



**Simulação do Impacto de Medidas  
Políticas de Obrigação de  
Eficiência Energética para o  
cumprimento das metas nacionais  
no âmbito da Diretiva de  
Eficiência Energética**

**Pedro Moreira Bessa**

VERSÃO DE TRABALHO

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Professor Doutor Cláudio Monteiro

29 de Junho de 2015



# Resumo

A nova Diretiva de Eficiência Energética surgiu, no contexto europeu, enquadrada na estratégia europeia “20-20-20”, que tem como objetivo garantir, em 2020, (1) 20% de redução das emissões de gases com efeito de estufa, (2) 20% de quota de energias renováveis no total do consumo de energia e (3) 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à sua projeção para 2020 (tendo como base o ano de 2007).

Portugal, como Estado-Membro da EU, enfrenta a aplicação dos seus artigos no contexto nacional, através de medidas que contribuam para o aumento da eficiência energética. Por este motivo foram estabelecidas, para o nosso país, uma meta geral de redução do consumo de energia primária de 25% e uma meta específica para a Administração Central de redução de 30%.

As metas definidas a nível político não são, frequentemente, acompanhadas de estudos técnicos fidedignos que permitam prever com alguma segurança o resultado das decisões tomadas. Importa por isso, com este trabalho, avaliar a possibilidade de sucesso do plano português, segundo duas abordagens distintas.

De forma a quantificar o resultado em termos de economias de energia, far-se-á um levantamento dos fundos colocados à disposição pelo programa Portugal 2020 e respetivas áreas e medidas de apoio. Estimar-se-á, de seguida, para cada setor da economia nacional, o impacto dos investimentos previstos no âmbito daquele programa, segundo a relação entre dinheiro investido e poupança de energia, assim como o resultado global do conjunto de ações implementadas.

A abordagem alternativa baseia-se no pressuposto de que a tendência atual de consumo de energia por setor se manterá no futuro, possibilitando a verificação das metas estipuladas.

A avaliação resultante, elaborada para um horizonte mais alargado de 2030, poderá, no limite, servir de suporte à tomada de novas decisões de planeamento político-energético, de acordo com o grau de sucesso previsto.



# Abstract

The Energy Efficiency Directive appeared, in european context, anchored on the european "20-20-20"strategy, aimed at assuring, by 2020, (1) 20% reduction in green house gas emissions, (2) 20% share of renewable energy in total energy consumption and (3) 20% primary energy consumption reduction relative to 2020 projections (having 2007 as baseline).

Portugal, as a EU Member-State, faces implementation of its articles in portuguese context, through measures which favour the increase in energy efficiency. For this reason, were set, to our country, a general target of 25% primary energy consumption reduction and a specific target to Central Administration of 30% reduction.

The goals set at political level are frequently not accompanied by trustworthy technical studies that allow the follow up of the results of taken decisions. It is therefore important, with this work, to assess the degree of success of the portuguese plan, according to two different approaches.

In order to quantify the result in terms of energy savings, a survey of the allocated fundings made available by the Portugal 2020 program will be made, as well as respective areas and supported measures. It will be estimated, subsequently, for each sector of nacional economy, the impact of predicted investments within that program, according to the relation between invested money and energy savings, together with the global outcome of the set of actions materialized.

The alternative approach is based on the assumption that actual energy consumption tendency by sector will be kept in the future, enabling the testing of determined goals.

The resulting evaluation, elaborated for a wider horizon of 2030, could ultimately support new political-energetic planning, according to the degree of success foreseen.



# Agradecimentos

A entrega da Dissertação representa, mais do que o sucesso na realização de uma tarefa isolada, a conclusão de uma etapa importante do meu percurso. Gostaria, por isso, de reconhecer o importante contributo:

Da minha família, em particular dos meus pais, pela simplicidade no apoio e complexidade do esforço;

Do meu orientador, Prof. Doutor Cláudio Monteiro, pela ajuda constante e palavras de incentivo;

Dos meus amigos, pelos bons momentos e pelo que aprendi;

Dos meus professores, pelo que me ensinaram;

À Margarida, pela presença zelosa e dicas valiosas.

Pedro Moreira Bessa





*“Then up he got with a light heart, free from all his troubles, and walked on till he reached his mother’s house, and told her how very easy the road to good luck was.”*

Jacob Grimm



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Enquadramento . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	3
1.3	Estrutura da Dissertação . . . . .	3
1.4	Informação utilizada . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Contextualização</b>	<b>5</b>
2.1	A Diretiva Europeia . . . . .	5
2.1.1	Eficiência na utilização da energia . . . . .	6
2.1.2	Eficiência no aprovisionamento de energia . . . . .	9
2.1.3	Disposições horizontais . . . . .	9
2.1.4	Perspetivas de cumprimento das metas para 2020 . . . . .	10
2.2	O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) . . . . .	11
2.3	A Estratégia Portugal 2020 e o PO SEUR . . . . .	20
2.4	O Compromisso para o Crescimento Verde . . . . .	27
2.5	Resumo das medidas de eficiência energética em implementação . . . . .	30
2.6	Disposições relativas ao cálculo do impacto das medidas de eficiência energética . . . . .	34
<b>3</b>	<b>Modelos de Planeamento Energético</b>	<b>39</b>
3.1	Formas de caracterização de modelos de energia existentes . . . . .	39
3.1.1	Portadores de energia considerados . . . . .	39
3.1.2	Objetivos gerais e específicos dos modelos . . . . .	40
3.1.3	Estrutura do modelo: pressupostos externos e internos . . . . .	41
3.1.4	Abordagem analítica: <i>top-down</i> vs <i>bottom-up</i> . . . . .	41
3.1.5	Metodologia base . . . . .	42
3.1.6	Abordagem matemática . . . . .	43
3.1.7	Cobertura geográfica: global, regional, nacional e local . . . . .	43
3.1.8	Cobertura setorial . . . . .	43
3.1.9	Horizonte temporal: curto, médio ou de longo prazo . . . . .	43
3.1.10	Requisitos de dados . . . . .	44
3.2	Panorama dos modelos de energia existentes . . . . .	44
3.3	Características do modelo a utilizar . . . . .	45
<b>4</b>	<b>Caraterização dos Dados</b>	<b>47</b>
4.1	Caracterização do setor doméstico . . . . .	49
4.2	Caracterização do setor dos serviços . . . . .	50
4.3	Caracterização do setor da indústria . . . . .	51

4.4	Caracterização do setor da agricultura e pescas . . . . .	52
<b>5</b>	<b>Metodologia de Simulação para Planeamento Energético</b>	<b>53</b>
5.1	Abordagem de Continuidade . . . . .	54
5.2	Abordagem baseada no investimento . . . . .	58
<b>6</b>	<b>Análise de Cenários e Verificação do Plano</b>	<b>67</b>
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>71</b>
<b>A</b>	<b>Indicadores do PPEC</b>	<b>75</b>
<b>B</b>	<b>Variação do Consumo por Década</b>	<b>79</b>
	<b>Referências</b>	<b>83</b>

# Lista de Figuras

1.1	Consumo total de energia em várias regiões do mundo [2]. . . . .	1
1.2	Emissões de CO <sub>2</sub> [2]. . . . .	2
2.1	Projeção do consumo energético para 2020, situação atual e discrepância prevista [6]. . . . .	6
2.2	Impacto da Diretiva no cumprimento das metas de eficiência energética para 2020 [9]. . . . .	10
2.3	Conjunto de metas para 2020 [13]. . . . .	12
2.4	Síntese das áreas e programas do PNAEE 2016 [12]. . . . .	13
2.5	Medidas no setor dos Transportes e seu impacto [13]. . . . .	14
2.6	Medidas no setor Residencial e Serviços e seu impacto [13]. . . . .	15
2.7	Medidas no setor Indústria e seu impacto [13]. . . . .	16
2.8	Medidas no setor Estado e seu impacto [13]. . . . .	17
2.9	Medidas nos setores Comportamentos e Agricultura e seu impacto [13]. . . . .	18
2.10	Previsão do consumo de energia primária (ktep), para dois cenários [13]. . . . .	19
2.11	Apoios financeiros provenientes de fundos [13]. . . . .	19
2.12	Dotações financeiras por Programa e por Fundo [16]. . . . .	20
2.13	Dotações financeiras por objetivos do Eixo I [19]. . . . .	22
2.14	Prioridades de investimento do Eixo I [17]. . . . .	23
2.15	Dois dos objetivos traçados no CCV. (adaptado de [22]) . . . . .	29
2.16	Algumas das iniciativas previstas pelo CCV no domínio da Energia (adaptado de [22]). . . . .	29
2.17	Cálculo do montante de economias de energia obtidas ao longo dos 7 anos de vigência do Plano [24]. . . . .	35
4.1	Consumo de energia final por setor consumidor [32]. . . . .	48
4.2	Consumo de energia final por fonte de energia [32]. . . . .	48
4.3	Consumo por fonte energética no setor "Doméstico"[32]. . . . .	49
4.4	Consumo por utilização final no setor "Doméstico"[33]. . . . .	50
4.5	Consumo por fonte energética no setor "Serviços" [32]. . . . .	50
4.6	Consumo por fonte energética no setor "Indústria" [32]. . . . .	51
4.7	Consumo de eletricidade desagregado no setor "Indústria" [34]. . . . .	51
4.8	Consumo por fonte energética no setor "Agricultura e Pescas" [32]. . . . .	52
5.1	Intensidade energética média nos 28 países da UE. . . . .	54
5.2	Evolução do consumo final de energia no setor "Indústria", até 2030. . . . .	56
5.3	Evolução do consumo final de energia no setor "Agricultura", até 2030. . . . .	56
5.4	Evolução do consumo final de energia no setor "Transportes", até 2030. . . . .	57
5.5	Evolução do consumo final de energia no setor "Doméstico", até 2030. . . . .	58

5.6	Evolução do consumo final de energia no setor "Serviços", até 2030. . . . .	58
5.7	Evolução do consumo de energia final no setor "Agricultura", até 2030. . . . .	62
5.8	Evolução do consumo de energia final no setor "Indústria", até 2030. . . . .	63
5.9	Evolução do consumo de energia final no setor "Doméstico", até 2030. . . . .	63
5.10	Evolução do consumo de energia final no setor "Serviços", até 2030. . . . .	64
5.11	Evolução da energia primária e final, segundos as duas abordagens, até 2030. . . . .	65
6.1	Perspetiva de cumprimento da meta de redução de 25% de energia primária, em 2020. . . . .	69
6.2	Perspetiva de cumprimento da meta de redução anual cumulativa de 1,5% de energia final, em 2020. . . . .	70

# Lista de Tabelas

2.1	Economias alcançadas com o PNAEE de 2008 (adaptado de [12]). . . . .	12
2.2	Potenciais beneficiários do PO SEUR, por prioridade de investimento e tipo de entidade (adaptado de [19]). . . . .	25
2.3	Medidas previstas no setor dos Transportes e sua base programática. . . . .	31
2.4	Medidas previstas no setor Residencial e Serviços e sua base programática. . . . .	32
2.5	Medidas previstas nos setores Indústria, Estado e Agrário e sua base programática. . . . .	33
2.6	Objetivos e indicadores de eficiência energética em Portugal. . . . .	37
5.1	Resumo dos indicadores do PPEC 13-14, incluindo valores da relação consumo evitado/investimento realizado, para diferentes setores (adaptado de [38]). . . . .	61
6.1	Economias de energia final anuais esperadas, por setor, e respetivos pressupostos. . . . .	68
A.1	Resumo dos indicadores do PPEC 11-12, incluindo valores da relação consumo evitado/investimento realizado, para diferentes setores. . . . .	76
A.2	Resumo dos indicadores do PPEC 09-10, incluindo valores da relação consumo evitado/investimento realizado, para diferentes setores. . . . .	77
B.1	Projeção do consumo de energia em 2020 e 2030, nos vários setores, e variação anual do consumo por década (Cenário Otimista). . . . .	80
B.2	Projeção do consumo de energia em 2020 e 2030, nos vários setores, e variação anual do consumo por década (Cenário Pessimista). . . . .	81





# Abreviaturas e Símbolos

AC	Administração Central
ADENE	Agência para a Energia
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CCV	Compromisso para o Crescimento Verde
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
ECO.AP	Programa de Eficiência Energética na Administração Pública
EM	Estado-Membro
EPC	Energy Performance Contract
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
ESCO	Energy Service Company
ESE	Empresa de Serviços Energéticos
FEE	Fundo para a Eficiência Energética
IP	Iluminação Pública
IPSS	Instituição Pública de Solidariedade Social
ktep	Milhar de toneladas equivalentes de petróleo
LEDs	Light-Emitting Diodes
Mtep	Milhão de toneladas equivalentes de petróleo
PDR	Programa de Desenvolvimento Rural
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequena e Média Empresa
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
PO R	Programa Operacional Regional
PO SEUR	Plano Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso dos Recursos
PPEC	Plano de Promoção de Eficiência no Consumo
PREN	Plano de Racionalização do Consumo de Energia
RGCEST	Regulamento de Gestão do Consumo de Energia para o setor dos Transportes
SCE	Sistema Certificação Energética dos Edifícios
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
tcma	Taxa de crescimento médio anual
tep	Tonelada equivalente de petróleo
UE	União Europeia
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VEV	Variador Eletrónico de Velocidade



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Enquadramento

Ao longo do último século, o mundo tem assistido a um aumento contínuo e generalizado do consumo energético, muito relacionado com um acréscimo significativo de bem-estar. As transformações estruturais que o planeta conheceu nas últimas décadas, desde as megacidades, ao comércio globalizado e à mecanização dos processos industriais, não teriam sido possíveis sem a ajuda dos combustíveis fósseis e da eletricidade. A libertação de milhões de pessoas de trabalhos duros e pesados, por esta via, criou condições para mais saúde e longevidade, desenvolvimento da literacia, quebra da estratificação social e permitiu tornar apelativos as ideias ocidentais de liberdade e democracia. Hoje em dia, parte substancial da população mundial, particularmente nos países mais desenvolvidos do ocidente, desfrutam do conforto proporcionado por maiores colheitas de alimentos, abundância de oferta educacional e de tempos livres e mobilidade pessoal muito melhorada [1]. Na verdade, o consumo de energia de um Estado e o seu grau de civilização estão, na maioria dos casos, muito interligados.

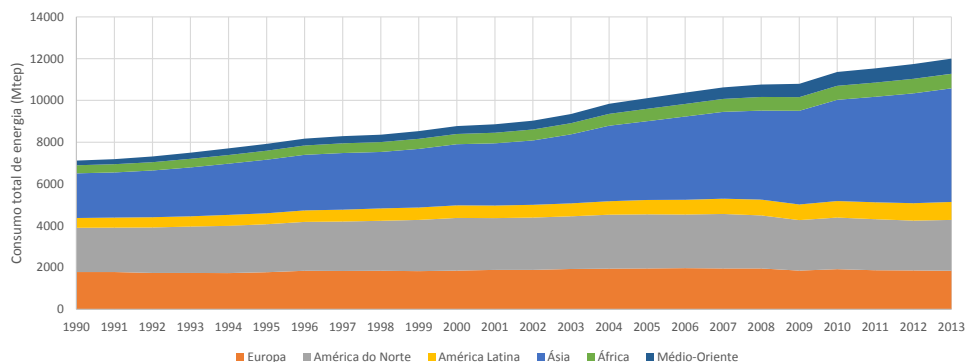


Figura 1.1: Consumo total de energia em várias regiões do mundo [2].

A figura 1.1 permite ter uma ideia clara da evolução do consumo total de energia. A perspetiva geral é de crescimento, pese embora o abrandamento verificado em 2009 devido

à crise económica. Em todas as regiões, sem excepção, o consumo aumentou desde 1990 até aos nossos dias. Contudo, os países emergentes da Ásia são os maiores responsáveis pelo contínuo aumento, mesmo que a China tenha enfraquecido, registando em 2013 uma progressão de "apenas" 4,7% do seu consumo. Entre 1990 e 2013, o conjunto de países asiáticos viu aumentar o seu consumo em cerca de 154%. O esforço de redução dos países pertencentes à União Europeia torna-se assim pouco relevante no contexto global. Entre 2000 e 2013 a UE conseguiu reduzir em 0,3%/ano o seu consumo total de energia, apesar do planeta tenha assistido a um aumento em 2,3%/ano do seu consumo total.

Entre 2012 e 2013, o aumento do consumo total foi de 1,9%. Curiosamente, as emissões de CO<sub>2</sub> tiveram um crescimento muito próximo de 1,8% no mesmo período (figura 1.2). Em 2013, países como a Colômbia e a Indonésia registaram aumentos de cerca de 6% de emissões deste gases. Contudo, talvez surpreendentemente, a Noruega foi o país com uma taxa de crescimento mais acentuada, com quase 10% de acréscimo de emissões. O facto de possuir produtos petrolíferos em abundância como recurso endógeno contribuiu para o aparecimento da Noruega no top dos países com maior aumento de emissões, junto de países da Ásia (Indonésia e Índia), Médio Oriente (Emirados Árabes Unidos) e América do Sul (Brasil e Venezuela).

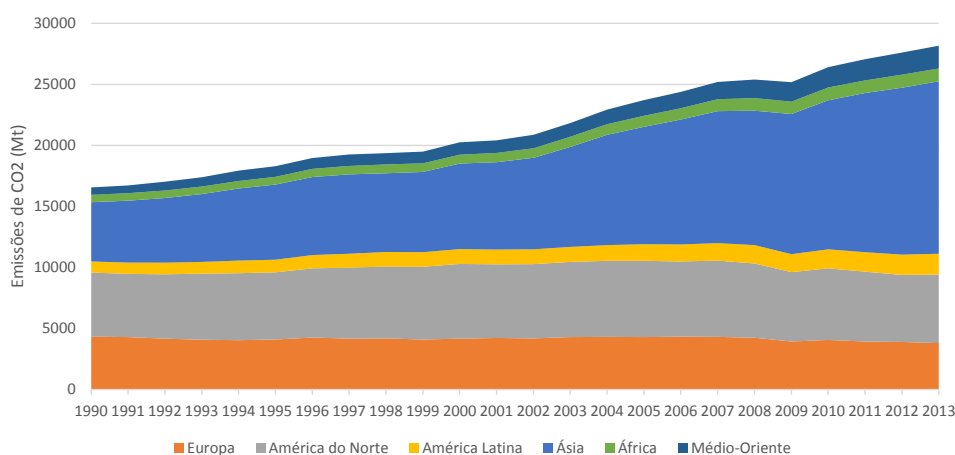


Figura 1.2: Emissões de CO<sub>2</sub> [2].

À medida que o ser humano procurava ter acesso a todo o potencial energético do planeta, muitas vezes de forma absolutamente descontrolada, problemas de poluição e degradação do ambiente entraram na ordem do dia, chegando mesmo a colocar em causa a sustentabilidade do sistema biológico de que fazemos parte. Além disso, a dependência energética crescente de populações e Estados, criou instabilidade nas relações económicas e políticas entre nações, fomentando desequilíbrios de poder e mesmo conflitos armados. As preocupações crescentes com o problema da dependência energética (mais do que com os assuntos ambientais), levaram a Europa a colocar-se na vanguarda do desenvolvimento de soluções que permitam minimizar os impactos dessa dependência. Para o fazer, há

essencialmente duas soluções: por um lado, substituir o consumo de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável. Esta opção permite a geração de energia no próprio país consumidor, aproveitando recursos endógenos e reduzindo as importações. Por outro lado, o desenvolvimento da eficiência energética, isto é, da capacidade de uma tecnologia ou sistema fornecer o mesmo serviço, utilizando menos energia, é igualmente uma opção eficaz e de baixo custo. Atualmente, ambas as soluções têm sido estimuladas na União Europeia, através de políticas que incentivam: ao aumento da percentagem de produção renovável no conjunto de fontes energéticas de um país; à diminuição do consumo de energia primária e secundária, através da definição de metas claras.

No que diz respeito, em particular, à eficiência energética, há enormes vantagens que uma redução do consumo energético pode trazer, não só no aumento da segurança de aprovisionamento energético, como na redução de gases com efeito de estufa e outros poluentes. A Comissão Europeia estima que a plena aplicação das medidas existentes e outras novas, poderá gerar: poupanças financeiras de até 1000€ por agregado familiar; melhorar a competitividade industrial da Europa; criar até 2 milhões de postos de trabalho e reduzir as emissões anuais em 740 milhões de toneladas [3].

## 1.2 Objetivos

Com o intuito de incentivar os Estados-Membros a evoluíram para soluções mais eficientes, a Comissão Europeia tem proposto vários objetivos. Através dos seus Planos de Ação para a Eficiência Energética, os países devem ilustrar claramente como os tencionam cumprir e quantificar os resultados esperados. O objetivo deste trabalho surge da necessidade de prever o comportamento do consumo em Portugal, face às metas impostas. Por isso, há dois questões essenciais a que me proponho responder:

- Será Portugal capaz de atingir a sua meta de redução em 25% do consumo de energia primária em 2020?
- Irá o País alcançar poupanças cumulativas de 1,5% de energia final anuais até 2020?

## 1.3 Estrutura da Dissertação

Para responder às interrogações anteriores, um conjunto de passos foi seguido. Estes foram os seguintes:

- Capítulo 2. Apuramento das metas nacionais e sua forma de cálculo, assim como levantamento das medidas de eficiência previstas para implementação;
- Capítulo 3. Seleção do método de previsão utilizado para estimar o consumo de energia até 2030;

- Capítulo 4. Apuramento do conjunto de dados históricos relativos ao consumo de energia em Portugal;
- Capítulo 5. Criação de uma tendência de evolução do consumo final de energia até 2030 e adição de impactos sobre a mesma dos impactos de investimento em medidas de eficiência;
- Capítulo 7. Avaliação dos resultados obtidos e comparação com as metas estabelecidas.

## 1.4 Informação utilizada

As noções de energia primária e energia final serão constantemente mencionadas no âmbito deste trabalho. Eis a sua definição;

- Energia primária é energia na sua forma natural, isto é, que não foi transformada ou convertida. Os seguintes são tipos de energia primária: solar, hídrica, eólica, geotérmica, carvão, entre outras.
- Energia final é a energia disponível ao consumidor antes da sua conversão final, ou seja, antes da sua utilização. Por exemplo o gás natural entregue ou eletricidade disponível nas tomadas [4].

Os dados relativos ao consumo de energia, utilizados ao longo do trabalho, são extraídos do site da Direção Geral de Energia e Geologia.

## Capítulo 2

# Contextualização

### 2.1 A Diretiva Europeia

A União Europeia (UE) lançou, no ano de 2012, a Diretiva 2012/27/UE relativa à eficiência energética. Este documento atualiza o quadro jurídico da União no que se refere à eficiência energética [5], estabelecendo a meta de redução de 20% do consumo de energia primária na União até 2020 (em relação à *baseline* do PRIMES de 2007), ao mesmo tempo que lança as bases para um futuro mais distante. Para alcançar este objetivo, a Diretiva propõe uma visão comum alargada, que permita criar um conceito de eficiência energética europeu, através de medidas específicas que coloquem em ação as propostas dispostas no Plano de Eficiência Energética de 2011. Desde o fornecimento de energia, até aos consumidores finais, há a necessidade de envolver todos os setores de forma integrada, explorando dessa forma todo o potencial de economia de energia existente.

A implementação de medidas que promovam especificamente a eficiência energética, será realizada através de planos nacionais propostos pelos diversos Estados-Membros, os quais ficarão sujeitos a avaliação da Comissão Europeia. Esta irá monitorizar o progresso de aplicação da Diretiva e decidir sobre eventuais esforços adicionais em caso de insuficiência das ações aplicadas. Assim, para que o consumo de energia na União não supere 1 474 Mtep de energia primária ou 1 078 Mtep de energia final, os Estados-Membros

"fixam objetivos indicativos nacionais de eficiência energética com base no consumo de energia primária ou final, nas economias de energia primária ou final, ou na intensidade energética"

[5], explicando também de que forma foram realizadas as estimativas.

A Diretiva é, assim, um meio importantíssimo de garantir o cumprimento das metas definidas em termos de eficiência energética. A figura 2.1 ilustra claramente o desafio colocado aos Estados-Membros. O objetivo de 20% de redução do consumo energético primário, é estabelecido em relação à previsão do PRIMES em 2007, de consumo primário

de energia de 1853 Mtep em 2020. A meta ficou-se portanto no teto máximo de 1483 Mtep, no conjunto da União, representando uma redução de 370 Mtep.

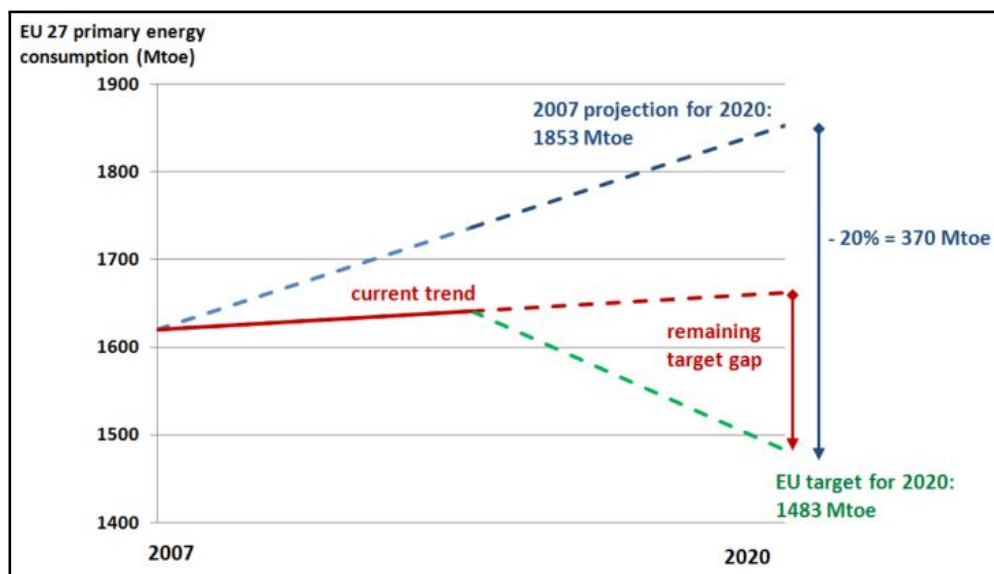


Figura 2.1: Projeção do consumo energético para 2020, situação atual e discrepância prevista [6].

Para além dos efeitos que causa na área energética, pela redução da dependência da UE, pelo aumento da balança comercial energética e pela diminuição do investimento em infraestruturas, a Diretiva pode, se bem implementada, ter ainda resultados positivos na competitividade europeia e na sustentabilidade [7]. Na competitividade, pela geração de oportunidades de emprego na área da eficiência e pela criação de um mercado de liderança global da UE. Na sustentabilidade pela redução de emissão de CO<sub>2</sub> e pela limitação da degradação ambiental.

### 2.1.1 Eficiência na utilização da energia

A Diretiva apresenta, ao longo de vários capítulos, as medidas e políticas obrigatórias em vários domínios. O primeiro diz respeito à eficiência energética na utilização de energia e engloba questões como [5]:

- A renovação dos edifícios (prevista no Artigo 4.º), que propõe uma estratégia a longo prazo por parte dos Estados-Membros para renovar o parque imobiliário, tanto público com privado. Para isso é necessário realizar um levantamento estatístico do parque edificado, identificado renovações rentáveis por tipo de edifício e zona climática, assim como incentivar renovações profundas rentáveis de edifícios.
- O papel exemplar dos edifícios dos organismos públicos (previsto no Artigo 5.º), que deve ser alcançado, a partir de 2014, através da renovação anual de 3% da área



detida e ocupada pelas administrações centrais, sujeita a aquecimento e/ou arrefecimento. Prevê-se a possibilidade dos Estados-Membros adotarem várias estratégias complementares ou alternativas, desde que consigam realizar economias de energia, até 2020, pelo menos equivalentes às previstas com a renovação de 31% do edificado da administração central. Em caso de excedente de área renovada, esta pode ser contabilizada num dos três anos prévios ou posteriores.

Os Estados-Membros devem ainda promover a adoção de planos de eficiência energética e de sistemas de gestão de energia, recorrendo, se necessário, a empresas de serviços energéticos, em todos os organismos públicos (incluindo a habitação social).

- As aquisições por parte de organismos públicos (previstas no Artigo 6.º), as quais devem obedecer a critérios de relação qualidade-preço, viabilidade económica, sustentabilidade, viabilidade técnica e concorrência. Os Estados-Membros devem, assim, adquirir produtos, serviços e edifícios com elevado desempenho energético, desde que assegurando os critérios estabelecidos.
- Os regimes de obrigação de eficiência energética (previstos no Artigo 7.º), ou seja, objetivos de economia final de energia até 2020, obrigatórios para distribuidores de energia e/ou retalhistas de energia. As partes sujeitas a obrigação são definidas por cada Estado-Membro, sendo o objetivo estipulado equivalente a economias de 1,5% em volume - de 2014 a 2020 - das vendas anuais a clientes finais, em relação à média dos 3 anos anteriores a 2013. Estão previstas, contudo, exceções que permitem reduzir o montante de economias referido até 25%, sendo igualmente possível estabelecer requisitos de finalidade social nas obrigações de eficiência (por exemplo dando prioridade ao estabelecimento de medidas de eficiência energética em agregados familiares de menores rendimentos). O artigo n.º7 da Diretiva, que estabelece os regimes de obrigação de eficiência energética, prevê também que os Estados-Membros possam propor medidas alternativas - desde que gerando economias equivalentes às previstas com regimes de obrigação - ou mesmo combinar EEOS com políticas complementares, tais como:
  - Taxas aplicadas sobre a energia ou o CO<sub>2</sub>;
  - Financiamento ou incentivos fiscais que favoreçam a aplicação de tecnologias ou técnicas de eficiência energética;
  - Disposições regulamentares ou acordos voluntários que favoreçam a aplicação de tecnologias ou técnicas de eficiência energética;
  - Normas que melhorem a eficiência energética de produtos, serviços e edifícios, desde que não obrigatórias em contexto europeu;
  - Rotulagem energética, desde que não obrigatória em contexto europeu;

- Ações de formação e sensibilização, que favoreçam a aplicação de tecnologias ou técnicas de eficiência energética.

Todas estas medidas devem ter como efeito uma redução do consumo final de energia.

- As auditorias energéticas (previstas no Artigo 8.º), devem ser de elevada qualidade e rentáveis, assegurando os Estados-Membros que são realizadas de forma independente por peritos qualificados e supervisionadas por autoridades independentes.

Os Estados-Membros devem ainda promover a realização de auditorias e a aplicação das suas recomendações, por parte das PME. No caso das não-PME, estas ficam obrigadas a realizar uma auditoria até 5 de Dezembro de 2015 e, posteriormente, de 4 em 4 anos.

- A contagem de energia (prevista no Artigo 9.º) deve ser assegurada sob a forma de contadores individuais a preços competitivos pelos Estados-Membros, desde que técnica e financeiramente viável e capaz de gerar economias assinaláveis face aos seus custos. Os contadores devem ser fornecidos aos clientes finais de eletricidade, gás natural, sistemas urbanos de aquecimento, arrefecimento e água quente para uso doméstico, medindo com fiabilidade o consumo de energia e o período de utilização.
- Informação sobre a faturação (prevista no Artigo 10.º), que reforça o direito dos clientes finais a informação precisa e baseada no consumo efetivo, no caso da inexistência de contadores inteligentes. Havendo contadores inteligentes já instalados, garante-se o acesso a informações complementares sobre o seu histórico de consumos, de forma a que os próprios clientes possam efetuar uma verificação detalhada.
- O acesso às informações sobre contagem e faturação (prevista no Artigo 11.º), que garante aos consumidores finais o acesso gratuito a todas as faturas e informações sobre faturação relativamente ao consumo de energia, assim como aos dados do seu próprio consumo.
- Os programas de informação e participação dos consumidores (previstos no Artigo 12.º), criados pelos Estados-Membros para otimizar a utilização de energia por parte dos consumidores, nomeadamente através de instrumentos e políticas que promovam uma alteração de comportamentos e da criação de meios para associar os consumidores à instalação de contadores inteligentes.
- As sanções aplicáveis (previstas no Artigo 13.º), estabelecidas pelos Estados-Membros em caso de incumprimento dos artigos 7.º a 11.º e do artigo 18.º, n.º3, devendo ser efetivas, proporcionadas e dissuasivas.

### 2.1.2 Eficiência no aprovisionamento de energia

A eficiência no aprovisionamento de energia é importante no contexto desta Diretiva, focando particularmente aspetos relacionados com a cogeração e a gestão eficiente das redes de gás e eletricidade. Os tópicos mais relevantes são, por isso [5]:

- A promoção da eficiência no aquecimento e arrefecimento (prevista no Artigo 14.<sup>o</sup>), ficando os Estados-Membros obrigados a realizar um levantamento extenso das potencialidades do país no que refere à cogeração de elevada eficiência e de sistemas de aquecimento e arrefecimento urbano. Nesse sentido, devem considerar as condições climatéricas e a viabilidade económica e técnica no âmbito de uma análise custo-benefício. Detetando a análise benefícios superiores aos custos, tanto a nível de cogeração de elevada eficiência como de aquecimento e arrefecimento, cabe aos Estados tomar medidas que estimulem o crescimento de infraestruturas adequadas. No caso dos custos inviabilizarem a adoção de tais medidas, os Estados-Membros podem isentar as instalações dos requisitos que são estabelecidos na Diretiva para certas instalações de produção de eletricidade de origem térmica.
- A transformação, transporte e distribuição de energia (prevista no Artigo 15.<sup>o</sup>), sobre os quais se procura assegurar que as autoridades reguladoras nacionais do setor da energia promovam junto dos operadores - através de tarifas de rede e regulamentação da rede - a disponibilização de serviços aos utilizadores finais que lhes possibilite praticar medidas de eficiência energética, no contexto da evolução de redes inteligentes. Há que assegurar que estes serviços não tenham um impacto nefasto sobre a segurança do abastecimento.

Os Estados-Membros têm até 30 de junho de 2015 para fazer o levantamento do potencial de eficiência energética nas suas infraestruturas de gás e eletricidade, identificando ações e investimentos calendarizados que tenham como efeito melhorar a eficiência energética nas infraestruturas da rede.

### 2.1.3 Disposições horizontais

Nesta seção da Diretiva estabelecem-se disposições de carácter mais geral [5], transversais às duas grandes áreas mencionadas anteriormente (2.1.2 e 2.1.1):

- No que diz respeito à informação e formação (prevista no Artigo 17.<sup>o</sup>), os Estados-Membros asseguram a disponibilização e divulgação dos mecanismos de melhoria de eficiência energética disponíveis, assim como do contexto financeiro e jurídico associado.
- Em relação aos serviços energéticos (previstos no Artigo 18.<sup>o</sup>), é importante que os Estados-Membros estimulem o mercado de serviços energéticos e o acesso das PME a esse mercado:

- Divulgando informação relativa aos tipos de contratos energéticos disponíveis, respetivos requisitos, e apoios que ajudem na implementação de projetos de eficiência energética;
  - Disponibilizando ao público nacional uma lista dos prestadores de serviços energéticos qualificados e/ou certificados;
  - Promovendo a contratação deste tipo de serviços pelo setor público, através da elaboração de contratos-modelo para a celebração de contratos de desempenho energético e informação de boas práticas nessa área.
- Relativamente a fundos para a eficiência energética (previstos no Artigo 20.<sup>o</sup>), devem ser criados mecanismos de financiamento e de apoio técnico, podendo os Estados-Membros optar por criar um fundo nacional de eficiência energética apenas destinado a apoiar medidas de eficiência energética.

Por último, a Diretiva estabelece como prazo limite para que os Estados-Membros transponham as suas disposições legislativas, regulamentares e administrativas, para a legislação nacional, o dia 5 de junho de 2014 [5]. Portugal, em particular, apenas concluiu a transposição a 30 de abril de 2015, com a divulgação do Decreto-Lei n.º68-A/2015 [8].

#### 2.1.4 Perspetivas de cumprimento das metas para 2020

A implementação mínima das medidas previstas na Diretiva serão insuficientes para garantir o cumprimento dos objetivos estabelecidos, prevendo-se uma diferença de 94 Mtep em 2020 [6]. Pela figura 2.2 é ainda possível observar que a maior contribuição (mais de metade) para o objetivo será dada pelo Artigo 7.<sup>o</sup>, através da obrigação de poupanças anuais de 1.5%.

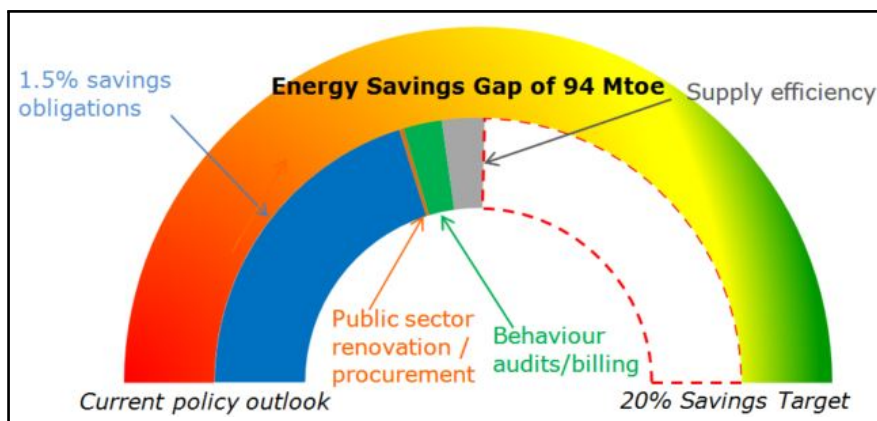


Figura 2.2: Impacto da Diretiva no cumprimento das metas de eficiência energética para 2020 [9].

Mais recentemente, em Julho de 2014, a Comissão Europeia emitiu um comunicado em que estima uma redução de energia entre 18 e 19% em 2020, o que significaria uma

discrepância de apenas 20-40 Mtep relativamente aos objetivos fixados [10]. Esta parece, contudo, uma visão demasiado otimista do futuro, a julgar pelas seguintes conclusões [11]: fraca qualidade da maioria dos planos nacionais, muitos dos quais não permitem perceber se as metas nacionais são ou não bem fundamentadas e passíveis de cumprimento; sobrestimação do resultado de determinadas medidas e políticas; inúmeros casos de má aplicação da legislação europeia, nomeadamente no cálculo de metas e contabilização de medidas não elegíveis.

## 2.2 O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)

Portugal, como membro integrante da União Europeia, está vinculado às disposições constantes das várias diretivas europeias. Por isso, e apesar de ainda não ter adotado, no contexto legislativo nacional, todas as disposições da Diretiva 2012/27/UE, Portugal tem a obrigação de apresentar à Comissão Europeia, periodicamente, planos de ação para a eficiência energética, de acordo com a Diretiva n.º 2006/32/CE.

Por outro lado, a Diretiva n.º 2009/28/CE, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, estabelece a obrigação de cada Estado-Membro apresentar à Comissão um plano nacional para as energias renováveis.

Existiam, por isso, desde 2008 e 2010, um Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e um Plano Nacional para as Energias Renováveis (PNAER), respetivamente.

Tendo em consideração o contexto político-económico de elaboração dos dois Planos anteriores, que sofreu alterações devido à redução do consumo de energia, à oferta excessiva de energia e a restrições de financiamento face à própria situação macroeconómica [12], Portugal reviu de forma conjunta os Planos em 2013, sob a orientação das seguintes linhas:

1. Alinhamento dos objetivos dos Planos em função do consumo de energia primária;
2. Eliminação de medidas não implementadas, de difícil quantificação ou com impacto reduzido e sua substituição por novas medidas ou por um reforço de medidas já existentes de menor custo e maior facilidade de implementação;
3. Avaliação estruturada dos impactos das medidas preconizadas por cada Plano;
4. Instituição de um sistema conjunto de acompanhamento e monitorização dos Planos.

As metas da UE para 2020 traduzem-se assim em metas específicas para Portugal. Para além destas, o Governo português estabeleceu objetivos mais ambiciosos. O quadro resumo é apresentado na figura 2.3. O PNAEE 2016 dá assim continuidade à maior parte das medidas incluídas no PNAEE 2008, havendo apenas diferenças em algumas metas e a inclusão e extinção de outras ações previstas, face ao seu potencial de implementação e custo económico.

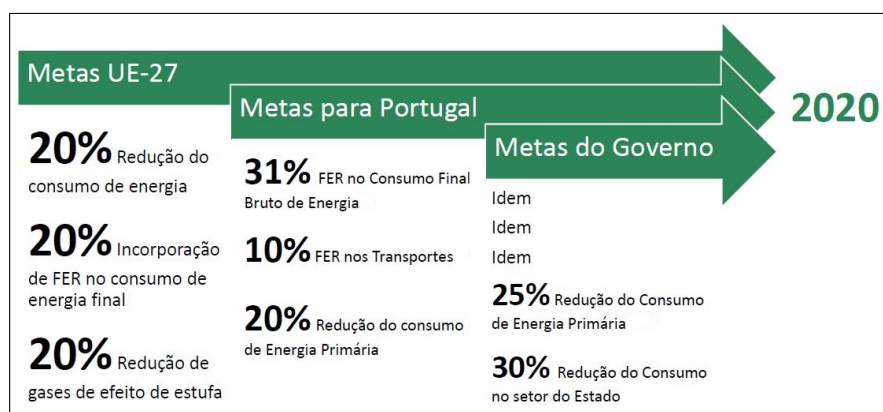


Figura 2.3: Conjunto de metas para 2020 [13].

No âmbito do PNAEE de 2008 haviam sido definidas 50 medidas, agrupadas em 12 programas, com uma meta de redução de 10% do consumo de energia final até 2015. Até 2010, e em relação à média dos anos de 2001 a 2005, realizaram-se economias de energia na ordem dos 729.077 tep. Considerando que a nova meta para 2016 é de 1.501.305 tep, o nível de execução em relação à meta de 2016 corresponde a 49%. A tabela 2.1 faz um resumo das economias totais realizadas com o PNAEE de 2008:

Tabela 2.1: Economias alcançadas com o PNAEE de 2008 (adaptado de [12]).

Área	Energia poupada (tep)	Meta 2016 (tep)	Execução em relação à meta de 2016 (tep)
Transportes	252.959	1.501.305	49%
Residencial e Serviços	267.008		
Indústria	177.895		
Estado	9.902		
Comportamentos	21.313		
Total PNAEE	729.077		

Por sua vez, o novo Plano tem um período de aplicação de 3 anos, entre 2013-2016, depois do qual será revisto. A metodologia de monitorização utilizada recorre a uma análise *bottom-up* das medidas e a indicadores *top-down* ("método de cálculo agregado"), de forma a avaliar o Plano segundo o seu impacto macro (ver capítulo 3).

O PNAEE 2016 engloba seis áreas essenciais: Transportes; Residencial e Serviços; Indústria; Estado; Comportamentos e Agricultura. Cada uma abarca programas concretos, tal como demonstra a figura 2.4.

Na área dos Transportes há 3 programas. São direcionados à promoção da eficiência energética nos transportes particulares ("Eco-carro"), à promoção da eficiência dos operadores no transporte de mercadorias e passageiros e à promoção do uso dos transportes

		ÁREAS					
		Transportes	Residencial e Serviços	Indústria	Estado	Comportamentos	Agricultura
PROGRAMAS	Eco Carro	Renove Casa & Escritório	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia	Eficiência Energética no Estado	Comunicar Eficiência Energética	Eficiência no setor Agrário.	
	Mobilidade Urbana	Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios					
	Sistema de Eficiência Energética nos Transportes	Solar Térmico					

Figura 2.4: Síntese das áreas e programas do PNAEE 2016 [12].

públicos ("Mobilidade Urbana"). É dado maior ênfase, em termos de economias esperadas, a este último programa.

A lista seguinte contém algumas das medidas concretas preconizadas nos programas mencionados:

- Revisão do regime de tributação de veículos particulares, cujo propósito é favorecer a utilização de veículos com baixas emissões de CO<sub>2</sub>;
- Aumentar a utilização de pneus eficientes energeticamente, pela introdução de pneus com baixa resistência ao rolamento e pela redução do número de veículos ligeiros que circulam com uma pressão incorreta nos pneus;
- Promoção da aquisição de veículos elétricos, tanto no parque de ligeiros mistos e de passageiros como no de *scooters*, desenvolvendo infraestruturas de carregamento mais adequadas e demonstrando o potencial deste tipo de veículos. Além disso, os veículos elétricos serão alvo de diferenciação fiscal positiva [14];
- Utilização de transportes e soluções de mobilidade eficientes energeticamente, nomeadamente através da promoção de frotas de minibus e de centrais de gestão de frotas de táxis, para além do incentivo à utilização da bicicleta e outros modos de transporte suave;
- Revisão da oferta de transporte ferroviário de passageiros, reduzindo tempos de viagem e aumentando quer a qualidade do serviço quer a procura;
- Apoio à aquisição de equipamentos para enchimento de pneus a nitrogénio por parte dos operadores de transportes de passageiros e de mercadorias, assim como nas frotas de particulares. Este sistema permitiria reduzir a perda de pressão.

Estas medidas, e as restantes não enunciadas no setor dos transportes, tiveram um impacto consumado até 2010 (no caso das ações já existentes no PNAEE 2008) e espera-se que tenham um impacto de redução de 344.038 tep em 2016 no consumo de energia final, tal como demonstra a figura 2.5.

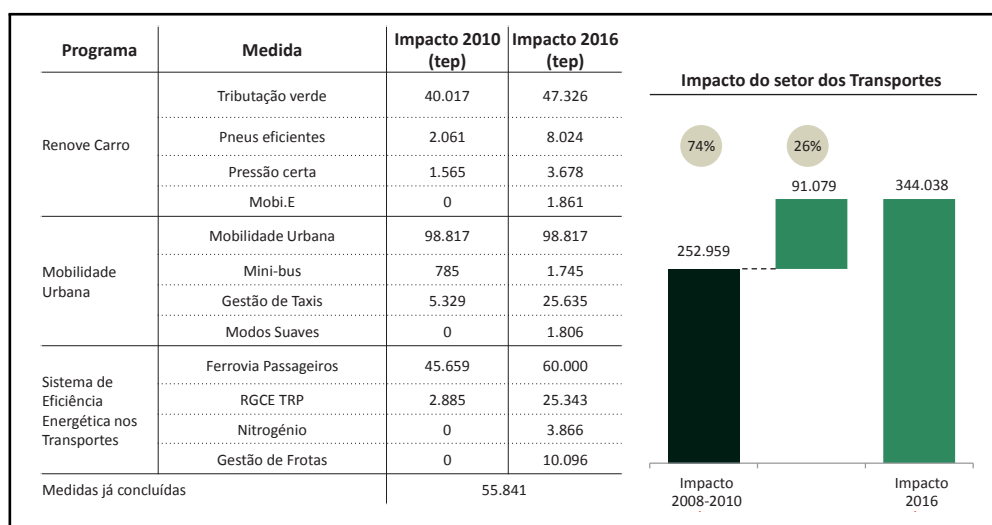


Figura 2.5: Medidas no setor dos Transportes e seu impacto [13].

Repare-se que 74 % do objetivo para 2016 já terá sido alcançado com ações descontinuidas do PNAEE 2008 e com outras que têm continuidade neste Plano. Para 2020, estima-se [12] que a percentagem de execução esteja nos 62% (a percentagem de execução para 2020 é calculada face à energia primária e não à energia final).

Na área Residencial e Serviços há também 3 programas. São eles i) Renove Casa e Escritório, ii) Sistema de Eficiência Energética em Edifícios e iii) Integração de Fontes de Energia Renováveis Térmicas/Solar Térmico.

Segundo [12], esta área representava, em 2011, cerca de 28% do consumo final de energia em Portugal, revestindo-se por isso da maior importância para o cumprimento dos objetivos no âmbito do Plano. De seguida enunciam-se algumas das medidas constantes do Plano:

- Promover a substituição de equipamentos, incentivando a utilização de equipamentos mais eficientes energeticamente, penalizando a compra ou mesmo proibindo a venda de determinados produtos e desenvolvendo campanhas de sensibilização, acompanhadas de simuladores do desempenho energético dos produtos. Neste programa enquadra-se a nova Diretiva *Ecodesign*, que estabelece requisitos mínimos para as classes energéticas de produtos colocados no mercado. Estão ainda previstas medidas de substituição de lâmpadas ineficientes, a instalação de m<sup>2</sup> de materiais isolantes no parque edificado e a aplicação de recuperadores de calor a biomassa;
- Melhoria do desempenho energético dos edifícios, pelo aumento da classe média de eficiência energética, com a aplicação das orientações do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE). Grandes reabilitações ou novos edifícios deverão ter classe mínima de B-;



- Incentivar a inclusão de sistemas solares térmicos, quer nos edifícios residenciais, onde se espera obter 1,2 milhões de m<sup>2</sup> coletores instalados e operacionais até 2020, quer no setor dos serviços, prevendo-se a instalação de 500 mil m<sup>2</sup> em 2020.

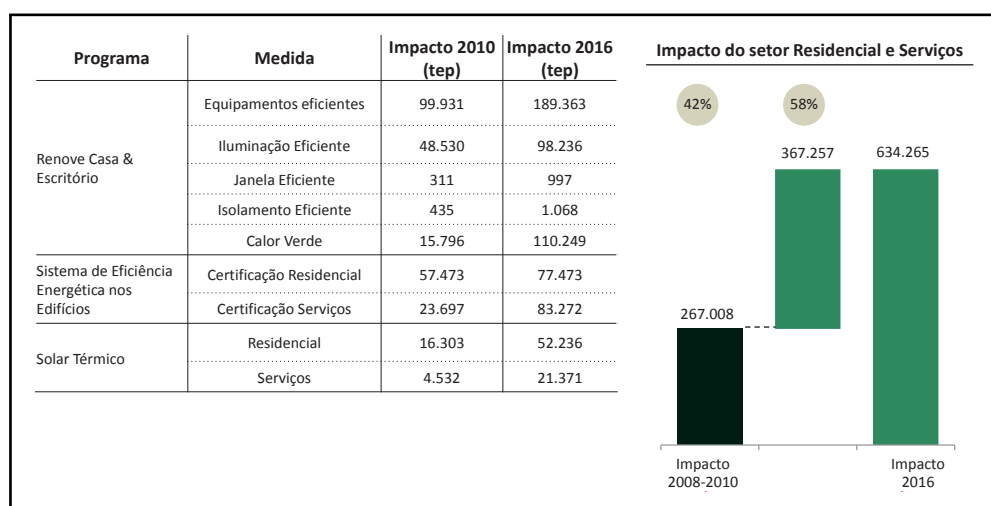


Figura 2.6: Medidas no setor Residencial e Serviços e seu impacto [13].

Segundo a figura 2.6, as medidas previstas no setor Residencial e Serviços permitiram alcançar, até 2010, 42% do total de 634.265 tep de economias previstas em 2016. Em relação a 2020, o grau de execução situa-se nos 34% [12]. Para alcançar o objetivo de 109.8072 tep será necessária uma boa performance deste setor.

No setor da Indústria é dado ênfase à revisão do Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia na Indústria (SGCIE), havendo assim apenas um programa nesta área, o qual visa alargar o âmbito de aplicação do SGCIE, melhorar a monitorização dos consumos e da aplicação das medidas resultantes de auditorias energéticas e ainda promover a adesão às normas europeias de gestão de energia (como a ISO 50001). As medidas previstas são as seguintes:

- Medidas de aplicação transversal, passíveis de execução generalizada no setor industrial. Estas atuam em quatro grupos de atuação tecnológica: motores elétricos; produção de calor e frio; iluminação e eficiência do processo industrial;
- Medidas de aplicação específica, divididas para várias áreas industriais segundo as suas singularidades;
- Outras medidas, para além das medidas específicas, novos projetos de cogeração ou outras ações não diretamente ligados ao SGCIE.

O setor Indústria representa uma poupança total em 2016 de 365.309 tep, sendo que 49% desse objetivo já foi alcançado até 2010, como referido na figura 2.7. Para 2020 estão

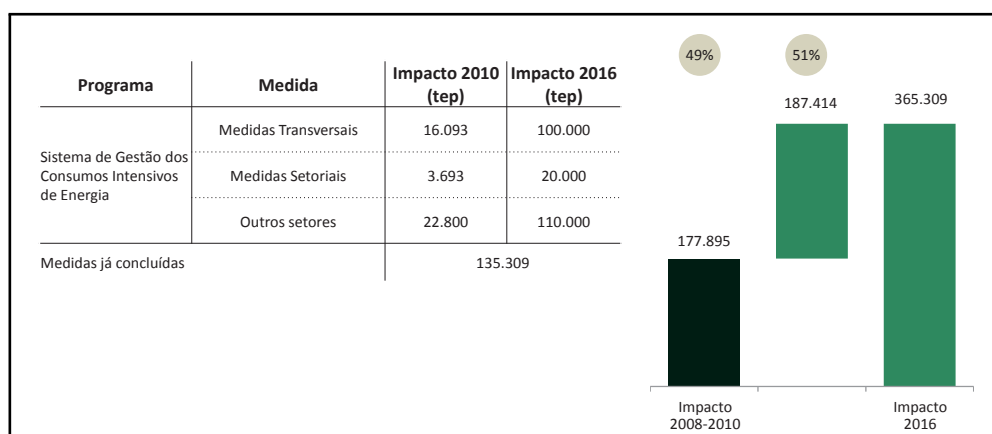


Figura 2.7: Medidas no setor Indústria e seu impacto [13].

previstas economias de energia primária de 521.309, o que coloca o nível de execução nos 34% [12].

Outra das áreas definidas é a do Estado. Para este setor o Governo estabeleceu uma meta de redução do consumo de energia final de 30% até 2020, como indicado na figura 2.3. Para a cumprir, estão previstos 4 programas: i) Certificação Energética dos Edifícios do Estado e Contratos de Gestão de Eficiência Energética; ii) Planos de Ação de Eficiência Energética na Administração Pública; iii) Transportes mais eficientes no Estado e iv) Iluminação Pública (IP) Eficiente. As medidas enquadradas nestes programas são as seguintes:

- **Certificação** de cerca de 2225 edifícios do Estado e celebração de contratos de gestão de eficiência energética (*Energy Performance Contract - EPC*) com 500 edifícios desse total - fazendo estes parte dos edifícios que representam, no mínimo, 20% do consumo de cada ministério.

Para implementar esquemas de gestão de eficiência energética serão celebrados contratos com Empresas de Serviços Energéticos (ESE), sendo estas responsáveis pela certificação necessária. A intervenção das ESE deverá concretizar-se em economias de 30% nos consumos de energia. De forma a estimular estas medidas será implementado o ECO.AP, programa de eficiência energética na Administração Pública;

- Planos de ação de eficiência energética, a terem lugar no caso dos edifícios com menores consumos, não abrangidos pelos contratos de gestão de eficiência energética a celebrar com as ESE. Incluem dois tipos de ações:

- Ativas, como a introdução de iluminação mais eficiente, sistemas de controlo ou instalação de coletores solares térmicos;

- Passivas, como intervenções no isolamento dos edifícios ou colocação de soluções que forneçam sombreamento.
- Critérios de eficiência energética e ambiental nos transportes, através da eliminação progressiva de veículos com emissões de CO<sub>2</sub> e da criação de planos de mobilidade para os organismos públicos onde isso se justifique, assegurando assim as orientações da Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas;
- Aumento de eficiência energética no parque de IP, pela instalação de reguladores de fluxo luminoso, substituição de luminárias e balastros obsoletos, permuta de lâmpadas de vapor de mercúrio por outras de fonte mais eficiente, colocação de dispositivos de controlo, gestão e monitorização da IP e utilização de *Light-Emitting Diodes*(LEDs) nos sistemas de controlo de tráfego e peões.

Também na IP serão celebrados contratos de gestão de eficiência energética, recorrendo às ESE.

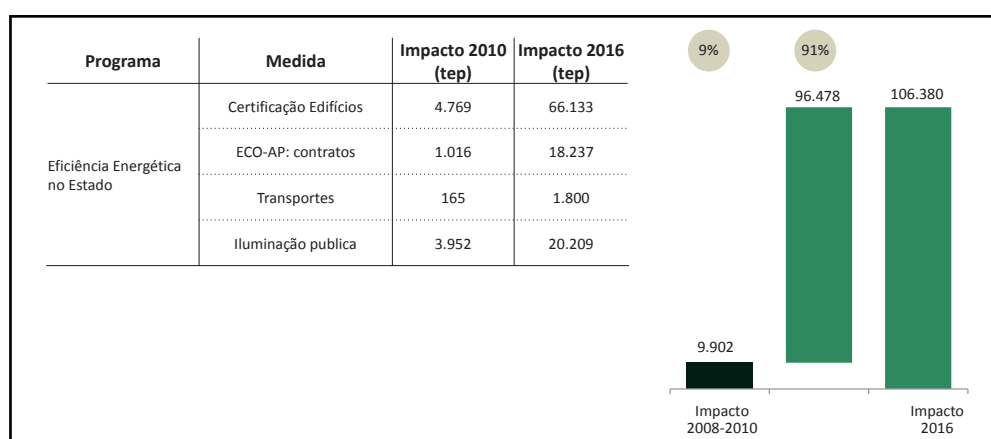


Figura 2.8: Medidas no setor Estado e seu impacto [13].

A própria Diretiva atribui ao setor Estado uma importância capital, no sentido de dar o exemplo e promover boas práticas de eficiência. Contudo, o grau de implementação das medidas propostas nesta área é muito reduzido (ver figura 2.8), situando-se nos 9% da meta de 106.380 tep para 2016. Em relação a 2020, a percentagem de economia de energia primária alcançada é de 5%, face à meta de 295.452 tep definida [12].

A área dos Comportamentos, por sua vez, inclui apenas um programa, denominado Comunicar Eficiência Energética. O objetivo deste programa é promover atitudes orientadas para a eficiência energética, através de ações de sensibilização e comunicação. Desta forma, para induzir mudanças nos comportamentos das pessoas, seja no seu domicílio seja no trabalho, as medidas apelam sobretudo à correta utilização de dispositivos e sistemas consumidores de energia. O Plano inclui, assim, as seguintes ações concretas:

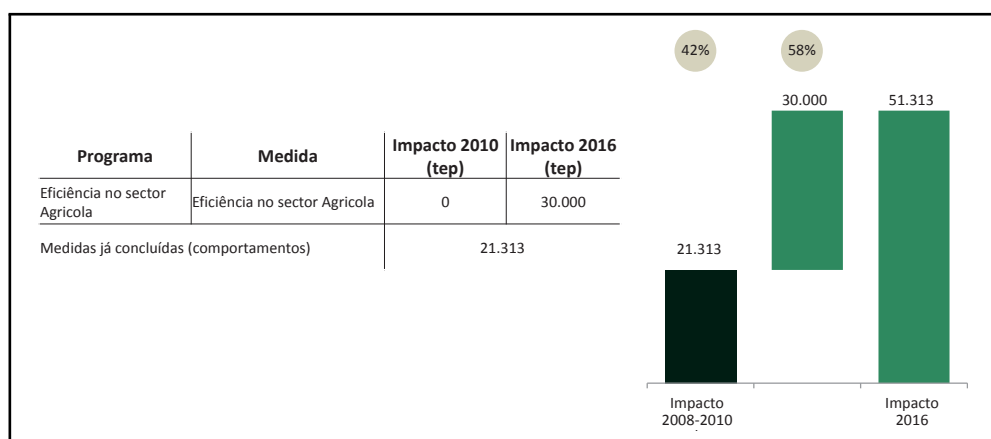


Figura 2.9: Medidas nos setores Comportamentos e Agricultura e seu impacto [13].

- Campanhas de informação e sensibilização nas escolas;
- Incentivo à utilização de transportes coletivos e alteração de comportamentos na condução de automóveis, através de, por exemplo, programas de «eco-condução» dirigidas a condutores profissionais;
- Divulgação de informação sobre eficiência energética em casa, distribuindo material informativo aos consumidores através da imprensa nacional;
- Continuidade da medida «Barómetro da Eficiência Energética Portugal 2010», analisando o uso eficiente de energia em processos de produção das empresas, incentivando a inovação através de um prémio para as empresas com melhor desempenho energético;
- Sistemas de telegestão e telecontagem acessíveis a todos os consumidores finais, permitindo uma análise pormenorizada dos consumos e consequente alteração do padrão comportamental.

Os impactos das novas medidas previstas no Plano, na área Comportamentos, para 2020, não são contabilizados para efeitos de execução prevista, pela sua dificuldade de medição. Apenas foram quantificados os impactos de medidas já implementadas e avaliadas no PNAEE 2008. Pelos motivos indicados, o impacto desta área foi associado à da Agricultura (ver figura 2.9) .

O último setor do Plano diz respeito à Agricultura, não considerada no PNAEE 2008. O Plano procura assim promover a modernização de equipamentos, sistemas de gestão e auditorias energéticas. Inclui medidas como:

- Apoio à transição de estufas aquecidas com combustíveis fósseis para fontes geotérmicas;
- Apoio à realização de auditorias nas explorações agrícolas;

- Modernização dos sistemas de rega, de forma a unir a eficiência energética e a eficiência no uso da água, como previsto pelo Plano Nacional de Ação para o Uso Eficiente da Água.

Para além destas são ainda preconizadas outras medidas, prevendo-se um potencial de economias de energia de 30.000 tep em 2016 e de 40.000 tep em 2020. Na figura 2.9 é visível o impacto dos dois setores (Comportamentos e Agricultura), que se situa nos 42% de execução face a 2016. Naturalmente, não sendo a área dos Comportamentos contabilizada e a área da Agricultura nova, o grau de execução face a 2020 é de 0% [12].

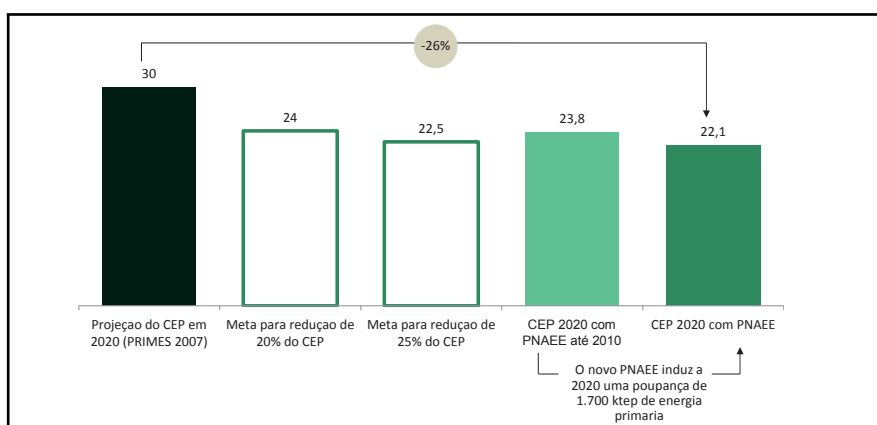


Figura 2.10: Previsão do consumo de energia primária (ktep), para dois cenários [13].

De forma global, o PNAEE 2016 propõe uma redução do consumo energético de 8.2%, sendo a meta indicativa da União para este período de 9%. Para 2020 a economia prevista é de 1700 tep, perfazendo uma redução de 22.1%, observável na figura 2.10.

O financiamento destas medidas provém de fundos, tanto nacionais como europeus. A figura 2.11 sumariza os fundos disponíveis.

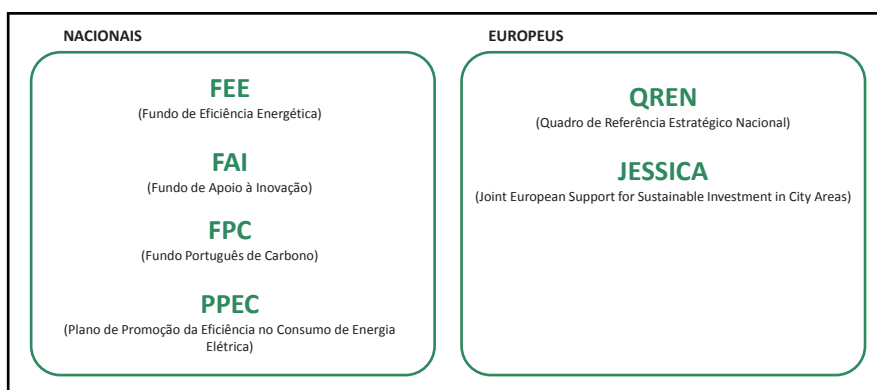


Figura 2.11: Apoios financeiros provenientes de fundos [13].

O PNAEE 16, elaborado por Portugal, apresenta falhas em diversos aspetos [15]. Para além de apresentar informação insuficiente - quer sobre a metodologia de medição de economias, quer sobre algumas medidas, poderá conter medidas previstas que não são elegíveis para quantificação de poupanças de energia, de acordo com os critérios da Diretiva. Isto porque o objetivo de algumas medidas poderá não ser o de obter economias de energia final. Além disso, não há qualquer informação sobre o tempo de vida previsto das medidas, o qual pode alterar substancialmente as poupanças alcançadas, em caso de erros. Existe, portanto, no que diz respeito ao Artigo 7º da Diretiva, o

"risco de que o pacote de políticas notificadas pelo EM realizará menos de 90% do objetivo estabelecido, ou devido a políticas com economias insuficientes e/ou, a problemas metodológicos significativos"[15].

## 2.3 A Estratégia Portugal 2020 e o PO SEUR

O Portugal 2020 é o mais recente Acordo de Parceria estabelecido entre a Comissão Europeia e o Governo português - que reúne a atuação de 5 fundos europeus - no qual se definem os princípios de programação que consagram a política de desenvolvimento económico, social e territorial para promover em Portugal, entre 2014 e 2020 [16].

A operacionalização da estratégia nacional, prevista no Acordo, para uma determinada região ou setor, é realizada através de 16 Programas Operacionais. Os Programas podem ser temáticos (atuam numa determinada área de temática de interesse) ou regionais (atuam numa dada região do país). Por eles serão distribuídos 25 mil milhões de euros até 2020, para o conjunto dos fundos, como evidencia a figura 2.12.

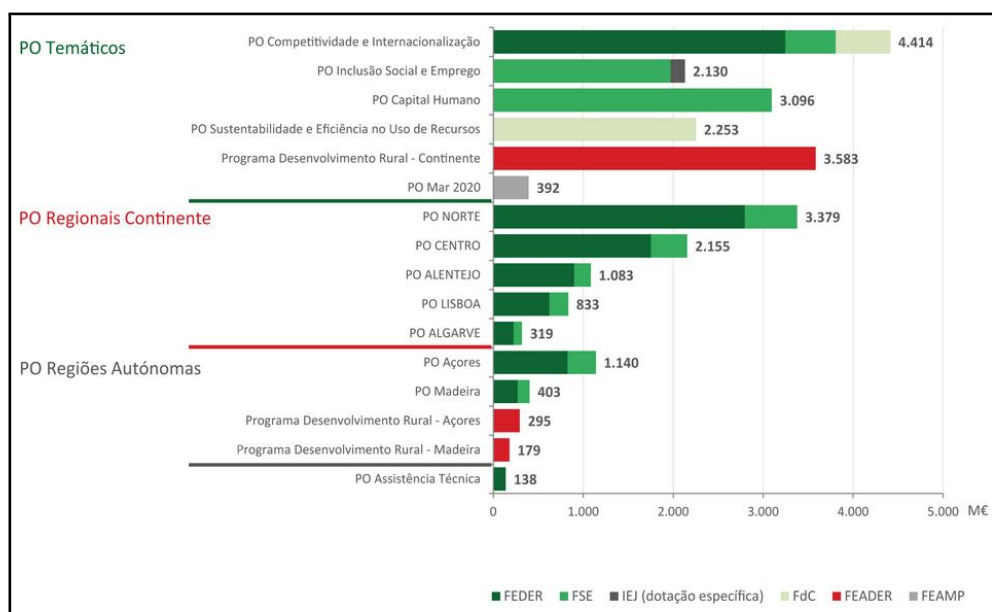


Figura 2.12: Dotações financeiras por Programa e por Fundo [16].

Neste âmbito, Portugal definiu Objetivos Temáticos para estimular o crescimento e a criação de Emprego, as intervenções necessárias para os concretizar e as realizações e os resultados esperados com estes financiamentos.

O PO SEUR - Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos - é um dos Programas Operacionais temáticos e pretende

"contribuir especialmente na prioridade de crescimento sustentável, respondendo aos desafios de transição para uma economia de baixo carbono, assente numa utilização mais eficiente de recursos e na promoção de maior resiliência face aos riscos climáticos e às catástrofes"[17].

A estratégia para o PO SEUR é baseada numa visão de sustentabilidade, assente em três pilares estratégicos que estão na origem dos três Eixos de Investimento do Programa [18]:

- Eixo I: Apoiar a transição para uma economia com baixas emissões de carbono em todos os setores;
- Eixo II: Promover a adaptação às alterações climáticas e a prevenção e gestão de riscos;
- Eixo III: Proteger o ambiente e promover a eficiência dos recursos.

O **Eixo I**, em particular, é a concretização do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética e do Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis. As ações previstas neste Eixo são de abrangência transversal, ainda que os setores empresarial e dos transportes tenham peso especial [17]. O maior ênfase estará, tal como acontece no PNAEE, do lado do consumo de energia.

Por outro lado, há investimento previsto na implementação de sistemas inteligentes, por se considerar que estes permitem equilibrar a procura e a oferta de energia, gerando aumentos de eficiência e vantagens económicas e ambientais para o sistema de energia [17].

No que diz respeito à dotação financeira disponível para este Eixo, há que distinguir entre Fundo de Coesão e Contrapartida Nacional. No âmbito do Fundo de Coesão será disponibilizada a maior fatia de financiamento, no valor de 757 milhões de euros, divididos por vários objetivos (ver figura 2.13). Por seu turno, através da Contrapartida Nacional, será disponibilizado um valor de 133.6 milhões de euros, perfazendo uma dotação total, no PO SEUR, de 890.6 milhões de euros.

A figura 2.14 apresenta um quadro-resumo das prioridades de investimento no âmbito do Eixo I do PO SEUR. Embora o apoio à produção e distribuição a partir de fontes de energia renovável esteja previsto, não será de grande relevância para este trabalho, uma vez que não diz respeito a autoconsumo e, assim sendo, não é contabilizado como uma medida de eficiência energética. O autoconsumo é integrado nas medidas de "apoio à eficiência energética, gestão inteligente da energia e uso de energias renováveis".

135 M€	200 M€	200 M€	120 M€	102 M€
Promoção da produção e distribuição de energia de fontes renováveis	Apoio à eficiência energética na habitação	Apoio à eficiência energética nas infraestruturas da AP central	Sistemas de distribuição inteligente	Eficiência Energética Transportes Públicos e Mobilidade sustentável

Figura 2.13: Dotações financeiras por objetivos do Eixo I [19].

As metas previstas no PO SEUR, ao contrário do que acontece no PNAEE e no PNAER, têm como ano-alvo 2023, e não 2020, por ser esse o final do período de programação. Haverá, contudo, uma aferição intermédia em 2019 do grau de cumprimento das metas até 2018 [20].

No que diz respeito às tipologias de operações elegíveis, estas enquadram-se nas prioridades de investimento anteriormente mencionadas, sendo as seguintes:

- Diversificação das fontes de energias renováveis endógenas, garantindo a ligação das instalações produtoras à rede, para reduzir a dependência energética:
  - Projetos-piloto de produção, integração na rede e armazenamento de energia de fontes renováveis referentes ao desenvolvimento e teste de novas tecnologias (e.g. desenvolvimento de energias renováveis marinhas, biomassa, geotérmica, biogás, entre outras);
  - Projetos com tecnologias testadas e que não estejam ainda suficientemente disseminadas no território nacional;
  - Na Região Autónoma da Madeira prevê-se ainda a realização de investimentos para o aproveitamento da energia hídrica.
- Aumento da eficiência Energética nas infraestruturas públicas no âmbito da Administração Central (AC) do estado:
  - Contratos de gestão de eficiência energética (modelo ESCO) – em edifícios com consumos relevantes de energia;
  - Implementação de medidas de eficiência energética – Edifícios com menor intensidade energética e/ou com menor potencial de redução de consumo;
  - Apoio às ESE em projetos da AC.
- Aumento da eficiência energética no setor habitacional particular:
  - Promoção da adoção de sistemas passivos; (e.g. isolamentos, sombreamentos, entre outros);



Prioridade de Investimento	Objetivos Específicos	Indicadores de Resultados	Meta 2023
Fomento da produção e distribuição de energia proveniente de fontes renováveis	Diversificação das fontes de energias renováveis endógenas, garantindo a ligação das instalações produtoras à rede, para reduzir a dependência energética	Penetração dos recursos renováveis na produção de energia elétrica na RAM	35,0%
		Energias renováveis produzidas através de tecnologias apoiadas na produção de energia nacional	863 Mw
Apoio à eficiência energética, gestão inteligente da energia e uso de energias renováveis	No âmbito da administração central do estado	Consumo de energia primária nos edifícios da administração central	198.196 tep
	No setor habitacional	Consumo de energia primária na habitação (particulares)	1.992.776 tep
Incentivar sistemas de distribuição inteligente que operem a níveis de baixa e média tensão	Desenvolvimento de redes inteligentes dotando os consumidores da informação e ferramentas necessárias e criar sinergias para redução de custos	Taxa de penetração de sistemas de contagem	20,0 %
Estratégias de baixo teor de carbono, incluindo a promoção da mobilidade urbana multimodal sustentável e medidas de adaptação relevantes para a atenuação	Apoio a medidas de eficiência energética e de racionalização dos consumos nos transportes	Poupança de energia primária nas frotas de transportes públicos	1,4 %
	Apoio à promoção de transportes	N.º de Veículos elétricos	33.663

Figura 2.14: Prioridades de investimento do Eixo I [17].

- Uso de equipamentos mais eficientes que permitam reduzir o consumo de energia final. (e.g. iluminação eficiente; janela eficiente; isolamento eficiente; solar térmico residencial).
- Desenvolvimento de redes inteligentes dotando os consumidores da informação e ferramentas necessárias e criar sinergias para redução de custos:
  - Projetos-piloto de redes inteligentes, em concretização das Diretivas 2006/32/CE e 2009/72/CE, abarcando cidades.
- Apoio à implementação de medidas de eficiência energética e à racionalização dos consumos nos transportes coletivos de passageiros:
  - Conversão de frotas de transportes colectivos de passageiros (rodoviário e fluvial) – gás natural;
  - Mobilidade elétrica.
- Apoio à promoção da utilização de transportes ecológicos e da mobilidade sustentável:
  - Atualização tecnológica dos postos de carregamento elétricos públicos, através da adaptação para fichas normalizadas e comuns a toda a UE;
  - Alargamento da rede de pontos de carregamento público em espaços de acesso público;
  - Medidas e ações de promoção nacional da mobilidade elétrica.

Os potenciais beneficiários das operações elegíveis (por prioridade de investimento) são na sua maioria entidades e organismos públicos, embora as entidades privadas também possam ter acesso aos instrumentos financeiros (ver tabela [2.2](#)).

Tabela 2.2: Potenciais beneficiários do PO SEUR, por prioridade de investimento e tipo de entidade (adaptado de [19]).

Prioridade de Investimento	Tipo de Entidade	Potencial Beneficiário
Fomento de produção e distribuição de energia proveniente de fontes renováveis	Pública	Agentes do mercado de energia (para estudos); Produtores em regime especial (pequena dimensão); Empresa de Eletricidade da Madeira e entidades públicas ou equiparadas.
	Privada	-
Apoio à eficiência energética, gestão inteligente da energia e uso de energias renováveis	Pública	ADENE; Organismos da Administração Central.
	Privada	Titulares de habitação particular (excetuando habitação social) e entidades gestoras de instrumentos financeiros.
Incentivar sistemas de distribuição inteligente que operem a níveis de baixa e média tensão	Pública	Operadores da rede de distribuição em baixa tensão; Entidades Gestoras de Operações Logísticas de Mudança de Comercializador; ERSE e DGEG.
	Privada	-
Estratégias de baixo teor de carbono, incluindo a promoção da mobilidade urbana multimodal sustentável e medidas de adaptação relevantes para a atenuação	Pública	Empresas de transportes coletivos de passageiros rodoviários e fluviais; Entidade Gestora da Mobilidade Elétrica e Operadores rede; ADENE; Outras entidades públicas que desenvolvam projetos de mobilidade elétrica a nível nacional
	Privada	Empresas de transportes coletivos de passageiros rodoviários e fluviais;

Para além dos apoios constantes do PO SEUR, é necessário ainda ter em consideração apoios adicionais presentes nos Programas Operacionais Regionais, os quais complementam a ação do PO SEUR, com medidas direcionadas às empresas, à Administração Local e à habitação social, áreas que estão fora da abrangência do PO SEUR.

Os 7 POs Regionais estabelecem, dentro do eixo prioritário "apoiar a transição para uma economia de baixo teor de carbono" o mesmo conjunto de prioridades de investimento, cada qual com objetivos. Estes podem variar ligeiramente de PO R para PO R, apresentando-se em seguida os objetivos do NORTE2020, a título ilustrativo do panorama geral [21].

- Aumentar a eficiência energética nas empresas, apoiando a implementação de medidas integradas de promoção da eficiência energética e racionalizando os consumos. Será realizado através de:
  - Auditorias energéticas e apoio à elaboração de Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREN);
  - Ações específicas aplicadas aos processos produtivos;
  - Ações específicas, sobretudo associadas ao setor dos serviços, em equipamentos eficientes (iluminação eficiente, janela eficiente, etc.);
  - Tecnologias de produção de energia a partir de fontes renováveis para autoconsumo, desde que previstas no projeto integrado;
  - No caso de empresas de transportes de mercadorias, poderão ser apoiadas as renovações ou conversões de frotas de veículos de transporte.

O grupo-alvo destas ações são as empresas. Os promotores podem ser empresas, Instituições Públicas de Solidariedade Social (IPSS) e organismos que implementem o instrumento financeiro ou o fundo de fundos.

- Aumentar a eficiência energética da administração local e da habitação social, através de apoio à implementação de medidas de promoção de eficiência energética e racionalização dos consumos, entre as quais:
  - Auditorias energéticas e apoio à elaboração de Planos de Racionalização dos Consumos de Energia;
  - Investimentos para a reabilitação energética dos edifícios e equipamentos da Administração Local e Sub-regional, através de realização dos investimentos como integração de água quente solar, incorporação de microgeração, sistemas de iluminação, aquecimentos, ventilação e ar condicionado (AVAC), intervenções nas fachadas e cobertura dos edifícios;
  - Criação de redes urbanas de energia térmica desde que exclusivamente dirigidas ao abastecimento de *clusters* de edifícios públicos maiores consumidores de calor e de frio;

- Investimentos em equipamento para a melhoria de eficiência energética da iluminação pública.

Os grupos-alvo serão os serviços da administração pública local e a população residente em edifícios de habitação social de carácter público. Os potenciais beneficiários são: a administração pública local, entidades públicas gestoras de habitação social e organismos que implementam instrumentos financeiros ou o fundo de fundos.

- Promover uma mobilidade ambiental e energeticamente mais sustentável, através de:
  - Incremento dos modos suaves (bicicleta e pedonal), através da construção de ciclovias ou vias pedonais;
  - Reforço da integração multimodal para os transportes urbanos públicos coletivos de passageiros, através da melhoria das soluções de bilhética integrada;
  - Melhoria da rede de interfaces de transportes urbanos públicos coletivos, tendo em vista o reforço da utilização do transporte público e de modos suaves não motorizados;
  - Estruturação de corredores urbanos de procura elevada, nomeadamente, priorizando o acesso à infraestrutura por parte dos transportes públicos e dos modos suaves;
  - Adoção de sistemas de informação aos utilizadores em tempo real;
  - Desenvolvimento e aquisição de equipamento para sistemas de gestão e informação de soluções flexíveis de transporte com utilização de formas de energia menos poluentes.

Os grupos-alvo serão entidades públicas ou privadas e utilizadores dos transportes públicos coletivos de passageiros, sendo os potenciais beneficiários os operadores dos serviços de transporte público de passageiros e entidades públicas ou privadas.

## 2.4 O Compromisso para o Crescimento Verde

O Compromisso para o Crescimento Verde (CCV) procura estabelecer as bases para um compromisso em torno de políticas, objetivos e metas que impulsionem um modelo de desenvolvimento capaz de conciliar o indispensável crescimento económico, com um menor consumo de recursos naturais e com a justiça social e a qualidade de vida das populações [22].

Sendo um documento que congregou contribuições de quase uma centena de organizações de vários quadrantes, desde a área empresarial até ONGs, e que inclui metas para 2030, tem uma visão de futuro mais alargada do que o PNAEE ou o PNAER, ainda que assente na mesma visão global: promover a eficiência na utilização de recursos, reduzindo as emissões globais de poluentes e gerando emprego e crescimento económico sustentável.

O CCV enfatiza a necessidade de transição para uma economia verde, definida, pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente, como uma "economia que resulta em níveis mais elevados de bem-estar humano e equidade social, ao mesmo tempo que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica"[23]. Partindo desta visão, o documento estabelece três ideias-chave que sustentam o Crescimento Verde, cada uma das quais inclui objetivos específicos para dois horizontes temporais (2020 e 2030) [22]:

- Aposta em atividades económicas com forte cariz verde, com impacte nacional e/ou internacional, que contribuam para o aumento do PIB e para a criação de emprego;
  - Aumentar o Valor Acrescentado Bruto (VAB) "verde";
  - Incrementar exportações "verdes";
  - Criar postos de trabalho "verdes".
- Promover a eficiência no uso dos recursos, com o objetivo de aumentar a produtividade e maximizar a sua utilização, ao mesmo tempo que se reduz a intensidade carbónica;
  - Aumentar a produtividade dos materiais;
  - Aumentar a incorporação de resíduos na economia;
  - Privilegiar a reabilitação urbana;
  - Aumentar a eficiência energética;
  - Aumentar a eficiência hídrica.
- Contribuir para a sustentabilidade, dinamizando atividades que permitam a proteção do ambiente, nomeadamente o aumento da produção de energia renovável, a melhoria da qualidade do ar e da água e a valorização da biodiversidade.
  - Reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>;
  - Reforçar o peso das energias renováveis;
  - Melhorar o estado das massas de ar;
  - Melhorar a qualidade do ar;
  - Valorizar a biodiversidade.

No contexto das três grandes dimensões acima referidas, foram identificados vários objetivos concretos, em cada uma dessas dimensões. A figura 2.15 apresenta dois dos objetivos estabelecidos, o primeiro enquadrado na promoção da eficiência no uso dos recursos, o segundo na contribuição para a sustentabilidade. O aumento da eficiência energética proposto reflete-se na meta de 107 tep/M€ do PIB em 2030, resultando numa diminuição da taxa de crescimento médio anual, tcma, de 1,1% no período 2012-2030. No que diz respeito ao peso das renováveis no consumo final de energia, o valor para 2020 é o definido

Objetivo e indicador	2012	2020	2030	CAGR 2012-2030
> Aumentar a eficiência energética (tep/M€ PIB Intensidade Energética)	129	134	107	-1,1%
> Reforçar o peso das energias renováveis (% no consumo final de energia)	24,6%	31%	40%	+3,4%

Figura 2.15: Dois dos objetivos traçados no CCV. (adaptado de [22])

no PNAER (31%), sendo que para 2030 o valor situa-se nos 40%. A taxa seria de 3,4%

Para além dos objetivos traçados para cada ideia-chave, há ainda várias iniciativas previstas em 10 setores considerados prioritários. São eles: a Água, os Resíduos, a Agricultura e Floresta, a Energia, os Transportes, a Indústria Extrativa e Transformadora, a Biodiversidade e Serviços dos Ecossistemas, as Cidades e o Território, o Mar e, por fim, o Turismo.

O domínio da Energia é, no contexto deste trabalho, de importância prioritária. Neste setor, onde se verificam, a nível europeu e mundial, vários processos de discussão e decisão (nomeadamente com o pacote clima e energia para 2030 e a Cimeira de Paris, onde se discute o regime climático global), o CCV propõe algumas metas pós 2020 (e, portanto, pós PNAEE e PNAER), que orientem a ação de Portugal.

Iniciativas	Critério de sucesso	Enquadramento
> Promover a eficiência energética no edificado.	> Redução dos consumos de energia nos edifícios, 25% em 2020 e 30% em 2030 > % edifícios reabilitados com certificação energética	> PNAEE 2016, SCE, iniciativa MAOTE
> Dinamizar o investimento em IDI na área de energia.	> Número de patentes registadas > Percentagem de investimento em energia	> Horizon 2020, Portugal 2020, iniciativa MAOTE
> Estabelecer, no contexto europeu, o objetivo para as interligações de energia elétrica.	> Metas para interligações de energia elétrica com a Europa - 12% até 2020 - 25% até 2030 (calculado no pressuposto de uma meta 40% de renováveis na UE)	> Pacote Energia-Clima, iniciativa MAOTE

Figura 2.16: Algumas das iniciativas previstas pelo CCV no domínio da Energia (adaptado de [22]).

A figura 2.16 faz referência a algumas dessas iniciativas. De salientar o diferente enquadramento de cada iniciativa, quer no âmbito do PNAEE 2016, quer do Portugal 2020, e mesmo do Pacote Energia-Clima. Há objetivos mensuráveis para 2030, designadamente a meta de 30% de redução de consumo nos edifícios e o alvo de 25% para interligações de energia elétrica.

## 2.5 Resumo das medidas de eficiência energética em implementação

Depois de feito o enquadramento geral da situação relativa à eficiência energética, tanto a nível europeu como nacional, é importante aferir as perspetivas reais de implementação de medidas que se encontram dispersas pelos vários documentos referidos, de forma a desenvolver uma visão mais correta do potencial de Portugal nesta área.

Para tal, é imperativo analisar o PNAEE à luz do PO SEUR e dos POs Regionais do Portugal 2020, uma vez que, na prática, só os apoios concedidos neste âmbito permitirão o desenvolvimento do setor da eficiência energética no nosso país. Isto porque, muitas vezes, os Planos elaborados carecem de determinação política e viabilidade financeira que permita a sua implementação, constituindo apenas um conjunto avulso de objetivos sem sustentação prática.

Assim sendo, as tabelas 2.3, 2.4 e 2.5 permitem analisar de forma sucinta (e não completamente extensiva) que medidas possuem suporte no Portugal 2020 e as que, por terem sido deixadas de lado nesse acordo, não terão, provavelmente, o impacto esperado.



Tabela 2.3: Medidas previstas no setor dos Transportes e sua base programática.

Medida	Programa	Ações <sup>1</sup>	Execução 2020
Tributação verde	PNAEE 2016	Proposta de Lei nº 257/XII/2014, Guia de Economia de Combustíveis – Automóveis 2015 e campanha "Condução eficiente".	74%
Pneu verde	PNAEE 2016/PO SEUR	Prioridade de investimento 4v do PO SEUR.	17%
Promoção da aquisição de veículos elétricos <sup>2</sup>	PNAEE 2016/PO SEUR	Prioridade de investimento 4v do PO SEUR e Proposta de Lei nº 257/XII/2014.	0%
Promoção da mobilidade sustentável	PNAEE 2016/PO SEUR/PO R	Prioridade de investimento 4v do PO SEUR; Prioridade de investimento 4b e 4e dos PO R e Aviso 07 – Promoção da Mobilidade Urbana Sustentável 2014 do FEE.	100%
Utilização de transportes mais eficientes	PNAEE 2016/PO SEUR/PO R	Prioridade de investimento 4v do PO SEUR, Prioridade de investimento 4e dos PO R e "Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos de Transporte Suave - 2013-2020".	10%
Oferta de transporte ferroviário de passageiros	PNAEE 2016/PO SEUR	Prioridade de investimento 4v do PO SEUR.	65%
Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia nos Transportes	PNAEE 2016	Legislação em vigor (RGCEST).	11%
Enchimento de pneus a nitrogénio <sup>2</sup>	PNAEE 2016/PO SEUR	Prioridade de investimento 4v do PO SEUR e "Aviso 06 – Enchimento de Pneus a Nitrogénio 2014".	0%
Gestão de frotas e eco-condução <sup>2</sup>	PNAEE 2016/PO SEUR	Prioridade de investimento 4v do PO SEUR.	0%

<sup>1</sup> Posteriores às executadas no âmbito do PNAEE 2008.<sup>2</sup> Medida não constante do PNAEE 2008.

Tabela 2.4: Medidas previstas no setor Residencial e Serviços e sua base programática.

<b>Medida</b>	<b>Programa</b>	<b>Ações<sup>1</sup></b>	<b>Execução 2020</b>
Equipamentos mais eficientes	PNAEE 2016	Cheque Eficiência para Frigorífico Combinado e Bombas de Calor para AQS e Redutores de Caudal, do PPEC.	43%
Iluminação eficiente	PNAEE 2016/PO R	Várias medidas do PPEC; Investimento prioritário 4b dos PO R.	49%
Janela eficiente	PNAEE 2016/PO R	Simulador de desempenho energético de janelas da ADENE; Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos; Investimento prioritário 4b dos PO R.	21%
Isolamento eficiente	PNAEE 2016/PO R	Aviso 10 – Edifício Eficiente 2015 do FEE; Investimento prioritário 4b dos PO R.	25%
Calor verde	PNAEE 2016/PO R	Investimento prioritário 4b dos PO R.	10%
SCE nos edifícios residenciais	PNAEE 2016	Legislação em vigor (SCE).	61%
SCE nos edifícios de serviços	PNAEE 2016	Legislação em vigor (SCE).	16%
Solar térmico residencial	PNAEE 2016/ PO SEUR	Investimento prioritário 4iii do PO SEUR.	20%
Solar térmico serviços	PNAEE 2016/PO R	Aviso 12 – Requalificação de Sistemas Solares Térmicos 2015 do FEE; Investimento prioritário 4b dos PO R.	13%

<sup>1</sup> Posteriores à publicação do PNAEE 2016.

<sup>2</sup> Medida não constante do PNAEE 2008.

Tabela 2.5: Medidas previstas nos setores Indústria, Estado e Agrário e sua base programática.

<b>Medida</b>	<b>Programa</b>	<b>Ações <sup>1</sup></b>	<b>Execução 2020</b>
SGCIE medidas transversais	PNAEE 2016	Legislação em vigor (SGCIE); várias medidas do PPEE; Aviso 13 - SGCIE 2015 II e Aviso 08 – SGCIE Incentivo à promoção da Eficiência Energética 2014 do FEE.	9%
SGCIE medidas específicas	PNAEE 2016/PO R	Legislação em vigor (SGCIE); Investimento prioritário 4b dos PO R.	10%
SGCIE outros setores	PNAEE 2016	Legislação em vigor (SGCIE).	15%
ECO.AP	PNAEE 2016/PO SEUR	Aviso 18 – Redução de Consumos de Energia Reativa no Estado 2015 do FEE; Prioridade de investimento 4iii do PO SEUR	5%
Transportes mais eficientes no Estado	PNAEE 2016		5%
Iluminação pública eficiente	PNAEE 2016/PO R	Prioridade de investimento 4c dos PO R	13%
Eficiência energética no setor agrário <sup>2</sup>	PNAEE 2016/PDR	Medidas M01, M02, M04, M08 e M16 do PDR	0%

<sup>1</sup> Posteriores à publicação do PNAEE 2016.<sup>2</sup> Medida não constante do PNAEE 2008.

## 2.6 Disposições relativas ao cálculo do impacto das medidas de eficiência energética

O guia da Comissão Europeia sobre o artigo 7.º da Diretiva [24], contém um conjunto de informações sobre a implementação deste artigo da Diretiva, em particular. É possível, com o guia, responder a várias questões:

1. Que conjunto de dados devem ser usados no cálculo da quantidade de energia que deve ser economizada?

De acordo com o artigo 7.º, os EM devem assegurar o cumprimento do objetivo cumulativo de economias finais de energia, até 2020, de 1.5% de novas economias de energia anualmente. Para calcular a quantidade de economias necessárias tem de ser determinado o valor médio de venda de energia, em volume, a clientes finais, por parte de todos os distribuidores ou operadores do mercado de retalho de energia, para os três anos anteriores a 1 de Janeiro de 2013. Assim, a média da energia final fornecida dos anos 2010, 2011 e 2012 serve de *baseline*. A Diretiva prevê, contudo, a exclusão da energia usada em transportes (opção usada por Portugal), até um montante de 25% do valor global estimado de poupanças a concretizar.

Para estabelecer esta *baseline*, a Comissão Europeia recomenda a utilização dos dados do Eurostat, nomeadamente a categoria referente ao consumo final de energia (Code B\_101700), evitando assim qualquer dupla contagem.

2. Como calcular o montante global de economias de energia a atingir durante o período de obrigação de sete anos?

Depois de calculado o valor médio de energia final fornecida nos três anos anteriores a 2013, deve-se multiplicar esse valor por 1.5%, obtendo assim o valor anual a ser poupado.

Considerando o exemplo dado no guia referido, em que um EM teria usado uma quantidade de energia final equivalente a 100 Mtep antes de 2013, a figura 2.17 exemplifica a quantidade de energia que teria de ser economizada anualmente.

3. Como deve o tempo de vida de melhorias na eficiência energética ser contabilizado?

Um EM pode optar por diversos métodos para ter em consideração o tempo de vida de uma medida, isto é, o período de tempo no qual a ação produz resultados em termos de melhoria de eficiência energética.

A hipótese mais óbvia seria atribuir a cada medida a poupança "real" que ela gerou entre o seu ano de implementação e 2020. Um exemplo seria a substituição de uma janela. Se essa ação gerasse economias de 1 tep por ano e fosse executada em 2014, geraria 7 tep até 2020. Se aplicada em 2020, a contribuição seria de apenas 1 tep. Este é o método "*straightforward*".

Year	Energy savings [Mtoe]							Total
<b>2014</b>	1.5							1.5
<b>2015</b>	1.5	1.5						3.0
<b>2016</b>	1.5	1.5	1.5					4.5
<b>2017</b>	1.5	1.5	1.5	1.5				6.0
<b>2018</b>	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5			7.5
<b>2019</b>	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		9.0
<b>2020</b>	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	10.5
<b>Total</b>	<b>42.0 Mtoe</b>							

Figura 2.17: Cálculo do montante de economias de energia obtidas ao longo dos 7 anos de vigência do Plano [24].

No entanto, para promover medidas de eficiência energética com efeito duradouro, podem ser usados métodos alternativos, desde que estes resultem na economia de energia esperada, de acordo com o ponto anterior. Isto porque o método "*straightforward*" apresenta duas desvantagens. Primeiro, pode atribuir valores diferentes de poupanças, consoante o ano em que for aplicado. Segundo, só permite contabilizar poupanças até 7 anos, embora algumas medidas produzam resultados para lá desse limite (novas janelas, por exemplo).

Uma alternativa seria atribuir a cada ação um coeficiente que reflita o seu tempo de vida esperado. Uma campanha de informação poderia ter um coeficiente de 0.25, enquanto que uma substituição de janela teria um coeficiente de 6. Se cada uma destas medidas poupasse 1 tep por ano, as economias associadas seriam de 0.25 tep para a campanha e  $(1 \cdot 6) = 6$  tep para a mudança de janela, independentemente do ano da sua implementação. O valor total economizado tem de ser igual ao valor dado pelo método "*straightforward*".

Outra alternativa seria estipular um limite para o tempo de vida a atribuir a cada medida. Se o valor limite fosse 5, a poupança de uma campanha seria 1 tep, enquanto que uma mudança de janela teria um valor de  $(1 \cdot 5) = 5$  tep. O valor total economizado tem de ser igual ao valor dado pelo método "*straightforward*".

Por último, poder-se-ia considerar o tempo de vida estimado total de uma ação, descontando as economias futuras, utilizando, por exemplo, uma taxa de desconto de 10%. Neste caso, a campanha de informação teria novamente um valor de 1 tep. A substituição da janela, com um tempo de vida de 25 anos, produziria poupanças de 9.28 tep, independentemente do ano de implementação. Novamente, o valor total economizado tem de ser igual ao valor dado pelo método "*straightforward*".

As disposições relativas ao cálculo do impacto das medidas de eficiência energética são utilizadas para definir indicadores e metas a atingir, tanto no âmbito europeu como nacional. A tabela 2.6 sumariza os indicadores de maior relevância estabelecidos para a eficiência energética, no quadro da implementação da Diretiva. Para além de apenas se

incluírem os mais relevantes, isto é, aqueles que dizem diretamente respeito à eficiência energética, são deixados de lado alguns indicadores estabelecidos que, devido à falta de informação fornecida (no que diz respeito às condições de referência), não foram incluídos.

Tabela 2.6: Objetivos e indicadores de eficiência energética em Portugal.

Programa	Objetivo	Indicador	Referência	Ano de referência	2020	Valor Alvo 2023	2030
Diretiva	Redução do consumo de energia primária na União Europeia	20%	1853 Mtep <sup>1</sup>	2020	1483 Mtep	-	-
PNAEE	Redução do consumo de energia primária em Portugal	25%	30 Mtep <sup>1</sup>	2020	22.5 Mtep	-	-
	Poupança de energia primária nos Transportes	-	252.959 tep <sup>2</sup>	-	406.815 tep	-	-
	Poupança de energia primária no setor Residencial e Serviços	-	371.147 tep <sup>2</sup>	-	1.098.072 tep	-	-
	Poupança de energia primária na Indústria	-	179.812 tep <sup>2</sup>	-	521.309 tep	-	-
	Poupança de energia primária na Administração Pública	30%	14.190 tep <sup>2</sup>	-	295.452 tep	-	-
	Poupança de energia primária na Agricultura	-	0 tep <sup>2</sup>	-	40.000 tep	-	-
CCV	Aumento da eficiência energética em Portugal	30%	2012 <sup>3</sup>	129tep/M€ PIB <sup>3</sup>	134tep/M€ PIB	-	107tep/M€ PIB
	Redução do consumo de energia primária na Administração Pública	35%	422.074	n.d	-	-	260.048
	Redução do consumo de energia nos edifícios	25 & 30%	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	Fomentar o autoconsumo de energia	-	n.d	n.d	300MW	-	-
PO SEUR	Redução do consumo de energia primária nos edifícios da Administração Central	-	283.138 tep	2010	-	198.196 tep	-
	Redução do consumo de energia primária na habitação (não social)	-	2.657.035 tep	2010	-	1.992.776 tep	-
PO R	Redução do consumo de energia primária nas empresas	-	422.543 tep	2012	-	411.362 tep	-
	Redução do consumo de energia primária na administração regional e local	-	235.365 tep	2010	-	164.756 tep	-

<sup>1</sup> Obtida pela previsão do PRIMES 2007 para 2020 (ver figura 2.1).

<sup>2</sup> Valor de energia primária poupada, no âmbito do PNAEE 2008, até à entrada em vigor do PNAEE 2016.

<sup>3</sup> Parece haver um erro de cálculo, pelo menos se a *baseline* for 2012 (não é explícito), pois a redução seria de 17% em 2030.





## Capítulo 3

# Modelos de Planeamento Energético

### 3.1 Formas de caracterização de modelos de energia existentes

Há muitas formas diferentes de caracterizar e categorizar modelos de energia. Um esquema de classificação pode ser muito útil para perceber as diferenças e semelhanças entre diferentes modelos e, dessa forma, permitir uma escolha mais adequada. Contudo, não há um sistema de classificação que possa ser considerado o melhor [25].

Hourcade et. al. [26] identificou três formas de diferenciar modelos de energia: i) pelo seu objetivo, ii) pela sua estrutura e iii) pelos pressupostos externos ou internos. Por outro lado, Beeks [25] propõe nove formas de classificar modelos de energia, segundo: i) objetivos gerais e específicos dos modelos; ii) estrutura do modelo (pressupostos externos e internos); iii) abordagem analítica (*top-down* vs *bottom-up*); iv) metodologia base; v) abordagem matemática; vi) cobertura geográfica (global, regional, nacional e local); vii) cobertura setorial; viii) horizonte temporal (curto, médio ou de longo prazo) e ix) requisitos de informação. Por fim, Souza [27] propõe ainda uma categoria que diz respeito à forma de energia considerada.

Apresentam-se, em seguida, as várias dimensões de classificação possíveis, adicionando a categoria proposta por Souza [27] às categorias definidas por Beeks [25], por motivos de extensividade, uma vez que, como já referido, não existe um sistema de classificação ideal.

#### 3.1.1 Portadores de energia considerados

Esta dimensão revela a forma como a energia é caracterizada num modelo: pode haver apenas um tipo de portadores de energia, vários tipos, ou considerar diferentes portadores de energia como uma mesma coisa. Os modelos que tratam qualquer portador de energia da mesma forma não prevêm o facto de nem todos os portadores serem adequados

para os mesmos propósitos (não é adequado, por exemplo, alimentar uma televisão com gás natural). No caso específico da quantificação de medidas de eficiência energética, é necessário considerar vários portadores de energia num país, pelo que a energia poderá ser caracterizada segundo vários tipos de portadores de energia.

### 3.1.2 Objetivos gerais e específicos dos modelos

Os modelos de energia são concebidos para abordar questões particulares, pelo que apenas são adequados para o propósito que lhes deu origem. Beeks [25] distingue entre objetivos globais e objetivos específicos.

#### 3.1.2.1 Objetivos Gerais

Objetivos gerais são aqueles que refletem a forma como o futuro é tratado no modelo [25]. Foram identificados três [26]:

- Prever o futuro. Sendo a previsão baseada na extrapolação de dados históricos (com um erro de previsão grande associado), é normalmente usada para analisar o impacto no curto-prazo de determinadas ações;
- Analisar cenários. Serve para explorar o futuro, comparando um número limitado de cenários de "intervenção" com um cenário de referência de "*business as usual*". São baseados em pressupostos mais do que em dados do passado. A análise de sensibilidades é vital para perceber os efeitos de alterações nos pressupostos.
- Olhar do futuro para o presente ("*backcasting*"). Este tipo de modelos constrói visões do futuro baseadas em consultas a especialistas e, subsequentemente, olha para o que deve ser realizado para alcançar esse futuro.

#### 3.1.2.2 Objetivos Específicos

Objetivos específicos são os aspetos em que o modelo se foca. Temos então [25]:

- Modelos de procura de energia. Estes modelos concentram-se em toda a economia ou num determinado setor, considerando a procura como função de mudanças na economia, rendimentos e preços da energia.
- Modelos de oferta de energia. Estes modelos concentram-se em aspetos técnicos dos sistemas de energia e se a oferta é capaz de assegurar a procura, mas podem incluir aspetos financeiros como uma abordagem de custos-mínimos (*least-cost approach*).
- Modelos de impacto. Estes modelos tentam avaliar as consequências de selecionar certas opções, como usar um determinado sistema de energia ou pôr uma política em ação. Normalmente são mais abrangentes do que os dois tipos anteriores, podendo incluir mudanças na situação económico-financeira, na situação social, ou alterações na saúde e ambiente (emissões, lixo, biodiversidade).

- Modelos de avaliação. São utilizados quando há várias opções que devem ser comparadas e avaliadas para que se escolha a mais adequada. As consequências de cada opção são avaliadas de acordo com um ou mais critérios, sendo a eficiência a mais utilizada.

O que acontece frequentemente é que os modelos têm uma visão integrada, podendo combinar vários objetivos específicos.

### 3.1.3 Estrutura do modelo: pressupostos externos e internos

Os modelos também podem ser classificados de acordo com os pressupostos nos quais a sua estrutura se baseia. Para cada modelo é imperativo tomar uma decisão sobre que pressupostos serão incluídos na estrutura (pressupostos implícitos ou internos) e quais podem ser determinados pelo utilizador (pressupostos de entrada ou externos). Segundo Hourcade et. al. [26] há quatro dimensões independentes com as quais se pode caracterizar o modelo:

- Grau de endogenização. Endogenização significa a tentativa de incorporar todos os parâmetros nas equações do modelo, de forma a minimizar o número de parâmetros exógenos.
- Extensão da descrição dos componentes não energéticos de setores da economia. Quanto mais detalhada a descrição de setores não energéticos, mais adequado o modelo para análise da extensão em que as medidas políticas de energia afetam toda a economia.
- Extensão da descrição de utilização final de energia. Quanto mais detalhada a descrição do modelo da utilização final de energia, mais adequado este é para análise de potencial tecnológico para eficiência energética.
- Extensão da descrição das tecnologias de oferta de energia. O potencial tecnológico para substituição do *fuel* e novas tecnologias de oferta pode ser melhor analisado se o modelo permitir uma descrição pormenorizada das tecnologias. A maior parte dos modelos de origem económica trata a tecnologia como uma caixa negra, tornando-os menos adequados para analisar diferentes tecnologias de oferta de energia.

### 3.1.4 Abordagem analítica: *top-down* vs *bottom-up*

Os modelos *top-down* e *bottom-up* são as duas formas básicas de examinar as relações entre a economia e o sistema de energia. Os termos «top» e «bottom» são abreviaturas para modelos agregados e desagregados, respetivamente [25]. O termo *top-down* advém da forma como se aplica a teoria macroeconómica e técnicas econométricas em dados históricos do consumo, preços, proveitos e fatores de custo para modelar a procura final de bens e serviços e a oferta dos principais setores (setor energético, transportes, agricultura

e indústria). Alguns críticos referem que os modelos agregados não capturam os detalhes setoriais e a complexidade da oferta e procura.

Uma distinção entre as abordagens *top-down* e *bottom-up* é a forma como o comportamento é endogenizado e extrapolado para o futuro. Relações econométricas entre variáveis agregadas são geralmente mais fiáveis do que entre variáveis desagregadas e o comportamento do modelo é mais estável com aquelas variáveis. Por isso, é comum adotar altos níveis de agregação para modelos *top-down* quando são aplicados para horizontes temporais longos.

Os primeiros modelos *top-down* usavam geralmente detalhes mínimos relativos ao consumo de energia, fruto da sua visão de *feedback* entre o setor da energia e outros setores económicos. As tecnologias específicas não eram diretamente compreendidas. Pelo contrário, os modelos *bottom-up* mimetizavam as opções tecnológicas ao detalhe, especialmente pelo lado da oferta.

A diferença fundamental de cada abordagem é que cada uma representa a tecnologia de uma forma diferente. Os modelos *bottom-up* expressam a tecnologia no sentido da engenharia: uma dada técnica relacionada com o consumo ou a oferta, com um dado desempenho técnico e custo. Pelo contrário, um modelo puramente económico não representa explicitamente a tecnologia, antes usa elasticidades que implicitamente refletem a tecnologia [25].

Assim, segundo Hourcade et. al. [26], modelos *top-down* apenas devem ser utilizados se não há descontinuidade de padrões históricos. Os modelos *bottom-up*, por outro lado, são apenas adequados se as interações entre o setor energético e outros setores são negligenciáveis.

### 3.1.5 Metodologia base

Kleinpeter [28] estabelece três metodologias usadas para o desenvolvimento de modelos de energia, as quais deram origem aos seguintes modelos:

- Modelos econométricos. Econometria é definida como a aplicação de técnicas estatísticas, lidando com problemas de natureza económica. Usam, portanto, métodos estatísticos para extrapolar o comportamento passado do mercado para o futuro. Uma desvantagem destes modelos é o facto de não terem uma forma de representação da tecnologia.
- Modelos de otimização. Usam funções objetivo para alcançar o resultado que representa a melhor solução para as variáveis dadas, cumprindo determinadas restrições. São normalmente utilizados para otimizar estratégias de investimento.
- Modelos de simulação. A simulação é um método ou processo através do qual um fenómeno ou sistema com semelhanças pode ser transposto e representado por um modelo mais simples. Os modelos de simulação usam análise de cenários [28].

### 3.1.6 Abordagem matemática

A distinção e classificação de modelos de energia pode ainda recorrer à abordagem matemática associada:

- Programação Linear. É uma técnica prática para encontrar combinações de atividades que maximizem ou minimizem um determinado critério, sujeito a restrições operacionais. É utilizada em quase todos os modelos de otimização.
- MIP (*Mixed Integer Programming*). É uma extensão da Programação Linear que admite decisões tais como Yes/No ou 0/1, por exemplo. Permite tratar questões como a meteorologia ou não incluir uma dada central de conversão de energia num sistema.
- Programação Dinâmica. É um método utilizado para encontrar um caminho de crescimento ótimo (*optimal growth path*). A solução do problema original é obtida através da divisão do problema em vários subproblemas para os quais a solução ótima é calculada.

### 3.1.7 Cobertura geográfica: global, regional, nacional e local

A cobertura geográfica reflete o nível a que a análise tem lugar. Beek [25] propõe as seguintes divisões geográficas: global, regional, nacional, local e projeto. Global refere-se à situação económica mundial; regional diz respeito a conjuntos de países, como a Europa, a América Latina ou o Sudoeste Asiático; nacional às fronteiras de um país; local a regiões de um país; projeto a algo mais específico, como um projeto de engenharia de uma simples habitação.

### 3.1.8 Cobertura setorial

A economia é normalmente dividida em vários setores (primário, secundário, terciário, etc ou em subcategorias como serviços, indústria, transportes, etc). Um modelo pode englobar apenas um setor ou vários [27]. Modelos multi-setoriais prevem interação entre setores, enquanto que modelos de um setor apenas descrevem unicamente esse setor, não considerando as interações entre esse setor e o resto da economia.

### 3.1.9 Horizonte temporal: curto, médio ou de longo prazo

O horizonte temporal é importante porque diferentes processos económicos, sociais e ambientais são relevantes em diferentes horizontes temporais. Assim, a escala temporal determina a estrutura e objetivos dos modelos de energia.

Embora não exista uma definição padrão para curto, médio e longo prazo, Grubb et. al. [29] menciona um período de 5 ou menos anos como curto, um período entre 3 a 15 anos como médio e um período superior a 10 anos como longo.

### 3.1.10 Requisitos de dados

Os modelos requerem determinados tipos de informação. A maioria dos modelos requer dados quantitativos, alguns mesmo expressos em unidades monetárias. No entanto, em casos em que há pouca informação deste tipo disponível (por exemplo em países em desenvolvimento), torna-se importante que o modelo de energia suporte dados qualitativos. Os dados podem ainda estar desagregados ou agregados.

## 3.2 Panorama dos modelos de energia existentes

Conolly et. al. [30] analisou 37 ferramentas computacionais para identificar aquelas que podiam ser utilizadas para analisar a integração de energias renováveis. Embora o seu estudo tenha um objetivo diferente, a informação que recolheu permite comparar as diferentes ferramentas.

Algumas das mais utilizadas são [30]:

- *Long-range Energy Alternatives Planning* (LEAP). É uma ferramenta de modelação integrada que pode ser usada para criar modelos que realizem numerosas tarefas, incluindo previsões energéticas, análise de mitigação de gases com efeito de estufa, planeamento integrado de recursos, produção de planos de energia e estudo de cenários energéticos [31]. Pode ser aplicado a vários níveis geográficos, cobre todos os setores e tem um horizonte temporal de médio/longo prazo. Tem uma abordagem analítica *top-down* para a procura e *bottom-up* para a oferta. O seu grau de endogenização é bastante elevado do lado da procura, fazendo apenas uma descrição simples das tecnologias do lado da oferta;
- MARKAL/TIMES. É uma ferramenta de modelação matemática que permite representar, otimizar e analisar sistemas de energia de forma flexível e à escala local. Foi concebida para análise energética, ambiental e económica de longo prazo. Usa uma metodologia de otimização;
- PRIMES. É um sistema de modelação que simula uma situação de equilíbrio do mercado [31]. O seu foco são os mecanismos de mercado que influenciam a evolução da procura e da oferta de energia assim como a penetração da tecnologia no mercado. Permite analisar políticas em campos como a segurança de abastecimento de energia, o ambiente ou a liberalização do mercado de energia. Já foi usada para gerar cenários por parte da UE e alguns Estados-Membros.
- EnergyPLAN. O objetivo principal do modelo é assistir na concepção de estratégias nacionais ou regionais de planeamento energético, baseando-se na análise das consequências técnicas e económicas de implementar diferentes sistemas de energia e investimentos [31].

- ENPEP-BALANCE. É um modelo que usa uma abordagem de simulação baseada no mercado para determinar a resposta de vários segmentos do sistema energético a mudanças nos preços da energia e a diferentes níveis de oferta [31].

### 3.3 Características do modelo a utilizar

Esta Dissertação não prevê a construção de planos de eficiência energética. Tendo em consideração esse facto e o limite temporal para a realização deste trabalho, as características que devem ser satisfeitas pelo modelo são as seguintes:

- Tratar o futuro através de uma análise de cenários;
- Ter baixo grau de endogenização e de descrição de componentes não energéticos da economia;
- Ser um modelo *bottom-up*;
- Usar métodos de simulação;
- Ser de abrangência nacional;
- Ser multi-setorial;
- Ter um horizonte temporal médio ou longo;
- Tratar informação quantitativa e desagregada.





## Capítulo 4

# Caraterização dos Dados

A existência de dados atualizados de consumo de energia primária e final, por setores e por fonte de energia, até ao ano de 2013 (sendo os dados deste ano provisórios), permite ter uma base sólida de informação que servirá de base a projeções futuras. Estes dados estão disponíveis nos balanços energéticos anuais emitidos pela DGEG, e apresentam dados desagregados pelos seguintes setores:

- Doméstico. Inclui os edifícios residenciais privados.
- Serviços. Inclui os edifícios de serviços (restaurantes, hospitais, escritórios, etc), entre os quais os pertencentes à Administração Pública Central, Regional e Local.
- Indústria. Inclui atividades extrativas e transformadoras. Para efeitos de análise, o setor da "Construção e Obras Públicas" será aqui englobado.
- Transportes.
- Agricultura e Pescas.

Do ponto de vista histórico, a evolução do consumo de energia final em Portugal atingiu o seu máximo em 2005, ano até ao qual vinha em crescendo. A partir dessa altura tem decrescido constantemente, fruto não só da crise económica despoletada em 2007, mas também da implementação de algumas medidas com objetivos de melhorar a eficiência energética nacional.

Entre 1995 e 2005 o consumo final aumentou em 38%, a uma taxa de aproximadamente 3,8% ao ano. No entanto, entre 2005 e 2013, registou-se uma queda de 23%, a uma taxa anual de 2,82%. No conjunto dos 28 países da UE, essa queda foi de 0,86% anualmente.

A figura 4.1 ilustra claramente a evolução registada, com algumas nuances próprias dos diferentes setores. O setor dos "Serviços" conheceu um grande crescimento nos últimos anos (cerca de 70% entre 1995 e 2013), fruto da diversificação de equipamentos por todo o país. Setores como a "Indústria" e os "Transportes", que são os maiores consumidores de energia, têm conhecido uma significativa variação de consumo, estando em 2013 a regressar aos

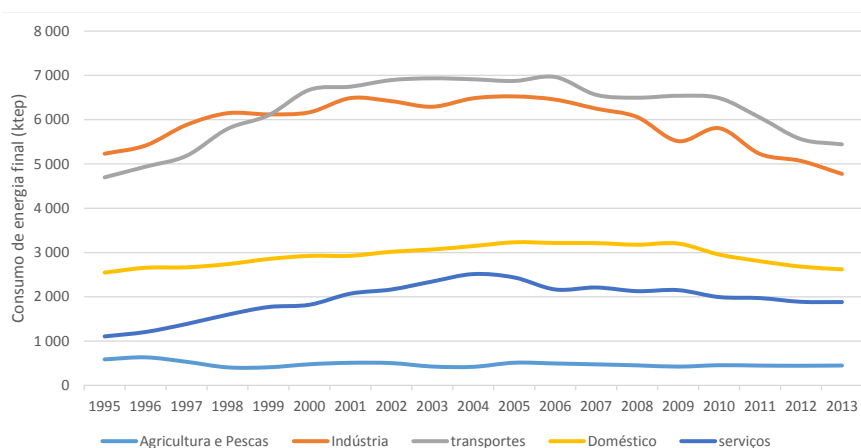


Figura 4.1: Consumo de energia final por setor consumidor [32].

valores de 1995. O setor "Doméstico" manteve o seu consumo muito constante, enquanto que o setor "Agricultura e Pescas" registou uma diminuição na ordem dos 23% nos últimos 18 anos.

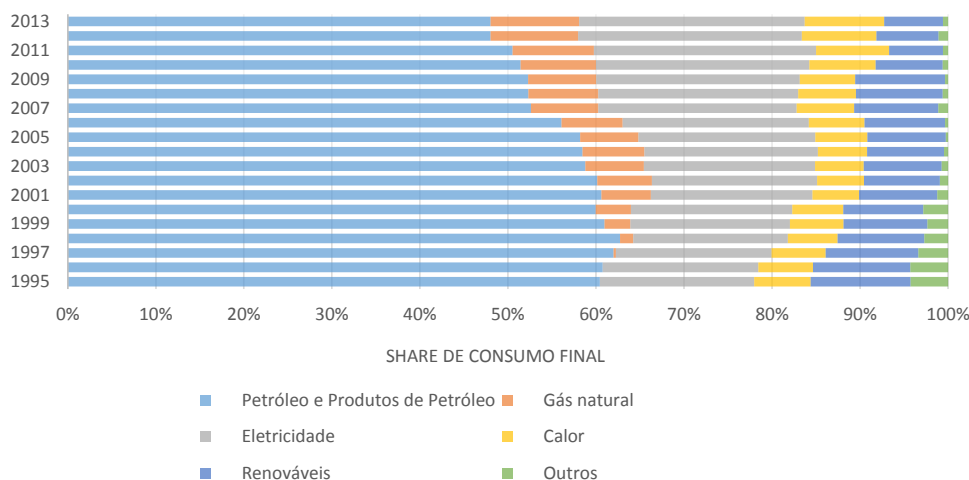


Figura 4.2: Consumo de energia final por fonte de energia [32].

No que diz respeito ao consumo energético por fonte de energia, a 4.2 permite observar a variação da utilização dos diferentes recursos [32].

Atente-se na diminuição do consumo de produtos petrolíferos, os quais representam a maior parte do consumo final nacional, assim como a maior despesa de importação do país. Em 2013, estes produtos representavam 48% do total de energia final consumida, contra 62% em 1998 (ano em que o seu *share* atingiu o pico). A sua diminuição é transversal a todos os setores. Deve-se a causas que vão desde a sua substituição por gás no aquecimento de habitações até à crescente utilização de eletricidade na indústria.

O gás natural, por seu lado, conheceu um crescimento muito significativo. Em 1996 não se registou qualquer consumo de energia final recorrendo a gás natural. Contudo, em 2013, o valor atingido foi de 1524 ktep, ou seja, 10% do total de energia final consumida. Assim, num espaço de 16 anos, esta fonte energética registou um aumento anual de 210%.

A eletricidade tem igualmente registado um aumento bastante significativo, representando atualmente 26% do consumo final de energia. A generalização de equipamentos elétricos em habitações e indústrias deu origem a este crescimento.

O *share* de renováveis no consumo final diminuiu, apesar da enorme aposta do país neste tipo de fontes. No entanto, a aposta é essencialmente na produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, o que se traduz num aumento da sua contribuição para a energia primária. Do ponto de vista da sua utilização final, e apesar do aumento de solar térmico, a diminuição generalizada da utilização de lenha para aquecimento traduz-se nestes resultados.

## 4.1 Caracterização do setor doméstico

O consumo no setor "Doméstico" é realizado, na sua maioria, sob a forma de eletricidade. Esta fonte fez, em 2013, 40% do total de energia consumida, sendo que registou, entre 1995 e 2013, um crescimento de 62% [32]. A lenha constitui também uma fonte de consumo energético importante, atualmente representando 30% do consumo no setor "Doméstico".

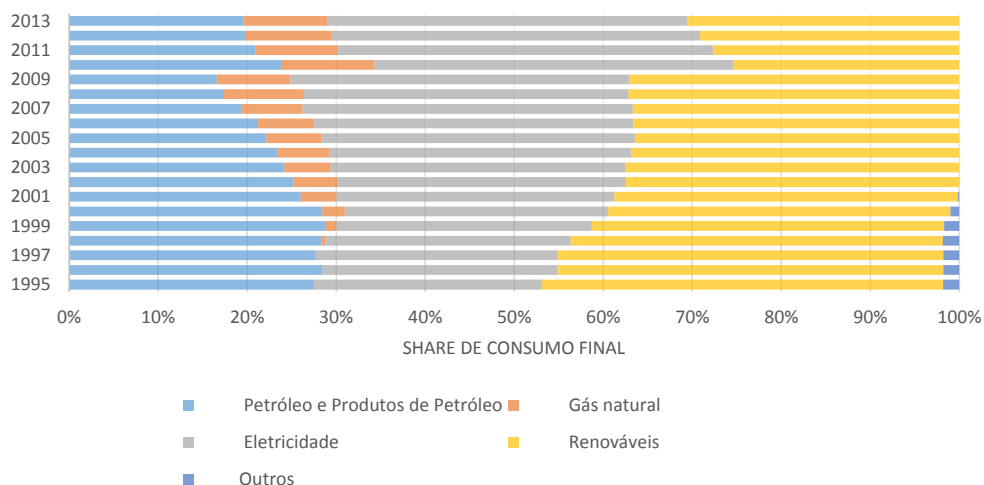


Figura 4.3: Consumo por fonte energética no setor "Doméstico"[32].

Contrariamente ao que se verifica noutros países europeus, em Portugal a maior parte do consumo energético no setor "Doméstico" não se verifica em sistemas AVAC, devido ao clima ameno e à reduzida utilização de sistemas de arrefecimento ambiente. Assim, a preparação de alimentos é a área de maior consumo, com 33% do consumo, seguida

do aquecimento de águas [33]. Este setor apresenta um elevado potencial de poupança energética, quer seja através da substituição de eletrodomésticos, quer seja no aquecimento ambiente e de águas, ou mesmo na iluminação.

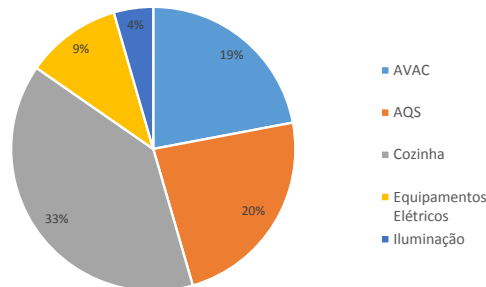


Figura 4.4: Consumo por utilização final no setor "Doméstico" [33].

## 4.2 Caracterização do setor dos serviços

O setor dos "Serviços" conhece, genericamente, três fontes de energia final. Dessas três, os produtos petrolíferos são aqueles que têm sido progressivamente afastados deste setor, dando lugar ao gás natural e à eletricidade. Enquanto que, entre 1995 e 2013, o consumo de produtos petrolíferos registava uma queda de 60%, a eletricidade aumentava em 23% e o calor em 49 % [32].

Em 2013, a eletricidade representava 75% do total de energia final consumida no setor dos "Serviços" [32]. É aqui, portanto, que está presente o maior potencial para a realização de economias energéticas, considerando igualmente a tendência evolutiva crescente desta fonte de energia.

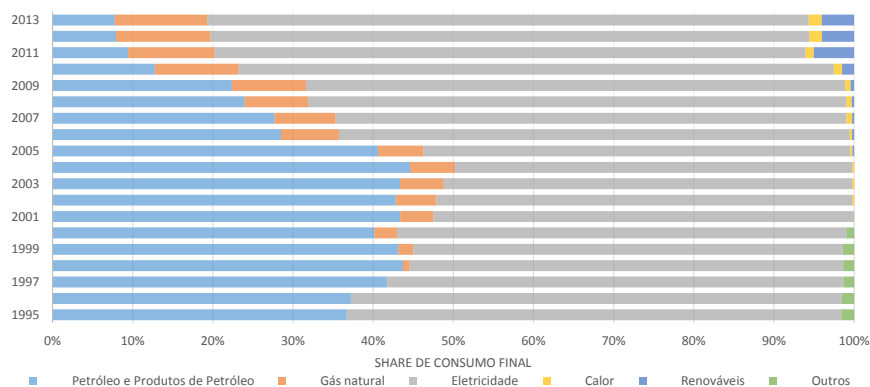


Figura 4.5: Consumo por fonte energética no setor "Serviços" [32].

### 4.3 Caracterização do setor da indústria

Na "Indústria", existe uma maior diversidade de fontes energéticas com utilização significativa, quando comparada aos restantes setores. O carvão tornou-se de utilização residual, tendo os produtos petrolíferos igualmente cada vez menor utilização. Por outro lado, o gás natural, a eletricidade e o calor aumentaram a sua percentagem de utilização no setor. Em 2013, 32% do consumo industrial ainda advinha de produtos petrolíferos (apesar da sua diminuição em 60% desde 1995) [32]. Contudo, o calor registou um crescimento muito significativo, representando nesse ano 28% do consumo total. A eletricidade é a terceira fonte de energia mais consumida, com 27% [32].

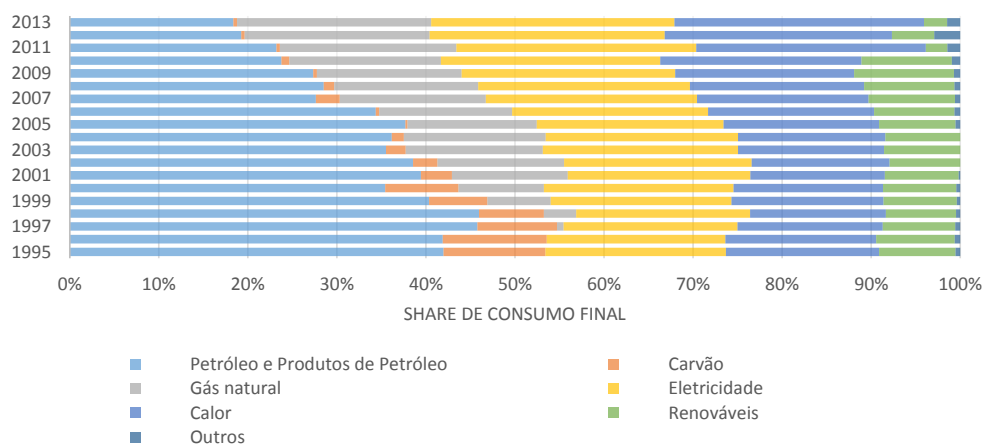


Figura 4.6: Consumo por fonte energética no setor "Indústria" [32].

Grande parte do potencial de poupança energética na indústria está relacionada com sistemas acionados por motores elétricos, os quais constituem, sensivelmente, 2/3 do consumo de eletricidade na indústria [34].

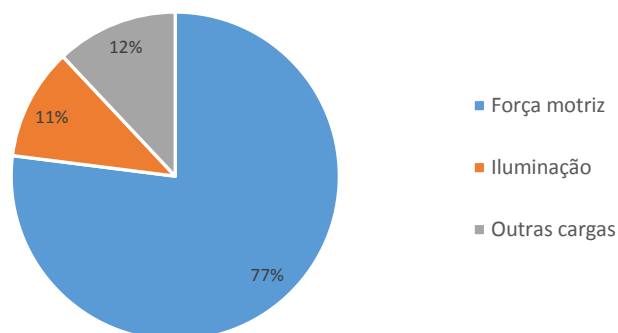


Figura 4.7: Consumo de eletricidade desagregado no setor "Indústria" [34].

#### 4.4 Caracterização do setor da agricultura e pescas

O setor da "Agricultura e Pescas" é aquele com maior uniformidade de consumos e menor diversidade de fontes. Os produtos petrolíferos continuam a representar o grosso do consumo, embora a eletricidade seja cada vez mais uma fonte utilizada. Entre 1995 e 2013, o consumo de eletricidade cresceu 47,38% neste setor, valor ainda assim inferior ao crescimento nacional de eletricidade, de 57% [32].

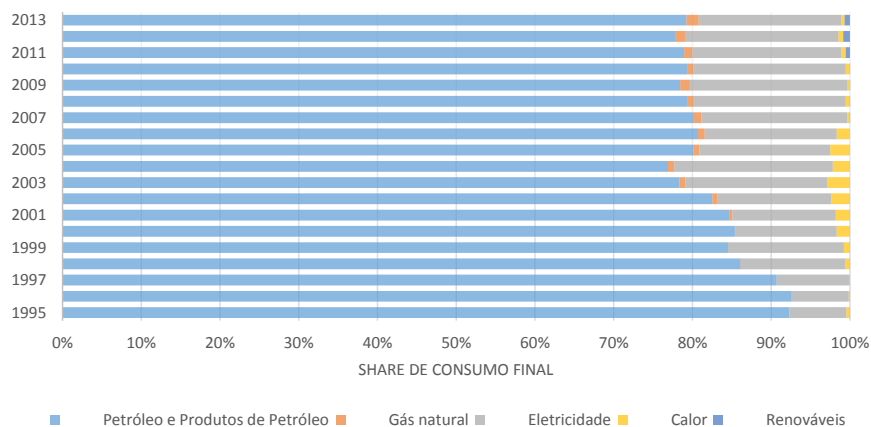


Figura 4.8: Consumo por fonte energética no setor "Agricultura e Pescas" [32].

## Capítulo 5

# Metodologia de Simulação para Planeamento Energético

A simulação do impacto de medidas de eficiência energética poderia ser realizada de várias formas distintas em Portugal, tal como descrito no Capítulo 3. No âmbito desta Tese, e de forma a perceber de que forma evoluirá o consumo energético português até 2030, são utilizadas duas abordagens complementares.

Por um lado, procurou-se analisar os dados históricos de consumo final de energia em cada setor, de forma a gerar uma tendência evolutiva do consumo. Esta abordagem não tem em consideração qualquer impacto das medidas de eficiência que possam ser implementadas (essencialmente através do Portugal 2020), embora se perceba que a tendência atual de consumo já sofreu, em alguns casos, uma influência perceptível de medidas já implementadas em anos anteriores, particularmente após a implementação do PNAEE 2008.

Por outro lado, optou-se por uma abordagem que relacione diretamente investimento previsto em medidas de eficiência energética e impactos reais em economias de energia verificadas. Esta abordagem baseia-se no pressuposto que grande parte do investimento a realizar em eficiência se ficará a dever ao novo programa Portugal 2020 (através do PO SEUR e dos diversos POs Regionais). Este disponibiliza mecanismos financeiros de apoio muito substanciais, com objetivos e metas concretas (ver secção 2.3).

A utilização destas duas metodologias de simulação serve dois propósitos: inicialmente, estimar a evolução do consumo final de energia e, de seguida, a evolução do consumo de energia primária. Enquanto que o primeiro permitirá avaliar o cumprimento do Artigo 7º da Diretiva, o segundo responderá ao desafio português (e europeu) de 20% de eficiência energética em 2020.

## 5.1 Abordagem de Continuidade

Nesta abordagem, fazem-se projeções a partir dos dados históricos de consumo final existentes, assumindo-se que a tendência mais recente de consumo se irá manter no futuro. Sendo uma tendência obtida a partir de valores históricos, permite ter uma perspetiva daquilo que seria o consumo futuro se as condições atuais se mantivessem, isto é, se fatores como os hábitos de consumo, eficiência de tecnologias de produção ou incentivos a determinadas medidas de eficiência permanecessem constantes. A "Abordagem Continuidade" servirá, assim, de cenário base. Sobre este, será posteriormente adicionada a influência do programa Portugal 2020 e do investimento que se realizará em várias medidas de eficiência energética.

Inicialmente, despistou-se a influência do PIB no consumo final, de forma a obter uma tendência de consumo independente de variações do crescimento económico, a qual permitisse aferir da real evolução da eficiência energética nos vários setores. Isto porque a diminuição generalizada no consumo final entre 2008 e 2013 poderia ser consequência da crise económica instalada (e consequente alteração dos hábitos da população e redução do consumo) e não de efetivas medidas de eficiência. Para o fazer, começou-se por estabelecer a relação entre uma variação percentual do PIB e a correspondente variação do consumo, com base em valores médios dos países da UE (ver figura 5.1). A intensidade energética média obtida, para o conjunto de países da UE, permite-nos calcular a variação percentual do consumo associada à mesma taxa de variação do PIB.

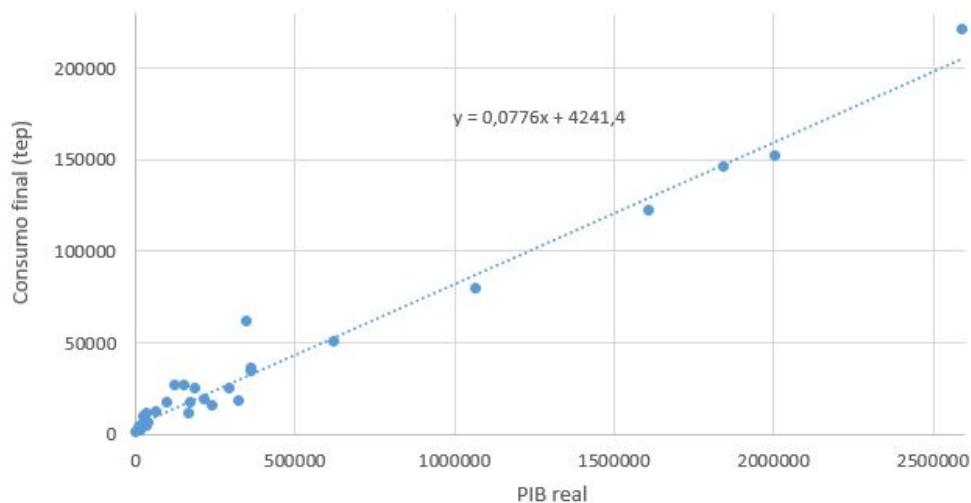


Figura 5.1: Intensidade energética média nos 28 países da UE.

Para cada setor foi possível determinar o consumo energético final normalizado, ou seja, a sua evolução sem influência do PIB. A partir dessa evolução, procurou-se obter uma tendência futura. Por fim, à tendência futura é somada a contribuição do PIB previsto para Portugal até 2030, segundo dados do Economic Research Center US [35].



Em geral, a tendência de evolução futura foi obtida a partir da taxa de variação anual dos valores normalizados para cada setor, entre 2008 e 2013. Considerou-se que esta se mantinha constante até 2030. A definição do intervalo 2008-2013 deve-se ao facto do primeiro PNAEE ter sido implementado em 2008, ajudando, geralmente, a antever um padrão de diminuição relativamente linear. No final, somou-se a contribuição esperada de cada setor para o consumo final, obtendo-se assim uma simulação do consumo final de energia em Portugal, até 2030.

A figura 5.2 apresenta a evolução prevista para o setor "Indústria" até 2030. Repare-se que o consumo final normalizado, isto é, sem a influência do PIB, apresenta uma clara trajetória descendente de 2008 para cá. Esta data coincide com a entrada em vigor do novo Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia. Este passou a prever a realização periódica de auditorias, assim como metas de intensidade energética e consumo específico de energia, para instalações com consumo superior a 500 tep. Logo no primeiro ano de implementação foram registados 293 novos registos (face aos 653 provenientes do anterior Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia). Desde aí o número de registos tem aumentado anualmente, tendo atingido um total de 981 em 2013. Nesse ano, as economias de energia previstas pelos Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn) entregues pelas companhias, totalizaram 1,95% do valor global de consumo final no setor. Considerando que a taxa de variação anual do consumo final normalizado na indústria, entre 2008 e 2013, foi de 3%, a implementação do SGCIE será um fator determinante para a diminuição efetiva de consumo realizada. Outras medidas implementadas, nomeadamente através dos diversos Planos de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPECs), poderão também ter sido importantes na diminuição registada.

Tal como referido, a tendência mais evidente de diminuição tem-se registado nos últimos anos, essencialmente a partir de 2008. Por isso, a tendência futura de evolução do consumo final foi obtida pelo cálculo da taxa de variação anual, de 3%, entre 2008 e 2013. Considerando uma diminuição de consumo linear, até 2030, a esta taxa, tem-se a evolução projetada. Contudo, tal evolução é independente do PIB, pelo que a contribuição deste foi adicionada à projeção inicial do consumo. Considerando um aumento médio de 1.5% até 2030, a diminuição do consumo final será inferior àquela registada, tal como a figura evidencia.

O setor "Agricultura" tem registado, em anos mais recentes, uma evolução contrária ao aumento generalizado de eficiência que se verifica. Desde 2009 que a eficiência no consumo final de energia tem diminuído, sendo que em anos anteriores era significativamente inconstante. Como se sabe, este setor depende grandemente das condições meteorológicas, as quais podem afetar seriamente a atividade do setor e, assim, o seu consumo energético e eficiência. Uma vez que água e energia são indissociáveis na agricultura, um aumento real do consumo final (não considerando o PIB normalizado) pode dever-se ao aumento de sistemas de rega agrícola que recorrem a energia para minimizar o uso de água [36].

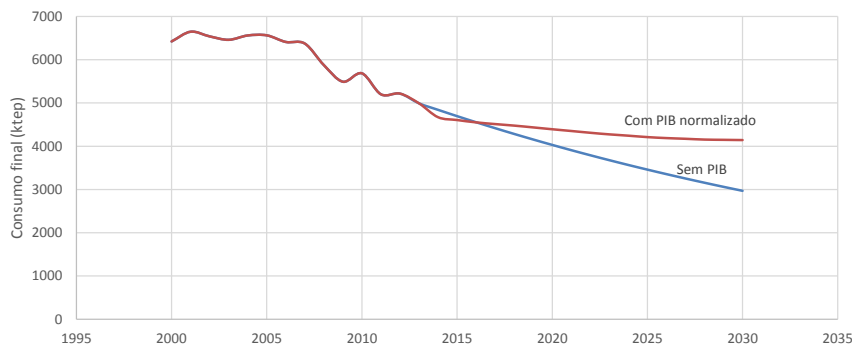


Figura 5.2: Evolução do consumo final de energia no setor "Indústria", até 2030.

A modernização da estrutura fundiária e o aumento dos preços de energia são outros fatores que poderão ter resultado na maior incorporação de energia pelo setor [37]. Além das razões apontadas, o setor "Agricultura" foi ignorado no PNAEE 2008, que não previa qualquer incentivo a medidas de eficiência específicas para este setor, ao contrário do que acontece com o novo programa. Desta forma, o setor terá passado ao lado da lógica de economia de energia em vigor.

A tendência futura de evolução do consumo final foi obtida pelo cálculo da taxa de variação anual da eficiência, de 1,37%, entre 2008 e 2013. A figura 5.3 prevê uma subida suave do consumo final até 2030, quando considerando a subida média já referida do PIB.

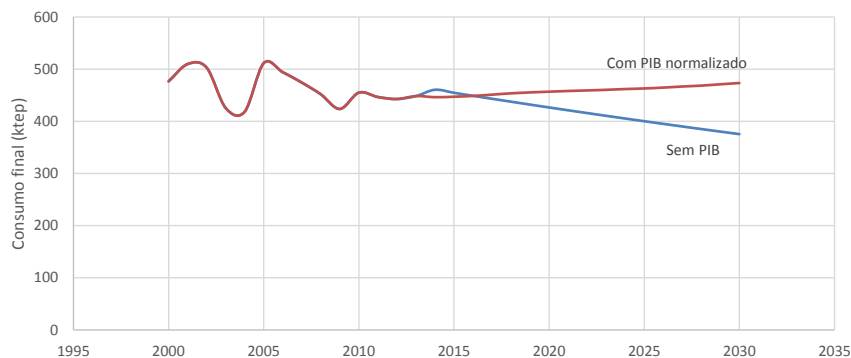


Figura 5.3: Evolução do consumo final de energia no setor "Agricultura", até 2030.

Embora o setor "Transportes" não seja contabilizado para a obrigação, definida pelo Artigo 7º da Diretiva, de diminuir 1,5% de energia final anualmente, torna-se necessário contabilizar a sua contribuição para a diminuição total da energia final e primária. Atualmente, o setor continua a ser aquele com maior consumo (36% do total em 2013), estando muito dependente de combustíveis fósseis (cerca de 90% do consumo final). Apesar de tudo, desde 2009 que a eficiência energética tem aumentado, pelo que se considerou uma

taxa de crescimento anual de eficiência no consumo final constante de 2,54%, correspondente à verificada entre 2009 e 2013 (figura 5.4). Este aumento deverá muito à maior utilização de transportes públicos, em particular dos metros de Lisboa e Porto. Segundo o PNAEE 2008, tal crescimento significou, até 2010, economias de 98,8 ktep em consumo final. No total, 34,7% das poupanças com o anterior programa para a eficiência deveram-se a este setor, com 253 ktep poupados, o que fez dos "Transportes" o setor de maior relevância de economias.

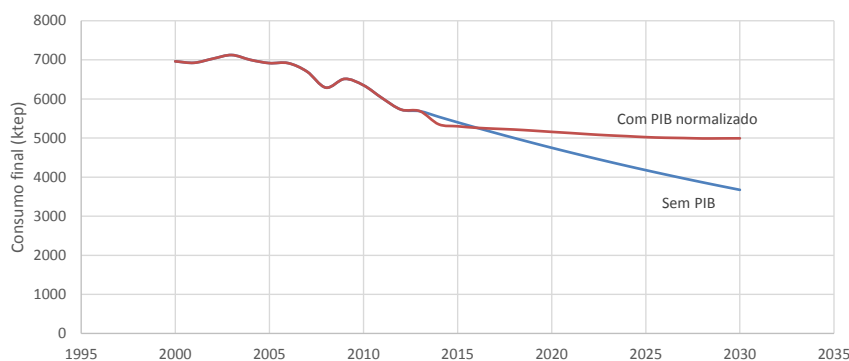


Figura 5.4: Evolução do consumo final de energia no setor "Transportes", até 2030.

Ao contrário de outros setores, a eficiência energética no setor "Doméstico" parece ter maior relação com a evolução da produtividade da economia. O registo de picos de consumo normalizado em 2007 e 2009, anos de redução do PIB, indica precisamente um maior impacto deste indicador na eficiência do setor. Apesar de tudo, desde 2009 que a eficiência energética no consumo final de energia no setor "Doméstico" tem aumentado significativamente, a uma taxa anual de 2,87% (ver figura 5.5). A crescente consciencialização dos portugueses para questões de eficiência energética e impacto ambiental terá contribuído para este resultado. Além disso, diversas medidas no âmbito do PNAEE 2008 foram bem sucedidas, criando uma nova tendência de consumo neste setor. Medidas determinantes poderão ter sido: a certificação de eletrodomésticos e a promoção da sua substituição por outros mais eficientes, as campanhas de mudança das convencionais lâmpadas incandescentes para fluorescentes compactas, assim como a promoção do solar térmico em residências. Apenas a poupança gerada pelo Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios Residenciais terá significado quase 8% das poupanças do PNAEE 2008.

No que diz respeito ao setor "Serviços", tal como acontece no setor "Doméstico", a eficiência energética está mais relacionada com a economia do país. Em 2009, ano em que houve uma quebra significativa do PIB, a eficiência também diminuiu, aumentando o consumo final neste setor. Contudo, desde esse ano, a eficiência tem aumentado de forma constante, embora não muito significativamente. Entre 2009 e 2013, aumentou anualmente 1,42%, taxa que se assume até 2030.

O aumento de eficiência em anos mais recentes estará ligado a algumas medidas do

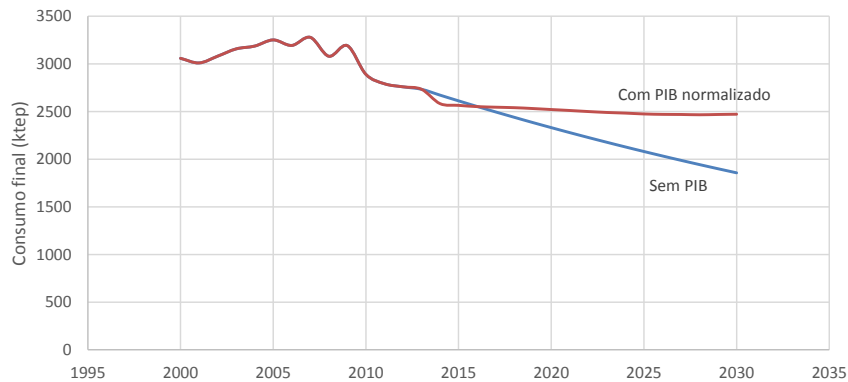


Figura 5.5: Evolução do consumo final de energia no setor "Doméstico", até 2030.

PNAEE 2008, como a instalação de iluminação eficiente e de sistemas solares térmicos. Apesar de tudo, o potencial de poupança ligado a medidas de eficiência em edifícios ligados ao Estado não foi alcançado. Programas como o ECO.AP não terão servido de modelo ideal, de acordo com aquilo que a nova Diretiva prevê para o setor estatal.

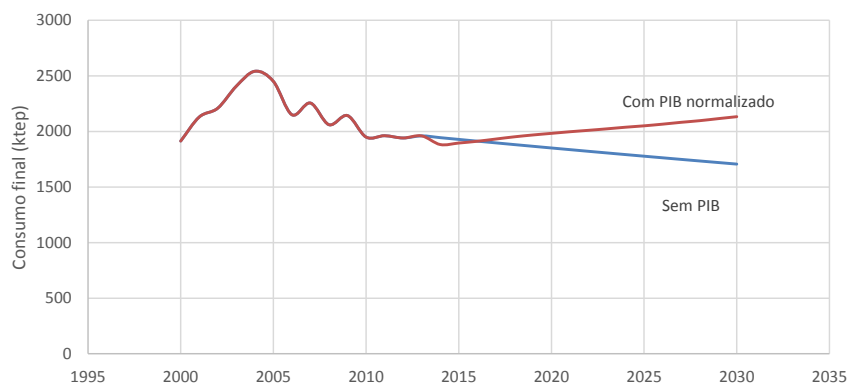


Figura 5.6: Evolução do consumo final de energia no setor "Serviços", até 2030.

## 5.2 Abordagem baseada no investimento

A abordagem de "Continuidade", utilizada na 5.1, servirá de referência para o desenvolvimento de uma nova abordagem, desta vez centrada no investimento a realizar em medidas de eficiência nos próximos anos. Cada ação de investimento, em determinadas medidas/tecnologias e nos vários setores, obtém o seu retorno financeiro de acordo com as economias de energia que consegue gerar num determinado período temporal. É esta relação, entre o dinheiro investido e as poupanças de energia geradas, que será utilizada para prever o desenvolvimento futuro do consumo de energia nacional. Considera-se que a abordagem "Continuidade" modela de forma aceitável a evolução futura do consumo, de acordo com a sua evolução atual. Isto significa que essa abordagem prevê apenas a

continuação do chamado "*business as usual*", isto é, a prorrogação nos próximos anos das condições atuais (maturidade da tecnologia, impacto de medidas de eficiência já implementadas, entre outras). A introdução de impactos energéticos resultantes de investimento adicional poderá originar uma redução de consumo face à referência da abordagem "Continuidade", partindo do pressuposto de que o investimento é suficientemente significativo,

A nova abordagem, à qual se convencionou chamar de "Portugal 2020", só faz sentido por se considerar que este acordo de parceria entre Portugal e a Comissão Europeia dará a mais importante contribuição, nos próximos anos, ao aumento da eficiência energética em Portugal. O facto de colocar ao dispor dos cidadãos um conjunto muito significativo de fundos sob determinadas condições (não existente até agora na mesma proporção), poderá servir de alavanca a uma alteração expressiva do consumo de energia.

A tabela 5.1 serve de base para o cálculo das poupanças de energia geradas com o investimento previsto no Portugal 2020, nos diferentes setores. A última coluna da tabela apresenta os valores em ktep evitado/M€ investido, para medidas previstas no Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC) 13-14. Embora as medidas previstas neste Plano sejam orientadas apenas para poupanças de energia elétrica, considerou-se que apenas estas são quantificáveis com elevado grau de confiança, pelo que o resultado de medidas com impacto a nível térmico (substituição de janelas, melhoria de certificados da habitação, isolamento eficiente, entre outras) não foi considerado. A relação ktep evitado/M€ investido é obviamente distinta conforme o setor de atividade, sendo que geralmente é possível obter maiores poupanças no setor "Indústria", com menor investimento. Por outro lado, o setor "Doméstico" é aquele que apresenta economias menores para o mesmo grau de investimento. Isto resulta da circunstância de, para o setor "Indústria", pequenas medidas, como a colocação de Variadores Eletrónicos de Velocidade (VEVs) ou de sistemas de controlo de força motriz em motores, permitirem poupanças muito significativas.

Existem vários PPECs, cada qual com algumas diferenças na relação economia de energia/investimento. Para o cálculo da redução de consumo desta abordagem, utilizaram-se os valores do último PPEC, por corresponderem a tecnologias mais recentes. Em anexo estão presentes os valores para os PPECs 09-10 e 11-12 (A.1 e A.2).

O método utilizado para determinar as poupanças potenciais foi o seguinte:

- Determinação do investimento previsto para cada setor, de acordo com os diferentes Planos que constituem o programa Portugal 2020 e que prevêem apoios a medidas de eficiência energética (PO SEUR, todos os POs Regionais e o PDR);
- Utilização da relação ktep evitado/investimento realizado, para obter a quantidade de energia potencialmente poupada em cada setor, ao longo do tempo de vida útil das medidas;

- Divisão do valor total das economias estimadas pelo tempo de vida útil esperado das medidas;
- Redução do valor de economias de energia final esperadas em cada setor ao valor projetado com a abordagem base "Continuidade" entre 2014 e 2030.

Embora os Planos prevejam montantes financeiros provenientes de fundo para aplicar em eficiência, foi realizada uma correção de acordo com considerações sobre o grau de cumprimento dos Planos, a % de investimento total que gera poupanças reais (ações de sensibilização ou auditorias, por si só, não geram poupança) ou a quantidade de financiamento que será reembolsado, ficando assim disponível para novos apoios [18].

Através do método descrito, foi possível encontrar a evolução do consumo final em Portugal, por setor de atividade.

Tabela 5.1: Resumo dos indicadores do PPEC 13-14, incluindo valores da relação consumo evitado/investimento realizado, para diferentes setores (adaptado de [38]).

Setor	Custos						Consumo				Custos PPEC/Consumo evitado (€/kWh)	Custos / Consumo evitado (€/kWh)	Consumo evitado/custo total (ktep/M€)
	PPEC	Promotor	Participante	Outros	Total	% PPEC	Total (MWh) 2012	Evitado (MWh/ano) 2015	% Evitado	Evitado total (MWh)			
<b>Indústria</b>	5.078.621	0	3.975.757	24.065	9.078.443	56%	19.024.919	45.446	0,2%	659.382	0,0077	0,0138	6,10105587
<b>Serviços</b>	7.286.897	473.759	5.657.613	0	13.418.269	54%	13.336.217	95.556	0,7%	832.138	0,0088	0,0161	5,20928534
<b>Doméstico</b>	4.634.483	651.160	878.171	167.517	6.331.331	73%	12.293.501	18.528	0,2%	293.806	0,0158	0,0215	3,89802776
<b>Total</b>	17.000.001	1.124.919	10.511.541	191.582	28.828.043	59%	44.654.637	159.530	0,4%	1.785.326	0,0107	0,0171	5,20213543

O setor "Agricultura" é um dos que vê o seu consumo final de energia reduzido em maior escala, face à referência da abordagem "Continuidade". Em média, o investimento previsto neste setor permite uma redução de 6% face à *baseline*. Esta variação significativa deve-se ao elevado financiamento que se encontra disponível no PDR, prevendo-se um financiamento aproximado de 70M€ [37], o qual é bastante substancial, considerando que o setor agrícola apenas representa 3% do consumo final de energia em Portugal.

Apesar de tudo, o crescimento do PIB previsto contraria significativamente o aumento de eficiência esperado (ver figura 5.7). Em 2020, e face aos valores de 2013, o consumo final diminui 3,6%. Contudo, em 2030, verifica-se inclusivamente um ligeiro aumento de 0,12%.

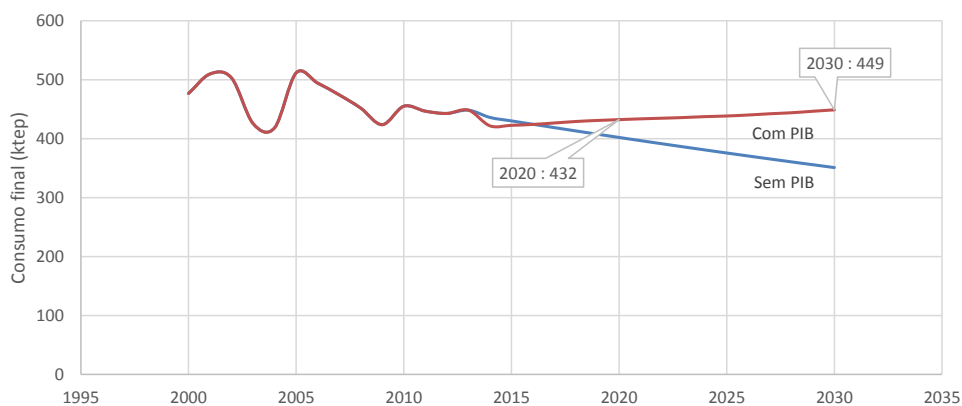


Figura 5.7: Evolução do consumo de energia final no setor "Agricultura", até 2030.

No caso do setor "Indústria", o aumento de eficiência verificado, quando se observa a diminuição da curva "sem PIB" na figura 5.8, deve-se quase exclusivamente à tendência de redução projetada de anos anteriores. Na verdade, embora esteja disponível financiamento da ordem dos 100M€ [18] neste setor, o impacto no consumo de energia final daí resultante é reduzido, pois o setor representa 31% do total de consumo final, pelo que este valor não é suficientemente significativo para causar real impacto na eficiência. Em termos médios, verifica-se uma diminuição de 1,2% face à *baseline*, o que não permite fazer "descolar" o consumo face à tendência prevista.

Embora o PIB contrarie o efeito de redução de consumo final previsto, há poupanças de energia significativas no setor - mais uma vez, é importante lembrar que isso resulta da projeção da evolução dos anos recentes e não do efeito do investimento previsto. Em 2020, a redução percentual será de quase 9%, atingindo os 14,2% em 2030, face ao ano de 2013.

No setor "Doméstico", alvo de várias medidas propostas para aumentar a eficiência energética (ver 2.4), verifica-se de facto uma variação assinalável face à *baseline* da abordagem "Continuidade". O financiamento disponível, cerca de 316M€, embora não permita



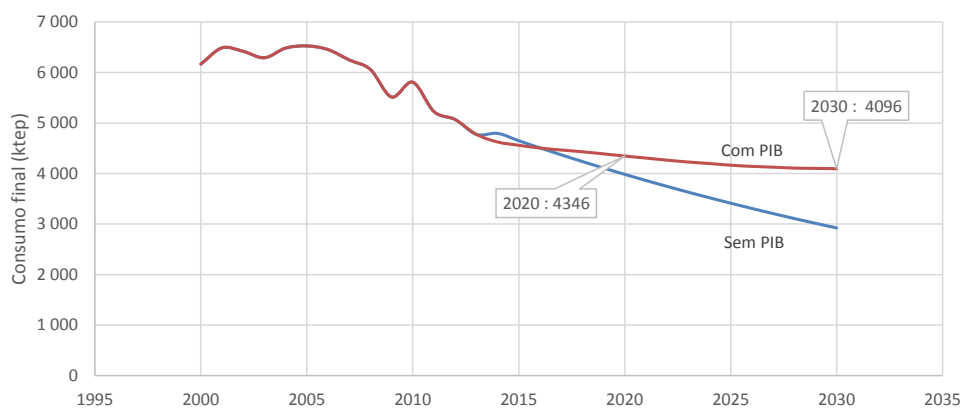


Figura 5.8: Evolução do consumo de energia final no setor "Indústria", até 2030.

uma acentuada redução de consumo, representa uma diminuição média de 3% face à *baseline*.

Até 2020, e apesar do aumento do PIB, há uma redução média anual de 0,8%, representando uma diminuição total de 5,9%. Até 2030, há uma atenuação da redução, pelo que se regista um valor de economias total de 7,8% (figura 5.9).

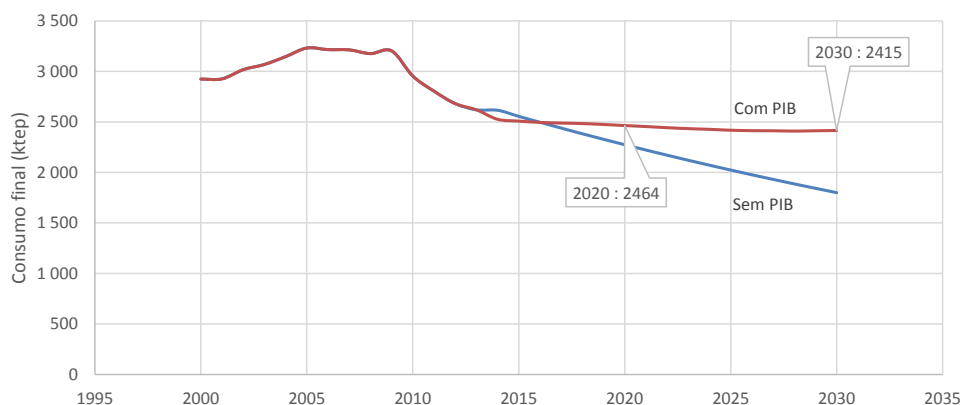


Figura 5.9: Evolução do consumo de energia final no setor "Doméstico", até 2030.

O setor dos "Serviços" é, também ele, alvo de inúmeras medidas com o intuito de diminuir o consumo de energia final (ver tabela 2.4). Em relação aos outros setores, beneficia de uma quantidade de financiamento disponível muito superior, de aproximadamente 367M€. Este valor é superior a qualquer um dos financiamentos disponíveis para os restantes setores, sendo ainda mais representativo se considerarmos que os "Serviços" perfazem apenas 12,4% do total de consumo final, apenas à frente da "Agricultura". O elevado financiamento poderá ajudar a cumprir a disposição da Diretiva, segundo a qual

"os organismos públicos a nível nacional, regional e local deverão desempenhar um papel exemplar no que respeita à eficiência energética".

Esta intenção também transparece nos objetivos do PNAEE, embora as poupanças alcançadas estejam longe das metas definidas (ver figura 2.8).

O financiamento permitirá, por ano, uma média de 5,7% de redução do consumo face à abordagem de "Continuidade", muito perto dos 6% verificados na "Agricultura". Ainda assim, com o aumento do PIB, e levando em consideração que a tendência atual do consumo final do setor é de uma diminuição residual, teremos em 2020 um valor muito semelhante ao registando em 2013. Em 2030, a trajetória de crescimento do consumo real resultará num aumento de 7,8%, a uma média anual de 0,46% (figura 5.10).

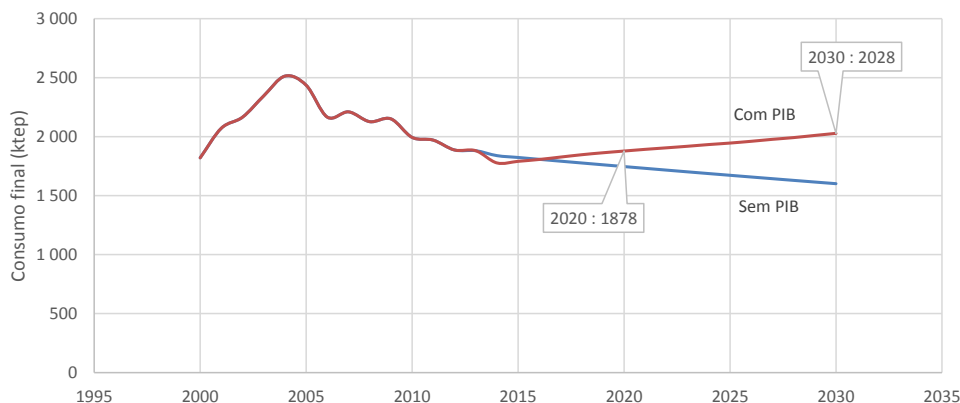


Figura 5.10: Evolução do consumo de energia final no setor "Serviços", até 2030.

A não inclusão do setor "Transportes" deve-se ao facto deste não ser alvo de medidas específicas com o objetivo de reduzir o consumo de energia, no Portugal 2020. O ênfase dado a este setor, quer no PNAEE, quer no Portugal 2020, através de diversas soluções, prende-se com a meta de integração de 10% de energia proveniente de fontes renováveis, até 2020, e com a diminuição dos gases com efeito de estufa que se pretende atingir. Além disso, os "Transportes" não entram na contabilização da poupança de energia final que é necessário atingir no âmbito do Artigo 7º da Diretiva, pois Portugal optou, de acordo com as exceções previstas, por deixar este setor de fora do objetivo [15]. Contudo, é importante prever o seu comportamento, como forma de poder estimar o consumo de energia primária e o cumprimento da meta de redução de 25%. Assim, a evolução do consumo do setor é aquela projetada com base na abordagem "Continuidade". Considera-se que não haverá impactos significativos, do ponto de vista de redução do consumo, do investimento neste setor.

A figura 5.11 permite resumir o impacto esperado do investimento previsto, no contexto nacional. Apesar de um aumento médio previsto de 1,5% até 2030, quer o consumo final quer o consumo de energia primária não acompanham esse crescimento. Este facto indica uma menor influência do PIB no consumo energético, ao contrário do que acontecia até 2005, ano que se começa a verificar uma "descolagem" do consumo em relação ao PIB.

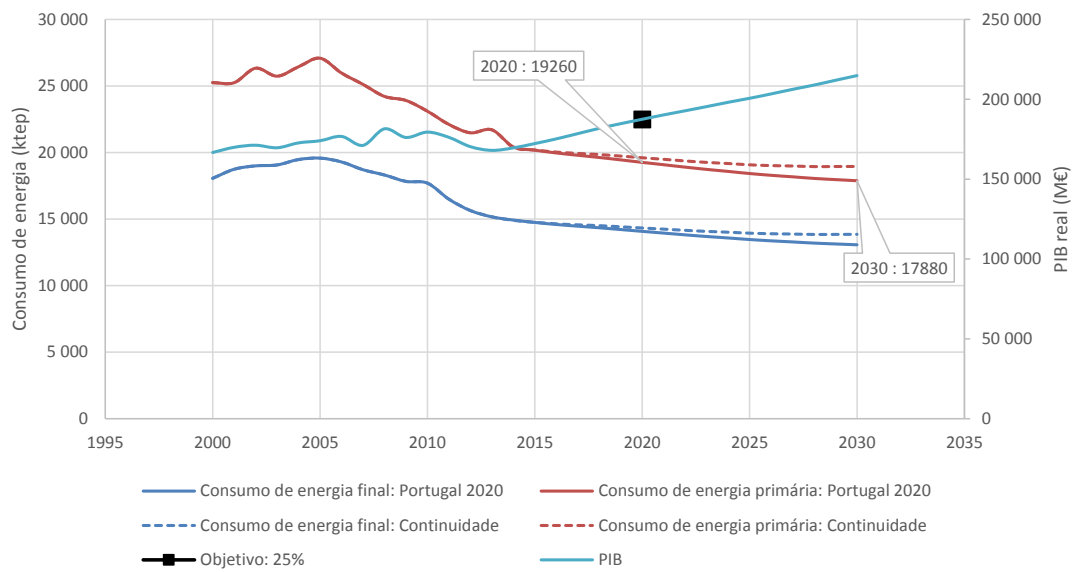


Figura 5.11: Evolução da energia primária e final, segundo as duas abordagens, até 2030.

No que diz respeito ao objetivo de 25% de redução do consumo de energia primária em 2020, não restam grandes dúvidas de que será alcançado, com uma diferença de 3.240 ktep, ou seja, menos 14,4% em relação à meta.



## Capítulo 6

# Análise de Cenários e Verificação do Plano

A abordagem "Portugal 2020" utilizada no capítulo anterior, produziu resultados com base em pressupostos que podem ser alterados, podendo assim dar origem a resultados bem diferentes. No sentido de perceber qual seria o impacto nas economias de energia da alteração de alguns pressupostos, criou-se um cenário de investimento concretizado muito inferior. Este novo cenário será chamado de "Pessimista", por contraponto àquele cujas condições conduziram aos impactos descritos na secção 5.2, do capítulo 5 - o qual de denominará "Otimista". Todos os pressupostos assumidos encontram-se na tabela 6.1. A diferença entre os dois cenários teve que ver com três condições: % do financiamento disponível aplicado em medidas geradoras de poupanças reais; reembolso previsto no âmbito de algumas medidas que fica disponível para nova utilização; quantidade de investimento privado estimulado pelo financiamento existente, dependendo das condições de acesso aos fundos (uma medida que preveja participações em 50% pode gerar investimento privado que cubra os 50% restantes).

O cenário "Otimista" procura ser na verdade bastante realista, razão pela qual prevê, por exemplo, incumprimento de 10% do Portugal 2020 (no caso particular do PO SEUR e dos POs Regionais). Além disso, só contabiliza investimentos em energia elétrica, ao considerar que 40% é aplicado noutras medidas, com impactos bem menos mensuráveis. Apesar de tudo, prevê o reembolso na totalidade dos montantes disponíveis (a maior parte das medidas é reembolsável) e algum investimento privado. O cenário "Pessimista", pelo contrário, distingue-se por não envolver investimento privado; considerar uma redução da % de financiamento geradora de poupanças e um fator de reembolso muito inferior.

Dadas estas condições, verifica-se que o montante total investido em medidas de poupança energética é menos de metade no cenário "Pessimista". Estima-se da mesma forma uma economia anual de menos 125 ktep.

Tabela 6.1: Economias de energia final anuais esperadas, por setor, e respectivos pressupostos.

Setor	Cenário	Fundos disponíveis(M€)	%de cumprimento	%Geradora de poupanças	% Investida em eletricidade	Fator de reembolso	Fator de alavancagem	Aplicado real(M€)	Fator de cumprimento	Tempo de vida (anos)	Energia poupada total (ktep)	Energia poupada (ktep/ano)
Agricultura	Otimista	69,886	90%	70%	60%	2	1,5	75,477	0,8	16	368,4	24,6
	Pessimista	69,886	90%	70%	60%	1,5	1	39,625	0,8	15	193,4	12,9
Indústria	Otimista	110	90%	80%	60%	2	1,5	142,560	0,8	15	695,8	46,4
	Pessimista	110	90%	70%	60%	1,5	1	62,370	0,8	15	304,4	20,3
Doméstico	Otimista	316	90%	85%	50%	2	1,5	362,610	0,8	20	1130,8	56,5
	Pessimista	316	90%	70%	60%	1,5	1	179,172	0,8	20	558,7	27,9
Serviços	Otimista	387,200	90%	80%	60%	2	1,5	501,811	0,8	20	2091,3	104,6
	Pessimista	387,200	90%	70%	60%	1,5	1	219,542	0,8	20	914,9	45,7
Total	Otimista	883,086	-	-	-	-	-	1.082,458	-	-	4.286	232
	Pessimista	883,086	-	-	-	-	-	500,710	-	-	1 971	107

Utilizando estes dois cenários, juntamente com a abordagem "Continuidade", podemos finalmente verificar o cumprimento das metas definidas para Portugal. No que diz respeito ao consumo de energia primária, já era expectável a verificação do objetivo, tendo em conta a trajetória da energia primária nos últimos anos. Contudo, talvez os resultados sejam mais favoráveis do que o inicialmente previsto. A figura 6.1 permite aferir da perspetiva de redução assinalável, face ao objetivo de 22.500 ktep, em todas as situações. Seguindo a tendência histórica atual, teríamos em 2020 um consumo de 20.248 ktep, cerca de 34,3% de redução relativamente ao valor projetada pelo PRIMES em 2007. Como seria de esperar, adicionando o investimento calculado à *baseline*, o consumo de energia primária é ainda menor. Nesse caso, varia entre 36% e 34% de redução nos cenários "Otimista" e "Pessimista", respetivamente. O investimento adicional resulta assim apenas mais 0,07%-1,51% de economias de energia primária, valores pouco significativos no contexto nacional.

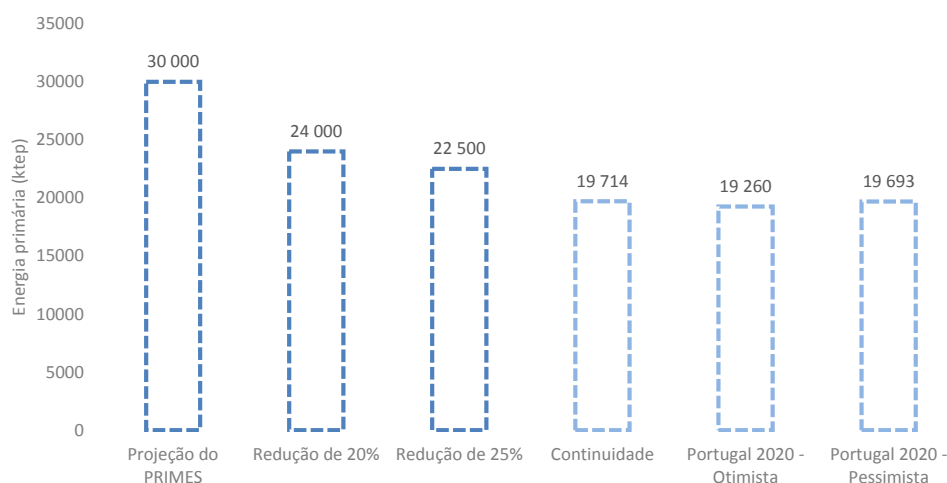


Figura 6.1: Perspetiva de cumprimento da meta de redução de 25% de energia primária, em 2020.

O objetivo referente a poupanças anuais cumulativas de 1,5% de energia final, face à *baseline* dos anos 2010-2012, não foi possível de verificar de forma satisfatória, devido à não inclusão do autoconsumo na *baseline*. Embora o esclarecimento sobre a forma de cálculo desta meta seja muito claro no anexo V do Artigo 7º da Diretiva, Portugal não foi capaz de fornecer informação credível (à Comissão Europeia) que permitisse refazer a *baseline* para propósitos de confirmação. Isto é, a *baseline* é definida da seguinte forma: (1) soma do consumo final de todos os setores (excluindo "Transportes") para cada ano entre 2010 e 2012; média da soma efetuada; (3) subtração da média dos valores de autoconsumo nos 3 anos. Não sendo possível confirmar os valores de autoconsumo em Portugal, a *baseline* não está completa. A possibilidade de subtração do autoconsumo (prevista no Artigo 7º) no cálculo da referência, deu origem ao estabelecimento de uma referência muito baixa por parte do Governo, sem que se perceba qual a fonte estatística que suporta o cálculo.

Posto isto, e como não é possível saber com exatidão o valor do autoconsumo nacional usado pelo Governo, seguiu-se uma estratégia alternativa que não contabiliza, na definição da *baseline*, o consumo da própria energia.

Segundo os dados da DGEG, a referência será de 10.579 ktep. A figura 6.2 ilustra a redução esperada de energia final, de acordo com as três alternativas.

A acumulação anual de poupanças de 1,5% totaliza 42% de redução em 2020. Assim sendo, o objetivo é de 4.662 ktep, valor muito difícil de alcançar de acordo com as estimativas previstas. Em vez dos 42% pretendidos, podemos esperar valores entre 13 e 15%, pouco mais de 1/4 do necessário. Apesar destes valores carecerem da inclusão do autoconsumo, é fácil verificar que Portugal se encontra muito longe de poder alcançar o objetivo proposto, ainda que os números finais possam variar um pouco.

Todos os problemas relacionados com o cumprimento do Artigo 7º poderiam ser evitados, se Portugal tivesse aceite a introdução de Esquemas de Obrigação Energética, em vez das medidas alternativas propostas (ver 2.1.1). Com a primeira opção, a contabilização das economias seria obrigatória por parte de todos os intervenientes, permitindo uma verificação mais eficaz dos objetivos. A

A proximidade entre os dois cenários indica que uma variação significativa do investimento realizado (para cerca de metade do valor), não tem um impacto relevante nos resultados de consumo final. A maior parte das poupanças será realizada pela continuação do aumento de eficiência que se tem verificado nos últimos anos, e não pelo investimento realizado.

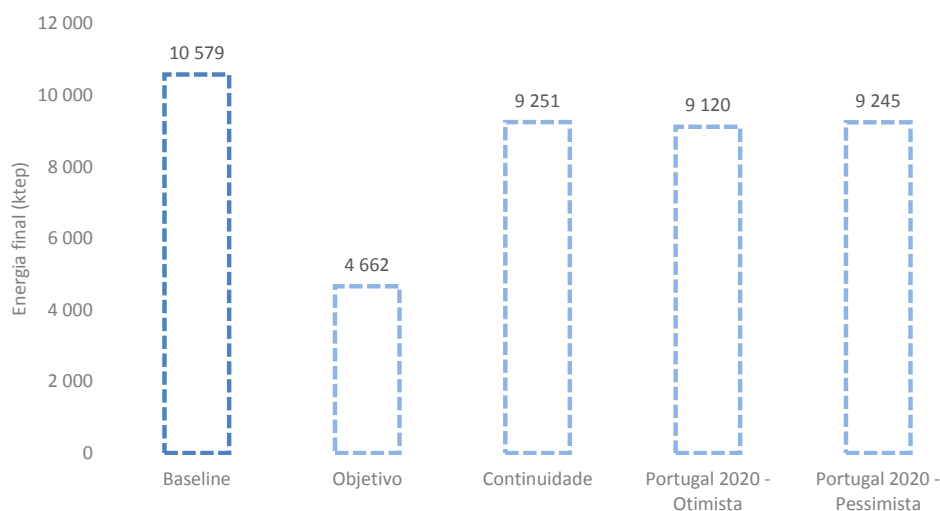


Figura 6.2: Perspetiva de cumprimento da meta de redução anual cumulativa de 1,5% de energia final, em 2020.



## Capítulo 7

# Conclusão

A realização deste trabalho pretendeu desenvolver uma metodologia de simulação capaz de projetar o consumo de energia final e primária em Portugal, até 2030, cumprindo os seguintes objetivos:

- Relacionar inequivocamente investimentos em medidas de eficiência com poupanças alcançadas, de forma a aferir o impacto do programa Portugal 2020;
- Perceber, com clareza e algum grau de confiança, se os objetivos definidos por e para Portugal - 25% de redução do consumo de energia primária, 30% de economias de energia na Administração Pública e reduções cumulativas de 1,5%/ano de energia final - seriam ou não atingidos.

Para atingir os objetivos propostos, o seguinte conjunto de ações foi implementado:

- Apuramento das metas em vigor, por influência da UE, no nosso país, assim como da forma de cálculo das mesmas, com o intuito de as verificar;
- Levantamento das medidas constantes dos vários documentos que servem de base à política de eficiência energética em Portugal - sendo os mais importantes o CCV e o PNAEE - e enquadramento das suas perspetivas reais de aplicação, à luz do PO SEUR e POs Regionais, os quais constituem a maior e mais importante fonte de apoios disponível nos próximos anos;
- Escolha de uma abordagem que permitisse obter a evolução do consumo até 2030, com nível reduzido de endogenização e de descrição de componentes não energéticos da economia, atuando ao nível do impacto de tecnologias;
- Seleção do conjunto de dados históricos relativos ao consumo de energia em Portugal, nos diversos setores e por fonte de energia, assim como do PIB;
- Criação de uma *baseline* normalizada do consumo, para cada setor, independente da evolução do PIB nacional, e projeção da sua tendência até 2030;

- Adição, sobre a *baseline*, do impacto energético dos investimentos previstos no Portugal 2020 (por setor);
- Avaliação dos resultados obtidos, comparando-os com as metas definidas.

Todo o trabalho se baseou na enorme expectativa criada pelo programa Portugal 2020, como meio de desenvolvimento do potencial de eficiência energética no país e possível causador de impacto positivo, tanto no incentivo de atividades e empresas ligadas aos serviços energéticos, como na consolidação e expansão da reputação nacional na área das sustentabilidade energética. O estabelecimento da relação entre investimento e energia poupada aparece neste contexto, como meio de ligar diretamente o Programa aos seus efeitos. Embora o programa incluía apoios a medidas que permitem a diminuição de consumo de fontes energéticas como o petróleo ou o gás, a relação foi obtida pelo PPEC 13-14, sendo por isso uma relação entre investimento e economia de energia elétrica. O pressuposto para a aceitação desta simplificação foi o seguinte: apesar de existirem economias de energia potenciais com recurso a medidas de cariz térmico, estas representam geralmente uma percentagem reduzida do total, para além de serem extremamente difíceis de contabilizar corretamente. Na maioria dos casos (certificação de habitações, introdução de janelas e isolamento eficiente, entre outros), as poupanças indicadas para estas medidas baseiam-se em estimativas pouco claras. Por outro lado, as medidas no setor elétrico são quase sempre de fácil monitorização e verificação, para além de geralmente mais baratas e aplicadas em maior escala.

Os valores de financiamento considerados foram alvo de várias considerações, por forma a incluir constrangimentos habituais neste tipo de situações, nas quais o valor indicado não é, muitas vezes, aplicado na totalidade. Diversos fatores dificultam o sucesso desejado, entre os quais a definição mais ou menos rígida das condições de acesso aos fundos e dos cadernos de encargo para serviços no âmbito do Estado, além da capacidade económica dos cidadãos e empresas. Uma parte do financiamento disponível não é aplicado em medidas geradoras de poupança, por si só, podendo ser utilizado para apoio à realização de auditorias, de contratos de gestão de eficiência, ou de ações de sensibilização. Todos estes fatores afetam o valor estimado que gera realmente poupanças energéticas.

Apesar de tudo, através da análise da evolução do consumo final e primário até 2030, é possível verificar que o conjunto de fundos disponíveis terá um impacto verificável e assinalável. Contudo, a canalização de uma boa parte do financiamento para a área dos serviços (e em especial para a Administração Pública), onde o potencial de poupança não é tão elevado, não permite a atuação sobre setores de maior potencial. No setor "Doméstico", o impacto causado pelo investimento estimado poderia ser mais significativo, com uma redução média de apenas 3% face à *baseline*, valor apenas superior ao do setor "Indústria". Contrariamente, o setor "Transportes" não é alvo de qualquer investimento com o objetivo claro de melhorar a sua eficiência energética, perdendo-se uma oportunidade de reduzir

substancialmente o consumo energético naquele que é o mais significativo dos setores consumidores, com quase 36% do consumo nacional.

Ainda assim, o objetivo de Portugal relativo à diminuição do consumo de energia primária, alterado de 20% para 25%, está bem encaminhado para a sua concretização em 2020. Nesse ano, e de acordo com as duas abordagens, o consumo de energia primária poderá variar entre 20.033ktep e 19.260ktep, ou seja, entre os 33% e os 36%, face à previsão efetuada pelo PRIMES 2007.

Uma das maiores dificuldades do trabalho foi a congruência de dados fornecidos por diversas fontes. Os documentos de referência editados pelo Governo português, particularmente o PNAEE, são frequentemente omissos relativamente a fontes ou métodos de cálculo de metas previstas. Este problema é particularmente grave para o cálculo do objetivo cumulativo de 1,5%/ano de economias de energia final, estabelecido pelo Artigo 7º da Diretiva. Esta meta exige como *baseline* o cálculo da média do consumo final de energia no país, entre 2010 e 2012. Contudo, prevê a exclusão do setor dos "Transportes" e da energia utilizada para autoconsumo. Portugal não revelou os números de autoconsumo subtraídos para definir a *baseline*, o que dificulta a verificação deste objetivo. Por outro lado, a meta de 30% de redução do consumo na Administração Pública revelou-se impossível de verificar, pela inexistência de dados relativos ao consumo no Estado, para além de não ser indicada uma referência em relação à qual se mede a redução pretendida.

Ainda assim, no caso da verificação dos objetivos do Artigo 7º, uma abordagem alternativa foi introduzida, de forma a procurar verificar a sua execução. Deixando de lado a subtração do autoconsumo no cálculo da *baseline* verificou-se, de acordo com a abordagem "Portugal 2020", uma potencial redução de apenas 13%, face aos 42% que seriam necessários para atingir o objetivo de 1,5% anual. (figura 2.17).

Do ponto de vista de um trabalho futuro, seria interessante desenvolver uma relação fidedigna entre investimento e poupança em medidas de eficiência que reduzam o consumo de fontes energéticas como os produtos petrolíferos, o gás natural ou o calor, de forma a estimar de forma mais extensiva o impacto dos apoios existentes.



**Anexo A**

# **Indicadores do PPEC**

Tabela A.1: Resumo dos indicadores do PPEC 11-12, incluindo valores da relação consumo evitado/investimento realizado, para diferentes setores.

Setor	Custos						Consumo				Custos PPEC/Consumo evitado (€/kWh)	Custos / Consumo evitado (€/kWh)	Consumo evitado/custo total (ktep/M€)
	PPEC	Promotor	Participante	Outros	Total	% PPEC	Total (MWh) 2012	Evitado 2015 (MWh/ano)	% Evitado	Evitado total (MWh)			
Indústria	6.041.271	360.870	3.555.475	0	9.957.616	61%	18.131.727	54.200	0,3%	824.388	0,0073	0,0121	6,95433445
Serviços	6.162.363	860.486	2.985.490	36.875	10.045.214	61%	14.320.969	104.858	0,7%	908.482	0,0068	0,0111	7,59690018
Doméstico	5.795.994	1.657.301	2.444.100	195.000	10.092.395	57%	13.692.960	43.646	0,3%	510.969	0,0113	0,0198	4,25284543
Total	17.999.628	2.878.657	8.985.065	231.875	30.095.225	60%	46.145.656	202.704	0,4%	2.243.839	0,0085	0,0143	6,26286981

Tabela A.2: Resumo dos indicadores do PPEC 09-10, incluindo valores da relação consumo evitado/investimento realizado, para diferentes setores.

Setor	Custos						Consumo				Custos PPEC/Consumo evitado (€/kWh)	Custos / Consumo evitado (€/kWh)	Consumo evitado/custo total (ktep/M€)
	PPEC	Promotor	Participante	Outros	Total	% PPEC	Total (MWh) 2012	Evitado (MWh/ano) 2015	% Evitado	Evitado total (MWh)			
Indústria	4.858.388	3.500	1.417.993	0	6.279 881	77%	19.159.41	122.991	0,6%	1.633.487	0,0030	0,0038	21,84960320
Serviços	6.251.584	800.376	2.380.482	0	9.432.442	66%	14.623.980	154.292	1,1%	755.055	0,0083	0,0125	6,72409329
Doméstico	5.121.407	1.728.748	1.398.548	0	8.248.703	62%	13.798.677	86.312	0,6%	615.268	0,0083	0,0134	6,26553193
Total	16.231.379	2.532.624	5.197.023	0	23.961.026	68%	47.582.068	363.595	0,8%	3.003.810	0,0065	0,0099	10,53043555





## Anexo B

# Variação do Consumo por Década

Tabela B.1: Projeção do consumo de energia em 2020 e 2030, nos vários setores, e variação anual do consumo por década (Cenário Otimista).

ktep	2000	2010	2020		2030		'00-'10	'10-'20		'20-'30	
			CONT.	P2020	CONT.	P2020		CONT.	PT2020	CONT.	PT2020
<b>Consumo de energia final</b>	18.061	17.699	14.408	14.076	14.022	13.068	0,2%	1,9%	2,0%	0,3%	0,7%
Indústria	6.166	5.808	4.392	4.346	4.142	4.096	0,6%	2,4%	2,5%	0,6%	0,6%
Transportes	6.674	6.488	5.157	5.157	4.992	4.992	0,3%	2,1%	2,1%	0,3%	0,3%
Doméstico	2.924	2.954	2.419	2.464	2.281	2.415	-0,1%	1,8%	1,7%	0,6%	0,2%
Serviços	1.820	1.994	1.851	1.878	1.706	2.028	-1,0%	0,7%	-0,6%	0,8%	-0,8%
Agricultura	477	455	457	432	473	449	0,5%	0,0%	0,5%	-0,4%	-0,4%
<b>Consumo de energia primária</b>	25.254	23.102	19.714	19.260	19.186	17.880	0,9%	1,5%	1,7%	0,3%	0,7%

Tabela B.2: Projeção do consumo de energia em 2020 e 2030, nos vários setores, e variação anual do consumo por década (Cenário Pessimista).

ktep	2000	2010	2020		2030		'00-'10	'10-'20		'20-'30	
			CONT.	P2020	CONT.	P2020		CONT.	PT2020	CONT.	PT2020
<b>Consumo de energia final</b>	18.061	17.699	14.408	14.393	14.022	14.093	0,2%	1,9%	1,9%	0,3%	0,2%
Indústria	6.166	5.808	4.392	4.372	4.142	4.122	0,6%	2,4%	2,5%	0,6%	0,6%
Transportes	6.674	6.488	5.157	5.157	4.992	4.992	0,3%	2,1%	2,1%	0,3%	0,3%
Doméstico	2.924	2.954	2.419	2.493	2.481	2.443	-0,1%	1,8%	1,6%	0,6%	0,2%
Serviços	1.820	1.994	1.851	1.937	1.706	2.087	-1,0%	0,7%	0,3%	0,8%	-0,8%
Agricultura	477	455	457	444	473	461	0,5%	0,0%	0,2%	-0,4%	-0,4%
<b>Consumo de energia primária</b>	25.254	23.102	19.714	19.707	19.186	19.300	0,9%	1,5%	1,5%	0,3%	0,2%



# Referências

- [1] Vaclav Smil. World history and energy. *Encyclopaedia of Energy*, 6, 2004.
- [2] Enerdata. Global Energy Statistical Yearbook 2014. <https://yearbook.enerdata.net/>. [Visitado em: 27.06.15].
- [3] Comissão Europeia. Plano de Eficiência Energética de 2011, 2011.
- [4] R. Prasad et. al. Multi-faceted energy planning: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38:686–699, 2014.
- [5] Parlamento Europeu e do Conselho. Diretiva 2012/27/UE de 25 de outubro de 2012, 2012.
- [6] The Coalition for Energy Savings. EU Energy Efficiency Directive (2012/27/EU) Guidebook for Strong Implementation. Relatório técnico, Bruxelas, 2013.
- [7] Gergana Miladinova. New EU energy efficiency policies & How to measure the progress? Paris, 2013.
- [8] Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia. Decreto-Lei n.º 68-A/2015, 2015.
- [9] The Coalition for Energy Savings. Implementing the EU Energy Efficiency Directive : Analysis of Article 7 Member States reports, 2014.
- [10] Comissão Europeia. Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy, 2014.
- [11] The Coalition for Energy Savings. Implementing the EU Energy Efficiency Directive : Latest analysis of Member State plans for end-use energy savings targets (Article 7), 2015.
- [12] Presidência do Conselho de Ministros. Resolução do Conselho de Ministros n.º20/2013, 2013.
- [13] P. Cabral. O PNAEE 2016 e PNAER 2013-2020 : Estratégias para a Eficiência Energética e Energias Renováveis, 2013.
- [14] Comissão para a reforma da fiscalidade verde. Projeto de Reforma da Fiscalidade Verde. Relatório técnico, 2014.
- [15] J. Rosenow et. al. Study evaluating the national policy measures and methodologies to implement Article 7 of the Energy Efficiency Directive. Relatório técnico 2, Ricardo-AEA, 2015.

- [16] Governo de Portugal. Portugal 2020. <https://www.portugal2020.pt/Portal2020/o-que-e-o-portugal2020>. [Visitado em: 2015-03-14].
- [17] Governo de Portugal. PO SEUR. <https://poseur.portugal2020.pt/pt/eixos-de-investimento/eixo-i/>. [Visitado em: 2015-04-26].
- [18] Governo de Portugal. Programa Operacional da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, 2014.
- [19] Governo de Portugal. Apresentação do PO SEUR. Em *Apresentação do Portugal 2020*, Santa Maria da Feira, 2015.
- [20] Governo de Portugal. Acordo de Parceria 2014-2020. Relatório técnico, 2014.
- [21] Emídio Gomes. A Região Norte no Portugal 2020, 2015.
- [22] Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia. Compromisso para o Crescimento Verde, 2014.
- [23] Centro de Estudos em Sustentabilidade. Radar Rio +20. <http://www.radarrio20.org.br/index.php?r=conteudo/view&id=12&idmenu=20>. [Visitado em: 2015-03-02].
- [24] Comissão Europeia. Article 7: Energy efficiency obligation schemes. 2013.
- [25] N. van Beeck. Classification of Energy Models. 1999.
- [26] J-C Hourcade. Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change. chapter 8. Cambridge University Press.
- [27] G. Souza. *A multi-objective decision support methodology for developing national energy efficiency plans*. Tese de doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011.
- [28] M. Kleinpeter. *Energy Planning and Policy*. Chichester, 1995.
- [29] M. Grubb. The Costs of Limiting Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions. *Annual Review of Energy and the Environment*, 2003.
- [30] D Connolly et. al. A review of computer tools for analysing the integration of renewable energy into various energy systems. *Applied Energy*, 87(4):1059–1082, 2010. doi:10.1016/j.apenergy.2009.09.026.
- [31] Department of Development and Planning: Aalborg University. EnergyPLAN. <http://www.energyplan.eu/national-energy-system-tools/>. [Visitado em: 02.04.15].
- [32] DGEG. Balanços Energéticos. <http://www.dgeg.pt/>. [Visitado em: 2015-03-26].
- [33] Instituto Nacional de Estatística. Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010, 2011.
- [34] Adene. Soluções para melhorar os sistemas accionados por motores eléctricos, 2013.
- [35] United States Department of Agriculture. Real Projected GDP. <http://search.ers.usda.gov/search?affiliate=ers&query=GDP>. [Visitado em: 28.04.15].

- [36] Federação Nacional de Regantes de Portugal. Contributo Compromisso para o Crescimento Verde, 2014.
- [37] Governo de Portugal. Programa de Desenvolvimento Rural do Continente para 2014-2020, 2014.
- [38] ERSE. Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica. Relatório técnico, 2014.