

Políticas Públicas de Energia em Portugal¹

Ricardo Pinheiro Alves² e Tomás Oliveira da Silva³

1. Introdução

Portugal tem um índice de dependência energética do exterior superior a 80% em termos de fontes primárias de energia. Esta elevada dependência externa aliada às temáticas da sustentabilidade dos recursos e das alterações climáticas, e ainda à necessidade de proporcionar serviços de energia a preços competitivos à Economia portuguesa, explicam a aprovação, nos últimos 20 anos, de um conjunto vasto de medidas de política pública no setor energético. A aposta nacional nos anos mais recentes decorreu em paralelo com os restantes países europeus e continuou o esforço de redução desta dependência, centrando-se principalmente no fomento da utilização de fontes de energia renovável e em ganhos de eficiência na utilização de energia.

Este artigo apresenta, no ponto 2, a fundamentação teórica em que assentam as políticas públicas de energia em Portugal. O ponto 3 introduz as políticas públicas recentemente aplicadas e relaciona-as com a fundamentação apresentada. O ponto 4 apresenta um conjunto de indicadores da área energética relativos a Portugal e comparativos com outros países desenvolvidos, e o ponto 5 conclui.

2. Fundamentação

A intervenção pública nos mercados energéticos explica-se por razões associadas à escassez dos recursos energéticos, à necessidade de aumentar a eficiência e a sustentabilidade da sua utilização, e, especialmente no caso de Portugal, à dependência externa e à necessidade de haver segurança do fornecimento de energia. Numa economia de mercado, a resposta do Estado a estes problemas passa muito pela implementação de políticas públicas fundamentadas na necessidade de se corrigirem falhas de mercado e falhas comportamentais dos agentes económicos (e.g. Gillingham et al, 2009).

2.1. Escassez e Eficiência

A questão da escassez e da eficiência nos mercados energéticos apresenta várias dimensões. Em primeiro lugar, os mercados energéticos são, em alguns casos, monopólios naturais, sendo as redes de distribuição de energia um exemplo evidente desta situação. Estes mercados apresentam frequentemente barreiras à entrada como os elevados custos de instalação, existência de economias de escala pronunciadas e necessidade de um investimento significativo em investigação e desenvolvimento, especialmente na área das novas energias renováveis (eólica, solar, etc.). A existência de monopólios naturais e de barreiras à entrada dificultam o surgimento de novos investidores e limitam a concorrência nos mercados.

Um segundo problema está relacionado com falhas de mercado ao nível da investigação e desenvolvimento (I&D) e da inovação em serviços de energia, quando, dada a sua natureza de bem público, os benefícios daí resultantes não são apropriados na sua totalidade pelos investidores, mas beneficiam outras empresas e a sociedade. A diferença existente entre o retorno social e o retorno privado pode levar a um subinvestimento em inovação tecnológica por parte das empresas (Jaffe et al,

¹ As opiniões expressas no artigo são da exclusiva responsabilidade dos autores.

² Gabinete de Estratégia e Estudos – Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento, e Instituto de Artes Visuais, Design e Marketing, Lisboa.

³ Gabinete de Estratégia e Estudos – Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento.

2005). Por outro lado, esta externalidade positiva pode ocorrer no âmbito do conhecimento acumulado pelo continuado desenvolvimento de novas tecnologias ("learning-by-doing", Arrow, 1962), que, por efeito de alastramento, permite uma progressiva redução dos custos de produção mesmo em empresas que não suportaram os respetivos encargos (van Benthem et al, 2008).

No que se refere à eficiência energética, as falhas de mercado podem também resultar do chamado "energy efficiency gap", em que existe subinvestimento em eficiência energética face ao ótimo social resultante da diferença entre a taxa de retorno implícita nos investimentos em eficiência energética (por exemplo, na aquisição de equipamentos mais eficientes) e a taxa de desconto de mercado para um investimento alternativo (Gillingham et al, 2009). Em termos práticos, as empresas e as famílias não são sempre racionais nas decisões de investimento em energia, optando frequentemente por consumir mais energia e por aplicar mais recursos nesse consumo do que o que seria necessário se escolhessem a melhor alternativa.

Esta relação entre os recursos aplicados na melhoria da eficiência e a redução de custos obtida na produção de energia é fundamental se considerarmos que a energia é um "input" na produção de "serviços" prestados com base na própria energia (e.g. movimento, aquecimento, iluminação, etc.), que são usados em todas as áreas da sociedade. O aumento da eficiência resultante dos investimentos pode ocorrer porque existe uma redução do preço relativo da energia ou por efeito de uma mudança tecnológica. Mas, no primeiro caso, o aumento da eficiência não resulta necessariamente numa redução do consumo. Se esse aumento da eficiência provocar uma redução dos preços pagos pelas famílias e pelas empresas, pode mesmo induzir um aumento do consumo.

A procura de eficiência energética é também condicionada pela existência de informação assimétrica ou pela falta de informação dos agentes do mercado. Por um lado, os consumidores não possuem informação completa sobre a relação custo-benefício resultante do investimento em equipamentos mais eficientes, optando frequentemente por uma escolha não ótima em termos económicos (Sanstad et al, 2006). Por outro, a *seleção adversa* (Akerlof, 1970) por parte dos consumidores pode dever-se ao facto de os vendedores não conseguirem transmitir informação sobre os benefícios proporcionados pelos equipamentos que comercializam, seja por serem parte interessada na venda, gerando desconfiança nos consumidores, seja porque os benefícios não são diretamente observáveis. Uma outra situação decorre da Teoria da Agência quando, na construção ou recuperação de edifícios, o construtor não investe em eficiência energética porque não consegue "transferir" esse custo para o comprador, que vai suportar os custos energéticos e desconhece os benefícios económicos do investimento. Este problema foi associado a 25% da energia consumida em excesso por frigoríficos, 66% no aquecimento de água e 48% no aquecimento de espaços (Murtishaw e Sathaye, 2006).

As falhas associadas a subinvestimento e informação imperfeita também podem ocorrer por razões comportamentais, quando as decisões dos consumidores são inconsistentes com a maximização da utilidade ou com a minimização de custos na utilização dos serviços de energia ("Falhas de comportamento", Shogren and Taylor, 2008). A abordagem comportamental debruça-se sobre os "desvios" face à racionalidade económica nas decisões dos agentes, não sendo, no entanto, evidente qual a direção e a magnitude dos seus efeitos em termos de investimento em e consumo de serviços de energia. Um exemplo é a falha dos consumidores quando calculam erradamente o potencial benefício de um investimento em eficiência energética por se basearem no uso do preço atual de energia, ignorando a subida futura, em termos reais, dos custos energéticos (Kempton et al, 1992).

Existem outros fatores que afetam o consumo de energia e a compra de equipamentos energeticamente mais eficientes. Estudos empíricos mostram que a subida dos custos da energia tem um efeito positivo no aumento da sua conservação, sendo este efeito mais importante se essa subida for permanente pois os consumidores tendem a racionalizar o consumo e a adquirirem equipamentos mais eficientes, e as empresas a investirem no melhoramento energético dos seus processos de fabrico (Anderson e Newell,

2004). A diferença entre os efeitos das alterações temporárias ou permanentes dos custos de energia traduz-se numa elasticidade da procura-preço pelos serviços de energia (eletricidade, gás natural ou “fuel” óleo) de longo prazo significativamente maior do que a de curto prazo (Wade, 2003). Mas estes e outros aspetos (como o custo elevado das tecnologias) não constituem falhas de mercado, são apenas desincentivos ao investimento em eficiência energética.

2.2. Sustentabilidade e Segurança no Abastecimento

Um aspeto que também está relacionado com a eficiência, e que está associado ao impacto ambiental da produção e consumo de energia, é o de existência de efeitos negativos externos ao mercado. No caso dos mercados energéticos, e em todos os serviços de energia, podem existir externalidades negativas (e.g. poluição ou emissões de gases que contribuem para o efeito de estufa) não refletidas nos preços da energia. O resultado esperado desta ineficiência é o consumo excessivo de energia relativamente ao que seria ótimo do ponto de vista da sociedade, e o subinvestimento em conservação de energia e em eficiência energética. Perante isto, parece aconselhável que, em termos de eficiência, a política pública garanta que estes custos sejam traduzidos pelos preços de energia. Estudos empíricos indicam que a redução de externalidades negativas na energia elétrica proporciona ganhos económicos significativos (Gillingham et al, 2006). No entanto, nem sempre é fácil identificar a dimensão das externalidades de forma a saber em que grau é que o mercado gera ineficiências.

Uma outra falha de mercado é o habitualmente denominado risco moral (*Moral hazard*), em que as decisões dos agentes económicos poderão resultar em custos que serão suportados por gerações futuras. Neste caso, a questão do risco moral é relevante tanto na temática das alterações climáticas como na da diminuição das reservas de alguns recursos energéticos. A economia mundial está atualmente muito dependente de combustíveis fósseis, havendo a perspetiva de que as reservas mundiais de petróleo e de gás natural se possam esgotar durante os próximos 100 anos. Esta limitação, e os seus efeitos poluentes, tornam cada vez mais premente a adoção de fontes de energia alternativas e renováveis, apesar de economicamente serem ainda pouco eficientes. A questão das alterações climáticas desempenha assim um papel muito importante no racional a favor da intervenção do Estado na área da energia. O controlo do consumo, a par com a eficiência energética e a crescente utilização de energias renováveis (em que os níveis de emissão de gases prejudiciais para a atmosfera é muito inferior ao dos combustíveis fósseis), são algumas das apostas possíveis para combater este problema global.

A dependência do exterior e a segurança no fornecimento de energia podem também constituir custos que não são internalizados pelo mercado e refletidos pelos preços praticados, influenciando as decisões dos agentes económicos no sentido de um uso excessivo de energia e de um menor investimento em eficiência e conservação energética relativamente ao ótimo social (Bohi e Tomam, 1996). Esta questão torna-se relevante pela potencial instabilidade dos países fornecedores de alguns “inputs” dos serviços de energia (petróleo, gás natural) que, dada a grande dependência de países como Portugal, apenas pode ser mitigada no longo prazo.

No caso de Portugal, e da generalidade dos países europeus, existe ainda uma questão originada pelo desequilíbrio externo estrutural do país em termos de acesso a fontes de energia, com efeitos significativos na Balança Corrente. A dependência energética do exterior representa uma considerável parcela do défice da Balança Corrente portuguesa e, na última década, o peso desta dependência energética agravou-se ainda mais com o aumento do preço do petróleo, que atingiu máximos históricos em junho de 2008. Em 2000, o saldo importador de bens energéticos era equivalente a cerca de 27% do saldo da balança corrente enquanto em 2009 ultrapassava os 42%, depois dos máximos de 2007 e 2008 (49% e 50% respetivamente). Estes valores, tornam claro que uma diminuição da dependência energética do exterior é extremamente importante para o equilíbrio da Balança Corrente nacional.

As questões apresentadas impõem uma intervenção do Estado nos mercados energéticos de forma a torna-los mais eficientes. As políticas públicas podem atuar ao nível regulatório, de forma a reduzir as falhas de mercado ou comportamentais, e na promoção de investimentos que sejam mais do que compensado pela consequente redução dos custos de energia, resultando no aumento da eficiência energética. Exigem, contudo, um conhecimento detalhado sobre os benefícios e os custos sociais originados pela utilização de cada uma das fontes de energia. Este conhecimento permite dar prioridade a uma intervenção nos mercados cujo funcionamento representa um custo maior para a sociedade.

3. Políticas Públicas de Energia

As políticas públicas na área de energia recentemente implementadas em Portugal baseiam-se num documento principal, a Estratégia Nacional para a Energia (ENE), e num documento acessório, mas igualmente significativo, o Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).

A agenda da ENE tem como horizonte o ano de 2020 e enquadra-se, no âmbito da União Europeia (UE), na vertente relativa à energia e alterações climáticas da Estratégia Europa 2020 (EU2020), que tem as seguintes metas para o final desta década:

- Emissões de gases com efeito de estufa (GEE) 20% inferiores ao nível de 1990;
- 20% da energia proveniente de fontes renováveis;
- Aumento em 20% da eficiência energética.

A ENE centra-se principalmente em dois eixos: a aposta nas energias renováveis (consubstanciada no Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis - PNAER) e a promoção de eficiência energética (através do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética - PNAEE). Adicionalmente, a estratégia engloba mais três eixos: competitividade, crescimento e independência energética e financeira; segurança no abastecimento; e sustentabilidade.

Entre os objetivos da ENE destacam-se: a redução da dependência energética do exterior para 74% em 2020 (atualmente ainda superior a 80%), produzindo 31% do consumo de energia final a partir de recursos renováveis endógenos; Aumentar, até 2020, o peso da eletricidade produzida a partir de energias renováveis para 60%; Aumentar a eficiência energética em 20%; Reduzir o saldo importador energético em 25%, o que equivale a uma redução das importações de 2.000 milhões de euros por ano em 2020. Outros objetivos referem-se ao cumprimento de metas para a redução do consumo de energia (em 20%) e das emissões de gases do efeito estufa (redução das emissões de CO² em 20 milhões de toneladas). A estratégia pretende ainda promover a criação de valor acrescentado e a criação de emprego no setor, assim como potenciar as exportações por forma a reduzir o desequilíbrio na Balança Corrente de Portugal.

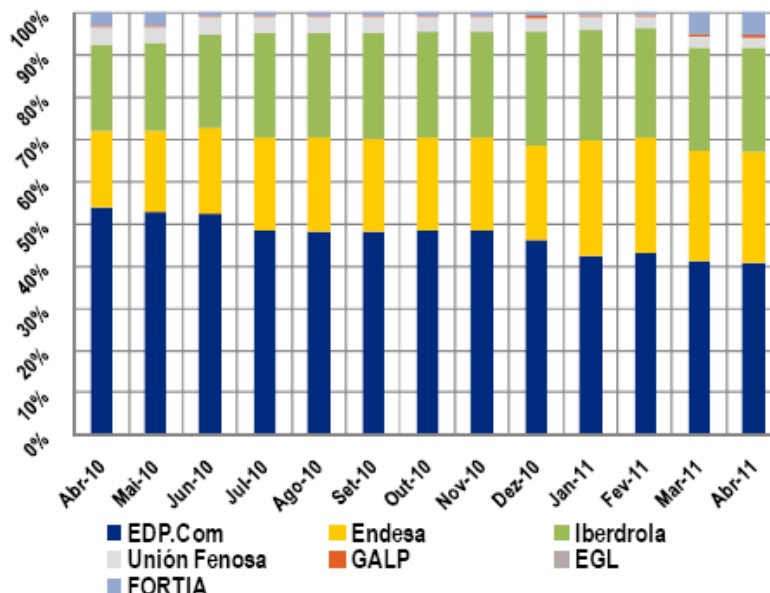
3.1. Funcionamento dos Mercados

A implementação da ENE, e dos planos que lhe estão associados, está a ser feita a vários níveis. A liberalização e a promoção da competitividade nos mercados de energia assentaram na separação das atividades de produção, distribuição e comercialização. Desta forma, foi possível diminuir as barreiras à entrada de novos operadores do mercado nas atividades que não são monopólio natural, como é o caso da produção e comercialização de eletricidade ou da comercialização de gás natural.

Ao nível da produção de energia, empresas como a Endesa, a Iberdrola, e na área das renováveis, Generg, Enernova ou Iberwind, estão já presentes no mercado português, produzindo eletricidade a partir de combustíveis fósseis, cogeração ou fontes renováveis como hidroelétrica, eólica ou solar. Esta abertura do mercado, conjuntamente com o incentivo à mini produção de eletricidade (DL nº 118-A/2010, de 28/12), causou a redução progressiva da quota de mercado do antigo monopolista, a EdP. Da mesma

forma, a criação do mercado ibérico de eletricidade (MIBEL) reforçou a concorrência ao nível da comercialização no mercado elétrico nacional ao facilitar a entrada de operadores externos. Atualmente, o MIBEL funciona durante cerca de 80% das horas, sendo os preços praticados nos dois países praticamente iguais (em 2010, a diferença média foi inferior a 1%). Em consequência da liberalização, os novos operadores têm vindo a consolidar as suas quotas de mercado. O antigo monopolista tem uma quota de cerca de 41% no consumo total de eletricidade em regime de mercado livre - Figura 1 - e uma quota global de 72% se considerarmos também a comercialização com tarifa regulada.

Figura 1. Quotas de mercado – Mercado livre (Consumo)



Fonte: ERSE.

No mesmo sentido de promoção da eficiência dos mercados, existem vários operadores de gás natural em Portugal (e.g. Gás Natural Fenosa, Endesa, EDP, Digal) e está em desenvolvimento a criação do mercado ibérico de gás (MIBGAS). Ao nível dos combustíveis, a refinação de petróleo funciona como um monopólio controlado por uma das empresas privadas que também atua ao nível da distribuição, a Galp, e que fornece a quase totalidade do combustível consumido em Portugal. Apesar da entrada de novos concorrentes estar liberalizada, persiste uma barreira associada à necessidade de realização de elevados investimentos que, dada a dimensão e o potencial do mercado português, são de baixo retorno.

No transporte e distribuição de energia elétrica, contudo, continuam a operar duas empresas monopolistas, a Rede Energética Nacional (REN), na alta tensão, e a EdP, na baixa e média tensão. No gás natural, a rede de transporte é gerida pela REN e, na distribuição, maioritariamente pela Galp. A eventual privatização de duas destas entidades, conforme previsto no memorando de entendimento assinado por Portugal com a “troika” UE-BCE-FMI, obrigará a um reforço da regulação por parte da Entidade Reguladora do Setor Elétrico (ERSE). Os preços de transporte e distribuição na eletricidade e no gás são atualmente regulados. Na distribuição de combustíveis coexiste uma grande variedade de operadores nacionais e estrangeiros (e.g. BP, Avia, Galp, Cepsa, Cipol, Agip, Alves Bandeira).

Ao nível do consumidor final, a escolha do fornecedor de eletricidade ou de gás natural está liberalizada, podendo, por esta via, ser possível aceder a um regime de mercado livre, sem tarifas reguladas. O mercado livre representa atualmente cerca de 47% do consumo de eletricidade e mais de 90% do consumo de gás natural. As tarifas reguladas no gás natural foram, em março de 2011, totalmente eliminadas para os consumos anuais superiores a 10.000m³ (industriais). Na eletricidade, as tarifas reguladas para os clientes com potência superior a 41,4kW (todos menos os domésticos) serão totalmente eliminadas até ao final de 2011. Apesar da liberalização, os preços praticados ao consumidor doméstico não refletem necessariamente os custos de fornecimentos de energia, sofrendo uma

“sobretarifa” destinada a financiar a produção de eletricidade com base em fontes renováveis (parte dos custos de interesse económico geral). Por este motivo, foi criada a “Tarifa Social” para os utilizadores que se encontram numa situação de carência socioeconómica. Refira-se, no entanto, que em ambos os mercados a obrigatoriedade do regime de tarifa livre não abrange as famílias, pelo que a liberalização beneficiou até agora principalmente as empresas. O acordo de ajuda externa assinado por Portugal com UE-BCE-FMI prevê a obrigatoriedade da liberalização das restantes tarifas (consumidores domésticos) até ao final de 2012.

Apesar destas medidas, as famílias parecem ainda não perceber a possibilidade de escolha do fornecedor de energia e de gás natural, havendo necessidade de mais informação sobre as alternativas existentes e maior transparência nos preços praticados nos diferentes níveis da fileira (produção, distribuição e comercialização). Esta necessidade é em parte explicada pelo facto de os preços de mercado não conterem toda a informação relativa aos custos para a sociedade da sua produção e distribuição e é reforçada pela 3ª diretiva de energia da UE, que prevê que os consumidores possam mudar de fornecedor no prazo máximo de três semanas. Para além disso, as questões relacionadas com o custo social e com o comportamento dos consumidores justificam um esforço no sentido de tornar mais transparente a informação sobre os preços praticados. Por exemplo, a utilização de preços marginais pode ter um efeito positivo ao nível da maior conservação de energia, assim como informação sobre o consumo médio por zona de residência pode incentivar os consumidores mais gastadores a reduzirem a sua fatura energética.

3.2. Eficiência Energética

Ao nível da eficiência energética, a aposta do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) assenta na utilização de tecnologias mais eficientes, na melhoria de processos organizativos e na alteração de comportamentos dos agentes económicos ao nível do consumo de energia de forma a garantir uma redução do consumo de energia final em 10% (cerca de 1 792 000 tep¹) até 2015 (e 20% até 2020), nas seguintes áreas:

<i>Setor</i>	<i>Contribuição</i>
Transportes	706 000 tep ≈ 39%
Indústria	536 000 tep ≈ 30%
Residencial	318 000 tep ≈ 18%
Serviços	166 000 tep ≈ 9%
Estado	49 000 tep ≈ 3%
Outros sectores	16 000 tep ≈ 1%

O plano, que é gerido pela ERSE, estabelece como instrumentos de intervenção a atribuição de incentivos, fiscais e outros, e o apoio financeiro (e.g. Fundo de Eficiência Energética - FEE), de forma a promover novos investimentos em eficiência energética. O FEE apoia especialmente investimentos de longo prazo, que exigem maior capacidade financeira. Outras medidas incluem a taxa ambiental sobre lâmpadas, a certificação energética de edifícios, a implementação do sistema de gestão dos consumos intensivos de energia ou o desenvolvimento de redes inteligentes de distribuição de energia.

Os benefícios obtidos com o investimento em eficiência energética tendem a aumentar com a subida do custo de energia. As medidas tomadas concentraram-se em primeiro lugar nos grandes consumidores de energia (empresas), onde o benefício é mais evidente. No caso das famílias, onde este benefício é mais difícil de ser percebido, existe ainda a necessidade de desenhar melhores incentivos à eficiência e à poupança de energia, que traduzam uma responsabilização dos consumidores, e melhorar a informação sobre as vantagens económicas da instalação de equipamentos mais eficientes.

¹ Tonelada equivalente de petróleo.

3.3. Apoios e Incentivos

Os apoios e incentivos recentemente implementados nesta área direcionam-se especialmente para a promoção das energias renováveis. No âmbito da diretiva europeia relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis (Diretiva FER), o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) dá especial ênfase a duas fontes de energia renovável – hídrica e eólica. O plano atua nos setores da eletricidade, aquecimento e arrefecimento, e transportes. Nos dois primeiros casos prevê, no que se refere à energia hídrica, duplicar o atual valor de capacidade instalada para 9.500 MW em 2020. Quanto à energia eólica, cuja capacidade instalada em 2010 era de 4.300 MW de potência instalada, o PNAER estima que se possam alcançar 6.900 MW no final da década. Estão enquadrados, neste âmbito, os preços garantidos de venda à rede de energia obtida a partir de fontes renováveis¹, que em 2010 representava cerca de 32,5% da potência instalada no Sistema Elétrico Nacional. As metas anunciadas preveem que 25% da energia utilizada em Portugal seja originária de fontes renováveis em 2015, e 31% em 2020. Ao nível dos transportes, a meta prevista para 2020 é que as energias renováveis (Biocombustível e Biolíquidos) representem 10% da energia utilizada pelos transportes.

Outras fontes de energia renovável são também relevantes no âmbito do PNAER, nomeadamente a energia solar, a biomassa e a energia das ondas (DL nº 5/2008, de 8/1). A biomassa é especialmente relevante para os objetivos no setor de aquecimento e arrefecimento (biomassa sólida) e no setor dos transportes (biolíquidos - DL nº 206/2008, de 23/10).

Entre as medidas de incentivo encontram-se, para além dos preços garantidos à produção, subsídios, créditos fiscais, taxas penalizadoras de uma utilização ineficiente de energia e simplificação de procedimentos de instalação de equipamentos. Especificamente, na área da eficiência energética, para além do FEE foi implementada a medida Solar Térmico 2010, que prevê apoios financeiros ao nível do consumo de energia em edifícios. Os apoios estão parcialmente enquadrados pelo Quadro de Referência Estratégica Nacional (QREN) e abrangem as várias fontes renováveis, incluindo a cogeração de eletricidade e calor (DL nº 23/2010, de 25/3). Neste âmbito, o Estado pretendeu ainda promover a I&D (investigação e desenvolvimento) apoiando a criação de um *cluster* na área da energia (Programa COMPETE/QREN) de modo a potenciar o aproveitamento de externalidades positivas nesta área, o desenvolvimento de novas tecnologias, a criação de valor acrescentado, de postos de trabalho e o incremento das exportações.

Os apoios concedidos permitem dinamizar a utilização de energias renováveis e que investidores de menor dimensão possam entrar num mercado que apresentaria uma rentabilidade pouco interessante sem a intervenção do Estado. Mas requerem uma constante avaliação dos benefícios e dos custos gerados pelas políticas públicas de forma a garantir que conduzem a um aumento do bem estar na sociedade portuguesa.

3.4. Sustentabilidade e Segurança no Abastecimento

Os objetivos de longo prazo das políticas públicas de energia passam também pela sustentabilidade física e ambiental na utilização de recursos energéticos e pela redução da dependência externa, especialmente de combustíveis fósseis, de forma a contribuir para o equilíbrio da Balança Corrente.

Ao nível da sustentabilidade, o Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) define um conjunto de políticas e medidas internas que visam a redução de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) por parte dos diversos setores de atividade. Este plano enquadra-se nos compromissos assumidos por Portugal no âmbito do Protocolo de Quioto e da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas. As principais políticas e medidas surgem no setor de oferta de energia e da utilização de

¹ A produção de energia em regime especial implementada pelo Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de maio, e recentemente alterada através do Decreto-Lei n.º 33-A/2005, de 16 de fevereiro.

biocombustíveis nos transportes, traduzidas pelo Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), que inclui o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) e permite internalizar as externalidades negativas originadas pela emissão de GEE, e o Fundo Português de Carbono (Decreto Lei n.º 71/2006, de 24 de março), que visa financiar o desenvolvimento de atividades para a obtenção de créditos de emissão de GEE. Adicionalmente, outras medidas como as taxas cobradas sobre os veículos automóveis comprados após 2007 e diferenciadas consoante o seu nível médio de emissões ou as taxas sobre as lâmpadas de baixa eficiência energética pretendem também que os preços de mercado reflitam, pelo menos parcialmente, os custos que estão a ser suportados pela sociedade.

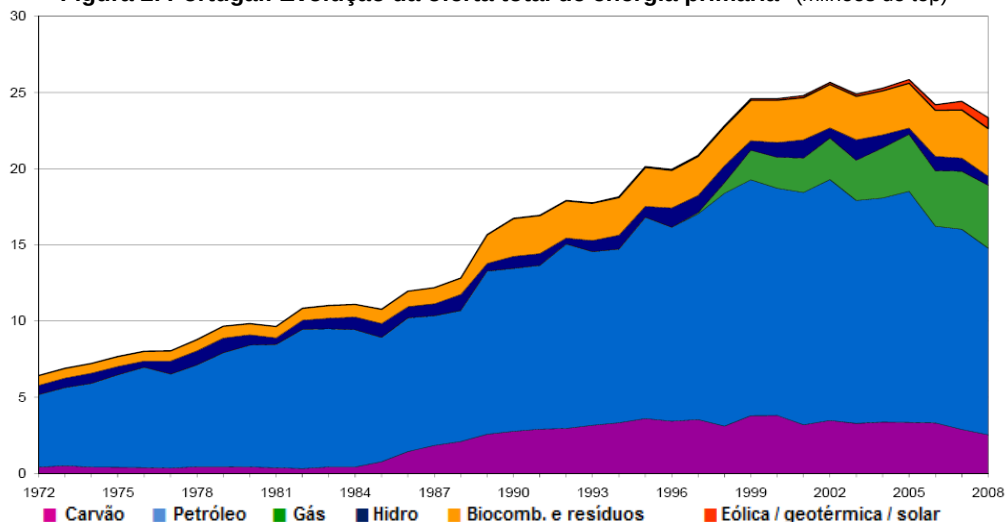
No que se refere à segurança no abastecimento, a diversificação das fontes de energia no sentido de aumentar o peso das renováveis foi a medida mais relevante de redução de riscos de fornecimento, apesar de Portugal continuar muito exposto a países potencialmente instáveis. Adicionalmente, o alargamento do número de fornecedores de combustíveis fósseis (e.g. gás natural), a construção do terminal de Sines, o aumento da capacidade de armazenamento e o previsto reforço das ligações com Espanha tiveram um efeito positivo no nível de segurança do abastecimento de energia.

4. Indicadores na Área da Energia

A evolução recente dos indicadores na área de energia traduz, pelo menos em parte, as medidas implementadas nos últimos 15 anos. O indicador de oferta total de energia primária¹ (figura 2) mostra a dependência do petróleo da sociedade portuguesa. A predominância do petróleo enquanto fonte primária de energia aumentou até à viragem do milénio, mas a aposta no gás natural e, mais recentemente, nas energias renováveis, inverteu essa tendência nos últimos dez anos. Apesar disso, as novas energias renováveis ainda representam uma parcela marginal da oferta total de energia primária do nosso país. Uma fonte com crescente importância ao longo do todo este período são os biocombustíveis e resíduos (biocombustíveis líquidos e sólidos, resíduos industriais e municipais e biogás), cuja utilização é mais comum em atividades como a produção de eletricidade, o aquecimento das casas ou a incorporação de biocombustíveis líquidos na gasolina e gasóleo.

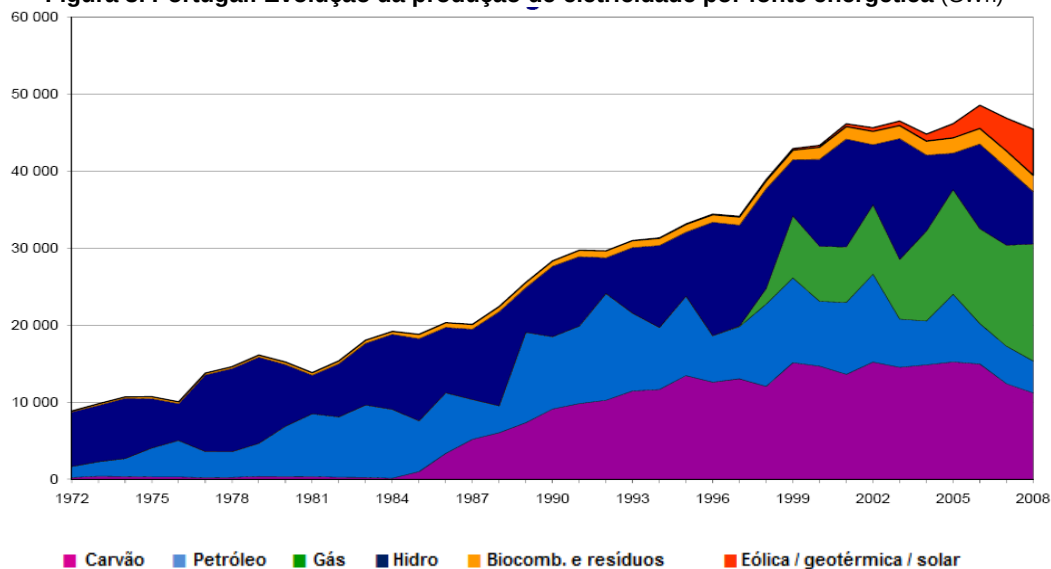
A figura 3 mostra a evolução das fontes utilizadas na produção de energia elétrica em Portugal entre 1972 e 2008. Existem algumas marcas temporais evidentes como o início da exploração da central de Sines no final dos anos 80, assinalada pelo aparecimento da produção através da combustão do carvão; no final dos anos 90 o recurso ao gás natural; e, na última década, o aumento da parcela de eletricidade produzida com recurso a fontes renováveis. Durante todo este período, os recursos hídricos são muito importantes, apesar de a sua contribuição ser algo inconstante devido principalmente a causas naturais. Quanto ao petróleo, podemos verificar que depois um período de expansão entre os anos 70 e o final dos anos 90, o seu uso na produção de eletricidade perdeu peso, principalmente nos últimos 5 anos.

¹ Oferta total de energia primária (OTEP), em inglês Total Primary Energy Supply (TPES), deriva de: produção + importações – exportações – combustíveis marítimos e aéreos internacionais +/- variações de stock.

Figura 2. Portugal: Evolução da oferta total de energia primária* (milhões de tep)

* Excluindo comércio de eletricidade.

Fonte: IEA

Figura 3. Portugal: Evolução da produção de eletricidade por fonte energética (GWh)

Fonte: IEA

Em termos internacionais, Portugal registou, ao longo da década de 2000, uma posição de destaque em termos do peso da produção de eletricidade através de energias renováveis (em % do consumo bruto - quadro 1). Portugal era em 2008 o 8º país da UE27 (e 5º da UE15) que mais recorria a fontes renováveis na produção de eletricidade. Esta posição é confirmada pelos relatórios da Ernst & Young (E&Y, 2011): Renewable Energy Country Competitiveness Indices. Os índices apresentados no Quadro 2 classificam os mercados nacionais de energias renováveis de 35 países em diferentes tecnologias. No índice agrupado de atratividade para o investimento em energias renováveis, apresentado pela E&Y em maio de 2011, Portugal ocupa o 12º lugar. A publicação de um índice especial referente à energia das ondas do mar, em novembro de 2009, apresenta Portugal como o país mais atrativo para o investimento nesta fonte de energia (Quadro 3).

Quadro 1. Produção de eletricidade com origem em fontes renováveis
(% do consumo bruto de eletricidade)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Portugal	29.4	34.2	20.8	36.4	24.4	16.0	29.4	30.1	26.9
Spain	15.7	20.7	13.8	21.7	18.5	15.0	17.7	19.7	20.6
EU (27 countries)	13.8	14.4	13.0	12.9	13.9	14.0	14.6	15.5	16.7
Italy	16.0	16.8	14.3	13.7	15.9	14.1	14.5	13.7	16.6
Germany	6.5	6.5	8.1	8.2	9.5	10.5	12.0	14.8	15.4
France	15.1	16.5	13.7	13.0	12.9	11.3	12.5	13.3	14.4
Ireland	4.9	4.2	5.4	4.3	5.1	6.7	8.5	9.3	11.7
Greece	7.7	5.2	6.2	9.7	9.5	10.0	12.1	6.8	8.3
United Kingdom	2.7	2.5	2.9	2.8	3.7	4.3	4.6	5.1	5.6

Fonte: Eurostat

Quadro 2. Índice geral em maio de 2011

Rank ¹	Country	All renewables	Wind index	Onshore wind	Offshore wind	Solar index	Solar PV	Solar CSP	Biomass/ other	Geo-thermal	Infra-structure ²
1	(1) China	72	78	80	71	62	67	48	59	52	79
2	(2) USA ³	67	66	70	55	74	73	77	61	67	60
3	(3) India	63	63	71	42	65	70	53	59	45	65
4	(3) Germany	62	66	63	74	48	66	0	63	55	63
5	(5) Italy	60	62	65	54	58	64	45	56	65	68
6	(5) UK	59	66	61	78	37	51	0	58	37	68
7	(7) France	57	60	61	56	50	58	31	59	35	61
8	(8) Spain	55	55	60	42	62	61	65	49	33	55
9	(9) Canada	53	59	64	45	33	46	0	49	34	62
10	(11) Greece	50	51	55	40	54	59	40	41	32	52
11	(11) Sweden	49	53	54	52	31	44	0	55	34	53
12	(10) Portugal	48	50	54	38	50	54	39	42	29	49
12	(16) Brazil	48	50	54	39	42	46	32	50	22	47
14	(11) Ireland	47	54	54	53	24	33	0	45	25	53
14	(16) Poland	47	53	57	42	31	43	0	42	23	48
16	(18) South Korea	46	47	46	51	46	53	29	41	36	44
16	(14) Australia	46	45	48	36	51	51	52	41	55	41
18	(18) Netherlands	45	51	50	54	33	46	0	39	21	42
18	(18) Belgium	45	52	50	58	30	42	0	39	28	52
18	(15) Japan	45	45	47	38	52	61	26	37	40	50
21	(23) Romania	44	48	51	38	32	44	0	43	38	43
22	(21) Denmark	43	47	44	55	29	40	0	45	32	51
23	(25) Mexico	42	42	43	39	45	46	40	38	54	38
24	(23) Norway	41	47	48	45	22	30	0	44	30	48
24	(21) Egypt	41	42	46	33	44	43	46	36	25	37
24	(27) Turkey	41	43	46	34	39	43	30	36	43	43
27	(na) Morocco	40	40	44	28	50	50	51	35	23	47
27	(27) South Africa	40	43	46	34	38	35	46	35	32	43
27	(25) New Zealand	40	46	49	36	23	32	0	34	51	45
30	(29) Finland	39	43	45	37	19	27	0	50	24	40
30	(na) Taiwan	39	42	44	37	32	44	0	32	35	40
32	(na) Bulgaria	37	38	43	26	34	47	0	33	35	44
33	(29) Austria ⁴	36	32	40	0	39	54	0	48	34	51
34	(na) Chile	31	33	36	24	31	36	18	26	34	38
35	(na) Czech ⁴	30	31	39	0	25	34	0	29	23	48

1. Ranking anterior (issue 28) é apresentado entre parenteses.

2. Utilizado conjuntamente com os fatores apresentados para produzir o índice geral.

3. Estados Norte Americanos com Renewable Portfolio Standards (RPS) e regimes favoráveis para as energias renováveis.

4. Os ponderadores foram ajustados para os países sem costa marítima para refletir a inexistência de potencial para energia *offshore*.

Fonte: Ernst & Young - Renewable energy country attractiveness indices, Issue 29, May 2011.

Quadro 3. Índice da energia das ondas (publicado na edição 23 de novembro de 2009)
10 primeiros países

Rank ¹		Country	Wave Index
1	(1)	Portugal	68
2	(2)	Ireland	65
3	(3)	UK	64
4	(4)	US ²	60
5	(5)	Australia	53
6	(6)	France	53
7	(7)	Canada	48
8	NA	South Africa	47
9	(8)	China	46
10	(9)	New Zealand	44

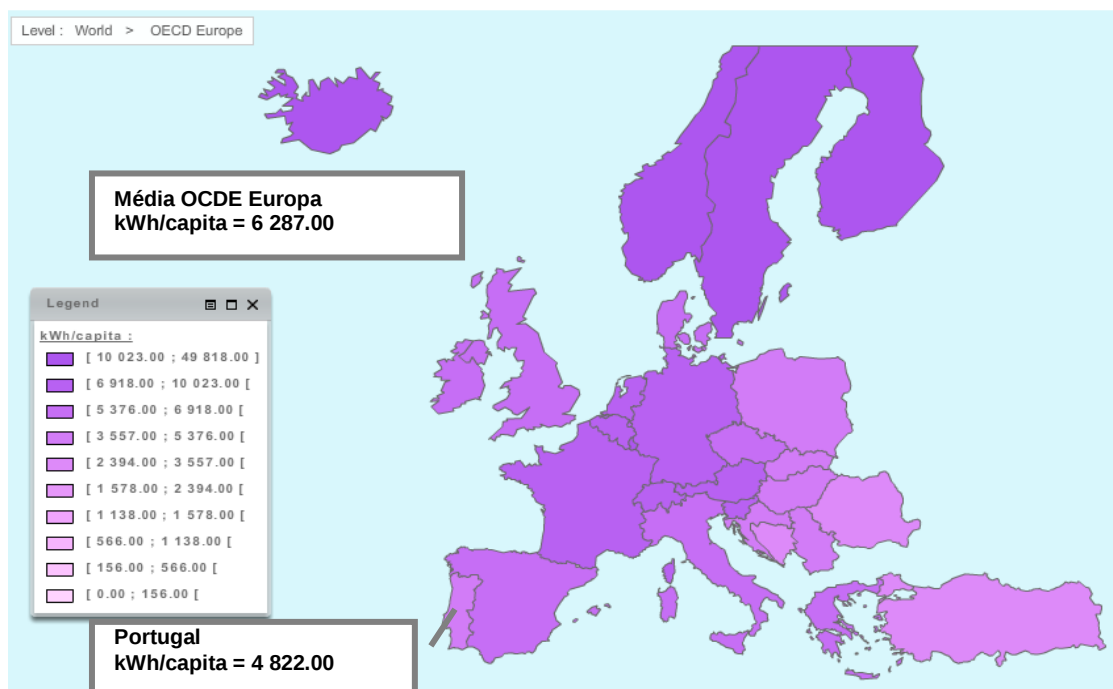
1. *Ranking* anterior (issue 22) é apresentado entre parentises.

2. Estados Norte Americanos com *Renewable Portfolio Standards* (RPS) e regimes favoráveis para as energias renováveis.

Fonte: Ernst & Young - Renewable energy country attractiveness indices, Issue 22, November 2009.

O nosso país apresenta também valores relativamente favoráveis no que se refere ao consumo de eletricidade. A figura 4 mostra que Portugal apresenta um consumo de eletricidade *per capita* inferior à maioria dos países europeus. Em 2008, o consumo *per capita* em Portugal era equivalente a 4.822 KWh contra a média europeia de 6.287 KWh.

Figura 4. Consumo de eletricidade / População – OECD Europe (2008)



Fonte: IEA

No que se refere à quota das energias renováveis no consumo de energia (quadro 4), Portugal ocupa a 5ª posição desde 2006 entre os países da UE e tem o 5º objetivo mais alto para 2020.

Quadro 4. Quota da energias renováveis no consumo bruto de energia final, em %
- Indicador-chave da Estratégia Europa2020 -

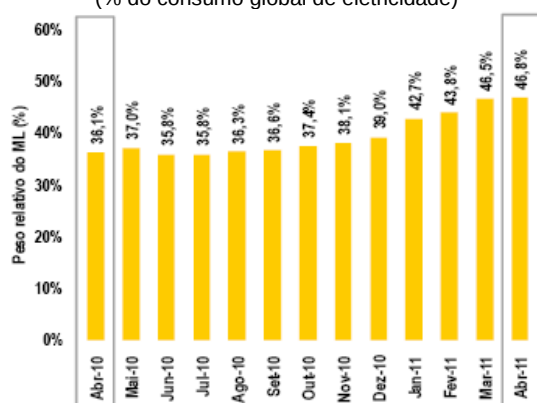
	2006	2007	2008	2020 m
Portugal	20.5	22.2	23.2	31.0
France	9.6	10.2	11.0	23.0
Spain	9.1	9.6	10.7	20.0
EU (27 countries)	8.9	9.7	10.3	20.0
Germany	7.0	9.1	9.1	18.0
Greece	7.2	8.1	8.0	18.0
Italy	5.3	5.2	6.8	17.0
Ireland	3.0	3.4	3.8	16.0
United Kingdom	1.5	1.7	2.2	15.0

m – Meta

Fonte: Eurostat

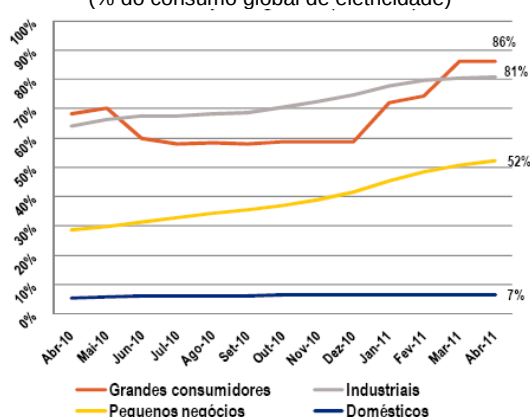
Como foi acima referido, o consumo de eletricidade em Portugal encontra-se presentemente numa fase de transição para o regime de mercado livre (ML). Em abril de 2011, o consumo de eletricidade no mercado português assentava, em 47% do total, num regime de mercado livre (figura 5), o que representa um aumento de mais de 10 p.p. face a abril de 2010 e de 40 p.p. face a janeiro de 2009. Na figura 6 pode verificar-se que o mercado livre penetrou mais significativamente na indústria (81%) e nos grandes consumidores (86%), enquanto que relativamente aos consumidores domésticos se regista ainda uma penetração reduzida (7%).

Figura 5. Peso do relativo do ML
(% do consumo global de eletricidade)



Fonte: ERSE.

Figura 6. Peso do ML por segmento
(% do consumo global de eletricidade)



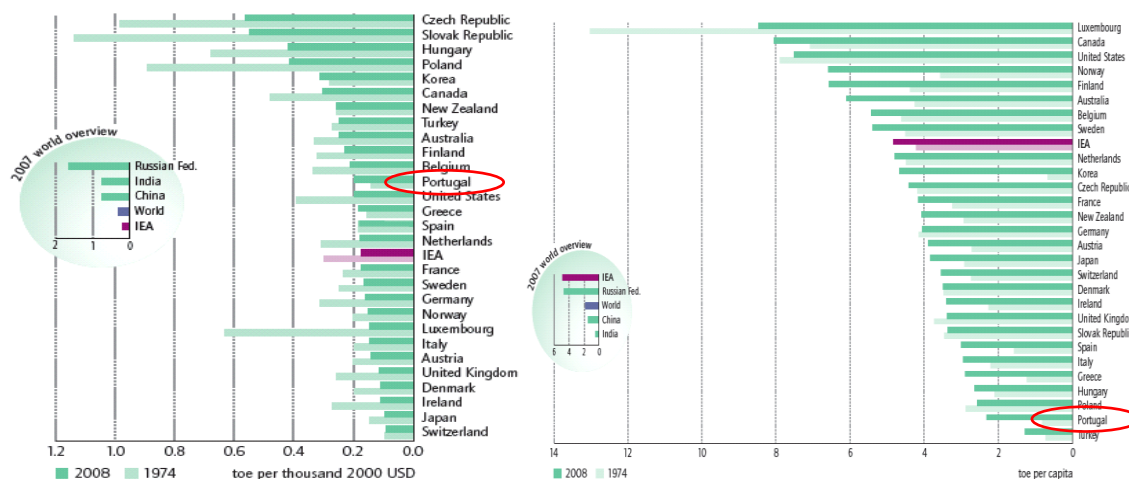
No que se refere a intensidade energética da economia (quadro 5), Portugal está abaixo da média da UE e da maioria dos principais países europeus, sendo o 14º no total dos 27 países. Note-se que a partir de 2005 se registou uma inversão da tendência de subida nos níveis de intensidade energética, tendo esta baixado cerca de 10% até 2009. De acordo com o Eurostat, a intensidade energética da Economia portuguesa, medida através do consumo em tep por 1.000 euros de PIB, desceu de 0,207 para 0,187 entre 2005 e 2009, aproximando-se do nível médio da UE. Contudo, estes valores devem ser considerados conjuntamente com o nível relativo do PIB português. A comparação entre a oferta de energia primária *per capita* e a oferta por mil USD do PIB mostra que Portugal utiliza relativamente pouca energia mas é comparativamente pouco eficiente nessa utilização (Figura 7). Isto significa que a economia portuguesa necessita de aumentar, em termos médios, a eficiência energética da sua atividade produtiva.

Quadro 5. Intensidade energética da economia
(Consumo bruto doméstico de energia / PIB → kg equivalente de petróleo por 1000€)
- Indicador-chave da Estratégia Europa2020 -

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Japan	103.9	102.0	101.9	99.6	100.1	97.8	95.6	92.5	90.1	91.7
Ireland	135.4	136.2	128.9	121.7	117.8	111.0	107.4	104.7	108.1	109.4
United Kingdom	144.6	141.6	135.4	134.0	130.8	128.8	123.5	115.8	114.7	113.7
Italy	147.6	145.3	145.1	151.2	149.7	150.8	146.7	142.5	142.1	140.1
Germany	166.6	169.2	165.4	167.2	166.0	162.8	158.9	150.7	150.6	150.6
France	178.9	181.3	179.8	181.1	179.4	176.7	171.0	165.5	167.1	164.3
EU (27 countries)	187.3	187.7	184.9	186.7	184.1	181.0	175.5	168.7	167.4	165.2
Greece	204.9	202.5	198.8	192.6	187.4	186.7	178.5	171.4	171.0	167.9
Spain	196.7	194.5	195.1	195.7	197.9	195.0	187.8	183.6	176.6	168.1
United States	212.8	206.4	205.4	200.8	197.9	193.1	186.3	185.5	180.6	177.5
Portugal	197.7	195.0	201.8	198.6	203.5	207.3	191.6	191.3	183.6	186.5

Fonte: Eurostat

Figura 7. Oferta total de energia primária (1974 e 2008)
tep por mil USD (preços 2000) tep per capita



Fonte: IEA.

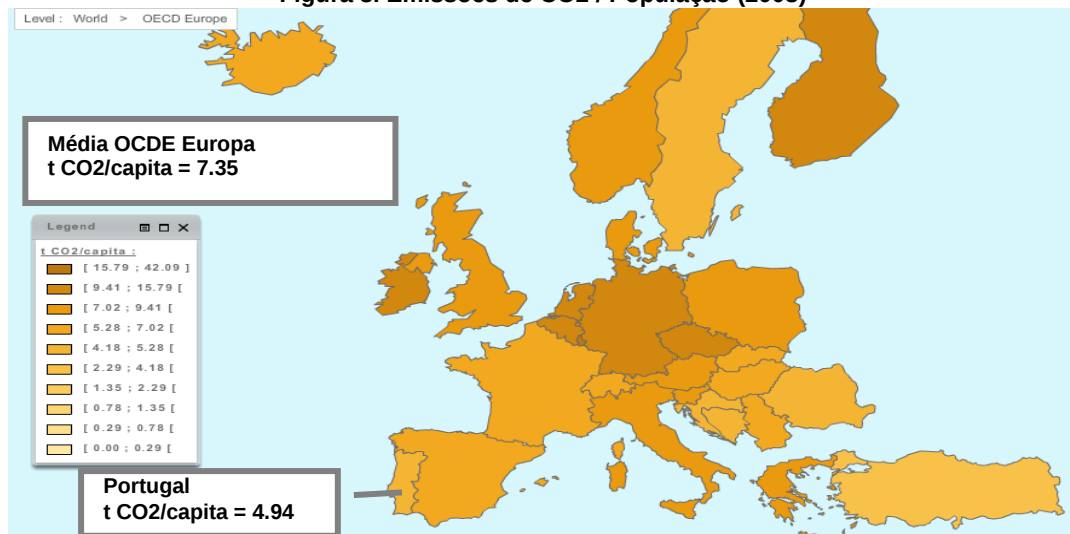
Ao nível da sustentabilidade e do impacto ambiental, Portugal regista um nível baixo, relativamente à média da UE27 e da OCDE Europa, de emissões de Gases de Efeito de Estufa *per capita* (quadro 6 e figura 8). O quadro 6 mostra que Portugal, entre 2000 e 2008, apresentou níveis de emissões comparativamente baixos. Na figura 8, Portugal apresenta, em 2008, emissões de CO₂ *per capita* equivalentes a 4.94 tCO₂, substancialmente inferiores à média europeia de 7.35 tCO₂, sendo o 4º país com emissões mais reduzidas (apenas superado pela Turquia, a Roménia e a Croácia). Contudo, a figura 9 confirma o baixo nível de emissões de CO₂ *per capita* mas mostra que, em termos de emissões de CO₂ por unidade do PIB, Portugal apresenta valores um pouco acima da média da UE. Isto demonstra que, tal como no consumo de energia, Portugal pode ainda melhorar em termos de eficiência carbónica da sua atividade produtiva. Para além disso, a evolução dessas emissões desde 1990 (quadro 7) não é favorável ao nosso país quando comparadas com a UE. Esta evolução tem, no entanto, duas atenuantes. Em primeiro lugar, e depois de uma expansão até 2001, verifica-se uma tendência de diminuição na evolução da emissão de GEE. Em segundo, Portugal era, no ano base desta série (1990), o país com o nível de emissões mais baixo entre os atuais estados membros da UE27, pois apresentava valores próximos das 6 toneladas equivalentes de CO₂ *per capita*, cerca de metade das emissões médias dos países da atual UE 27.

Quadro 6. Emissão de gases do efeito estufa *per capita*
(Toneladas equivalentes de CO₂ *per capita*)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Portugal	8.0	8.1	8.5	7.9	8.1	8.2	7.8	7.5	7.4
France	9.2	9.2	8.9	9.0	8.9	8.9	8.6	8.3	8.2
Spain	9.5	9.4	9.7	9.7	9.9	10.1	9.8	9.9	9.0
Italy	9.7	9.7	9.8	10.0	9.9	9.8	9.6	9.3	9.1
EU (27 countries)	10.5	10.6	10.5	10.6	10.5	10.4	10.3	10.2	9.9
United Kingdom	11.4	11.5	11.1	11.1	11.0	10.9	10.8	10.5	10.3
Greece	11.5	11.5	11.5	11.8	11.8	12.0	11.6	11.8	11.3
Germany	12.5	12.7	12.4	12.3	12.1	11.8	11.9	11.6	11.7
Ireland	17.9	18.2	17.4	17.0	16.7	16.7	16.2	15.7	15.3

Fonte: Cálculos GEE com base em dados do Eurostat.

Figura 8. Emissões de CO₂ / População (2008)



Fonte: IEA

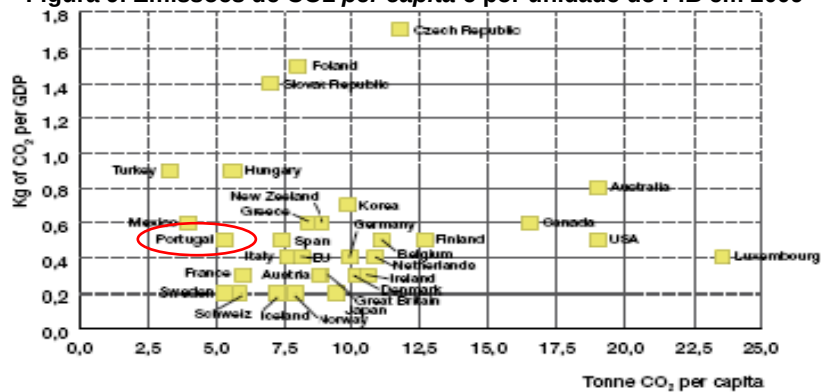
Quadro 7. Evolução das emissões de gases do efeito de estufa, ano base 1990 = 100
- Indicador-chave da Estratégia Europa2020 -

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Germany	100	89	83	85	83	82	81	79	80	78	78
United Kingdom	100	92	87	88	85	86	85	85	84	83	81
EU (27 countries)	100	94	91	92	91	93	93	92	92	91	89
France	100	99	99	99	98	98	98	99	96	94	94
Italy	100	102	106	107	108	110	111	111	109	107	105
Greece	100	104	121	122	122	125	126	129	125	128	123
Ireland	100	107	124	127	124	123	123	126	125	123	123
Portugal	100	118	137	140	147	139	143	146	139	135	132
Spain	100	111	134	134	139	142	148	153	150	154	142

Nota: Atualmente está estipulada a meta a ser alcançada pela EU27 – 80%.

Fonte: Eurostat

Figura 9. Emissões de CO₂ *per capita* e por unidade do PIB em 2009



Fonte: Energy in Sweden 2009, Swedish Energy agency.

Por último, Portugal apresenta um elevado nível de dependência energética face ao exterior. O quadro 8 apresenta valores comparativos entre Portugal e alguns países europeus, podendo observar-se que o nosso país está muito acima da média da UE27. A aposta nas energias renováveis e a promoção de eficiência energética visam também ajudar a diminuir a dependência de Portugal face ao exterior que resulta da necessidade de importação de combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão e o gás natural.

Quadro 8. Dependência energética do exterior
(Importações líquidas / Consumo bruto doméstico de energia)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
United Kingdom	-17.0	-9.4	-12.5	-6.5	4.6	13.5	21.2	20.0	26.0	26.6
France	51.5	50.7	51.0	50.6	50.8	51.7	51.3	50.3	51.0	51.3
EU (27 countries)	46.7	47.4	47.6	49.0	50.2	52.5	53.7	53.0	54.7	53.9
Germany	59.5	61.0	60.3	60.8	61.0	61.4	61.3	58.7	60.9	61.6
Greece	69.5	68.9	71.5	67.5	72.7	68.6	71.8	71.2	73.3	67.8
Spain	76.6	74.7	78.5	76.7	77.6	81.5	81.2	79.7	81.2	79.4
Portugal	84.9	84.9	84.0	85.3	83.9	88.5	83.0	82.0	82.8	80.9
Italy	86.5	83.3	86.0	83.9	84.6	84.4	86.8	85.2	85.2	82.9
Ireland	84.6	89.5	89.0	89.6	90.5	89.6	90.7	88.2	89.9	88.0

Fonte: Eurostat

5. Conclusões

A existência de diversas falhas de mercado e a relevância da balança energética para o saldo da balança corrente nacional, somados a preocupações globais acerca da segurança, da sustentabilidade da utilização dos recursos e das alterações climáticas, constituem a base do racional económico para a intervenção do Estado na área da energia. A intervenção pública em Portugal neste domínio caracterizou-se por:

- Houve, nos últimos 20 anos, um esforço grande para reduzir a dependência do petróleo enquanto fonte primária de energia. As opções incidiram, nos anos 1990, no carvão, no gás natural, nos biocombustíveis e no reforço da produção hidroelétrica, e, mais recentemente, nas “novas” energias renováveis como a eólica ou o solar, e em ganhos de eficiência na utilização de serviços de energia.
- A aposta da segunda metade da década de 2000 foi especialmente na energia eólica, tendo Portugal reforçado o peso das energias renováveis no consumo bruto de energia final de 20,5%, em 2006, para 23,2% em 2008 (a produção em regime especial baseada na energia eólica aumentou de 26% do total deste tipo de produção, em 2005, para 50%, em 2010). Esta opção baseia-se na esperança de que a utilização das chamadas energias renováveis se venham a tornar economicamente mais eficientes do que as energias convencionais pelo aumento do preço dos combustíveis fósseis (dada a perspetiva de esgotamento de algumas destas fontes de energia), pelo progresso técnico dos equipamentos e pelas economias de escala originadas pelo alargamento da produção energética a partir de fontes renováveis.
- Nos últimos anos verificou-se também uma aposta na eficiência energética que, à semelhança do que se passou no resto da UE, foi secundarizada face à promoção do uso de energias renováveis. A literatura refere esta opção como um pilar basilar das políticas públicas pelo que, no futuro próximo, o uso de instrumentos como o Fundo de Eficiência Energética ou a certificação energética de edifícios necessitam de continuar a ser impulsionados.

A diversificação das fontes energéticas foi, e é, essencial em termos de impacto da atividade económica na sustentabilidade dos recursos energéticos e do ambiente, e como contributo para a competitividade das empresas e para a redução do desequilíbrio da Balança Corrente. Os indicadores analisados mostram que Portugal progrediu em áreas como a utilização de energias renováveis, mas que ainda há espaço de progressão em termos da intensidade energética e carbónica da Economia. O êxito futuro da política energética passa, como está implícito no memorando de entendimento assinado com a “troika” UE/BCE/FMI, por uma permanente avaliação dos benefícios e dos custos resultantes da aplicação de recursos nesta área pela sociedade portuguesa. Só desta forma será possível adaptar as políticas

públicas, nomeadamente ao nível da subsidiarização financiada através de uma tarifa de sobrecusto cobrada aos consumidores, ao contínuo desenvolvimento das tecnologias de produção e à necessidade de tornar mais eficiente a utilização dos serviços de energia, tudo de forma a maximizar os benefícios para a sociedade.

6. Bibliografia para consulta

- Akerlof, George, 1970. *The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism*. Quarterly Journal of Economics 84: 488–500.
- Anderson S. e Richard Newell, 2004. *Information Programs for Technology Adoption: The Case of Energy-Efficiency Audits*. Resource and Energy Economics 26: 27–50.
- Arrow, Kenneth, 1962. *The Economic Implications of Learning by Doing*. Review of Economic Studies 29: 155–73.
- Bohi D, Toman M. 1996. *Economics of Energy Security*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers
- ENE, 2009. *Estratégia Nacional para a Energia 20-20*, Governo de Portugal
- Ernst & Young, 2011. *Renewable Energy Country Attractiveness Indices*, Issue 29, May 2011
- EU2020, 2010. *Estratégia Europa 2020*, Comissão Europeia
- Gillingham, Kenneth, Richard Newell e Karen Palmer, 2009. *Energy Efficiency Economics and Policy*, Discussion Paper 09-13, Resources for the Future, Washington.
- Gillingham Kenneth, Richard Newell e Karen Palmer, 2006. *Energy Efficiency Policies: A Retrospective Examination*. Annual Review of Environment and Resources 31: 161–92.
- Jaffe Adam, Richard Newell e Robert Stavins, 2005. *A Tale of Two Market Failures: Technology and Environmental Policy*. Ecological Economics 54: 164–74.
- Kempton W, D Feuermann e Arthur McGarity, 1992. *I Always Turn It on "Super": User Decisions About When and How to Operate Room Air Conditioners*, Energy and Buildings 18: 177–91
- Murtishaw Scott e Jayant Sathaye, 2006. *Quantifying the Effect of the Principal-Agent Problem on US Residential Use*. Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-59773, Berkeley, CA
- PNAC, Plano Nacional para as Alterações Climáticas, Governo de Portugal
- PNAEE, Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética, Governo de Portugal
- PNAER, Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis, Governo de Portugal
- Sanstad Alan, Michael Hanemann e Maximillian Auffhammer, 2006. *End-use Energy Efficiency in a "Post-Carbon" California Economy: Policy Issues and Research Frontiers*. The California Climate Change Center at UC-Berkeley, Berkeley, CA
- Shogren, Jason e Laura Taylor, 2008. *On Behavioral-Environmental Economics*, Review of Environmental Economics and Policy 2: 26–44.
- van Benthem, Arthur, Kenneth Gillingham and James Sweeney, 2008. *Learning-by-Doing and the Optimal Solar Policy in California*. The Energy Journal 29: 131–51
- Wade S. 2003. *Price Responsiveness in the AEO2003 NEMS Residential and Commercial Buildings Sector Models*. Energy Information Administration, U.S. Department of Energy, Washington, DC