



Energia Futuro

| 07 |

junho 2015



**Preços do
Petróleo, Nuclear
na Alemanha e
Co-geração em
Portugal**

Mira Amaral

**Refocar a Política
Energética**

Henrique Gomes

**Panorama na Mobilidade
Elétrica em 2015**

Joaquim Delgado

**A evolução do consumo
das fontes de energia primária
em Portugal**

Pedro Clemente Nunes

**Eficiência energética e contratos
de desempenho energético**

João Jesus Ferreira

- 02 | editorial |
Para uma política de Energia
António Rebelo de Sousa
- 04 | artigo |
Preços do petróleo, nuclear na Alemanha e co-geração em Portugal
Luís Mira Amaral
- 12 |
A imperiosa visão integrada entre Água e Energia: o caso português
Jorge Rio Cardoso
- 16 |
Refocar a política energética
Henrique Gomes
- 32 |
Panorama na mobilidade eléctrica em 2015
Joaquim Delgado
- 36 |
Energia e Ambiente: perspectivas atuais
Gisela M. Oliveira
M. J. Lemos de Sousa
- 52 |
As interligações eléctricas através dos Pirinéus
Jorge Pacheco de Oliveira
- 54 |
A Evolução do Consumo das Fontes de Energia Primária em Portugal 1998/2013: Uma Análise Estratégica
Pedro Clemente Nunes
- 62 |
Eficiência energética contratos de desempenho energético. Barreiras ao financiamento (A bancabilidade dos projectos)
João de Jesus Ferreira
- 74 | notícias |

assinaturas

Pode efectuar a assinatura em
www.diariodebordo.pt
Telefone: 219 833 051



Diretor: António Rebelo de Sousa | **Presidente Conselho Editorial:** Luís Mira Amaral | **Conselho Editorial:** Ana Estanqueiro | Aníbal Santos | António Joyce | António Vidigal | Carlos Alegria | Carlos Sousa Pedro | Clemente Pedro Nunes | Filipe Duarte Santos | José Joaquim Delgado Domingos | José Luís Pinto de Sá | Jorge Saraiva | Pedro Sampaio Nunes

Editor: Paulo Nogueês. | **Propriedade:** Diário de Bordo, Lda. Rua Pedro Álvares Cabral, n.º24, 6.º A, Infantado, 2670-391 Loures. | **Tel.:** 219 833 051 | **Fax:** 707 314 370 | **www:** www.diariodebordo.pt. | **E-mail:** geral@energiaefuturo.pt. | www.diariodebordo.pt. | **Redacção:** Sofia de Carvalho. | **Marketing e Publicidade:** Elsa Gil Sobral (elsasobral@diariodebordo.pt). | **Assinaturas e Circulação:** Francisca da Franca | **Fotografia:** Marques Valentim. | **Revisão:** Francisca da Franca. | **Design e Paginação:** FdL | **Tiragem:** 5000 exemplares. | **Registo ERC:** 125960. | **ISSN:** 1647-9076 | **Depósito Legal:** 318389/10 | **Impressão:** Europress

Para uma política de Energia

António Rebelo de Sousa

Seria importante que houvesse uma política consistente, em Portugal, no sector da energia.

Que se resolvesse o problema das rendas excessivas, que se continuasse uma política assente na necessidade de não estarmos dependentes de um só fornecedor de fontes convencionais de energia, que se soubesse quais os nossos parceiros estratégicos e que se percebesse qual o modelo de internacionalização da economia portuguesa por que se pretende enveredar.

Mas, para que seja possível dispormos de um Executivo com uma política consistente, apresenta-se indispensável que haja estabilidade governativa, o que será difícil de concretizar se das próximas eleições legislativas não sair uma maioria clara.



Se houver uma maioria escassa do PSD/CDS ou do PS, então será difícil aprovar um Orçamento para 2016, havendo mesmo o risco de ficarmos condenados a um Governo de gestão até novas eleições, em Junho de 2016.

Tal significaria, ainda, que teríamos de ser governados em regime de duodécimos, o que significaria que não seriam aplicáveis quaisquer medidas excecionais de cortes salariais nos vencimentos da função pública ou referentes a sobretaxas, entre outros aspetos a ter em conta.

Logo, o novo Governo «herdaria» um elevado défice orçamental para 2016, sendo certo que, entretanto, os agentes económicos reagiriam mal à instabilidade política, entretanto, gerada, diminuindo o investimento e aumentando, necessariamente, os juros da dívida pública (e encarecendo o acesso ao MMI)

Daí que seja sempre de lançar um apelo a que das próximas eleições saia uma maioria estável e a que, caso tal não venha a suceder, exista a capacidade de diálogo que permita encontrar-se uma solução duradoira, assente numa convergência ao centro.

É claro que haverá sempre quem prefira o discurso das «rupturas clarificadoras».

Mas, sou dos que preferem a abordagem gradualista e reformadora às rupturas bipolarizadoras e radicalizantes.

Sempre fui e não será agora que mudarei.

Energia e Ambiente: perspetivas atuais

Gisela M. Oliveira

M. J. Lemos de Sousa

CIAGEB – Centro de Investigação em Alterações Globais, Energia, Ambiente e Bioengenharia
Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal

Resumo:

O mundo está em constante mudança: é algo natural e expectável. Com a recente crise económica e financeira mundial, de evolução e dimensões sem precedentes, as mudanças verificadas tomaram nova importância em várias vertentes da sociedade e até da vida pessoal, tornam-se urgentes adaptações, novos comportamentos e mudanças de mentalidade. A atual crise deu maior ênfase à importância da energia como motor de desenvolvimento e como pilar de sustentação do mundo industrializado. A variação do preço dos combustíveis e os seus efeitos sobre o preço de outros bens e sobre a economia em geral, é notícia de destaque frequente nos meios de comunicação social. Por agora, os problemas relacionados com a energia, pelo menos ao nível de Portugal e da União Europeia, estão ainda longe de serem afetados por escassez de meios, de recursos ou até de matéria-prima, no entanto, tarda a consciencialização que existem limites para o crescimento e que terminou a época de disponibilidade de energia barata a que nos habituámos durante o século XX. Assim, urge também mudar mentalidades e comportamentos no que se refere ao modo como se fornece, distribui e, principalmente, se utiliza a energia, não apenas ao nível dos que atuam como gestores e decisores técnicos, políticos ou económicos, mas também ao nível individual. Apesar do impacto mediático de algumas crises energéticas mundiais verificadas no século passado e que causaram fortes restrições ao consumo, a convicção

generalizada da existência de abundância de recursos e meios energéticos, criou oportunidades para o uso dispendioso e até para o desperdício, do bem precioso que constitui a energia. A utilização da energia, em nome do bem-estar pessoal, do progresso tecnológico e do desenvolvimento económico, não pode ser feita a todo o custo: tem que ser racional, sustentada e equilibrada com o meio ambiente.

Energia primária: combustíveis fósseis e fontes renováveis

A energia não se cria, existe na Natureza sob diferentes formas de energia primária que se podem transformar noutras formas de energia. A energia química, potencial ou energia nuclear podem ser convertidas em eletricidade, movimento, calor, trabalho mecânico e talvez, de novo, em energia potencial. Normalmente, não é possível a utilização direta da energia a partir da fonte natural (como é o caso da luz solar, ou dos combustíveis fósseis¹) e é necessária a transformação de formas de energia primária noutras formas mais convenientes.

¹ Combustível fóssil é uma designação genérica que se atribui a produtos naturais que se extraem da crosta terrestre e que englobam, essencialmente, substâncias de origem orgânica e que resultaram de diversos processos de transformação, inicialmente biológica e, subsequentemente, físico-química.

Qualquer processo de transformação e de utilização de energia, mesmo que efetuado da forma mais racional e com as melhores tecnologias disponíveis, nunca é 100% eficiente e gera desperdício, causando poluição. Por exemplo, a combustão de matérias-primas fósseis origina gases poluentes e gases com efeito de estufa cuja concentração na atmosfera tem aumentado de forma exponencial atingindo níveis nunca antes verificados desde a existência da espécie humana na Terra. Assim, o desenvolvimento de tecnologias de utilização de energia, a definição de estratégias e de políticas de energia, serão sempre indissociáveis dos efeitos que provocam no meio ambiente.

Toda a energia que se utiliza no planeta Terra provém, de forma direta ou indireta, do Sol. No momento atual usa-se, de forma direta a energia radiante do Sol e, de forma indireta, recorre-se à energia química potencial armazenada sob diferentes formas. A energia radiante que incide na Terra manifesta-se sob a forma de luz e de calor que são também aproveitados sob a forma de energia química através da conversão pela fotossíntese que ocorre em plantas e seres microscópicos como as microalgas e as cianobactérias. Esta energia potencial química pode ficar armazenada por tempo indefinido. De facto, há cerca de 300 a 500 milhões de anos existiam na Terra condições especiais em que abundavam seres vivos fotossintéticos (sobretudo plantas, microalgas e plâncton). Com a evolução do planeta, em determinadas zonas geográficas, restos desses organismos ficaram depositados, em bacias sedimentares, em circunstâncias que permitiram a sua conservação ao abrigo da oxidação. Posteriormente e ao longo de vários milhões de anos, a matéria orgânica sedimentada foi submetida a diferentes condições físico-químicas (pressão e temperatura) induzidas pela dinâmica dos eventos geológicos naturais. A ação conjunta da pressão e da temperatura, sobre a matéria sedimentada, transformou-a progressivamente através de um processo que se designa por incarbonização ou carbonificação. Assim se formaram os combustíveis fósseis, cujas propriedades e características diferentes, resultam quer do tipo de organismos que lhe deram origem, quer do local onde foram sedimentados ou ainda dos níveis de pressão e temperatura experimentados.

É habitual denominar por «combustíveis fósseis convencionais»: carvão, petróleo e gás natural e, por «combustíveis fósseis não convencionais»: *shale*, petróleo pesado, betumes, gás natural do carvão e gás em hidratos.

O petróleo bruto é uma mistura complexa (por vezes com milhares de compostos diferentes) de hidrocarbonetos que são moléculas constituídas por carbono e hidrogénio com a fórmula química geral C_nH_{2n+2} . A composição do petróleo bruto varia consoante a sua génese e a eventual e subsequente evolução do jazigo. Quanto maior for a concentração de moléculas grandes numa mistura de hidrocarbonetos, maior é a massa volúmica e a viscosidade da mistura. O gás natural é uma mistura de moléculas pequenas, maioritariamente metano (CH_4), mas também pode conter etano (C_2H_6), propano (C_3H_8), butano (C_4H_{10}) e pentano (C_5H_{12}), para além de elementos vestigiais como azoto, dióxido de carbono, oxigénio e gases raros.

Segundo a definição adotada em conjunto pela OCDE² e pela União Europeia [1] designam-se como «Produto energético primário» ou, simplesmente, «energia primária», todos os produtos energéticos que são extraídos de recursos naturais ou simplesmente captados diretamente da Natureza. Nesta categoria contabilizam-se os combustíveis fósseis, os minérios radioativos (dos quais se extraem os isótopos naturais de urânio ^{238}U e ^{235}U ou de tório ^{232}Th) usados para obtenção de energia nuclear e as fontes de energia ditas renováveis: sol, vento, água, biomassa e energia geotérmica. A turfa que possui, simultaneamente, características de combustível fóssil pelos produtos resultantes da sua combustão, e de fonte de energia renovável cujo ritmo de renovação é comparável ao da biomassa, também constitui uma fonte de energia primária.

As fontes de energia renovável tomam esta designação porque o aproveitamento destes produtos energéticos não provoca a destruição ou inutilização da fonte de energia ou da matéria-prima. Contudo, é importante notar que a inegotabilidade das fontes renováveis não significa que a sua capacidade de produção de energia seja ilimitada, ou ainda, que a utilização destas fontes energéticas esteja isenta de causar impactos negativos no meio ambiente.

A «energia secundária» obtém-se da transformação dos produtos energéticos primários como acontece com a produção de eletricidade a partir da combustão de gás natural, ou da obtenção de coque metalúrgico a partir do carvão ou, ainda, de carvão vegetal a partir da madeira. Nesta perspetiva, a eletricidade obtida por ação da energia hídrica ou solar, por exemplo, pertence à categoria da energia primária.

Atualmente 88% do consumo total de energia primária no Mundo tem origem nos recursos energéticos fósseis, e, em Portugal, não obstante a respeitável fatia de energia primária obtida por fontes renováveis, a dependência dos combustíveis fósseis ainda ronda 79% da energia primária. Apesar do progressivo contributo das fontes de energia não-fósseis (incluindo a nuclear, as energias renováveis e considerando também outras formas de energia não convencional como seja a que provém da combustão dos resíduos sólidos urbanos, agrícolas e industriais), a cota dos combustíveis fósseis no abastecimento energético tem acompanhado o crescimento da procura de energia primária quer à escala mundial, da OCDE, da UE e também em Portugal. Entre 1971 e 2010, o consumo mundial de energia primária aumentou 119%, correspondendo a um ritmo de crescimento médio anual de 2,1% que se sustentou com base no maior consumo de combustíveis fósseis [2, 3].

Na Figura 1 esquematizam-se as situações energéticas de Portugal, da União Europeia, da OCDE e do mundo,

² OCDE – Organização para a Cooperação e para o Desenvolvimento Económico (OECD -Organization for Economic Cooperation and Development www.oecd.org). Reúne 34 países que colaboram entre si para tratar, em conjunto, de desafios comuns da globalização, nomeadamente da energia. Para além de 21 países da União Europeia (entre os quais Portugal), esta organização conta ainda com Austrália, Canadá, Chile, Coreia do Sul, EUA, Islândia, Israel, Japão, México, Nova Zelândia, Noruega, Suíça e Turquia.

relativamente à energia primária, segundo dados estatísticos do ano de 2011, os mais recentes disponíveis na bibliografia [4-11].

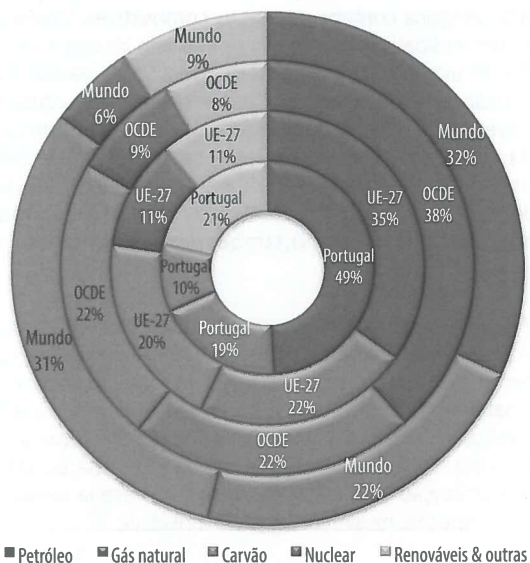


Figura 1. – Consumo de energia primária, no ano de 2011, segundo as principais fontes de abastecimento, considerando os consumos ao nível mundial, da OCDE, da Europa e de Portugal. O item «Renováveis & outras» compreende as seguintes fontes de energia: hidroelétrica, biomassa, geotérmica, solar, eólica, ondas, marés, e combustão de resíduos. Dados sobre Portugal obtidos de DGEG [7-9] e de Eurostat [4, 5], sobre a União Europeia de Eurostat [4, 5], sobre a OCDE e sobre o mundo dados de OCDE [10, 12], de EIA/ DOE [11] e de BP [6].

Atualmente, o petróleo é a fonte de energia mais utilizada em Portugal (49%), enquanto o carvão, que ocupa o primeiro lugar ao nível mundial, surge como a fonte de energia com menor cota (10%), bem depois das fontes de energia não fósseis (renováveis e resíduos 21%) e do gás natural (19%). Nos planos da OCDE e da União Europeia, o petróleo também é o combustível de maior consumo, bem superior ao do carvão e do gás natural cujo consumo ronda 22%.

Não obstante a cota de participação do petróleo na energia primária ter vindo a decrescer em consequência da diminuição da sua contribuição para a produção de energia elétrica, o petróleo tem ainda um enorme peso no panorama energético e, em 2011, cerca de 73% [7, 8, 13] do petróleo energético consumido destinou-se ao sector dos transportes que representa mais de 28% do consumo total de energia primária no país. Para além disso, quase 96% do petróleo consumido nos transportes é usado no sector rodoviário. Até à data, Portugal não possui explorações de petróleo, nem de gás natural, nem de carvão e, por isso, é totalmente

dependente das importações destes combustíveis fósseis de países terceiros.

As condições geográficas e climatéricas do país são altamente favoráveis à transformação de energia a partir de fontes renováveis, que em conjunto com a combustão de resíduos, representaram a segunda fonte de energia mais importante no cenário energético nacional (figura 1). Neste sector, Portugal situa-se numa posição muito confortável face aos restantes níveis de análise da Figura 1, pois, em termos globais, a percentagem de fontes de energia renovável na OCDE e no mundo é ainda inferior a 10%. No nosso país, em média, apenas à parcela correspondente à geração de eletricidade em centrais hidrelétricas [13].

Em 2011, o carvão abasteceu 31% da energia primária mundial, o que representa o valor mais elevado registado desde 1970 aproximando-se dos níveis de consumo de petróleo. Em Portugal, o carvão representou apenas 10% da energia primária, sendo usado, quase totalmente (97%) na produção de energia térmica e elétrica. Essa é aliás, a razão que justifica o aumento de cerca de 45% no consumo de carvão em 2011 face a 2010: maior consumo de carvão nas centrais termoelétricas para suprir as necessidades resultantes de um ano hidrológico menos abundante. Embora nos anos 80 (séc. XX) tivessem sido construídas novas centrais termoelétricas a carvão, o país já é dependente das importações de carvão desde, precisamente, a década de 80. Os jazigos de carvão existentes em território nacional foram intensivamente explorados durante a primeira metade do século XX, sobretudo no período em que decorreram as Guerras Mundiais que

impuseram fortes restrições ao abastecimento energético na Europa. Embora todas as unidades mineiras de carvão portuguesas tenham sido desativadas há muito e estejam, até, atualmente, em ruínas, foram de uma importância estratégica extrema para a situação energética do país até à década de 50. Em 1997, o abastecimento regular de gás

natural através do gasoduto com a Argélia, propiciou a preferência pelas centrais termoelétricas a gás natural de ciclo combinado.

Consumo de energia primária: aumento da procura energética

O mundo industrializado está totalmente dependente da energia pelo que, o consumo energético *per capita* é um dos parâmetros indicadores do desenvolvimento de um país, não apenas sob o ponto de vista económico mas também social. Até ao final do séc. XX, o conjunto dos países da OCDE registava um consumo anual de cerca de 58% da energia primária total consumida no Mundo, facto que é reflexo da industrialização dos países desenvolvidos, por um lado, e, por outro, um exemplo da desigualdade existente ao nível da disponibilidade para consumo de energia. O continente

O mundo industrializado está totalmente dependente da energia pelo que, o consumo energético per capita é um dos parâmetros indicadores do desenvolvimento de um país, não apenas sob o ponto de vista económico mas também social.

africano é rico em recursos energéticos, quer sejam combustíveis fósseis, quer sejam fontes de energia renovável e, no entanto, neste continente verificam-se carências enormes na disponibilidade da energia, sendo a eletricidade um bem escasso em muitos países.

Por outro lado, países com economias emergentes como sejam a China e a Índia registaram, na última década, um crescimento extraordinário no consumo de energia primária, consequência do desenvolvimento tecnológico que experimentam.

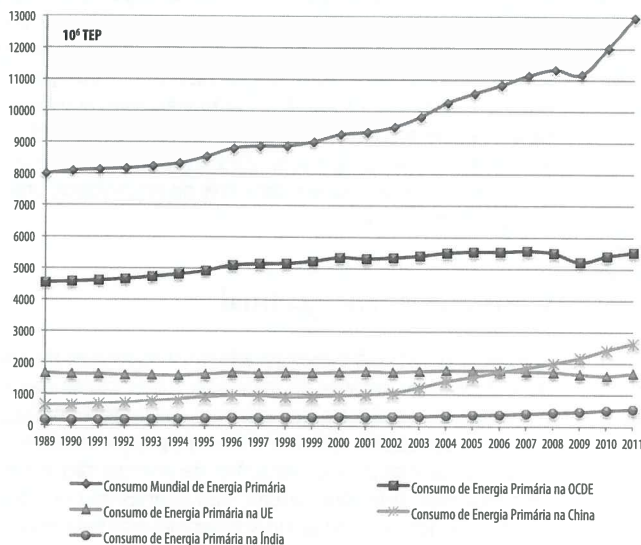


Figura 2. – Distribuição do consumo de energia primária do conjunto dos países da OCDE, da União Europeia e, ainda, da China e da Índia. [5, 6, 11, 12].

Enquanto a tendência atual, no conjunto dos países da OCDE e da União Europeia, é de diminuição do consumo anual de energia primária, a procura da energia primária no Mundo tem tendência para o aumento contínuo como um reflexo da expansão da população mundial que atingiu, em 2011, o valor global, sem precedentes, de 7 mil milhões de habitantes. No entanto, nos países industrializados da Europa e da OCDE, o crescimento demográfico é estável e em muitos casos, até negativo.

No século passado verificou-se, em diversas regiões do mundo e também em Portugal, a tendência para a migração das populações rurais para os meios urbanos, avolumando as cidades. Atualmente, cerca de 50% da população mundial vive em cidades e estima-se que 75% da energia mundial consumida seja utilizada nas cidades. As dez maiores cidades do mundo têm populações superiores a 13 milhões de habitantes e, deste conjunto de dez, sete situam-se na Ásia. Na China, há 30 anos atrás, apenas 19% da população vivia nas cidades, mas com o progressivo deslocamento da população rural para as cidades, atualmente, cerca de 50% vive em zonas urbanas [14].

No continente europeu não existe nenhuma cidade com dimensão comparável à das megacidades, ou seja, as com mais de 10 milhões de habitantes (o que equivale à população inteira de Portugal concentrada num único local geográfico), mas prevê-se que o número destas megacidades aumente de 22 para 26 em 2015. Por outro lado, estima-se [3] que existam ainda no mundo cerca de 1,4 mil milhões de pessoas (aproximadamente 20% da população mundial) sem acesso à eletricidade, situações que ocorrem, predominantemente, em países subdesenvolvidos (e até em países em vias de desenvolvimento) situados em África, na Ásia ou na América latina.

É um facto incondicionalmente aceite que a utilização da energia é altamente dependente da prosperidade do sistema económico, da produção, receitas e rendimentos de um país. Por sua vez, o crescimento da economia solicita ainda mais disponibilidade de energia para a indústria, os transportes, os serviços, o consumo doméstico e este ciclo funciona em realimentação positiva. A observação dos dados obtidos ao longo das últimas décadas, indica a existência de uma relação direta entre o crescimento da energia com o crescimento do PIB considerando o contexto mundial. Assim, enquanto se verificar o desenvolvimento da economia mundial e a expansão da população mundial, uma certeza inquestionável uma vez que, segundo as perspetivas das Nações Unidas [15], se espera que se atinjam 9,3 mil milhões de habitantes em 2050, a procura pela energia aumentará em resultado destas solicitações.

De acordo com as previsões da Agência Internacional de Energia [3, 16] e da Agência de Energia do Departamento de Energia Americano [2, 17], o consumo mundial de energia primária continuará a aumentar, até 2035, pelo menos em 1,2% por ano em média, resultante num extraordinário aumento global de cerca de 36% face ao valor verificado em 2008. O petróleo, o carvão e o gás natural continuarão a assegurar a grande fatia de abastecimento de energia primária, previsivelmente 80% da energia total, enquanto os restantes 20% provirão de fontes de energia renováveis e da energia nuclear.

O progresso da urbanização tem uma influência positiva na economia, contudo, especialmente nas grandes cidades, a dimensão e número de infraestruturas fundamentais (rede de fornecimento de eletricidade, hospitais, zonas comerciais e de serviços, etc.) para mega aglomerados populacionais, implica também grandes desafios em termos de fornecimento energético, quer ao nível da capacidade instalada, quer ao nível da gestão e transporte de combustíveis. Em alguns países, tal como a China e a Índia, a ocorrência de consideráveis reservas de carvão, a existência de mão-de-obra barata e acessível, algumas carências ao nível da capacidade de aplicação das tecnologias mais recentes (mais eficazes e menos poluentes) e, sobretudo, a relativização das questões ambientais ou até ausência do seu enquadramento político e legislativo, confere a estes países as condições para se tornarem, simultaneamente, nos maiores consumidores de energia ao nível mundial e nos maiores poluidores. No entanto, para estes países, parece inevitável que o progresso tecnológico e o desenvolvimento económico e social, previsíveis no futuro próximo, sejam fortemente dependentes dos combustíveis fósseis, em especial do carvão.

Para além da crescente procura pela energia, cenário que se expõe na Figura 1, para cada uma das regiões apresentadas, tem vindo a transformar-se aos longos dos anos. No que respeita a Portugal e ao conjunto dos países da União Europeia observa-se uma tendência notória para a redução do consumo relativo do carvão, acompanhada pelo aumento simultâneo do consumo de gás natural e das energias renováveis, e de uma forma muito menos expressiva, do petróleo e da energia nuclear. Esta tendência é mais subtil no consumo de energia de primária no mundo e, sobretudo, no conjunto dos países da OCDE, onde a utilização de fontes de energia fóssil uma vez que nesta organização que se encontram países com enormes potenciais de recursos energéticos fósseis com é o caso dos EUA, Austrália, Canadá ou Noruega.

No que respeita a Portugal e ao conjunto dos países da União Europeia observa-se uma tendência notória para a redução do consumo relativo do carvão, acompanhada pelo aumento simultâneo do consumo de gás natural e das energias renováveis, e de uma forma muito menos expressiva, do petróleo e da energia nuclear.

A evolução da procura de energia primária em Portugal, nas últimas duas décadas e para as diferentes fontes de abastecimento, encontra-se representada na Figura 3.

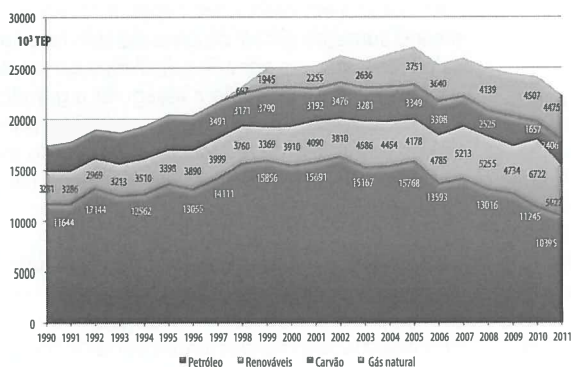


Figura 3. – Evolução do consumo da energia primária em Portugal ao longo dos últimos 20 anos (valores expressos em milhares de toneladas equivalentes de petróleo – 10^3 TEP). Dados da Direção Geral de Energia da União Europeia e de Eurostat [4, 5, 18, 19].

Portugal experimentou, face a 1990, um acréscimo de 27% em termos da quantidade total de energia primária consumida, que correspondeu, em 2011, ao valor global de cerca de 22,3 milhões TEP³ (Tonelada Equivalente de Petróleo) [13]. Para este acréscimo contribuíram, de modo significativo, as novas centrais termoelétricas a gás natural para a produção de eletricidade, o que aconteceu pela primeira vez, em 1997, com o arranque da central de ciclo combinado da Portgen (Tapada do Outeiro) e da adaptação da central do Carregado (Alenquer). No entanto, desde 2006 que se verifica uma diminuição gradual do consumo de energia primária a um ritmo médio de cerca de 2% ao ano [7].

3 TEP – Tonelada Equivalente de Petróleo: unidade comum para quantificação de energia referida à mesma base – a energia contida numa tonelada de petróleo, a energia contida em diferentes matérias-primas e produtos energéticos. 1 TEP equivale a 41,868 GJ (giga - 10^9 - joule).

A contribuição relativa do petróleo, no consumo total de energia primária em Portugal tem vindo a ser cada vez mais reduzida passando de quase 70% da energia primária consumida na década de 90 para menos de 50% em 2010.

Para o crescimento do consumo de energia primária em Portugal, nos últimos 20 anos, contribuiu também o desenvolvimento da utilização das energias renováveis cuja participação no conjunto das fontes de energia (usualmente designado por *mix energético*) ronda os 20% (dependendo muito do nível hidrológico anual), mas que em quantidade efetiva de energia produzida representa um aumento de cerca de 53% face a 1990. A contribuição mais significativa para o aumento da energia primária produzida por fontes renováveis surgiu da geração de eletricidade pela energia eólica que representou, em 2011, 17% da eletricidade produzida em Portugal [9].

Consumo de energia final

A energia primária é transformada noutras formas de energia em diversos setores de atividade. Em Portugal, no ano de 2010, a maior parcela de consumo de energia final registou-se no transporte rodoviário (cerca 34%) ultrapassando o consumo na indústria. o consumo de energia tão elevado no transporte rodoviário resulta, não apenas da generalização da utilização individual do automóvel, mas sobretudo da intensidade de transporte de mercadorias por via rodoviária em detrimento de outras vias de transporte alternativas: caminho-de-ferro (apenas 0,3% do consumo de energia final) e via marítima (apenas 0,7%). O consumo elevado de energia para transporte rodoviário contribui de forma muito significativa para o consumo elevado de petróleo (e produtos derivados) no *mix energético*, tal como indicado na Figura 1.

Para além do setor dos transportes, grande parte da energia primária consumida em Portugal, destina-se à produção de eletricidade.

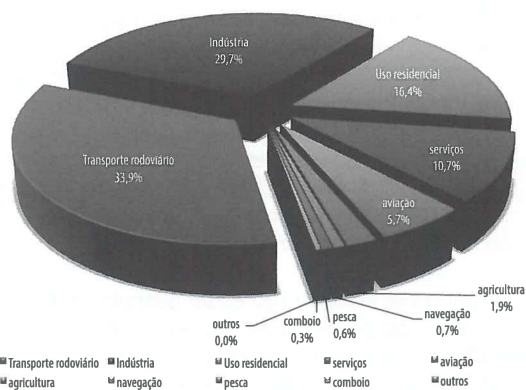


Figura 4. – Consumo da energia final em Portugal em 2011 (valores expressos em percentagem do consumo global de energia final). Dados de Eurostat [5].

Produção de energia elétrica em Portugal

A produção de energia elétrica em Portugal, segundo o tipo de recurso, encontra-se detalhada no Quadro 1. Na primeira parte do quadro indica-se a eletricidade produzida com recursos de origem nacional, ou seja, a partir de fontes de energia renovável e a segunda parte reflete a energia elétrica produzida por combustão de matérias-primas fósseis, em centrais termoelétricas convencionais ou de cogeração, e ainda a obtida a partir da combustão de resíduos. Não se pretende apresentar o balanço energético do país, uma vez que esta análise pode ser facilmente encontrada em documentos oficiais da DGEG (Direção Geral de Energia e Geologia) mas apenas efetuar uma comparação entre a produção de eletricidade com recurso a combustíveis fósseis com a obtida por fontes renováveis. Assim, o Quadro 1 não inclui a quantidade de energia elétrica que é importada e exportada nem as perdas de energia inerentes aos processos de transformação e distribuição da energia.

Para além da quantidade total (valores brutos) de eletricidade produzida por cada tipo de fonte de energia ou método de transformação, estão também indicados: a potência instalada total para cada tipo de fonte de energia primária, e o valor percentual da utilização da capacidade produtiva total realizada em 2011. Este valor (em percentagem) representa o quociente entre a quantidade total de eletricidade produzida no ano de 2011 por determinada fonte energética e o valor teórico máximo possível calculado a partir da potência instalada existente assumindo o funcionamento anual contínuo ou seja, 8760 horas/ano. Nenhum equipamento pode funcionar permanentemente em contínuo, ou seja, não está 100% do tempo disponível, porque há necessidade de parar a produção para proceder a serviços de manutenção e de reparação de equipamentos. Por simplicidade e facilidade de comparação, estas paragens não foram tomadas em consideração para nenhuma das tecnologias de produção de eletricidade analisadas e referiu-se o cálculo à mesma base de tempo de funcionamento: um ano em contínuo, ou seja, 8760 horas.

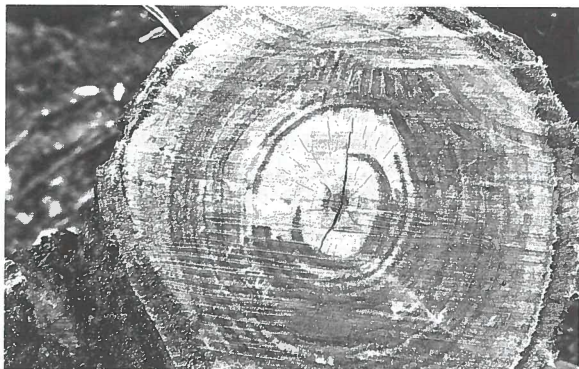
Quadro 1. Potência instalada e produção de energia elétrica (valores brutos) em Portugal (continente e ilhas) em 2011. Dados de DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia [7-9], REN – Rede Eléctrica Nacional [20, 21], de EDA – Electricidade dos Açores [22, 23], e de EEM - Empresa de Electricidade da Madeira [24]. Os valores de «cota (%) de produção» e de «utilização (%) da capacidade produtiva total» foram calculados a partir dos dados de potência instalada e da eletricidade produzida.

1.1. Energia elétrica produzida a partir de fontes de energia de origem nacional: energia renovável

FONTE DE ENERGIA	POTÊNCIA (MW) TOTAL INSTALADA	ELETRICIDADE (GWH) PRODUZIDA EM 2011	COTA (%) DE PRODUÇÃO EM 2011	UTILIZAÇÃO (%) DA CAPACIDADE PRODUTIVA TOTAL
Hidroelétrica	5451	11981	23,7%	25,1%
Eólica	4362	9109	18,0%	23,8%
Solar (fotovoltaica)	174	282	0,6%	18,5%
Biomassa (inclui cogeração)	472	2357	4,7%	57,0%
Biogás	41	152	0,3%	42,4%
Geotérmica (S. Miguel)	30	186	0,4%	70,6%
Ondas e marés (Pico)	2	0	0,0%	0,0%
Totais	10532	24067	47,5%	26,1%

1.2. Energia elétrica obtida em centrais termoelétricas, de cogeração e de combustão de resíduos

TIPO DE CENTRAL E RECURSO ENERGÉTICO	POTÊNCIA (MW) TOTAL INSTALADA	ELETRICIDADE (GWH) PRODUZIDA EM 2011	COTA (%) DE PRODUÇÃO EM 2011	UTILIZAÇÃO (%) DA CAPACIDADE PRODUTIVA TOTAL
Gás natural	3829	10316	20,4%	30,8%
Gás natural em cogeração	858	4052	8,0%	53,9%
Fuel / Gasóleo	2304	1512	3,0%	7,5%
Fuel / Gasóleo em cogeração	407	1040	2,1%	29,2%
Carvão	1756	9128	18,0%	59,3%
Combustão de Resíduos Urbanos	494	520	1,0%	12,0%
Totais	9648	26568	52,5%	31,4%



Os dados do Quadro 1 evidenciam a importância que as fontes de energia renovável têm no cenário energético nacional, uma vez que representam mais de 52% da potência total instalada. Portugal beneficia de condições geográficas e climáticas adequadas à produção hidroelétrica e eólica que, no conjunto, representam cerca de 49% (9813 MW) da potência produtiva total (20180 MW) instalada em Portugal e superior à potência total instalada para produção de eletricidade a partir de centrais térmicas (9648 MW). As fontes de energia renovável não se esgotam mas, com as tecnologias disponíveis atualmente, a capacidade de produção de energia por fontes renováveis é ainda limitada e com rendimento reduzido; por estes motivos, o esforço em infraestruturas de produção tem que ser muito mais intensivo do que o efetuado mesmo nas centrais termoelétricas convencionais. Acresce ainda a característica intermitente e a volatilidade da produção de eletricidade por fontes renováveis devido às condições climáticas e até meteorológicas: se num determinado ano chover muito e a produção hidroelétrica atingir bons resultados, provavelmente a incidência de radiação solar terá sido menor e consequentemente menores também os níveis de produção de energia pelas vias fotovoltaica e termo-solar. Por outro lado, o excesso de produção de eletricidade pela via eólica é usado para bombear água para montante das barragens, sendo convertida em energia potencial e evitando o seu desperdício total. Estas condicionantes obrigam muitas vezes à duplicação de recursos e de infraestruturas de produção ou até a consumos energéticos inúteis.

A análise da % de utilização da capacidade produtiva total permite constatar a existência de duplicação de recursos e de infraestruturas tecnológicas no país e a consequente falta de rentabilização das mesmas uma vez que, em 2011, apenas se produziu menos de 1/3 da eletricidade total que é teoricamente possível produzir (cerca de 28% considerando a base de cálculo de 8760 horas/ano). Esta é uma das razões fundamentais que contribui para que custo (e consequentemente o preço) da eletricidade em Portugal seja tão elevado. Outras componentes que engordam a fatura da eletricidade relacionam-se com os incentivos governamentais pagos à produção de eletricidade por fontes renováveis.

Tipicamente, a produção com recursos às centrais hidroelétricas e mini-hídricas representa a maior fatia de produção de eletricidade no país e tem enorme prevalência no território

continental. A implantação das energias renováveis, sobretudo hídrica e eólica, tem enorme expressão na zona Norte, em especial nas zonas mais interiores. No ano de 2011, ao inverso do ano anterior, registaram-se níveis hidrológicos 8% abaixo do valor médio anual e por isso a produção hidroelétrica atingiu apenas 23,7% da produção total de eletricidade. Dentre as fontes de produção renovável (Quadro 1.1), aquela que apresenta a maior taxa de utilização da capacidade produtiva é a geotérmica que, à data de 2012, se encontra circunscrita apenas a duas centrais na ilha de S. Miguel. O aproveitamento de resíduos florestais, em centrais de biomassa, apresenta também uma elevada taxa de utilização da capacidade produtiva, uma vez que, tal como a energia geotérmica, não depende das condições climáticas sazonais.

Por outro lado, a produção de energia com recursos a combustíveis fósseis e à combustão de resíduos (Quadro 1.2), cuja potência elétrica instalada representa 47,8% do total, contribuiu, em 2011, com 52,5% da eletricidade total produzida no país. Depois das centrais hidroelétricas dos parques eólicos, o conjunto das centrais termoelétricas a gás natural representa a terceira maior componente de produção de energia em termos de potência instalada e a segunda maior parcela no que respeita à cota de produção de eletricidade.

Em termos globais (renovável e não-renovável), em 2011, as centrais de cogeração contribuíram com uma produção estimada em cerca de 13% do consumo total de energia elétrica do país. A utilização da cogeração (com produção simultânea de energia elétrica e térmica usualmente sob a forma de vapor) reduz as perdas de transformação de energia em cerca de 50% comparativamente a uma central térmica convencional.

As centrais de cogeração são cada vez mais numerosas e com maior implantação no território continental. A título de exemplo da crescente importância da cogeração no sector, em 2009, a antiga central termoelétrica do Barreiro foi desativada e, em sua substituição, instalada a central de cogeração da Fisigen, de menor capacidade produtiva mas com maior eficiência energética em resultado da mudança de tecnologia de transformação e aproveitamento de energia pela cogeração. Também nas refinarias de Matosinhos e de Sines foram recentemente instaladas centrais de cogeração. Situações semelhantes verificam-se em todos os sectores industriais com integração da produção de eletricidade no processo produtivo: nas indústrias têxteis, agroalimentar e madeiras encontram-se centrais de capacidade entre 5 e 10 MW, enquanto na indústria química pesada (refinarias e celulose, por exemplo) as unidades de cogeração comuns têm potências entre 10 a 50MW.

No Quadro 2 encontram-se listadas todas as centrais termoelétricas do país, de produção convencional, segundo a fonte de energia primária. A informação apresentada resultou de uma pesquisa atualizada em Setembro de 2012 segundo dados disponíveis nos sítios de internet das empresas: REN - Rede Elétrica Nacional [20, 21], EDA - Eletricidade dos Açores [22, 23], EEM - Empresa de Eletricidade da Madeira [24], EDP - Energias de Portugal [25, 26], Tejo Energia [27] e Turbogás [28].

Quadro 2 - Centrais termoelétricas em funcionamento no país em Setembro de 2012.

FONTE DE ENERGIA PRIMÁRIA	DESIGNAÇÃO DA CENTRAL	ENTRADA EM FUNCIONAMENTO	POTÊNCIA INSTALADA (MWE)	GERAÇÃO DE ELETRICIDADE EM 2011 (GWH)
Carvão	Central de Sines (EDP) - Setúbal	1985	1256	6879
	Central Termoelétrica do Pêgo (EDP /Tejo Energia) – Abrantes	1993	628	2495
Gás natural	Central de Ciclo Combinado da Tapada do Outeiro (Turbogás) - Porto	1998	990	4647
	Central de Ciclo Combinado do Ribatejo (EDP) – Alenquer	2004	1170	1100
	Central de Ciclo Combinado de Lares (EDP) – Figueira da Foz	2009	1428	2972
	Central de Ciclo Combinado de Pêgo (ElecGás) - Abrantes	2010	800	506
Fuelóleo	Central do Carregado (EDP) - Santarém	1968	474	0
Gás natural		1997	236	
Fuelóleo	Central de Setúbal (EDP) - Setúbal	1979	946	0
	Central do Belo Jardim (EDA) – Terceira, Açores	1983	61,116	193,8
	Central do Caldeirão (EDA) – S. Miguel, Açores	1987	98,064	232,3
	Central do Pico (EDA) – Pico, Açores	1990	16,763	42,89
Fuelóleo Gasóleo	Central do Porto Santo (EEM) – Porto Santo, Madeira	1992	17,3	29,49
	Central de Câmara de Lobos (EEM) – Funchal, Madeira	1994	213	468,1
	Central do Caniçal (Atlantic Islands Energy) – Madeira	1998	36	193,3
	Central de Santa Bárbara (EDA) – Faial, Açores	1982	19,107	48,94
Gasóleo	Central de Tunes (EDP) - Silves	1973	199	0,1
	Central do Aeroporto (EDA) – Stª. Maria, Açores	1970	6,907	19,90
	Central do Caminho Novo (EDA) – S. Jorge, Açores	1983	7,03	29,72
	Central de Santa Cruz (EDA) – Graciosa, Açores	2003	4,23	12,32
	Central do Corvo (EDA) – Corvo, Açores	2007	0,536	1,376
Hídrica	Central de Além Fazenda (EDA) – Flores, Açores	1960	0,9	5,873
Gasóleo			2,31	

Devido à importância das energias hidroelétrica e eólica no Norte do país, existe aí apenas uma central termoelétrica: a central de ciclo combinado da Tapada do Outeiro. As centrais a carvão e a gás natural situam-se na zona centro do país e na região de Setúbal. Nos arquipélagos dos Açores e Madeira, não existem ainda, centrais termoelétricas a gás natural nem a carvão, apenas a gasóleo ou a fuelóleo ou ainda utilizando ambos os combustíveis. Por outro lado, em território continental, restam apenas duas centrais com este tipo de combustíveis: a central de Tunes (Silves) alimentada a gasóleo, a central de Setúbal a fuelóleo e, ainda os grupos 1 a 4 da central do Carregado (Santarém) também a fuelóleo. Estas centrais datam das décadas de 60 e 70 do século XX, e embora não se encontrem, para já, em processo de desativação, apenas funcionam em situações de maior procura de energia e, em 2011, a sua produção de energia foi praticamente nula. Esta situação contribui de forma substancial para a reduzida taxa de utilização a potência elétrica instalada no país. As dificuldades económico-financeiras que afetam o

país traduzem-se na diminuição da procura pela eletricidade, facto que acentua ainda mais a situação de excesso de capacidade elétrica instalada. Para além disso, a política de proteção à Produção em Regime Especial (correspondente à produção a partir de fontes renováveis e por cogeração) coloca a utilização das centrais termoelétricas convencionais (correspondente à Produção em Regime Ordinário) na situação de *stand-by* e de «para-arranca», dependentes da chamada para a rede elétrica, com elevada amplificação dos custos de manutenção destas centrais.

Perante o cenário exposto entende-se que, no estado atual das tecnologias de transformação de energia a partir de fontes renováveis, torna-se impossível efetuar o plano energético de um país com base apenas em energias renováveis e sem o apoio da produção de energia por fontes convencionais (centrais termoelétricas) ou nuclear. Em Portugal, as centrais termoelétricas adaptam o seu volume de produção quer à procura de energia (nível de consumo)

quer à quantidade de energia produzida pelas vias renováveis, gerando o número de grupos geradores de eletricidade em funcionamento consoante a solicitação da Rede Elétrica Nacional. Esta adaptação ao consumo ocorre com maior frequência com os grupos geradores a gásóleo e a gás natural uma vez que a entrada em funcionamento de geradores a carvão é um processo muito mais demorado e por conseguinte com um tempo de resposta lento. Esta é, aliás, uma das razões que justifica o nível tão reduzido de utilização das centrais termoelétricas a fuel /gásóleo: apenas 7,5% da capacidade total instalada no país, apesar de ser esta a via de produção de eletricidade mais significativa nos arquipélagos da Madeira e dos Açores.

- Atualmente, as tecnologias disponíveis que permitem a exploração das fontes de energia renováveis tem ainda, limitações importantes para o desenvolvimento, a generalização e a expansão geográfica destas fontes, nomeadamente:
- **Capacidade de produção limitada** pela falta de disponibilidade do recurso natural quer no tempo (por exemplo a ausência de vento), quer no espaço geográfico. Por exemplo, Portugal tem condições relativamente boas para o desenvolvimento, pelo menos de alguns tipos de energias renováveis, mas países de menor dimensão geográfica, como sejam o Luxemburgo e a Bélgica tem certamente maiores dificuldades na sua implementação..
- **Intermitência da produção** dependente das condições climáticas e das condições geográficas locais. (escassez de água nas zonas desérticas ou de sol nas regiões de maior latitude)
- **Eficiência reduzida** na transformação da energia, já que nas instalações de produção de energia por meio de renováveis o *ratio* entre a capacidade instalada e a produção obtida é, ainda, muito elevado comparativamente aos processos convencionais, nomeadamente a produção a partir de fontes de energia fóssil.
- **Competição com outras utilizações dos recursos naturais**, nomeadamente quanto ao uso da água e do solo como acontece na produção energética com base em hidrelétricas, em biocombustíveis ou, mesmo, no caso da implantação de painéis solares em terrenos aráveis.
- **Descentralização dos recursos:** uma vez que a produção através de fontes renováveis se efetua, maioritariamente, fora dos meios urbanos por causa da disponibilidade quer de espaço, quer dos recursos naturais. No entanto, este é um fator também muito positivo pois permite a produção doméstica ao nível, por exemplo, do uso da energia solar.

Produção de energia elétrica na União Europeia

A comunidade de países que constituem a União Europeia (à data de 2012) representa uma grande diversidade de culturas e de características climáticas e geográficas. Por estas razões, a produção de eletricidade no conjunto dos países da União Europeia apresenta também, grande diversidade no que respeita às fontes de energia utilizadas conforme se observa pelos dados do Quadro 3.

Na maioria dos países da União Europeia, para além das condicionantes referidas, a existência de recursos naturais fósseis e de fontes de energia renováveis são os fatores mais determinantes na escolha das fontes de energia primária.

No Quadro 3 apresentam-se os valores relativos à produção de energia elétrica (valores brutos, em percentagem) nos países que constituem a União Europeia (UE) à data de Setembro de 2012. Os dados são relativos ao ano de 2011 e encontram-se agrupados por tipo de fonte de energia primária. Os valores da tabela foram calculados a partir de informação retirada da base de dados Eurostat da Comissão Europeia consultada em Setembro de 2012.

Quadro 3. Potência instalada e produção de energia elétrica (valores brutos) em Portugal (continente e ilhas) em 2011. Dados de DGEG

	% NUCLEAR	% TÉRMICA (COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E RESÍDUOS)	% RENOVÁVEIS
União Europeia (27)	27,9%	51,9%	19,3%
Alemanha	17,7%	66,9%	15,3%
Áustria		39,5%	60,5%
Bélgica	53,2%	39,8%	6,9%
Bulgária	32,4%	58,4%	9,2%
Chipre		97,5%	2,5%
Dinamarca		66,6%	33,2%
Eslováquia	54,4%	28,9%	16,7%
Eslovénia	39,0%	35,6%	25,2%
Espanha	20,0%	50,9%	29,0%
Estónia		93,6%	6,2%
Finlândia	27,7%	45,7%	26,6%
França	78,3%	9,7%	11,8%
Grécia		83,9%	15,7%
Holanda	3,6%	88,8%	7,6%
Hungria	43,0%	53,5%	3,5%
Irlanda		80,7%	19,2%
Itália		75,2%	24,3%
Letónia		51,4%	48,6%
Lituânia		58,5%	41,3%
Luxemburgo		68,8%	31,2%
Malta		100,0%	
Polónia		95,6%	4,4%
Portugal		52,5%	47,5%
Reino Unido	17,5%	74,7%	7,7%
República Checa	32,6%	60,9%	6,5%
Roménia	19,3%	54,7%	26,0%
Suécia	37,8%	10,2%	52,0%

Em 2011 Portugal foi o 4º país da UE com níveis elevados de produção de eletricidade por fontes renováveis. Nos restantes países (Áustria, Suécia e Letónia) onde a componente de energia renovável foi ainda superior, a produção hidroelétrica é a dominante, tal como acontece em Portugal. Na maior parte dos países a energia hidroelétrica é a que tem maior importância entre as energias renováveis. Por seu lado, a energia solar está numa fase de desenvolvimento tecnológico que ainda não atingiu a maturidade, representando uma fatia muito diminuta (cerca de 0,7%) da produção total de eletricidade na UE. Neste sector, a Alemanha e Espanha, em conjunto são responsáveis por 81% da energia elétrica produzida por via solar (fotovoltaica) na União Europeia. A produção a partir das fontes eólica e biomassa encontra-se implementada na grande maioria dos países da UE, contudo, a energia geotérmica tem ainda expressão muito reduzida e apenas em três países: Itália, Portugal e França. De realçar que Portugal é, logo depois da Dinamarca, o segundo país da UE, com o nível mais elevado de produção de eletricidade através da energia eólica, no entanto, em termos de quantidade de energia produzida por via eólica surge apenas em 6ª posição depois da Alemanha, Espanha, Reino Unido, França e Dinamarca.

Em vários países da região este da Europa, como sejam: Malta e Chipre ou outros que pertenceram à ex-URSS (Bulgária, Estónia, Hungria, Polónia e República Checa), a produção de eletricidade por fontes de energia renovável tem ainda expressão muito reduzida, fator que se associa ao atraso no desenvolvimento tecnológico das energias renováveis. Por outro lado, nos países mais ricos e também tecnologicamente mais desenvolvidos como Alemanha, Reino Unido, França e Holanda, o valor percentual de produção de eletricidade por renováveis está abaixo do valor médio da União Europeia e, ainda, como no caso do Reino Unido e da Holanda bem aquém das metas estipuladas pela UE para 2020: 20% de energia por fontes renováveis. No entanto, em conjunto, Alemanha, França e Reino Unido, produziram mais de 46% da energia elétrica total da União Europeia em 2011. A França que representa o maior produtor de eletricidade na União Europeia com quase 18% da eletricidade total, apoiando-se fortemente na energia nuclear (quase 78%), uma vez que possui reservas consideráveis de urânio.

Por seu lado, Reino Unido, Itália, e Espanha produzem maior quantidade de energia elétrica recorrendo às centrais termoelétricas a gás natural.

Na Estónia e na Polónia, mais de 87% da produção de energia elétrica é oriunda do carvão, que é um recurso endógeno nesses países, no entanto, em termos de quantidade absoluta, a energia elétrica produzida pelo carvão na Alemanha (12% do total europeu) representa a

quantidade, quase ao dobro da eletricidade produzida pela mesma via na Polónia. De facto, em termos absolutos, os maiores produtores de eletricidade com recurso ao carvão continuam sendo a Alemanha, a Polónia e o Reino Unido, países onde a indústria do carvão teve um papel preponderante no desenvolvimento tecnológico, económico e até social.

Malta e Chipre, países insulares de pequena dimensão, encontram-se ainda totalmente dependentes da geração de energia elétrica por via das centrais a fuelóleo. Contudo, em termos comparativos, estas quantidades são insignificantes face aos grandes países produtores, uma vez que a quantidade de energia

elétrica total produzida em Malta ronda apenas 33% da eletricidade produzida, pela via solar, na Alemanha e que representa só cerca de 1% da eletricidade total produzida naquele país

Episódios da história mundial recente como sejam o embargo ao Iraque, os ataques dos piratas somalis a petroleiros navegando no atlântico e ainda as revoluções dos países do norte de África e também na Síria, comprometem grandemente a segurança do aprovisionamento de produtos energéticos com origem em regiões de grande turbulência, ou cujo transporte seja efetuado cruzando regiões não seguras.

Plano Energético: segurança do abastecimento

Em cada país, a conceção das políticas energéticas, a definição do plano energético e, nomeadamente, a utilização de determinadas fontes de energia em detrimento de outras, baseia-se em diversos fatores que têm em consideração dois objetivos principais: a garantia da segurança do abastecimento energético e a diminuição da dependência do país (idealmente, seria de independência do país) face ao fornecimento de energia oriunda de países terceiros, particularmente de zonas conturbadas do planeta. Dentre os diversos fatores que determinam as opções energéticas de um país, destacam-se:

- A disponibilidade de fontes de energia primária em território nacional. O tipo de recursos energéticos endógenos num país depende das suas condições geológicas, geográficas e climáticas.
- A fiabilidade do abastecimento de energia que se relaciona, sobretudo, com a existência de tecnologias e de infraestruturas que tornem a exploração e utilização de um determinado recurso energético economicamente rentável.
- A capacidade de abastecimento energético em quantidade necessária para a operacionalização de processos e de serviços.
- A possibilidade de adaptação de infraestruturas e de processos industriais já existentes a novas matérias-primas energéticas e, também, a novas tecnologias de transformação de matérias-primas.
- A possibilidade de aquisição de produtos energéticos em mercados competitivos (pela disponibilidade e pelo preço).

Para além destes fatores, fortemente condicionadores dos planos energéticos estabelecidos por cada país,

razões políticas e estratégicas sobrepõem-se a todas as restantes: é o caso dos conflitos bélicos, dos embargos comerciais e até, da possibilidade de ataques de pirataria. Episódios da história mundial recente como sejam o embargo ao Iraque, os ataques dos piratas somalis a petroleiros navegando no atlântico e ainda as revoluções dos países do norte de África e também na Síria, comprometem grandemente a segurança do aprovisionamento de produtos energéticos com origem em regiões de grande turbulência, ou cujo transporte seja efetuado cruzando regiões não seguras.

Durabilidade dos recursos fósseis

As previsões de crescimento da procura de energia colocam um enorme desafio, não só aos cientistas e decisores políticos, mas também a todas as restantes partes interessadas nas questões energéticas, principalmente as que envolvem a segurança do abastecimento. A grande preocupação relaciona-se com as interações entre a energia, o meio ambiente e a sustentabilidade do consumo: até quando será possível manter os níveis de crescimento atuais pela procura energética sustentados por matérias-primas cuja disponibilidade é limitada (combustíveis fósseis e minerais radioativos)?

O problema da durabilidade dos recursos fósseis e nucleares é uma preocupação de longa data e a discussão está longe de atingir o consenso, uma vez que não existe uma opinião comum e objetiva sobre as quantidades de cada produto energético existente, principalmente no que respeita aos combustíveis fósseis. O Conselho Mundial para a Energia (WEC - *World Energy Council*) é uma instituição que reúne informação, proveniente de vários países do mundo (engloba 93 comités nacionais e mais de 3000 organizações), sobre a exploração, a produção, o consumo, as transações, os recursos e as reservas dos diferentes produtos energéticos. A Agência Internacional de Energia (IEA - *International Energy Agency*) e a União Europeia, através dos seus departamentos, também são organismos que congregam, processam e analisam informação relevante sobre a energia, sobretudo a nível da OCDE e da UE. O Instituto Alemão Federal para as Geociências e os Recursos Naturais (BGR - *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe*) é outro organismo que, de forma independente, recolhe e processa informação sobre os recursos geológicos. Periodicamente, estas instituições publicam dados estatísticos sobre os recursos de combustíveis fósseis e de urânio com base na informação oficial que recebem de cada país. Contudo, se a informação enviada por cada país à WEC, IEA e UE não for fidedigna ou estiver já enviesada, a incerteza das estimativas aumenta. É basicamente por estas razões que existe grande controvérsia sobre os números relativos aos recursos e reservas das matérias-primas fósseis.

Outro motivo, que é também causa de alguma distorção sobre as quantidades de combustíveis fósseis existentes no planeta, é a falta de concordância nas definições de recurso e de reserva.

De acordo com as definições estabelecidas pela WEC a designação «recurso» atribui-se à quantidade de matéria-prima

que se encontra num determinado local (jazigo) em dado momento e que se considera tecnicamente extraível segundo as tecnologias atualmente disponíveis. Por outro lado, a designação «reserva» refere-se à porção de um dado recurso cuja extração é economicamente rentável num determinado momento e que, conseqüentemente, depende dos preços da matéria-prima no mercado, nesse momento.

Desde há alguns anos, as Nações Unidas, no âmbito da Comissão Económica para a Europa, têm vindo a desenvolver uma tentativa de uniformização das diferentes terminologias e nomenclaturas adotadas para recursos e reservas. O documento, na sua versão atual [29] diz não só respeito a matérias minerais sólidas em geral, mas também a hidrocarbonetos, tanto líquidos como gasosos. Trata-se, neste sentido, de uma importante contribuição moderna, já experimentalmente aplicada, com êxito, a alguns casos reais, mas ainda não generalizada à totalidade dos casos, dado que está, ainda, em fase de aperfeiçoamento.

A validade das estimativas das reservas dos combustíveis fósseis é de importância extrema para a delineação das políticas energéticas, principalmente para permitir a antevisão de eventuais dificuldades de abastecimento energético, de dependência externa e de expectativas futuras do utilizador de energia quanto à disponibilidade de matéria-prima e seu custo. Importa, por isso, projetar e obter informação sobre a capacidade de produção de uma determinada matéria-prima energética no futuro.

Na figura 5 apresentam-se as estimativas mundiais de recursos e reservas dos combustíveis fósseis que resultaram da análise dos dados estatísticos mais recentes disponíveis no Instituto Alemão Federal para as Geociências e os Recursos Naturais (BGR) e no Conselho Mundial para a Energia (WEC).

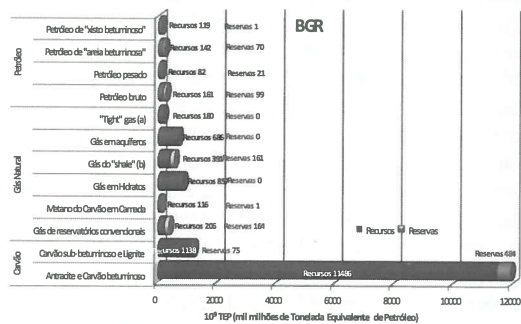


Figura 5. – Potencial (recursos) e reservas (reservas) de matérias-primas energéticas fósseis expresso em 10^{10} TEP (milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo). Valores apresentados calculados a partir de dados de BGR [30, 31] e de WEC [32, 33].

Ainda na perspetiva da segurança do aprovisionamento energético, mas num enfoque diferente, mantém-se acesa a discussão sobre a previsão da altura em que ocorrerá o pico de produção mundial para cada um dos combustíveis fósseis e minerais radioativos. Este é um assunto muito atual e também controverso, pois, para além das incertezas referentes às estimativas dos recursos e das reservas já mencionadas,

convém ainda não esquecer que a própria definição de reserva contempla as questões económicas na estimativa das quantidades de matéria-prima consideradas recuperáveis, embora estas sejam dinâmicas no tempo.

A previsão sobre a ocorrência de um pico máximo de produção possível para cada recurso natural foi, pela primeira vez, publicada por Hubbert em 1956 [34], ao serviço da companhia petrolífera Shell. Com este trabalho Hubbert introduziu o conceito de pico (*peak*), correspondente ao valor máximo de produção que é fisicamente possível de atingir em face dos constrangimentos associados a cada recurso: existências atuais (recursos e reservas), descobertas de novos reservatórios, explorações já efetuadas e consumos previstos. Em termos simples a teoria do pico de Hubbert ilustra-se no diagrama da Figura 6.

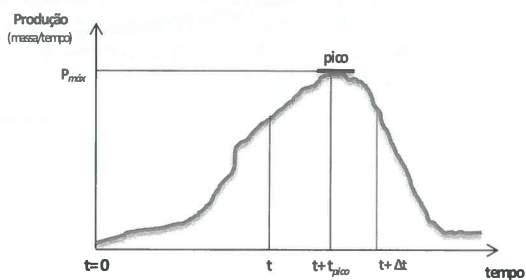


Figura 6. – Curva de produção típica de um reservatório de matéria-prima energética fóssil em função do tempo: definição de pico de produção.

Hubbert verificou para todos os reservatórios de produtos energéticos fósseis (e também para o urânio) o mesmo padrão evolutivo: no início da exploração de um jazigo a produção cresce lentamente, depois de forma mais acentuada até atingir um valor máximo (um pico de produção – *peak*) e, depois, decresce naturalmente, em função das dificuldades de acesso à matéria-prima em determinadas zonas do reservatório. Atingindo o pico sabe-se que mais de 50% da exploração possível já foi alcançada. O fim da exploração está representado no diagrama da Figura 6 pela abcissa $t+\Delta t$.

Em teoria, a produção de um jazigo poderia continuar até que se atingisse um valor nulo correspondente à total depleção do jazigo; contudo, existe um limite físico de exploração para cada jazigo, bem aquém da sua exaustão, e a partir do qual não é possível retirar mais matéria-prima. Apesar das curvas de produção reais não terem, usualmente, uma forma de sino perfeita, considera-se grosso modo, que no momento em que ocorre o pico de produção cerca de 50% das reservas foram já consumidas.

Apresentam-se, no Quadro 4, as estimativas para os picos de produção dos combustíveis fósseis convencionais, considerados de forma global, ou seja, no Mundo, e segundo diferentes fontes bibliográficas.

Quadro 4. Previsões do pico de produção mundial de petróleo, gás natural e carvão.

FONTE BIBLIOGRÁFICA	PETRÓLEO	GÁS NATURAL	CARVÃO
Steve Mohr [35]	2005 – 2019 (mais provável 2011)	2019- 2062 (mais provável 2030)	2015 – 2033 (mais provável 2019)
Jean Laherrère [36]	2012 - 2015	2025 - 2030	2050
BRGMI [37]	2005 - 2015	2030	>2050

De novo, são visíveis as discrepâncias dos autores quanto às perspetivas futuras, embora haja unanimidade em considerar que, dentre as fontes de energia fóssil convencional, o petróleo será o primeiro a atingir o pico de produção, dentro ainda desta década, depois o gás natural, daqui a cerca de 20 anos e, um pouco mais tarde, também a exploração de carvão terá atingido 50% daquela que é atualmente possível.

A situação descrita refere-se a previsões médias mundiais; porém, nalguns países, não apenas os picos de produção, desta ou daquela matéria-prima, já ocorreram (por exemplo, no Reino Unido, em 2000, atingiu-se o pico de produção de gás natural), como os reservatórios se encontram exauridos. É esta precisamente a situação de Portugal e da França no que respeita ao carvão.

Todavia, o crescimento da procura energética e o alargamento da produção de eletricidade a zonas do Mundo

atualmente mais desfavorecidas dependerá, certamente, do aumento do consumo de combustíveis fósseis, não obstante os progressos previstos também ao nível das tecnologias de transformação das fontes de energia renovável.

Energia e Ambiente – uma relação (in)sustentável?

Existem fortes evidências científicas que indicam que o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera resulta da atividade humana, nomeadamente, pela alteração da utilização do solo, pela desflorestação para obtenção de terrenos para produção agrícola, para a construção ou indústria, pela exploração intensiva dos recursos naturais e também como resultado das emissões de gases da combustão de combustíveis fósseis, sobretudo do carvão e hidrocarbonetos líquidos (principalmente fuel) mas também gasosos (gás

natural). Independentemente de se questionarem ou não as teorias que preveem o aumento da temperatura global do planeta devido ao aumento da concentração dos gases com efeito de estufa na atmosfera, é um facto inquestionável que o desenvolvimento industrial e a utilização da energia contribuem de forma inequívoca para o aumento das emissões de CO₂ e de outros GEE e, conseqüentemente, para o aumento da concentração destas substâncias na atmosfera. Uma vez que o tempo de permanência dos gases com efeito de estufa na atmosfera pode variar entre algumas décadas até várias centenas de anos, efeito das emissões é cumulativo.

A combustão de produtos energéticos fósseis, para além da desejável energia calorífica libertada, produz sempre vapor de água (H₂O) e gases de queima de composição variável consoante o combustível fóssil. Entre estes gases de queima resultantes da combustão de substâncias fósseis incluem-se os gases com efeito de estufa (GEE), maioritariamente dióxido de carbono (CO₂) mas, na maioria dos casos também, metano (CH₄) e óxido nitroso ou protóxido de azoto (N₂O) em quantidades muito menores. Tal como acontece

com outros gases e substâncias poluentes, a emissão para a atmosfera de gases com efeito de estufa de origem antropogénica está condicionada por legislação específica, nacional [38] e comunitária [39, 40] e também por acordos internacionais como a Convenção Quadro [41] e o Protocolo de Kyoto [42]. A contabilização das emissões por fontes e remoções por sumidouros é feita segundo os setores de atividade humana (industrial e económica) e também com base na quantidade e tipo de combustível utilizado por meio de balanços de massa e de energia. A APA – Agência Portuguesa do Ambiente é a entidade responsável pela compilação e verificação dos dados e também pela comunicação da informação no âmbito dos compromissos internacionais acordados. O mais recente (2012) relatório NIR [43] de inventários nacionais enviado por Portugal às Nações Unidas engloba as emissões e remoções verificadas em território nacional desde 1990 até 2010. Na figura 7 apresentam-se os setores de atividade com maior importância na emissão de GEE, segundo as categorias definidas pelo IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* e conforme dados da APA.

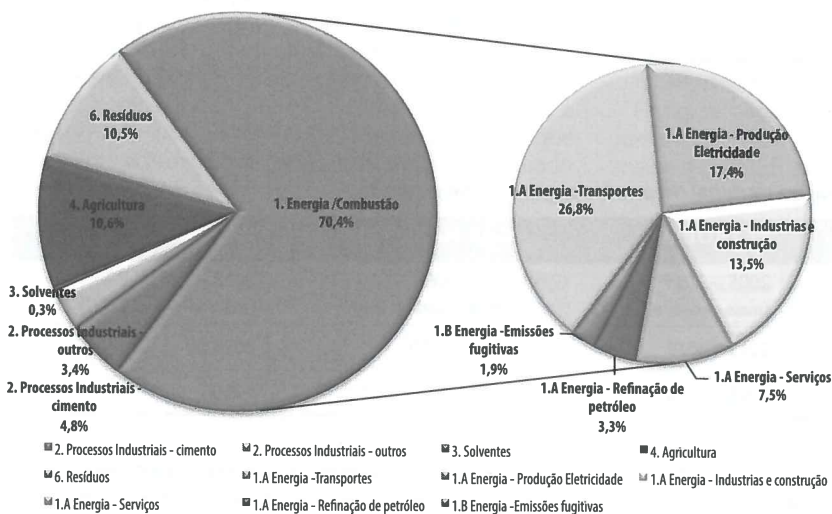


Figura 7. – Origem das emissões de GEE produzidas em Portugal em 2010, segundo o setor de atividade conforme categorias definidas pelo IPCC. Dados obtidos do Relatório de Anual do Inventário Nacional de GEE submetido pela Agência Portuguesa do Ambiente às Nações Unidas em 2012 [43].

Em 2010, as atividades do setor energético (correspondente à categoria do IPCC 1. Energia /Combustão), ou mais concretamente a combustão de substâncias fósseis e emissões fugitivas, foram responsáveis por mais de 70% das emissões globais de GEE em Portugal, que totalizaram 70,6 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. As diversas atividades específicas englobadas na categoria «1. Energia /Combustão» encontram-se discriminadas no círculo menor do gráfico da Figura 7 (lado direito). Dos dados disponíveis no relatório NIR de 2012 destaca-se:

1. O setor dos transportes representa quase 27% das emissões totais do país e, em particular, o transporte

rodoviário, representa 96% das emissões do setor transportes cujas emissões representaram, em 2010, mais de 18 milhões de toneladas de CO₂ equivalente na sua maioria (72%) com origem na frota movida a diesel.

2. A produção de eletricidade e de energia térmica representou cerca de 17% das emissões totais de GEE. Considerando a origem das emissões conforme o combustível: 8,5% (6 milhões de toneladas de CO₂ equivalente) provieram de combustíveis sólidos, 6,7% (4,7 milhões de toneladas de CO₂ equivalente) de combustíveis gasosos e cerca de 1,5% (um milhão de toneladas de CO₂ equivalente) de combustíveis líquidos.

Gases com Efeito de Estufa e Alterações Globais

A figura 8 representa as estimativas das emissões globais (relativas ao mundo em geral) de dióxido de carbono (expressas em milhões de toneladas equivalentes de CO₂) libertadas para a atmosfera resultantes da queima de combustíveis fósseis, nos últimos 140 anos.

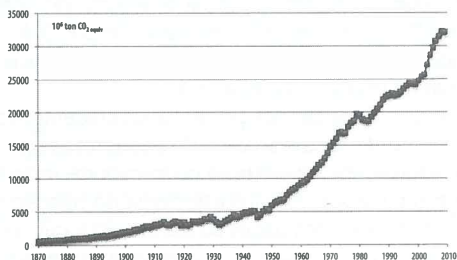


Figura 8. – Emissões de CO₂ libertadas para a atmosfera da Terra. Curva construída com dados obtidos da base de dados CDIAC – Carbon Dioxide Information Analysis Center [44] consultada em Setembro de 2012.

Apenas em 1951 tiveram início as medições diretas e os registos regulares da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, os dados existentes para períodos de tempo anteriores a esta data, são estimativas obtidas indiretamente quer pela análise de amostras de ar aprisionadas em glaciares existentes em zonas remotas do planeta, quer pela análise do crescimento das árvores e da relação existente entre os anéis dos troncos e o nível de CO₂ na atmosfera. Assim, o conhecimento científico sobre a evolução da concentração de CO₂ na atmosfera ao longo da história da Terra é baseado em medições indiretas e na extrapolação de resultados, o que contribui para a incerteza, a insegurança e o desacordo entre a comunidade científica, seja sobre os dados anteriores a 1951, seja sobre perspectivas futuras.

Os registos das concentrações globais de CO₂ desde 1951 demonstram o aumento contínuo e acentuado do CO₂ na atmosfera, o que está de acordo com a curva de emissões libertadas para a atmosfera demonstrada na figura anterior. As evidências do gráfico exposto são reais: a manter-se o crescimento das emissões de CO₂ libertadas para a atmosfera expresso na curva, a concentração de CO₂ na atmosfera atingirá rapidamente níveis nunca antes experimentados no planeta.

Não há certezas absolutas sobre os reais efeitos destes níveis de concentração de CO₂ para a Terra enquanto ser vivo, ou seja para a biosfera, no entanto, os cientistas receiam que se a situação atual se mantiver inalterada, ou seja, se a quantidade de CO₂, de origem antropogénica, libertada para a atmosfera continuar a aumentar ao ritmo verificado até ao momento, ocorram mudanças na biosfera que sejam prejudiciais para o Homem e para os restantes seres vivos, de uma forma geral. Estas mudanças são genericamente designadas por «Alterações climáticas» e por vezes também referidas como «Aquecimento global». Apesar das verdadeiras consequências que poderão existir para a Terra, não serem ainda bem conhecidas, estima-se que possam alterar profundamente o clima da Terra, afetando

especialmente determinadas zonas do planeta (regiões costeiras, zonas áridas, ilhas e recifes) e assim ameaçar, de forma previsivelmente irreversível, o modo de vida das populações e os restantes seres vivos. A ameaça das Alterações Globais é tão real que, atualmente, não é apenas objeto de preocupação dos cientistas mas passou também a fazer parte da agenda política e estratégica. Não existe reunião dos grupos denominados G8 e G20, ou outra cimeira de países industrializados que não tenha no seu programa de trabalhos a questão das Alterações climáticas, inevitavelmente associada à questão da energia.

Política energética europeia

A Humanidade enfrenta, atualmente, a dupla dificuldade de sustentar o seu modo de vida e a economia em sistemas energéticos fortemente dependentes dos combustíveis fósseis, recursos naturais, tão preciosos e, cada vez menos disponíveis, e que contribuem para a degradação do meio ambiente, em particular da atmosfera da Terra, sem qual a vida, tal como a conhecemos, não é possível. Este comportamento de exploração intensiva das matérias-primas fósseis verifica-se há mais de 200 anos e as previsões são unânimes [2] em considerar que o *modus vivendi* se manterá pelo menos enquanto a energia for o motor do desenvolvimento tecnológico e do progresso económico. Uma vez que esta não é, de todo, uma situação sustentável, será, pelo menos, legítimo interrogarmo-nos até quando será suportável?

Alguns cientistas, consideram que o problema do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera é um problema de importância menor, porque as provisões de combustíveis fósseis serão esgotadas muito antes de serem visíveis os efeitos adversos destes elevados níveis de CO₂ na atmosfera. Este ponto de vista é motivo de acesa controvérsia, pois, sendo verdadeiro que, um dia, as reservas de combustíveis fósseis se esgotarão, não contempla o facto das concentrações atuais de CO₂ na atmosfera resultarem não apenas das emissões atuais mas da acumulação das emissões do último século, uma vez que o tempo médio de residência do CO₂ na atmosfera é em média, cerca de 120 anos (na verdade, variável entre 30 a cerca de 200 anos).

Se por um lado as provisões de combustíveis fósseis tiveram origem há cerca de 300 a 500 milhões de anos, por outro lado, o Homem, cuja existência na Terra se atribui apenas há 2 milhões de anos, vem desde há cerca de 200 anos reduzindo progressivamente as quantidades desses combustíveis, a uma velocidade incomparavelmente superior com a velocidade de reposição dos mesmos pela Natureza. Por esta razão, é um facto inquestionável que a exploração de qualquer produto energético fóssil implica a diminuição progressiva das quantidades existentes dessa matéria-prima, no limite, até à sua exaustão, uma vez que numa escala de tempo de vida humana apenas ocorrerão incrementos infinitamente pequenos na quantidade de novos combustíveis fósseis formados.

Com plena consciência da insustentabilidade da situação atual e tomando a dianteira das políticas energéticas ao nível mundial, em Dezembro de 2008, a União Europeia estabeleceu uma política integrada em matéria de energia e

alterações climáticas que inclui objetivos ambiciosos a realizar até 2020 [45]. Com a «estratégia 2020», tal como é conhecido conjunto destas medidas, espera-se assegurar um futuro sustentável para a Europa, transformando-a numa economia com baixo teor de carbono e eficiente em termos energéticos. Para o efeito, propõe-se:

- reduzir em 20%, face aos valores registados em 1990, as emissões de gases com efeito de estufa (30%, se for alcançado um acordo internacional);
- reduzir em 20% o consumo de energia através de um aumento da eficiência energética;
- obter 20% das necessidades energéticas a partir de fontes de energia renováveis.

Entretanto, em 2010, a Comissão Europeia reconheceu que o plano inicialmente definido pela «estratégia 2020», não seria suficiente para alcançar as metas estabelecidas nesse plano e que seria necessário adotar um conjunto de medidas, de contexto mais abrangente, incluindo objetivos de carácter social. Neste novo documento de Novembro de 2010 [46] designado por «estratégia Europa 2020», os objetivos já definidos no âmbito da política energética e ambiental da Europa mantêm-se mas são enquadrados no cenário global do desenvolvimento da União Europeia que contempla áreas de intervenção como: o emprego; o conhecimento, investigação científica, desenvolvimento tecnológico e inovação; a educação e a luta contra a pobreza e a exclusão social.

Para evitar crises energéticas futuras e com vista a atingir os objetivos a alcançar no âmbito da política energética da União Europeia, cinco prioridades de atuação foram definidas:

1. Realização de uma Europa energeticamente eficiente;
2. Construção de um mercado da energia verdadeiramente pan-europeu e integrado;
3. Capacitação dos consumidores e garantia do mais elevado nível de segurança intrínseca e extrínseca;
4. Alargamento da liderança da Europa no domínio das tecnologias energéticas e da inovação;
5. Reforço da dimensão externa do mercado da energia da UE.

Assim, no que respeita à situação europeia, prevêem-se desenvolvimentos no sentido de cada país membro:

- Estimular a redução efetiva do consumo de energia ao nível industrial, empresarial ou individual através da consciencialização do consumo e da responsabilização dos consumidores;
- Adotar um *mix* energético diversificado e que seja cada vez menos dependente de importações de países externos à UE;
- Incentivar a utilização de tecnologias energéticas mais eficientes e menos poluentes;
- Promover o desenvolvimento das tecnologias de transformação e de utilização de energia a partir de fontes renováveis;
- Implementar tecnologias adequadas para uso de combustíveis não convencionais.

Em 2011, a meta europeia da redução das emissões de GEE, foi novamente repensada e divulgada através do documento «Energy Roadmap to 2050» [47] que preconiza a redução das

emissões de GEE entre 80 e 95% até 2050, face aos valores de emissão de 1990. Sob o ponto de vista dos autores, e esforço para atingir objetivos tão ambiciosos apenas poderá ser alcançado com a adoção conjunta de diferentes estratégias:

- Redução do consumo energético ao nível individual e industrial e, sobretudo, eliminação do desperdício. A redução do consumo terá que ser sustentada por opções de consumo inteligente baseada nas necessidades energéticas reais. É vital informar os cidadãos, enquanto consumidores, sobre o funcionamento do sistema energético, as políticas energéticas e o impacto do consumo individual. A responsabilidade é de todos e não apenas do estado e das empresas.
- Opção por meios de transporte menos poluentes como o caminho-de-ferro e a via marítima sobretudo para as mercadorias, em substituição do transporte rodoviário que atingiu proporções insustentáveis no país. Ao contrário da maioria dos países da UE, em Portugal, o setor dos transportes é o que produz mais emissões de GEE e, por isso, deve ser aquele em que as medidas de redução de emissões devem ser mais rigorosas.
- Opção por tecnologias de transformação da energia mais eficientes, sejam por fontes de energia renovável ou não. As fontes de energia renovável contribuem já de forma muito expressiva para o *mix* energético nacional e permitem a descentralização de unidades de produção mesmo ao nível doméstico, o que representa uma enorme vantagem. Contudo, o estado atual das tecnologias de transformação de fontes renováveis não permite que estas substituam, na totalidade, as fontes de energia fósseis, principalmente, tomando em perspetiva a segurança do abastecimento.
- Responsabilização dos grandes agentes emissores de GEE, com taxas de carbono, tal como as que entrarão em vigor já em 2013, com o término do período vigente do Protocolo de Kyoto. A fatura energética nacional é já muito pesada, e com a eliminação das licenças de emissão de GEE gratuitas para todas as grandes centrais termelétricas nacionais, as perspetivas futuras não são melhores, uma vez que estas empresas terão que adquirir, no mercado do carbono, licenças equivalentes às quantidades emitidas e o consumidor final será, certamente, onerado com este custo adicional.
- Mitigação das emissões de GEE por meio de tecnologias de Captação e de Sequestração de Carbono (tecnologias CAC). No estado atual do conhecimento, as tecnologias CAC permitem manter a utilização dos combustíveis fósseis enquanto se aguardam por novos desenvolvimentos tecnológicos ao nível dos processos de transformação da energia, especialmente, através das fontes de energia renovável. As tecnologias CAC, através da captação (separação e concentração) dos GEE dos gases de queima de uma central termoelétrica e posterior sequestração geológica, têm o potencial de evitar a libertação para a atmosfera de 100% das emissões provenientes das centrais termoelétricas. As tecnologias CAC podem ser adaptadas a fontes emissoras de GEE estacionárias e por isso, também adaptadas a outros setores industriais como a produção de cimento, pasta e papel, refinação e petroquímica, metalurgias, citando apenas os maiores produtores industriais.

Bibliografia

- » 1. International Energy Agency (IEA) and Statistical Office of the European Communities (Eurostat), Energy Statistics Manual. 2004: IEA publications. 195.
- » 2. EIA - Energy Information Administration, International Energy Outlook 2011, U.S. Department of Energy, Editor. 2011, DOE/EIA: Washington, DC. p. 230.
- » 3. IEA - International Energy Agency, World Energy Outlook 2011. 2011, OCDE / IEA - International Energy Agency, Energy Statistics Division: Paris, France.
- » 4. Eurostat - Statistical Office of the European Communities. Eurostat Statistics Database site: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database. Consultado em Julho de 2012. 2012 [cited 2012 Julho 2012]; Available from: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database.
- » 5. Eurostat - Statistical Office of the European Communities, Eurostat Database: Energy Statistics - Quantities - Supply, transformation, consumption - all products - annual data. 2012, Eurostat Statistics Database site: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>. Consultado em Julho de 2012.
- » 6. British Petroleum, BP Statistical Review of World Energy - June 2012, in BP statistical review, B. Dudley, Editor. 2012, BP - British Petroleum. p. 49.
- » 7. DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia, Balanço energético sintético 2011, Ministério da Economia e do Emprego, Editor. 2012, Divisão de Planeamento e Estatística da Direcção Geral de Energia e Geologia: Lisboa. p. 13.
- » 8. DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia, Petróleo, carvão e gás natural. Estatísticas Rápidas Nº 84 - Abril de 2012. 2012, DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia: Lisboa. p. 16.
- » 9. DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia, Renováveis. Estatísticas Rápidas Nº 86 - Abril de 2012, in 2012, DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia: Lisboa. p. 22.
- » 10. OCDE, OCDE Factbook 2011-2012, Economic, Environmental and Social Statistics. 2011: OCDE Publishing. 292.
- » 11. EIA - U.S. Energy Information Administration, International Energy Statistics - Independent Statistics and Analysis. 2012, DOE/EIA U.S. Department of Energy: <http://www.eia.gov/countries/data.cfm> consultado em Julho de 2012.
- » 12. OECD, OECD Factbook 2011-2012, Economic, Environmental and Social Statistics. 2011: OECD Publishing. 292.
- » 13. DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia, Balanço energético nacional 2010. 2011, Divisão de Planeamento e Estatística da Direcção Geral de Energia e Geologia: Lisboa. p. 3.
- » 14. United Nations DESA, World Urbanization Prospects : The 2011 Revision - Highlights. 2012, United Nations Secretariat, Department of Economic and Social Affairs - Population Division: New York. p. 50.
- » 15. United Nations DESA, Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development: An International Perspective. 2011, United Nations Secretariat, Department of Economic and Social Affairs - Population Division: New York. p. 378.
- » 16. IEA - International Energy Agency, World Energy Outlook 2010. 2010, OCDE / IEA - International Energy Agency, Energy Statistics Division: Paris, France. p. 738.
- » 17. EIA - Energy Information Administration, International Energy Outlook 2010, U.S.D.o. Energy, Editor. 2010, DOE/EIA: Washington, DC. p. 230.
- » 18. European Commission and DG ENER, EU Energy in Figures 2011, Country Energy Statistics - Countries Factsheets. 2011. p. 84.
- » 19. Eurostat - Statistical Office of the European Communities. Eurostat Statistics Database site: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database. Consultado em Janeiro de 2012. 2010 [cited 2012 Janeiro 2012]; Available from: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database.
- » 20. REN - Rede Eléctrica Nacional, Situação sobre a rede nacional de transporte. 2012, REN - Rede Eléctrica Nacional, S.A.
- » 21. REN - Rede Eléctrica Nacional, Caracterização da rede nacional de transporte para efeitos de acesso à rede em 31 de Dezembro de 2011. 2012, REN - Rede Eléctrica Nacional, S.A. p. 72.
- » 22. EDA - Electricidade dos Açores, Informação Estatística - Dezembro de 2011. 2012. p. 390.
- » 23. EDA - Electricidade dos Açores, Caracterização das Redes de Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica da Região Autónoma dos Açores - Situação em 31 de Dezembro de 2011. 2012. p. 381.
- » 24. EEM - Empresa de Electricidade da Madeira and DEP - Direcção de Estudos e Planeamento, Caracterização da rede de transporte e distribuição em AT e MT em 2011. 2012, EEM - Empresa de Electricidade da Madeira. p. 68.
- » 25. EDP - Energias de Portugal, EDP - Produção: números 2011, DPCM - Departamento de Comunicação Direcção de Planeamento e Controlo, Editor. 2012. p. 2.
- » 26. EDP - Energias de Portugal, EDP - Relatório e Contas 2011, DPCM - Departamento de Comunicação Direcção de Planeamento e Controlo, Editor. 2012. p. 304.
- » 27. Tejo Energia - Produção e Distribuição de Energia Eléctrica and PEGOP - Energia Eléctrica S.A., Declaração ambiental 2011 - Central Termoeléctrica do Pêgo. 2012. p. 23.
- » 28. Turbogás - Produtora energética S.A. and Portugénia energia, Relatório e Contas 2011 - Central de Ciclo Combinado Tapada do Outeiro. 2012. p. 41.
- » 29. UNECE - United Nations Economic Commission for Europe, United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009, in The ECE Energy Series. 2010, United Nations Publications: Geneve. p. 25.
- » 30. Cramer, B. and H. Andruleit, Reserves, Resources, Availability of Energy Resources - Annual Report 2010, BGR, Editor. 2010, BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Hannover, Germany. p. 88.
- » 31. Rempel, H., S. Schmidt, and U. Schwarz-Schampera, Reserves, Resources and Availability of Energy Resources - Annual Report 2009, BGR, Editor. 2009, BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Hannover, Germany. p. 90.
- » 32. WEC - World Energy Council, 2010 Survey of Energy Resources. 22nd ed. Survey of Energy Resources, ed. J. Trinnaman and A. Clarke. 2010: World Energy Council. 618.
- » 33. WEC - World Energy Council, Survey of Energy Resources - Interim Update 2009, J. Trinnaman and A. Clarke, Editors. 2009, WEC - World Energy Council: London. p. 98.
- » 34. Hubbert, M.K., Nuclear Energy and the Fossil Fuels, in Drilling and Production Practice (1956), American Petroleum Institute, Editor. 1956, Publication nº 95, Shell Development Company - Exploration and Production Research Division: Houston, Texas. p. 57.
- » 35. Mohr, S., Projection of world fossil fuel production with supply and demand interactions, in Chemical Engineering Department. 2010, The University of Newcastle: Newcastle, Australia. p. 783.
- » 36. Laherrère, J. Peak (or plateau) of fossil fuels. in Workshop on «Energy, Greenhouse Gases and Environment». 2008. Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal: edições Universidade Fernando Pessoa.
- » 37. Masset, J.-M., et al., Oil and gas: peak or plateau?, in Géosciences International Year of Planet Earth Special Issue: «10 core Challenges for the Geosciences», BRGM. 2009. p. 16-26.
- » 38. Ministério dos Negócios Estrangeiros, Aprovação e Ratificação da Convenção Quadro sobre Alterações Climáticas, Diário da República, Editor. 1993, I série A, nº 143. p. 3336 - 3356.
- » 39. Comissão Europeia, Regulamento (UE) Nº 601/2012 da Comissão de 21 de junho de 2012 relativo à monitorização de comunicação de informações relativas às emissões de gases com efeito de estufa nos termos da Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. 2012, Jornal Oficial da União Europeia. p. 30 - 104.
- » 40. Parlamento Europeu and Conselho da União Europeia, Decisão 280/2004/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro de 2004, relativa à criação de um mecanismo de vigilância das emissões comunitárias de gases com efeito de estufa e de implementação do Protocolo de Kyoto. 2004, Jornal Oficial da União Europeia, L 49 de 19.02.2004. p. 1-8.
- » 41. Nações Unidas, United Nations Framework Convention on Climate Change. 1992, Nações Unidas. p. 25.
- » 42. UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. 1998, United Nations; disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. p. 21.
- » 43. Maciel, H., et al., Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases:1990 - 2010, Agência Portuguesa do Ambiente - Departamento de Alterações Climáticas Ar e Ruído, Editor. 2012, Agência Portuguesa do Ambiente: Amadora, Portugal. p. 674.
- » 44. Boden, T.A., G. Marland, and R.J. Andres, Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. . 2012, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. .
- » 45. Comissão Europeia, Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: «Duas vezes 20 até 2020 - As alterações climáticas, uma oportunidade para a Europa». COM(2008) 30 final. 2008: Bruxelas. p. 14.
- » 46. European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: «Energy 2020 - A strategy for competitive, sustainable and secure energy». COM(2010) 639 final. 2010: Brussels. p. 21.
- » 47. European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: «Energy Roadmap 2050». COM(2011) 885 final. 2011: Brussels. p. 24.