta análise é:

Custo do CO ₂ (€/ton)	41
Tarifa eléctrica (€/KWh)	0,08
Custo do GN (€/ton)	1071
Custo do Gasóleo (€/ton)	763

É pouco provável que o valor dos dois combustíveis se afastem tanto, contudo, não é totalmente improvável que o valor do CO₂ aumente significativamente o que

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

inviabilizaria este investimento se o valor ultrapassa-se os 41€ e se não se aplicasse uma tarifa especial à cogeração.

Assim, parece que a cogeração, na situação actual de remuneração em tarifa especial e de valor de licenças de emissão é um investimento interessante, além duma solução para o défice de carbono. Contudo, é preciso ter em atenção o valor das licenças de CO₂ que poderia, em determinado momento inviabilizar esta tecnologia se o valor da remuneração não compensar o aumento do seu custo.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

7. Conclusões

7.1 Cumprimento de Quioto

A Rússia ratificou o protocolo de Quioto, situação que reforça as obrigações portuguesas expressas na directiva europeia de comércio de licenças de emissão. Apesar de Portugal poder aumentar as suas emissões relativamente a 1990 os principais indicadores evidenciam que o país se encontra em défice e que as acções previstas dificilmente resolverão o problema.

7.2 O crescimento da economia

O crescimento económico do país acarretou um aumento muito significativo do consumo de energia. Esse aumento teve por consequência um incremento semelhante ao nível do consumo da energia essencialmente sustentada por incremento no consumo de combustíveis fósseis. Nomeadamente, o sector eléctrico aumentou a sua produção térmica e, apesar do aumento do consumo de gás natural, menos poluente, a nossa economia tornou-se mais intensiva em carbono. De facto a própria produção de energia térmica, associada ao processo de produção de electricidade diminuiu proporcionalmente, ou seja, a cogeração perdeu proporcionalmente terreno.

7.3 Viabilidade tecnológica

Os processos industriais consumidores de energia de origem fóssil, tais como os da indústria cimenteira, pasta de papel e outros usam a energia térmica proveniente da queima desses combustíveis. A directiva de comércio de licenças de emissão promove a

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

melhoria desses processos por forma a reduzir emissões. O aumento de eficiência energética não é uma opção mas sim uma obrigação para viabilizar o negócio.

A cogeração apresenta-se como uma excelente tecnologia que permite o aumento de eficiência global. Essa melhoria é viável através da redução de emissões por produção de energia eléctrica na rede nacional. Contudo, surge uma dificuldade por resolver, é que, se as restrições são individuais ao nível de cada instalação e a cogeração é uma solução global uma vez que não aumenta a eficiência unitária mas sim a da rede eléctrica. Esta problemática tem de ser resolvida ao nível administrativo por forma a garantir que soluções tecnológicas como a cogeração são promovidas.

Dois dos sectores onde a cogeração é especialmente atractiva são os serviços e o cimento. Os serviços apresentaram, nos últimos anos, um crescimento de consumo muito significativo. O desenvolvimento tecnológico vem apresentando soluções de cogeração de pequenas dimensões que poderão promover o aproveitamento da energia primária consumida pelos serviços. Restam ainda alguns problemas de ordem técnico por resolver tais como garantir a ligação à rede dum grande volume de produtores de energia eléctrica.

No sector cimenteiro a cogeração não parece tão atractiva, contudo existem experiências ao nível internacional se a implementação desta tecnologia se tornasse economicamente viável neste sector, o benefício para o país seria interessante.

7.4 Viabilidade económica

A cogeração pode ser vantajosa na actualidade com a aplicação de tarifas especiais mas se o valor do carbono subir significativamente, acima dos 40 €, esta tecnologia pode não ser tão interessante. Este valor de licenças não é improvável, a escassez de licenças pode levar a um incremento significativo do seu valor e eventualmente a uma situação de inviabilização da cogeração. Será necessário que as tarifas em regime especial tomem atenção ao valor do mercado do CO₂.

7.5 Tratamento dado à cogeração nos diferentes PNALEs europeus

Não existe uma uniformidade de critérios na construção dos diferentes PNALE's europeus. Alguns governos salvaguardam a situação desta tecnologia adicionando aos benefícios já existentes bonificações ao nível das licenças atribuídas e reservando licenças para novas unidades de cogeração.

7.6 Cogeração como uma oportunidade de projecto CDM/JI

Por último, interessa ver a cogeração como uma tecnologia que as empresas portuguesas podem instalar em países em vias de desenvolvimento ou em países de leste europeu, com benefícios evidentes. O primeiro seria o de obter créditos de redução de emissões que poderiam ser utilizados para cobrir os seus próprios défices de licenças, o segundo o de viabilizar o investimento nesses países exportando tecnologias nacionais. A cogeração é uma alternativa para o país reduzir as suas emissões globais, e as suas importações de energia primária mas também é uma oportunidade de investimento em países terceiros.

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

Bibliografia

- Save Contract n.º 4.1031/Z/01-130/2001 - CRES (GR) and IST (PT)
- Resolução do conselho de Ministros 2003.03.05, *Diário da República*
- Resolução do conselho de Ministros Reg.6-R/2003, CM 9 de Janeiro 2003, *Diário da República*
- Resolução do conselho de Ministros n.º 63/2003, *Diário da República*
- Resolução do conselho de Ministros n.º 68/2003, *Diário da República*
- Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 13 de Outubro de 2003, *Jornal Oficial da União Europeia*
- Directiva 2004/8/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de Fevereiro de 2004, *Jornal Oficial da União Europeia*
- Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu 8.3.2000 COM(2000) 88 final, *Jornal Oficial da União Europeia*
- Livro Verde sobre transacção de direitos de emissão de gases com efeito estufa na União Europeia 8.3.2000 CPM(2000) 87 final, *Jornal Oficial da União Europeia*
- Comissão para as Alterações Climáticas (versão 2001 e versão 2003), *PNAC*
- Ministério da Economia e Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente (17 de Março 2004), *PNALE*
- Ministério de Economia, *Energia Portugal 2001*
- REN, *Relatório 2003*
- DEFRA (2003), *NAP implications for CHP*, ILEX Energy consulting
- DEFRA (2003), *Energy White Paper*
- Cogen (2003), *Position of Cogen Europe on Emissions Trading and CHP*

A Directiva Europeia de Comércio de Licenças de Emissão: importância da cogeração em Portugal

- ERSE, *Caracterização do Sector Eléctrico, Portugal Continental 2001*
- Eurostat
- DGE, *Balanços energia nacional*
- AIE , OECD (2002), *Energy Dynamics and Climate Stabilisation*
- Euroelectric, *Statistics and prospects for the European electricity sector*, Europrog 2003
- UNFCCC (2002) A guide to the climate change convention process. Climate Change Secretariat.
- Harrison, D. & Radov, D.B. (2002). Evaluation of Alternative Initial Allocation Mechanisms in a European Union Greenhouse Gas Emissions Allowance Trading Scheme. NERA
- <http://gasa3.dcea.fct.unl.pt>
- AEA (2004): *Energy subsidies in the European Union, a brief overview*.
- Dutch National allocation plan regarding the allocation of greenhouse gas emission allowances to companies (16 April 2004).
- Ireland's Draft National Allocation Plan 2005-2007 (23 February 2004).
- National Allocation Plan for 2005-2007 (Slovak Republic) (June 2004).
- Sweden's National Allocation Plan (22 April 2004).
- National Allocation Plan for the Federal Republic of Germany 2005-2007 (31 March 2004)
- UK Draft National Allocation Plan for 2005-2007 (January 2004).
- National Allocation Plan of the Czech Republic 2005 to 2007 (29th September 2004).