

Monitorização da Implementação das Directivas Comunitárias sobre a Utilização de Fontes Renováveis de Energia em Portugal

Pedro Miguel Magalhães Teixeira

Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Orientador na FEUP: Prof. Álvaro Rodrigues



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Julho de 2010

Resumo

A consciencialização ambiental, a sustentabilidade dos recursos e a subsistência das gerações vindouras são preocupações pertinentes e que ao longo dos tempos tem tomado, gradualmente, maiores dimensões. No panorama energético, essas preocupações têm sido demonstradas por vários países, em particular no espaço europeu.

Neste contexto a política energética é um factor importante, tanto no crescimento sustentado da economia e da competitividade, como no desenvolvimento sustentável de um país. Tornase assim indispensável o recurso às fontes renováveis de energia, no sentido de tornar mais eficaz e menos poluente o sistema energético, como para contribuir para a segurança do abastecimento.

No seguimento das metas impostas pelas directivas comunitárias, Portugal assumiu o compromisso de produzir, em 2010, 39% de electricidade com origem renovável, meta que recentemente foi alterada pelo Governo para 45%, juntamente com a incorporação de 10% de biocombustíveis nos transportes rodoviários.

Neste trabalho é feito um “ponto de situação” sobre a implementação das directivas comunitárias que visam promover a utilização de fontes de renováveis de energia, na parte que a Portugal diz respeito. A partir da caracterização do sector energético nacional, é analisada a influência da incorporação de fontes renováveis de energia, com ênfase nalguns subsectores que têm metas específicas, designadamente no sector eléctrico e no dos transportes.

Destaca-se aqui o grande contributo das fontes renováveis de energia no sector eléctrico, nomeadamente a energia de base eólica que vem a sentir um desenvolvimento crescente nos últimos anos quase igualando a hídrica no que toca a geração de electricidade.

Também é feita a revisão dos objectivos comunitários para a utilização de fontes renováveis de energia para o futuro, para além de analisada a contribuição esperada de Portugal para o alcance destes novos objectivos. Tendo em atenção os resultados obtidos no presente, as potencialidades e as necessidades previsíveis do nosso país, prevê-se que a energia consumida proveniente de fontes renováveis continue a ter uma evolução crescente, até que, em 2020 a maior parte de energia eléctrica consumida em Portugal, seja de origem renovável.

Abstract

The environmental awareness, sustainability of resources and subsistence concerns of future generations are relevant and which over time has been taking gradually larger. In the energy landscape, these concerns have been demonstrated by several countries, particularly in Europe.

In this context energy policy is a major factor in both the sustained economic growth and competitiveness, sustainable development as a country. Thus becomes indispensable resource for renewable energy, to make more efficient and less pollutant energy system, and to contribute to security of supply.

Following the targets imposed by EU Directives, Portugal is committed to producing in 2010, 39% of electricity from renewable sources, a goal that was recently amended by the Government to 45%, together with the incorporation of 10% biofuels in road.

This work is done by a "state of play" on the implementation of EU directives to promote use of renewable energy sources, in part as Portugal is concerned. From the characterization of the national energy sector, reviews the influence of the incorporation of renewable energy, with emphasis on some branches that have specific goals, particularly in the electricity sector and transport.

Emphasis here is the great contribution of renewable energy in the electricity sector, including wind power base that comes to feel a growing development in recent years almost equaling the water when it comes to generating electricity.

Is also made to revise the objectives concerning the use of renewable energy in the future, in addition to analyzing the expected contribution from Portugal to reach these new targets. Taking into account the results obtained in the present, the potential and foreseeable needs of our country, it is expected that the energy consumed from renewable sources will continue to have an increasing trend, while in 2020 the majority of electricity consumed in Portugal, is from renewable sources.

Agradecimentos

A realização desta tese de Mestrado representa o culminar de uma etapa, provavelmente a mais importante, da minha vida académica.

Agradeço aos meus pais, avós, e irmã, pelo carinho, compreensão e paciência em todos os momentos do meu percurso académico. Agradeço também o estímulo, nunca me deixando desanimar ou desistir mesmo quando as dificuldades pareciam impossíveis de superar.

Desejo agradecer também ao Professor Álvaro Henrique Rodrigues não só pela orientação dada, mas também pelo seu apoio e a sua incansável disponibilidade em todas as fases deste trabalho.

A todos, o meu Muito Obrigado

Índice de Conteúdos

Resumo.....	ii
Abstract	iii
Agradecimentos	iv
Abreviaturas	vi
1. Introdução	1
1.1 Problemática da Energia	1
1.2 Enquadramento do trabalho e Objectivos	6
1.3 Estrutura do trabalho	10
2. Energia e Ambiente	12
2.1 O Aquecimento Global.....	12
2.2 Fontes de Energia	14
2.3 Eficiência Energética	20
2.4 Importância das Fontes Renováveis de Energia	22
2.5 As Fontes de Energia em Portugal	36
3. Políticas Energéticas.....	40
3.1 Medidas implementadas a nível Mundial.....	40
3.2 Política Comunitária	42
3.3 Política Energética Nacional	45
4. Energia em Portugal.....	50
4.1 Situação Energética Portuguesa	50
4.2 Caracterização do Sistema Energético Nacional	53
4.2.1 Sector Eléctrico.....	53
4.2.2 Transportes.....	58
4.2.3 Indústria.....	64
4.2.4 Serviços e Doméstico.....	65
4.2.5 Agricultura e Pesca	66
5. Contribuição das Fontes Renováveis de Energia em Portugal	68
5.1 Sector Eléctrico.....	68
5.2 Sector Transportes.....	78
5.3 Sector Industrial.....	80
5.4 Sector de Serviços e Doméstico.....	83
6. Perspectivas para o Futuro	89
6.1 Crescimento do consumo e aumento da procura de Energia.....	89
6.2 Previsões para a Europa	91
6.3 Metas a nível Nacional	96
7. Conclusões.....	103
8. Referências e Bibliografia	106

Abreviaturas

AIE	Agência Internacional da Energia
APA	Agencia Portuguesa do Ambiente
APREN	Associação Portuguesa de Energias Renováveis
AQS	Águas quentes sanitárias
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CELE	Comércio europeu de licenças
COVNM	Compostos orgânicos voláteis não metânicos
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a mudança climática
DGEG	Direcção Geral de Energia e Geologia
DGV	Direcção Geral de Viação
EDP	Energias de Portugal
ENDS	Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável
ENE	Estratégia Nacional para a Energia
EREC	European Renewable Energy Council
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
EUA	Estados Unidos da América
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
FER	Fontes de Energia Renováveis
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GNC	Gás Natural Comprimido
GNL	Gás Natural Líquido
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
IE	Índice de Eolicidade
INEGI	Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial
IPH	Índice de Produtividade Hidroelétrica
IPSS	Instituições Particulares de Solidariedade Social
ISP	Imposto Sobre Produtos Petrolíferos
IVA	Imposto de Valor Acrescentado
MIBEL	Mercado Ibérico de electricidade
OAU	Óleos Alimentares Usados
OMIP	Operador Português do Mercado Ibérico de Energia
ONU	Organização das Nações Unidas

PANER	Plano de acção nacional para energias renováveis
PCHs	Pequenas Centrais Hídricas
PIB	Produto Interno Bruto
PK	Passageiros.quilometro Transportados
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNALE	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
PNBEPH	Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico
QA	Quantidade Atribuída
QCA III	Terceiro Quadro Comunitário de Apoio
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
REN	Redes Energéticas Nacionais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SNIERPA	Sistema Nacional de Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos
UE	União Europeia
UITP	União Internacional de Transporte Público
VAB	Valor Acrescentado Bruto

1. Introdução

1.1 Problemática da Energia

Até ao século XIX a população mundial utilizava predominantemente recursos renováveis para a satisfação das suas necessidades energéticas, como por exemplo a energia solar para aquecimento passivo e a biomassa para aquecimento ambiente, bem como para cozinhar.

Com a revolução industrial as necessidades energéticas aumentaram acentuadamente, pois já não eram apenas os sectores doméstico e agrícola a necessitar de energia. Foi nesta altura que apareceu o carvão e posteriormente outros combustíveis fósseis que tinham a vantagem de ser formas mais concentradas de energia, de fácil utilização e relativamente baratas: o petróleo e o gás natural. Anos mais tarde, o conjunto destas três energias fósseis passou a representar $\frac{3}{4}$ do consumo mundial.

Após a segunda guerra mundial apareceu também a energia nuclear, como alternativa para a produção de electricidade, mas o seu desenvolvimento estagnou devido a questões de segurança, custos elevados, produção de resíduos radioactivos, as centrais são de difícil desmantelamento, e possibilidade de fabricação de armamento, acentuando ainda mais a dependência dos combustíveis fósseis.

Em 1973 deu-se a primeira crise do petróleo que advertiu a escassez deste recurso e, simultaneamente, que o seu preço não se iria manter para sempre nos valores baixos que tinha até então. No final do século XX verificou-se um aumento dos consumos, criando pela primeira vez a questão de como satisfazer toda a procura energética mundial, principalmente a energia eléctrica que passou a ser um bem de primeira necessidade. Paralelamente começou o crescimento das questões ambientais relacionadas com o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade humana pelas alterações climáticas.

Todos estes motivos deram origem ao renascimento do interesse pelas energias de fonte renovável a uma escala mundial. Se bem que a energia hídrica já tinha sido desenvolvida em vários países onde as condições hídricas e geográficas o permitiam, as outras fontes renováveis de energia não eram industrialmente exploradas.

Tendo em conta o panorama global do final do século XX, as fontes renováveis de energia apresentavam-se como uma importante alternativa, uma vez que podem ser continuamente utilizadas sem perigo de se esgotarem, não são poluentes, e os custos são estáveis e previsíveis, correspondendo apenas ao investimento inicial (uma vez que não há custos com combustíveis nem as flutuações associadas).

No entanto, as energias de fonte renovável apresentavam ainda importantes barreiras a superar, principalmente o facto de serem tecnologias pouco desenvolvidas e terem elevados custos de investimento. Para ultrapassar estes desafios a solução foi um investimento em massa no desenvolvimento de tecnologias de conversão de energia das várias fontes de energia renovável. A Europa sempre foi pioneira nesta matéria e neste sentido investiu consideravelmente e criou condições regulamentares que promovessem a disseminação destas tecnologias.

O aquecimento do planeta deve-se em grande parte às grandes quantidades de energia que a espécie humana produz e utiliza. À medida que crescem as nossas necessidades energéticas, aumenta também a nossa dependência dos combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão). Estes combustíveis, responsáveis por elevadas emissões de CO₂, representam actualmente cerca de 80% do consumo de energia da UE [1]. O CO₂ libertado por estes combustíveis é um dos grandes responsáveis pelo fenómeno de efeito de estufa, o que contribui o para o aquecimento global.

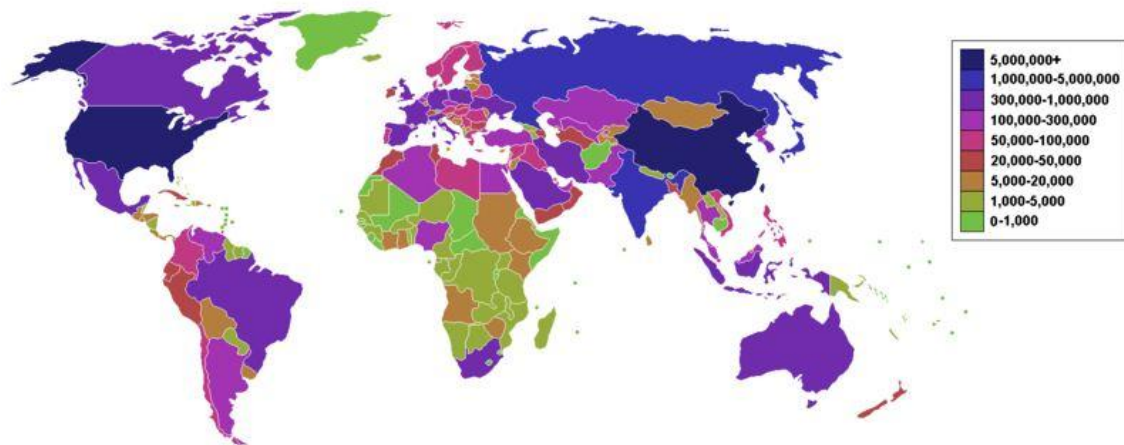


Figura 1 - Emissões de gases com efeito de estufa por país, em Mt CO₂ equivalente.

Desde a Revolução Industrial a temperatura média do planeta aumentou 0,8°C. Se não tomarmos quaisquer medidas, prevê-se que, neste século, a temperatura volte a aumentar entre 1,8°C e 4,0°C, valor este que, de acordo com um painel internacional de cientistas reunido sob os auspícios das Nações Unidas, poderá mesmo alcançar os 6,4°C. Actualmente, assiste-se já a uma corrida para evitar que o planeta atinja um aumento de 2°C, valor que se crê constituir o ponto de viragem irreversível. Todavia, a corrida poderá redundar em fracasso se as emissões mundiais não estabilizarem até 2020, o mais tardar, ou não forem reduzidas em cerca de 50%, em relação aos valores de 1990, até 2050 [2].

Entre os efeitos das alterações climáticas, destacam-se:

- O aumento dos fenómenos climáticos extremos: cheias, ondas de calor e períodos de seca;
- A subida do nível do mar;
- O desaparecimento de ecossistemas em larga escala.

Em 1997, a assinatura do Protocolo de Quioto, relativo às alterações climáticas, reforçou a importância da dimensão ambiental e do desenvolvimento sustentável na política energética mundial.

Sendo o segundo maior emissor de gases com efeito de estufa, com 5,8 milhares de milhões de toneladas de CO₂ emitidos, os Estados Unidos negaram-se a ratificar o Protocolo de Quioto, de acordo com a alegação do ex-presidente George W. Bush de que os compromissos acarretados por tal protocolo interfeririam negativamente na economia norte-americana. Actualmente o maior emissor de gases com efeito de estufa é a China, com 6,2 milhares de

milhões de toneladas emitidos. Enquanto país em vias de desenvolvimento, o gigante asiático viu o Protocolo de Quioto poupar-lhe esforços na redução de CO₂.

A UE teve um papel fundamental na elaboração dos dois tratados internacionais sobre as alterações climáticas: a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas de 1992 e o Protocolo de Quioto aprovado em 1997. Embora estes dois tratados constituam resultados importantes, dados científicos recentes apontam para a necessidade de medidas mais ambiciosas a nível mundial a fim de evitar que o impacto das alterações climáticas atinja níveis críticos.

A Europa comprometeu-se a conceder uma ajuda financeira no valor de 7,2 mil milhões de euros durante o período de 2010-2012, a fim de ajudar os países em desenvolvimento a fazer face ao problema das alterações climáticas.

Na conferência da ONU de Dezembro de 2009 sobre as alterações climáticas, a UE apoiou o "Acordo de Copenhaga", considerando que este representa o primeiro passo para um tratado global juridicamente vinculativo que substitua o Protocolo de Quioto em 2013.

Com vista a uma maior penetração das energias renováveis, a UE estabeleceu, no seu Roteiro das Energia Renováveis, o objectivo obrigatório de aumentar em 20% a parte destas energias limpas no universo energético, até 2020.

A UE apelou também à conclusão de um acordo internacional em que os países desenvolvidos se comprometeriam a reduzir em 30% as emissões de gases com efeito de estufa até 2020. No âmbito deste acordo, a UE estabeleceria como novo objectivo reduzir as suas próprias emissões em 30%, em relação 1990.

Para o concretizar, há que envidar esforços concretos, nomeadamente no que respeita à poupança de energia no sector dos transportes, ao desenvolvimento de requisitos mínimos de eficiência para os equipamentos consumidores de energia, à sensibilização dos consumidores para um comportamento racional e económico no consumo de energia, à melhoria da eficiência da produção, ao transporte e distribuição de calor e de electricidade ou ainda ao desenvolvimento de tecnologias energéticas e ao desempenho energético dos edifícios.

A energia é essencial para o funcionamento de todos os países do Mundo, mas o tempo da energia barata parece ter acabado. Os desafios das alterações climáticas, a crescente dependência das importações e o aumento dos preços da energia são uma realidade para todos os membros da UE. Além disso, está a aumentar a interdependência dos Estados-Membros da

UE em matéria de energia, tal como em muitos outros domínios – uma falha de abastecimento eléctrico num país tem efeitos imediatos nos outros.

A actual política em matéria de energia e de transportes significaria um aumento das emissões de CO₂ na UE em cerca de 5% até 2030 e das emissões globais em 55%. Ao mesmo tempo, a procura de electricidade da UE está a aumentar, num cenário de manutenção do statu quo, cerca de 1,5% ao ano. Mesmo com uma política eficaz de eficiência energética, só para a produção de electricidade ao longo dos próximos 25 anos será necessário um investimento da ordem dos 900 mil milhões de euros. A previsibilidade e a existência de mercados internos eficientes do gás e da electricidade são essenciais para investimentos a longo prazo que permitam preços competitivos. Mas não estão ainda criadas estas condições.

A pressão exercida nos recursos energéticos globais é intensa. A Agência Internacional da Energia (AIE) calcula que a procura global de petróleo aumentará 41% até 2030. Ignora-se como poderá o abastecimento corresponder a esta procura: na sua publicação World Energy Outlook 2006, a AIE afirma que “a capacidade e a vontade dos grandes produtores de petróleo e de gás para intensificar o investimento a fim de satisfazer a crescente procura global são particularmente incertas”. O risco de ruptura no aprovisionamento é cada vez maior.

Além disso, não estão ainda em vigor os mecanismos para assegurar a solidariedade entre os Estados-Membros em caso de crise energética e alguns Estados-Membros estão em grande parte, ou mesmo totalmente, dependentes de um único fornecedor de gás.

A Europa está a ficar cada vez mais dependente de hidrocarbonetos importados. A manter-se o actual statu quo, a dependência da UE face às importações de energia passará dos actuais 50% do consumo energético total da UE para 65% em 2030. Pensa-se que a dependência das importações de gás aumentará de 57% para 84% em 2030, e a de petróleo de 82% para 93% [3].

No que se refere a Portugal, a evolução do sistema energético nacional nos últimos anos caracteriza-se, nomeadamente, por uma forte dependência externa e conseqüente crescimento da factura energética, e por uma elevada intensidade energética do PIB, das mais elevadas dos países membros da União Europeia e ainda com tendência de crescimento, quando se regista um decréscimo na generalidade dos Estados Membros e para a média comunitária. Em conseqüência, o nível das emissões de gases com efeito de estufa, embora não atingindo as

capitações de outros países, quando referido ao PIB, reflecte a ineficiência do sistema energético nacional.

A nível das Alterações Climáticas, Portugal adoptou, em 2001, a Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas que contém os princípios e objectivos que orientam as políticas e medidas a adoptar no âmbito desta problemática e que levem ao cumprimento dos compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto.

Têm vindo a ser desenvolvidas acções para melhorar a integração das preocupações ambientais na política energética, onde a Estratégia Nacional para a Energia, aprovada pela RCM n.º 169/2005, de 24 de Outubro, tem um papel chave.

Ainda a nível comunitário, a preocupação de integração das políticas energética e ambiental está revertida na nova Política Energética para a Europa, lançada em Janeiro de 2007 pela Comissão e que se encontra em discussão.

Também, a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS), para o período 2005-2015, formula uma estratégia de referência que visa, num horizonte de 12 anos, assegurar um crescimento económico associado a uma maior coesão social, e a um elevado e crescente nível de protecção do ambiente.

1.2 Enquadramento do trabalho e Objectivos

A energia é, e continuará a ser, uma das principais preocupações globais do Século XXI, não constituindo a Europa excepção. Com a estimativa do forte crescimento da procura global de energia nos próximos anos, questões prementes estão a ser colocadas relativamente ao futuro do abastecimento de energia, da competitividade económica das diferentes fontes de energia e dos impactes ambientais associados.

A utilização das energias de fontes renováveis em substituição dos combustíveis fósseis, é uma direcção viável e vantajosa. Pois, além de serem praticamente inesgotáveis, as energias de fonte renovável podem apresentar impacto ambiental muito baixo ou quase nulo, sem afectar o balanço térmico ou composição atmosférica do planeta.

Graças aos diversos tipos de manifestação, disponibilidade de larga abrangência geográfica e variadas possibilidades de conversão, as renováveis são bastante próprias para geração distribuída e ou autónoma. O desenvolvimento das tecnologias para o aproveitamento das renováveis poderá beneficiar comunidades rurais e regiões afastadas bem como a produção

agrícola, através da autonomia energética e consequente melhoria global da qualidade de vida dos habitantes.

Segundo Wolfgang Palz, no seu livro *Energia Solar e Fontes Alternativas*, a energia solar recebida pela Terra a cada ano é dez vezes superior a contida em toda a reserva de combustíveis fósseis. No nosso ecossistema, através de diversos ciclos naturais, a radiação solar é convertida em diversos outros tipos de energia, como a eólica, a hídrica, e a energia das ondas. Sendo a energia da Biomassa muito dependente da energia solar através do processo de fotossíntese.

Mas, actualmente a maior parte da energia utilizada pela humanidade provém de combustíveis fósseis - Petróleo, carvão mineral e gás natural. A vida moderna tem sido movida à custa de recursos esgotáveis que levaram milhões de anos para se formar. O uso desses combustíveis em larga escala tem mudado substancialmente a composição da atmosfera e o balanço térmico do Planeta provocando o aquecimento global, degelo nos pólos, chuvas ácidas e envenenamento da atmosfera e todo meio ambiente. As previsões dos efeitos decorrentes para um futuro próximo, são catastróficas. Alternativas como a energia nuclear, que eram apontadas como solução definitiva, já mostraram que só podem piorar a situação, como já foi referido no capítulo 1.1.

Por consequência desta serie de razões e à medida que os recursos, como o petróleo, se forem tornando menos disponíveis e mais caros, o homem terá de optar cada vez mais pelos recursos energéticos alternativos e renováveis, como a água, o vento, as ondas do mar, a energia solar, recursos estes, inesgotáveis.

Os bens naturais são as fontes de riqueza materiais que o homem dispõe para satisfazer as suas necessidades sempre em mudança, e são avaliados de acordo com as utilizações que as sociedades fazem deles. O homem procura tirar deles as maiores vantagens e, com o seu engenho e tecnologia aproveitá-los o melhor possível, tornando-os recursos. O aproveitamento dos recursos depende de numerosos factores, entre os quais a existência de procura, de meios de transporte adequados, do capital disponível, da qualidade e da quantidade dos próprios recursos e em especial da tecnologia que transforma os bens em recursos naturais [4].

Até 2050, prevê-se que a população mundial atingirá o valor de perto dos 9 mil milhões de pessoas. Sem dúvida que o consumo de energia irá aumentar significativamente. Face a uma tão grande procura, os países vêem-se agora forçados a procurar formas eficientes - económica, tecnológica e ambientalmente - para satisfazer o crescimento expectável.

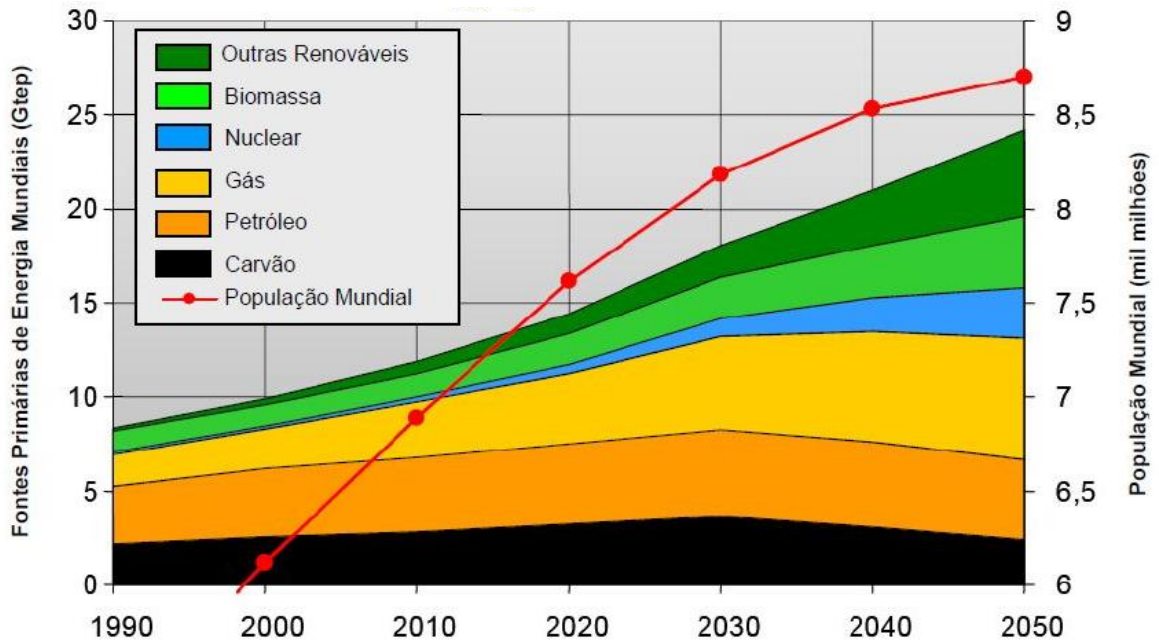


Figura 2 - Evolução da procura de energia, previsão para o futuro.
Fonte: AIE

As actividades do sector energético têm contudo um forte impacto no ambiente, com especial ênfase nas alterações climáticas, pelo que a definição das políticas energética e ambiental exige cada vez mais um processo de concertação entre as duas vertentes.

Os benefícios comprovados na utilização de fontes de energia renovável, ao nível da redução de emissões de gases nocivos para a atmosfera, da redução de consumo de recursos naturais e de importações de energia e combustíveis fósseis, têm justificado um conjunto de iniciativas e de incentivos governamentais que suportam o incremento da capacidade instalada verificado nos últimos anos.

Uma estratégia integrada das políticas energética e ambiental deverá encontrar um ponto de equilíbrio entre a viabilidade técnico-económica e as condicionantes ambientais, tendo em devida consideração a relação custo-eficácia e o desenvolvimento social e económico na promoção de um desenvolvimento sustentável, não perdendo de vista a segurança do abastecimento e sua competitividade.

A nível comunitário, a preocupação de integração das políticas energética e ambiental está revertida na nova Política Energética para a Europa, lançada em Janeiro de 2007 pela Comissão e que se encontra em discussão, pretendendo-se assim transformar a Europa numa economia energética altamente eficiente e com baixa produção de CO₂, satisfazendo em

simultâneo os requisitos energéticos e ambientais, e onde o Plano de Acção para a Política Energética, será um instrumento fundamental.

Portugal é um dos países europeus que apresenta condições mais favoráveis para a utilização em larga escala das fontes renováveis de energia. As razões são óbvias: uma elevada exposição solar, uma rede hidrográfica relativamente densa e uma frente marítima que beneficia dos ventos atlânticos são factores que podem fazer descer para metade a factura dos gastos energéticos do país, que em 2009 se cifrou em 4960 milhões de euros [5], e directa ou indirectamente responsável por cerca de sessenta por cento das importações nacionais. Se a estes números juntarmos o facto de o nosso país apresentar uma das menores taxas de eficiência energética da União Europeia, Portugal coloca-se numa posição de extrema dependência face a países terceiros.

No quadro da Directiva 2001/77/CE, de 27 de Setembro de 2001, relativa à promoção de electricidade produzida a partir de fontes de energias renováveis, Portugal assumiu o compromisso de, até 2010, atingir uma meta de 39 por cento. Em Portugal, no ano transacto de 2009, as renováveis já apresentaram uma contribuição de 35,9 % de todo o consumo de energia eléctrica no país, com uma potência total instalada de 8500 MW, no final desse ano.

Em 2005, Portugal foi o país da União Europeia que mais cresceu, em termos relativos, na capacidade de produção de energia de base eólica, e em 2006 entraram em funcionamento 36 novos parques eólicos, o que significou um crescimento de 60 por cento de potência instalada. Dada a importância estratégica da aposta nas energias renováveis, o Governo definiu, em 2007, compromissos mais ambiciosos para 2010:

- 45% de toda a electricidade consumida será de base renovável;
- Os biocombustíveis utilizados nos transportes deverão atingir 10% do consumo dos combustíveis rodoviários;
- 5 a 10% do carvão utilizado nas centrais eléctricas será substituído por biomassa ou resíduos.

Além de imperativos de ordem económica, compromissos de ordem institucional levam a que o país tenha de repensar a sua política de gestão energética. O cumprimento das metas negociadas por Portugal no âmbito do protocolo de Quioto, que determinam um aumento máximo de 27% na emissão de gases com efeito de estufa no período 2008-2012, e um conjunto de directivas comunitárias que limitam cada vez mais o uso de combustíveis fósseis

- noventa por cento da energia que consumimos tem origem no petróleo (71%) e no carvão (19%) - fazem com que a necessidade de introduzir energias "limpas" seja ainda mais urgente.

Neste contexto, considere oportuno e pertinente a realização deste trabalho, devido à vasta discussão alargada e abrangente sobre o futuro das energias renováveis em Portugal e do seu real valor e perspectivas futuras, a curto e médio prazo.

Surge também com uma grande actualidade, na medida em que a maioria dos países da União Europeia desenvolvem grandes esforços práticos no sentido de implementarem políticas e planos de desenvolvimento das energias renováveis.

Pretendo com este trabalho fazer um “ponto de situação” sobre a implementação das directivas comunitárias que visam promover a utilização de fontes renováveis de energia, na parte que a Portugal diz respeito.

Os objectivos deste trabalho têm ainda a ver com a caracterização do sector energético nacional, nas suas linhas fundamentais, onde é analisada a influência da incorporação de fontes renováveis de energia, com ênfase nalguns subsectores que possuem metas específicas, como é o caso do sector eléctrico e dos transportes.

Também será feita uma revisão dos objectivos comunitários, para a utilização de fontes renováveis de energia, no futuro, e a análise da contribuição de Portugal para o alcançar desses novos objectivos, tendo em atenção os resultados já obtidos, as potencialidades e as necessidades do nosso país.

1.3 Estrutura do trabalho

No Capítulo 1 é feita a introdução ao trabalho, com uma breve evolução histórica do papel da energia a nível mundial, onde são explicitados os motivos que deram origem ao aparecimento da energia de fontes renováveis, assim como são fundamentadas as razões encontradas para a realização deste trabalho. No Capítulo 2 é feita uma breve descrição do efeito do aquecimento global, assim como as suas causas, e onde são referidas e caracterizadas as diversas fontes de energia existentes, com especial importância para as fontes renováveis. No mesmo capítulo é referido o caso concreto da utilização destas fontes em Portugal, e destacada a importância da eficiência energética. As políticas energéticas são o tema do Capítulo 3, onde são descritas todas as medidas tomadas tanto a nível nacional, como europeu, e mundial, ao nível de eficiência energética e implementação das fontes renováveis de energia nos diversos sistemas

energéticos, no sentido da redução das emissões de GEE. O Capítulo 4 tem como grande tema a energia em Portugal, onde é feita a caracterização do sector energético nacional, o qual se apresenta estruturado pelos sectores eléctrico, transportes, indústria, serviços e doméstico, e agricultura e pesca. Tratando-se do capítulo fulcral deste trabalho, no Capítulo 5 é mostrada a contribuição das fontes renováveis de energia para os diferentes sectores económicos onde estas têm expressão em Portugal, e verificadas as metas impostas pelas directivas comunitárias. No Capítulo 6 é estudada a evolução do sistema energético para o futuro, tanto a nível nacional como europeu, demonstrando a grande evolução e crescimento das fontes de energia renovável no consumo de energia final. As conclusões deste trabalho são apresentadas no Capítulo 7, onde é demonstrado que é possível atingir as metas impostas pelas directivas comunitárias, assim como, se conclui que é de prever uma contínua evolução crescente do consumo de energia final proveniente de fontes renováveis, em Portugal e na Europa.

2. Energia e Ambiente

2.1 O Aquecimento Global

O Aquecimento global é um fenómeno climático de larga extensão, o aumento da temperatura média superficial global que vem acontecendo nos últimos 150 anos. O significado deste aumento de temperatura é objecto de análise por parte dos cientistas de todo o mundo, e onde existem algumas divergências.

Uma parte da comunidade científica acredita que o aquecimento global se deve a causas naturais, conhecendo-se as seguintes possibilidades:

- Alguns cientistas defendem que, em semelhança às drásticas mudanças ocorridas na era glacial, a Terra pode estar numa fase de renovação idêntica à ocorrida há milhões de anos.
- Existe também a hipótese de que esteja a ocorrer um aquecimento do núcleo terrestre e que seja este facto que provoque o aquecimento global.
- Também há a hipótese do aumento da intensidade dos raios solares, independentemente do “buraco do Ozono”, e que esta situação esteja a provocar o aquecimento da Terra.

Mas a maior parte da comunidade científica acredita que o aumento de concentração de poluentes de origem humana na atmosfera é a principal causa do efeito estufa. Como esta matéria não é consensual, é preferível afirmar que os poluentes de origem humana podem não ser a principal causa do efeito de estufa, mas contribuem em larga escala para este fenómeno.

As radiações solares do espectro visível que atravessam a atmosfera são absorvidas pela superfície do globo terrestre, aquecendo-a. Este calor é depois reemitido para o espaço sob a forma de radiações infra-vermelhas, que são parcialmente absorvidas pelos gases com efeito estufa, 'aprisionando' esta energia calorífica. Este fenómeno é denominado por efeito de estufa. Desta forma, a temperatura do planeta é mantida dentro de uma gama de valores cerca

de 30° C superior ao que seria se estes gases não existissem, o que torna possível a existência de vida na Terra.

Ao existir uma grande quantidade de gases com efeito de estufa emitidos para a atmosfera, como o dióxido de carbono resultante da combustão em larga escala em unidades industriais, estes vão fazer com que a quantidade de radiação emitida para o espaço seja menor e como consequência, a temperatura da superfície terrestre aumenta.

Os principais gases causadores do efeito de estufa são o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e CFCs (clorofluorcarbonetos). Actualmente as suas concentrações estão a aumentar. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumenta devido à sua libertação através da indústria, transportes e pela desflorestação (as plantas fixam o dióxido de carbono da atmosfera).

A queima de combustíveis fósseis, carvão, petróleo e gás natural, originando emissões de CO₂, é a principal causa do efeito de estufa. Nas centrais termoeléctricas a electricidade é produzida através deste tipo de combustíveis, os quais, são a fonte de energia mais utilizada para a produção de electricidade a nível global.

A principal evidência do aquecimento global vem das medidas de temperatura de estações meteorológicas em todo o globo desde 1860. Os dados mostram que o aumento médio da temperatura foi de 0.5 °C durante o século XX. Os maiores aumentos foram em dois períodos: 1910 a 1945 e 1976 a 2000.

Evidências secundárias são obtidas através da observação das variações da cobertura de neve das montanhas e de áreas geladas que estão a diminuir, do aumento do nível global dos mares. Maiores períodos de seca, furacões mais intensos e inundações são cada vez mais frequentes.

Em Setembro de 2006, James Hansen, director do Instituto Goddard de Estudos Espaciais da NASA, juntamente com os seus colaboradores, publicou na revista "PNAS", da Academia Nacional de Ciências dos EUA, um artigo em que são apresentadas informações detalhadas de um modelo climático aperfeiçoado desde os anos 1980, alimentado por medições originadas de satélites, navios e estações meteorológicas no mundo inteiro.

O estudo afirma que nos últimos 30 anos o planeta aumentou a sua temperatura em 0,6 °C, perfazendo um aumento total de 0,8 °C no século XX. A temperatura média actual é a maior dos últimos 12 mil anos, faltando apenas mais 1 °C para que seja a mais alta do último milhão de anos.

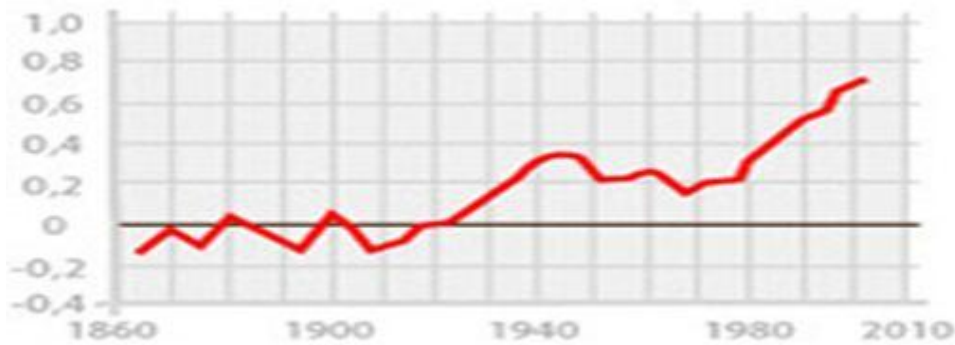


Figura 3- Variações das temperaturas terrestres mundiais em °C.

Fonte: Hadley Centre

Segundo Hansen, se a temperatura média aumentar mais 2 °C ou 3 °C, o cenário geográfico do planeta será radicalmente diferente do actual. A última vez em que a Terra esteve tão quente foi há 3 milhões de anos atrás, na época do Plioceno, quando o nível do mar estava vinte e cinco metros acima do actual.

Verificou-se que o aquecimento foi maior na região do pólo norte, porque o gelo derretido nessa área expôs água, terra e rochas com cores mais escuras, diminuindo o albedo local e, consequentemente, a absorção de calor solar foi maior.

A temperatura da água está a sofrer alterações mais lentas, mas foi registado o aumento da temperatura dos oceanos Índico e Pacífico, o que fará com que fenómenos como o El Niño sejam mais significativos nos próximos anos.

Face a estes problemas a integração da vertente ambiental nas políticas sectoriais, nomeadamente na política energética, e mais concretamente na relativa ao sector eléctrico, reveste-se de grande actualidade e de um interesse crescente.

2.2 Fontes de Energia

A utilização dos recursos energéticos é vital para a satisfação das actuais necessidades humanas, pois à medida que as sociedades evoluem, o consumo de energia aumenta, embora com as actuais políticas energéticas este aumento possa não ser tão acentuado como tem vindo a ser nos últimos anos.

O ser humano recorre a várias fontes energéticas, podendo estas ser divididas em dois grupos, as renováveis e as não renováveis. No que respeita às fontes não renováveis, fazem parte os

combustíveis fósseis, carvão, petróleo e gás natural, e o urânio que é a matéria-prima necessária para obter a energia resultante dos processos de fissão ou fusão nuclear. Todas estas fontes de energia têm reservas finitas, uma vez que é necessário muito tempo para as repor, e a sua distribuição geográfica não é homogénea, ao contrário das fontes de energia renováveis, originadas graças ao fluxo contínuo de energia proveniente da natureza.

Os combustíveis fósseis são, contudo, a fonte energética mais explorada. A utilização excessiva destes combustíveis como recurso energético acarreta graves problemas ambientais e sociais. A sua utilização é causa directa de importantes danos para o meio ambiente e para a sociedade: destruição de ecossistemas, danos em bosques e aquíferos, doenças, redução da produtividade agrícola, corrosão de edificações, monumentos e infra-estruturas, deterioração da camada de ozono ou chuva ácida. Sem esquecer os efeitos indirectos como os acidentes em sondagens petrolíferas e minas de carvão ou a contaminação por derramamentos químicos ou de combustível.

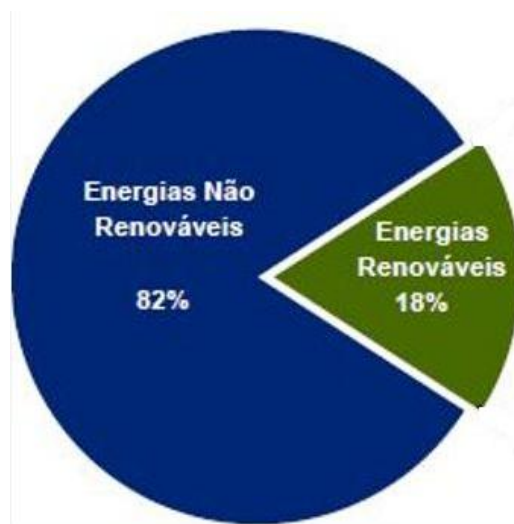


Figura 4 - Distribuição do peso da produção mundial de electricidade por fonte em 2008.

Fonte: EIA, EUROSTAT, Analise Deloitte

As matérias-primas energéticas fósseis, apesar de existirem em quantidade ainda considerável, têm vindo a consumir-se rapidamente. Como já foi referido na secção anterior, estes combustíveis, ao serem queimados para gerar electricidade ou usados nos transportes ou na indústria, produzem grandes quantidades de substâncias poluidoras, como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e CFCs (clorofluorcarbonetos) que são responsáveis, entre outros, pelo efeito estufa, que tem contribuído para o aumento da temperatura média do nosso Planeta.

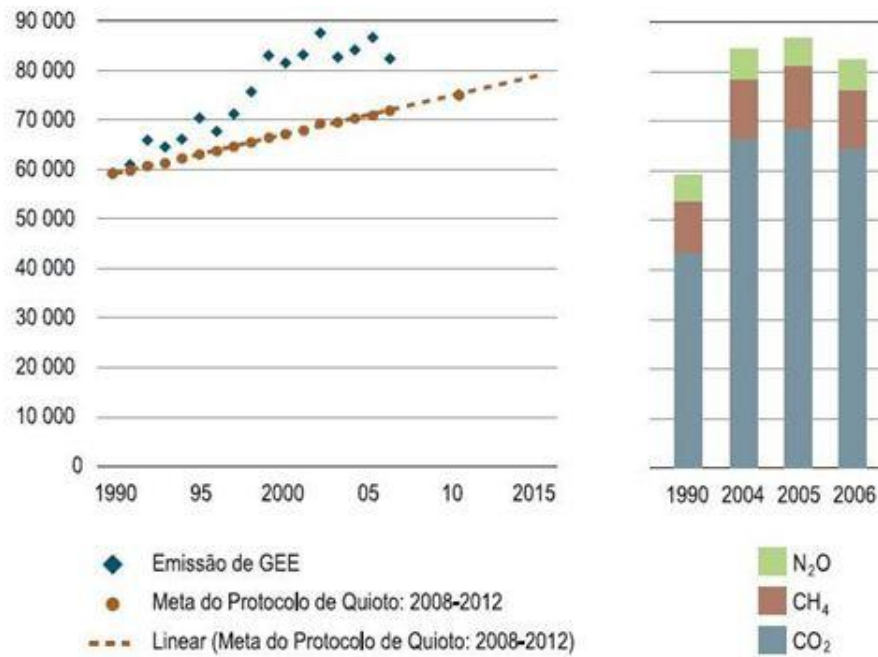


Figura 5 - Emissões de GEE por poluente, em kTon, em Portugal, e compromissos para 2008-2012.
Fonte: APA 2008

Sendo o recurso energético de origem fóssil mais abundante, o carvão é também o mais poluente. O carvão é uma rocha orgânica com propriedades combustíveis, constituída maioritariamente por carbono.

Existem diferentes tipos de carvão, alguns de melhor qualidade como fonte de energia (os que têm maior percentagem de carbono) e outros de poder calorífico inferior. A turfa é o que possui menor teor de carbono, a seguir vem a lenhite, depois a hulha, que é o tipo mais abundante e mais consumido no mundo, com cerca de 80% do total de consumo, e por fim a antracite, o mais puro (95% de carbono) mas também o mais raro, representando apenas cerca de 5% do consumo mundial.

A exploração de jazidas de carvão é feita em mais de 50 países, o que demonstra a sua abundância. Esta situação contribui, em grande parte, para que este combustível seja também o mais barato.

O carvão é extraído em minas, que podem ser de dois tipos distintos: a céu aberto, para depósitos de carvão que se encontram perto da superfície, sendo retirada a camada de solo imediatamente acima do depósito de carvão, ou subterrâneas, para depósitos de profundidade mais elevada.

Inicialmente, o carvão era utilizado em todos os processos industriais e, ao nível doméstico, em fornos, fogões, etc.. Foi inclusive, o primeiro combustível fóssil a ser utilizado para a produção de energia eléctrica nas centrais térmicas. Refira-se que, em 1950, o carvão cobria 60% das necessidades energéticas mundiais, mas actualmente esta percentagem sofreu uma redução significativa. Nos dias de hoje, devido ao petróleo e seus derivados, deixou de ser utilizado na indústria, com excepção da metalúrgica, e no sector doméstico. Estima-se que, com o actual ritmo de consumo, as reservas disponíveis durem para os próximos 120 anos.

O principal problema da utilização do carvão prende-se com os poluentes resultantes da sua combustão. De facto, a sua queima produz 1,37 vezes mais de dióxido de carbono do que o petróleo, para igual conteúdo energético [6]. Emitindo também, dióxidos de enxofre, óxidos de azoto, e cinzas em maiores quantidades do que os produzidos na combustão dos restantes combustíveis fósseis.

Em Portugal as áreas mineiras do Couto Mineiro de S.Pedro da Cova e o Couto Mineiro do Pejão, eram as mais importantes áreas de extracção de carvão do país. As minas de carvão pertencentes aos referidos coutos constituíram a maior e a mais intensa exploração deste recurso, tendo perdurado por cerca de um século. Estas encontram-se encerradas desde 1994.

Sendo o combustível fóssil mais utilizado no mundo, o petróleo é um óleo mineral, constituído basicamente por hidrocarbonetos. A refinação do petróleo bruto (ou crude) consiste na sua separação em diversos componentes e permite obter os mais variados combustíveis e matérias-primas.

Trata-se de um combustível muito nocivo para o ambiente em todas as fases do consumo:

- . Durante a extracção, devido à possibilidade de derrame no local da prospecção;
- . Durante o transporte, o perigo advém da falta de fiabilidade dos meios envolvidos, bem como, da utilização de infra-estruturas obsoletas;
- . Na refinação, o perigo de contaminação através dos resíduos das refinarias é uma realidade.
- . No momento da combustão, devido à emissão para a atmosfera de gases com efeito de estufa.

As primeiras fracções da refinação, isto é, os primeiros produtos obtidos são os gases butano e o propano, que são separados e comercializados individualmente. No entanto, podem também ser misturados com o etano constituindo, assim, os gases de petróleo liquefeitos (GPL).

Um dos principais objectivos das refinarias é obter a maior quantidade possível de gasolina. Esta é a fracção mais utilizada do petróleo e, também, a mais rentável, tanto para a indústria de refinação como para o Estado. Saliente-se que, todos os transportes, a nível mundial, dependem da gasolina, do *jet fuel* (usado pelos aviões) e do gasóleo. Por esta razão, as refinarias têm vindo a desenvolver, cada vez mais, os processos de transformação das fracções mais pesadas do petróleo bruto em gasolina e gasóleo.

Em Portugal o aparelho refinador nacional é constituído pelas refinarias de Sines e do Porto, as quais asseguram cerca de 88% das necessidades de combustíveis petrolíferos do país. A sua capacidade de armazenagem assegura também grande parte das reservas nacionais. Ao nível da Península Ibérica, as duas refinarias representam cerca de 21% da capacidade de refinação, que corresponde a 14,5 milhões de toneladas/ano de capacidade de destilação.

Estima-se que, com o actual ritmo de consumo, as reservas planetárias de petróleo se esgotem nos próximos 30 ou 40 anos.

Com origem muito semelhante à do petróleo bruto, o gás natural é um combustível fóssil que se formou durante milhões de anos a partir dos sedimentos de animais e plantas. É um gás altamente inflamável e tal como o petróleo, encontra-se em jazidas subterrâneas, de onde é extraído. A principal diferença prende-se com a possibilidade de ser usado tal como é extraído na origem, sem necessidade de refinação.

Constituído por pequenas moléculas apenas com carbono e hidrogénio, o gás natural apresenta uma combustão mais limpa do que qualquer outro combustível fóssil. Acresce também, no que respeita à emissão de gases com efeito de estufa (dióxido de carbono, dióxido de enxofre e óxidos de azoto), que a combustão desta matéria-prima fóssil apenas origina dióxido de carbono e uma quantidade de óxidos de azoto muito inferior à que resulta da combustão da gasolina ou do fuelóleo.

Portugal não possui, no seu território, nenhuma reserva conhecida de gás natural, pelo que todo o gás distribuído, armazenado e comercializado em Portugal provém de importações [6]. Actualmente, Portugal recebe o gás natural proveniente da Argélia através de gasoduto. Junto às zonas de consumo, urbano e/ou industrial, o gás natural passa dos gasodutos para as redes de distribuição, que são instaladas, regra geral, por baixo dos passeios ou das bermas das estradas, e através das quais chega a casa dos consumidores.

As maiores eficiências de conversão para combustíveis fósseis correspondem actualmente à utilização de gás natural em centrais de ciclo combinado (superiores a 55%). Comparada com as centrais termoeléctricas tradicionais, a central de ciclo combinado apresenta um grau de eficiência e aperfeiçoamento tecnológico superiores. O funcionamento é assente na combinação de turbinas a gás e a vapor. O calor contido nos gases de escape da turbina a gás é transformado em vapor na caldeira de recuperação de calor. Este vapor faz girar a turbina a vapor para produzir energia eléctrica adicional, sem necessidade de utilização de mais combustível. Este tipo de central converte mais de metade da energia química contida no combustível em energia eléctrica, conseguindo o nível de produção mais elevado entre todos os tipos de centrais termoeléctricas.

A co-geração de calor e electricidade, quando aplicável, também permite aumentar significativamente a eficiência da utilização dos combustíveis. Sob o ponto de vista energético e também ambiental, a atractividade da co-geração reside na potencialmente elevada eficiência de conversão, da ordem dos 75-90%, muito superior à que pode ser alcançada por sistemas independentes de calor e electricidade.

Os ganhos de eficiência na conversão traduzem-se em menores custos de combustível, que podem eventualmente compensar os maiores investimentos necessários. Estas medidas contribuem para reduzir diversos impactes ambientais, nomeadamente a depleção de recursos abióticos e os problemas associados às emissões dos poluentes atmosféricos [29].

O recurso à energia nuclear surgiu também como uma solução possível face ao problema do efeito de estufa, pois não são emitidos gases poluentes para a atmosfera. Simultaneamente contribui para a diversificação das fontes de energia, diminuindo a vulnerabilidade do país às oscilações de preço dos combustíveis fósseis.

Mas os riscos inerentes à produção de energia eléctrica recorrendo a esta fonte, como o perigo de explosão nuclear e de fugas radioactivas, produção de resíduos radioactivos, contaminação radioactiva, sem esquecer também o custo elevado de construção e manutenção das instalações, contribuem significativamente para que o uso desta fonte de energia continue a ser encarado, por muitos, como um risco desaconselhável.

No caso de Portugal a instalação de uma central deste tipo, poderia trazer também problemas de outra ordem, no sentido em que a potência instalada poderá ser excessiva para o nosso sistema eléctrico. Isto é, no caso de paragem da central, o corte de energia eléctrica causaria um grande impacto no nosso país.

A energia nuclear é produzida através das reacções de fissão ou fusão dos átomos, durante as quais são libertadas grandes quantidades de energia que podem ser utilizadas para produzir energia eléctrica. A fissão nuclear utiliza como combustível, o urânio, um mineral presente na Terra em quantidades finitas, e consiste na partição de um núcleo pesado em dois núcleos de massa aproximadamente igual.

2.3 Eficiência Energética

A eficiência energética pode ser definida como a optimização do consumo de energia. Antes de se transformar em calor, frio, movimento ou luz, a energia sofre um percurso mais ou menos longo de transformação, durante o qual uma parte é desperdiçada e a outra, que chega ao consumidor, nem sempre é devidamente utilizada. A eficiência energética pressupõe a implementação de estratégias e medidas para combater o desperdício de energia ao longo do processo de transformação, isto é, desde que a energia é transformada e, mais tarde, quando é utilizada.

A eficiência energética refere-se à relação entre o serviço de um equipamento ou sistema e a energia que lhe é fornecida. Os programas de eficiência energética visam reduzir a energia consumida por sistemas e equipamentos específicos na utilização final, sem reduzir a qualidade dos serviços energéticos prestados.

Estas reduções são geralmente alcançadas pela instalação de equipamentos conceptual/tecnologicamente mais avançados para produzir iguais níveis de serviços energéticos (ex: iluminação, aquecimento) com menos electricidade. Exemplos destas soluções/equipamentos incluem construção eficiente (habitações mais eficientes de um ponto de vista térmico ou de iluminação), aparelhos eléctricos e iluminação de baixo consumo, sistemas de AVAC de elevada eficiência, motores eléctricos eficientes e sistemas de recuperação de calor. A adopção de práticas de economia de energia por parte dos consumidores e gestão de sistemas de forma mais eficiente, também possuem um papel muito importante na redução do consumo de energia, nos vários sectores económicos.

Frequentemente confunde-se eficiência energética com a diminuição na intensidade energética do produto. A melhoria na eficiência energética, consubstanciada tipicamente na introdução de uma nova medida/tecnologia, contribui para reduzir a intensidade energética.

No entanto, esta é também determinada por outros factores tais como os preços da energia, a estrutura do produto, os hábitos culturais, a geografia e clima, e o nível de desenvolvimento.

Sendo Portugal um dos países com maior intensidade energética da União Europeia, os compromissos assumidos por este no que se refere à emissão de gases com efeito de estufa e a definição de uma estratégia para responder às alterações climáticas, como se encontra explicitado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 59/2001, reforçaram, igualmente, a necessidade de considerar a eficiência energética e a promoção das energias endógenas, com destaque para as energias renováveis, como eixos essenciais da política energética do Governo.

Neste âmbito, O governo de Portugal lançou o programa E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas, Resolução do Conselho de Ministros nº 154/2001 de 27 de Setembro, o qual veio introduzir uma nova dinâmica no panorama energético nacional e lançar um conjunto de medidas na área das energias renováveis.

O governo assumiu assim a iniciativa de um conjunto de medidas múltiplas e diversificadas mas com a preocupação de reforçar uma visão integrada e coerente, da oferta à procura da energia, com o objectivo de, pela promoção da eficiência energética e da valorização das energias endógenas, contribuir para a melhoria da competitividade da economia portuguesa e para a modernização da nossa sociedade, salvaguardando simultaneamente a qualidade de vida das gerações vindouras pela redução de emissões, em particular do CO₂, responsável pelas alterações climáticas [7].

Mais recentemente, o Governo aprovou o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) 2008-2015, que integra as políticas e medidas de eficiência energética para, até 2015, conseguir a implementação de medidas de melhoria de eficiência da energética equivalente a 10 % do consumo final de energia, nos termos previstos na Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos.

A implementação de uma maior eficiência energética no sistema energético, é de grande importância, no sentido em que, conduz à redução nas importações de energia, menor taxa de depleção de recursos, menor dano ambiental e menores custos por unidade de produto final obtido.

2.4 Importância das Fontes Renováveis de Energia

No princípio do segundo milénio, fontes energéticas como o vento, a água e a lenha dominavam a produção de calor e de força motriz. Em épocas mais recentes, as novas fontes – o carvão, o petróleo, o gás e o nuclear – substituíram estas fontes tradicionais, em particular nos países que se foram industrializando. O ressurgimento das energias renováveis dá-se a partir dos choques petrolíferos da década de 70.

Por um lado, a necessidade de assegurar a diversidade e segurança no fornecimento de energia e, por outro lado, a obrigação de proteger o ambiente, cuja degradação é acentuada pelo uso de combustíveis fósseis, motivaram o renovado interesse pelas renováveis.

Um dos sectores onde as energias renováveis podem desempenhar um papel mais importante no controlo dos problemas ambientais associados à utilização das fontes energéticas, designadamente o efeito de estufa, é o da geração de electricidade. A incorporação de fontes renováveis, reduzindo o peso das centrais térmicas no sistema produtor eléctrico, é uma medida de grande importância na prossecução do objectivo de reduzir as emissões de gases poluentes.

As principais vantagens resultantes da sua utilização consistem no facto de não serem poluentes e poderem ser exploradas localmente. A utilização da maior parte das energias renováveis não conduz à emissão de gases com efeito de estufa. A única excepção é a biomassa, uma vez que há queima de resíduos orgânicos, para obter energia, o que origina dióxido de carbono e óxidos de azoto.

A exploração local das energias renováveis contribui para reduzir a necessidade de importação de energia, ou seja, atenua a dependência energética relativamente aos países produtores de petróleo e gás natural, o que influi para a segurança do aprovisionamento energético.

A energia irradiada pelo sol é a fonte de quase toda a energia disponível ao homem, seja como energia vital ou força motriz e de transformação na execução de tarefas quotidianas. No nosso ecossistema, através de diversos ciclos naturais, a radiação solar é convertida em vários outros tipos de energia.

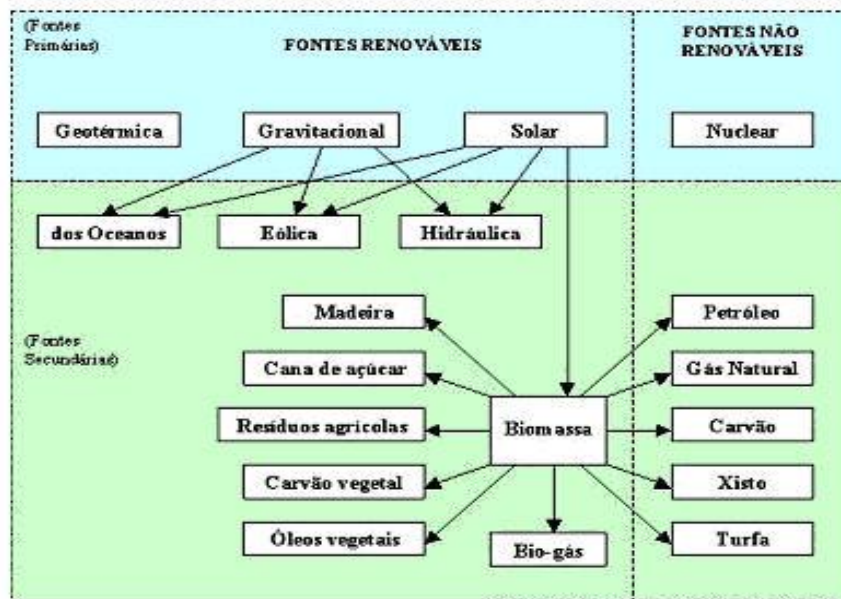


Figura 6 - Aproveitamento da energia e sua conversão.

As energias de base eólica, hídrica e das ondas são pois formas indirectas da energia solar. A biomassa é também muito dependente da energia solar através do processo de fotossíntese.

O Sol emite constantemente enormes quantidades de energia, da qual apenas uma pequena fracção atinge a Terra. Contudo, o volume de energia solar que recebemos num dia é mais que suficiente para cobrir a procura energética mundial de um ano.

. Solar

Energia solar é a designação dada a qualquer tipo de captação de energia luminosa proveniente do Sol, e posterior transformação dessa energia em alguma forma utilizável pelo Homem, seja directamente para aquecimento de água (Energia Solar Térmica) ou ainda como energia eléctrica (Energia Fotovoltaica).

A necessidade de aquecimento e de arrefecimento ambiente nos edifícios pode ser reduzida através de medidas de aproveitamento da energia solar - energia solar térmica. A energia solar atinge uma superfície escura e é transformada em calor, que aquecerá uma certa quantidade de água. Os componentes que têm essa função são os painéis solares. Esta fonte energética poderá ser apoiada por outras fontes de energia, por exemplo, caldeiras, recuperadores de calor e resistências eléctricas. Isto quer dizer que quando não há energia solar, ou devido às condições climáticas ou ao período nocturno, existe sempre a possibilidade de se produzir água quente.

A instalação de colectores solares em edifícios pode reduzir em cerca de 80% o consumo de energia convencional (electricidade, gás natural, gás propano, etc.) para o aquecimento de água.

As possíveis aplicações da energia solar térmica incluem:

- Produção de Água Quente Sanitária (AQS), para o sector doméstico, hospitais, hotéis, etc.;
- Aquecimento de piscinas;
- Aquecimento ambiente;
- Arrefecimento ambiente: é possível produzir frio combinando energia solar com máquinas de absorção ou sistemas híbridos (solar-gás);
- Produção de água a elevadas temperaturas destinada a uso industrial;
- Aplicação de baixa ou intermédia temperatura, como estufas, secadores e dessalinizadores.

A produção de electricidade a partir da energia solar também pode ser feita por conversão térmica. Para isso utilizam-se sistemas que concentram a radiação solar incidente numa cavidade absorvedora, e aquecem a alta temperatura, um fluido, como o ar, água, óleo térmico, que pode ser utilizado num ciclo termodinâmico convencional, idêntico ao que se faz nas centrais termoeléctricas convencionais a combustíveis fósseis.

Se o produto final do sistema solar for vapor teremos este a passar numa turbina de vapor acoplada a um gerador para produção de electricidade, se for ar quente a alta pressão e temperatura, este passa numa turbina a gás para o mesmo efeito. Pode ainda ter-se um motor do tipo Stirling com um ciclo de expansão e compressão de um gás (ar, por exemplo).

A conversão directa da energia solar em energia eléctrica envolve a transferência da energia dos fotões da radiação solar incidente para os electrões da estrutura atómica desse material. Esta forma de energia é uma das mais promissoras fontes de energia renovável.

Os sistemas da energia solar fotovoltaica podem ser sistemas ligados à rede, integrados em edifícios, tanto em paredes como coberturas. Esta aplicação pode representar reduções tanto dos custos construtivos como energéticos. A electricidade gerada desta forma serve não só para satisfazer os consumos do edifício, mas também para fornecer a energia produzida à rede, beneficiando de incentivos tarifários.

As principais vantagens das centrais fotovoltaicas centram-se do ponto de vista ambiental (não existem ruídos ou cheiros), estas centrais são também modulares e sem partes móveis (sujeitas a desgaste), têm uma reduzida exigência de manutenção e um elevado ciclo de vida (20-30 anos no caso do Silício cristalino). Apresenta alguns inconvenientes, como o elevado custo de instalação e o rendimento ainda é relativamente baixo (10-15%), e tem uma reduzida densidade de potência (100-150 W/m²).

A conversão fotovoltaica da energia solar tem como aplicações a electrificação de casas em locais isolados (meio rural), a bombagem de água (sistema directo), a sinalização (bóias marítimas, faróis, aeroportos, passagens de nível, etc.), sistemas de telecomunicações (TV, rádio, telefone), a dessalinização da água do mar, a protecção catódica e aplicações de micro-potência (rádios portáteis, relógios, calculadoras, etc.).

. Eólica

A Energia de base eólica é hoje em dia vista como uma das mais promissoras fontes renováveis de energia, em que mais se tem apostado na Europa durante a última década, sendo a região líder a nível mundial nesta área.

O vento foi sempre aproveitado para várias funções, tais como fazer deslocar os barcos à vela, fazer rodar moinhos para moer cereais, ou elevar água dos poços. Actualmente, o vento apresenta-se como uma das formas mais atractivas para produção de electricidade. Este recurso energético tem origem nas diferenças de pressão causadas pelo aquecimento diferencial da superfície terrestre e no movimento de rotação da terra, sendo influenciado por efeitos locais, como a orografia e a rugosidade do solo.

O aquecimento dos oceanos e do solo é desigual nos trópicos e nos pólos. Isto faz com que enormes fluxos de calor se desloquem dos trópicos para os pólos, sendo os ventos, um dos veículos desse transporte. Ao girar, a Terra provoca o chamado efeito de Coriolis. Esta força afecta os movimentos dos fluxos de ar, provocando desvios para a direita, no Hemisfério Norte e para a esquerda, no Hemisfério Sul. É a combinação dos fluxos de calor e de ar com o movimento rotacional da terra que dá origem aos ventos geostróficos.

O aproveitamento da energia eólica para produção de electricidade é maioritariamente feito recorrendo aos aerogeradores de eixo horizontal os quais podem ser implantados em terra ou no mar e estar agrupados em parques ou isolados. Existem também aerogeradores de eixo

vertical, mas estes são menos comuns. Embora tenham a vantagem de captarem o vento em qualquer direcção, os esforços nas pás exercidos pela força centrífuga limita a sua velocidade.

Hoje em dia começam a surgir, no norte da Europa, parques eólicos no mar, os chamados "parques offshore". Em Portugal, o facto da plataforma costeira afundar muito rapidamente dificulta, por enquanto, a instalação deste tipo de parques.

Os aerogeradores de eixo horizontal são constituídos por uma torre metálica com uma altura que pode oscilar entre 25 e 80 m e por turbinas com duas ou três pás, cujos diâmetros do rotor se situam em valores idênticos à altura das torres. As turbinas de última geração têm uma capacidade de produção de energia de 1.6 a 5 MW. Os rotores que actualmente são utilizados para a produção comercial de electricidade apresentam coeficientes de potência máximos compreendidos entre 0,4 e 0,5 (rendimentos entre 65% e 85%).

O princípio de funcionamento da turbina de um aerogerador baseia-se no aproveitamento de energia cinética associada ao movimento de uma dada massa de ar. Existe, no entanto, um processo intermédio de conversão de energia cinética em pressão, acompanhando a diminuição gradual da velocidade imposta pela presença da turbina. As pás do rotor ao rodarem com a força do vento, fazem movimentar um veio que está ligado a um multiplicador de velocidade, o qual está acoplado a um gerador que converte a energia mecânica em electricidade, que é conduzida para os utilizadores através da rede de distribuição. De forma muito resumida é assim que se gera electricidade em cada aerogerador.

A velocidade mínima do vento necessária para entrarem em funcionamento ronda os 3 m/s e atingem a potência nominal para velocidades entre os 14 e os 25 m/s. Acima deste valor as pás do rotor são automaticamente travadas. Uma vez travado, o aerogerador pode suportar velocidades na ordem dos 55 m/s sem sofrer danos. A regulação de potência num aerogerador pode efectuar-se de três maneiras diferentes, designadas por stall, pitch e active stall.

Nos aerogeradores de regulação por perda aerodinâmica (stall), o perfil das pás do rotor é projectado para assegurar que, no momento em que a velocidade do vento é excessiva, este entre em perda aerodinâmica. A principal vantagem da regulação por perda aerodinâmica é que se evita as partes móveis do rotor e um complexo sistema de controlo.

Já nos aerogeradores pitch, a regulação de potência é feita por variação do ângulo de passo das pás. Neste caso existe um melhor controlo da potência, e não necessitam de nenhuma

ajuda complementar na fase de arranque, já que ao fazer variar o passo das pás, consegue-se fazer rodar o rotor desde valores muito baixos de velocidade do vento até atingir a potência nominal.

Os aerogeradores de regulação activa por perda aerodinâmica (active stall), funcionam de maneira idêntica aos aerogeradores pitch, pois também possuem a possibilidade de variação do ângulo de passo das pás. Mas neste caso, na fase de paragem o passo da pá do rotor é girado na direcção de perda aerodinâmica e não na direcção da posição de embandeiramento como é feito nos aerogeradores pitch.

A energia de base eólica tem tido um desenvolvimento positivo, tendo em conta um cenário de restrição ambiental moderada. Para termos uma ideia da evolução desta tecnologia, em 1985 os aerogeradores possuíam rotores de 15m de diâmetro e o sistema apresentava 30 kW de potência. Actualmente já existem aerogeradores com 112m de diâmetro de rotor e com 5 MW de potência.

Na Europa os projectos para o seu aproveitamento têm aumentado cerca de 40% por ano nos últimos seis anos, resultando na produção de energia eléctrica suficiente para satisfazer o consumo doméstico de 5 milhões de pessoas [8].

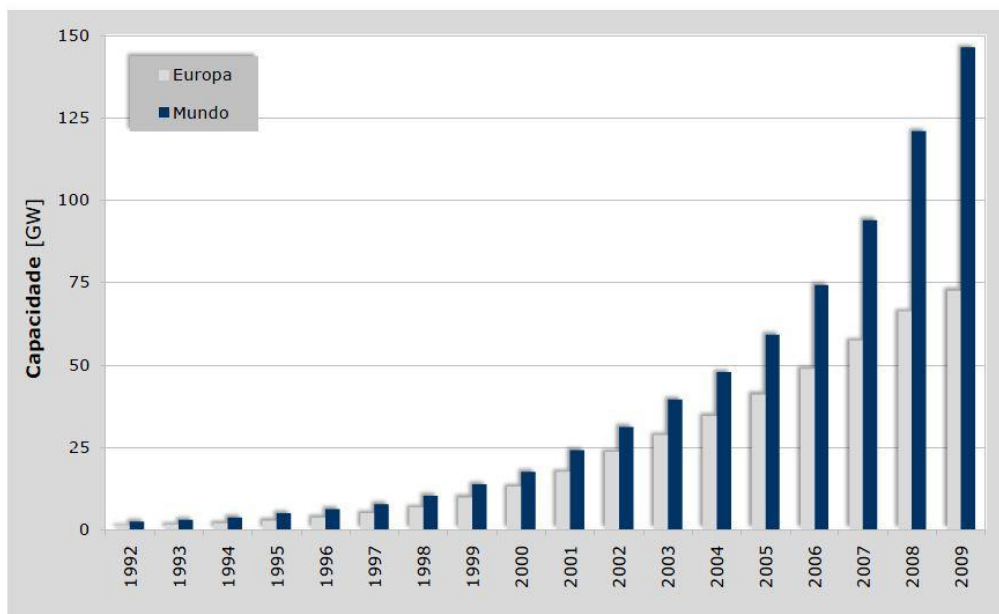


Figura 7 - Capacidade de geração de base eólica global e na Europa.

Fonte: INEGI

	INSTALADO EM 2008	FINAL 2008	INSTALADO EM 2009	FINAL 2009
TOTAL EU-27	8268	64719	10163	74767
TOTAL EU-15	7815	63604	9702	73194
TOTAL EU-12	453	1115	461	1574
OFF-SHORE AND NEAR SHORE	374	1479	582	2061

Tabela 1 - Potência de energia eólica, em MW, instalada na Europa.

Fonte: EWEA-European Wind Energy Association

Apesar deste potencial, existem alguns condicionalismos, como problemas de ligação à rede, uma vez que os locais com maior potencial se encontram em locais remotos ou servidos por redes fracas, muitas vezes o escoamento de energia só é conseguido através da construção de novas linhas, o que eleva os custos ou até inviabiliza as operações, sendo também problemática a gestão da atribuição dos pontos de interligação.

Um dos problemas mais importantes relacionado com a energia eólica é o da intermitência do vento, ou seja, nem sempre o vento sopra quando a electricidade é necessária, tornando difícil a integração da sua produção no programa de exploração. A rede eléctrica tem que ajustar-se continuamente ao fornecimento e à procura. Quando a procura aumenta o fornecimento tem que aumentar necessariamente e quando a procura baixa o fornecimento tem que também baixar. Mas as turbinas eólicas como reagem ao vento e não às necessidades da procura, tem que ser consideradas como uma procura variável e não como um fornecedor seguro. A rede eléctrica tem que ajustar assim o fornecimento tanto em função das flutuações do vento como às variações da procura.

. Hídrica

A água é um dos recursos mais ricos da Terra. Não só ajuda o crescimento dos seres humanos, fábricas e animais mas também ajuda a gerar electricidade. A energia hídrica é um tipo de energia renovável muito usada em todo o mundo. É a que mais contribui para evitar o uso de combustíveis fósseis e, além disso, as barragens permitem um armazenamento estratégico de grandes massas de água doce.

Existem dezenas de países em que a energia hídrica representa a principal fonte na produção de electricidade. No total representa cerca de 20% da produção anual de electricidade em todo o mundo.

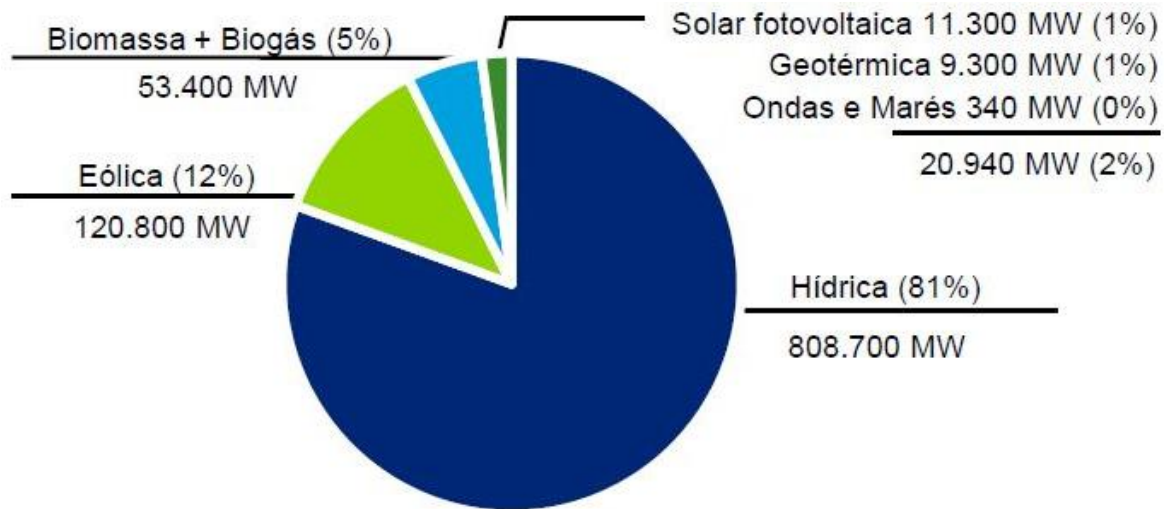


Figura 8 - Peso total da capacidade mundial instalada por fonte de energia renovável 2008.

Fonte: AIE, EREC

A sua utilização é bastante antiga e uma das formas mais primitivas é a roda d'água, que consiste num dispositivo circular montado sobre um eixo, contendo na sua periferia alhetas dispostas de modo a poder aproveitar a energia hidráulica, ou actuar como propulsor em navios, muitas vezes usada em moinhos de água, bombas de água ou barcos a vapor.

Tal como a maioria das renováveis, a energia de origem hídrica é uma forma indirecta da energia solar. Cerca de $\frac{1}{4}$ da radiação solar incidente é consumida na evaporação. O vapor de água na atmosfera representa pois a acumulação de enormes quantidades de energia. Contudo, apenas uma pequena parte é utilizável, resultado das chuvas que ocorrem nas terras altas.

Este tipo de energia está associada à energia cinética e potencial das massas de água dos rios, que fluem de altitudes elevadas para os mares e oceanos graças a força gravitacional. Este fluxo é alimentado em ciclo reverso graças a evaporação da água, elevação e transporte do vapor em forma de nuvens, naturalmente realizados pela radiação solar e pelos ventos. Esta fase finaliza com a precipitação das chuvas nos locais de maior altitude.

A produção de hidro-electricidade é principalmente efectuada através centrais hidroeléctricas que estão associadas a barragens de grande ou média capacidade, que represam a água dos rios, constituindo um reservatório de água, interrompendo pontualmente o fluxo.

Para a conversão em energia eléctrica, a energia cinética e pressão da água é transformada em energia cinética de rotação da turbina hidráulica, e esta energia mecânica da turbina finalmente em energia eléctrica. Na conversão de energia eléctrica de base hídrica estão associados valores de rendimento na ordem dos 80%, dependendo da tecnologia empregue.

A disponibilidade anual deste recurso depende da quantidade de água disponível para turbinar, sendo factores determinantes a pluviosidade, o regime de funcionamento e de elaboração (com ou sem armazenamento) e a bacia hidrográfica.

Também esta energia tem sido aproveitada através da aplicação do que se designa pequenas centrais hídricas, as PCHs, as quais possuem uma potência instalada inferior a 10 MW. Estas consistem na construção de pequenos açudes ou barragens, que desviam uma parte do caudal do rio, para lho devolver num local desnivelado, onde são instaladas as turbinas, produzindo assim electricidade, que é depois distribuída pela rede eléctrica.

A produção de hidro-electricidade é dos processos mais eficientes e menos poluidores. Muitos dos efeitos são reversíveis, e a natureza, com a contribuição humana, acaba por encontrar novos equilíbrios. Nas pequenas centrais hídricas, os inconvenientes para o ambiente, resumem-se praticamente à fase de construção. Passado pouco tempo da entrada em funcionamento, os impactos negativos não têm qualquer significado, em comparação com os benefícios.

. Biomassa

Biomassa é o termo genérico da matéria viva – plantas, animais, fungos, bactérias. No seu conjunto, a biomassa da Terra representa um enorme armazém de energia. Calcula-se que um oitavo da biomassa produzida anualmente podia satisfazer toda a procura corrente de energia para a Humanidade. E, uma vez que a biomassa pode voltar a crescer, é um recurso potencialmente renovável.

São designados por biomassa, os resíduos naturais e os resíduos resultantes da actividade humana. São biomassa, os subprodutos da pecuária, da agricultura, da floresta, ou da

exploração da indústria da madeira, que constituem matérias-primas para a produção combinada de electricidade e calor. Também é considerada biomassa, a parte biodegradável dos resíduos sólidos urbanos (lixo doméstico).

A energia pode ser obtida através da combustão directa dos materiais ou duma transformação química ou biológica, de forma a aumentar o poder energético do biocombustível. Existem vários aproveitamentos deste tipo de combustíveis, dos quais se salientam a combustão directa, o biogás, e os biocombustíveis. Tanto na combustão directa dos materiais como na combustão do biogás, o calor produzido pode ser usado directamente em aquecimento ou para a produção de vapor que irá accionar uma turbina, para produção de electricidade.

O biogás é um gás combustível, constituído em média por 60% de metano e 40% de CO₂, que é produzido através de um processo denominado por digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos, ou seja, pela utilização de bactérias capazes de decompor os resíduos sem ser necessária a presença de oxigénio.

As principais áreas potenciais de produção de biogás são as do sector agro-pecuário, da indústria agro-alimentar, das ETAR municipais e dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e a sua queima pode ser feita em pequenas instalações, para produzir energia eléctrica. Uma vantagem resultante da combustão do biogás é a possibilidade de eliminar o metano, que é um dos gases que contribui para o efeito de estufa.

No capítulo dos biocombustíveis, englobam-se aqui os ésteres metílicos (biodiesel) e os álcoois. Através da transformação de certos óleos vegetais, como o de girassol, colza, milho, palma ou amendoim, pelo processo de fermentação, obtém-se um biodiesel que pode ser misturado com o gasóleo e alimentar motores de combustão interna. Outra fonte de matéria-prima é a recuperação dos óleos usados em frituras (restauração, cantinas), mediante uma recolha selectiva. Estes óleos podem ser facilmente transformados em biocombustível, tendo como vantagem acrescida a eliminação de uma fonte de poluição.

Para além dos biocombustíveis mencionados existem também os chamados biocombustíveis de segunda geração que são produzidos directamente a partir da fracção sólida da biomassa vegetal ou animal, usando processo biológicos ou através de gaseificação a altas temperaturas e pressão. Pode-se usar qualquer tipo de matéria-prima vegetal ou de resíduo agrícola para a produção de combustíveis pois, depois de se remover os frutos das plantas, que é normalmente a parte que interessa para a alimentação, tudo o resto pode ser utilizado para a

produção de biocombustíveis. Por exemplo, para a cana-de-açúcar, em vez de se usar somente a sacarose e outros açúcares, é usada toda a planta, o mesmo acontecendo com a planta do milho, a madeira, a palha, qualquer resto vegetal ou resíduo de fibra vegetal.

As vantagens de extrair energia da biomassa são o baixo custo da matéria-prima, o facto de esta ser renovável, permitir o reaproveitamento de resíduos, e ser menos poluente que outras formas de energias como aquela obtida a partir de combustíveis fósseis. É menos poluente porque a queima de biomassa apesar de provocar a libertação de CO₂ para atmosfera, este já tinha sido absorvido pelas plantas que deram origem ao combustível, tornando assim, o balanço de emissões de CO₂ nulo.

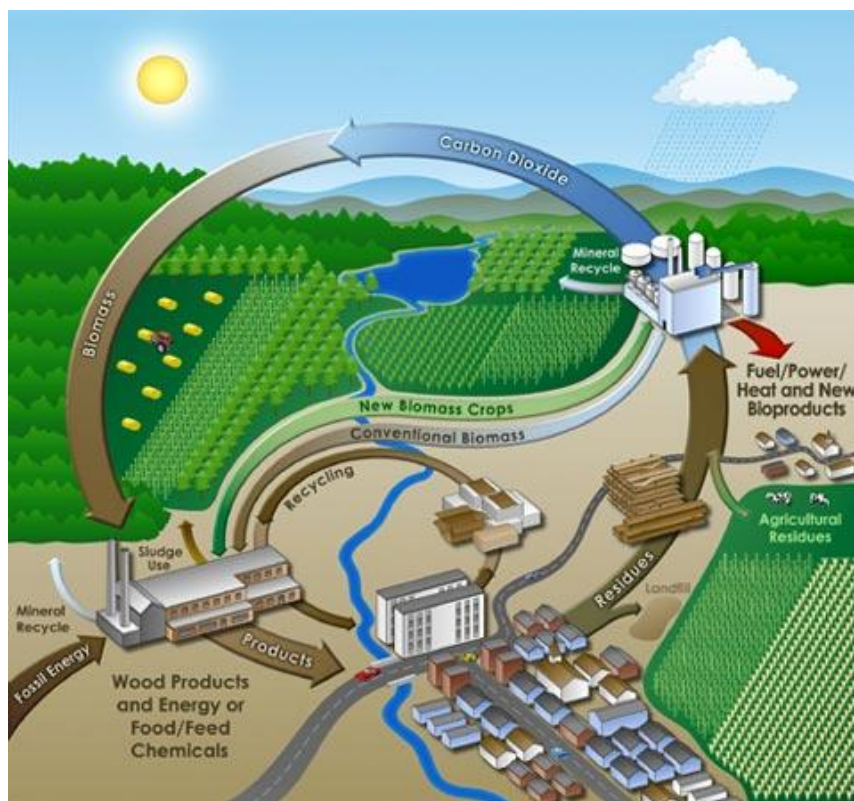


Figura 9 - Processo de produção da energia da Biomassa

. Geotermia

Sendo mais uma forma de aproveitamento da energia dos recursos naturais renováveis, a energia geotérmica é a energia, na forma de calor, que se pode retirar do interior da Terra. Este calor tem origem na actividade interna da Terra, resultando em grande parte da desintegração de elementos radioactivos presentes nas camadas mais profundas do planeta.

À medida que se avança para o interior da Terra o calor aumenta - é o chamado gradiente geotérmico. À superfície terrestre, o gradiente geotérmico é normalmente de cerca de 3°C por cada 100 m. No entanto, em certas zonas como as zonas vulcânicas, o gradiente geotérmico pode atingir 50 °C por 100 m. O valor do gradiente geotérmico permite considerar dois tipos de energia geotérmica: de alta entalpia (elevada temperatura) ou de baixa entalpia (baixa temperatura).

A energia geotérmica de alta entalpia liberta calor do interior da Terra a uma temperatura relativamente elevada (superior a 150 °C), geralmente sob a forma de vapor. Este vapor pode ser conduzido a uma turbina, que assim é accionada, a qual, acoplada a um alternador, produz energia eléctrica.

Em Portugal, nos Açores, existe uma central para produção de energia eléctrica deste tipo – a Central Geotérmica de S. Miguel. Este tipo de centrais é raro, pois este recurso não abunda à superfície da Terra. Outros exemplos deste tipo de centrais localizam-se na Califórnia/Estados Unidos da América, em Larderello/Itália e em Matsukawa/Japão.

A energia geotérmica de baixa entalpia resulta da existência de gradientes geotérmicos médios ou ligeiramente superiores à média. Estes gradientes aparecem em virtude da existência de aquíferos a grande profundidade (entre 1000 a 2000 m), com temperaturas de fluido entre os 50 a 100 °C. O fluido (água, por vezes com elevada salinidade) é extraído por meio de bombas circuladoras de água, sendo o seu calor aproveitado para aquecer edifícios, tanques de piscinas e diversões aquáticas, para o aquecimento de águas sanitárias, para estufas, utilizações industriais, piscicultura, aquacultura, etc. Em Portugal, este tipo de recurso está disponível em Chaves, S. Pedro do Sul e Manteigas, entre outros, decorrendo estudos para o seu aproveitamento [6].

As principais vantagens desta fonte de energia são o facto de não ser poluente e das centrais não necessitarem de muito espaço, de forma que o impacto ambiental é bastante reduzido. Ainda que apresente também alguns inconvenientes, como por exemplo, o facto de não existirem muitos locais onde seja viável a instalação de uma central geotérmica, dado que é necessário um determinado tipo de solo, bem como a disponibilidade de temperatura elevada no local até onde seja possível perfurar.

Ao perfurar as camadas mais profundas, é possível que sejam libertados gases e minerais perigosos, o que pode pôr em causa a segurança das pessoas que vivem e trabalham perto desse local.

. Oceanos

A energia dos oceanos também pode ser aproveitada para produzir energia eléctrica. Existem várias formas de aproveitar a energia dos oceanos: a energia das ondas, a energia das marés, a energia dos gradientes térmicos dos oceanos, a energia das correntes oceânicas e a energia dos gradientes de salinidade. Destas cinco formas de energia, só a energia das marés e das ondas foram aproveitadas em alguns casos, registando-se no entanto alguns desenvolvimentos recentes relativos ao aproveitamento da energia dos gradientes térmicos dos oceanos.

A energia das marés resulta da subida e descida do nível das águas do mar. À diferença entre o valor mais alto e o mais baixo chama-se amplitude. O aproveitamento da energia das marés é feito através da construção de diques ou barragens (semelhantes ao aproveitamentos hídricos), que se enchem quando a maré enche, sendo depois esvaziados quando a maré vazia. A passagem da água faz rodar uma turbina que por sua vez acciona um alternador/gerador e converte e produz energia eléctrica. Algumas baías, pela sua forma, aumentam a amplitude das marés.

No Mundo, só existem duas dezenas de lugares em que as amplitudes das marés excedem a dezena de metros e é nestes locais que o aproveitamento desta forma de energia é economicamente possível.

A energia das ondas aproveita o movimento oscilatório das ondas para produzir energia mecânica e então convertê-la em energia eléctrica. As ondas resultam da acção do vento sobre a superfície dos oceanos. Existem diversas formas de aproveitar a energia do movimento oscilatório das ondas, sendo três as principais:

- Através de corpos flutuantes que adquirem um movimento oscilatório e o transmitem a um veio que acciona um alternador/gerador e produz energia eléctrica;
- Através do enchimento de um coluna de água e subsequente esvaziamento, que comprime uma massa de ar que se expande numa turbina, provocando o movimento desta, que por sua vez acciona um alternador gerador produzindo energia eléctrica;

- Através da elevação da água por intermédio de uma coluna até um reservatório a um nível superior, sendo de seguida o aproveitamento semelhante à energia hídrica.



Figura 10 - Sistema de aproveitamento da energia das ondas.

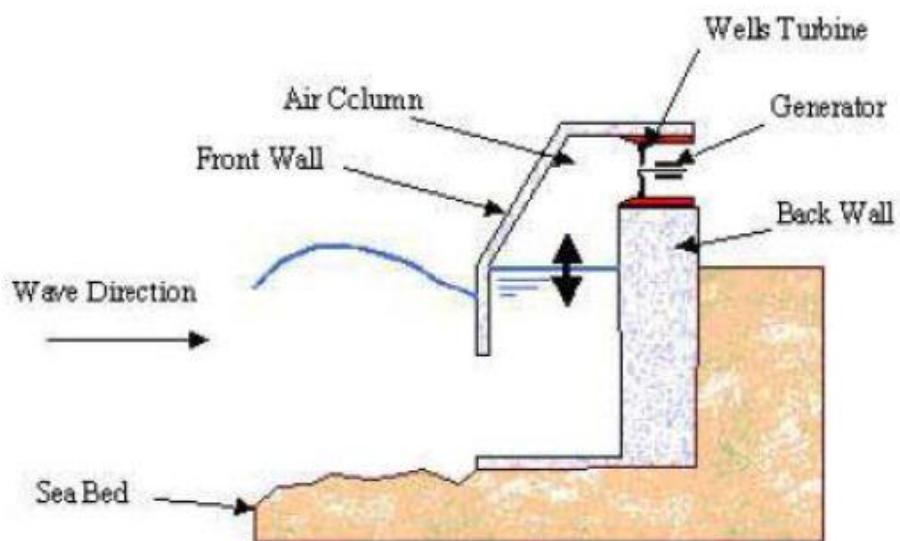


Figura 11 - Sistema de coluna de água oscilante. Energia das ondas.

No entanto a implementação destes tipos de centrais é bastante complicada. No caso do aproveitamento da energia das ondas é necessário escolher locais onde estas sejam continuamente altas, o que significa que a central tem de suportar condições adversas e muito

rigorosas. No caso das marés, as barragens também têm de ser bastante resistentes. Além de que ocuparão uma área maior do que no caso das ondas, o que tem implicações ambientais associadas, por exemplo, à renovação dos leitos dos rios.

2.5 As Fontes de Energia em Portugal

Portugal é um país pobre quanto à disponibilidade das fontes de energia não renováveis, uma vez que não dispõe de poços de petróleo ou depósitos de gás, e embora existam algumas reservas de carvão, este possui fraca qualidade e não é explorado. Contudo, Portugal é fortemente dependente destes para a satisfação das suas necessidades energéticas.

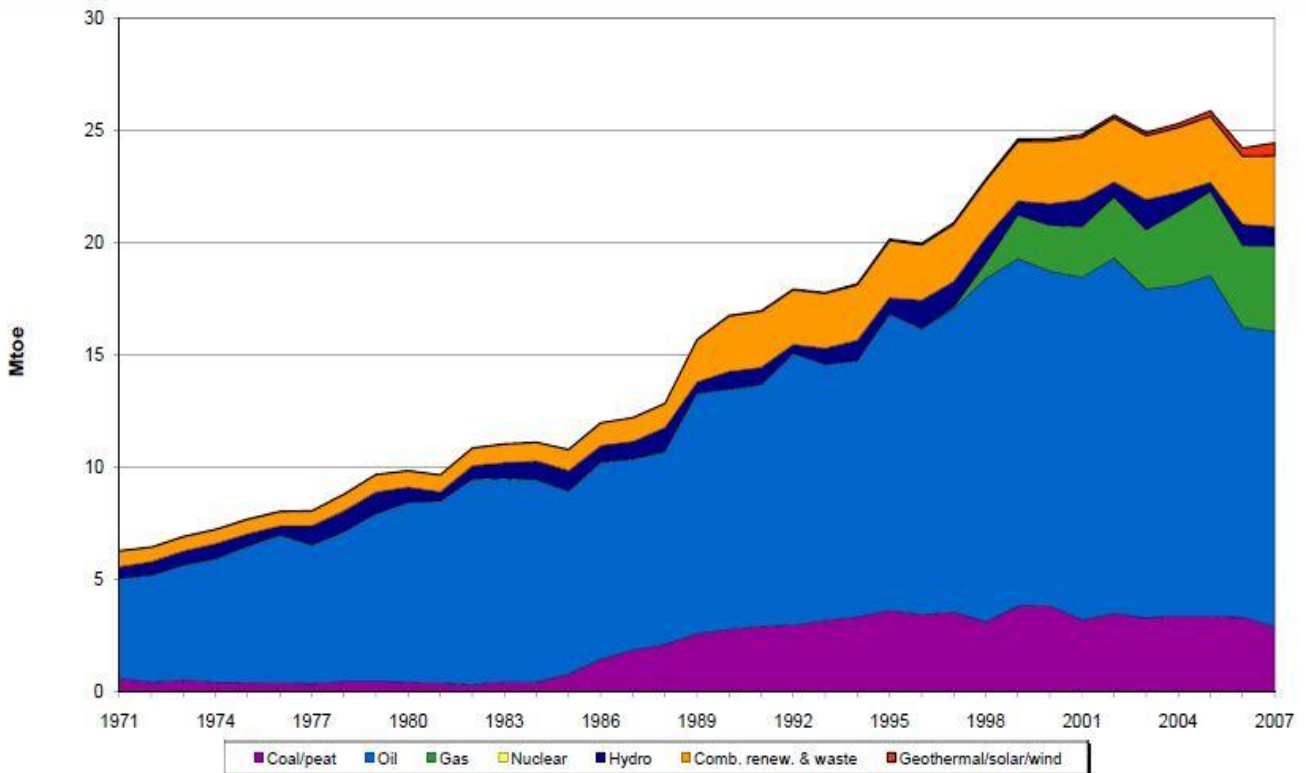


Figura 12 - Evolução do fornecimento de energia primária, por fonte, em Portugal.
Fonte: AIE

Como se pode verificar na figura 12, os combustíveis fósseis são os que dominam no fornecimento de energia primária do nosso país, embora nos últimos anos já se note uma evolução no contributo das energias de fonte renovável.

No entanto, e no que respeita às fontes de energia renováveis, o país tem um enorme potencial que pode e deve ser explorado, não só numa óptica de reduzir a dependência energética externa mas também do ponto de vista ambiental, no sentido de não aumentar demasiado, ou

inclusivamente de reduzir, o consumo de energias que acarretam emissões de gases com efeito de estufa - previsto no protocolo de Quioto e num conjunto de directivas comunitárias – de forma a combater as alterações climáticas.

Até agora só através da obtenção de direitos de emissões de CO₂, Portugal tem conseguido cumprir o Protocolo de Quioto, isto apesar de o país, dado o seu nível intermédio de desenvolvimento, ter permissão para no período 2008-2012 registar o equivalente a 127% dos gases poluentes de 1990, ano de referência. Mas, os efeitos da crise económica global, com quebra do PIB e encerramento de muitas indústrias, deverão permitir finalmente atingir a meta traçada, ainda que pelas piores razões.

Portugal apresenta uma rede hidrográfica relativamente densa, uma elevada exposição solar média anual, e dispõe de uma vasta frente marítima que beneficia dos ventos atlânticos, o que lhe confere a possibilidade de aproveitar o potencial energético da água, luz, das ondas e do vento. Estas condições únicas permitem ao país o aproveitamento de formas de energia, alternativas ao consumo de combustíveis fósseis.

Assim, Portugal encontra-se numa posição privilegiada não só para compensar o défice natural de fontes de energia não renováveis mas também para ser pioneiro na diminuição da dependência energética em fontes de energias não renováveis e poluentes, colocando-se na vanguarda da demanda de um desenvolvimento sustentável [9].

O aproveitamento dos cursos de água, para a produção de energia eléctrica, é o melhor exemplo de sucesso de utilização de energia de fontes renováveis em Portugal. Actualmente, uma parte significativa da energia eléctrica consumida em Portugal tem origem hídrica.

No entanto, é preciso não esquecer que a produção deste tipo de energia está directamente dependente da chuva, pois existem anos muito húmidos em que o valor da contribuição deste tipo de energia para a produção de electricidade é elevada mas, pelo contrário, quando estamos perante um ano seco esse valor pode reduzir-se para metade. Actualmente, e em ano médio, um pouco mais de 30% da electricidade consumida em Portugal tem origem hídrica [10].

Seguindo de perto a energia hídrica no que diz respeito à capacidade de produção de electricidade, e estando em contínuo desenvolvimento, a energia de base eólica é a segunda energia de fonte renovável mais importante em Portugal. Não sendo Portugal dos países mais ventosos da Europa, tem condições bem mais favoráveis ao aproveitamento da energia do

vento do que, por exemplo, algumas zonas da Alemanha onde os projectos se implementam a um ritmo impressionante [11].

Estima-se que a capacidade instalada de energia de base eólica em Portugal vá crescer 65% nos próximos quatro anos, atingindo 5400 MW em 2013. Actualmente, a cada hora de consumo de energia em Portugal, oito minutos já são satisfeitos nos diversos parques eólicos do País, que já ocupa o terceiro lugar no ranking europeu de energia eólica [12].

Na figura 13, pode-se verificar o aumento gradual da energia de origem de base eólica produzida ao longo dos últimos anos, sendo de salientar também o pequeno contributo da energia da biomassa e dos RSU (resíduos sólidos urbanos) para a produção de energia eléctrica, que se manteve constante no mesmo período, e o quase inexistente contributo da energia fotovoltaica, embora tenha sido posto em funcionamento no ano de 2009 o maior parque fotovoltaico do mundo. Situado no concelho de Moura, este parque possui 46,41 MW de potência.

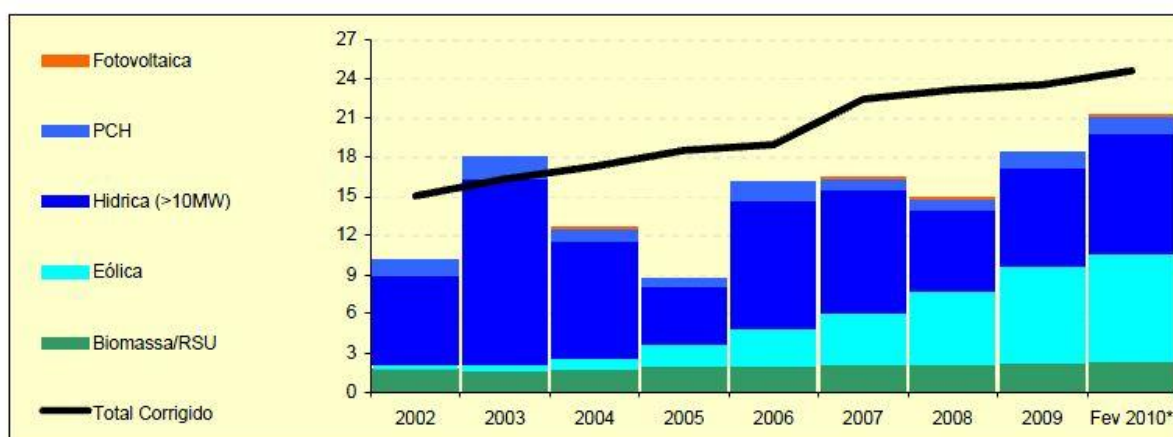


Figura 13 - Evolução da electricidade gerada a partir de fontes de energia renovável em Portugal.

Fonte: DGGE

Através dos grandes aproveitamentos hídricos, as energias de fonte renovável, constituem já uma parcela significativa dos recursos utilizados na geração de electricidade em Portugal. Apesar disso, o aumento dos consumos e os problemas associados à utilização de outras fontes, apontam desde há muito para a necessidade de promover o reforço dessa contribuição.

Não só para produção de electricidade, mas também na produção de energia térmica, as energias de fontes renováveis apresentam um contributo para o nosso país. Exemplos disso, são a energia solar térmica e a energia proveniente da Biomassa.

Em Janeiro de 2005 foi aprovada uma nova legislação em que todos os edifícios novos que forem construídos em Portugal deverão obrigatoriamente ter painéis solares térmicos para aquecimento de água, sempre que tecnicamente viável. Esta medida impulsionou o débil crescimento da utilização da energia solar térmica em Portugal, nos anos posteriores [13].

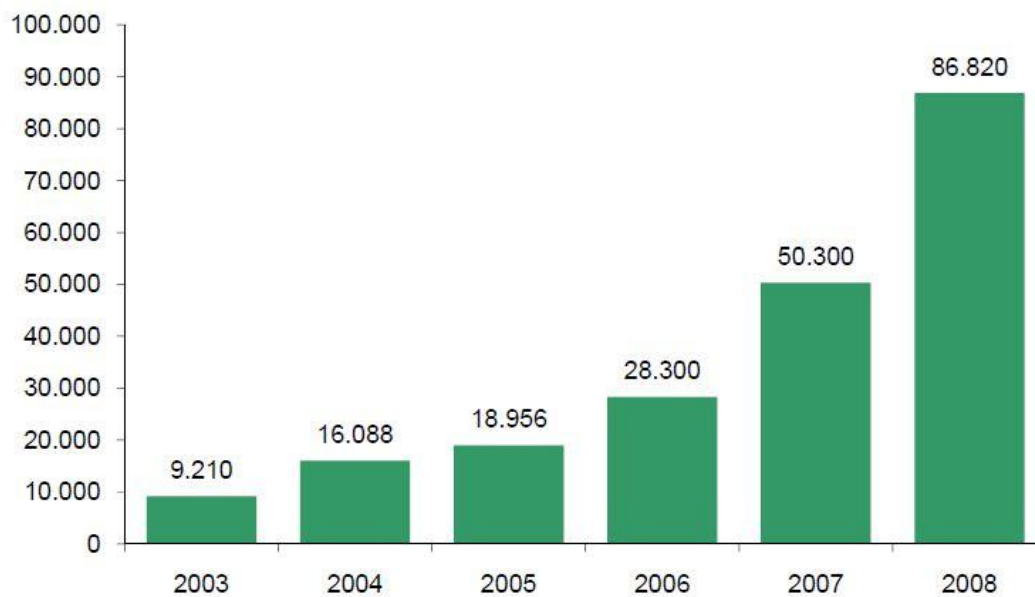


Figura 14 - Evolução da área de colectores solares térmicos instalados, em m², em Portugal (2003-2008). Fonte: Análise ADENE/DGGE.

No que toca ao sector dos transportes, a contribuição das fontes renováveis de energia é proveniente da incorporação de biocombustíveis (biodiesel) nos transportes rodoviários em Portugal. Esta contribuição ainda se encontra muito abaixo do valor de 5,75% previsto na directiva 2003/30/CE, e muito mais afastado da meta imposta pelo governo de 10%, para 2010.

Dada a escassez de produção de matéria-prima nacional tradicionalmente utilizada na obtenção de biodiesel (colza, girassol e soja) ou de bioetanol (cereais, beterraba, sorgo e outros) e os fracos rendimentos destas culturas, Portugal tem de importar a maior parte desta para a produção de biocombustíveis.

3. Políticas Energéticas

3.1 Medidas implementadas a nível mundial

Conforme foi referido no capítulo 2.1, o aquecimento do planeta deve-se, em grande parte, às grandes quantidades de energia que a espécie humana produz e utiliza. À medida que crescem as nossas necessidades energéticas, aumenta também a nossa dependência dos combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão). Estes combustíveis, responsáveis por elevadas emissões de CO₂, representam actualmente cerca de 80% do consumo de energia da União Europeia.

No seguimento deste problema grave decorreu uma série de eventos iniciada com a *Toronto Conference on the Changing Atmosphere*, no Canadá (Outubro de 1988), seguida pelo *IPCC's First Assessment Report* em Sundsvall, Suécia (Agosto de 1990) e que culminou com a *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática* (CQNUMC) na ECO-92 no Rio de Janeiro, Brasil (Junho de 1992).

Como consequência desta série de eventos surgiu o Protocolo de Quioto. Constitui-se no protocolo de um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito de estufa, considerados, de acordo com a maioria das investigações científicas, como causa antropológicas do aquecimento global.

Discutido e negociado em Quioto, no Japão, em 1997, foi aberto para assinaturas em 11 de Dezembro de 1997 e aprovado em 15 de Março de 1999. Sendo que para este entrar em vigor precisou que 55% dos países, que juntos, produzem 55% das emissões, o ratificassem, assim entrou em vigor em 16 de Fevereiro de 2005, depois de a Rússia o ratificar em Novembro de 2004.

Este protocolo propõe um calendário pelo qual os países-membros (principalmente os desenvolvidos) têm a obrigação de reduzir a emissão de gases do efeito estufa em, pelo

menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012, também chamado de *primeiro período de compromisso* (para muitos países, como os membros da UE, isso corresponde a 15% abaixo das emissões esperadas para 2008).

As metas de redução não são homogéneas a todos os países, colocando níveis diferenciados para os 38 países que mais emitem gases. Países em franco desenvolvimento (como Brasil, México, Argentina e Índia) não receberam metas de redução.

Sendo o segundo maior emissor de gases com efeito de estufa, com 5,8 milhares de milhões de toneladas de CO₂ emitidos, os Estados Unidos negaram-se a ratificar o Protocolo de Quioto, de acordo com a alegação do ex-presidente George W. Bush de que os compromissos acarretados por tal protocolo interfeririam negativamente na economia norte-americana. Actualmente o maior emissor de gases com efeito de estufa é a China, com 6,2 milhares de milhões de toneladas emitidos. Enquanto país em vias de desenvolvimento, o gigante asiático viu o Protocolo de Quioto poupar-lhe esforços na redução de CO₂.

O Protocolo de Quioto estabelece que a União Europeia, como um todo, está obrigada a uma redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) de 8% em relação às verificadas em 1990.

Já em Dezembro de 2008, os dirigentes da UE deram um passo decisivo com a aprovação de um ambicioso pacote de medidas que visa reduzir em, pelo menos, 20 % as emissões de gases com efeito estufa até 2020 (em comparação com níveis de 1990), aumentar a parte de mercado da energia de fontes renováveis para 20 % e fazer baixar em 20 % o consumo total de energia (em comparação com as tendências projectadas). Para fomentar uma maior utilização de energias renováveis, ficou igualmente acordado que os biocombustíveis, a electricidade e o hidrogénio deveriam representar 10% da energia utilizada nos transportes.

Visto que o protocolo de Quioto expira em 2012, houve a necessidade de realizar um novo acordo climático que o possa substituir. O acordo de Copenhaga resultou da Conferência sobre Alterações Climáticas da ONU realizada em Copenhaga, de 7 a 19 de Dezembro de 2009. Não se trata de um novo tratado contra o aquecimento global, legalmente vinculativo e adoptado por todos os países da ONU, mas sim de um acordo voluntário.

A 28 de Janeiro de 2010, numa carta conjunta da Presidência Espanhola do Conselho e da Comissão Europeia, a União Europeia formalizou o seu apoio ao Acordo de Copenhaga sobre Alterações Climáticas e apresentou os seus compromissos relativos aos objectivos de redução das emissões estabelecidos para 2020.

Estes objectivos consistem num compromisso unilateral de redução de 20% das emissões gerais da UE relativamente aos níveis de 1990 e numa oferta condicional de aumento dessa redução para 30% desde que outros grandes países emissores concordem em assumir a sua parte equitativa num esforço mundial de redução das emissões.

No desfecho desta conferencia não foi celebrado um acordo vinculativo de redução das emissões de dióxido de carbono a curto prazo e também não foi celebrado um acordo vinculativo de redução de 50% das emissões a longo prazo. O Acordo não é vinculativo e apenas reconhece a necessidade de evitar que as temperaturas aumentem mais de 2°C.

Os países desenvolvidos comprometeram-se a contribuir com 30 mil milhões de dólares norte-americanos entre 2010 e 2012, para apoio climático aos países em desenvolvimento. Os países em desenvolvimento concordaram, pela primeira vez, em participar nos esforços de mitigação das alterações climáticas e demonstraram disponibilidade para que os seus esforços sejam sujeitos a "supervisão internacional".

3.2 Política Comunitária

Tal como estabelecido no *“Livro Verde para uma Estratégia Europeia de Segurança no Aproveitamento Energético”*, constituem prioridades de actuação da política energética da UE a questão da sua dependência crescente de abastecimento energético, a partir de um conjunto reduzido de áreas geográficas, bem como a questão das alterações climáticas. A promoção das energias renováveis desempenha um papel importante em ambas as vertentes de actuação.

Ao nível comunitário, a fraca expressão das energias renováveis levou a Comissão Europeia a assumir o compromisso, em 1997, através do Livro Branco sobre energias para o futuro, de duplicar a sua utilização, aumentando para 12% a participação no balanço energético até 2010. Para tal, foram assumidas duas áreas estratégicas de actuação visando a produção de energia eléctrica e a utilização de biocombustíveis.

No sentido de dar resposta aos objectivos fixados, foi aprovada em Setembro de 2001 uma Directiva (Directiva 2001/77/CE) relativa à produção de electricidade a partir de fontes de energia renováveis (FER). Esta directiva fixava uma meta para a UE: até 2010, 22,1% de electricidade consumida na UE deve ser gerada a partir de FER [14]. Essa quota foi revista, aquando da adesão dos 10 novos estados-membros, formando assim a UE 25, passando para

21 %. Com o mesmo propósito, foi aprovada uma outra directiva (Directiva 2003/30/CE) relativa à promoção de uma quota de mercado para os biocombustíveis, inicialmente de 2% em 2005, aumentando gradualmente até atingir os 5,75% em 2010, da gasolina e do gasóleo utilizados nos transportes rodoviários [14].

Em Portugal, a directiva comunitária 2001/77/CE traduziu-se num plano estratégico para promoção das FER, designado Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas). Com este programa de apoio, Portugal pretendia atingir a meta dos 39 % de produção de energia eléctrica a partir de FER, obedecendo ao estabelecido nesta directiva.

Com o Roteiro das Energias Renováveis¹, preparou-se o caminho para a nova directiva relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, salientando a importância da liderança da UE em matéria de energias renováveis, propondo e justificando uma nova meta de energias renováveis no consumo energético da UE em 2020.

A nova Directiva 2009/28/CE, que altera e subseqüentemente revoga as Directivas 2001/77/CE e 2003/30/CE estabelece então o objectivo de se atingir os 20% de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final de energia na UE em 2020, estabelecendo quotas individuais nacionais para cada um dos Estados Membros, e um objectivo mínimo obrigatório de 10% da incorporação de biocombustíveis no consumo de gasolina e gasóleo pelos transportes até 2020. Para o nosso país esta Directiva estabelece uma nova meta para a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final de energia em 2020 de 31%, incluindo não só a produção de electricidade mas também o aquecimento e arrefecimento e os transportes.

Outra directiva de grande importância para o combate à redução das emissões de CO₂ é a Directiva 2009/30/CE que altera a Directiva 98/70/CE no que se refere às especificações da gasolina e do gasóleo rodoviário e não rodoviário e à introdução de um mecanismo de monitorização e de redução das emissões de gases com efeito de estufa e que altera a Directiva 1999/32/CE do Conselho no que se refere às especificações dos combustíveis utilizados nas embarcações de navegação interior e que revoga a Directiva 93/12/CEE.

Um dos objectivos fixados no Sexto Programa Comunitário de Acção em Matéria de Ambiente, estabelecido pela Decisão nº 1600/2002/CE, de 22 de Julho de 2002, é atingir níveis de qualidade do ar que não impliquem efeitos negativos nem riscos significativos para a saúde humana e o ambiente. Na sua declaração anexa à Directiva 2008/50/CE do

¹ COM(2006)848

Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Maio de 2008, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa, a Comissão reconheceu a necessidade de reduzir as emissões de poluentes atmosféricos nocivos a fim de permitir progressos significativos na concretização dos objectivos estabelecidos no Sexto Programa Comunitário de Acção em Matéria de Ambiente, e previu, em particular, a apresentação de novas propostas legislativas destinadas a uma maior redução das emissões nacionais de poluentes-chave permitidas aos Estados-Membros, à redução das emissões associadas ao abastecimento de automóveis movidos a gasolina em estações de serviço e à abordagem da questão do teor de enxofre dos combustíveis, inclusive dos combustíveis navais.

Esta Directiva (2009/30/CE) estabelece, até 31 de Dezembro de 2020, os fornecedores deverão reduzir, gradualmente, até 10 % as emissões de gases com efeito de estufa ao longo do ciclo de vida dos combustíveis por unidade de energia de combustível e de energia fornecida.

Relativamente à eficiência energética foi lançada a Directiva 2006/32/CE relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos e que revoga a Directiva 93/76/CEE do Conselho. O objectivo consiste em incrementar a relação custo-eficácia da melhoria da eficiência na utilização final de energia nos Estados-Membros, através:

- Do estabelecimento dos objectivos indicativos, bem como dos mecanismos, incentivos e quadros institucionais, financeiros e jurídicos necessários, a fim de eliminar as actuais deficiências e obstáculos do mercado que impedem uma utilização final de energia eficiente;
- Da criação de condições para o desenvolvimento e promoção de um mercado dos serviços energéticos e para o desenvolvimento de outras medidas de melhoria da eficiência energética destinadas aos consumidores finais.

Para o cumprimento desta Directiva os Estados Membros devem adoptar e procurar atingir um objectivo global nacional indicativo de economias de energia de 1% por ano até 2016, a alcançar através de serviços energéticos e de outras medidas de melhoria da eficiência energética. Devem também tomar medidas eficazes nos custos, praticáveis e razoáveis para contribuir para a consecução desse objectivo.

3.3 Política Energética Nacional

Portugal adoptou, em 2001, a Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas que contém os princípios e objectivos que orientam as políticas e medidas a adoptar no âmbito desta problemática e que levam ao cumprimento dos compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto.

No quadro Europeu de partilha de responsabilidade, Portugal dispõe de 381937527 tCO₂ equivalente de unidades de Quantidade Atribuída para o período de cumprimento do Protocolo de Quioto 2008-2012, o que equivale a um aumento de 27% das emissões registadas em 1990. Para atingir o cumprimento nacional, Portugal dispõe de 3 instrumentos:

- Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), que integra um conjunto de políticas e medidas públicas sectoriais de mitigação de gases com efeito de estufa,
- Comércio Europeu de Licenças de Emissão (PNALE II), que impõe tectos às emissões de CO₂, que define as condições a que ficam sujeita as instalações abrangidas pelo comércio europeu de licenças de emissão de GEE (CELE).
- Fundo Português de Carbono, que promove a aquisição de unidades de cumprimento no âmbito dos Mecanismos de Flexibilidade do Protocolo de Quioto, bem como a redução adicional de emissões de gases com efeito de estufa através de projectos domésticos.

No que respeita ao PNAC, foi adoptado em 2004 o PNAC 2004, através da RCM n.º 119/2004 de 31 de Julho, que integrava um conjunto de políticas e medidas para todos os sectores de actividade, com especial ênfase para o sector energético que contribuiria com 18%-24% para o esforço de redução nacional. O conjunto de medidas adicionais referentes a todos os sectores de actividade deveria permitir uma redução das emissões de 5,9 Mt CO₂.

As medidas que têm vindo a ser adoptadas desde então, quer na promoção das FER, quer na melhoria da eficiência energética, vão de encontro ao esforço de redução de GEE exigido para o sector energético.

No sentido de assegurar a monitorização e avaliação quer das emissões de gases com efeito de estufa, quer das políticas e medidas preconizadas no PNAC 2004, foram aprovados, em 2005, o Programa de Monitorização e Avaliação do PNAC (RCM n.º 59/2005, de 8 de Março) e o

Sistema Nacional de Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos - SNIERPA (RCM n.º 68/2005, de 17 de Março).

Ainda no âmbito da Decisão n.º 280/2004/CE, de 11 de Fevereiro, Portugal apresentou à Comissão Europeia o Relatório de Progresso, quanto ao cumprimento das obrigações nacionais, e o Relatório para determinação da Quantidade Atribuída (QA), ou seja, o cômputo das emissões de GEE que Portugal não poderá exceder entre 2008-2012, que foi estimado em 77,39 Mt CO₂/ano.

Tendo por base o já referido Programa de Monitorização do PNAC 2004, a Comissão para as Alterações Climáticas promoveu a sua revisão, com vista a avaliar o grau de implementação das medidas preconizadas, e a necessidade de adopção de um novo pacote de políticas e medidas. Os fracos resultados encontrados levaram à aprovação de um novo Programa Nacional para as Alterações Climáticas - PNAC 2006, aprovado pela RCM n.º104/2006, de 23 de Agosto, tendo envolvido, de forma empenhada, todos os sectores da Administração Pública.

Foi assim revisto o conjunto de políticas e medidas anteriormente equacionadas e a eficácia da sua implementação, e definido um novo conjunto de políticas e medidas adicionais sectoriais, que se implementadas, permitirão uma redução de cerca de 3,7 Mt CO₂e. Foi ainda estabelecido um sistema de elaboração de planos de actuação para cada medida, acompanhados de uma monitorização, sob a responsabilidade de cada Ministério proponente das medidas, imprimindo assim um maior rigor ao PNAC.

No âmbito do Comércio Europeu de Licenças de Emissão, que teve início em 1 de Janeiro de 2005, foi aprovado o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de Gases com Efeito de Estufa - PNALE 2005-2007 (RCM n.º 53/2005, de 3 de Março), em pleno curso de aplicação, onde Portugal assume o compromisso de repartir o esforço de mitigação remanescente recorrendo aos mecanismos de flexibilidade previstos no Protocolo de Quioto (50%) e à definição de novas políticas e medidas (50%). As licenças de emissão por instalação, para o período 2005-2007 foram atribuídas pelo Despacho Conjunto n.º 686-E/2005, de 13 de Setembro.

Para o período de 2008-2012, foi apresentada à Comissão Europeia a proposta do PNALE 2008-2012, que ainda se encontra em apreciação. Na sua elaboração e definição do tecto a

colocar no CELE, foi tido em conta o PNAC 2006, a existência de um défice de cumprimento de 3,7 Mt CO₂ e a participação de Portugal nos Mecanismos de Quioto.

No âmbito dos Mecanismos de Quioto, foi atribuída à Comissão para as Alterações Climáticas a qualidade de Autoridade Nacional Designada, pela RCM n.º 33/2006, de 24 de Março, para a utilização dos Mecanismos de mercado do Protocolo de Quioto.

Foi ainda pelo Decreto-Lei n.º 71/2006, de 24 de Março, criado um Fundo Português de Carbono, instrumento operacional destinado a financiar medidas que facilitem o cumprimento dos compromissos do Estado Português no âmbito do Protocolo de Quioto, e na obtenção de créditos de emissão ou de unidades de quantidade atribuída, por via dos Mecanismos do PQ. Conjuntamente com a aprovação do PNAC 2006, pela RCM n.º 104/2006, de 23 de Agosto, foi igualmente estabelecido o valor mínimo da dotação que o Orçamento do Estado transferirá anualmente para o Fundo Português de Carbono, no período que medeia até 2012, como forma de garantir o investimento em Mecanismos de Quioto. Em termos plurianuais aquela dotação orçará os 348 milhões de euros.

Até agora só através da compra de direitos de emissões de CO₂, Portugal tem conseguido cumprir o Protocolo de Quioto, isto apesar de o país, dado o seu nível intermédio de desenvolvimento, ter permissão para no período 2008-2012 registar o equivalente a 127% dos gases poluentes de 1990, ano de referência. Mas, os efeitos da crise económica global, com quebra do PIB e encerramento de muitas indústrias, deverão permitir finalmente atingir a meta traçada, ainda que pelas piores razões. Não é fenómeno único. Ainda antes da recente crise já países como a Rússia, a Roménia ou a Bulgária mostravam um excepcional nível de cumprimento do Protocolo de Quioto, explicado pelo desaparecimento de muitas fábricas obsoletas depois do fim do sistema comunista em 1991.

Consciente das suas potencialidades no que toca à produção de energia a partir de fontes renováveis, o país assumiu um compromisso corajoso perante as demais nações da União Europeia definindo uma meta ambiciosa no que respeita à redução da dependência energética nos combustíveis fósseis. Com efeito, e como explicitado na secção 3.2 deste trabalho, Portugal propôs-se a, em 2010, dispor de 39% da energia eléctrica gerada a partir de fontes renováveis (directiva europeia 2001/77/CE), a 3ª maior contribuição na UE15.

Dois anos mais tarde foram estabelecidas metas individuais para a produção de energia limpa a partir das diferentes fontes renováveis, objectivos estes que foram revistos em 2005 quando

foi apresentada a Estratégia Nacional para a Energia aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro, que substituiu a anterior Resolução do Conselho de Ministros n.º 63/2003 de 19 de Outubro. No seguimento da referida Estratégia está previsto o reforço das energias renováveis pelo que:

- A meta para a produção de electricidade a partir de energias renováveis passa de 39% para 45% do consumo em 2010;
- Os biocombustíveis usados nos transportes deverão atingir os 10% do consumo dos combustíveis rodoviários em 2010.

Neste sentido para as diferentes formas de energia estava previsto:

- Energia Eólica: Aumentar em 1950 MW a meta de capacidade instalada em 2012 (novo total de 5100 MW com acréscimo em 600 MW por actualização do equipamento) e promover a criação de *clusters* tecnológicos e de investimento associados à energia eólica;
- Energia Hídrica: Apostar, a curto prazo, na antecipação dos investimentos de reforço de potência em infra-estruturas hidroeléctricas existentes, de forma a atingir a meta dos 5.575 MW de capacidade instalada hídrica em 2010 (mais 575 MW que previsto pelas políticas energéticas anteriores);
- Bioenergia: Ampliar em 100 MW o objectivo de capacidade eléctrica instalada em 2010 (novo total de 250MW – aumento de 67%), promovendo uma articulação estreita com os recursos e potencial florestal regional e políticas de combate ao risco de incêndios;
- Energia Fotovoltaica: Garantir o cumprimento efectivo das metas estabelecidas (ex. construção da maior central fotovoltaica do mundo – central de Moura) e assegurar uma ligação com as políticas e metas de microgeração;
- Energia das Ondas/marés: Aumentar a capacidade instalada em 200 MW através da criação de uma Zona Piloto com potencial de exploração total até 250 MW de novos protótipos de desenvolvimento tecnológico industrial e pré-comercial emergentes;
- Biocombustíveis: Definir meta de 10% dos combustíveis rodoviários a partir de biocombustíveis (antecipando em 10 anos o objectivo da União Europeia) e promover fileiras agrícolas nacionais de suporte através da isenção de ISP para combustíveis rodoviários que assegurem a sua incorporação;

- Biogás: Definir objectivos e plano de acção numa vertente não contemplada anteriormente, estabelecer meta de 100 MW de potência instalada em unidades de tratamento anaeróbico de resíduos;
- Micro-geração: Introduzir nova vertente de renováveis, promovendo um programa para instalação de 50.000 sistemas até 2010, com incentivo à instalação de Água Quente Solar em casas existentes.

Por sua vez, no âmbito da Directiva 2009/28/CE estabeleceu-se uma nova meta para a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final de energia em 2020 de 31%, incluindo não só a produção de electricidade mas também o aquecimento e arrefecimento e os transportes.

Recentemente, foi aprovada pelo governo no dia 18 de Março de 2010, em Conselho de Ministros, a Estratégia Nacional para a Energia até 2020 (ENE 2020), cujas principais metas são a redução para 74% da factura energética nacional e o cumprimento das políticas europeias, para que 60 por cento da electricidade seja produzida por fontes renováveis, e reduzir em 25 por cento o saldo importador energético com a energia produzida a partir de fontes endógenas.

Outro documento aprovado diz respeito à criação do Fundo de Eficiência Energética, que será o instrumento financeiro do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética. Este fundo, inicialmente de 1,5 milhões de euros, tem três objectivos: incentivar a eficiência energética, apoiar novos projectos de eficiência energética e promover a alteração de comportamentos.

O terceiro diploma, aprovado em Conselho de Ministros, define as regras para um aumento de 20 por cento da potência instalada em centrais eólicas, incentivando assim a produção de energias renováveis.

A análise deste conjunto de medidas adoptadas pelo Governo, permite verificar a grande importância das fontes de energia renovável para o nosso país, no sentido de contribuírem para o cumprimento dos compromissos assumidos no âmbito do protocolo de Quioto, e para o futuro do sistema energético nacional.

4. Energia em Portugal

4.1 Situação Energética Portuguesa

A quantidade de energia consumida pelo nosso país tem vindo a aumentar ao longo dos anos, em todos os sectores económicos. O sector que apresenta um maior consumo é o dos transportes, que corresponde, em 2008, a 38% do consumo total. No mesmo ano de 2008 o sector da indústria consumiu 31% da energia final, o sector doméstico 18% e o sector dos serviços 13%. O consumo do sector dos transportes teve um grande aumento entre 1990 e 2000. No entanto nos últimos anos é o sector dos serviços que tem representado o maior aumento no consumo de energia final.

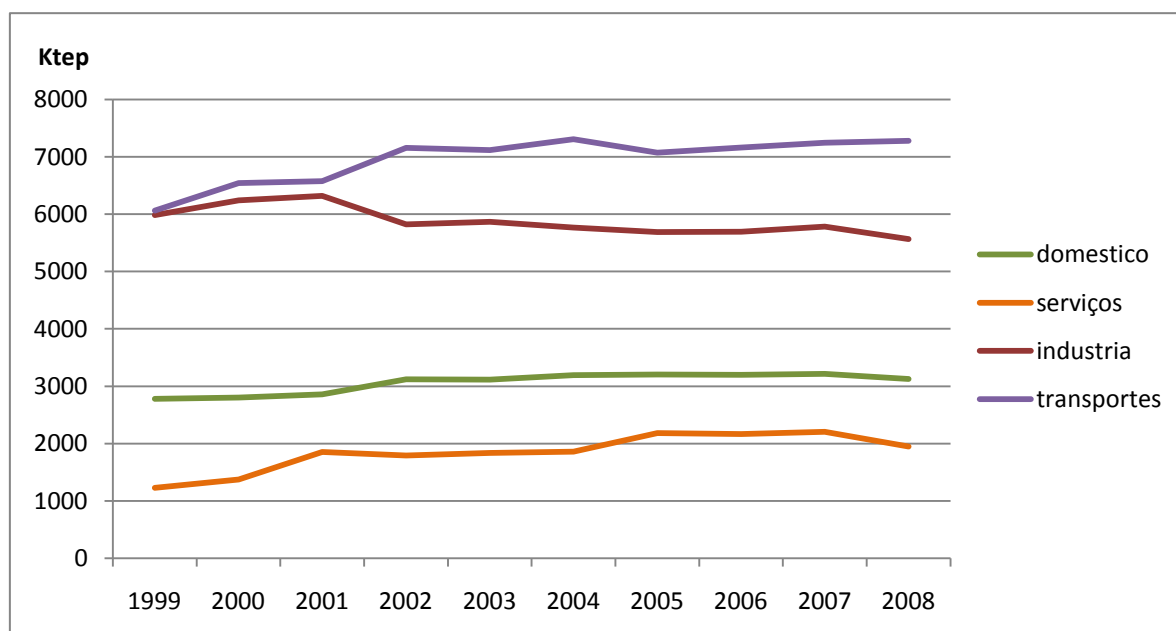


Figura 15 – Energia final consumida em Portugal por sector económico.

Fonte: Eurostat

Tal como os restantes países da Europa, Portugal é extremamente dependente dos combustíveis fósseis para satisfazer as suas necessidades energéticas. Como já foi explicitado neste trabalho, estes são responsáveis pela libertação de grandes quantidades de emissões de CO₂ para a atmosfera.

Em Portugal, o segmento dos transportes é o principal responsável pela emissão de CO₂, com um peso de 32% do total emitido para a atmosfera. Por sua vez, a produção de electricidade utilizando combustíveis fósseis contribui com 27% das emissões de CO₂, em grande parte devido à utilização do carvão. Apesar de não ser a fonte térmica com maior preponderância no mix de produção, o carvão é o principal responsável pela emissão de CO₂, tendo contribuído em 2008 para a emissão de 9 milhões de toneladas [15].

Com a evolução das energias de fonte renovável e o crescente aumento na sua contribuição para a produção de energia eléctrica, entre 2005 e 2008, evitaram-se no nosso país, emissões de mais de 30 milhões de toneladas de gases nocivos para o ambiente. Em 2008, a produção de electricidade a partir de fontes renováveis reduziu em 9 milhões de toneladas as emissões de CO₂, tendo sido evitados custos financeiros superiores a 190 milhões de euros. A evolução estimada das energias renováveis perspectiva que em 2015 estes valores rondem os 17 milhões de toneladas em emissões de CO₂, e custos evitados na ordem dos 430 milhões de euros.

A produção de energia a partir de fontes renováveis também evitou, em 2008, custos de importação superiores a 1200 milhões de euros. Durante esse ano, ao prevenirem-se importações de combustíveis fósseis e energia eléctrica equivalentes a 21000 GWh, foram evitados custos com importações de fuelóleo, energia eléctrica, gás natural e carvão de cerca de 1270 milhões de euros.

Em 2009, o saldo importador de produtos energéticos cifrou-se em 4960 M€, apresentando uma redução significativa (-40%) face ao valor de 2008 (8264 M€). Em 2015, e como resultado do incremento expectável na produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis de energia, é expectável que haja uma maior redução desse valor, de cerca de 50% face a 2008, atingindo os 2480 milhões de euros [5].

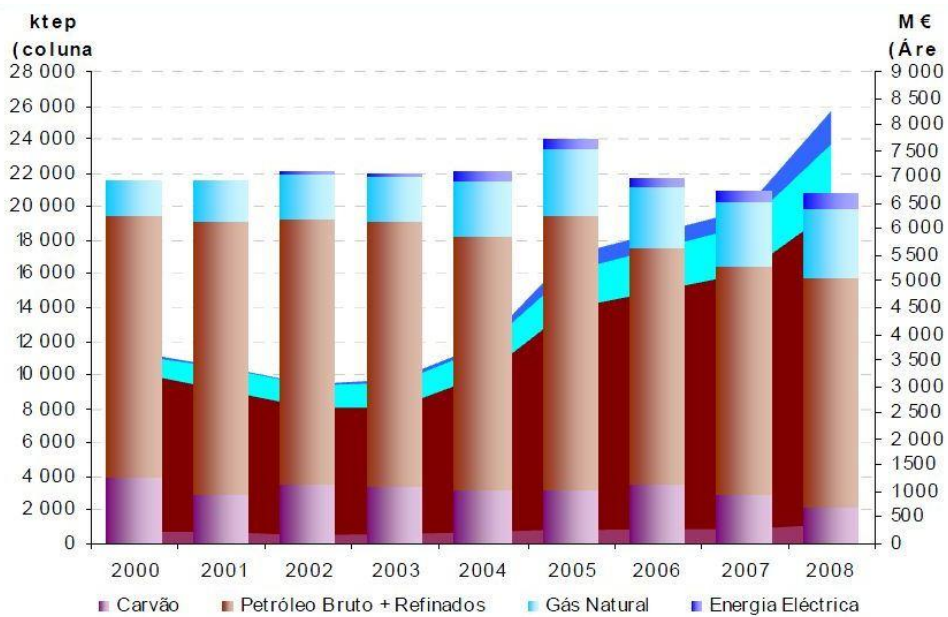


Figura 16 - Saldo Importador de produtos energéticos, em quantidade e valor, em Portugal (2000-2008). Fonte: DGE

A contribuição do sector da energia de fontes renováveis para o PIB nacional tem registado um crescimento considerável. Em 2008, este sector representou 1,3% do PIB nacional, o que significa que nesse ano, o sector da energia de fontes renováveis representou 2090 milhões de euros do PIB nacional, registando um acréscimo de 60% face ao peso assumido em 2005.

Entre 2005 e 2008, a contribuição do sector das energias renováveis para o PIB Nacional registou um crescimento médio anual de 17%, com os subsectores hídrico e eólico a marcar uma posição dominante no actual mix energético português. Nesse mesmo período, o peso do sector das energias renováveis aumentou 0,4% no PIB Nacional. A evolução patente neste incremento comprova a importância crescente que o sector tem registado na criação de riqueza em Portugal.

4.2 Caracterização do Sistema Energético Nacional

4.2.1 Sector Eléctrico

Embora a distribuição de electricidade se tenha iniciado em Portugal nos finais do século XIX, só no início do século XX ela adquire, nas cidades de Lisboa e Porto, significado industrial e social. Por exemplo, em 1910, a rede de distribuição de Lisboa tinha uma extensão de 250 km e fornecia 6 GWh a cerca de 2000 consumidores. A central Tejo, a primeira “grande” central eléctrica instalada em Portugal, funcionando a carvão, tinha, em 1911, uma capacidade de 6 MW.

Durante várias décadas, o fornecimento público de electricidade foi baseado, predominantemente, em produção de origem térmica, servindo os aproveitamentos hidroeléctricos existentes sobretudo para o abastecimento de instalações industriais isoladas ou ancoradas em muito pequenas redes. Recorde-se que a hidro-electricidade só chega ao Porto em 1923 e a Lisboa em 1951 [16].

Uma das grandes reestruturações do sector eléctrico ocorreu em 1995 quando foi estabelecida, no quadro do Sistema Eléctrico Nacional (SEN), a coexistência de um sistema eléctrico de serviço público e de um sistema eléctrico independente, sendo este último organizado segundo os princípios orientadores de uma lógica de mercado. Mais recentemente, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005 aprovou a estratégia nacional para a energia, onde se estabelece o aprofundamento da liberalização iniciada em 1995 e a promoção da concorrência nos mercados energéticos.

O Decreto-Lei n.º 29/2006 (DL 29/2006) concretiza aquela estratégia, estabelecendo as novas bases em que assenta a organização do SEN. Nesta legislação e em legislação posterior, designadamente, o DL 172/2006 e DL 264/2007, são estabelecidos os princípios de organização e funcionamento do SEN, bem como as regras gerais aplicáveis ao exercício das actividades de produção, transporte, distribuição e comercialização, e, ainda, a organização dos mercados de electricidade. Ficam assim transpostos para legislação nacional, os princípios da Directiva n.º 2003/54/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, que tinha por finalidade a criação de um mercado livre e concorrencial na área da energia.

Em contraposição com o anterior regime de 1995 (DL 182/95), o novo quadro estabelece um sistema eléctrico nacional integrado, em que as actividades de produção e comercialização são exercidas em regime de livre concorrência, mediante a atribuição de licença, e as actividades de transporte e distribuição são exercidas mediante a atribuição de concessões de serviço público. A Figura 17 mostra, esquematicamente e de forma simplificada, a organização geral do SEN, conforme estabelecida no DL 29/2006 [18].

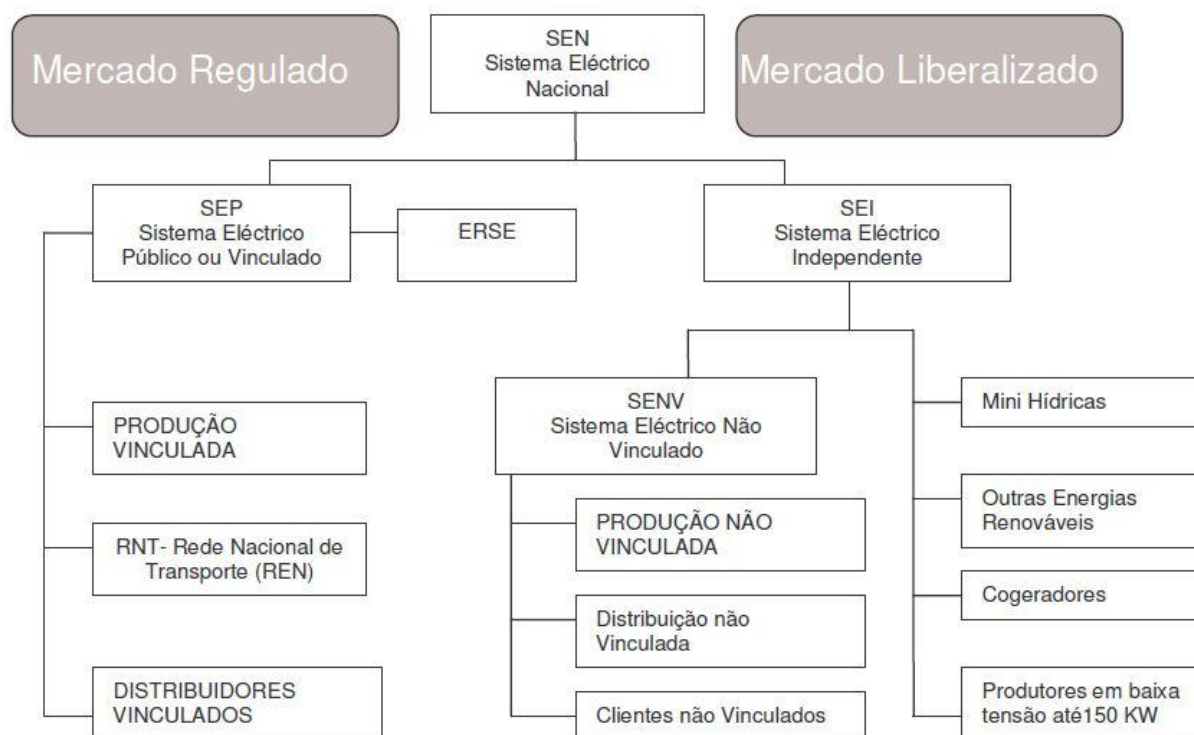


Figura 17 – Estrutura do Sistema Eléctrico Nacional.

A legislação nacional seguiu a Directiva de Electricidade e definiu o enquadramento legal para Sector Eléctrico Português. O Decreto-lei 172/2006, conforme alterações introduzidas, permitiu desenvolver mais o enquadramento legal da actividade, estabelecendo regras para as actividades no sector de electricidade.

Na sequência da implementação da Lei Base de Electricidade, os sectores vinculado e não vinculado do Sistema Eléctrico Nacional (SEN) foram substituídos por um sistema de mercado único. As actividades de produção e comercialização de electricidade e a gestão dos mercados de electricidade organizados estão agora inteiramente abertas à concorrência, sujeitas à obtenção de licenças e aprovações necessárias. Contudo, as componentes de

transporte e distribuição na indústria de electricidade continuam a ser desenvolvidas através de concessões públicas atribuídas.

De acordo com a Lei Base da Electricidade, o SEN divide-se em seis grandes áreas: produção, transmissão, distribuição, comercialização, operação do mercado eléctrico e operações logísticas facilitadoras da transferência entre comercializadores pelos consumidores. Salvo algumas excepções, cada uma destas áreas é operada independentemente, quer do ponto de vista legal, organizacional ou decisório.

A produção de electricidade está sujeita a licenciamento e é desenvolvida num contexto de concorrência. A produção de electricidade divide-se em dois regimes: regime ordinário e regime especial. O regime especial corresponde à produção de electricidade a partir de fontes endógenas e renováveis (excepto grandes centrais hidroeléctricas) e cogeração. A produção em regime especial está sujeita a diferentes requisitos de licenciamento e beneficia de tarifas especiais. O comercializador de último recurso, actualmente, está obrigado a comprar a energia produzida sob o regime especial Português. O regime ordinário abrange todas as outras fontes, incluindo as grandes centrais hidroeléctricas.

No caso do regime ordinário, o princípio de planeamento centralizado de produção das centrais foi abandonado na Nova Lei Base de electricidade. A iniciativa de construir e operar novas centrais cabe aos participantes no mercado, e o governo Português apenas intervém para suplementar iniciativas privadas, colmatar falhas de mercado ou assegurar o fornecimento de energia.

A produção em regime especial é primeiramente regida pelo Decreto-Lei 189/88, de 27 de Maio, que estabeleceu as regras aplicáveis à produção de energia eléctrica a partir de recursos renováveis. Este foi o primeiro passo em matéria de enquadramento legislativo do sector da energia de FER.

Contudo, somente com a aprovação do Decreto-Lei 168/1999 de 18 de Maio que foram introduzidas em Portugal as “feed-in-tariffs”, mediante a aplicação de uma fórmula para o cálculo da tarifa de remuneração dos produtores de energias renováveis, que veio compensar a internalização dos custos ambientais. De igual modo, foi estabelecida a prioridade de acesso à rede da electricidade produzida a partir de FER.

Tanto o valor da tarifa por tecnologia como a fórmula de cálculo foram actualizados subsequentemente pelo Decreto-Lei 319-C/2001 de 20 de Dezembro, revisto pelo Decreto-Lei 33-A/2005 de 16 de Fevereiro, pelo Decreto-Lei 225/2007 de 31 de Maio e, por último, pelo

Decreto-Lei 71/2007 de 24 de Julho. As tarifas garantidas são o principal incentivo financeiro para o desenvolvimento de projectos de produção de electricidade a partir de FER, mecanismo que tem provado funcionar, tendo resultado num efectivo aumento da produção de electricidade renovável. Contudo, a produção em regime especial é também afectada pelo Decreto-Lei 29/2006 e Decreto-Lei 172/2006, relacionados com o SEN.

O regime estatutário e regulatório aplicável à produção de electricidade renovável difere do aplicável à produção de electricidade a partir de fontes não renováveis, relativamente a licenças, tarifas e direitos de venda de energia.

O regime especial Português permite que os operadores qualificados como regime especial possam vender a electricidade aos comercializadores de último recurso, os quais são obrigados a comprar energia produzida sob regime especial, conforme estipulado no artigo nº 55 do Decreto-Lei 172/2006 de 15 de Fevereiro. O direito do operador de regime especial, bem como a correspondente obrigação do comercializador de último recurso, não limitam, contudo, a possibilidade dos produtores em regime especial venderem a sua energia a outros comercializadores de electricidade a operar no mercado. Quando o produtor em regime especial vende a energia ao comercializador de último recurso, recebe uma importância correspondente à tarifa aplicável à electricidade produzida sob esse regime especial.

A actividade de transmissão de electricidade é desenvolvida através da rede nacional de transmissão, ao abrigo de uma concessão exclusiva atribuída pelo Estado Português. Actualmente, a concessão exclusiva da transmissão de electricidade está concedida à REN, de acordo com o artigo nº69 do Decreto-Lei 29/2006, e no seguimento da atribuição de concessão à REN constante do artigo nº 64 do Decreto-Lei 182/95, de 27 de Julho.

No âmbito da concessão, a REN é responsável pelo planeamento, implementação e operação da rede nacional de transmissão, da infra-estrutura associada e de todas as interconexões e outras facilidades necessárias à operação da rede nacional de transporte. A concessão também prevê que a REN coordene as infra-estruturas do SEN para garantir a operação integrada e eficiente do sistema e, bem assim, a continuidade e segurança do abastecimento de electricidade.

A distribuição de electricidade no âmbito da Nova Lei Base de Electricidade tem por base a rede nacional de distribuição, que consiste na rede de média e alta tensão, e ainda as redes de distribuição de baixa tensão.

A rede nacional de distribuição é operada através de uma concessão exclusiva atribuída pelo Estado Português. Esta concessão exclusiva do direito de operar a rede nacional de distribuição está atribuída à subsidiária do grupo EDP, EDP Distribuição, conforme o artigo nº 70 do Decreto-Lei 29/2006, em resultado da conversão da licença detida pela EDP Distribuição ao abrigo da Antiga Lei Base de Electricidade. Os termos da concessão estão estabelecidos nos Decreto-Lei 172/2006.

A comercialização de electricidade está aberta à concorrência, sujeita apenas a um regime de licenciamento. Os comercializadores podem comprar e vender electricidade livremente. Neste sentido, têm o direito de aceder às redes de transmissão e distribuição mediante o pagamento de tarifas de acesso fixadas pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (“ERSE”), uma entidade pública independente.

Em condições de Mercado, os consumidores são livres de escolher o seu fornecedor, sem qualquer encargo adicional com a mudança de comercializador. Uma nova entidade, cuja actividade será regulada pela ERSE, deverá ser criada para supervisionar as operações logísticas facilitadoras da mudança de fornecedor por parte dos consumidores.

Decorrente das alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 264/2007 de 24 de Julho, o comercializador de último recurso é obrigado a comprar energia a prazo, nos mercados geridos pelo OMIP e pela Sociedade de Compensação de Mercados de Energia, S.A. (“OMIClear”), em quantidades e nos leilões definidos pela DGEG. As compras de energia no mercado gerido pelo OMIP incluem contratos de futuros cotados anuais, trimestrais e mensais, a *base-load* e com entrega física. As compras são reconhecidas para efeitos de custos regulados quando atingem a maturidade.

A operação dos mercados de electricidade organizados está sujeita a uma autorização conjunta do Ministro das Finanças e do Ministro responsável pelo sector de energia. A entidade gestora dos mercados organizados está igualmente sujeita a autorização do Ministro responsável pelo sector de energia e, quando requerido por lei, pelo Ministro das Finanças.

Os mercados de electricidade organizados em Portugal deverão ser integrados em outros mercados de electricidade organizados estabelecidos entre Portugal e qualquer Estado membro da UE. Os produtores de electricidade a operar em regime ordinário e os comercializadores, entre outros, podem tornar-se membros desse mercado.

O mercado organizado corresponde a um sistema com diferentes métodos de contratação que proporcionam o encontro de oferta e procura, compreendendo os mercados a prazo, diário

(inclui a maior de transacções de energia com entrega no dia seguinte à data do contrato e com liquidação física obrigatória) e intra-diário (transacções com liquidação física obrigatória).

Desde 1 de Julho de 2007 o MIBEL está totalmente operacional, com transacções diárias tanto em Portugal como em Espanha, incluindo o mercado a prazo, já em funcionamento desde Julho de 2006. O MIBEL tem actualmente dois operadores de Mercado:

- OMEL, o operador do Mercado espanhol, que gere as transacções à vista;
- OMIP, actualmente operado por Portugal, gere as transacções a prazo do MIBEL.

Conforme acordado em 1 de Outubro de 2004 pelos governos Português e Espanhol, está prevista a fusão do OMEL e OMIP num único operador de mercado, o OMI. Os mercados de electricidade não organizados consistem em contratos bilaterais entre entidades do MIBEL, liquidados com entrega física ou por diferença, estando sujeitos a aprovação pela ERSE, em Portugal [18].

A Lei n.º 51/2008, de 27 de Agosto, e o Regulamento de Relações Comerciais (RRC) estabelecem a obrigatoriedade de todos os comercializadores de energia eléctrica incluírem nas facturas informação sobre:

- A origem da energia eléctrica que adquiriram e venderam aos seus clientes (mix);
- As emissões de CO₂ associadas ao fornecimento da sua energia eléctrica.

A rotulagem da energia eléctrica tem dois objectivos fundamentais:

- Informar o consumidor sobre o produto que está a consumir, tornando o consumo mais consciente, designadamente sobre os recursos energéticos primários utilizados na produção de energia eléctrica e os impactes ambientais associados ao fornecimento. Desta forma, o cliente é responsabilizado pela sua escolha de consumo;
- Permitir a diferenciação entre comercializadores, fomentando assim a concorrência no mercado retalhista.

4.2.2 Transportes

O sector dos transportes tem um papel essencial na qualidade de vida dos cidadãos, pelas possibilidades de mobilidade oferecidas, além da sua importância para a actividade económica. Os transportes representam um sector chave no desenvolvimento económico,

social e cultural de um país, mais evidenciado nos centros urbanos. Na economia portuguesa o sector dos transportes representa um valor próximo de 4% do PIB [19].

Este sector, em conjunto com a política de ordenamento do território e planeamento urbano, permite estruturar uma cidade e as relações que nesta se estabelecem. Contudo, se por um lado, os transportes servem a cidade, também o crescimento e desenvolvimento dos centros urbanos, e subjacente concentração da população nestes, potencia o crescimento do sector, através do aumento dos fluxos de pessoas e mercadorias.

A tendência de urbanização das populações que tem caracterizado a evolução do sistema de povoamento do território nacional, e que está patente na concentração de 3/4 da população residente no Continente em áreas predominantemente urbanas, origina que a mobilidade seja um factor da maior importância no nosso país. Actualmente constata-se um aumento das distâncias a percorrer e do número de veículos automóveis em circulação e, por consequência, o aumento do consumo dos combustíveis pela intensa utilização do transporte individual.

As vilas e as cidades constituem-se actualmente como os motores da economia. A existência de cidades congestionadas tem efeitos ao nível do dispêndio de tempo mas também da poluição [19].

Como foi referido no capítulo 4.1, este sector é o maior responsável pela emissão GEE no território nacional. Os principais GEE emitidos, no sector, incluem o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). Outros gases e poluentes incluem o monóxido de carbono (CO) e o dióxido sulfúrico (SO_2).

O inventário nacional de GEE, que se reporta a 2007, enfatiza o aumento das emissões de GEE no sector, que ascendeu a 92%, entre 1990 (ano de referência) e 2007. Este aumento encontra-se directamente associado ao aumento do uso do transporte rodoviário potenciado pela melhoria das infra-estruturas e aumento da frota automóvel (associada ao aumento de poder de compra da população), durante a década de 90 [20].

Entre 1970 e 2006 a taxa de motorização cresceu de 49 para 405 automóveis de passageiros por mil habitantes. Esta evolução tem vindo a ser acompanhada por quedas acentuadas no peso do transporte público: se em 1970 o caminho-de-ferro, autocarros (urbanos e inter-urbanos) e metro transportavam 54% do total (cerca de 8,7 mil milhões de PK), em 2006 os três transportes públicos apenas eram responsáveis por cerca de 18% do total (16 mil milhões de PK) [19].

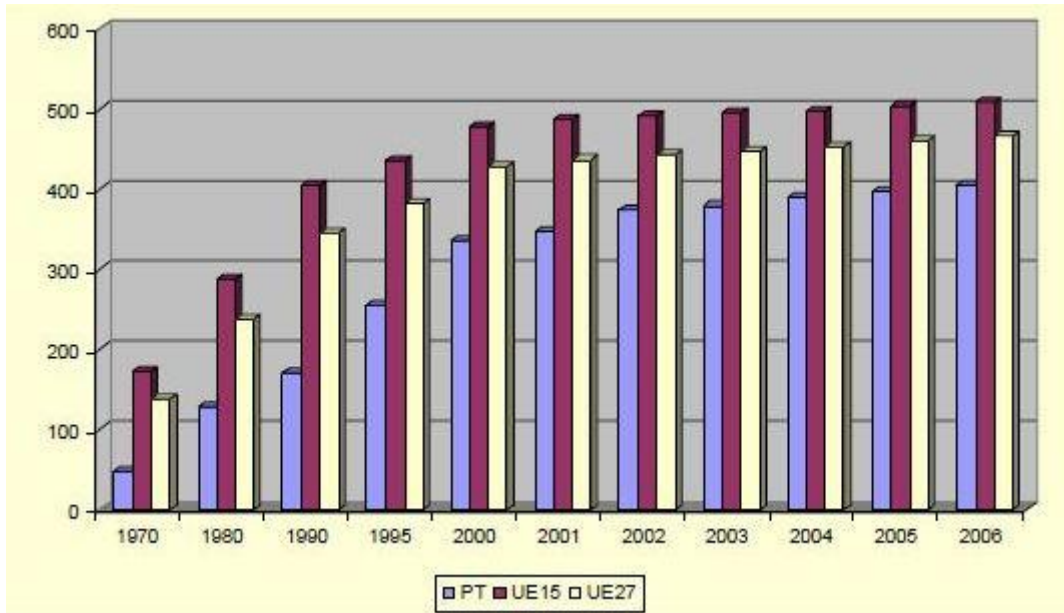


Figura 18 - Evolução da Taxa de Motorização, Portugal e média Europeia (veículos de passageiros ligeiros e mistos em circulação/1000 habitantes). Fonte: Energia e Transportes em números, 2008 ACAP, DGV.

Não obstante o mau desempenho do país em termos da evolução no sector dos transportes, o investimento na rodovia mantém-se (à semelhança do ocorrido na última década) muito acima do investimento na ferrovia. Em 2004 Portugal investiu quase 4 vezes mais na rodovia do que na ferrovia. Assim, a população em Portugal foi abandonando progressivamente o uso dos transportes colectivos a favor do transporte individual. Comparando 1990 com 2004 é possível verificar que [21]:

- o uso do comboio diminuiu de 11,3% para 3,8%
- o uso de autocarros diminuiu de 20,5% para 11,1%
- o uso do automóvel subiu de 54,6% para 68,7%

Como exemplo, deve ser referido o facto de o transporte entre Lisboa e Porto ser efectuado, na esmagadora maioria, por viatura particular e a ferrovia só movimentar cerca de 10% do tráfego, sendo o primeiro mais caro cerca de 2,5 vezes. Em comparação, nos países da Europa a ferrovia transporta 50% do tráfego entre as maiores cidades.

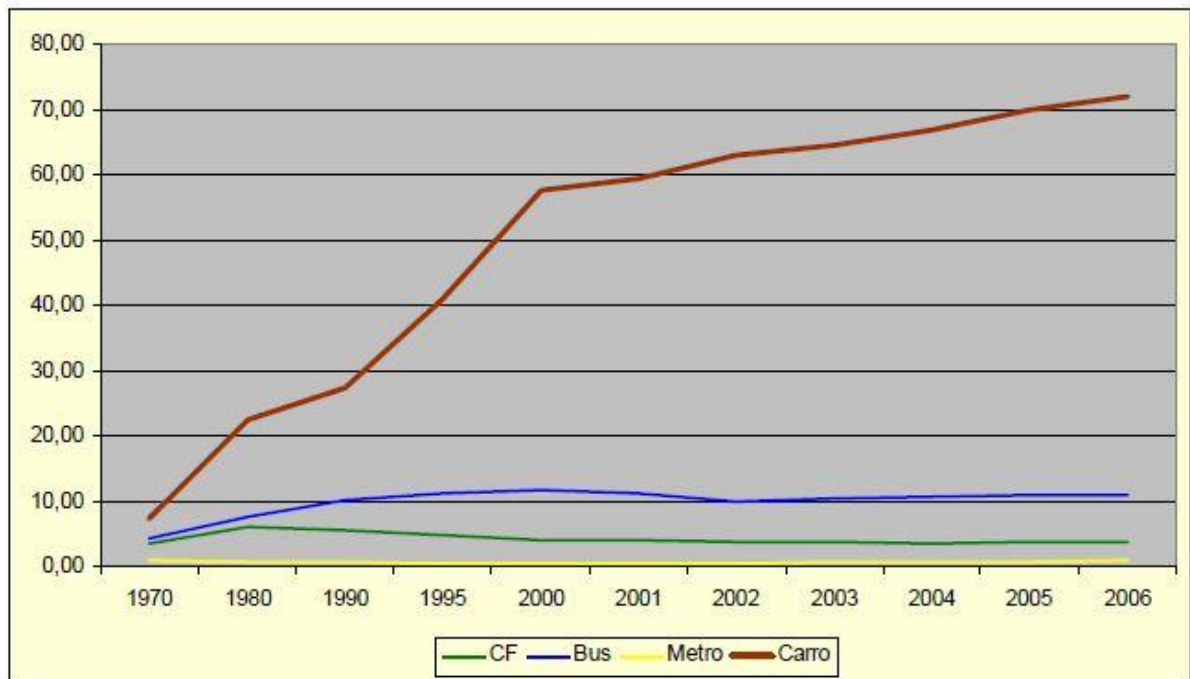


Figura 19- Quantidade de passageiros transportados por modo (mil milhões de passageiros por quilómetro percorrido). Fonte: MOPTC “Plano Estratégico de Transportes 2008-2009”

Nos últimos anos tem existido em Portugal um avultado investimento no sector dos transportes, quer em infra-estruturas quer em material circulante, assim como em sistemas informáticos de apoio à gestão das empresas e de informação aos utilizadores de transporte público. Da mesma forma, tem-se continuado a processar o esforço financeiro do Estado por indemnizações compensatórias às empresas públicas de transporte e, desde 2004, às privadas, cujo montante ascendeu, em 2007, a mais de 199 milhões de euros. No entanto, este esforço financeiro não se tem ainda traduzido numa alteração dos comportamentos por parte das populações que as levem a mudar hábitos de mobilidade no sentido de privilegiar a utilização dos transportes colectivos [19].

Outro problema grave diz respeito ao transporte rodoviário de mercadorias que já transporta cerca de 97% das toneladas de produtos movimentadas no território nacional. Este sector, em Portugal, caracteriza-se pelo transporte por conta própria e no baixo nível de especialização o que o torna muito frágil perante a concorrência de grandes empresas internacionais especializadas neste ramo.

O resultado do transporte por conta própria, conjugado com a sua baixa especialização, leva a que no nosso país seja necessário o dobro do número de camiões para transportar a mesma quantidade de mercadoria que na U.E. As consequências desta realidade são o aumento do consumo de energia, da poluição e acidentes e respectivos custos.

Para respeitar as metas de sustentabilidade, nomeadamente a redução das emissões de gases com efeito de estufa acordadas no âmbito do protocolo de Quioto, é, portanto, essencial encontrar maneiras de reduzir as emissões produzidas pelo sector dos transportes. Este não é o único problema a resolver. Praticamente toda a energia utilizada no sector dos transportes da União Europeia é obtida a partir do petróleo [22].

Segundo um estudo da União Internacional de Transporte Público (UITP) espera-se que, em 2020, este sector seja o maior consumidor de energia, superando o da própria indústria, prevendo-se que, naquele ano, o mundo consumirá o dobro da energia, que consome hoje. Actualmente, calcula-se que cerca de 95% do total de transporte tem por base a utilização do petróleo.

Embora o progresso tecnológico permita produzir veículos menos poluentes, as zonas urbanas continuam, cada vez mais, a ser uma importante fonte de emissões de CO₂. Os níveis de emissões poluentes baixaram, nomeadamente graças à aplicação progressiva das normas de emissão Euro. Além disso, existe um quadro legislativo aplicável à utilização dos biocombustíveis. Contudo, a situação não é satisfatória no plano ambiental [23].

Face a estes problemas, os construtores de veículos estão a desenvolver novos modelos mais limpos e mais eficientes na utilização dos combustíveis e estão a trabalhar em novos conceitos. Também estão a ser desenvolvidos esforços no sentido de se melhorarem os transportes públicos e de se encorajar a utilização, quando possível, de meios de transporte respeitadores do ambiente. São porém necessárias, outras medidas para reduzir a quantidade de energia utilizada no sector dos transportes.

Neste contexto, Portugal adoptou a Directiva Europeia n.º 2003/30/CE respeitante aos biocombustíveis através do decreto de lei n.º 62 de 2006. Obtidos a partir de biomassa, um recurso renovável, os biocombustíveis podem substituir directamente os combustíveis fósseis no sector dos transportes e ser facilmente integrados nos circuitos de distribuição dos combustíveis. Juntamente com outras alternativas, tal como o gás natural líquido (GNL), o gás natural comprimido (GNC), o gás de petróleo liquefeito (GPL), os biocombustíveis podem ser utilizados como combustíveis alternativos neste sector, abrindo assim o caminho a soluções mais avançadas, como a utilização de hidrogénio.

Os biocombustíveis podem ser utilizados, em misturas de baixa percentagem com combustíveis convencionais, na maioria dos veículos e podem ser distribuídos pela infraestrutura existente. Alguns veículos a gasóleo podem funcionar com 100 % de biodiesel

(B100) e existem veículos “flex-fuel”, que permitem a utilização de vários combustíveis, em muitos países do mundo.

O mercado português, à semelhança do Europeu, é caracterizado por um elevado número de veículos a gasóleo (29% do consumo é em gasolina e 62% em gasóleo), ficando assim limitado o uso de bioetanol e havendo uma procura muito maior de biodiesel.

A substituição de uma percentagem do gasóleo ou da gasolina por biocombustíveis é, portanto, a maneira mais simples de o sector dos transportes contribuir de imediato para a realização dos objectivos de Quioto, nomeadamente porque os benefícios se generalizariam a todo o parque automóvel. Todavia, mesmo utilizando as tecnologias mais modernas, o custo dos biocombustíveis produzidos dificulta a concorrência com os combustíveis fósseis [22].

Também em 7 de Setembro de 2009 foi lançado pelo governo o “*O Programa para a Mobilidade Eléctrica*”, relativo à utilização de veículos eléctricos que constitui outra das medidas implantadas para fazer frente aos problemas já referidos. A principal vantagem da utilização deste tipo de veículos prende-se com o facto de não emitirem, directamente, gases com efeito de estufa nem qualquer tipo de poluentes. Possuem uma maior eficiência do motor, visto que utilizam tipicamente 0,1 a 0,23 kWh por quilómetro, ao passo que a média de consumo equivalente para um veículo a gasolina é de 0,98 kWh, e apresentam custos de utilização mais reduzidos. Contudo estas vantagens ficam reduzidas, se a origem da energia eléctrica por eles utilizados não for de origem renovável.

Um relatório apresentado em Bruxelas revela que a circulação deste tipo de veículos pode provocar um aumento das emissões de dióxido de carbono, se não forem abastecidos com energia de fontes renováveis. O relatório pertence às associações ambientalistas Amigos da Terra- Europa, Greenpeace e Federação Europeia dos Transportes e Ambiente.

Este estudo mostra que a legislação europeia que regula as emissões dos carros apresenta graves lacunas, ao autorizar os construtores automóveis a “compensar” a venda de veículos eléctricos com a venda de veículos poluentes, que escapam aos limites de emissão definidos na legislação. Por cada carro eléctrico vendido, os construtores automóveis beneficiam de 3,5 “supercréditos”, ou seja, a permissão de venda de 3,5 carros altamente poluentes, sem que as emissões desses veículos sejam contabilizadas no cálculo das emissões médias do construtor.

O resultado desta regra é que a venda de 10 por cento de veículos eléctricos pode levar a um aumento de 20 por cento no consumo de combustível e emissões de carbono no sector automóvel.

4.2.3 Indústria

Em Portugal a Indústria encontra-se organizada em Indústria Transformadora, Indústria Extractiva, Electricidade, Gás e Água, e Construção. Sendo a Indústria Transformadora, o sector industrial dominante, é aquela que consome mais energia.

O consumo de energia final na indústria começou a apresentar uma tendência decrescente a partir de 2000, embora a actividade económica deste sector tenha apresentado, entre 2000 e 2004, taxas de crescimento do Valor Acrescentado Bruto – VAB. A redução do consumo de energia final na indústria nos últimos anos resulta de uma crescente aposta em tecnologias e soluções energéticas mais eficientes.

A introdução de gás natural em Portugal levou a um decréscimo do consumo de outros combustíveis de origem fóssil no sector industrial. Na figura 20 está representada a evolução do consumo de energia final na indústria em Portugal, sendo o contributo de renováveis observado proveniente da biomassa.

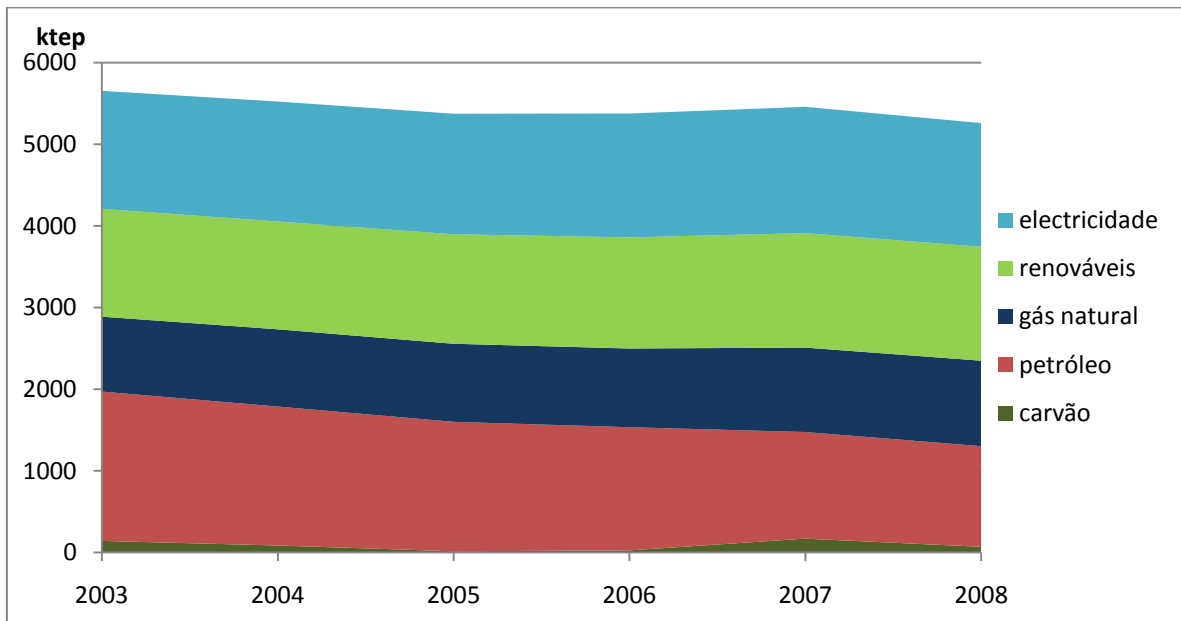


Figura 20 – Consumo de energia final na indústria, por fonte, em Portugal (2003-2008).
Fonte: EUROSTAT

Na indústria estas fontes de energia concorrem para obtenção de energia para climatização e no fornecimento de energia a máquinas e fornos.

O custo da energia tem impacto directo, a curto prazo, nos resultados financeiros do sector industrial, pelo que é de esperar que o consumo continue a descer, resultante do investimento no uso racional de energia, na eficiência energética.

A actividade industrial é a segunda maior emissora de gases com efeito de estufa, a seguir aos transportes, uma vez que não existem processos de fabrico que sejam totalmente limpos. Os impactes ambientais decorrentes das emissões industriais variam com o tipo de indústria, matérias-primas utilizadas, produtos fabricados, substâncias produzidas e com os próprios processos de fabrico. Entre os poluentes atmosféricos resultantes da actividade industrial destacam-se as emissões de dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂), e de compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM).

A Indústria Transformadora, sendo a que tem mais actividade, é a que mais emissão de GEE emite, apresentando um valor de 23358 tCO₂ equivalente libertados para a atmosfera em 2007.

4.2.4 Serviços e Doméstico

O aumento do consumo de energia final no sector doméstico está directamente relacionado com o crescimento demográfico e o aumento da qualidade de vida da população. As populações cada vez são mais exigentes em relação às necessidades de conforto (climatização) e, com o aumento do poder de compra, o número médio de electrodomésticos e equipamentos consumidores de energia existentes nos lares, aumenta.

Tal como o sector doméstico, as necessidades energéticas do sector dos serviços derivam da climatização. Praticamente toda a tecnologia existente depende quase exclusivamente da electricidade para o seu funcionamento. É, portanto um sector que se caracteriza por forte dependência da electricidade e com muito poucas alternativas a esta, como se pode verificar na figura 21.

Estes dois sectores foram responsáveis, em 2008, por 4716 ktep de energia final consumida no nosso país. A contribuição de renováveis presentes na figura 21 pertence á biomassa consumida no sector doméstico, na forma de lenhas e resíduos florestais, utilizados para aquecimento.

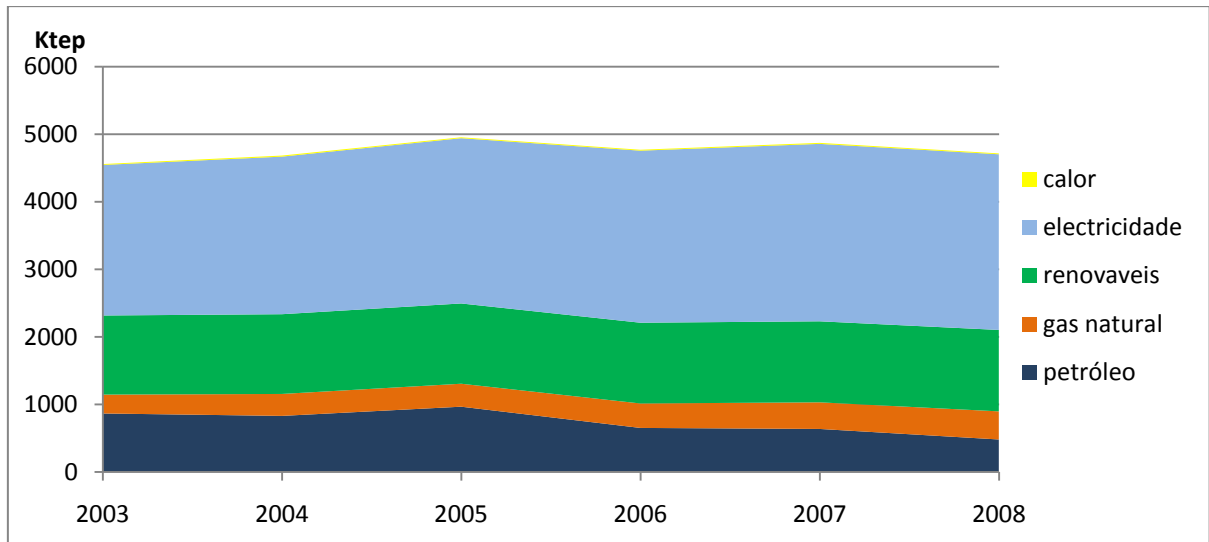


Figura 21- Consumo de energia final nos sectores doméstico e serviços, por fonte, em Portugal (2003-2008). Fonte:EUROSTAT

O sector dos serviços foi o que apresentou uma maior taxa de crescimento do consumo de energia final nos últimos anos. Este crescimento está directamente relacionado com o crescimento da actividade terciária e, também, com o aumento das necessidades de conforto no local de trabalho (climatização).

No sentido de baixar o consumo do sector doméstico, tal como nos serviços, é necessário apostar em soluções de climatização mais eficientes, nomeadamente arquitectura bioclimática, integração de soluções de microgeração e baseadas em FER, isolamentos e materiais de construção bioclimáticos. Pelo lado do cidadão, é necessário alterar comportamentos, apostar na sensibilização do consumidor para comprar electrodomésticos e equipamentos de uso doméstico de baixo consumo, educar para uma utilização racional da energia e promover uma cultura de planeamento de médio a longo prazo.

4.2.5 Agricultura e Pesca

O sector económico Agricultura e Pesca, apresenta muito pouco significado quando comparado com os restantes sectores económicos, no que toca ao consumo de energia final em Portugal. Este facto é justificado por uma redução da contribuição deste sector para a actividade económica do país.

A dinâmica da evolução da actividade económica do sector agrícola e pescas, ao longo da última década, registou alguma instabilidade, em grande parte devido à sua dependência das condições meteorológicas. Estas oscilações influenciam directamente a evolução real do VAB do sector primário e, conseqüentemente, o consumo de energia.

No sector primário, grande parte do consumo de petróleo deve-se á maquinaria agrícola (tractores, debulhadoras, compactadoras...) e às frotas pesqueiras. A electricidade, a segunda maior parcela do consumo, é consumida para iluminação, em sistemas de rega e bombagem, em alguma maquinaria usada no sector e, nas pescas, para conservação do peixe.

O consumo de gás natural é muito reduzido e é utilizado basicamente para aquecimento, por exemplo das estufas, dos tanques de aquacultura e dos aviários. Actualmente, já existem algumas soluções para aquecimento a biomassa, em alternativa ao gás natural, embora o seu contributo ainda não sirva para se contabilizar no consumo de energia final.

O gasóleo agrícola, destinado aos sectores agrícola e florestas, beneficia de uma redução da taxa de Imposto Sobre Produtos Petrolíferos (ISP). Também o gasóleo utilizado no sector das pescas (gasóleo marítimo) beneficia de uma redução do ISP. Estes factos, associados à falta de tecnologias de combustíveis alternativos disponíveis comercialmente, específicas para o sector (à semelhança do que se passa no sector dos transportes), concorrem para que, o petróleo seja o combustível que mais contribui para consumo de energia final neste sector.

Sendo, o consumo de energia final neste sector muito reduzido quando comparado com os restantes sectores da economia, e por possuir uma contribuição de FER muito baixa, torna-se irrisório a contabilização da contribuição de FER deste sector para o consumo total de energia final em Portugal.

5. Contribuição das Fontes Renováveis de Energia em Portugal

5.1 Sector Eléctrico

De todos os sectores económicos, o sector eléctrico foi o que sofreu um maior aumento da incorporação de FER na geração de energia em Portugal. Na produção de electricidade verificou-se um aumento da contribuição de FER de 43% entre 1990 e 2008. Esta contribuição tem uma grande variação anual devido à diferença da produção hídrica em anos mais secos ou mais húmidos.

O consumo de energia eléctrica tem subido ao longo dos últimos anos, ainda que com um abrandamento desde 2006. Devido à recessão económica que ocorreu em 2009, e que atingiu quase todos os sectores da economia, o consumo de electricidade diminuiu em relação a 2008. Até 2009, a produção de electricidade de origem fóssil tem oscilado em torno dos 30000 GWh, enquanto a electricidade de origem renovável praticamente duplicou nos últimos 10 anos.

O maior incentivo para este crescimento foi o estabelecimento das tarifas diferenciadas para a energia eléctrica produzida em centrais de fontes renováveis, “feed-in-tariffs”, a partir de 1999. Esta medida, obriga os fornecedores de energia a comprar a electricidade produzida a partir de recursos renováveis a um preço fixo, o qual varia em função do grau de maturidade das várias tecnologias disponíveis no mercado nacional.

Na produção descentralizada de electricidade de origem renovável o Programa “Renováveis na Hora” tem impulsionado a microgeração. O seu contributo para a quota de energia eléctrica de origem renovável ainda é quase imperceptível, mas não deixa de ser uma boa medida para o crescimento da produção de energia eléctrica através de fontes renováveis.

Até 2008, a importação de energia eléctrica aumentou consideravelmente, atingindo cerca de 19% do consumo nesse ano. Contudo, com o abrandamento de 2009 devido à recessão económica, esse valor caiu para metade, tendo-se inclusivamente observado que em Dezembro de 2009, e nos primeiros dois meses de 2010, Portugal apresentou um saldo líquido exportador de electricidade para Espanha – o que sucedeu pela primeira vez em vários anos [24].

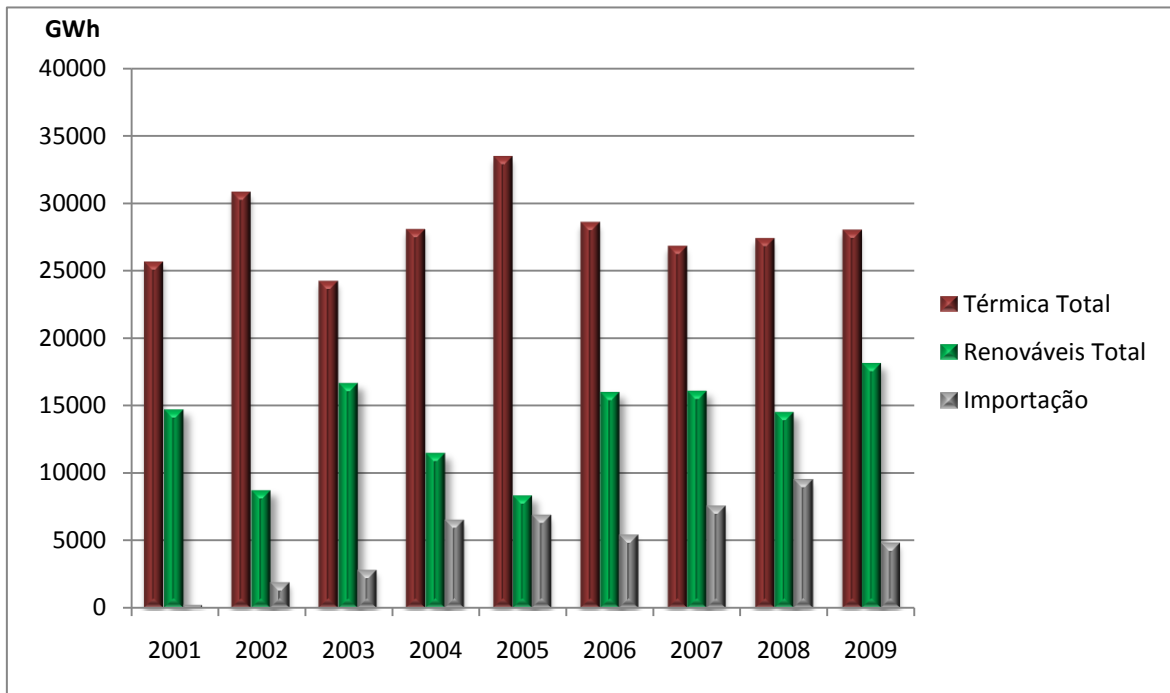


Figura 22 - Produção de energia eléctrica em Portugal (2001-2009).
 Fonte: APREN, REN, DGGE, INEGI

A grande hídrica é a tecnologia que mais contribui para a quota de renováveis em Portugal. A potência de grandes centrais hídricas foi praticamente toda instalada até 1994, sendo que a partir daí os únicos aumentos de potência instalada ocorreram em 2004 com a entrada em funcionamento da central hidroeléctrica do Alqueva e em 2005 com a central de Frades. Em 1995 a Grande Hídrica representava 87% da potência eléctrica de origem renovável instalada; em 2009 essa percentagem diminuiu para 50,5%, devido ao aumento da potência eólica [24].

A energia de base eólica é a que mais tem crescido nos últimos anos, quase pondo-se em pé de igualdade com a hídrica no que toca a produção de electricidade. Foi a partir de 2003 que a potência eólica instalada começou a crescer a uma média de 65% ao ano. Este facto deve-se à aprovação do Decreto-Lei 312/2001 de 10 de Dezembro, que definiu o regime de gestão da capacidade de recepção de energia eléctrica nas redes do Sistema Eléctrico de Serviço Público proveniente de centros electroprodutores do Sistema Eléctrico Independente.

A energia de base eólica e a energia hídrica são as que mais contribuem para o consumo de energia eléctrica proveniente de fontes renováveis. No entanto esta energia deveria ser produzida ao mesmo tempo que é consumida, para que a oferta conseguisse satisfazer a procura, e não houvesse desperdício de energia (excedentes) nos períodos de vazio. Como tal não é possível, a complementaridade hídrica-eólica assume especial importância.

As novas centrais hidroeléctricas equipadas com sistema de bombagem, permitem usar eficientemente o excesso de produção eólica, armazenando energia nas horas de vazio para posterior turbinamento nas horas de ponta. O sistema permite que nos períodos de menor consumo do dia, e que geralmente corresponde a grande produção eólica, esta energia possa ser aproveitada para fazer bombear a água das albufeiras. Com este modelo é possível a reutilização para produzir nova energia hidroeléctrica em períodos mais rentáveis.

Nas restantes tecnologias de FER, a que mais se evidencia é a biomassa que tem sofrido um grande desenvolvimento, com um aumento de produção de energia eléctrica, enquanto a energia fotovoltaica ainda está a começar a desenvolver-se no nosso país, sem deixar de ter em conta que é uma tecnologia que apresenta um grande potencial de desenvolvimento para o futuro. E mesmo com um contributo pouco significativo face a outras tecnologias, a energia fotovoltaica apresentou um crescimento de 315% do ano de 2008 para 2009.

Não foi considerado neste estudo, a produção de energia eléctrica a partir da energia dos oceanos, pois as tecnologias a ela associadas ainda estão num estado pouco avançado, e só existem alguns projectos de demonstração instalados mas nenhum à escala pré-comercial.

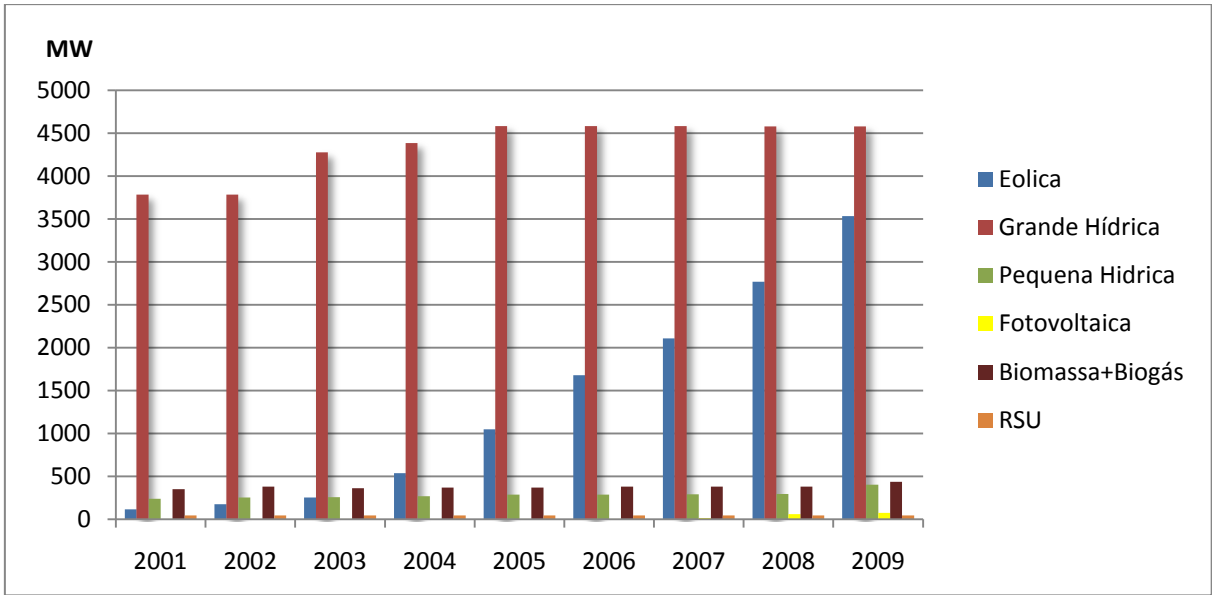


Figura 23 - Evolução da potência instalada por tecnologia de produção de energia eléctrica de origem renovável em Portugal.

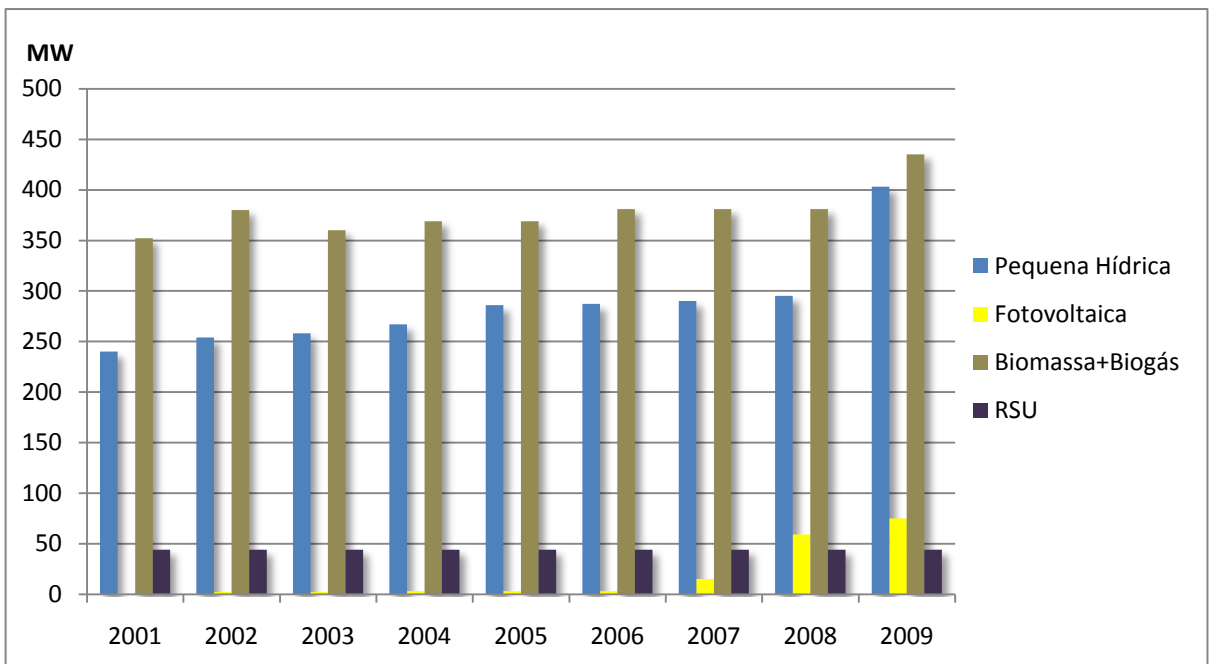


Figura 24 - Detalhe da evolução da potência instalada por tecnologia de produção de energia eléctrica de FER's em Portugal, com valores abaixo de 500 MW.

Especificamente para o ano de 2009, por ser o ano mais recente e o mais próximo da data prevista pela directiva 2001/77/CE, para o cumprimento das metas específicas para 2010, apresentam-se de seguida nas figuras 25 e 26, toda a informação relativa à produção de energia eléctrica no nosso país.

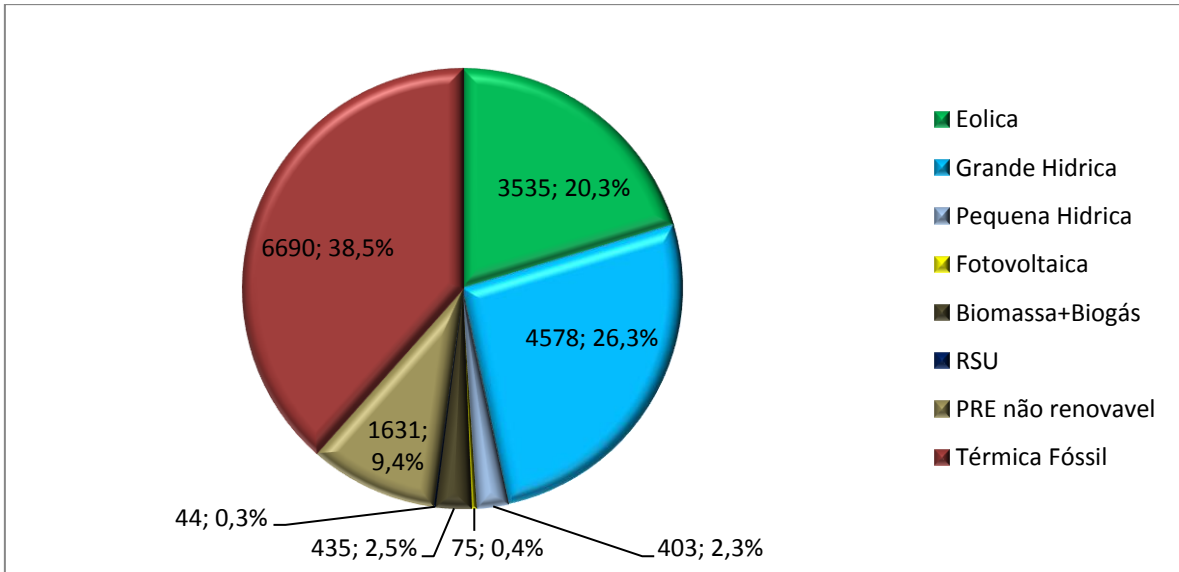


Figura 25 - Potência de energia eléctrica instalada, por tecnologia, em MW, e respectiva percentagem, em Portugal até 2009.

Na figura 26 verifica-se que a Eólica quase igualou a Grande Hídrica nesse ano, o que também se deve ao facto de ter sido um ano um pouco seco com um índice de pluviosidade 23% abaixo da média.

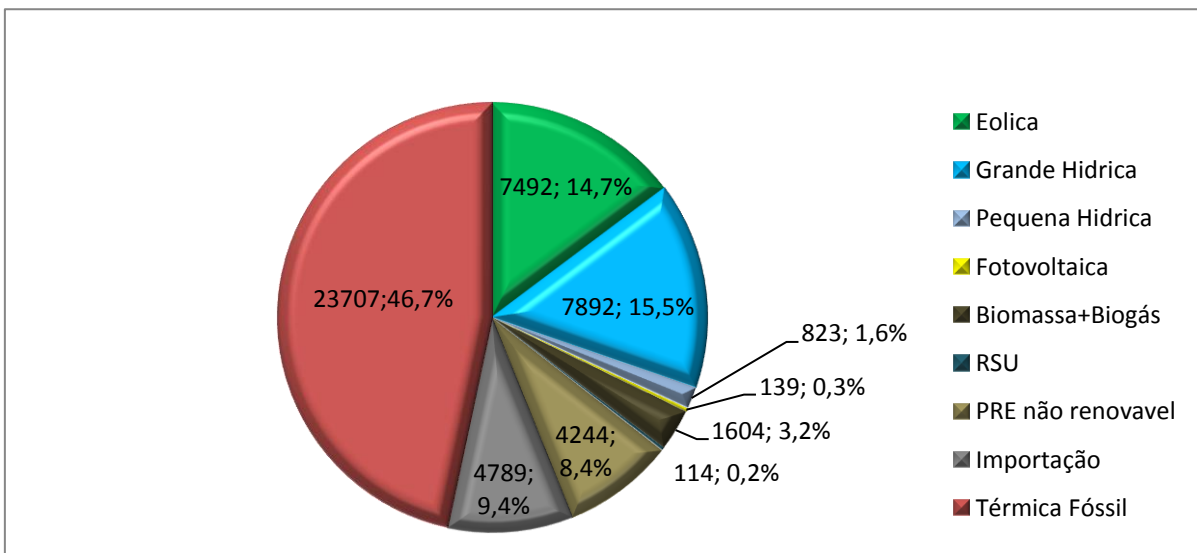


Figura 26-Geração de electricidade, por tecnologia, em GWh, e respectiva percentagem em Portugal no ano de 2009.

A análise das figuras 25 e 26 pode conduzir à tentação de proceder a um cálculo simples. Sendo a capacidade de energia eléctrica de base eólica instalada em 2009 de 3535 MW, correspondendo para o mesmo ano uma geração de electricidade de 7492 GWh, pode-se

constatar que a electricidade de base eólica obteve 2120 horas anuais médias equivalentes de produção nesse ano. Contudo, este valor não é elucidativo da realidade, pois o valor da capacidade instalada foi aumentando ao longo de 2009, e o valor indicado na figura 26 apenas foi alcançado no final do ano.

A utilização de recursos naturais para a produção de energia eléctrica tem subjacente um coeficiente de utilização, que representa o coeficiente de utilização da capacidade geradora instalada, proveniente do recurso em causa e que, em função da capacidade instalada, mede o aproveitamento da produção de cada fonte de energia num determinado intervalo de tempo. As horas equivalentes a plena carga referidas no parágrafo anterior são uma das formas de indicar esse coeficiente². O coeficiente de utilização difere entre as diversas fontes de energia, registando a hídrica e eólica, fontes com maior peso na produção de energia eléctrica, valores moderados em relação às tecnologias de aproveitamento dos RSU e da biomassa.

As variações de utilização apresentadas entre as diversas fontes de energia resultam de um conjunto de factores, nomeadamente a tecnologia associada ao aproveitamento dos respectivos recursos e o potencial e disponibilidade dos recursos no nosso país. Apesar do coeficiente de utilização ser mais elevado para algumas fontes renováveis de energia (RSU e biomassa), a maior proporção de capacidade instalada em fontes de energia com coeficientes de utilização mais reduzidos (hídrica e eólica) justifica-se pela maior disponibilidade dos respectivos recursos naturais.

² Considerando que o ano tem 8760 horas, o valor de 2120 horas anuais equivalentes a plena carga (hpc) significa que a energia produzida é equivalente à que seria gerada se toda a capacidade instalada produzisse a plena carga durante 2120 horas.

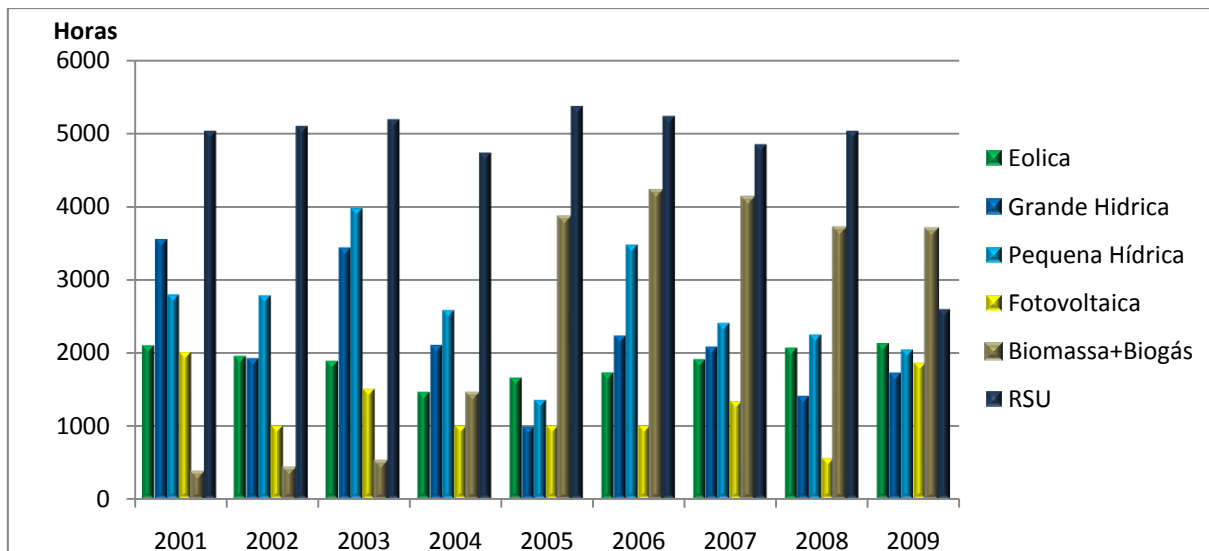


Figura 27 - Evolução das horas anuais médias de produção equivalente por tecnologia em Portugal.

A produção de electricidade de origem renovável varia significativamente de ano para ano devido à variabilidade da energia de base eólica e da influência da produção de energia hidroeléctrica.

Quanto à produção de energia eléctrica de base eólica, está associado a esta um índice de produtividade eólico, também denominado por índice de eolicidade (IE). Este índice visa quantificar as flutuações da produção de energia eléctrica de um parque eólico em torno do valor médio, ou de longo termo. Tais flutuações são características do regime de ventos próprio de cada zona geográfica. Dada a grande variabilidade do recurso eólico em algumas regiões do país, em especial as regiões no norte montanhoso de Portugal, o IE poderá não ser representativo para todos os parques que nela se encontrem. Mesmo assim, o IE calculado pelas entidades competentes pretende ser representativo para o maior número de parques numa dada região. Em 2009 este índice foi de 102,2%, ou seja 2,2 % acima do valor médio [25].

O efeito da variação da produção de energia hidroeléctrica é suavizado ao corrigir a produção hídrica com o coeficiente de hidraulicidade, com o qual se pretende que esta variação seja atenuada recorrendo a condições médias. Esta correcção serve apenas para efeitos estatísticos e é denominada por correcção da hidraulicidade.

O número oficial de produção de energia eléctrica é calculado em função da Directiva 2001/77/CE, ao abrigo da qual a produção hidroeléctrica pode ser corrigida mediante indexação a um Índice de Produtividade Hidroeléctrica (IPH) de um ano de referência. Esse índice depende obviamente da pluviosidade e permite quantificar o desvio entre o valor da

produção hidroeléctrica verificada em dado ano e a produção que haveria em ano de regime hidroeléctrico médio.

A correcção da hidraulicidade é calculada de formas distintas, dependendo da entidade que a efectua. A Direcção Geral de Energia e Geologia utiliza 1997 como ano hidrológico de referência, tendo sido um ano 22 por cento acima da média, correspondendo a um IPH de 1,22. Logo, a produção de energia eléctrica de origem hídrica para um dado ano é calculada,

$$E = \frac{(E_{pi} * 1,22)}{IPH_i} \quad \text{Equação 1}$$

Com:

i - Ano

E - Energia produzida com correcção de hidraulicidade

E_{pi} - Energia produzida no ano i

IPH_i - Índice de produtividade hidroeléctrica

Já a APREN só tem em conta o IPH do ano relativamente ao qual é calculada a produção de energia eléctrica de base hídrica. Sendo assim,

$$E = \frac{E_{pi}}{IPH_i} \quad \text{Equação 2}$$

Este método de cálculo faculta um resultado mais real da produção de energia num dado ano, e foi o adoptado para efectuar os cálculos que contribuiram para concluir as figuras apresentadas ao longo deste capítulo.

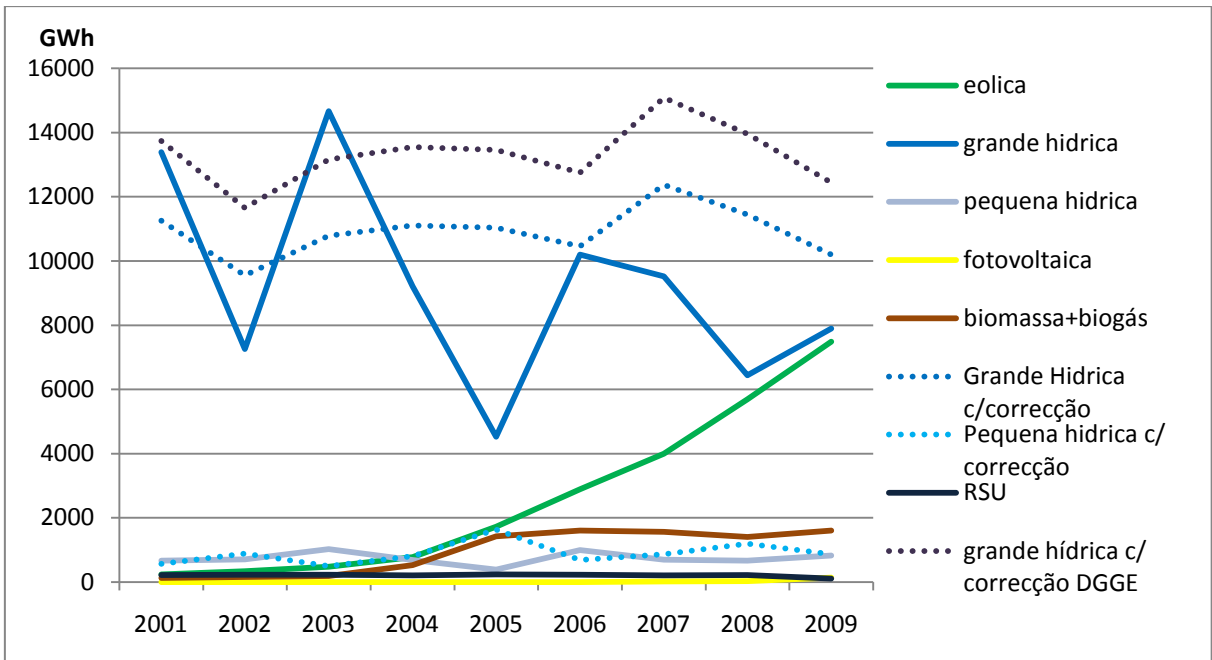


Figura 28 - Geração de electricidade, por tecnologia de produção de electricidade de origem renovável em Portugal com e sem correcção da hidraulicidade (2001-2009).

Sem a correcção de hidraulicidade a quota de electricidade de origem renovável variou entre um máximo de 38,09% em 2003 e um mínimo de 17,10% em 2005. Embora com o grande crescimento da energia de base eólica que se vem a assistir nos últimos anos, em 2009 a quota de renováveis foi de 35,56%.

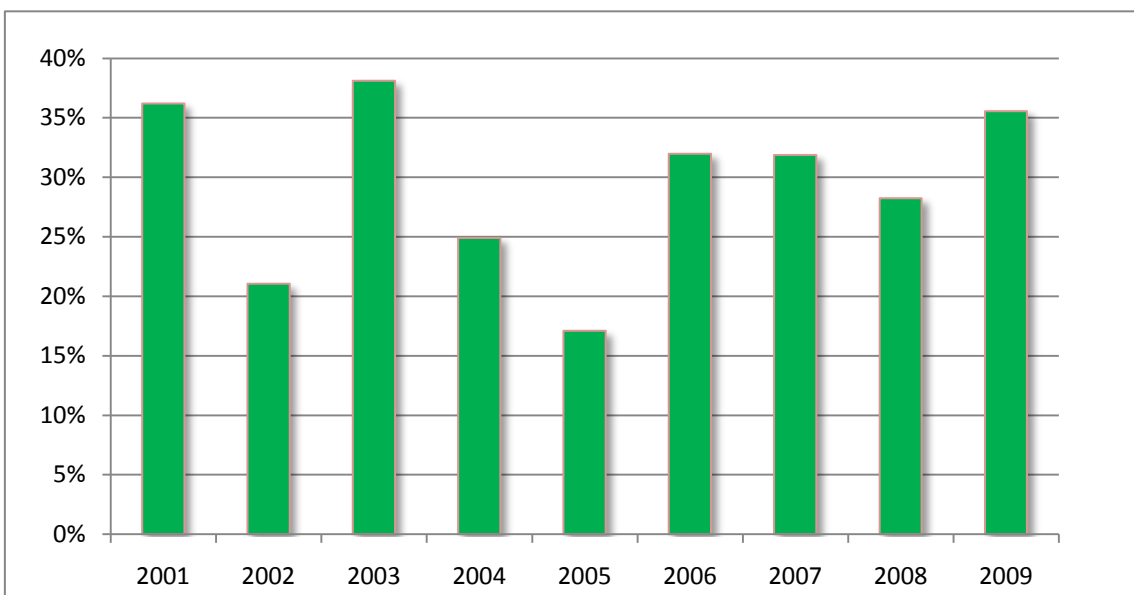


Figura 29 - Quota de renováveis na electricidade (2001-2009)

Agora, verificando os mesmos dados, mas considerando a correcção de hidraulicidade, nota-se um aumento da quota de renováveis e inclusivamente uma evolução crescente a partir de 2002. O aumento da produção de energia de base eólica tem contribuído nos últimos anos para equilibrar a grande tendência de variação da energia hídrica.

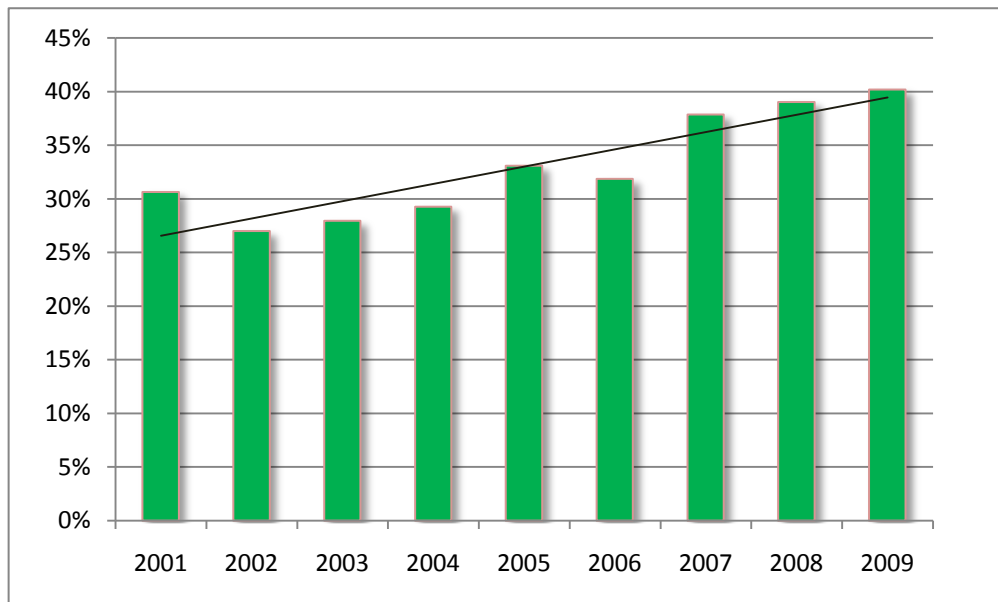


Figura 30 - Percentagem de Renováveis com correcção da hidraulicidade.

Observando a figura 30 verifica-se que em 2009 se atingiram 40,2% de electricidade renovável corrigida. Com este valor Portugal ultrapassou a meta de 39% considerada na directiva 2001/77/CE, prevista até ao ano de 2010. Este facto permite olhar com optimismo para a meta de 45% de electricidade renovável em 2010 incluída nas novas metas de 2007 aprovadas pela Resolução de Conselho de Ministros no 1/2008.

Por conseguinte, se for considerada a correcção da hidraulicidade feita pela eq.1, no cálculo da quota de renováveis, a meta imposta pelo governo para 2010 quase foi atingida em 2009 com um valor de 44,5%. Logo, é possível afirmar que o Governo poderia subir a meta de 45% para 2010, já que esta quase foi alcançada em 2009.

5.2 Sector Transportes

O sector dos transportes em Portugal é caracterizado pela quase total dependência dos combustíveis de origem fóssil para obtenção de energia. Na figura 31 pode-se verificar a contribuição de cada tipo de combustível para este sector, onde se confirma que o gasóleo é o combustível mais utilizado. Hoje em dia a sua procura é cinco vezes maior que a da gasolina. Isto deve-se ao facto do gasóleo ter um preço mais reduzido em comparação com o da gasolina, e a tecnologia em que este é utilizado conduz à redução dos consumos.

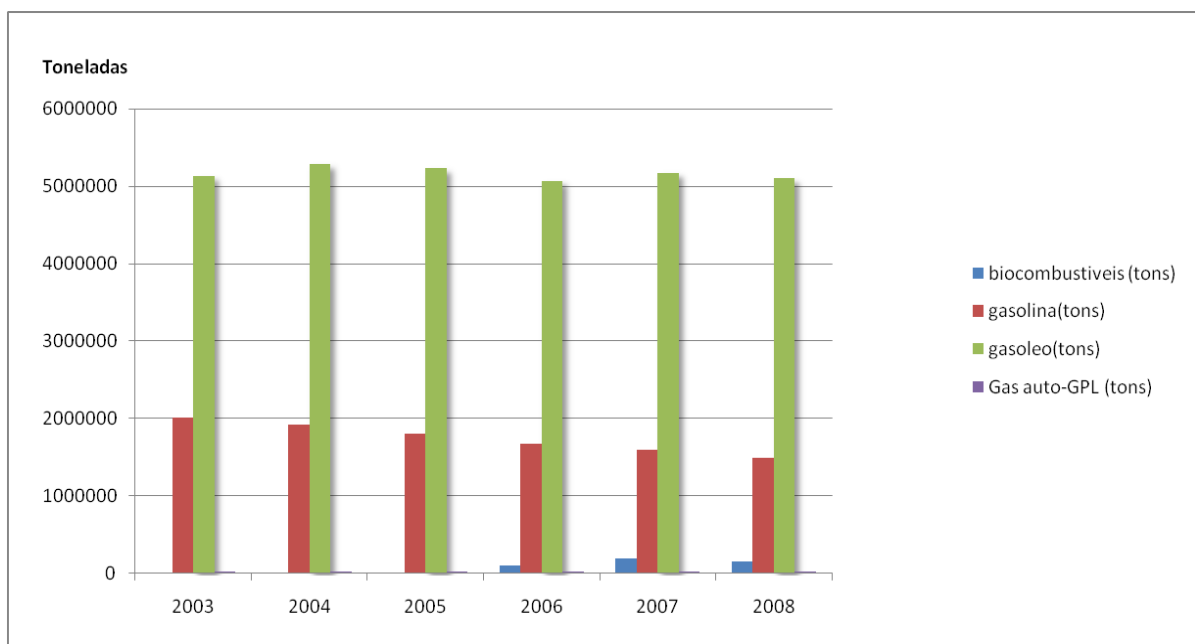


Figura 31 - Consumo de cada tipo de combustível em Portugal (2003-2008)

No sector dos transportes, a contribuição de FER é ainda muito pouco significativa. Esta pequena contribuição apenas é proporcionada através da utilização dos biocombustíveis rodoviários. Sendo estes apenas incorporados no gasóleo - biodiesel.

A nova Directiva já prevê a contabilização da mobilidade eléctrica, o que irá favorecer Portugal, uma vez que a percentagem nacional de electricidade renovável é elevada. Contudo, o impacto da mobilidade eléctrica no sector dos transportes será sempre reduzido, no curto/médio prazo, exigindo um esforço adicional no incentivo à introdução de biocombustíveis, em especial de 2ª geração.

Na figura 32 pode-se verificar a baixa incorporação de biocombustíveis no sector dos transportes, resultante das fracas políticas postas em prática até à data.

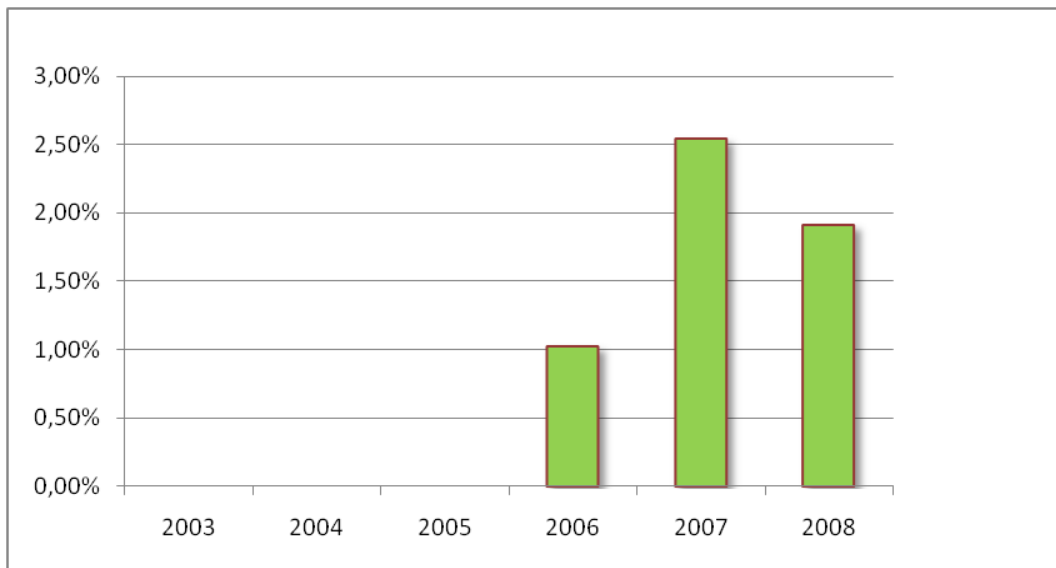


Figura 32 - Percentagem de incorporação dos biocombustíveis em Portugal.

Em 2006, das 91327 toneladas de biodiesel FAME (Fatty Acid Methyl Ester) produzidas, foram incorporadas 80337 toneladas, o que representa no total, 1,02% de incorporação em todo o sector dos transportes. Já em 2007 foram produzidas 195884 toneladas de biodiesel FAME, de entre as quais foram incorporadas 189836 toneladas, representando uma incorporação de 2,54% neste sector. Em 2008 foram incorporadas 146874 toneladas de biodiesel FAME, que corresponde a 1,91% de incorporação nos transportes rodoviários. Em nenhum ano se registou incorporação dos biocombustíveis na gasolina, sendo a totalidade dessa incorporação no gasóleo.

Conforme foi referido na secção 2.5, Portugal carece de matérias-primas para a produção de biocombustíveis. Deste modo, Portugal continua energeticamente dependente do exterior e também, não se consegue a diminuição local de emissões de dióxido de carbono, em virtude da matéria-prima ter sido cultivada noutra região, o que vai contra alguns propósitos da utilização de fontes renováveis para a produção de energia.

Uma das soluções é o aproveitamento de óleos alimentares usados (OAU) para a produção de biocombustíveis. A produção estimada de óleos alimentares usados em Portugal é da ordem de 43.000 t a 65.000 t por ano, das quais cerca de 62 % são geradas no sector doméstico, 37 % no sector da hotelaria e restauração e uma fracção residual na indústria alimentar [26].

O Decreto-Lei n.º 267/2009, de 29 de Setembro, que entrou em vigor a 1 de Novembro de 2009, estabelece o regime jurídico da gestão de OAU, produzidos pelos sectores industriais, da hotelaria e restauração e doméstico.

O decreto-lei cria um conjunto de normas que visam quer a implementação de circuitos de recolha selectiva, o seu correcto transporte, tratamento e valorização, por operadores devidamente licenciados para o efeito, quer a rastreabilidade e quantificação de OAU. É conferido especial enfoque à recolha de OAU no sector doméstico, atribuindo um papel de relevo aos municípios e estabelecendo objectivos concretos para a constituição de redes municipais de recolha selectiva.

Tendo em conta os baixos resultados de incorporação de biocombustíveis rodoviários no ano de 2008, foi decretada através do Decreto-Lei n.º 49/2009, de 26 de Fevereiro a incorporação obrigatória no gasóleo rodoviário de 6% de biodiesel FAME (Fatty Acid Methyl Ester), em volume, para o ano de 2009, e 10% para 2010. Estas obrigações deveriam alterar o panorama pelo menos para os anos de 2009 e 2010 aos quais diz respeito, mas enquanto a norma EN 590, que fixa o valor em 7% de incorporação obrigatória de biocombustíveis em gasóleo rodoviário, não for alterada, não se ultrapassará esse valor.

5.3 Sector Industrial

O sector industrial é o segundo maior consumidor de energia, de todos os sectores de actividade económica no nosso país. Em 2008 o valor do consumo de energia final neste sector cifrou-se em aproximadamente 5500 ktep, representando uma percentagem de 31% no consumo total de energia em Portugal. A maior parte desta energia é obtida directamente pela queima de combustíveis fósseis, sendo que uma parte da energia consumida é electricidade, que tem vindo a aumentar nos últimos anos. A maior parte de energia eléctrica neste sector é consumida pela indústria transformadora, cujo consumo em 2007 ascendeu a 16635 GWh.

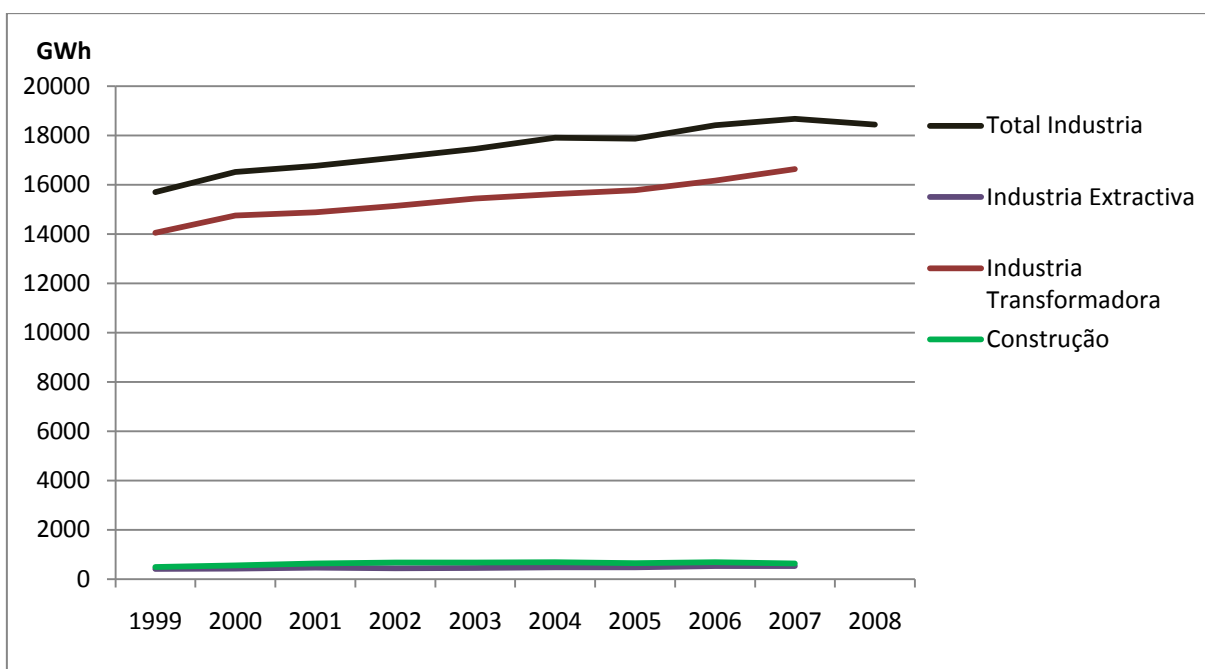


Figura 33 - Evolução da energia eléctrica consumida nos vários sectores da Industria (1999-2008).

O sector industrial apresentou um consumo de energia eléctrica no ano de 2008 de 18453 GWh (5351,4 ktep). Sabendo que nesse mesmo ano a quota de renováveis no sector eléctrico foi de 39,04%, com correcção da hidraulicidade, pode-se afirmar que o contributo de renováveis para este sector foi de 13,65% nesse ano.

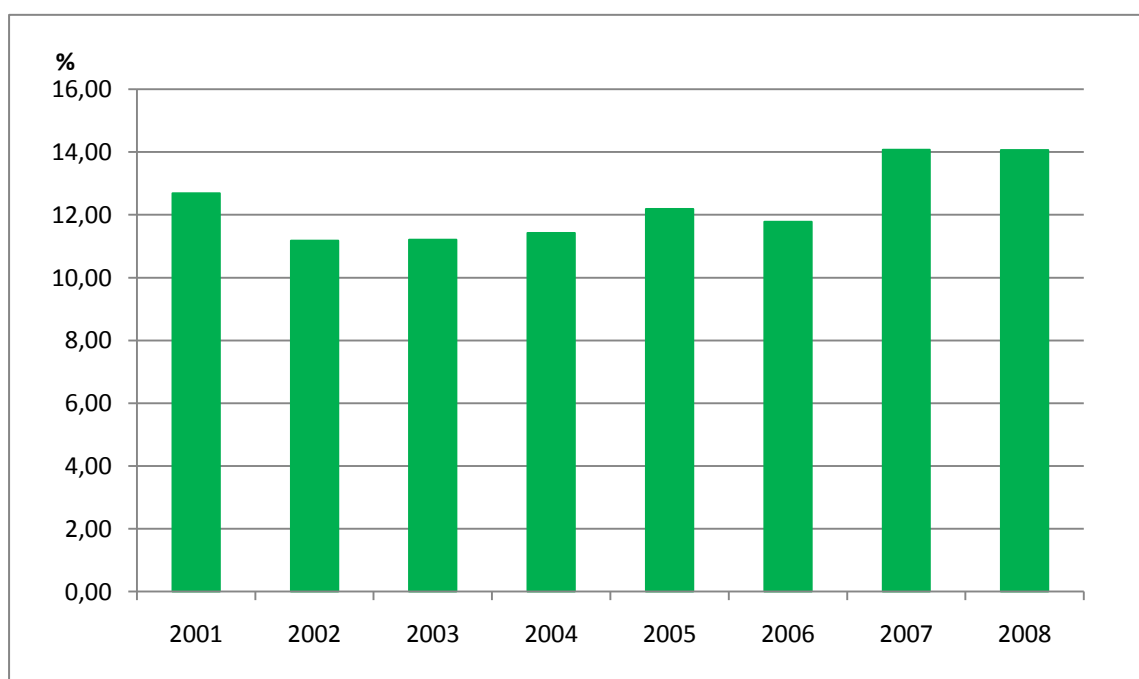


Figura 34 - Quota de energia renovável proveniente da energia eléctrica consumida.

Além da contribuição de FER proveniente da energia eléctrica consumida no sector industrial, também existe o contributo pela utilização da biomassa. O consumo de energia proveniente desta fonte renovável de energia aumentou 25% no período entre 1999 e 2008. A maioria desta energia obtida a partir da biomassa provem da cogeração, totalizando 91% em 2007. Em 2008 o total de energia consumida proveniente da biomassa foi de 612 ktep.

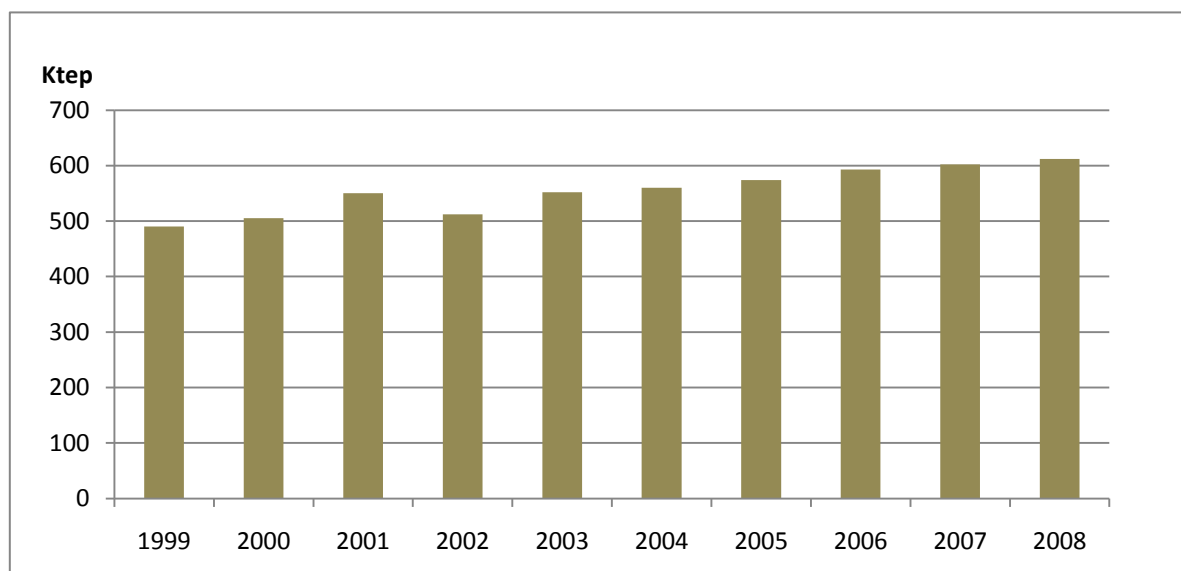


Figura 35 - Evolução da energia consumida proveniente da Biomassa na Indústria.

Porém, convém salientar, que no sector industrial, a percentagem de energia de fontes renováveis deve-se na maior parte à electricidade consumida, oriunda do sector eléctrico. A biomassa ainda contribui muito pouco para o consumo de energia neste sector. Neste contexto, existe a necessidade de incrementar o consumo de energia proveniente de fontes renováveis na indústria, aumentando o consumo de energia proveniente da biomassa, e na aposta da energia solar térmica.

5.4 Sector de Serviços e Doméstico

O consumo de energia no sector doméstico apresentou em 2008 uma fatia de 18% do consumo energético total em Portugal. Apesar de este valor ser ainda baixo, comparativamente com a média Europeia (25%), relacionado essencialmente com a baixa taxa de posse de equipamentos consumidores, verificou-se na última década um crescimento significativo do consumo de energia no sector doméstico que ronda os 3% por ano. Um crescimento ainda mais acentuado verificou-se no sector dos serviços, o qual tem registado o maior aumento do consumo de energia final nos últimos anos. Em 2008, declarou 13% do consumo total de energia final.

O contributo de FER para estes sectores é proveniente da energia eléctrica consumida, a qual também é usada em aquecimento e arrefecimento, no entanto o sector doméstico também utiliza energia da biomassa para aquecimento e energia solar térmica para AQS. Para aquecimento também existem tecnologias de energia geotérmica de baixa entalpia no nosso país, mas o seu contributo é quase nulo para o total de energia final consumida.

Desde 1999 até 2008, o consumo de electricidade no sector doméstico aumentou 41%. Para o mesmo período o consumo de electricidade no sector de serviços registou um crescimento de 46%.

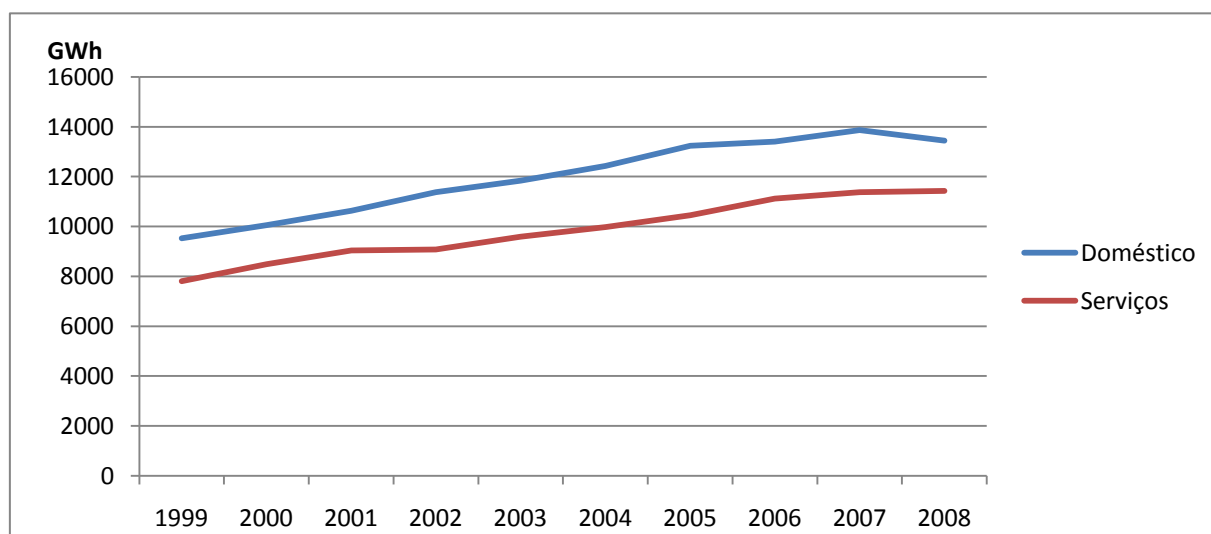


Figura 36 - Evolução da energia eléctrica consumida em Portugal no sector doméstico e serviços (1999-2008).

A energia eléctrica consumida no sector doméstico no ano de 2008 foi de 13444 GWh. Sabendo que nesse ano a quota de renováveis no sector eléctrico foi de 39,04%, com correcção da hidroelectricidade, conclui-se que o contributo de FER proveniente da energia eléctrica para este sector foi de 10,3% nesse ano, correspondente a 1377 GWh.

Para o mesmo ano o sector de serviços declarou um consumo de electricidade de 11430 GWh. Pela mesma razão descrita em cima, este sector obteve um contributo de renováveis de 8,71% em 2008, correspondente a 996 GWh.

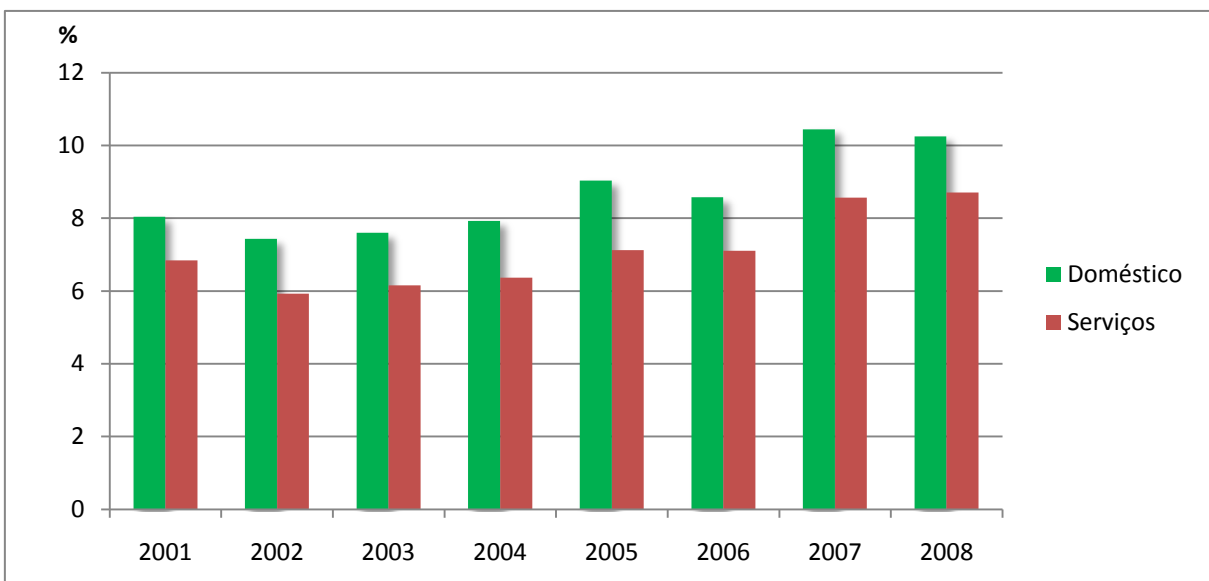


Figura 37 - Percentagem de energia renovável proveniente da electricidade consumida nos sectores Doméstico e Serviços entre 2001 e 2008.

O maior contributo para a quota de FER utilizadas directamente no sector doméstico ainda continua a ser o da biomassa, com um valor de 1129,5 ktep em 2008, representada pelas lenhas e resíduos florestais, utilizados para aquecimento e nas cozinhas. Embora estes recursos sejam endógenos, as tecnologias tradicionalmente utilizadas são de muito baixa eficiência (lareiras, fornos a lenha, ...). Para o mesmo ano a energia solar térmica apresentou uma contribuição de 25,3 ktep.

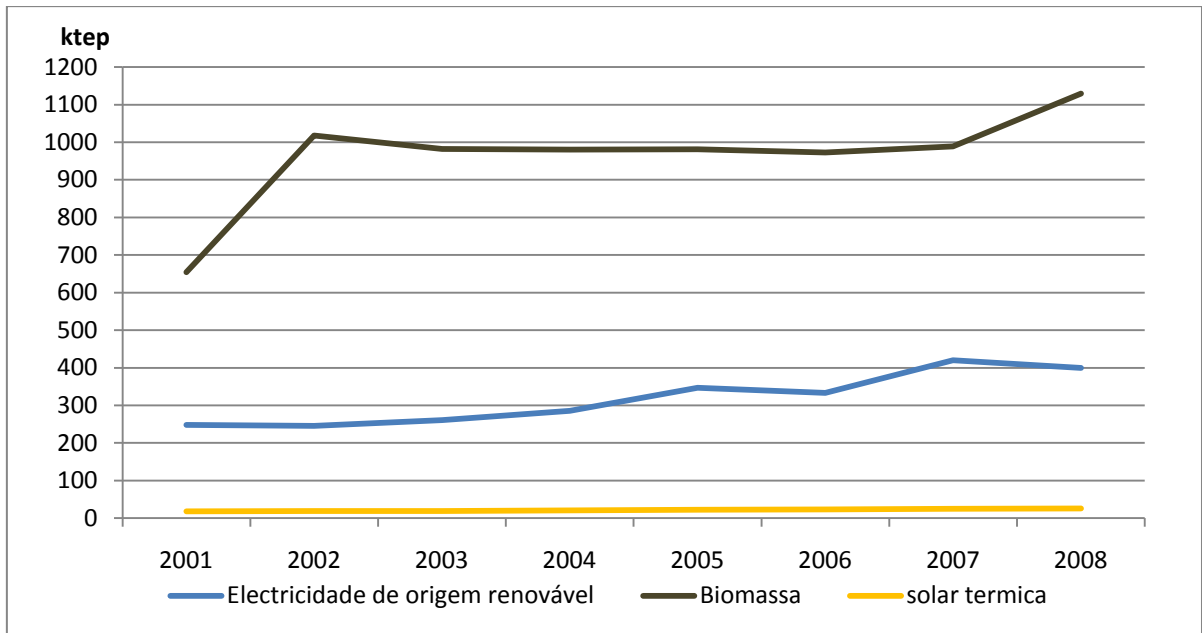


Figura 38- Consumo de energia de fontes renováveis, por tipo, no sector Doméstico (2001-2008)

Portugal é um dos países da Europa que apresenta um recurso em energia solar mais elevado, atingindo 3000 horas de sol por ano em algumas regiões. Como se pode observar na figura 39, os valores de radiação solar disponível em Portugal são dos mais elevados de toda a Europa.

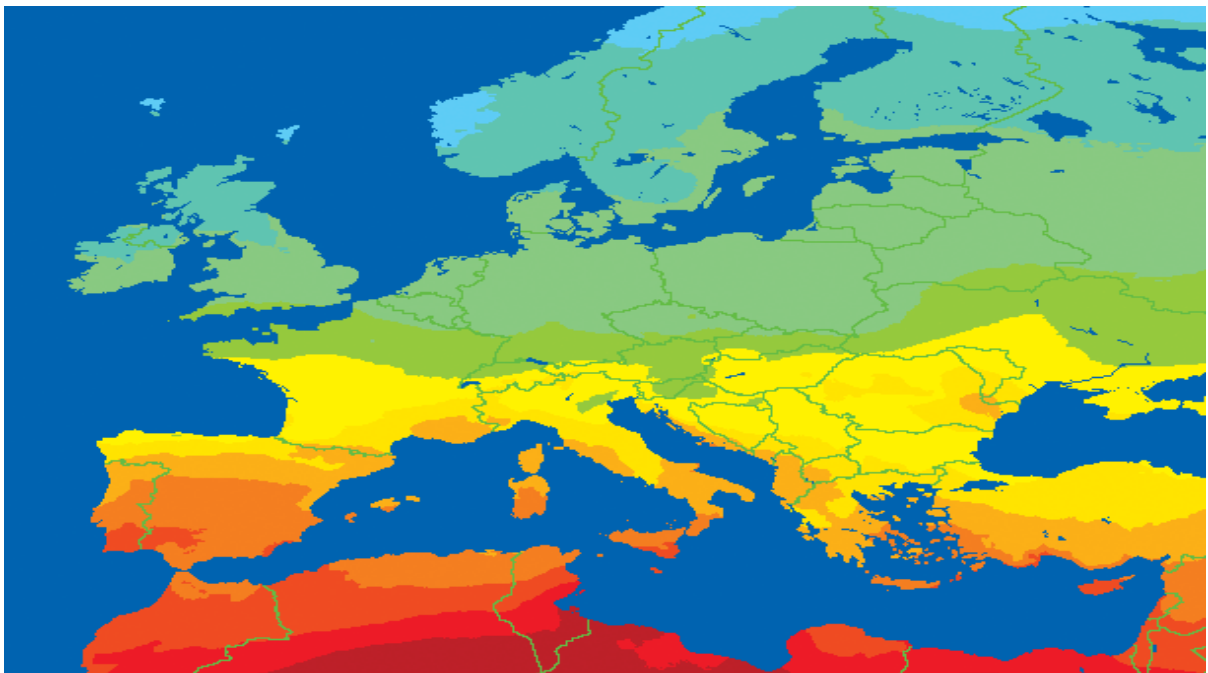


Figura 39 – Radiação solar incidente no plano horizontal. Fonte: Atlas Europeu de Radiação Solar.

No entanto, ainda não se observou em Portugal o desenvolvimento da energia solar térmica como se verifica noutros países Europeus. Países como a Alemanha, a Áustria ou a Holanda, com disponibilidade solar bastante inferior a Portugal, são grandes utilizadores deste tipo de sistema.

Mesmo sendo o recurso abundante, estando a tecnologia disponível, existindo um vasto potencial de aplicação e sendo muito significativos os benefícios ambientais, existem barreiras ao desenvolvimento da energia solar térmica no nosso país. Entre elas, destaca-se o elevado investimento inicial e a fraca credibilidade/má reputação³.

O novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) Decreto-Lei nº 80/2006, de 4 de Abril incluiu a obrigatoriedade de implementação de colectores solares para água quente em habitações novas e estruturas remodeladas. Esta medida impulsionou uma utilização mais generalizada desta tecnologia.

Além desta medida devem ser fomentadas todo um conjunto de iniciativas fiscais mas também de divulgação e informação por parte do Governo no sentido de aproveitar a disponibilidade de sol que existe no país e que está assim a ser desaproveitada.

A energia solar térmica tem registado um bom crescimento nos últimos anos, embora ficando longe das metas perspectivadas no Programa "Água Quente Solar para Portugal". Este subprograma, que foi lançado na sequência do programa E4, previa a instalação, até 2010, de um milhão de metros quadrados de colectores solares. Na figura 40 é possível verificar em pormenor a evolução do consumo de energia solar térmica no sector doméstico.

³ No início dos anos 80 houve um arranque da implementação de sistemas solares em Portugal, mas que rapidamente acabou por se esvanecer, isto devido a diversos factores entre os quais a má qualidade de uma grande parte dos equipamentos solares instalados. Não todos os equipamentos eram de qualidade baixa, no entanto a falta de controlo da qualidade dos produtos comercializados levou a descredibilização da energia solar em Portugal.

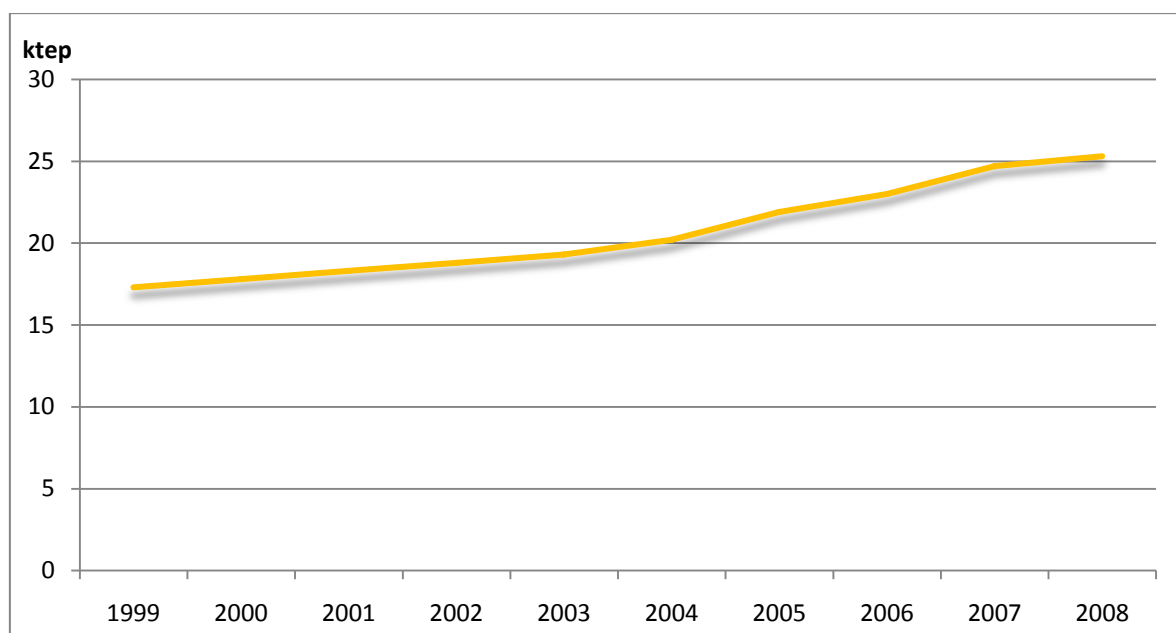


Figura 40 – Evolução do consumo de energia solar térmica, em Portugal (1999-2008).

De salientar o facto da utilização da energia solar térmica ter aumentado nos últimos anos, especialmente em 2009, graças à implementação da Medida Solar Térmico 2009. Esta medida consistiu num incentivo estatal orçado em 95 milhões de euros, para ajudar a implementar esta tecnologia em Portugal.

De início este programa destinava-se apenas ao consumidor doméstico, mas numa segunda fase foi estendido a Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS) e a clubes e Associações Desportivas de utilidade pública. Esta medida fez com que se assistisse a um grande aumento da instalação de painéis solares em Portugal.

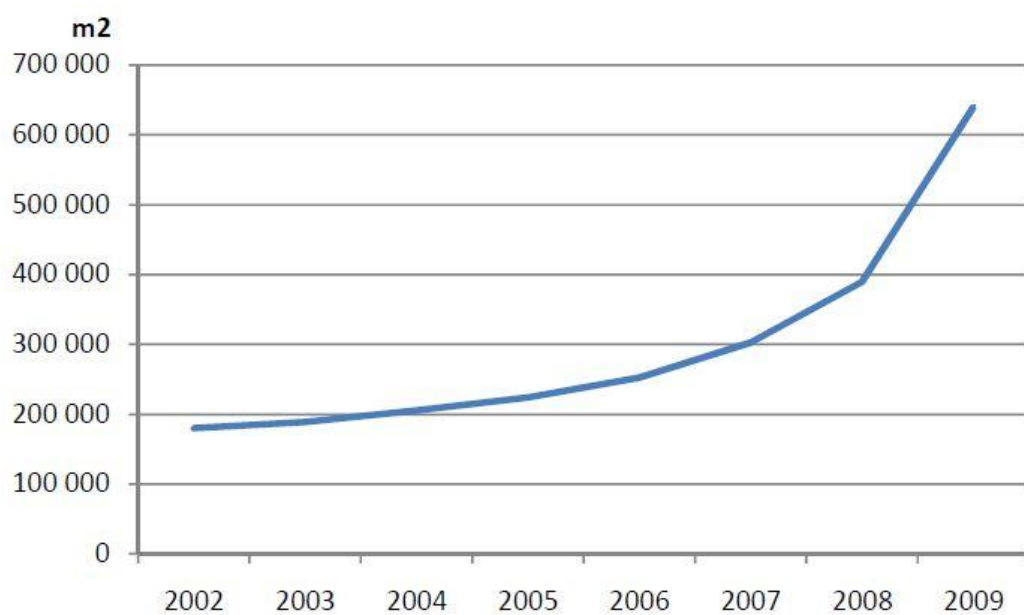


Figura 41 - Área total acumulada de painéis solares térmicos instalados em Portugal (2002-2009).

Fonte: ADENE, APREN

6. Perspectivas para o Futuro

6.1 Crescimento do consumo e aumento da procura de Energia

A energia é, e continuará a ser, uma das principais preocupações globais do Século XXI. Com o aumento da população a nível mundial que se prevê que aumente em 1500 milhões de pessoas até 2030 [27], e a estimativa do forte crescimento da procura global de energia nos próximos anos, questões estão a ser colocadas relativamente ao futuro do abastecimento de energia, da competitividade económica das diferentes fontes de energia e dos impactes ambientais associados.

Podem ser propostos diversos cenários para o abastecimento de energia mundial no futuro. Em qualquer caso, todas as fontes de energia terão de ser utilizadas da melhor forma para satisfazer as necessidades.

De acordo com os cenários escolhidos para a procura energética, o consumo de energia primária mundial poderá atingir duas a três vezes o consumo actual em 2050. Prevê-se que os maiores aumentos na procura de energia no futuro sejam dos países em vias de desenvolvimento, devido a um maior crescimento demográfico e desenvolvimento económico, enquanto nos países desenvolvidos, com grandes quantidades de consumo, se assiste a um início de uma gestão de eficiência e poupança energética.

Os principais motores do crescimento do consumo de energia mundial serão os países da Ásia (incluindo a China e a Índia), seguidos dos países do Médio Oriente. Segundo um relatório⁴ da AIE, 74% da necessidade energética mundial virá dos países em desenvolvimento num futuro próximo. A China já é o maior consumidor mundial de energia, à frente dos Estados Unidos, e também o maior poluidor mundial. O consumo de carvão, principal combustível da

⁴ World Energy Outlook 2009

Índia e da China, será o principal factor responsável pelo aumento das emissões de CO₂ no Mundo.

Segundo dois cenários diferentes, é possível prever a quantidade de emissões de CO₂ a nível mundial. O primeiro cenário (c1), tem em conta uma continuação das políticas já postas em prática ou em elaboração propostas pelos vários governos mundiais. O segundo cenário (c2), refere-se ao que se conseguiria atingir se se vier a verificar uma política mais rigorosa a nível mundial no sentido de reduzir a emissão de gases com efeito de estufa. Como se pode analisar na figura 1, em 2030 a diferença entre os dois cenários é significativa correspondendo a uma diminuição da emissão de CO₂ de 34% entre o cenário 1 e 2.

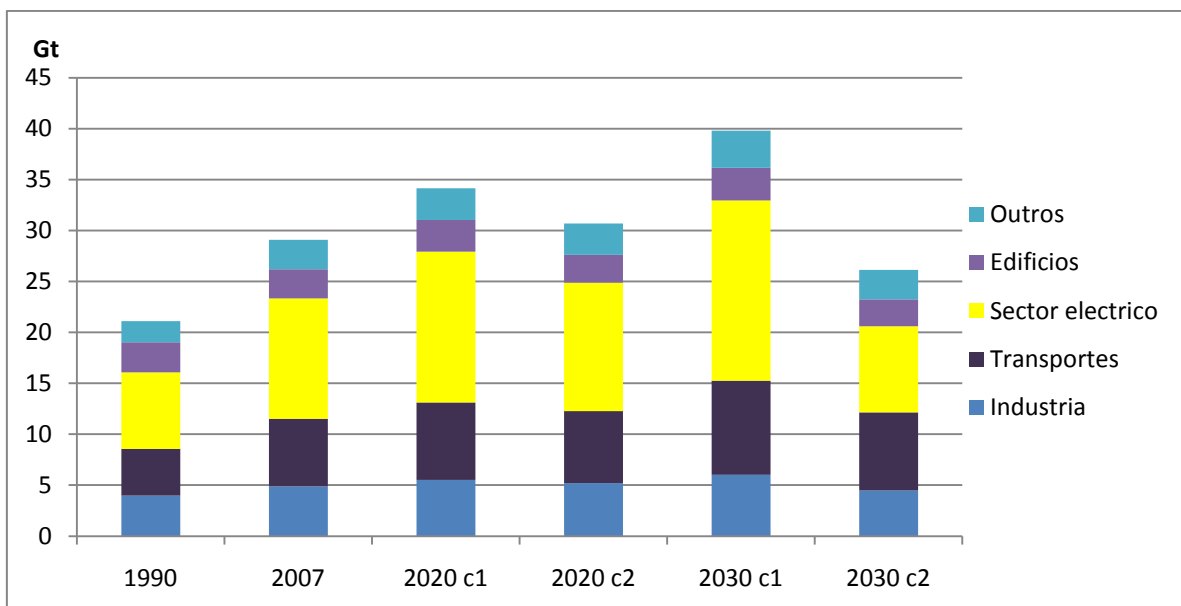


Figura 42 - Emissões de CO₂ no Mundo, por sector e por cenário.

Fonte: AIE, World Energy Outlook 2009

Segundo um relatório da AIE espera-se um aumento anual de cerca de 1% na procura global de petróleo até 2030, apesar de uma queda desta entre os países desenvolvidos. O relatório prevê um aumento anual de 1,5% no consumo de energia mundial entre 2007 e 2030, de 12000 Mtep até 16800 Mtep, totalizando um aumento de 40% nesse período.

Apesar do crescimento da produção de energias de fontes renováveis, prevê-se que o petróleo continuará como a principal fonte de energia mundial até 2030. A participação do petróleo deverá cair apenas de 34% para 30% no consumo total de energia até esse ano [28].

O relatório da AIE faz ainda um alerta sobre como o mundo deverá enfrentar as mudanças climáticas. Todos os países a uma escala mundial, no total, precisarão investir 10,5 triliões de

dólares americanos no sector de energia entre 2010 e 2030 para atingir o objectivo de limitar as emissões globais de gases com efeito de estufa, para impedir um aumento das temperaturas mundiais em mais de 2°C. Há um consenso cada vez maior entre os países de que é necessário limitar o aumento das temperaturas globais em até 2°C, acima do qual as mudanças climáticas podem tornar-se imprevisíveis e irreversíveis. Mas ainda há grandes divergências sobre qual a maneira de se conseguir esse objectivo.

O relatório adverte que cada ano de atraso na obtenção de um acordo para limitar as emissões somará 500 bilhões de dólares americanos no custo total desses investimentos. Na mesma ordem, se nada for feito para limitar as emissões e o aumento das temperaturas mundiais em 2°C, os custos de adaptação do mundo aos efeitos do aquecimento global serão muito maiores do que os custos dos investimentos para limitar as emissões.

6.2 Previsões para a Europa

As alterações climáticas, a dependência crescente do petróleo e de outros combustíveis fósseis, o aumento das importações e os custos crescentes da energia estão a tornar as sociedades e economias da UE vulneráveis. Até 2030, a dependência das suas importações de petróleo, carvão e de gás poderá ascender respectivamente a 95%, 59% e 84% se não for repensado o consumo de energia e o cabaz energético não se diversificar [27].

Diversificar através de um recurso acrescido à capacidade interna de produção de energia implicará uma maior utilização de tecnologias com baixas emissões ou mesmo nulas de carbono, baseadas em fontes renováveis de energia, como a energia de base eólica, solar e hidroeléctrica, assim como a biomassa, porque a UE dispõe de escassos recursos fósseis próprios. Alguns países da UE poderão igualmente recorrer à energia nuclear. Num futuro próximo, esta provirá da fissão nuclear, porque é pouco provável que a tecnologia de fusão nuclear esteja disponível antes da segunda metade do presente século.

Actualmente, assiste-se já a uma corrida para evitar que o planeta atinja um aumento de 2°C, valor que se crê constituir o ponto de viragem irreversível. Todavia, a corrida poderá redundar em fracasso se as emissões mundiais não estabilizarem até 2020, o mais tardar, ou não forem reduzidas em cerca de 50%, em relação aos valores de 1990, até 2050.

De acordo com um relatório⁵ apresentado em Bruxelas no dia 15 de Abril de 2010, o investimento em energias renováveis poderá permitir a redução em cerca de 90 por cento das emissões de gases com efeito de estufa até 2050 na União Europeia. Segundo este estudo da EREC, para o ano de 2050, o contributo das fontes renováveis de energia para a satisfação das necessidades energéticas poderá ser de 100%.

Na Europa, a redução do dióxido de carbono prevista será de 30% em 2020, cerca de 50% em 2030 e, no final da primeira metade do século, a União Europeia será capaz de reduzir as emissões de CO₂ mais de 90%, comparativamente com 1990.

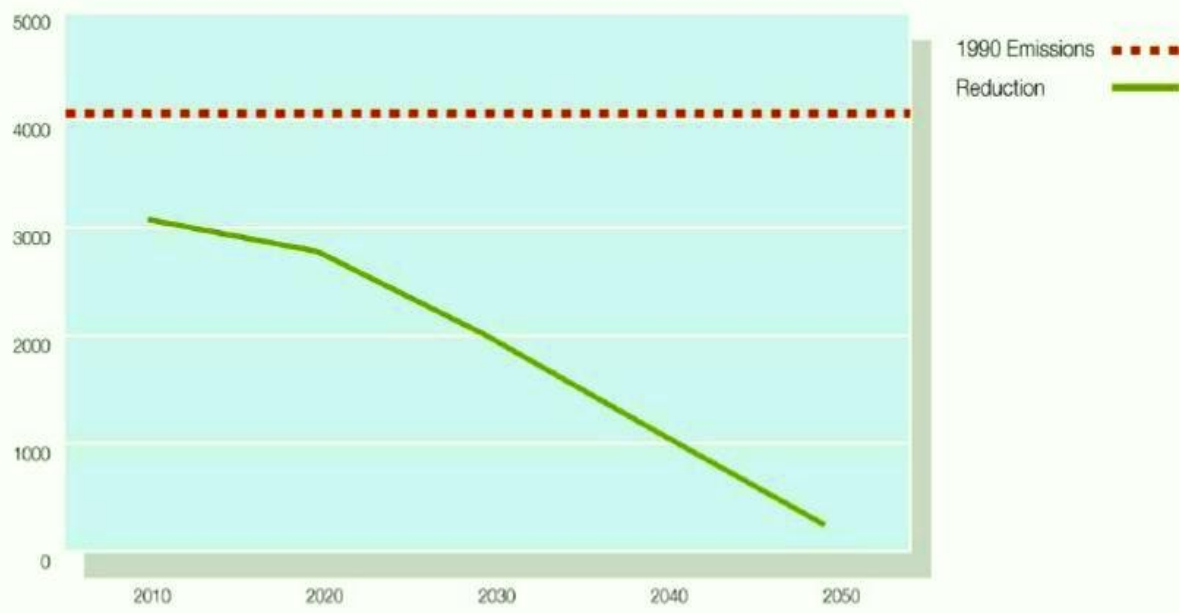


Figura 43 - Redução das emissões de CO₂ na Europa (2010-2050).

Fonte: EREC, Rethinking 2050

No panorama complexo da política energética, o sector das energias renováveis é o sector energético que se destaca em termos de capacidade para a redução das emissões de gases com efeito de estufa e da poluição, para a exploração de fontes de energia locais e descentralizadas e para o incentivo a indústrias da alta tecnologia de nível mundial. O crescimento mais acentuado da contribuição de energia proveniente de fontes renováveis verificar-se-á na produção de electricidade. A quota de electricidade de origem renovável na energia final consumida poderá aumentar de 10%, em 2020, para 18%, em 2030 e, finalmente, 41% em 2050 [27].

⁵ EREC. "Rethinking 2050. A 100% Renewable Energy for the European Union".

A utilização de biomassa madeira, biogás e resíduos biológicos, por exemplo, aumentará nas centrais eléctricas. O mesmo ocorrerá com a cogeração, em que o vapor gerado pela produção de electricidade não é desperdiçado, mas sim utilizado em, por exemplo, sistemas de aquecimento urbano.

No que toca à produção de energia eléctrica, é previsível um aumento da potência instalada de todas as tecnologias de energia de fontes renováveis. Em 2020 já se começa a contabilizar a energia proveniente dos oceanos e a solar termoeléctrica. Nesse mesmo ano a energia de base eólica é a que possuirá mais potencia instalada, posição que mantém até 2030, já que devido ao grande desenvolvimento previsível da energia fotovoltaica, esta passe para a frente no que toca a capacidade de produção. Este grande desenvolvimento só poderá ser possível se se assistir a uma revolução tecnológica deste tipo de energia e forem implementadas grandes medidas para a sua promoção. O salto quantitativo entre 2030 e 2050 é assinalável, ultrapassando muito a capacidade eólica instalada, mesmo esta se apresentando em grande expansão.

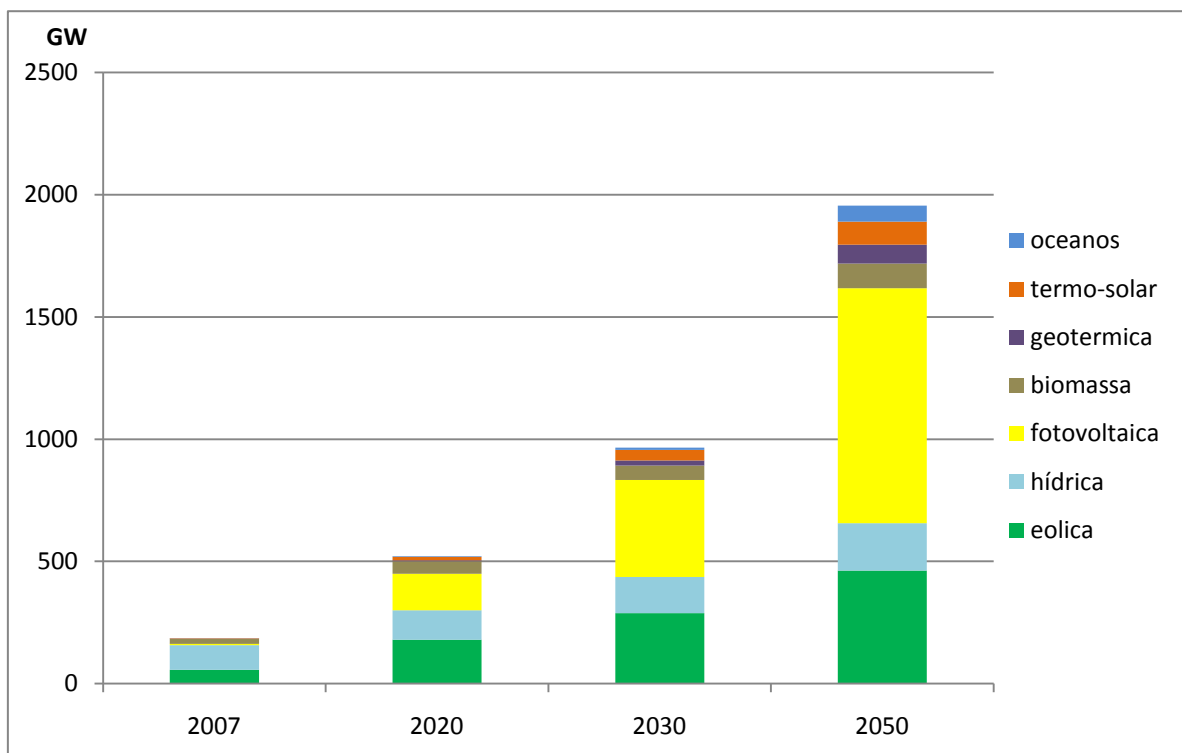


Figura 44 – Perspectivas para a potência eléctrica instalada de origem renovável (2007-2050).

Fonte: EREC

Nota-se um grande aumento de produção e consumo de electricidade de 2030 para 2050, o que se deve ao facto de nesse período se vir a assistir num grande desenvolvimento da energia eléctrica utilizada nos transportes. Até 2050, o maior contributo para o abastecimento de electricidade será dado pela energia de base eólica e pela energia fotovoltaica.

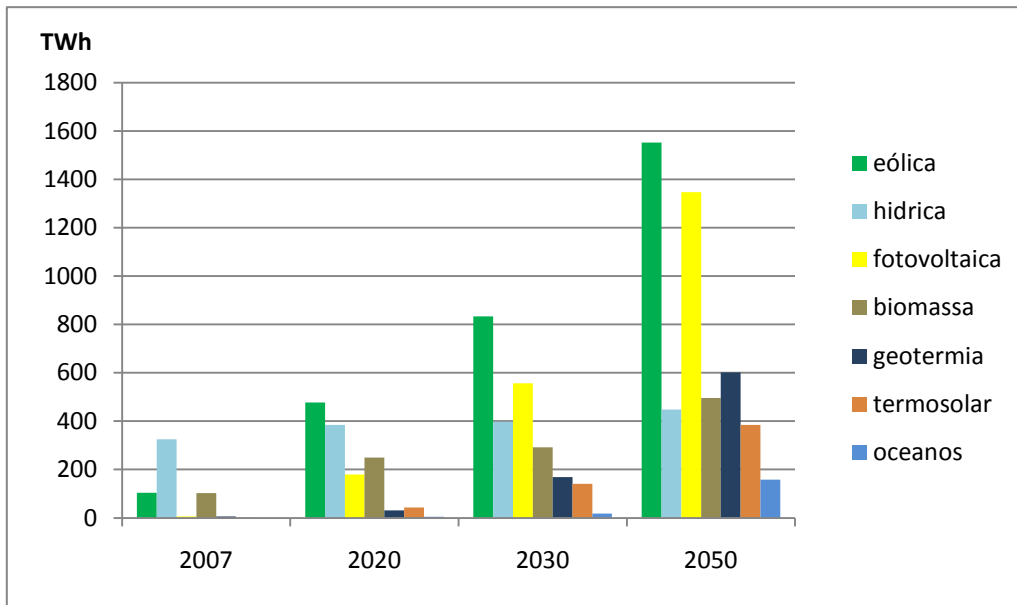


Figura 45 - Evolução da produção de electricidade por tecnologia de FER (2007-2050). Fonte: EREC

Os edifícios representam 40% das necessidades energéticas da UE. Tornar mais rígidas as normas aplicáveis aos edifícios e aos seus sistemas de aquecimento e de água quente diminuirá a quantidade de energia que utilizam e reduzirá as emissões decorrentes de práticas de aquecimento e arrefecimento pouco rentáveis. A investigação contribuirá também para divisar novos materiais de isolamento de melhor qualidade. Medidas desta natureza têm potencial para reduzir o consumo de energia dos edifícios em 28% até 2020, o que equivale a uma poupança de mais de 10% no consumo energético total da UE.

Para a produção de energia para aquecimento, recorrer-se-á com maior intensidade a caldeiras de biomassa em edifícios, sobretudo em substituição de sistemas de aquecimento de água eléctricos ou a combustíveis líquidos. Prevê-se também que o aproveitamento do calor proveniente de fontes geotérmicas venha a aumentar, o mesmo ocorrendo com a energia solar térmica.

No campo da eficiência energética, o objectivo da UE de, até 2020, reduzir em 20% a utilização da energia que de outro modo consumiríamos permitirá diminuir as despesas com a energia em 100 mil milhões de euros por ano. Este objectivo poderá afigurar-se de difícil concretização, mas, na prática, são vastas as possibilidades de utilização da energia de forma muito mais eficaz, por vezes com pouco esforço. Por exemplo, a rotulagem energética, as normas mínimas de eficiência energética e o estabelecimento de acordos voluntários por

fabricantes de electrodomésticos já reduziram o consumo de energia de um novo frigorífico ou congelador comum para quase metade desde 1990.

No que diz respeito a diversos outros electrodomésticos, como máquinas de lavar roupa ou loiça, as reduções de energia superam os 25%. O programa internacional “Energy Star” fornece orientações sobre os equipamentos de escritório e informáticos de menor consumo energético.

No capítulo dos transportes, o aumento previsto da quota de combustíveis de origem renovável propiciará a este sector em rápida expansão um meio de reduzir as suas emissões de CO₂. Os transportes são um dos domínios que apresentam um enorme potencial de eficiência energética largamente inexplorado, pelo que a UE está a envidar esforços em conjunto com as indústrias automóvel e de combustíveis no sentido de realizar este potencial e reduzir as emissões de CO₂ dos veículos. A UE está também a trabalhar nas infra-estruturas e nas políticas destinadas a reduzir o congestionamento do tráfego porque, como é sabido, nos engarrafamentos se desperdiça combustível. Em 2020 o consumo de biocombustíveis pode atingir o valor de 34 Mton, sendo de esperar que em 2050 este valor triplique.

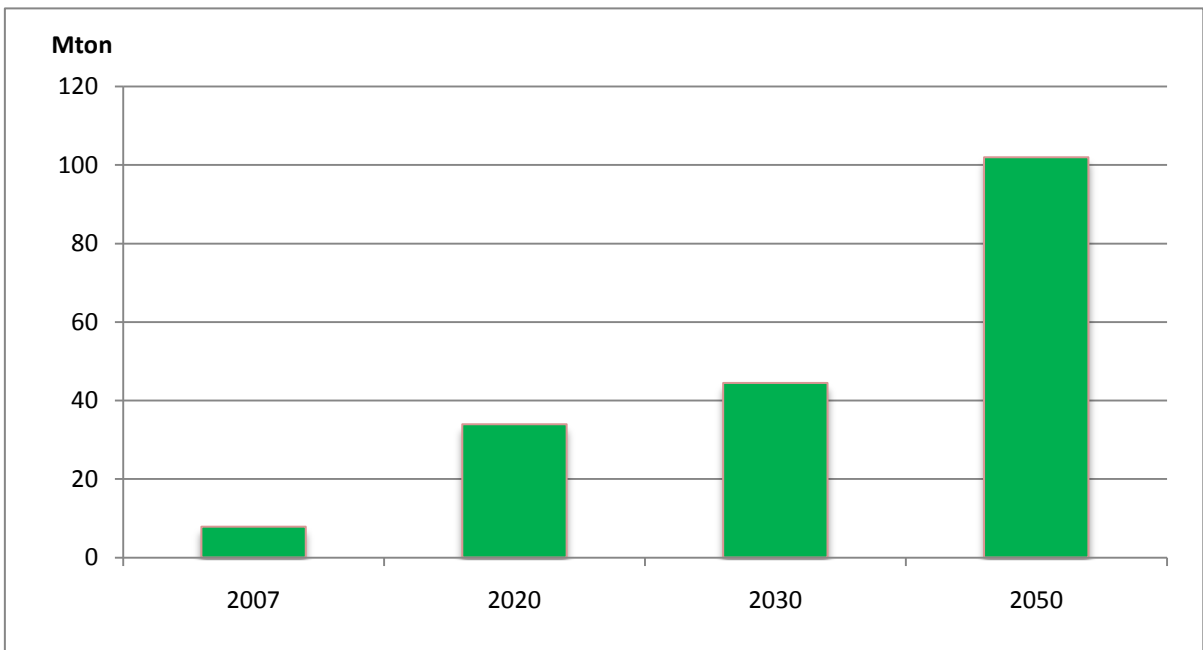


Figura 46 – Evolução do consumo de biocombustíveis na Europa (2007-2050).

Com a implementação de medidas favoráveis ao desenvolvimento de tecnologias para produção de energia de origem renovável, e de adopção de medidas no campo da eficiência energética, a utilização de combustíveis fósseis para a produção de energia pode começar a abrandar, e prevê-se que em 2050 esta contribuição diminua cerca de 60 a 75 %.

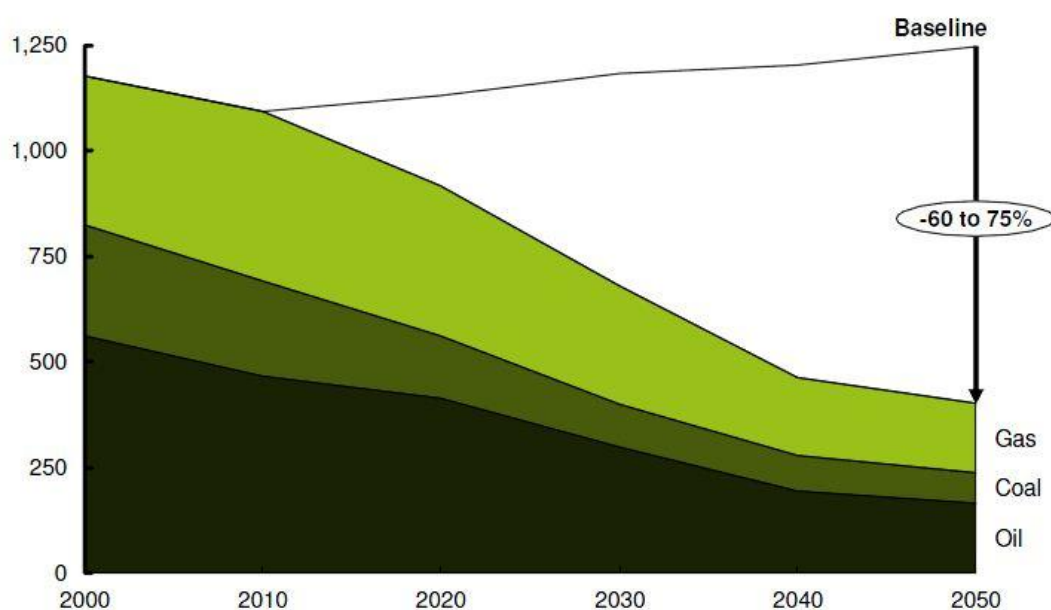


Figura 47 - Contribuição dos combustíveis fósseis para produção de energia na Europa, em Mtep. Fonte: Roadmap 2050, European Climate Foundation (ECF)

A UE tem boas razões para criar um enquadramento capaz de promover a energia proveniente de fontes renováveis. Ao contrário dos combustíveis fósseis, estas são largamente endógenas, não dependem de projecções incertas quanto à disponibilidade futura dos recursos e a sua natureza predominantemente descentralizada torna as sociedades menos vulneráveis. É assim indiscutível que a energia de fontes renováveis constitui um elemento-chave de um futuro sustentável.

6.3 Metas a nível Nacional

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril, aprovou a última Estratégia Nacional para a Energia, ENE 2020. Neste seguimento, continua-se a conferir às energias renováveis um papel fulcral na estratégia energética e nos objectivos delineados para o sector, com um impacto muito significativo na economia portuguesa.

A ENE 2020 incorpora os objectivos da política energética estabelecidos pelo XVIII Governo projectando-os para o horizonte de 2020 e tem como ambição aumentar e desenvolver a utilização de fontes renováveis de energia, as quais, nesta estratégia, contribuem amplamente para a concretização da grande maioria desses mesmos objectivos.

Esta estratégia tem, entre outros, os seguintes objectivos:

- Garantir o cumprimento dos compromissos nacionais no contexto das políticas europeias de energia e de combate às alterações climáticas, permitindo que em 2020, 31% do consumo final bruto de energia, 60% da electricidade produzida e 10% do consumo de energia no sector dos transportes rodoviários tenham origem em fontes renováveis. No entanto, este último valor corresponderá a uma quota de 55,2% na electricidade, para efeitos do PANER, uma vez que no âmbito da metodologia definida pela Directiva se dever contabilizar a produção em bombagem no consumo final bruto de energia;
- Reduzir a dependência energética do exterior, baseada no consumo e importação de combustíveis fósseis, para cerca de 74% em 2020, a partir de uma crescente utilização de recursos energéticos renováveis;
- Reduzir em 25% o saldo importador energético (cerca de 2.000 milhões €) com a energia produzida a partir de fontes endógenas, possibilitando uma redução de importações estimada em 60 milhões de barris de petróleo;
- Consolidar o cluster industrial associado à energia eólica e criar novos clusters associados às novas tecnologias do sector das energias renováveis assegurando em 2020 um valor acrescentado bruto de 3800 milhões de euros e criando 100 mil novos postos de trabalho a acrescer aos 35 mil afectos à produção de energia eléctrica com FER;
- Promover o desenvolvimento sustentável, criando condições para o cumprimento dos compromissos assumidos pelo País em matéria de redução de emissões de gases com efeito de estufa, através de uma maior utilização das FER e da eficiência energética.

Para ajudar à concretização dos objectivos supracitados, a ENE 2020, estabelece um conjunto de medidas com vista à promoção das fontes de energia renovável. Entre outras medidas encontram-se:

- A criação, em 2012, de um fundo de equilíbrio tarifário que contribua para minimizar as variações das tarifas de electricidade, beneficiando os consumidores e criando um quadro de sustentabilidade económica que suporte o crescimento a longo prazo da utilização das energias renováveis
- A actualização do Programa de micro-produção, estabelecendo metas mais ambiciosas e introduzir um Programa de mini-produção destinado a projectos com potências até 150 kW ou 250 kW em função das tecnologias.

- A aprovação de medidas de promoção da produção de biomassa florestal, para assegurar as necessidades de consumo já instaladas e a instalar, através do acesso a apoios públicos, da promoção da certificação da gestão florestal sustentável, avaliação e promoção das culturas energéticas, bem como da biomassa residual resultante das actividades agrícolas e agro-industriais.
- A Concretização do Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH), os novos empreendimentos hídricos em curso e os reforços de potência previstos, permitindo aproveitar melhor o potencial hídrico e facilitar o crescimento da energia eólica, pela introdução de um elemento estabilizador na forma de capacidade reversível nos investimentos previstos.
- A criação de condições para a introdução e massificação da utilização do veículo eléctrico a nível nacional, potenciador do consumo das energias renováveis produzidas, posicionando ainda Portugal como país de referência ao nível do teste, desenvolvimento e produção de soluções de mobilidade eléctrica.

No seguimento da ENE 2020, Portugal apresentou em Bruxelas o seu Plano de Acção Nacional de Energias Renováveis (PANER), no final de Junho de 2010, ao abrigo da nova directiva das renováveis (directiva 2009/28/EC). As metas que constam neste plano de acção não coincidem com as que foram apresentadas na ENE 2020.

No novo documento, o destaque vai para as metas de eólica para o horizonte de 2020, que são agora menos ambiciosas do que as demonstradas na ENE2020. O Governo afirma esperar uma potência eólica instalada de 6950 MW, contra os 8500 MW inicialmente indicados na ENE 2020. Para compensar, a potência hídrica é revista acima, enquanto a energia solar mantém-se nos 1500 MW.

Segundo um estudo⁶ da APREN, o consumo final bruto de energia vai subir até ao valor de 17627 ktep em 2020, já a previsão do Governo é de 19647 ktep para o mesmo ano. Os valores apresentados na figura 48 tratam-se de previsões, daí a discrepância de valores em 2010, já que a previsão do Governo foi concluída uns meses antes que a previsão da APREN.

⁶ Roteiro Nacional das Energias Renováveis - Aplicação da Directiva 2009/28/CE

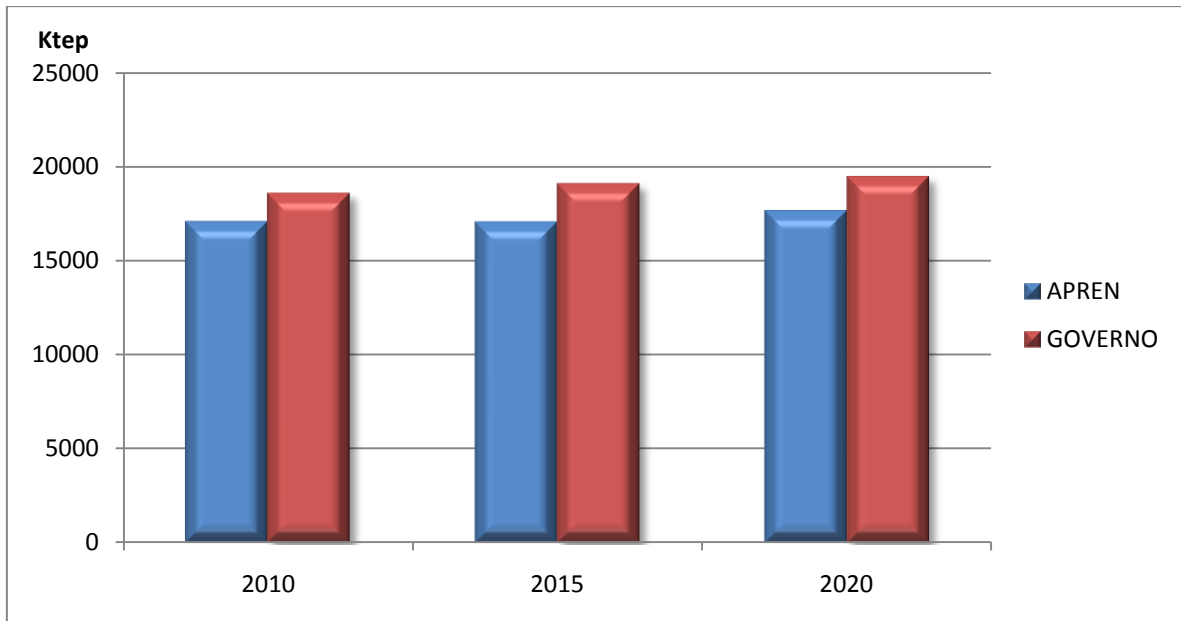


Figura 48 – Consumo bruto de energia final (2010-2020), comparação entre APREN e o Governo.

Em relação ao contributo das fontes renováveis de energia, a base de desenvolvimento da produção nacional a partir destas, assentará no aumento da capacidade instalada hídrica e eólica. No entanto, prevê-se o desenvolvimento das tecnologias de aproveitamento da energia solar, quer nas aplicações de grande escala quer na aposta nos sistemas de mini e micro-produção e sistemas AQS.

Segundo o PANER, a potência eólica instalada tenderá a continuar a aumentar, prevendo-se que sejam instalados, até 2012, 2000 MW adicionais resultantes da capacidade atribuída nos últimos dois anos através de processos concursais. Serão ainda instalados mais 400 MW de potência resultantes do “upgrade” do equipamento dos parques existentes. No cenário de procura mais conservador do PANER e atendendo a um conjunto de outros factores, como a instalação de capacidade hídrica reversível, o ritmo de penetração dos veículos eléctricos e a capacidade de transferir consumos de períodos de ponta para períodos de vazio, prevê-se que se encontrem instalados até 2020, 6900 MW de potência eólica, sendo 6850 MW referentes a potencial eólico onshore.

A exploração do potencial eólico offshore deverá ter, até 2020, pouca expressão na contribuição para a produção de energia eléctrica, pois a exploração deste recurso encontra-se dependente do desenvolvimento tecnológico e da viabilidade económica das tecnologias eólicas offshore. De entre as tecnologias existentes, as estruturas de suporte das torres que mais se adequam às condições da costa Portuguesa, encontram-se, no entanto, ainda em fase de desenvolvimento e com custos muito elevados. Assim, prevê-se que até 2020, a potência

instalada não seja superior a 50 MW, que servirá essencialmente para fins de investigação e desenvolvimento tecnológico.

No que toca à energia hídrica, em 2007, foi lançado o Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH), com o objectivo de aumentar a capacidade de produção hídrica. O PNBEPH procurou identificar e definir prioridades para os investimentos a realizar, até 2020, em aproveitamentos hidroeléctricos. Com este programa procura-se alcançar o objectivo de redução, de 54% para 33%, do potencial hídrico por aproveitar até 2020.

A implementação do PNBEPH, bem como o aumento de capacidade de algumas barragens já existente, prevê o aumento de nova capacidade reversível instalada que, reduzirá as limitações da produção eólica no vazio viabilizando a instalação de nova capacidade. Este aumento da capacidade hídrica, para além de permitir a integração de nova produção eólica, traz também um conjunto alargado de mais-valias relacionadas com a optimização da gestão das bacias hidrográficas que os tornam atractivos.

Também, com a elaboração de um novo plano nacional para o desenvolvimento de mini-hídricas (até 10 MW), pretende-se atingir, em 2020, uma potência instalada de 750MW, representando um aumento de cerca de 50% face à potência actual instalada.

Conforme a APREN, a evolução prevista da contribuição de FER para a produção de electricidade permite prever que se atinja uma percentagem de 82% de electricidade renovável em 2020, 33% proveniente da energia hídrica e 30% da eólica. Nesse ano, a electricidade proveniente de centrais térmicas clássicas corresponderá apenas a 13% do consumo, pouco mais de 6 TWh [24].

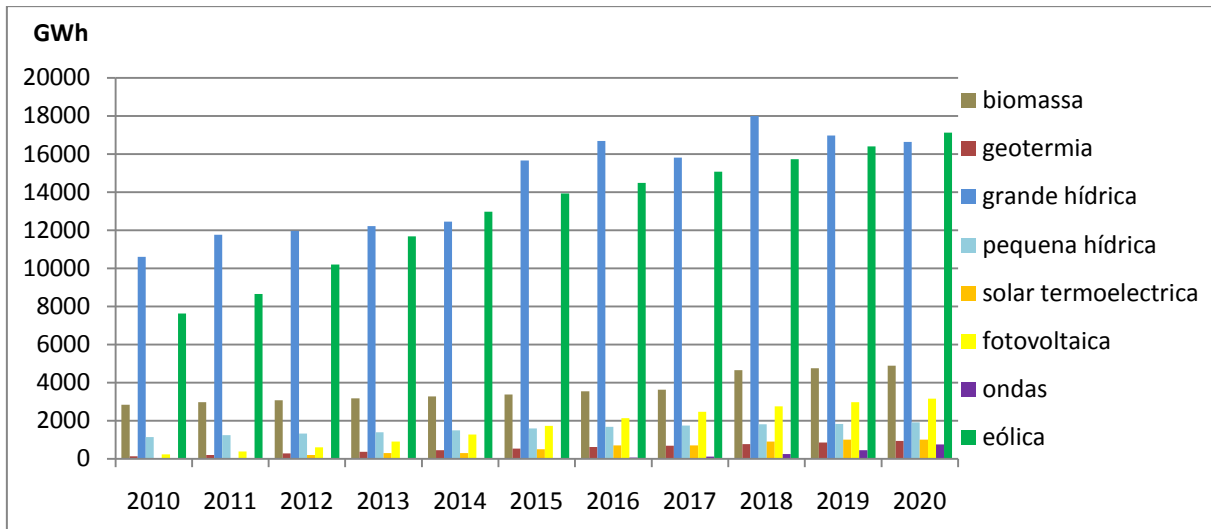


Figura 49 – Geração de energia eléctrica a partir de FER em Portugal (2010-2020).

Fonte: APREN, REPAP 2020

Esta grande penetração de energia de fontes renováveis no sector eléctrico deixa antever preocupações no sentido de saber como será feita a transição da energia eólica para condições de mercado e quais os impactos que os 82% de electricidade de origem renovável irão provocar no saldo exportador português. É, portanto, essencial que seja feito um planeamento estratégico que tenha em conta a capacidade excedente que se prevê para 2020.

A previsão do Governo apresenta valores de geração de energia eléctrica a partir de FER abaixo dos previstos pela APREN, para 2015 e 2020, já que em 2010 declara um valor maior, como se pode confirmar na tabela 2. A APREN prevê para 2015 e 2020 uma maior contribuição das tecnologias hídrica e eólica para a produção de electricidade, do que o Governo. Já em 2010, este considera uma maior contribuição da eólica do que a APREN.

	2010	2015	2020
Previsão APREN	22555	37360	46402
Previsão Governo	23334	34119	44157

Tabela 2 – Geração de energia eléctrica proveniente de FER, em GWh, comparação entre a previsão da APREN e a previsão do Governo.

No sector dos transportes, a contribuição das FER também vai aumentar, através do incremento da quantidade de biocombustíveis rodoviários, e da crescente implementação da energia eléctrica, tendo esta uma grande percentagem de origem renovável em 2020.

Novamente para este sector existem discrepâncias entre o governo e a APREN como se pode verificar na tabela 3.

	2010	2015	2020
Governo	583	562	554
APREN	409	752	819

Tabela 3- Comparação entre a previsão do Governo e a da APREN, do consumo de energia final de FER para os transportes, em ktep, em 2010, 2015 e 2020.

A partir de 2015, as previsões da APREN consideram uma maior incorporação de FER no consumo de energia nos transportes, principalmente graças à utilização de biodiesel. É possível acreditar que a previsão da APREN será mais credível uma vez que foi calculada com o apoio das principais entidades responsáveis pelos investimentos para garantir o cumprimento das metas neste sector. Além disso é de esperar que quando esses investimentos forem feitos eles terão a máxima capacidade de produção de biodiesel economicamente viável e portanto não estará limitada a meta de 10%.

Outro facto é não ter sido considerada qualquer contribuição da electricidade renovável para o transporte rodoviário através do veículo eléctrico, ao contrário do governo a APREN contabiliza este efeito.

Em termos globais a meta nacional de 31% de incorporação de FER no consumo total de energia final em Portugal poderá ser ultrapassada, chegando a 34,8% em 2020. A quota de FER na electricidade será, de longe, a mais elevada, atingindo os 82% em 2020. A elevada percentagem de electricidade renovável compensa a quota de FER nos transportes que, apesar de ser superior à exigida pela Comissão (10%), é muito inferior ao objectivo global de 31%.

7. Conclusões

A gestão dos recursos de energia é hoje um dos principais desafios que, a nível mundial, a sociedade moderna enfrenta. O desenvolvimento económico prevaemente nas últimas décadas, caracterizou-se pela utilização muito intensa de energia produzida a partir de recursos de origem fóssil. A natureza finita desses recursos naturais, e o impacto ambiental da sua produção e consumo, alertaram o mundo para a necessidade de mudança dessas premissas de suporte ao modelo de desenvolvimento.

As actividades do sector energético têm um forte impacto no ambiente, com especial ênfase nas alterações climáticas pelo que, a definição das políticas energética e ambiental exige cada vez mais um processo de concertação entre as duas vertentes, devendo procurar ir ao encontro das sinergias existentes, tendo em conta as contradições implícitas nos respectivos impactos.

Uma estratégia integrada das políticas energética e ambiental deverá encontrar um ponto de equilíbrio entre a viabilidade técnico-económica e as condicionantes ambientais, tendo em devida consideração a relação custo-eficácia e o desenvolvimento social e económico na promoção de um desenvolvimento sustentável, não perdendo de vista a segurança do abastecimento e sua competitividade.

No panorama complexo da política energética, o sector das energias renováveis é o sector energético que se destaca em termos de capacidade para a redução das emissões de gases com efeito de estufa e da poluição, para a exploração de fontes de energia locais e descentralizadas e para o incentivo a indústrias da alta tecnologia de craveira mundial.

No seguimento dos objectivos propostos para este trabalho, a partir da caracterização do sector energético nacional, foi analisada a influência da incorporação de fontes renováveis de energia, com especial ênfase no sector eléctrico e no dos transportes.

Após esta análise conclui-se que a meta imposta pela Directiva 2001/77/CE, de 39% de electricidade proveniente de FER em 2010, pode ser atingida. No entanto esta verificação está dependente do tipo cálculos efectuados, com especial destaque para a correcção da hidraulicidade. Esta correcção é efectuada de modo diferente dependendo da entidade que a realiza.

Com o valor de 40,2% de electricidade renovável corrigida em 2009, Portugal ultrapassou a considerada na directiva 2001/77/CE, ficando a quase 5 pontos percentuais da meta de 45% de electricidade de origem renovável, imposta pelo actual Governo, em 2007.

Por conseguinte, se for considerada a correcção da hidraulicidade feita pela DGGE, no cálculo da quota de renováveis, a meta imposta pelo governo para 2010 quase foi atingida em 2009 com um valor de 44,5%.

No que toca á meta imposta pela Directiva 2003/30/CE, relativa à promoção de uma quota de mercado para os biocombustíveis, inicialmente de 2% em 2005, aumentando gradualmente até atingir os 5,75% em 2010, da gasolina e do gasóleo utilizados nos transportes rodoviários, Portugal não a conseguiu atingir. Visto que, em 2005, Portugal ainda não apresentava nenhuma incorporação de biocombustíveis nos transportes, ficando-se pelos 1,91% em 2008. Este valor apresenta-se ainda mais distante da meta imposta pelo actual Governo de 10% de incorporação dos biocombustíveis nos transportes para 2010.

No entanto, o sector energético tem hoje um papel estruturante, integrador e fundamental na sociedade e na economia portuguesa. Neste contexto, as fontes de energia renováveis, pela sua disponibilidade, pelo seu carácter endógeno e disperso, assumem um lugar de destaque nas políticas nacionais para o sector.

Efectivamente, é unanimemente reconhecida por todos os agentes do sector, a existência de um potencial muito significativo para o desenvolvimento das energias renováveis em Portugal. Esse reconhecimento tem sido concretizado no peso crescente que as fontes de energia renovável têm vindo a alcançar nos vários sectores de actividade: da indústria aos transportes, passando pelo sector doméstico, mas sobretudo na produção de energia eléctrica.

Neste âmbito, espera-se que em 2020, a evolução prevista da contribuição de FER para a produção de electricidade atinja uma percentagem de 82% de electricidade renovável em Portugal. Para esta percentagem contribui especialmente o grande crescimento que a energia de base eólica irá continuar a sentir, bem como o contributo da energia hídrica, que sempre foi muito significativo para a quota de renováveis. Esta também possui uma acrescentada

importância, no sentido em que as centrais hidroeléctricas equipadas com sistema de bombagem, permitem usar eficientemente o excesso de produção eólica, armazenando energia nas horas de vazio para posterior turbinamento nas horas de ponta - complementaridade hídrica-eólica. Com este modelo é possível a reutilização para produzir nova energia hidroeléctrica em períodos mais rentáveis, facilitando a viabilização técnica dos altos níveis de potência eólica previstas para o país nos próximos anos.

8. Referências e Bibliografia

- [1] Comissão Europeia. http://ec.europa.eu/portugal/comissao/index_pt.htm.
- [2] Comissão Europeia. “Combater as alterações climáticas. A UE assume a liderança”.
- [3] Comissão Europeia. Documento de comunicação ao Parlamento Europeu “Energia para a Europa”.
- [4] “Energias Renováveis”. www.minerva.uevora.pt/odimeteosol/energias.htm.
- [5] DGGE. “A Factura Energética Portuguesa 2009”. Abril 2010.
- [6] http://www.cceeta.pt/energia/files/09/01-Combustiveis_Fosseis.
- [7] Programa E4. Ministério da Economia. “Eficiência Energética e Energias Endógenas”
Resolução do Conselho de Ministros nº154/2001 de 27 de Setembro.
- [8] <http://www.portal-energia.com/teoria-energia-eolica/>
- [9] Estratégia Nacional para a Energia até 2020 (ENE 2020).
- [10] Hídrica. Em <http://www.apren.pt/gca/?id=48>.
- [11] Energias Renováveis.
<http://www.ageneal.pt/content01.asp?BTreeID=00/01&treeID=00/01&newsID=8>.
- [12] Entrevista a António Sá Costa, presidente da APREN. Diário de Notícias, Novembro de 2009.
- [13] Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade de Coimbra. “Geração distribuída de energia eléctrica”.

- [14] Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e das Pescas. “Biomassa e energias renováveis na agricultura, pescas e florestas”.
- [15] APREN. “Estudo do impacto macroeconómico do sector das energias renováveis em Portugal”.
- [16] Jorge Vasconcelos. “O Futuro das Políticas Energéticas”.
- [17] Rui M.G. Castro. “Breve caracterização do sistema eléctrico nacional”. Instituto Superior Técnico. Fevereiro 2009.
- [18] <http://www.edp.pt/pt/aedp/unidadesdenegocio/distribuicaodeelectricidade/Pages/DistribuiçãoPT.aspx>
- [19] Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. “Plano estratégico de transportes 2008-2020”.
- [20] Ambicidades. “Sector transportes e mobilidade”.
- [21] Ecoblogue. “Sector dos transportes, Portugal com mau desempenho”. Março 2008.
- [22] Comissão Europeia. “Estratégia da União Europeia no domínio dos biocombustíveis”.
- [23] Comissão Europeia “Livro Verde por uma nova cultura de mobilidade urbana”. 2007.
- [24] APREN. “Roteiro nacional das energias renováveis”. Março 2010.
- [25] APREN. “Índice de Eolicidade”. Versão Janeiro de 2010.
- [26] Agencia Portuguesa do Ambiente. “Óleos Alimentares Usados”.
- [27] European Renewable Energy Council (EREC). “Rethinking 2050”.
- [28] Agência Internacional de Energia (AIE). “World Outlook Energy 2009”.
- [29] ERSE. “Estudo sobre Sector Eléctrico e Ambiente. 1º Relatório – Impactes Ambientais do Sector Eléctrico”. 2000.

