

# Estratégia energética alternativa

Avaliação ambiental  
e económica



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



Rede  
Douro  
Vivo



# **Estratégia energética alternativa: avaliação ambiental e económica**

Dezembro 2020

## Ficha técnica

**Título:** Estratégia energética alternativa

**Subtítulo:** Avaliação ambiental e económica

**Data:** Dezembro 2020

**Autores:** João Joanaz de Melo (coordenador), Maria João Flôxo Sousa, Alfredo Marvão Pereira, António Galvão, Eduardo Zúquete

**ISBN:** 978-972-8893-86-6

**Capa:** imagens por João Joanaz de Melo e Jukka Niittymaa (Pixabay)

É permitida a livre divulgação e distribuição deste trabalho para fins não-comerciais, em versão integral. Referências ao relatório devem ser adequadamente citadas. A utilização de partes do conteúdo (por exemplo, gráficos) carece de autorização prévia dos autores.

**Citação recomendada:** Melo, J.J.; Sousa, M.J.F.; Pereira, A.M.; Galvão, A.; Zúquete, E. (2020). *Estratégia energética alternativa: avaliação ambiental e económica*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa, Dezembro 2020. 79 pp. ISBN 978-972-8893-86-6

Estudo desenvolvido na FCT-NOVA no âmbito da Rede Douro Vivo, com financiamento GEOTA / MAVA - Fondation pour la Nature



Rede  
Douro  
Vivo



Contactos para efeito do projecto:

A/c. Prof. João Joanaz de Melo

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

2829-516 Caparica, Portugal

Telef. 212948397 (secretaria DCEA) Email: [jjm@fct.unl.pt](mailto:jjm@fct.unl.pt)

# Índice

Resumo Executivo.....	v
Executive Summary.....	ix
Agradecimentos.....	xiii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objectivos e âmbito.....	1
1.3 Princípios fundamentais.....	1
1.4 Metodologia.....	2
1.5 Metas adoptadas.....	2
2 Caracterização do <i>nexus</i> energia-clima em Portugal.....	3
2.1 Evolução do consumo e intensidade energética.....	3
2.2 Transportes.....	6
2.3 Pobreza energética.....	12
2.4 Emissões de GEE.....	13
3 Lições da avaliação das políticas de energia e clima.....	15
3.1 Políticas passadas.....	15
3.2 Breve apreciação do PNEC 2030.....	16
3.3 Breve apreciação do PNI 2030.....	17
3.3.1 Apreciação geral.....	17
3.3.2 Apreciação dos sectores 'Energia' e 'Transportes e mobilidade'.....	18
3.4 Prioridades para uma nova política.....	19
4 Uma nova estratégia energética.....	21
4.1 Eficiência, eficiência, eficiência.....	21
4.2 Energia renovável descentralizada.....	22
4.3 Mobilidade mais sustentável.....	23
4.4 Combate à pobreza energética.....	24
4.5 <i>Nexus</i> energia-clima-água-biodiversidade.....	25
4.6 Ferramentas essenciais.....	26
5 Avaliação macroeconómica.....	27
5.1 Enquadramento.....	27
5.2 Reforma da tributação de energia: análise de cenários.....	28
5.2.1 Cenário CF1: sem reciclagem de receitas.....	28

5.2.2	Cenário CF2: com reciclagem de receitas .....	29
5.2.3	Cenário CF3: efeitos de metas de eficiência energética mais ambiciosas .....	31
5.3	Conclusão e implicações de política .....	31
6	Avaliação ambiental .....	33
6.1	Relevância e critérios gerais .....	33
6.2	Indicadores ambientais .....	33
6.3	Medidas e poupanças energéticas estimadas .....	34
6.3.1	Transversal: todos os sectores .....	34
6.3.2	Edifícios .....	35
6.3.3	Indústria e Serviços .....	35
6.3.4	Mobilidade .....	36
6.3.5	Sistema eléctrico nacional .....	37
6.4	Implicações ambientais das medidas .....	37
7	Síntese de propostas e indicadores de desempenho .....	39
7.1	Medidas prioritárias e indicadores de desempenho .....	39
7.2	Medidas complementares .....	41
8	Conclusão .....	42
	Referências .....	43
	Anexo A – Fichas das medidas .....	48
	Anexo B – Modelo de equilíbrio geral da economia portuguesa .....	62
	Anexo C – Critérios de cálculo dos indicadores EcoBlok .....	64

## Resumo Executivo

### Enquadramento

A actividade humana está a ultrapassar os limites planetários em questões fundamentais como os recursos vivos, o clima, a água, o solo e a extracção de matérias-primas. Estamos a degradar recursos dos quais depende a nossa vida: precisamos de mudar o actual paradigma de crescimento sem limites. Portugal já assumiu um conjunto de compromissos internacionais, incluindo o Acordo de Paris sobre as alterações climáticas e o Pacto Ecológico Europeu. O presente estudo foi realizado no âmbito da Rede Douro Vivo, uma parceria de Universidades e ONG que tem como objectivo desenvolver ferramentas para a gestão sustentável de ecossistemas, incluindo a redução de conflitos com a geração de energia.

### Objectivos, princípios e prioridades

O objectivo do presente estudo é desenvolver medidas de política que garantam a transição energética para um modelo mais sustentável.

O trabalho assenta nos seguintes princípios: (i) **conversão ecológica** (é preciso mudar mentalidades e estilo de vida); e (ii) **responsabilidade é de todos e cada um** (fazemos todos parte do problema e da solução).

Foram seleccionadas as seguintes prioridades, que são estratégicas para a mudança de paradigma do sistema energético e têm sido subvalorizadas nas políticas públicas: (i) **eficiência energética**, (ii) **transição renovável descentralizada**, (iii) **mobilidade mais sustentável** e (iv) **combate à pobreza energética**, (v) garantir a devida atenção ao **nexus energia-clima-água-biodiversidade**.

### Metodologia

A fase anterior desta linha de investigação incluiu: definição de princípios; tendências do sistema energético português; quantificação do potencial de eficiência energética; avaliação das políticas de energia e clima; revisão das melhores práticas internacionais; avaliação de distorções do mercado energético nacional; proposta de um conjunto de medidas que permita alcançar as metas definidas.

A investigação reportada no presente relatório compreende: caracterização do *nexus* energia-clima em Portugal; lições da avaliação das políticas de energia e clima; orientações para uma nova estratégia energética; avaliação macroeconómica e ambiental das medidas estudadas; síntese de propostas e indicadores de desempenho.

### Nexus energia-clima

- Políticas energéticas são tradicionalmente focadas na oferta de energia;
- Energias renováveis têm progredido, especialmente a fileira eólica e recentemente solar;
- Intensidade energética acima da média europeia, vindo a melhorar muito lentamente;
- Consumo de energia tende a decrescer, principalmente graças à renovação tecnológica;
- Emissões de GEE tendem a decrescer, mas nos anos recentes essa tendência abrandou;
- O potencial de poupança de energia, em todos os sectores, ascende a 25-30% dos consumos;
- Este potencial não tem sido posto em prática por falta de políticas adequadas;
- Carro individual domina o transporte de passageiros e a rodovia o transporte de mercadorias.

### Lições da avaliação de políticas

- A dependência energética do País mantém-se nos 75%;
- O mercado energético nacional apresenta distorções de 3900 M€/ano, grande parte perversas;
- Tem havido falta de ambição e de eficácia nos apoios à eficiência energética, em todos os sectores;
- Tem havido escasso progresso na produção descentralizada e redes inteligentes;
- O sector dos transportes tem maus indicadores, com políticas contrárias aos objectivos declarados;
- Subsiste falta de atenção aos conflitos entre as políticas energéticas, água e biodiversidade;
- 1/5 da população portuguesa sofre de pobreza energética;
- Subsiste elevada complexidade, opacidade, e défice de avaliação das políticas de energia e clima.

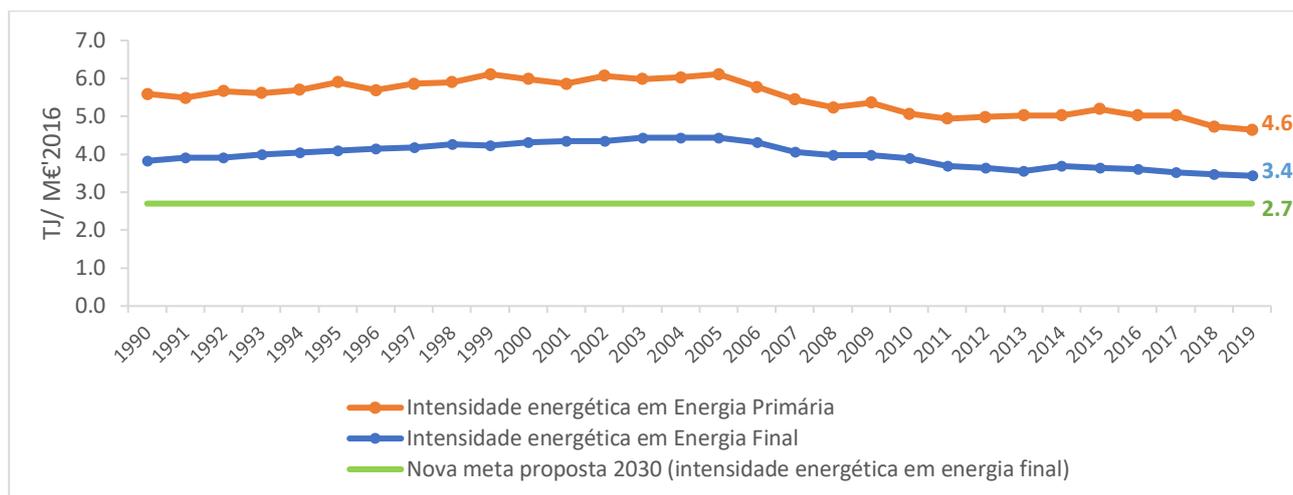


Figura 1 – Evolução da intensidade energética da economia portuguesa

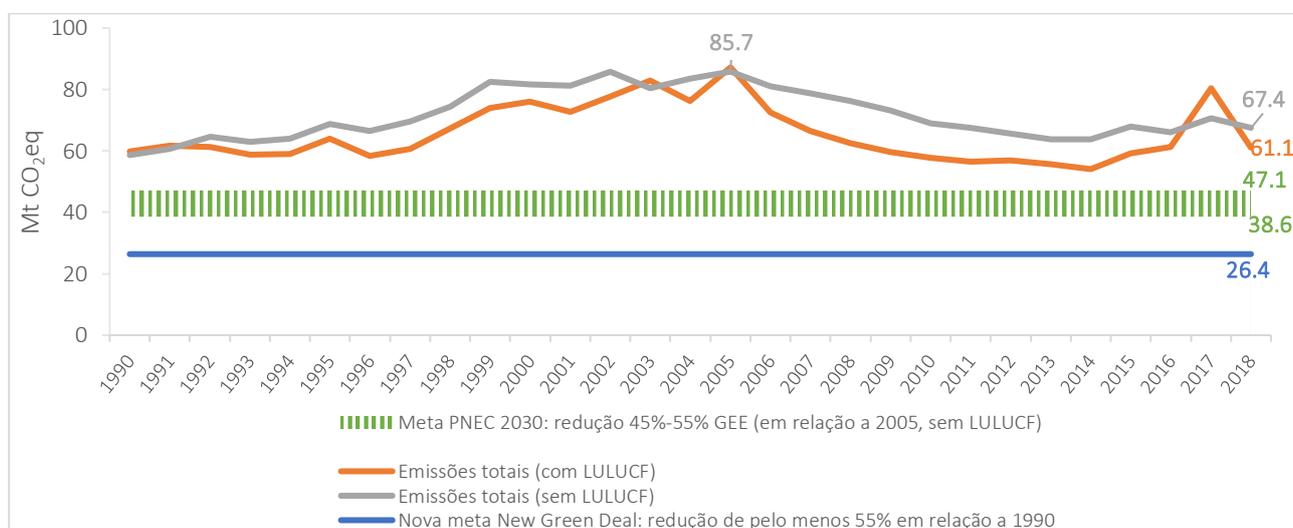


Figura 2 – Evolução das emissões de GEE em Portugal

## Uma nova estratégia energética

- **Eficiência energética.** Com medidas de incentivo adequadas, é possível gastarmos menos 23% da energia, em todos os sectores, de forma economicamente viável e com ganho de conforto;
- **Energia renovável descentralizada.** Está em causa não apenas alterar a tecnologia, mas também o paradigma de organização do sistema energético: no futuro cada um de nós será um produtor-consumidor, um dos nós de uma rede energética inteligente;
- **Mobilidade mais sustentável.** A mobilidade é uma componente essencial da nossa vida e dos impactes do sector energético. Ainda que seja necessário investimento significativo, os problemas principais deste sector não são de infraestruturas, mas sim de mentalidade e organização;
- **Combate à pobreza energética.** É urgente enfrentar este problema, dado o elevado número de famílias afectadas, para o que é necessário recorrer a um leque de ferramentas;
- **Nexus energia-clima-água-biodiversidade.** Este *nexus* é crucial tanto para concretizar a descarbonização como, de forma mais geral, para o caminho de sustentabilidade;
- **Ferramentas apropriadas.** Tanto na filosofia como no desenho de medidas específicas, é essencial recorrer às ferramentas adequadas: conhecimento, incentivos económicos, regulamentação.

## Avaliação macroeconómica e ambiental

Foi desenvolvida uma análise macroeconómica da abordagem proposta, com recurso a um modelo de equilíbrio geral dinâmico da economia portuguesa. Cada medida foi avaliada considerando as suas implicações energéticas, orçamentais e ambientais.

## Síntese de medidas e indicadores de desempenho

De acordo com a doutrina proposta, foram identificadas 16 medidas prioritárias para a transição energética, numa lógica integrada de reforma fiscal ambiental, conjugada com outros instrumentos adequados a cada sector: Medidas Transversais, Edifícios, Indústria e Serviços, Mobilidade, e Sistema Eléctrico.

**Tabela 1 – Síntese de medidas prioritárias: eficiência energética e geração descentralizada**

Sector	Medida eficiência e ger.descentr.	Grupo alvo	Tipo de medida	Critérios-chave
<b>Transversal: todos os sectores</b>	<b>T.</b> Criar uma taxa de carbono que reflecta os custos ambientais da poluição, substituindo o ISP, com neutralidade fiscal	Todas as actividades	Ecotaxa/ eliminação de incentivos perversos	Incentivar a alteração de comportamentos. Início 2021 com 120 €/t CO <sub>2</sub> crescendo até 2030 com 190 €/t CO <sub>2</sub>
<b>Edifícios</b>	<b>Ed1.</b> Melhoria do comportamento térmico das habitações: janelas eficientes, isolamento de coberturas e paredes	Proprietários, senhorios e inquilinos	Benefício fiscal em sede de IRS	Dedução à colecta de 30% do montante aplicado (não aplicável a AVAC)
	<b>Ed2.</b> Melhoria do comportamento térmico das habitações: janelas eficientes, isolamento de coberturas e paredes	Famílias de baixos rendimentos	Contratos programa, subsídios, apoio técnico	Apoio público em função das necessidades, em média 70%; parcerias entre o Estado e actores locais
	<b>Ed3.</b> Painéis solares térmicos AQS	Proprietários	Benefício em IRS	Dedução à colecta de 30%
	<b>Ed4.</b> Melhoria do comportamento térmico dos edifícios: janelas eficientes, isolamento de coberturas e paredes.	Empresas e instituições	Benefício fiscal em sede de IRC ou subsídio	Dedução à colecta de 30% do montante aplicado.
<b>Indústria e serviços</b>	<b>IS1.</b> Incentivos organizacionais à eficiência: auditorias energéticas e gestor de energia	PME	Benefício fiscal em sede de IRC	Dedução à colecta de 50% do montante aplicado
	<b>IS2.</b> Incentivos para equipamentos de alta eficiência energética: a. Tecnologias seleccionadas b. Medidas com PRI entre 3 e 7 anos, identificadas em auditoria c. Serviços energéticos (ESCO); d. Transporte para colaboradores.	Indústria e serviços em geral	Benefício fiscal em sede de IRC	Dedução à colecta de 30% do montante aplicado com possibilidade de crédito de imposto
<b>Mobilidade</b>	<b>M1.</b> Subsidação do passe para escolaridade obrigatória	Estudantes 7 <sup>o</sup> -12 <sup>o</sup> ano	Subsídio	Subsídio a 100%, beneficiando indirectamente os operadores
	<b>M2.</b> Subsidação do passe para estudantes universitários	Estudantes universitários	Subsídio	Subsídio a 50%, beneficiando indirectamente os operadores
	<b>M3.</b> Benefícios fiscais para títulos dos transportes colectivos	Utentes do TC	Benefício em sede de IRS	Dedução à colecta de 30%, beneficiando indirectamente os operadores
	<b>M4.</b> Apoio à actividade operacional do TC nas AM	Operadores de TC	Subsídio à operação	Apoiar custos operacionais com base no serviço prestado (pkm)
	<b>M5.</b> Eliminar incentivos fiscais à aquisição de automóveis	Veículos automóveis	Eliminação de incent.perversos	É contraproducente subsidiar transporte individual
<b>Sistema eléctrico</b>	<b>SE1.</b> Incentivo à aquisição de painéis fotovoltaicos (famílias)	Famílias	Benefício em sede de IRS	Dedução à colecta de 20% do montante aplicado com possibilidade de crédito de imposto
	<b>SE2.</b> Incentivo à aquisição de painéis fotovoltaicos (PME)	PME e instituições	Benefício em sede de IRC	Benefício não contratual, desnecessário e iníquo
	<b>SE3.</b> Revogar os subsídios à construção de barragens	Operadores de barragens	Eliminação de incent.perversos	Sem fundamentação: parecer negativo da ERSE
	<b>SE4.</b> Revogar o pagamento de rendas dos terrenos das centrais.	Operadores de centrais	Eliminação de incent.perversos	

Tabela 2 – Indicadores de desempenho das medidas propostas

Sector	Medidas de eficiência energética e geração descentralizada	Poupança e geração descentralizada 2030 (PJ/ano)		Benefício líquido contribuintes média 2021-2030 (M€/ano)		Contributo público (%)	Redução de emissões GEE em 2030 (Mt CO <sub>2</sub> eq/ano)	
				(M€/ano)	(M€/ano)			
<b>Todos os sectores</b>	T. Taxa carbono e substituição ISP	30,0	30,0	-1100	-1100	-	3,64	3,64
<b>Edifícios</b>	Ed1. Habitações requalificação geral	4,3	18,4	188	620	17%	0,52	1,98
	Ed2. Habitações famílias baixo rend.	2,1		323		57%	0,25	
	Ed3. Habitações AQS	5,0		48		17%	0,36	
	Ed4. Empresas & instituições	7,0		61		28%	0,85	
<b>Indústria e serviços</b>	IS1. PME Auditorias	11,3	33,3	31	87	21%	1,37	3,98
	IS2. Medidas com PRI de 3 a 7 anos	22,0		56		28%	2,61	
<b>Mobilidade</b>	M1. Passes estudantes 7 <sup>o</sup> -12 <sup>o</sup> ano	55,0	55,0	165	284	100%	6,75	6,75
	M2. Passes estudantes E. Superior			18		50%		
	M3. Dedução 30% passes em IRS			52		24%		
	M4. Apoio operacional serviço TP			100		100%		
	M5. Revogar incentivos automóveis			-		-52		
<b>Sistema eléctrico</b>	SE1. Prosumers - PV residencial	8,6	18,6	22	109	7%	1,04	2,25
	SE2. Prosumers - PV comercial PME	10,0		36		16%	1,21	
	SE3. Revogar subsídios a barragens	-		35		100%		
	SE4. Revogar rendas de terrenos	-		16		100%		
<b>Total</b>		<b>155,3</b>		<b>0</b>		31%	<b>18,60</b>	

Tabela 3 — Efeitos macroeconómicos no horizonte 2030, resultantes da aplicação da taxa de carbono e medidas de eficiência energética com melhorias de 2% ao ano, em relação a cenário BAU

Mercado energético (% variação face a cenário <i>business-as-usual</i> )	Preço da energia	+3,63
	Preço da electricidade	+3,57
	Procura de energia	-4,37
	Procura de electricidade	-1,55
Desempenho macroeconómico e efeitos sobre o bem-estar (% variação face a cenário <i>business-as-usual</i> )	PIB	+2,41
	Emprego	+1,40
	Dívida externa	-5,85
	Dívida pública	-1,48
	Efeitos sobre o bem-estar das famílias	+1.80

## Conclusão

Este trabalho partiu do princípio que o esforço de acção climática e transição energética deve ser assumido por todos os sectores da economia e sociedade, num quadro de procura de um modelo mais sustentável.

Naturalmente, esta análise não esgota o universo das medidas de acção climática. Apenas foi examinado em detalhe o sector energético, referindo-se outros por uma questão de abordagem sistémica e coerência metodológica. Ficaram de fora deste exercício matérias que já estão a ser desenvolvidas no âmbito das políticas públicas ou grandes investimentos públicos em discussão (fotovoltaico centralizado, rede ferroviária e outras infraestruturas de transportes).

A análise desenvolvida indica que, com uma abordagem de reforma fiscal ambiental com neutralidade fiscal, é possível atingir uma parte importante dos objectivos pretendidos em matéria de acção climática no sector energético, com um saldo orçamental próximo de zero, e indicadores macroeconómicos positivos.

## Executive Summary

### Background

Human activity is exceeding planetary limits on fundamental issues such as living resources, climate, water, soil and raw material extraction. We are degrading resources on which our lives depend: we need to change the current paradigm of boundless growth. Portugal has already committed to several international agreements, including the Paris Agreement on Climate Change and the European Green Deal. This study was carried out within the Douro Vivo Network, a partnership between Universities and NGOs that aims to develop tools for the sustainable management of ecosystems, including the reduction of conflicts with energy generation.

### Goals, principles, and priorities

The goal of this study is to develop policy measures to ensure the energy transition to a more sustainable model.

The work is based on the following principles: (i) **Ecological conversion** of mindsets and lifestyles; (ii) **Each and every one of us is responsible** (we are all part of the problem and the solution). The following priorities were adopted: (i) **energy efficiency**, (ii) **decentralized renewable transition**, (iii) **more sustainable mobility**, (iv) **fighting energy poverty**, (v) ensure due attention to the **nexus energy-climate-water-biodiversity**.

### Methodology

The previous stage of this study included: definition of principles; trends in the Portuguese energy system; quantification of the energy savings potential; evaluation of energy and climate policies; review of best international practices; assessment of distortions in the national energy market; proposal of a set of measures to achieve the defined goals.

The research reported in this report comprises: characterization of the energy-climate nexus in Portugal; lessons from the evaluation of energy and climate policies; guidelines for a new energy strategy; macroeconomic and environmental assessment of the studied measures; summary of proposals and performance indicators.

### Energy-climate nexus

- Energy policies traditionally focused on energy supply;
- Renewable energies have shown progress, especially wind and more recently solar power;
- Energy intensity above the European average, improving very slowly;
- Energy consumption tends to decrease, mainly due to technological renewal;
- GHG emissions tend to decrease, but in recent years this trend has slowed down;
- Energy savings potential in all sectors amounts to 25-30% of consumption;
- This potential has not been achieved due to the lack of adequate policies;
- Private car dominates passenger transport, and road dominates freight transport;

### Lessons from policy evaluation

- Portugal energy dependence remains around 75%;
- The national energy market presents distortions of 3900 M€/year, mostly perverse subsidies;
- There has been a lack of ambition and effectiveness in supporting energy efficiency in all sectors;
- There has been little progress in decentralized production and smart grids;
- Poor performance indicators in the transport sector, with policies contrary to declared objectives;
- Not enough attention is paid to conflicts between energy, water and biodiversity policies;
- 1/5 of the Portuguese population suffers from energy poverty;
- Energy and climate policies are still overly complex, often opaque, and lack proper evaluation.

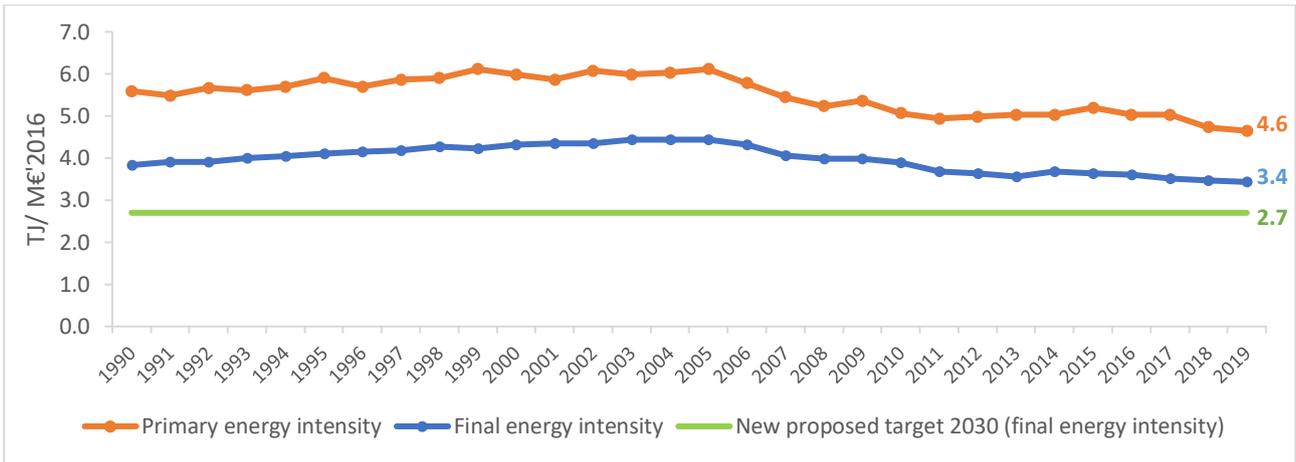


Figure 1 – Evolution of energy intensity of the Portuguese economy

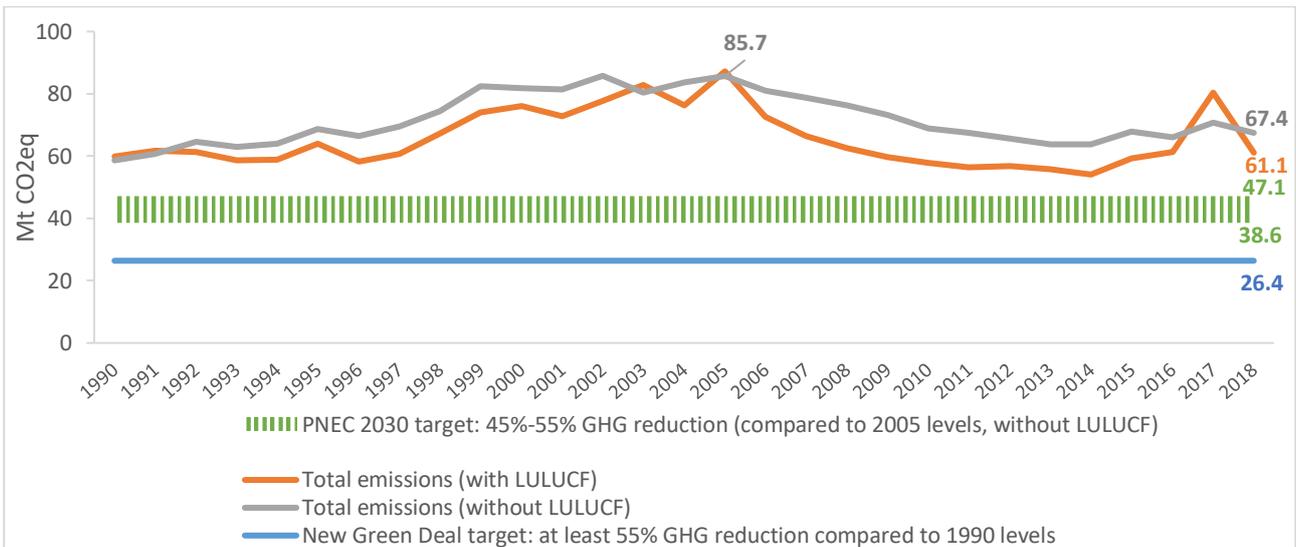


Figure 2 – Evolution of GHG emissions in Portugal

### A new energy strategy

- **Energy efficiency.** With appropriate incentive measures, it is possible to spend 23% less energy in all sectors, in an economically viable way and with comfort gains;
- **Decentralized renewable energy.** It is not only about changing technology, but also the energy system paradigm: in the future we will all be producers-consumers, a node in an intelligent energy network;
- **Sustainable mobility.** Mobility is essential in our lives and highly influences the impacts of the energy sector. Although significant investment is required, the main problems in this sector are not infrastructure, but mentality and organization;
- **Fighting energy poverty.** This problem requires urgent action, given the large number of affected families, and needs a wide range of tools;
- **Energy-climate-water-biodiversity nexus.** This nexus is crucial to achieve decarbonization and the path to sustainability in general;
- **Appropriate tools.** Both in philosophy and in the design of specific measures, it is essential to use the appropriate tools: knowledge, economic incentives, regulation.

### Macroeconomic and environmental evaluation

A macroeconomic analysis of the proposed approach was developed, using a dynamic general equilibrium model of the Portuguese economy. Each measure was evaluated considering its energy, budget and environmental implications.

## Summary of measures and performance indicators

According to the proposed doctrine, 16 priority measures for energy transition were identified, in an integrated logic of environmental tax reform, combined with other sector-appropriate instruments: Cross-sectoral measures, Buildings, Industry and service, Mobility and Electrical system.

**Table 1 – Summary of priority measures: energy efficiency and decentralized production**

Sector	Effic. measure & decent. prod.	Target group	Measure type	Key criteria
All sectors	T. Creation of a carbon tax that reflects the environmental costs of pollution, replacing ISP, with strict tax neutrality	All activities	Ecotax/ removal of perverse incentives	Promote behaviour change. Start at 120 €/t CO <sub>2</sub> in 2021, progressively increasing up to 190 €/t CO <sub>2</sub> by 2030
Buildings	Ed1. Improving thermal performance of houses: efficient windows, walls and roof insulation	Homeowners, landlords and tenants	Income tax benefit	Deduction of 30% of the costs (not applicable to HVAC)
	Ed2. Improving thermal performance of houses: efficient windows, walls and roof insulation	Low-income families	Subsidies, technical support	Public support according to needs, on average 70%; partnerships between the State and local actors
	Ed3. Solar water heating	Homeowners	IRS benefit	Deduction of 30% of the costs
	Ed4. Improving thermal performance of houses: efficient windows, walls and roof insulation	Business and institutions	IRC benefit /subsidy	Deduction of 30% of the costs
Industry & Services	IS1. Organizational incentives for energy efficiency: energy audits and energy managers.	SME	IRC benefit	Deduction of 50% of the costs
	IS2. Incentives for equipment and services of high energy efficiency: a. Selected technologies; b. Efficiency measures with payback between 3 to 7 years identified by energy audits; c. Energy services companies; d. Transport for employees.	Industry and services in general	IRC benefit	Deduction of 30% of the costs, with the possibility of tax credit
Mobility	M1. Subsidy for student pass, mandatory education	7 <sup>th</sup> -12 <sup>th</sup> year students	Subsidy	100% subsidy, indirect benefits for transport operator
	M2. Subsidy for student pass, higher education	College students	Subsidy	50% subsidy, indirect benefits for transport operator
	M3. Tax benefits for public transport tickets and passes	Public transport users	Income tax benefit	Deduction of 30% of the costs, indirect benefits for transport operator
	M4. Public transport operational support in metropolitan areas	Transport operators	Operation subsidy	Support operating costs based on the service provided (pkm)
	M5. Eliminate fiscal incentives for purchase of individual cars	Cars	Removal of perverse incentives	It is counterproductive to subsidize individual transport
Electric system	SE1. Incentives for solar PV (families)	Families	Income tax benefit	Deduction of 20% of the costs, with the possibility of tax credit
	SE2. Incentives for solar PV (SME)	SME and institutions	IRC benefit	
	SE3. Eliminate non-contractual subsidies to dam construction	Hydropower operators	Removal of perverse incentives	Non-contractual benefit, unnecessary and iniquitous
	SE4. Discontinue payment of rents for the land of water reservoirs and power plants	Electric grid operators	Removal of perverse incentives	Unsubstantiated: negative opinion from ERSE

**Table 2 – Performance indicators of the proposed measures**

Sector	Energy efficiency and decentralized production measures	Savings and decentralized production 2030 (PJ/year)		Taxpayers net benefit 2021-2030 average (M€/year)			GHG emissions reduction in 2030 (Mt CO <sub>2</sub> eq/year)	
				(M€/year)		Public contribution (%)		
<b>All sectors</b>	T. Carbon tax and ISP replacement	30,0	30,0	-1100	-1100	-	3,64	3,64
<b>Buildings</b>	Ed1. Housing: general requalification	4,3	18,4	188	620	17%	0,52	1,98
	Ed2. Housing: low-income families	2,1		323		57%	0,25	
	Ed3. Housing: SWH	5,0		48		17%	0,36	
	Ed4. Business and institutions	7,0		61		28%	0,85	
<b>Industry &amp; services</b>	IS1. SME energy audits	11,3	33,3	31	87	21%	1,37	3,98
	IS2. Payback from 3 to 7 years	22,0		56		28%	2,61	
<b>Mobility</b>	M1. Student passes 7th-12th years	55,0	55,0	165	284	100%	6,75	6,75
	M2. Student passes higher education			18		50%		
	M3. 30% deduction passes & tickets			52		24%		
	M4. Public transport support			100		100%		
	M5. Remove car incentives			-		-52		
<b>Electric system</b>	SE1. Prosumers – residential PV	8,6	18,6	22	109	7%	1,04	2,25
	SE2. Prosumers – commercial PV	10,0		36		16%	1,21	
	SE3. Revoke dam subsidies	-		35		100%		
	SE4. Revoke land rents	-		16		100%		
<b>Total</b>			<b>155,3</b>		<b>0</b>	31%	<b>18,60</b>	

**Table 3 — Macroeconomic effects in 2030, resulting from the application of the carbon tax and energy efficiency measures with improvements of 2% per year, in relation to the BAU scenario**

Energy market (% change from business-as-usual scenario)	Energy price	+3,63
	Electricity price	+3,57
	Energy demand	-4,37
	Electricity demand	-1,55
Macroeconomic performance and welfare effects (% change from business-as-usual scenario)	GDP	+2,41
	Employment	+1,40
	Foreign debt	-5,85
	Public debt	-1,48
	Welfare gains	+1.80

## Conclusion

This work is based on the principle that the effort of climate action and energy transition must be assumed by all economy and society sectors, towards a more sustainable model.

Naturally, this analysis does not exhaust the universe of climate action measures. Only the energy sector was examined in detail; other sectors were only referred for the sake of systemic approach and methodological consistency. This exercise did not include matters that are already being developed within public policies or major public investments under discussion (centralized photovoltaic, rail network and other transport infrastructures).

This analysis shows that, with an approach based on an environmental fiscal reform with strict fiscal neutrality, it is possible to achieve a large part of the desired climate action goals in the energy sector, with a budget balance close to zero, and positive macroeconomic indicators.

## Agradecimentos

Os autores desejam agradecer a um conjunto de pessoas e entidades sem os quais este trabalho não teria sido possível:

- Aos colegas que, não sendo co-autores deste relatório, ofereceram contributos especialmente relevantes: Filipa Fernandes e João Grilo (membros da equipa da 1ª fase do projecto na FCT-NOVA), Alexandra Aragão (FD-UC); Rui Pereira (College of William and Mary); Nuno Domingues (ISEL-IPL); Miguel Sequeira, Ana Serra, Felipe Cury Marques, Tiago Ribeiro, Diogo Dias, Tiago Poças Lopes, David Pinto, Francisco Mota Venâncio, Marta Madaleno Mendes;

- À Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa, onde este trabalho foi desenvolvido, e aos seus docentes, investigadores e estudantes, especialmente no âmbito do CENSE, do DCEA, do MIEA e do MEER, onde foi realizada grande parte da investigação citada no relatório; refiram-se em especial Sofia Silveira, Lora Simeonova, Ana Catarina Oliveira, Daniel Vicente, Tiago Belerique Freitas, Pedro Maleitas, Diana Amorim, Pedro Mota, Guilherme Adriano, Eduardo Seduvem, Rita Amoedo Pinto, Vanessa Gonçalves, João Esgueira Lopes, Gonçalo Higinio, Filipa Ferro, Pedro Madruga, Pedro Pereira, Filipe Graça, Rodrigo Marcelino, Sara Santos, Maria Amaro Ferreira e Rita Cruz Alves, pelos insights ganhos na orientação das suas teses; e ainda uma menção à equipa do RNC, Júlia Seixas, João Pedro Gouveia, Patrícia Fortes e Luís Dias;

- Ao CNADS, em especial ao seu presidente Filipe Duarte Santos e aos elementos dos grupos de trabalho sobre o PNEC e sobre Mobilidade — João Guerreiro, Jaime Braga (CIP), Nuno Ribeiro da Silva (AIP), Luísa Schmidt, Eugénio Sequeira e Filipe Moura — pela muito frutuosa troca de ideias, convergências e divergências; e ainda à secretária executiva Adília Lopes e à Natália Faísco que secretariou o GT-PNEC;

- A diversas pessoas e organizações consultadas a título formal ou informal, incluindo entre outros: Carlos Pimenta; João Wang Abreu; João Peças Lopes (INESC); Paulo Calau e Jorge Carneiro (ADENE); Fernando Martins, Cristina Cardoso e Sandro Silva Pereira (DGEG); Nuno Lacasta (APA); Helder Gonçalves e Ana Estanqueiro (LNEG); António Sá da Costa, José Medeiros Pinto e Susana Serôdio (APREN); Isabel Apolinário, Sandra Ferreira, Jorge Esteves e Paulo Oliveira (ERSE); Jorge Cancela, Vítor Machado, Ricardo Pereira e Isabel Oliveira (DECO); João Ferreira Gomes (ANFAJE); Guido Albuquerque (APETRO); Susana Neto (APRH); João Matos Fernandes, João Galamba, Jerónimo Cunha e Ana Paula Rodrigues (MAAC);

- Ao Paulo Pires e ao Tiago Almeida (Emotions) por nos ajudarem a manter os pés bem assentes na água;

- Aos colegas do consórcio universitário da Rede Douro Vivo (CIMO, CIBIO, CEDOUA, CITAB, CBMA, CIIMAR), e à Fundação MAVA, financiadora do projecto de investigação no âmbito desta Rede;

- Por último, mas não menos importante, às organizações não governamentais, particularmente ao GEOTA e outras organizações que integram a Rede Douro Vivo (Inducar, WWF, LPN, IUCN, WI), pela defesa incansável dos nossos rios; e em especial à equipa Rios Livres (GEOTA) — Ricardo Próspero, Daniel Demétrio, Nélia Ramos, Marlene Marques, Ana Brazão, Pedro Santos, João Labrincha e Ana Bento.

Agradecendo mais uma vez as opiniões e contributos destas pessoas e entidades, note-se que a redacção final do presente relatório é da exclusiva responsabilidade dos autores; qualquer falha ou omissão nossa não vincula quem gentilmente colaborou connosco, podendo naturalmente haver diferenças de opinião.



# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

A actividade humana está a ultrapassar os limites planetários em questões fundamentais como os recursos vivos, o clima, a água, o solo e a extracção de matérias-primas. Estamos a degradar recursos dos quais depende a nossa vida: precisamos de mudar o actual paradigma de crescimento sem limites. Portugal já assumiu um conjunto de compromissos, incluindo o Acordo de Paris sobre as alterações climáticas, o Pacto Ecológico Europeu, e outras normas internacionais e europeias. Neste contexto, um tema crítico é o *nexus* água-energia-ecossistema: a sociedade moderna criou necessidades destes serviços em grande escala, que conflituam entre si.

Este estudo realiza-se no âmbito da Rede Douro Vivo, uma parceria de Universidades e ONG que tem como objectivo desenvolver ferramentas para salvaguardar os ecossistemas fluviais, incluindo a redução de conflitos com a geração de energia. O presente trabalho enquadra-se na linha de investigação da Rede Douro Vivo "desenvolvimento de estratégias energéticas de baixo impacte". O presente relatório complementa o anterior "Estratégia energética alternativa: princípios e identificação de medidas" (Melo *et al.*, 2019)

## 1.2 Objectivos e âmbito

O objectivo específico deste relatório é avaliar as implicações ambientais e económicas de medidas de política energética, identificadas em fases anteriores do trabalho, no sentido de garantir a transição energética para um modelo mais sustentável em Portugal. Pretende-se cumprir os compromissos internacionais acima referidos, com soluções que representem um progresso inequívoco nas dimensões social e ambiental, incluindo entre outros aspectos a descarbonização, a salvaguarda do património natural e cultural e a economia circular, garantindo ainda a necessária equidade social.

As medidas de política energética têm um papel essencial, quer pelos impactes do sector energético, quer pela sua transversalidade a toda a economia. Note-se que não faz aqui um exercício de planeamento energético de raiz: parte-se de princípios e um diagnóstico para definir prioridades de intervenção, desenvolvendo propostas concretas em áreas que têm merecido menos atenção das autoridades. Foca-se em especial a eficiência energética, a geração descentralizada, a mobilidade sustentável e a pobreza energética, o *nexus* água-energia-ecossistema. São abrangidos os sectores da habitação, serviços, indústria, transportes e medidas transversais.

## 1.3 Princípios fundamentais

Este trabalho de investigação segue dois grandes princípios:

- **Conversão ecológica.** Esta expressão é usada pelo Papa na Encíclica *Laudato Sí* (Francisco, 2015), em linha com o slogan popular "não há Planeta B" e com propostas da Academia como "parcimónia", "suficiência", "decrecimento sustentável". Temos hoje um estilo de vida consumista baseado num paradigma de desenvolvimento profundamente insustentável. Consumimos e descartamos recursos naturais (água, solo, matérias-primas, biodiversidade), e também pessoas, de forma leviana. O sector energético não é excepção: embora as soluções tecnológicas para a neutralidade carbónica sejam abundantes (Roteiro para a Neutralidade Carbónica RNC 2050: PCM, 2019), é hoje claro que os caminhos de menor conflitualidade social e maior probabilidade de sucesso passam por uma estratégia de baixa intensidade energética e uso parcimonioso dos recursos (IPCC, 2018; CNADS, 2019). A transição para um modelo mais sustentável requer uma profunda mudança de mentalidades.

- **Responsabilidade é de todos e cada um.** Não há varinhas mágicas. As medidas que é necessário desenvolver são de variada natureza (regulamentar, económica, informação e educação), devendo necessariamente envolver todos os sectores da sociedade (famílias, empresas, sector público, sector associativo) e todos os níveis de decisão (familiar, organizacional, municipal, regional, nacional, internacional). É muito importante que todos compreendamos que somos parte do problema e, portanto, temos de nos comprometer em ser parte da solução. É simultaneamente uma questão de necessidade e de equidade. Deve ser prestada especial atenção aos grupos sociais mais vulneráveis.

## 1.4 Metodologia

No relatório anterior "Estratégia energética alternativa: princípios e medidas" (Melo *et al.*, 2019), foram tratados os seguintes tópicos: (1) definição de princípios e prioridades, (2) caracterização do sistema energético nacional, (3) potencial de eficiência energética, (4) avaliação das políticas de energia e clima, (5) boas práticas internacionais, (6) distorções do mercado da energia e (7) identificação de medidas para uma estratégia energética alternativa.

A investigação nesta fase do trabalho desenvolveu-se nas seguintes tarefas, que correspondem a outros tantos capítulos do presente relatório: (2) caracterização do *nexus* energia-clima em Portugal, (3) lições da avaliação das políticas de energia e clima, (4) uma nova estratégia energética, (5) avaliação macroeconómica, (6) avaliação ambiental e (7) síntese de medidas e indicadores de desempenho.

## 1.5 Metas adoptadas

Neste momento as metas de referência são necessariamente as decorrentes do Pacto Ecológico Europeu (EC, 2019b). Cumpre aqui destacar (i) a redução de 55% das emissões de gases de efeito de estufa (GEE) até 2030, em relação a 1990, e (ii) a necessidade de melhorar significativamente os indicadores de conservação da biodiversidade, optando por soluções mais sustentáveis.

Não estão ainda definidas metas específicas para Portugal em função do Pacto Ecológico, mas é indiscutível que se tornou obsoleta a meta de emissões de GEE indicada no PNEC 2030 (redução de 45% a 55% nas emissões em 2030 em relação a 2005, o que correspondia a uma redução de apenas 20% a 34% em relação a 1990).

Refiram-se ainda as seguintes metas do PNEC 2030: incorporação de 47% de fontes renováveis no consumo final de energia até 2030; e incorporação de 80% de fontes renováveis na produção de electricidade até 2030. Possivelmente estas metas necessitarão de ser revistas, ou podem ser consideradas como mínimos.

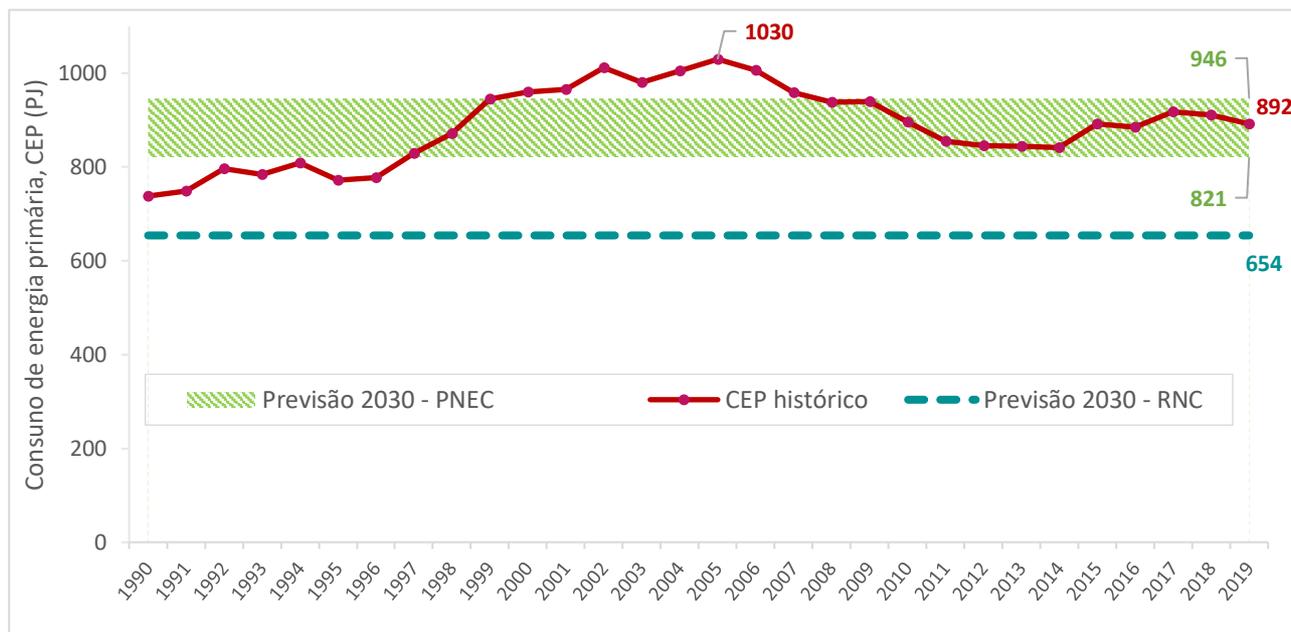
Mais importantes são as metas para a eficiência energética — que deve ser a prioridade fundamental das políticas de energia e clima e no PNEC 2030 não são minimamente adequadas: prevê melhorias de intensidade energética de apenas 1% ao ano. Propomos a meta de redução da intensidade de energia final para 2,7 TJ/M€'2016 PIB em 2030. Isto equivale a uma redução de 2% ao ano entre 2020 e 2030, em relação ao mínimo histórico em 2019 de 3,4 TJ/M€'2016 PIB.

Quanto às interligações eléctricas, a questão relevante no contexto europeu é a ligação nos Pirenéus, entre Espanha e França. Portugal cumpre já a meta de interligação com Espanha de 15% (capacidade de interligação sobre capacidade de produção), apontada para 2030 no PNEC. Está por demonstrar se é necessário ir mais além.

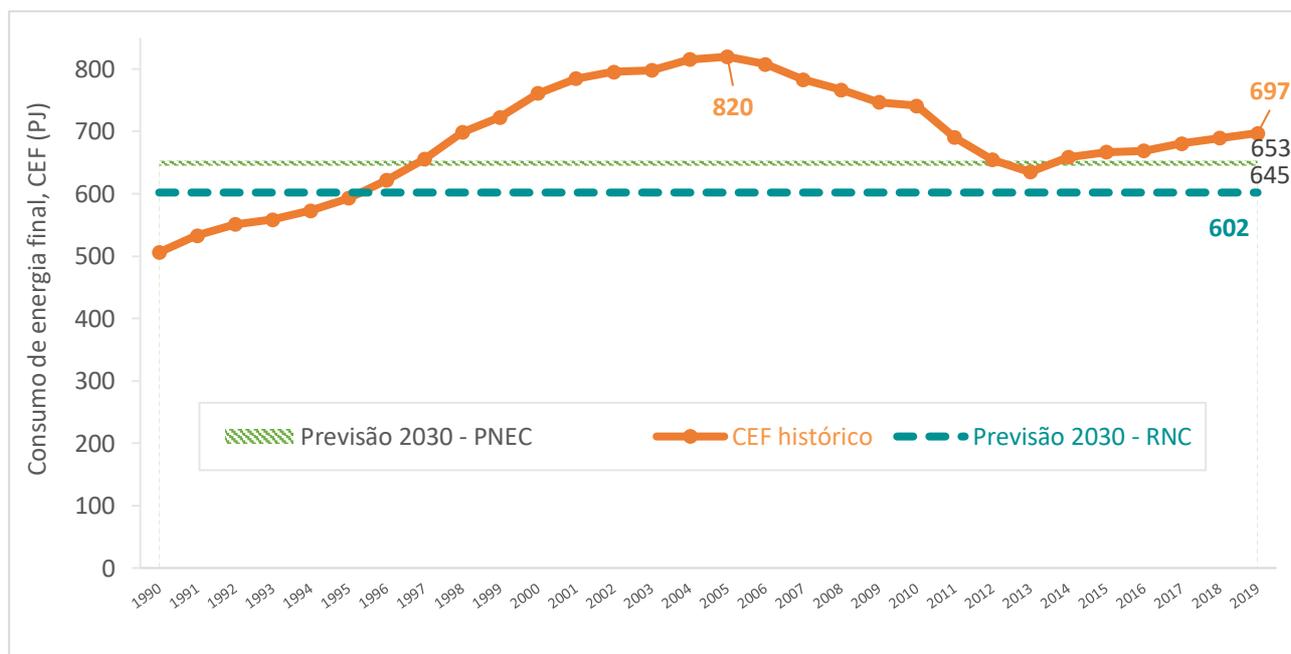
## 2 Caracterização do *nexus* energia-clima em Portugal

### 2.1 Evolução do consumo e intensidade energética

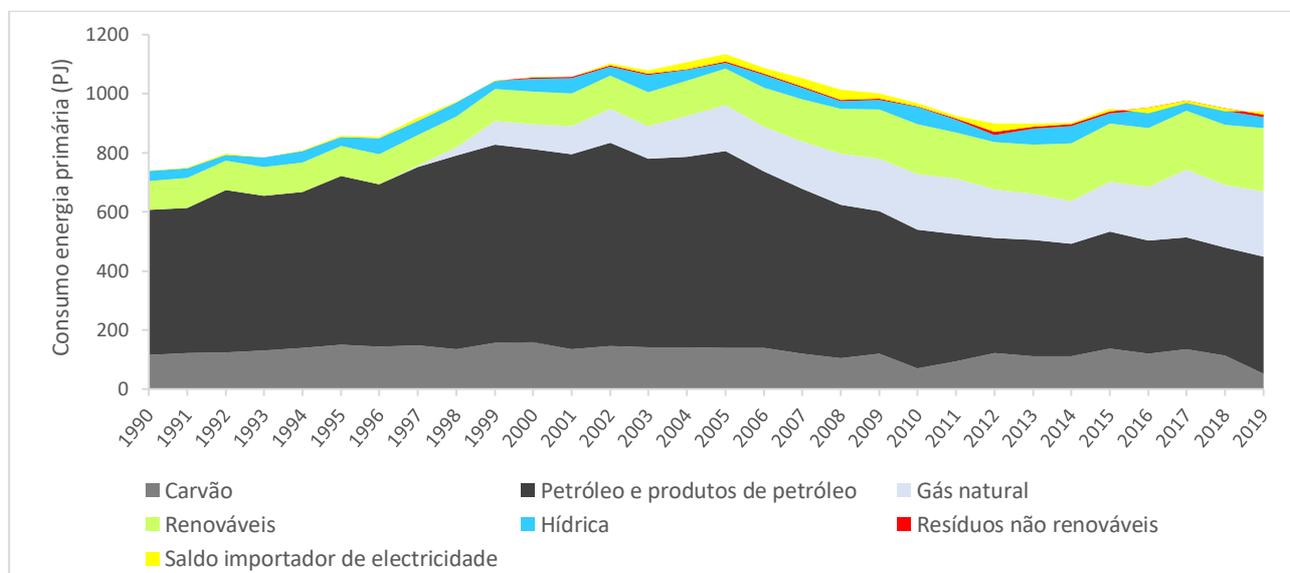
As Figuras 2.1 e 2.2 apresentam a evolução do consumo de energia primária (sem usos não energéticos) e do consumo de energia final em Portugal, respectivamente, juntamente com as previsões de consumo para 2030 indicadas no PNEC 2030 e RNC 2050.



**Figura 2.1 – Evolução do consumo de energia primária (usos energéticos) e previsões para 2030 (adaptado de: DGEG, 2020; PCM, 2019; PCM, 2020)**



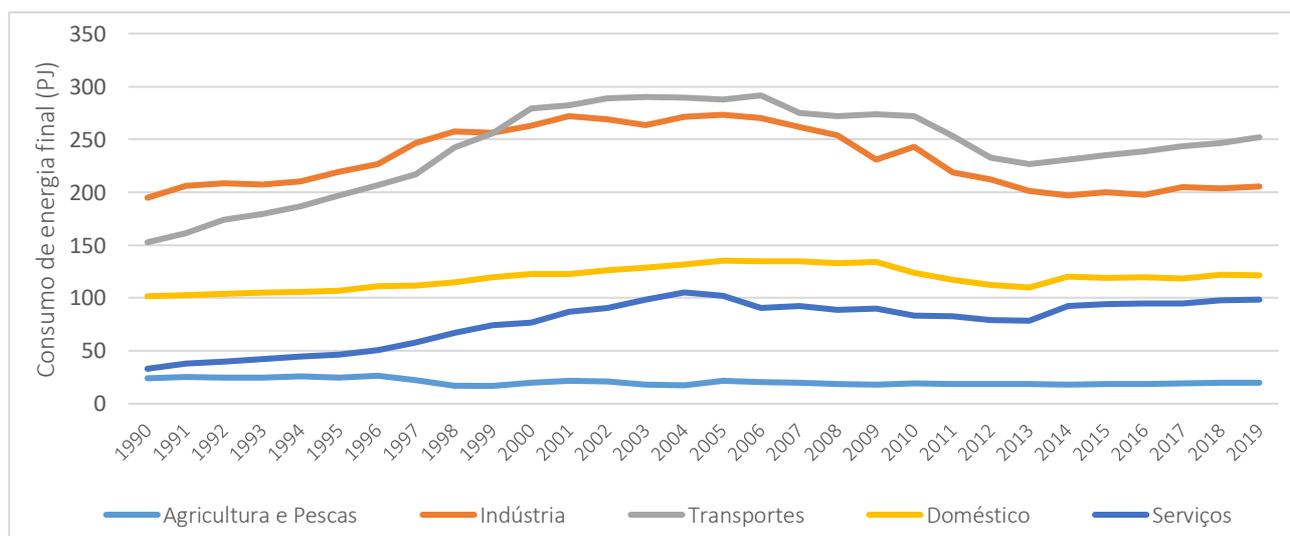
**Figura 2.2 – Evolução do consumo de energia final em Portugal e previsões para 2030 (adaptado de DGEG, 2020; PCM, 2019; PCM, 2020)**



**Figura 2.3 – Evolução do consumo de energia primária por fonte de energia (fonte: DGEG, 2020)**

O carvão e especialmente o petróleo continuam a representar um grande peso no consumo de energia primária. Esta elevada dependência de combustíveis fósseis importados contribui para os elevados níveis de dependência energética, oscilando entre 74% e 80% na última década. Apesar de há várias décadas ser política oficial do Estado Português a diversificação de fontes e a redução da dependência energética, a evolução, embora positiva, está muito aquém do possível e desejável. É ainda de assinalar o progresso das energias renováveis no mix energético, especialmente na fileira eléctrica.

O consumo de energia final por sector de actividade é apresentado na Figura 2.4. No consumo final, a repartição por sectores tem-se mantido relativamente estável, sendo os maiores consumidores em 2019 os Transportes com 36%, a Indústria com 29% e os sectores Doméstico e Serviços (essencialmente consumo dos edifícios) com 17% e 14%, respectivamente.



**Figura 2.4 – Evolução do consumo de energia final por sector de actividade (fonte: DGEG, 2020)**

As Figuras 2.5 e 2.6 ilustram a intensidade energética do produto em Portugal, respectivamente os totais para energia primária e final, e as intensidades por sector de actividade. O indicador da intensidade energética é a razão entre a quantidade de energia consumida e o valor acrescentado bruto (VAB) por sector ou, nos indicadores de consumo total e famílias, entre a energia consumida e produto interno bruto (PIB). É um indicador importante para avaliar a eficiência energética do ponto de vista macroeconómico.

Na Figura 2.5 indica-se também a meta de eficiência energética adoptada no presente estudo (2,7 TJ/M€'2016 PIB), correspondente a uma redução da intensidade energética de 2% ao ano até 2030.

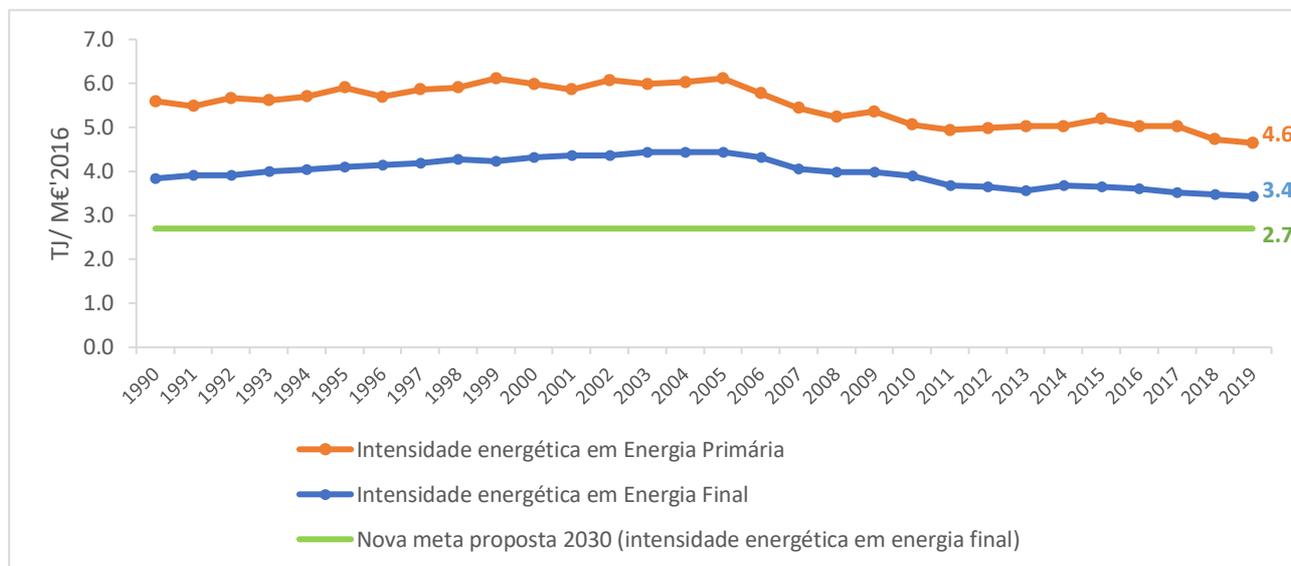


Figura 2.5 – Evolução da intensidade energética da economia portuguesa (adaptado de: DGEG, 2020)

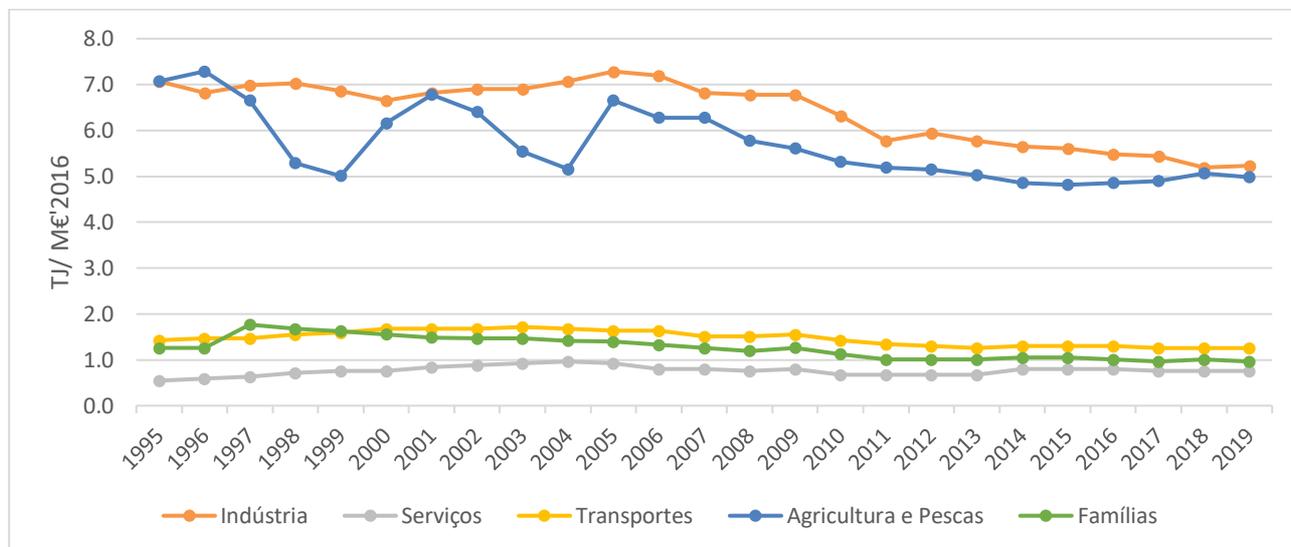


Figura 2.6 – Evolução da intensidade energética por sector de actividade (adaptado de: DGEG, 2020)

Nos últimos 15 anos tem-se verificado uma lenta tendência de diminuição da intensidade energética da economia portuguesa, quer em energia primária quer final, em todos os sectores. Para tal terão contribuído melhorias na eficiência, fruto da normal evolução tecnológica e substituição de equipamentos obsoletos, bem como a adopção de medidas de gestão da energia. É, no entanto, uma tendência que enfraqueceu nos anos mais recentes.

Examinando os diversos gráficos em conjunto, é possível observar quatro fases distintas:

- De 1990 a 2005: crescimento dos consumos e da intensidade energética, associados a uma fase de crescimento económico substancial com escassas preocupações de eficiência;
- De 2005 a 2010: redução dos consumos em simultâneo com a redução da intensidade energética (que melhorou 11% neste período). Esta tendência é explicada por diversos factores: conjugação da evolução tecnológica com uma relativa prosperidade que facilita a aquisição de equipamentos mais eficientes; efeitos cumulativos de programas de racionalização do uso da energia como o Eficiência Energética e Energias Endógenas (E4), o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia

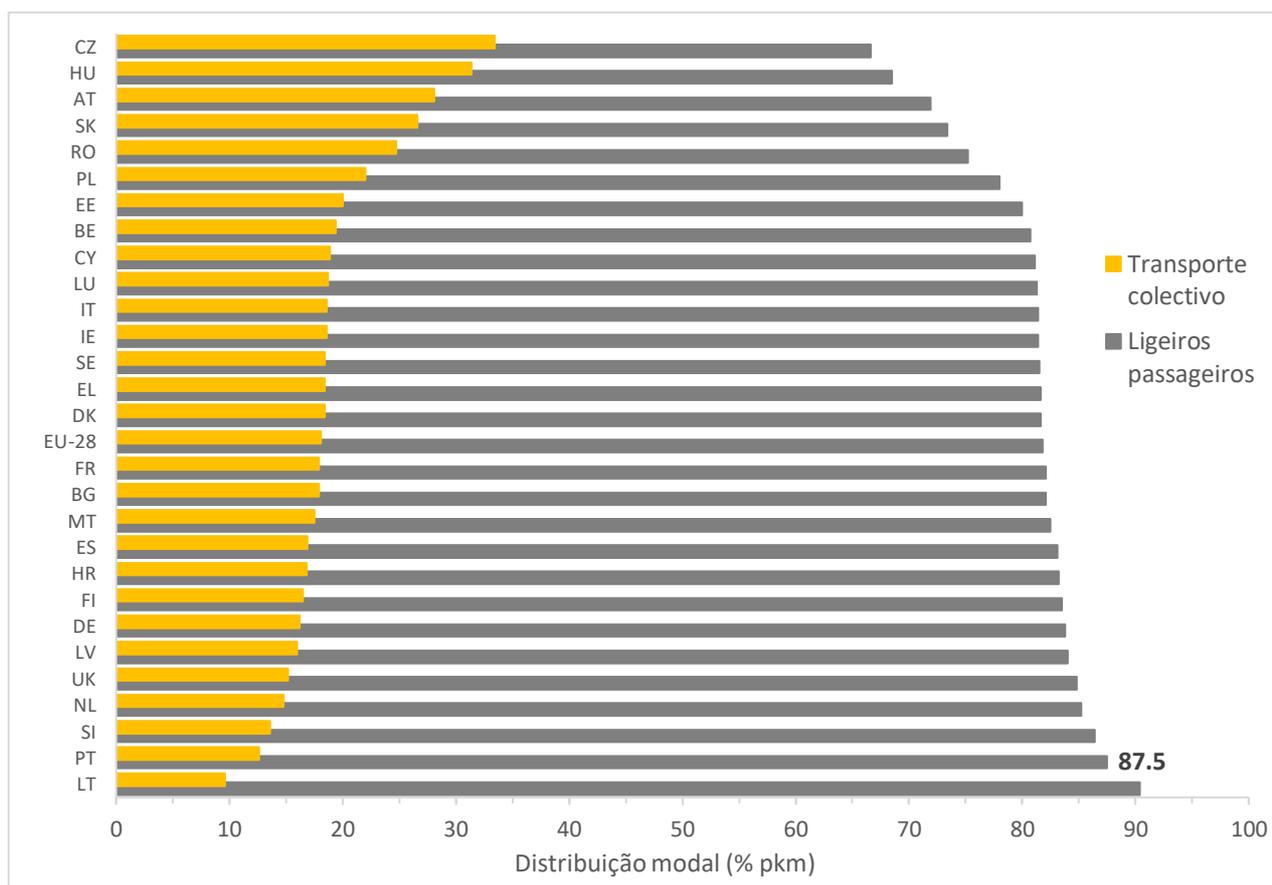
(SGCIE) e diversos esquemas de certificação energética; entrada em vigor do Protocolo de Quioto e do Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC);

- De 2010 a 2014: quebra de consumos essencialmente associada à crise económica. Esta quebra compreende diversas componentes: pela positiva, procura de melhores práticas, que permite ainda alguma melhoria de intensidade energética; pela negativa, quebras na produção, em particular na indústria dos produtos de consumo, construção e indústrias associadas, e ainda reduções no consumo de famílias socialmente vulneráveis, agravando o fenómeno de pobreza energética;
- Desde 2015: retoma económica com crescimento dos consumos da energia, principalmente nos sectores dos transportes e serviços. Neste período observa-se a quase estagnação da intensidade energética final, associada à descapitalização das empresas e famílias, e consequente falta de investimentos em eficiência, dada a escassez de incentivos públicos. A melhoria de intensidade energética primária deve-se ao progresso das fontes renováveis (contabilizadas pelo equivalente eléctrico) e consequente redução das energias fósseis no mix eléctrico.

Factores conjunturais ou específicos dos diversos sectores determinam uma evolução mais rápida ou mais lenta, mas é evidente que não tem existido uma política proactiva coerente no sentido da melhoria da eficiência energética em Portugal. Este facto encontra-se bem patente nos objectivos estabelecidos no PNEC 2030, muito pouco ambiciosos relativamente às possibilidades técnico-económicas.

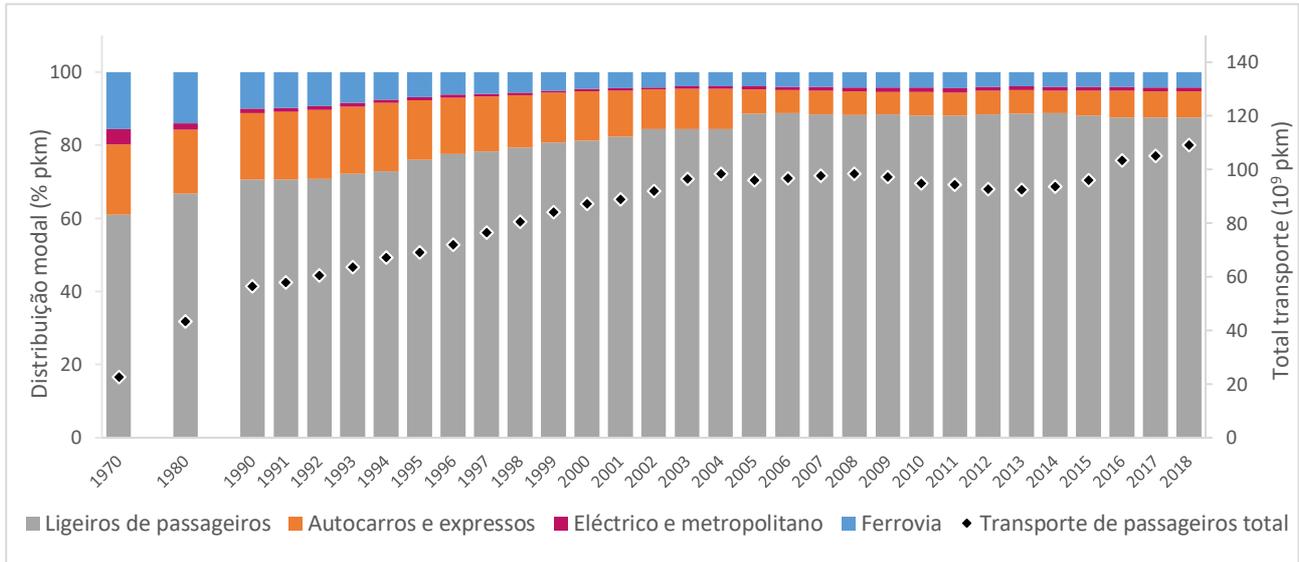
## 2.2 Transportes

Portugal é o segundo país da Europa a usar mais o automóvel nas suas deslocações (Figura 2.7), o que não deixa de ser bizarro tendo em atenção que também é um dos mais pobres da União Europeia.



**Figura 2.7 — Repartição modal no transporte terrestre de passageiros na EU-28, ano 2018 (fonte: EC, 2020b)**

Esta é uma situação estrutural, que se tem agravado em vez de melhorar (Figura 2.8). Na última década a repartição modal estagnou, mas como o volume de deslocações aumentou temos um aumento constante de tráfego em carro individual, o modo mais poluente e consumidor de recursos. O autocarro e a ferrovia têm perdido expressão devido à falta de confiança nos serviços e à falta de investimento nas infraestruturas de transportes públicos colectivos (Fernandes e Melo, 2018). Historicamente, os autocarros foram o modo que mais sofreu perda de passageiros: o efeito conjunto do aumento de tráfego e idade da frota levam à perda de fiabilidade do serviço e a maiores custos de operação e manutenção.



**Figura 2.8 — Evolução do transporte terrestre de passageiros em Portugal (fonte: EC, 2020b)**

Esta situação não é casual nem pontual, resultando de uma política deliberada, embora não sustentada por documentos ou planos oficiais, que promoveu as soluções rodoviárias em detrimento da ferrovia. Construiu-se uma rede desmesurada de autoestradas, grande parte da qual subaproveitada, portanto desnecessária: 55% dos troços de auto-estrada não têm tráfego que fundamente esta classificação (Melo et. al, 2019).

Procedeu-se ao persistente desmonte do serviço ferroviário de múltiplas maneiras – amputando a rede, fragmentando as circulações, abandonando ou vendendo material circulante, mantendo as velocidades comerciais baixas na rede remanescente, persistindo no axioma mítico que a ferrovia só se justifica em meio suburbano e no serviço de mercadorias. A extensão da rede ferroviária caiu de 3064 km em 1990 para 2546 km em 2018 (EC, 2020b).

As Figuras 2.9 e 2.10 ilustram a rede ferroviária em 1956 e em 2019: além da eliminação de linhas, é visível o desaparecimento de arcos da rede, reduzindo muito significativamente a conectividade do conjunto.

E assim nasceram ou se consolidaram numerosos exemplos de infraestruturas de alta movimentação de pessoas desligados das redes ferroviárias — aeroportos (o aeroporto de Lisboa só recebeu ligação ao metropolitano mais de 50 anos depois de inaugurado), hospitais (como os hospitais Fernando da Fonseca, Garcia de Horta, Beatriz Ângelo), santuários (como Fátima), pólos universitários (como a Ajuda), novas pontes (como a Vasco da Gama). Apesar da emergência das alterações climáticas, que respalda numerosas promessas de descarbonização acelerada, a *praxis* não terá mudado assim tanto e existem provas recentes de que a disfunção continua: persiste a intenção de construir um novo aeroporto (Montijo) ignorando a rede ferroviária; a construção de uma custosa linha circular de metropolitano de Lisboa de utilidade não comprovada vai condenar a possibilidade de estender meios pesados para Oeste da Área Metropolitana; a proposta solução de transporte público rodoviário para a mesma Área Metropolitana constituindo uma enorme empresa única.

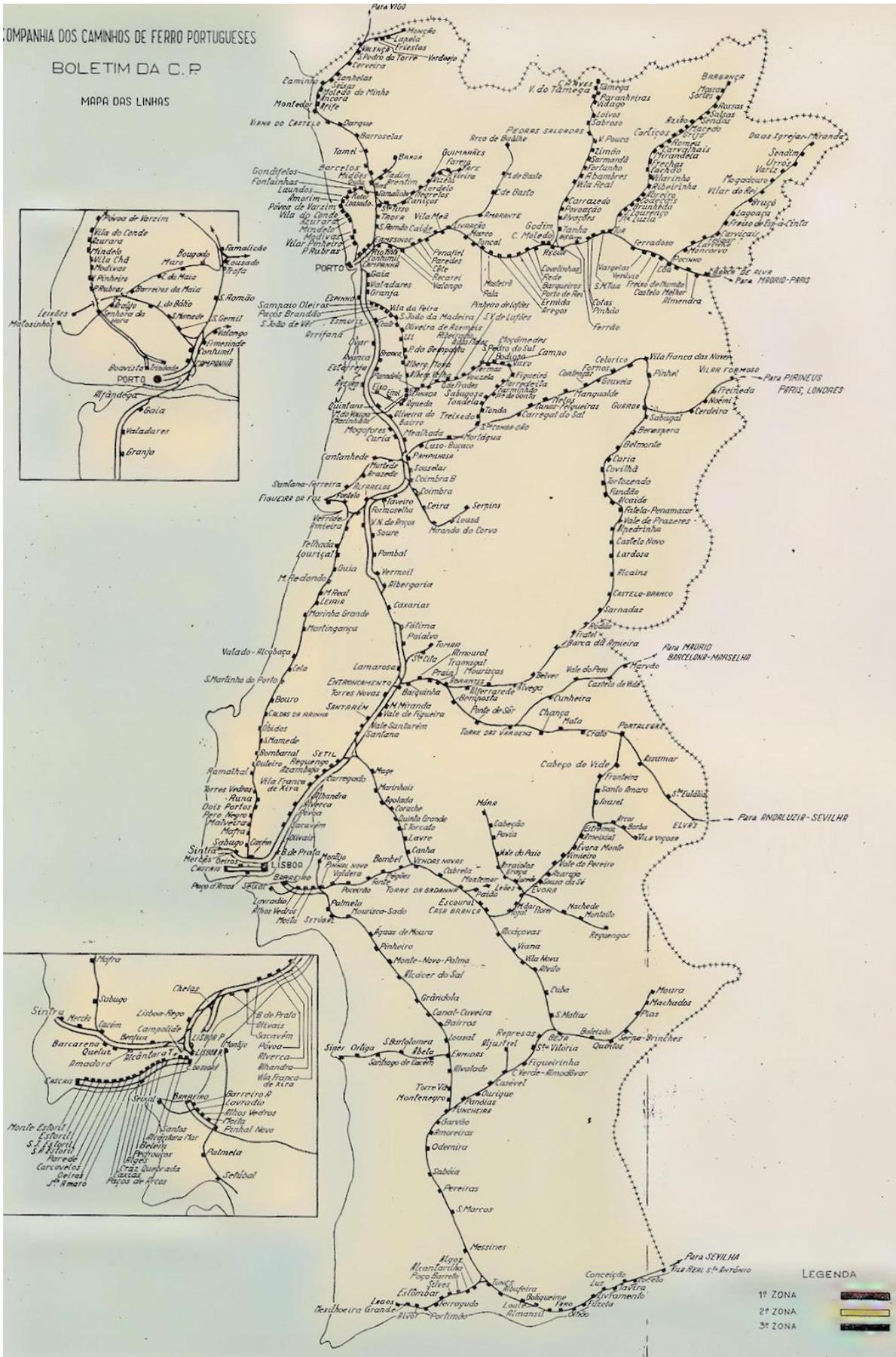


Figura 2.9 — Mapa da rede ferroviária em Portugal em 1956 (fonte: CP, 1956)

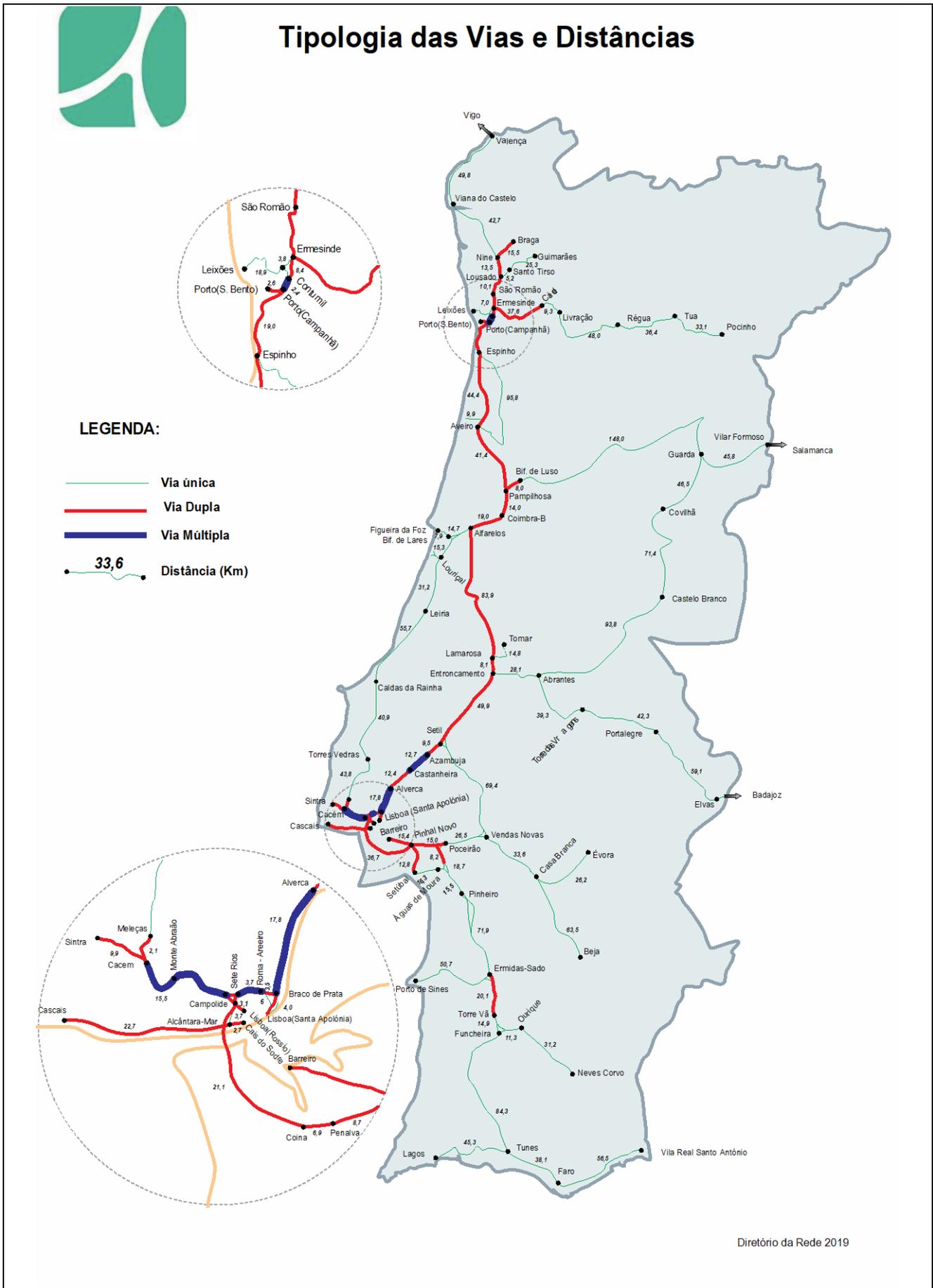


Figura 2.10 — Mapa da rede ferroviária em Portugal em 2019 (fonte: IP, 2018)

Agrava este problema, tecnicamente muito complexo, uma inadequada estrutura orgânica para o encaminhar e tutelar. A função mobilidade está repartida por vários ministérios sem uma doutrina coerente, o escrutínio das redes urbanas é muito precário, o regulador tem manifestamente pouca presença, particularmente na gestão do processo ferroviário, e associou-se, num exemplo raro de (des)organização, os gestores das redes rodoviárias e ferroviárias num único organismo, com resultados pouco famosos.

Por fim, afigura-se haver um claro desalinhamento entre a vontade do mercado e as medidas tomadas pelos poderes constituídos. Por exemplo, insiste-se muito na ideia, de contornos quase mitológicos, que o futuro da mobilidade será semelhante ao atual (antes da pandemia Covid-19, entenda-se), todavia com carros elétricos ou movidos a hidrogénio (o que tranquiliza os espíritos que se possam sentir pecadores no processo das alterações climáticas), sendo que o mercado não confirma minimamente esta tendência. Não se ajustam ou melhoram os horários urbanos ou suburbanos da ferrovia, que tirariam inúmeros carros da cidade, ou porque existe a convicção arreigada de que o modelo atual está correcto e não se torna necessário discuti-lo, ou por falta de capacidade ou vontade de afrontar os interesses instalados.

No longo curso, que é um campo vocacional do caminho-de-ferro, mantém-se imutável um modelo inadequado e de difícil explicação que recusa o serviço a capitais de distrito, como Leiria, e, todavia, integra serviços suburbanos de baixa intensidade, como o de Vendas Novas. Como prova de que a mensagem da descarbonização imperativa e da ecologia inadiável ainda não alcançou muitos responsáveis, refere-se, por exemplo, a prevista construção de um parque subterrâneo sob o Rossio da cidade de Aveiro, derrubando árvores e fomentando iniludivelmente o uso do automóvel – isto numa das poucas cidades planas do território, com larga tradição no uso da bicicleta e dispendo de um excelente serviço ferroviário.

Importa aqui comentar o Programa de Apoio à Redução Tarifária (PART), implementado em 2019. O PART tinha um conjunto ambicioso de objectivos, destacando-se dois: (i) redução de custos para os utentes do transporte público (TP) e consequente aumento do serviço prestado, e (ii) transferência modal do transporte individual (TI) para o TP com a consequente redução de impactes (poluição, congestionamento).

O primeiro objectivo foi claramente cumprido: de 2018 para 2019 houve um aumento significativo de passageiros transportados em TP (+7%), sendo que as vendas de passes dispararam (+22%), mas à custa da redução das vendas de títulos ocasionais (-9%), que pouco beneficiaram de simplificação tarifária. Já o segundo objectivo não foi de todo cumprido. Alguns indicadores de variação 2018-2019: o tráfego médio diário anual (TMDA) na rede nacional de autoestradas cresceu +3,6%; o TMDA nos principais eixos de viagens pendulares nas áreas metropolitanas de Lisboa e Porto aumentou respectivamente +1,1% e +2,0%; e não há qualquer evidência de que o congestionamento tenha diminuído. A Figura 2.11 ilustra estes resultados.

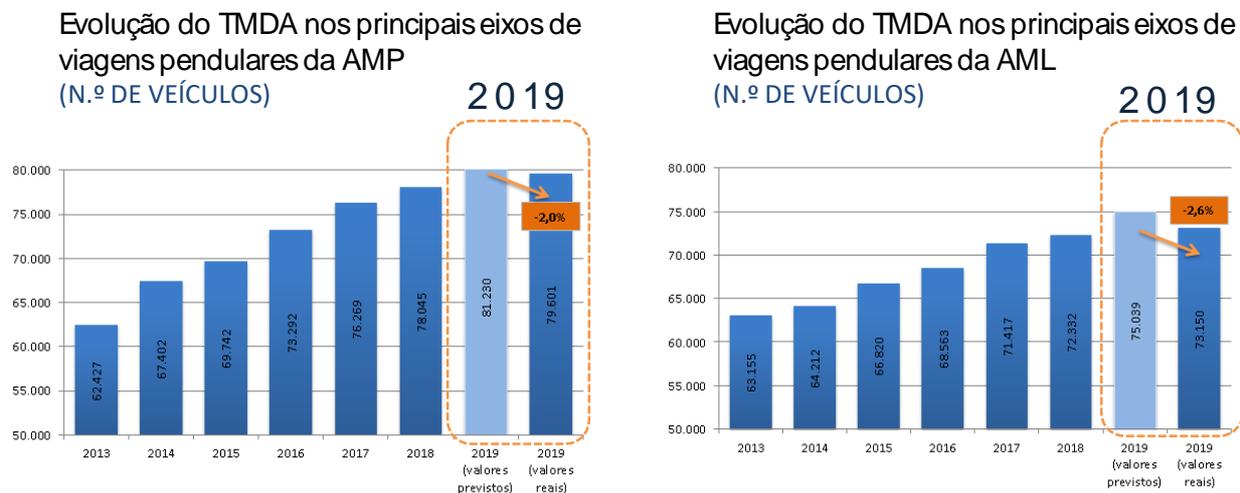
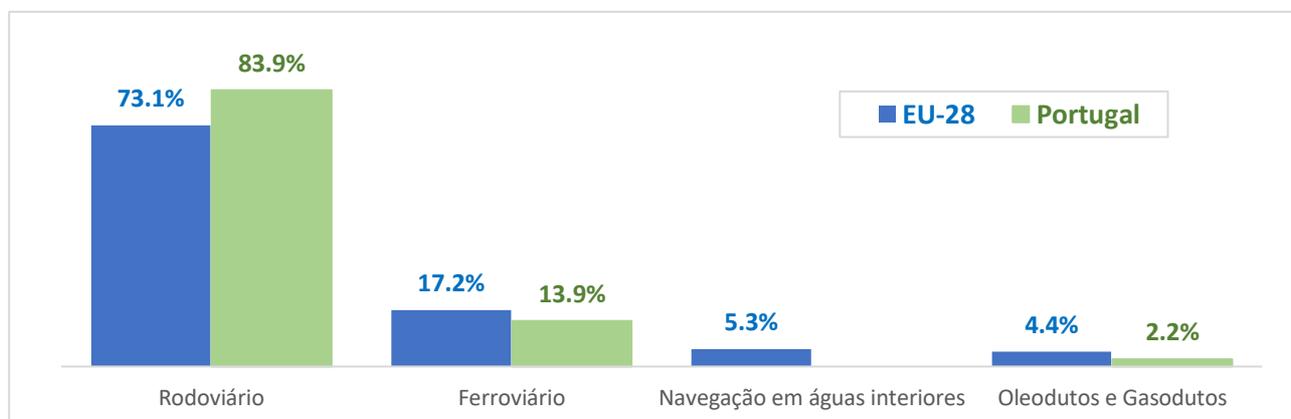


Figura 2.11 — Evolução do TMDA nos principais eixos de viagens pendulares (fonte: IMT, 2020)

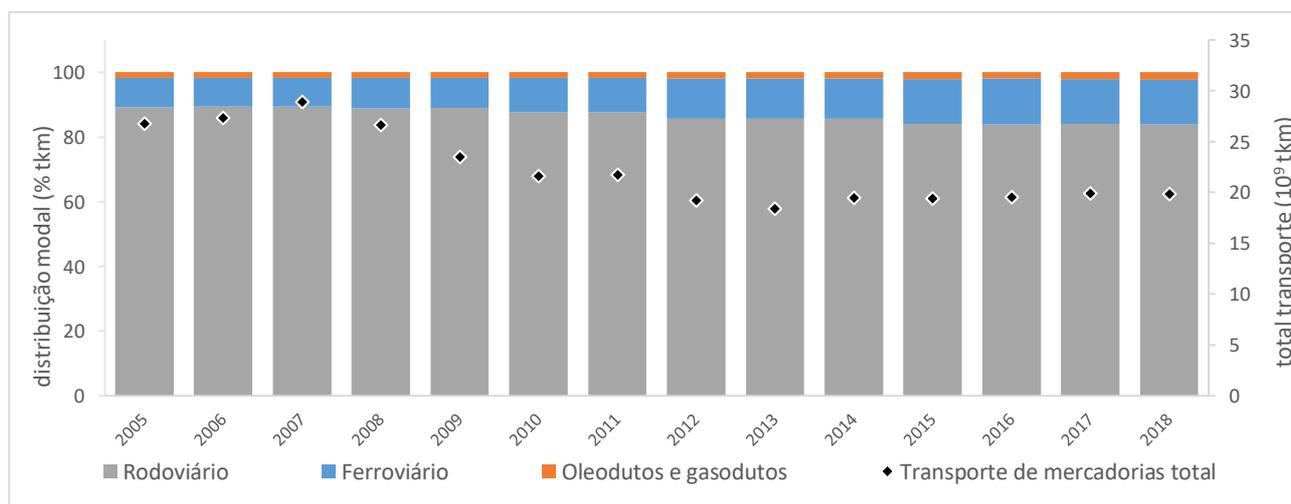
Mas a Figura 2.11 também ilustra a transmissão de uma mensagem enganadora: o argumento do relatório de avaliação do PART (IMT, 2020), de que o programa teria resultado na "redução" de tráfego e de emissões poluentes, é inválido, porque essa conclusão se refere a reduções virtuais face a previsões de rápido crescimento do volume de tráfego. O melhor que se pode dizer é que o PART reduziu o crescimento desenfreado do TI nas áreas metropolitanas — mas não inverteu a tendência. Ou seja, o PART foi eficaz na melhoria do acesso ao TP, mas foi ineficaz no que toca à transferência modal do TI para o TP, e à redução efectiva dos seus impactes. Este programa representa alguma mudança de atitude das autoridades face ao transporte público, embora claramente muito aquém do necessário.

Importa compreender os motivos destes resultados. Parte da resposta encontra-se no relatório de avaliação do PART: o investimento em melhoria da qualidade do serviço (onde os factores mais importantes são a conectividade, frequência e fiabilidade) foi mínimo, e não havia metas claras para a melhoria da qualidade do serviço ou para a transferência modal. Não há indicadores para estas variáveis, porque há uma enorme lacuna na informação estatística. Os utentes pouco ou nada são ouvidos. Já as Áreas Metropolitanas e Comunidades Intermunicipais referem explicitamente "carências na oferta", "necessidade de adaptação da oferta", "inadequada cobertura territorial/temporal do TP", "sem indícios de transferência modal", "diminuição de conforto/lugares sentados". Falta evidentemente um reforço de meios e uma melhoria dos horários. É preciso fazer muito melhor, quer na informação de base para o apoio à decisão, quer nas medidas no terreno, quer nos critérios de avaliação.

Também no segmento do transporte de mercadorias Portugal depende demasiado do transporte rodoviário (Figuras 2.12 e 2.13).



**Figura 2.12 — Repartição modal no transporte de mercadorias em Portugal e na EU-28 em 2018 (fonte: EC, 2020b)**



**Figura 2.13 — Evolução da repartição modal do transporte de mercadorias em Portugal (fonte: EC, 2020b)**

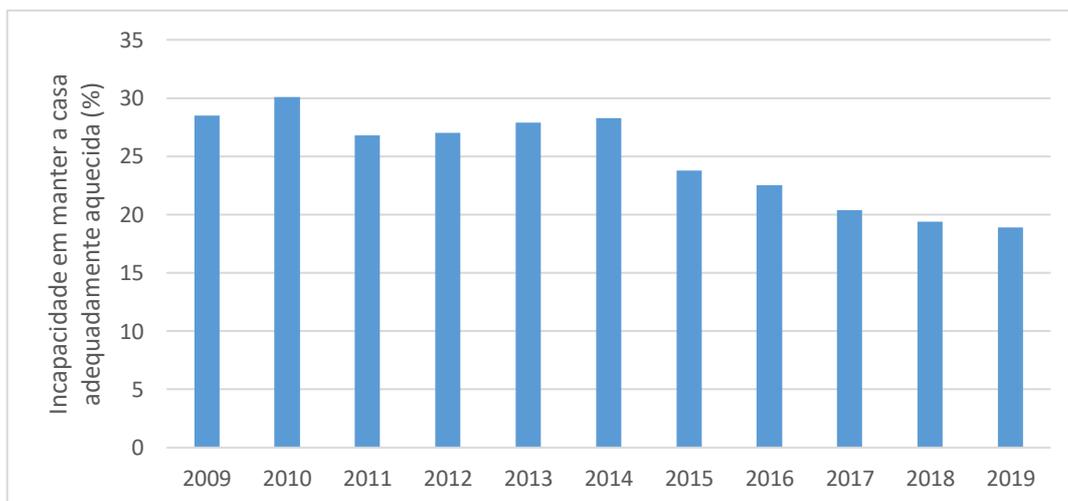
O predomínio da rodovia está associado à distorção dos investimentos no sector dos transportes, que nas últimas três décadas se concentraram na construção de infraestruturas rodoviárias. Baixa utilização do modo ferroviário no transporte de mercadorias é um sinal de falta de confiança no sistema, com razões fundadas: não há uma rede coerente. A sistemática desactivação de linhas e a falta de ligações que tornem a rede resiliente significam uma oferta pobre. Os operadores não são competitivos. Acresce que Portugal não está a cumprir os compromissos relativos ao *European Railway Traffic Management System* (ERTMS) — ou seja, não estamos de facto a integrar a rede europeia.

## 2.3 Pobreza energética

Embora não exista uma definição generalizada para pobreza energética, a importância e magnitude deste problema tem vindo a ser cada vez mais reconhecido. São também reconhecidas as suas consequências negativas, como graves problemas de saúde (física e mental) e isolamento social.

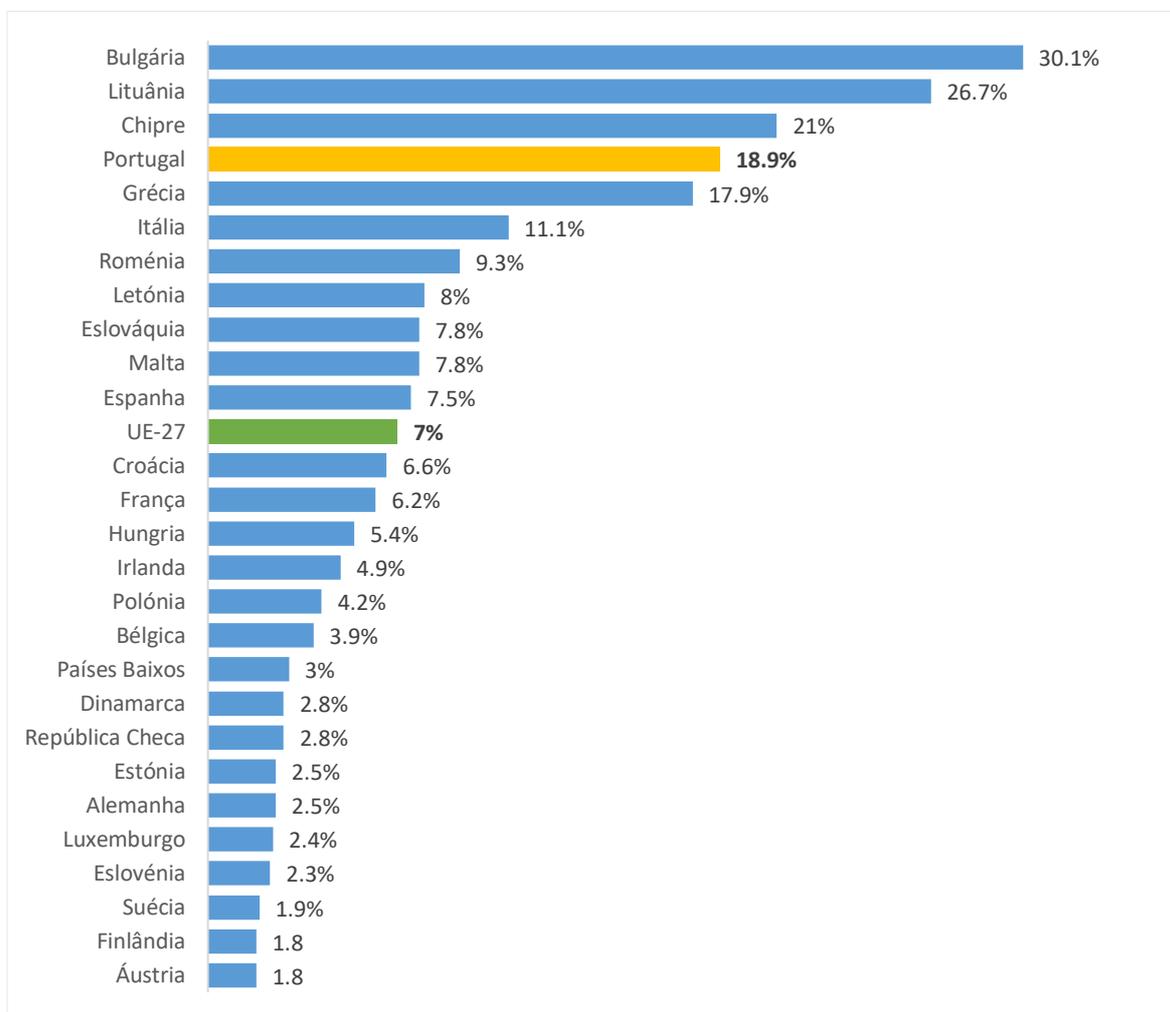
A pobreza energética é um problema complexo, multidimensional e dinâmico — não pode ser meramente encarada como uma dificuldade em pagar as contas de energia por famílias de baixos rendimentos. Por exemplo, existem agregados familiares que não têm esta dificuldade porque têm um "subconsumo" de energia, referido como "pobreza energética oculta" — simplesmente abdicam de consumir a energia. Outros, especialmente em zonas rurais, recorrem a lareiras ou braseiras tradicionais, aquecendo a casa à custa de riscos acrescidos para a saúde. Nos casos extremos, a pobreza energética pode implicar a falta de acesso a energia eléctrica, ou a dificuldade de obtenção de energia para cozinhar.

Nos climas temperados e frios, a manifestação mais comum de pobreza energética é a dificuldade em aquecer a habitação no Inverno, um problema que afecta 38 milhões de pessoas na UE (EC, 2020a). Em Portugal, de acordo com a informação do EUROSTAT, 19% dos agregados familiares declara ser incapaz de manter a sua habitação confortavelmente aquecida no Inverno (Figura 2.14).



**Figura 2.14 — Incapacidade das famílias portuguesas para aquecer devidamente a sua casa (fonte: Eurostat, 2020)**

Considerando a profusão de medidas no sector (da certificação energética aos programas de requalificação de edifícios), o progresso tem sido muito lento, o que demonstra a ineficácia das medidas tomadas nos últimos anos, que evidentemente não têm chegado à generalidade da população. Um edificado envelhecido com mau desempenho térmico, sistemas de climatização deficitários e baixa eficiência energética são factores que contribuem para a persistência do problema. Em 2019, Portugal era o 4º país mais desconfortável no Inverno de toda a União Europeia, menos mal apenas que a Bulgária, Lituânia e Chipre (Figura 2.15).



**Figura 2.15 — Incapacidade declarada em manter a habitação adequadamente aquecida na EU, ano 2019 (fonte: Eurostat, 2020)**

Outro aspecto da pobreza energética é a falta de acesso a ferramentas e medidas de eficiência energética. No contexto da transição energética, este aspecto é cada vez mais importante. A pobreza energética está vulgarmente associada a um círculo vicioso de problemas financeiros e de saúde física e mental — muitas famílias com baixo consumo de energia frequentemente vivenciam todos os tipos de pobreza na sua vida diária. Mas nem sempre: muitas famílias sofrem de pobreza energética escondida, porque compensam o mau desempenho térmico das suas casas com gastos elevados de energia, com níveis elevados de desperdício e redução de disponibilidade económica para outros fins.

Em síntese, a pobreza energética é um problema complexo, que afecta grande parte das famílias portuguesas, mas com uma grande variedade de situações concretas, que requerem respostas desenhadas à medida dessa variedade.

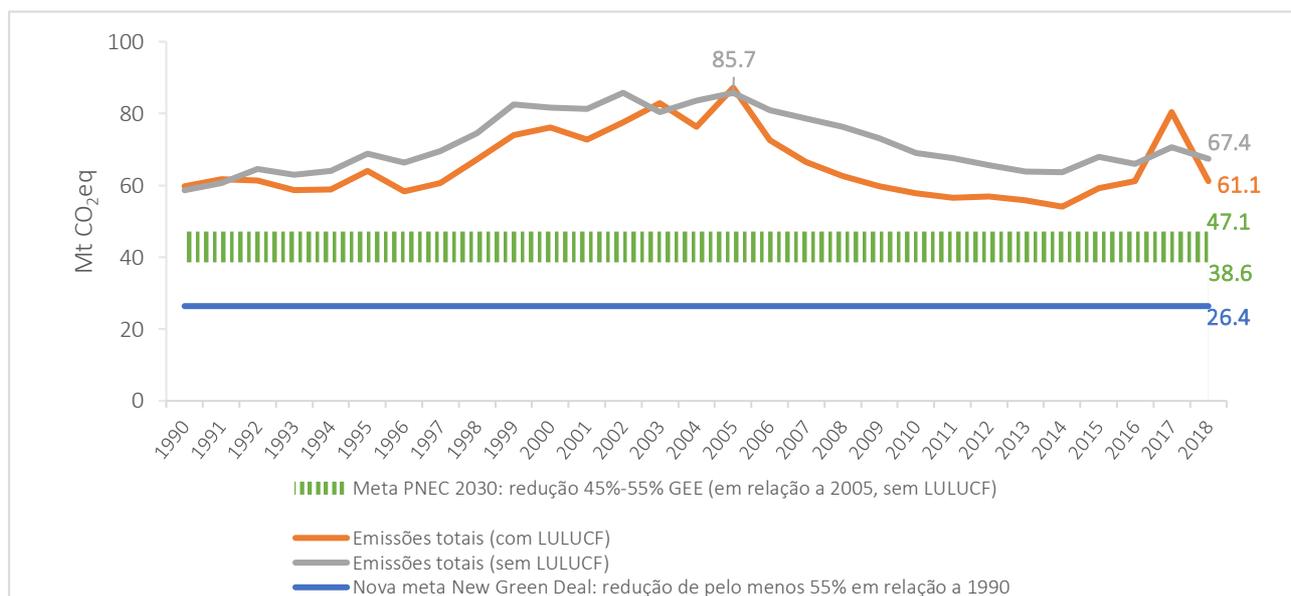
## 2.4 Emissões de GEE

O Acordo de Paris (UN, 2015) entrou em vigor em Novembro de 2016, um processo muito rápido que reflecte a gravidade do problema. Estabelece como objectivo, entre outros, limitar o aumento médio da temperatura global bastante abaixo dos 2 °C e prosseguir esforços para limitar o aumento médio da temperatura global a 1,5 °C. Para alcançar este objectivo, será necessário alcançar a neutralidade carbónica até 2050 a nível global, o que implica um esforço concertado de profunda transformação da sociedade, do sistema produtivo e dos

padrões de comportamento actuais. Mas os compromissos assumidos pelos diversos países até à data não permitem conter o aquecimento global dentro de 3 °C.

Até recentemente, a meta europeia era reduzir as emissões da UE em 40% até 2030, em relação aos níveis de 1990. O novo Pacto Ecológico Europeu (*European Green Deal*) (EC, 2019b), aprovado pelo Conselho Europeu em Dezembro de 2020 e enviado ao Parlamento Europeu no âmbito do processo de co-decisão, prevê já como nova meta uma redução de pelo menos 55% das emissões de GEE face a 1990.

A Figura 2.16 apresenta a evolução das emissões de GEE em Portugal, comparada com as metas estabelecidas pelo PNEC 2030 e pelo Pacto Ecológico Europeu.



**Figura 2.16 – Evolução das emissões de GEE e metas adoptadas pelo PNEC 2030 e Pacto Ecológico Europeu (adaptado de: APA, 2020, e PCM, 2020)**

À semelhança do observado na evolução dos consumos de energia, Portugal sofreu um aumento rápido das emissões de GEE até atingir um pico em 2005, altura em que se iniciou um percurso de decréscimo das emissões, apoiado pelas medidas já referidas acima. No entanto, desde 2015 é possível observar uma tendência de crescimento ou estagnação, associado à retoma económica e à insuficiência de medidas de eficiência energética e de descarbonização.

É relevante notar a grande diferença entre as emissões com ou sem uso do solo, indicadas pela sigla inglesa LULUCF (de *land use, land use changes and forestry*). Estas diferenças prendem-se com alguma acumulação de carbono na floresta em Portugal (embora com fiabilidade de informação insuficiente, como veremos adiante) e com os grandes incêndios florestais, um efeito especialmente notório nos anos 2003, 2005 e 2017.

Como se observa na Figura 2.16, Portugal está não só muito longe de atingir a meta para 2030, como não demonstra uma inversão da tendência recente de aumento de emissões de GEE. No ano 2020 houve uma redução, forçada pela pandemia, mas que não parece ter resultado até agora numa alteração estrutural. Para alcançar a redução de emissões e a desejada transição energética, será necessário desenvolver e implementar acções mais muito mais ambiciosas e eficazes.

## 3 Lições da avaliação das políticas de energia e clima

### 3.1 Políticas passadas

No primeiro relatório desta linha de investigação, "Estratégia energética alternativa: princípios e identificação de medidas" (Melo *et al.*, 2019), foi realizada uma análise sistemática das políticas de energia e clima do Estado Português desde 2005, bem como das distorções do mercado da energia, explicando os seus sucessos e insucessos. De seguida faz-se uma breve síntese desses resultados.

Historicamente, a política energética em Portugal tem sofrido inflexões frequentes causadas pelo contexto político, social e económico. Nos últimos 15 anos foram criados vários planos e programas nacionais, com os objectivos declarados de reduzir as emissões de carbono e a dependência externa e, nalguns casos, melhorar a eficiência energética: Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC: PCM, 2015), Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH: INAG/DGEG/REN, 2007), Estratégia Nacional para a Energia (ENE: PCM, 2010), Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis e Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAER 2020 e PNAEE 2016: PCM, 2013). Nunca existiu um plano nacional de mobilidade e transportes, havendo apenas planos rodoviários e planos de infraestruturas.

A eficácia destes esforços foi modesta, como se demonstrou no Capítulo 2. A perspectiva da oferta dominou sempre sobre a procura, e as opções políticas favoreceram as grandes empresas incumbentes, em detrimento do custo-eficácia. Os escassos incentivos à eficiência energética e os benefícios fiscais ao consumo de combustíveis fósseis em sede de ISP (imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos) favoreceram os consumidores intensivos de energia. A intensidade energética melhorou significativamente de 2005 a 2011, por força dos planos de racionalização de energia e modernização tecnológica; mas essa tendência abrandou durante a crise e estagnou desde 2013, devido à ineficácia das políticas vigentes.

A pretexto da crise, durante quase uma década foram suspensos os apoios ao isolamento térmico de edifícios. O programa "Casa eficiente", baseado em empréstimos bancários, não parece ter tido qualquer efeito relevante. No recente Programa "Edifícios mais Sustentáveis 2020/21", em Dezembro de 2020 tinham sido submetidas 4234 candidaturas, que "previsivelmente esgotam a verba de 4,5 milhões de euros, a dotação total para estes apoios" (FA, 2020). Admitindo que a totalidade das candidaturas seja para edifícios de primeira habitação, este programa beneficiará apenas 0,14% dos três milhões de famílias que vivem em habitações com más condições de comportamento térmico.

Os indicadores de energias renováveis melhoraram, especialmente graças ao programa eólico, e mais recentemente ao progresso da energia solar. Por outro lado, foram investidas verbas públicas avultadas em programas com muito má relação custo/eficácia, designadamente o PNBEPH, a electricidade da biomassa e o carregamento de carros eléctricos, entre outros (Melo *et al.*, 2019).

No domínio dos transportes, a situação não tende a melhorar. O recente congresso da ADFERSIT (2020), associação que estatutariamente se dedica à análise de sistemas integrados de transporte, foi omissivo no que respeita a alguns problemas reais de transporte, como o excesso de veículos automóveis na Área Metropolitana de Lisboa, a falta de sentido na construção da linha circular de Metropolitano, o fraco desempenho da todavia sobre-equipada rede fluvial, a necessidade de rebater para o sistema ferroviário as linhas internas aéreas Lisboa-Porto e Lisboa-Faro (para reduzir a pegada carbónica e aliviar a pressão na Portela), ou ainda as numerosas questões associadas à reabilitação do sistema ferroviário. Não existe doutrina consolidada nestes domínios, mas, tanto quanto é possível deduzir das soluções estudadas e instaladas noutros países de dimensão e cultura semelhantes à nossa, a melhor solução, segura e eficaz, para enfrentar a questão das alterações climáticas na área da mobilidade terrestre, passa pela instalação e cuidadoso funcionamento de redes ferroviárias de Alta Frequência, que sirvam os grandes geradores de tráfego urbano, complementadas na rede capilar por meios suaves.

Em meio urbano e periurbano os países de cultura germânica instituíram comunidades de transporte multimodais, que funcionam há mais de 50 anos com estabilidade e agrado das populações e cuja adopção se recomenda para Portugal – até porque a nossa situação financeira, já muito precária, tende a agravar-se e o transporte urbano e suburbano é, comprovadamente, um serviço deficitário cujo financiamento tem de merecer especial atenção.

A Lei de Bases dos Transportes Terrestres (Lei 10/90, de 17 de Março) está manifestamente desactualizada. Além da evolução técnica verificada nas diferentes áreas em presença – rodovia, ferrovia, fluvial – ocorreram numerosos outros fenómenos que modificaram o quadro da mobilidade – e até da necessidade da mobilidade – como o cartão de débito, a internet, o telemóvel, o smartphone, a rede de autoestradas. Impõe-se a sua actualização, especialmente porque a recente pandemia modificou profundamente hábitos e rotinas e ativou o teletrabalho, a tele-reunião e o *take way*. Esta é a verdadeira revolução digital.

Os instrumentos PNAC, ENE, PNAER e PNAEE foram sucedidos e substituídos pelo Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC: PCM, 2020), obrigatório no quadro da legislação comunitária. Há ainda a considerar o Programa Nacional de Investimentos 2030 (PNI: GRP, 2020), que define opções de investimento e um envelope financeiro, que acabam por condicionar as opções e prioridades de política energética.

Em síntese, da análise histórica desenvolvida sobre as políticas de energia e clima em Portugal sobressaem as seguintes fragilidades recorrentes:

- 1) A continuada elevada dependência energética do País, que se mantém nos 75%;
- 2) As múltiplas distorções no mercado energético, muitas delas incentivos perversos, ascendendo em 2019 a quase 3900 M€;
- 3) A falta de ambição e de eficácia nos apoios à eficiência energética, em todos os sectores, em especial nos edifícios, indústria e transportes, com incentivos inexistentes ou inadequados;
- 4) O escasso progresso em direcção aos sistemas energéticos inteligentes, com apoio marginal à produção descentralizada de energia;
- 5) Os maus indicadores de desempenho dos transportes, com políticas históricas frontalmente contrárias aos objectivos declarados de política ambiental, climática e energética;
- 6) A crónica falta de atenção aos conflitos entre as políticas energéticas e as políticas de gestão da água, biodiversidade e território;
- 7) A prevalência de situações de pobreza energética, que atingem um quinto da população portuguesa;
- 8) A complexidade, opacidade, e falta de avaliação *ex-post* das políticas e planos no domínio da energia e clima.

### 3.2 Breve apreciação do PNEC 2030

O Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030) foi publicado em Julho de 2020, após um processo de consulta pública alvo de debate significativo. Considera-se especialmente relevante a posição do Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (CNADS, 2019).

Como aspectos positivos importantes do PNEC 2030 devemos salientar:

- Os objectivos declarados, as linhas de intervenção e as orientações gerais do PNEC 2030 são adequados;
- O PNEC 2030 reconhece a necessidade de uma mudança de paradigma, no sector energético e noutros domínios essenciais, como a economia circular e o ordenamento do território, incluindo a necessidade de avançar para uma reforma fiscal ambiental, em particular a taxação do carbono.

Como limitações do PNEC 2030 devemos destacar:

- Não há enquadramento numa perspectiva de sustentabilidade, continuando a admitir-se o crescimento sem limites da economia (e a implícita degradação de recursos naturais). Não é

questionado o paradigma do estilo de vida consumista. Não há indicadores ambientais para além da emissão de GEE, designadamente em matéria de uso do solo e biodiversidade;

- As metas de descarbonização terão de ser revistas à luz do Pacto Ecológico Europeu;
- As metas para a eficiência energética são muito pouco ambiciosas, desprezando os efeitos da evolução tecnológica e institucional, da mudança de comportamentos e do preço da energia. A alegada prioridade a esta dimensão não tem expressão ao nível das medidas;
- Genericamente, as medidas são apresentadas de forma muito superficial; na maioria das dimensões, as linhas de intervenção preconizadas não vão além de orientações genéricas.

Em síntese, as medidas contidas no PNEC não permitem cumprir várias das metas definidas no próprio PNEC, e muito menos as metas mais ambiciosas decorrentes do Acordo de Paris e do Pacto Ecológico Europeu.

### 3.3 Breve apreciação do PNI 2030

O Programa Nacional de Investimentos 2030 (PNI 2030) foi apresentado pelo Governo e publicado em Outubro de 2020, após um processo de consulta pública. De entre os contributos para o PNI 2030, merece destaque o parecer do Conselho Superior de Obras Públicas (CSOP, 2020), pela sua abrangência e profundidade. Este parecer é especialmente crítico quanto a diversas incoerências internas e à insuficiência de informação sobre muitos dos projectos e programas do PNI 2030.

#### 3.3.1 Apreciação geral

1. *O PNI 2030 declara bons objectivos estratégicos, mas graves limitações metodológicas.* Os objectivos estratégicos declarados no PNI 2030 — Coesão, Competitividade e inovação, e Sustentabilidade e acção climática — são fundamentais e estão em linha com outros documentos programáticos nacionais, como o Programa Nacional da Política do Ordenamento do Território (PNPOT) e o Roteiro para a Neutralidade Carbónica (RNC 2050). O PNI 2030 tem o mérito de fazer um esforço de inventariação de intenções de projecto. Mas sofre de falhas metodológicas fundamentais, acabando por não dar resposta aos objectivos declarados.

2. *O PNI 2030 tem uma perspectiva de sustentabilidade fraca.* Na generalidade dos domínios, o PNI 2030 propõe apenas melhorias incrementais, quando precisamos de novos paradigmas; é totalmente acrítico quanto ao paradigma dominante de crescimento e consumismo; desconhece o conceito de parcimónia; enuncia, mas na prática subvaloriza, toda a problemática da eficiência (na água, na energia, na mobilidade, na economia circular).

3. *O PNI 2030 é incoerente.* O PNI 2030 apenas apresenta metas muito gerais, em linha com documentos programáticos pré-existentes. Mas não actualiza essas metas em função de novos dados como a pandemia, a crise económica ou o Pacto Ecológico europeu. Algumas das metas são muito pobres, e sobretudo não há qualquer coerência ou ligação entre as metas gerais indicadas no Capítulo 2 do relatório e o desempenho efectivo dos projectos, que é desconhecido. Muitos projectos não têm objectivos claros ou são contrários aos objectivos estratégicos declarados.

4. *O PNI 2030 não contém definição de prioridades.* O PNI 2030 não tem critérios para a definição de prioridades, nem globalmente nem sectorialmente. Se todos os projectos listados fossem considerados elegíveis, não haveria meios financeiros, nem capacidade para os concretizar até 2030. Não há coerência nacional. Esta incoerência veio agravar-se com a crise económica e os novos desafios gerados pela pandemia de Covid-19.

5. *O PNI 2030 não apresenta qualquer análise de opções.* A pobreza doutrinária do PNI 2030 é particularmente evidente na falta de comparação de abordagens alternativas por objectivos ou metas, e.g.: optimização de operação das infraestruturas existentes versus construção de novas infraestruturas; ferrovia

versus rodovia; eficiência energética ou hídrica versus nova produção; comparação de diferentes modelos de ocupação do território. A comparação entre soluções é essencial, mas no PNI 2030 é ausente ou não justificada.

6. *O PNI 2030 não apresenta qualquer análise de conflitos.* A ausência de análise de conflitos é conceptualmente preocupante e dificulta a avaliação dos projectos. Os projectos são alegremente listados como se fossem todos compatíveis entre si: por exemplo, a descarbonização conflitua com os desígnios de expandir as operações aeroportuárias e a rede rodoviária de grande capacidade; a ampliação do regadio conflitua com a biodiversidade, com a captura de carbono e com a melhoria da qualidade da água.

7. *A maioria dos projectos do PNI 2030 apresenta caracterização muito insuficiente.* No PNI 2030 só temos uma descrição genérica e uma orçamentação dos programas ou projectos. Não há definição clara de metas, eficácia, análise de conflitos, identificação de impactes ambientais e sociais, modelo de financiamento, custos de oportunidade ou análise de custo-eficácia.

8. *O PNI 2030 não é um programa de investimentos, mas de construção.* O PNI 2030 mantém a vocação dos anteriores planos nacionais de infraestruturas, focando-se quase exclusivamente nas obras pesadas. Subvaloriza a dimensão operacional e despreza totalmente as dimensões territorial e educacional. É totalmente omissa sobre os investimentos necessários à alteração do padrão de uso do território para inverter as tendências de desertificação, perda e empobrecimento do solo, risco de incêndios e perda de biodiversidade, apesar de estas dimensões serem essenciais para os objectivos declarados; são igualmente omissas as infraestruturas de educação e informação. O PNI 2030 não é um programa nacional de investimentos, é um programa de construção civil com escassa coerência nacional.

Em conclusão (e sem prejuízo da relevância de muita da informação nele contida), enquanto ferramenta programática para orientar os investimentos do País para a próxima década, o PNI 2030 não é de todo adequado.

### 3.3.2 Apreciação dos sectores 'Energia' e 'Transportes e mobilidade'

Não existe no PNI 2030 uma visão integrada energia-clima. É omissa em relação a toda a problemática dos instrumentos económicos da energia, incluindo a necessidade de criar uma taxa de carbono e os incentivos fiscais à eficiência. O PNI 2030 refere, mas trata de forma superficial, as outras dimensões da crise climática, do uso do território às necessidades de adaptação.

A questão-chave no sector da Energia é a eficiência energética. A prioridade à eficiência energética é assumida conceptualmente no PNEC 2030, ainda que de forma fraca ao nível dos compromissos e medidas concretas. Mas esta dimensão é grosseiramente subvalorizada no PNI 2030. Os investimentos previstos são muito aquém do necessário; as metas são definidas de forma errada (como poupanças em relação a uma previsão virtual, quando deviam ser expressas em intensidade energética e carbónica).

O PNI 2030 prevê 2000 M€ em 10 anos (200 M€/ano) para a promoção de eficiência energética nos edifícios e sectores de actividade (excluindo infraestruturas de transportes). Como veremos adiante, o investimento público mínimo necessário em eficiência, para alavancar investimentos privados que permitam cumprir os compromissos presentes, será pelo menos 5,5 vezes superior, na ordem dos 1100 M€/ano. Há ainda a considerar o método de distribuição das verbas: o PNI 2030, tal como as políticas energéticas tradicionais, aposta em esquemas de subsídios — quando a experiência nacional e internacional demonstra que os incentivos fiscais são mais eficazes, desburocratizados, equitativos e resistentes ao tráfico de influências (Melo *et al.*, 2019).

Já o investimento público em redes e em nova produção parece sobredimensionado no PNI 2030, pois será desnecessário num cenário de verdadeira aposta na eficiência energética. Exemplos:

- O PNI 2030 atribui 8 150 M€ para produção de "gases renováveis" (incluindo hidrogénio) e energias oceânicas. Estamos a falar de tecnologias não comerciais que carecem de investigação, desenvolvimento e demonstração, que merecem certamente ser apoiadas, mas não se compreende como a esta magnitude;
- O PNI 2030 atribui 1 084 M€ para interligações eléctricas nacionais e internacionais, quando já cumprimos hoje a meta de 15% de interligação e temos um mercado ibérico da electricidade plenamente integrado; certamente desnecessário num cenário de expansão dos *prosumers* e redução de necessidades de rede de longa distância (em especial a ligação a Marrocos carece totalmente de fundamento);
- O PNI 2030 atribui 631 M€ para GNL marítimo e redes de gases: isto parece um balão de oxigénio para tecnologias convencionais, na esperança de que no futuro os ditos gases sejam sustentáveis.

Curiosamente, o PNI 2030 não diz uma palavra sobre o lítio. Seria interessante dotar os laboratórios nacionais de meios para uma prospecção adequada, de modo a conhecermos os nossos recursos para suportar decisões futuras sobre a sua eventual exploração.

Embora no PNI 2030 a ferrovia seja assumida, e bem, como uma prioridade, não emerge qualquer visão estratégica. O PNI 2030 não contém uma doutrina geral de aplicação da ferrovia. Não sabemos qual a rede-alvo a médio e longo prazo, ou quais as prioridades de investimento. Não há comparação entre modos de transporte, ou de optimização da operação versus nova infraestrutura — nem à escala nacional, nem por tipologia de serviço, nem à escala do projecto. Hoje, em Portugal, muitas das insuficiências do serviço ferroviário devem-se à falta de material circulante conjugada com a má qualidade dos horários; o PNI 2030 é omissivo sobre esta questão. Já quanto ao transporte de mercadorias, o PNI 2030 parece algo voluntarista, com justificações por vezes superficiais, e sem preocupações evidentes de custo-eficácia.

Antes de listar investimentos, é essencial definir, de forma fundamentada, metas e requisitos para os serviços de transporte público, matéria da responsabilidade das autoridades; sem prejuízo de a operação poder ser concessionada. Esta questão é particularmente importante nos transportes urbanos e suburbanos e na longa distância, que devem ter uma lógica de serviço público essencial à vida das cidades, e não uma perspectiva meramente comercial. Uma análise preliminar da listagem de projectos do PNI 2030 sugere que os modos rodoviário, portuário e aeroportuário estarão sobredimensionados, não foram optimizados numa lógica de complementaridade, e não estão ancorados na rede ferroviária, que devia ser a espinha dorsal do sistema de transporte de longa distância. Dois exemplos:

- O PNI 2030 propõe a construção de travessias dos braços de rio entre o Seixal, Barreiro e Montijo, com o pretexto do novo aeroporto do Montijo, cuja viabilidade já era fortemente contestada antes da pandemia, e neste momento é um projecto praticamente descartado;
- O PNI 2030 propõe 1625 M€ de investimento em rodovias, sem fundamentação da necessidade ou indicadores de desempenho dos projectos listados.

### 3.4 Prioridades para uma nova política

Dos princípios e da análise desenvolvidos acima resulta a identificação das seguintes prioridades e modos de intervenção, que são os pilares de uma nova estratégia de política energética para Portugal:

- **Eficiência energética.** Seria possível gastarmos hoje menos 25 a 30% da energia, em todos os sectores, de forma economicamente viável e sem perda de conforto. Com medidas ambiciosas e mudança de hábitos, é possível ir muito além. É a melhor forma de iniciar a transição energética;
- **Energia renovável descentralizada.** Está em causa não apenas alterar a tecnologia, mas também o paradigma de organização do sistema energético: no futuro, cada um de nós será um produtor-consumidor, um dos nós de uma rede energética inteligente;

- **Mobilidade mais sustentável.** A mobilidade é uma componente essencial da nossa vida e dos impactes do sector energético. Ainda que seja necessário investimento significativo, os problemas principais deste sector não são de infraestruturas, mas sim de mentalidade e organização;
- **Combate à pobreza energética.** Esta problemática impôs-se como prioritária no decorrer do trabalho, dado o elevado número de famílias afectadas e a ineficácia das ferramentas convencionais;
- **Nexus energia-clima-água-biodiversidade.** Energia, água e biodiversidade têm em comum a escassez, a transversalidade na economia, e conflitos de uso. Este *nexus* é crucial tanto para concretizar a descarbonização como, de forma mais geral, para o caminho da sustentabilidade;
- **Ferramentas apropriadas.** Tanto na filosofia como no desenho de medidas específicas, é essencial recorrer às ferramentas adequadas: conhecimento, incentivos económicos, regulamentação.

## 4 Uma nova estratégia energética

### 4.1 Eficiência, eficiência, eficiência

A importância da eficiência energética é reconhecida a nível global. De acordo com o 5º Relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014), o cenário mais favorável do ponto de vista económico traduz-se globalmente pelo decréscimo no investimento anual no sector dos combustíveis fósseis, e pela aposta no investimento em fontes de energia com baixas emissões de CO<sub>2</sub>, e em eficiência energética, sendo neste factor que se regista o maior incremento desejável no fluxo de investimentos. Já em 2010, o *World Energy Outlook* previa uma contribuição substancial da eficiência energética na redução das emissões de CO<sub>2</sub>, uma perspectiva que se mantém em 2018 (IEA, 2010 e 2018).

As crises energéticas dos anos 70 do século passado serviram de alerta, motivando a economia global para a necessidade de melhorar a eficiência energética. Desde então têm-se observado ganhos notáveis na eficiência, particularmente no Japão e na Europa Ocidental. No entanto, Portugal tem acompanhado esta tendência lentamente, verificando-se na última década uma estagnação da intensidade energética, conforme discutido nos Capítulos 2 e 3.

Recordemos que, em Portugal, as poupanças potenciais de energia com medidas de eficiência economicamente interessantes atingem, em todos os sectores, 20% a 30% dos consumos actuais (Melo *et al.*, 2019). Os potenciais de poupança tecnológicos atingem frequentemente números próximos dos 50%, embora saibamos que melhorias deste nível são difíceis de atingir por condicionantes logísticas ou económicas. Estes números emergem tanto na informação estatística como na literatura científica e em documentos programáticos como o PNEC 2030 e o RNC 2050.

É importante notar que as estimativas dos potenciais de poupança identificados por múltiplos autores, quer em auditorias e estudos de caso, quer em estudos sectoriais, mantêm-se em níveis percentuais semelhantes ou até crescentes ao longo da última década e meia. Isto significa (i) que a inovação tecnológica tem vindo a acompanhar ou a superar os ganhos de eficiência que se têm concretizado, e (ii) que o passo de adopção de tais medidas tem sido bastante lento.

Do diagnóstico feito e da análise de políticas passadas emergem três conclusões essenciais:

- Está disponível em Portugal um enorme potencial de poupança de energia;
- No sector energético, as medidas de eficiência são as que demonstram melhor relação custo-eficácia para cumprir objectivos de descarbonização, e melhor desempenho ambiental e social;
- Este potencial nunca foi concretizado porque os principais interessados não dispõem do conhecimento, organização ou meios financeiros para concretizar ou investimentos necessários.

A eficiência deve, portanto, ser assumida como a primeira prioridade das políticas nacionais de energia e clima, e deve necessariamente alcançar todos os sectores da sociedade. É necessário criar um pacote integrado de medidas que promovam o potencial de eficiência energético, com uma forte componente de incentivos financeiros bem desenhados (um dos aspectos que falhou redondamente nas últimas décadas), complementado por medidas específicas de outra natureza (regulamentares, promoção da informação e organização). O desenho das medidas de incentivo deve obedecer a critérios claros:

- Devem ser financiadas medidas e acções com benefícios públicos claros, e cujos beneficiários não tenham capacidade económica para as concretizar;
- Tecnologias emergentes devem ser financiadas apenas para ultrapassar barreiras de entrada no mercado, devendo esse financiamento ser descontinuado quando deixar de ser necessário;
- Medidas com alta rentabilidade (períodos de retorno inferiores a 3 anos) não devem ser financiadas;
- A tipologia de medidas deve ser a mais simples e eficiente para cada fim em vista, privilegiando-se sempre que possível os instrumentos fiscais.

## 4.2 Energia renovável descentralizada

A aposta nas energias renováveis descentralizadas é uma peça fulcral no contexto de uma transição energética justa, e está também intimamente ligada à problemática da pobreza energética. A oferta de energia sustentável disponível na quantidade certa, na hora certa e no lugar certo, e acessível para todos os segmentos da sociedade, acarreta indubitavelmente grandes benefícios sócio-económicos. As energias renováveis descentralizadas têm o potencial de fornecer electricidade de acordo com a procura do utilizador; a implementação de sistemas descentralizados cria empregos relacionados com a montagem, distribuição, instalação e manutenção de equipamentos, e é também uma oportunidade de geração de rendimentos quer para os sectores económicos quer para as famílias (IRENA, 2017).

Sabemos que as grandes centrais fotovoltaicas podem gerar conflitos significativos, pois competem com a agricultura, a floresta e a conservação da Natureza. Este problema desaparece no caso do fotovoltaico descentralizado, que usa edifícios e estruturas já existentes. Pode haver conflitos ocasionais (p.e. traça arquitectónica em centros históricos, excesso de reflexos), mas são mais simples de resolver. A geração descentralizada tem ainda a importante característica de quase eliminar as perdas no transporte (que hoje desperdiçam 10% da electroprodução), uma significativa vantagem técnica e económica a prazo.

A legislação europeia já exige que os edifícios públicos aprovados desde 2019 e todos os edifícios a partir de 2021 sejam concebidos para um balanço energético pelo menos nulo. De entre as variadas tecnologias destaca-se o aproveitamento de energia solar, térmica ou fotovoltaica. Estudos recentes (PCM, 2019; Marques *et al.*, 2020) indicam que as energias descentralizadas, em especial solar, têm um potencial muito significativo, capaz de satisfazer a curto prazo uma parte importante das necessidades de energia do País. A análise de Dias (2020) indica que nas nossas cidades é possível produzir electricidade fotovoltaica equivalente a 2,5 vezes o consumo da habitação e serviços.

Está em causa não apenas alterar a tecnologia de geração de energia, mas também o paradigma de organização do sistema energético. Adota-se a visão de que no futuro teremos redes energéticas inteligentes, recorrendo à nova geração de tecnologias de informação: cada um de nós (famílias, empresas, instituições) será um produtor-consumidor ou *prosumer*. Este novo modelo é muito mais resiliente e eficiente que o modelo actual. Com um futuro incerto face a ameaças como os fenómenos climáticos extremos ou a pandemia, a resiliência tornou-se um activo extremamente importante. A aposta na descentralização é também um avanço na democratização do sistema energético: tem o mérito de conferir autonomia e capacidade decisória aos pequenos consumidores (famílias e pequenas e médias empresas), tornando-os verdadeiros parceiros do sistema energético, em vez de consumidores passivos; e contraria o peso excessivo que as grandes empresas têm tido em matéria de políticas de energia.

Com a tecnologia presente, a geração fotovoltaica descentralizada tem, no entanto, uma limitação relevante: os custos de investimento unitários (por kWh produzido) são superiores, e conseqüentemente as rentabilidades menos interessantes, que na geração centralizada. Daqui decorre a necessidade e importância da criação de medidas de incentivo em larga escala, de apoio à geração descentralizada de energia, em especial solar térmica e fotovoltaica, junto dos segmentos da sociedade sem capacidade financeira para o conseguirem sozinhos — famílias e pequenas empresas, em especial de comércio e serviços. O apoio financeiro tem de ser complementado com legislação que facilite a criação de comunidades de *prosumers*, e com gabinetes de apoio local como os propostos p.e. por Sequeira e Melo (2020).

Quanto ao fotovoltaico centralizado, tal como a energia eólica, geotérmica e outras, tem virtudes e limitações. Não deve ser subsidiado pelo erário público (pois já é rentável sem qualquer apoio) e deve ser sujeito a avaliação de impactes ambientais como qualquer outro projecto industrial. Poderá ser útil uma avaliação ambiental estratégica que estude as prioridades de localização de tais centrais.

### 4.3 Mobilidade mais sustentável

Como contributos para uma doutrina de mobilidade podemos apontar os seguintes pontos-chave:

1 – Promover uma revisão profunda da **Lei de Bases dos Transportes Terrestres** tendo em vista não só a sua indispensável actualização, mas também procurando adaptá-la a uma nova realidade de descarbonização acelerada do sector:

- a) Assumir que o transporte público, em especial o urbano/suburbano e o transporte ferroviário de passageiros de longa distância, é um serviço público essencial (ao mesmo nível da água, energia e telecomunicações), e como tal tem de ser assegurado ou fortemente regulado pelas autoridades, com o financiamento e o nível de decisão adequados;
- b) Criar um plano nacional de mobilidade, assumidamente intermodal, cuja espinha dorsal seja a ferrovia; este plano tem de ser construído com forte envolvimento das partes interessadas (sociedade civil nos domínios do ambiente e dos utilizadores dos transportes, empresas do sector);
- c) Definir objectivos e metas claras, e padrões de qualidade de serviço, para todas as obras e concessões de serviço público, vinculativos nas fases de projecto, obra e operação;
- d) Assumir que os transportes não são primariamente um problema de infraestrutura, mas sim um problema de planeamento e de necessidades de serviço, ao qual se têm de subordinar as vias (com a respectiva sinalização e sistemas de segurança) e, no caso dos transportes públicos, os terminais intermodais, os veículos, as redes e os horários;
- e) Garantir que qualquer nova obra (incluindo obras ainda em processo de decisão ou avaliação) é sujeita a uma avaliação rigorosa de impactes ambientais e sociais e custo-eficácia, conforme os objectivos e metas definidos.

2 – Elaborar um “envelope” de diplomas e planos que dê corpo à decisão da UE de definir 2021 como **Ano Europeu do Transporte Ferroviário**:

- a) Plano de Exploração Ferroviária para 2030, criando horários coerentes: em particular, equacionar um horário conjugado a nível nacional de todo o serviço ferroviário intercidades;
- b) Programa de homogeneização de velocidades na rede: sugere-se como base de discussão 160 km/h para passageiros;
- c) Plano de Investimentos ferroviários: apostar na electrificação e modernização da rede, de forma coerente, planeando todas as novas intervenções ferroviárias intercidades para utilização à velocidade de serviço padrão, se necessário realizando rectificações pontuais do traçado; prevendo sempre a fácil adaptação (não necessariamente imediata) para o padrão europeu ERTMS;
- d) Equacionar a reabertura ao serviço de arcos de rede e ramais encerrados à exploração;
- e) Alterar a organização do serviço ferroviário de longo curso, elegendo o conjunto Roma-Areeiro/Entrecampos/Sete Rios como a grande estação central de Lisboa e do País;
- f) Recriar a indústria de equipamento ferroviário, sugerindo-se como objectivo estratégico o fabrico de "uma automotora que dê para tudo", com padrões de serviço claros e com um programa industrial a longo prazo (pelo menos uma década);
- g) Alterar a estrutura orgânica do sector, nomeadamente separando a gestão dos investimentos na rodovia e na ferrovia e recriando um órgão de regulação e planeamento ferroviário, restaurando uma cultura ferroviária que está em risco de se perder.

3 – Estudar o modelo institucional e funcional das **Comunidades de Transportes** (ver por exemplo os casos alemão e suíço) com vista à sua aplicação em Portugal, equacionando em particular:

- a) Promover a ferrovia urbana e suburbana nos modos apropriados a cada cidade ou área metropolitana, aproveitando de forma custo-eficaz os corredores e infraestruturas já existentes, e otimizando as interfaces intermodais, em especial a complementaridade com os modos rodoviários, fluvial e os vários modos suaves;

- b) Estudar a possibilidade de criar uma rede dedicada exclusivamente aos transportes escolares para dissuadir o uso do automóvel privado nessa função.

Do diagnóstico apresentado no Capítulo 2 e da doutrina de mobilidade agora proposta decorrem orientações concretas para as políticas de energia e transportes. O sector dos transportes necessita de ser muito apoiado pelo Estado, mas de forma selectiva e certamente diferente do que foi praticado no passado.

No presente relatório aprofundamos apenas uma parte da problemática dos transportes: concretamente, os incentivos operacionais a uma mobilidade mais sustentável. Transportes públicos acessíveis e de alta qualidade (entenda-se fiabilidade e frequência) são essenciais à equidade social, ao bom funcionamento das cidades e ao cumprimento de metas de descarbonização. Daqui decorre a necessidade de cofinanciar regularmente os custos operacionais do serviço público de transportes.

Complementarmente, as políticas públicas devem desincentivar o uso desnecessário do automóvel individual, pois sabemos que esta será sempre uma das principais componentes da nossa pegada ambiental (Ferreira *et al.*, 2019). Propostas nestas matérias são discutidas adiante neste relatório.

Os investimentos em infraestruturas de transportes, em especial nas redes urbanas/suburbanas intermodais e na rede ferroviária de longo curso, devem ser assumidos como uma responsabilidade do Estado. É uma matéria complexa, cujo detalhe está fora do âmbito do presente relatório. Assume-se, ainda assim, que irá haver melhorias neste sentido, uma vez que parte das orientações aqui defendidas já consta em documentos programáticos europeus e nacionais, como o Pacto Ecológico Europeu e o PNEC 2030.

#### 4.4 Combate à pobreza energética

A pobreza energética tem um efeito significativo sobre a saúde física e mental, a vida social e as oportunidades de trabalho das pessoas que dela sofrem. Não é apenas um problema social ou de política energética — é também uma questão de saúde pública e de garantir condições de vida dignas.

Em Portugal podemos identificar três grandes causas de pobreza energética (que se conjugam em alguns agregados familiares, mas podemos encontrar todas as combinações):

- Famílias de muito baixos rendimentos, para quem o consumo de energia se torna quase um luxo. Temos aqui uma situação associada ao círculo vicioso da pobreza (uma combinação de renda familiar, nível de educação, condições de saúde e factores sociodemográficos), que é essencial ter em consideração, mas cuja análise detalhada não cabe no presente trabalho;
- Habitações com mau ou muito mau desempenho térmico, que representam 75% dos fogos de primeira habitação em Portugal, cerca de 3 milhões de famílias (Lopes e Melo, 2011). Temos uma causa histórica geral, que foi o grande surto de construção apoiado em políticas públicas dos anos 70 a 90, a maioria de má qualidade, agravada por diversas circunstâncias: desaparecimento do mercado de arrendamento, falta de manutenção dos edifícios, falta de incentivos credíveis para a requalificação, falta de motivação ou de meios financeiros para investimento pelas famílias;
- Falta de informação: há hoje muitas soluções disponíveis no mercado, com boa relação custo-eficácia, mas que muitas famílias simplesmente desconhecem.

Podemos distinguir uma grande variedade de circunstâncias familiares, das quais podemos tipificar algumas, identificando as medidas mais eficazes para as enfrentar:

- 1) Famílias de classe média, proprietárias da casa onde vivem, que tem mau comportamento térmico (classe C ou D) e por isso são desconfortáveis — cerca de 2 milhões de famílias em Portugal. Solução mais simples e eficaz: incentivos fiscais para as famílias investirem na beneficiação da sua casa;
- 2) Famílias vivendo em casa alugada, com mau comportamento térmico e défice de manutenção. Em grande parte dos casos trata-se de famílias idosas ou de rendimentos médio-baixos e, portanto, com dificuldades acrescidas na procura de soluções. Na maioria dos casos, os senhorios não estão

interessados em obras de beneficiação, porque nada têm a ganhar com isso. O estado destas casas é muito variável, bem como os rendimentos familiares. Esta é uma das situações mais complexas, porque implica uma análise caso a caso, quer técnica quer de determinação do nível de apoio público necessário. Pode haver vários enquadramentos institucionais, mas será quase sempre necessário um co-financiamento público significativo;

- 3) Famílias de baixos rendimentos que vivem em habitação social, sendo o proprietário uma instituição pública. A maioria destas habitações têm muito fraca qualidade. Conforme as circunstâncias locais, há dois tipos de solução: realojamento em habitação moderna devoluta; ou obras profundas de requalificação dos edifícios;
- 4) Famílias que antes da crise económica e da pandemia tinham uma vida normal, mas que agora passam privações por situações de desemprego. Aqui a solução passa pelo co-financiamento transitório de consumos essenciais de energia por um período limitado.

Não iremos analisar em detalhe o caso (4), que é mais do foro da segurança social que da política energética. Nos casos (1), (2) e (3), os requisitos técnicos são semelhantes: trata-se de requalificar edifícios de habitação, uma matéria abundantemente estudada e com um mercado emergente. Já os requisitos organizacionais para a implementação prática são completamente diferentes.

Para o caso (1) a solução é relativamente simples — incentivos fiscais — como foi demonstrado com sucesso em muitos países, incluindo Portugal. Os casos (2) e (3) são mais complexos, quer porque os níveis de participação pública necessários serão, em média, muito superiores, quer pela multiplicidade de circunstâncias técnicas, sociais e económicas. Será sempre necessário colocar no terreno equipas multidisciplinares que façam uma análise técnico-económica caso a caso e prestem apoio social quando necessário. Será necessária uma gestão de proximidade, o que implica envolver as autarquias locais, e em muitos casos estabelecer parcerias com organizações da sociedade civil que conheçam intimamente a realidade no terreno. No caso das casas arrendadas, poderá ser necessário algum ajuste da legislação.

O que **não** é de todo apropriado é baixar de forma generalizada os preços da energia. Isso seria um erro crasso, porque daria ao mercado o sinal oposto ao pretendido, e diminuiria a rentabilidade das medidas de eficiência. Em matéria de preços da energia devem ser tomados dois tipos de medidas:

- Genérico — rever o regime tarifário, tornando-o progressivo em vez de regressivo (ou seja, penalizando o desperdício e os usos sumptuários), e contemplando tarifas sociais, mais bem ajustadas à realidade do que o modelo actual;
- Específico — identificar situações concretas de pobreza energética (não cobertas pela requalificação das habitações e regime tarifário) e estabelecer medidas de apoio social a essas famílias (caso 4).

#### 4.5 Nexus energia-clima-água-biodiversidade

Energia, água e biodiversidade são recursos naturais essenciais, transversais a toda a actividade humana. Têm em comum a interligação com o clima, a escassez, a transversalidade na economia, e frequentes conflitos de uso. Alguns exemplos de conflitos neste *nexus*:

- O malfadado Programa Nacional de Barragens, a pretexto de evitar emissões de GEE, levou à destruição de alguns dos mais importantes ecossistemas fluviais de Portugal. Concretizaram-se 4 das 10 barragens previstas, no meio de controvérsia e conflitos recorrentes, até ao encerramento do programa em 2019 (Melo e Brazão, 2016; Melo *et al.*, 2019);
- Há quem assuma que as pequenas centrais hidroeléctricas têm baixo impacte ambiental. Mas na verdade o impacte destes empreendimentos é muito variável, dependendo das condições locais, da eficácia das medidas de mitigação, e dos impactes cumulativos à escala da bacia hidrográfica; além de que em muitos casos têm uma fraca relação eficácia/custo (Melo *et al.*, 2020).
- O recente episódio do massacre de 540 animais de espécies cinegéticas, na Herdade da Torre Bela, parece ter sido motivado pela intenção de aí instalar uma grande central fotovoltaica;

- O cultivo de "produtos energéticos", especialmente em regime intensivo, compete por recursos essenciais (solo, água, produção alimentar) e causa impactes ambientais significativos (poluição por fertilizantes e pesticidas, perda de biodiversidade, modificação da paisagem).

Não é possível criarmos uma sociedade sustentável sem reconhecer que os recursos planetários são finitos. Não há nenhuma forma de energia massificada que seja barata, ou isenta de impactes sociais e ecológicos. A solução para estes e outros conflitos reside na opção deliberada por um perfil de desenvolvimento muito menos intensivo em energia, e em geral no consumo de recursos naturais. Não é admissível que as medidas de política energética provoquem mais danos do que as opções que visam substituir.

Discutimos acima medidas nos domínios da eficiência energética, geração descentralizada, mobilidade e combate à pobreza energética. Introduzimos agora uma medida complementar às anteriores: a captura de carbono, para compensar as emissões ainda assim inevitáveis de GEE — o RNC 2050 e o PNEC 2030 indicam claramente que a neutralidade carbónica só poderá ser alcançada com significativa captura e armazenagem de carbono.

Os estudos existentes indicam que, na região de transição atlântico-mediterrânica em que Portugal se insere, o ecossistema que, a prazo, tem maior capacidade de armazenagem de carbono é a mata de espécies autóctones, com diferentes espécies dominantes em diferentes regiões do País (Melo e Galvão, 2019). O indicador mais relevante é a armazenagem média a longo prazo (expresso em t C/ha). Além da armazenagem de carbono, a mata autóctone oferece outros serviços do ecossistema: santuário de vida selvagem, protege o solo, regula o ciclo hídrico, resiliente aos incêndios, é excelente para a prática do ecoturismo. Tem, no entanto, as desvantagens de demorar décadas a crescer, e por isso ser complexa de rentabilizar do ponto de vista do proprietário. A segunda mais interessante forma de armazenagem de carbono é a matéria orgânica do solo, cuja acumulação progressiva está ligada a práticas agro-florestais menos intensivas. Estamos a falar de ganhos significativos, lentos, mas com grande potencial.

A promoção deste tipo de ocupação do território requer programas de apoio à escala das décadas, que hoje não existem. Esta matéria cruza-se com as políticas de desenvolvimento local, agrícola, florestal, conservação da Natureza e turismo, entre outras. É uma opção de longo prazo que importa ter em mente, mas que está fora do âmbito do presente relatório aprofundar.

#### 4.6 Ferramentas essenciais

Para além dos sectores prioritários discutidos acima, é importante a selecção de meios. Da análise realizada anteriormente (Melo *et al.*, 2019) ressaltam como especialmente relevantes os seguintes instrumentos:

- **Reforma fiscal verde com neutralidade fiscal.** Para além da regulamentação e informação, a transição energética requer a mobilização de meios financeiros importantes. O sistema fiscal deve ser não apenas uma forma de arrecadar receitas para o Estado, mas também um instrumento de política pública, pois é universal, menos burocrático e mais transparente que outros mecanismos de incentivo. Procura-se um triplo dividendo: a promoção de melhores práticas ambientais, a desoneração dos rendimentos do trabalho, e a promoção da inovação — mantendo a neutralidade fiscal. A carga fiscal sobre as famílias e as empresas não pode agravar-se, sendo sim redistribuída em função dos comportamentos: acções danosas para o ambiente devem ser penalizadas, e boas práticas ambientais devem ser incentivadas, promovendo em simultâneo a equidade social;
- **Critérios transparentes de decisão nas políticas e nos projectos.** Destacamos alguns critérios essenciais: a avaliação sistemática e transparente das medidas de política, nos domínios ambiental e sócio-económico (a exemplo do que fazemos no presente relatório); a opção deliberada por medidas com boa relação eficácia/custo; a exclusão liminar de fontes energéticas e tecnologias de elevado impacto (energia nuclear, carvão, novas grandes barragens).

## 5 Avaliação macroeconómica

### 5.1 Enquadramento

Recentemente, o relatório do IPCC (2018) alertou que limitar o aumento da temperatura a global a 1,5 °C exigiria transições “rápidas e profundas” nos sectores da energia, indústria, edifícios, transportes, cidades e uso do solo. Seria necessário alcançar, em 2030, uma redução das emissões globais de CO<sub>2</sub> de cerca de 45% em relação aos níveis de 2010, atingir a neutralidade carbónica por volta de 2050, e alcançar, logo de seguida, a neutralidade dos restantes gases de efeito estufa. Por sua vez, o pacote legislativo da União Europeia “Energia Limpa para todos os Europeus” (EC, 2019a) inclui, entre outras medidas, a obrigação de cada Estado-Membro de elaborar Planos Nacionais Integrados de Energia e Clima, estabelecendo os objectivos, metas e contribuições de cada Estado-Membro para 2030.

Propõe-se um imposto sobre as emissões de CO<sub>2</sub> para atingir as metas de descarbonização do IPCC, ou seja, uma redução de 45% nas emissões de CO<sub>2</sub> até 2030, em relação aos níveis de 2010. Este imposto sobre o CO<sub>2</sub> deve ser implementado no contexto da mais estrita neutralidade da receita fiscal agregada. As receitas geradas por este imposto sobre o CO<sub>2</sub> são utilizadas para reduzir escrupulosamente as restantes margens fiscais da economia. Assim, mesmo que haja uma alteração substancial na incidência das tributações, a carga tributária no país permanecerá inalterada. Os mecanismos de neutralidade da receita, ou seja, a redução de outras margens fiscais, devem incorporar e estar intimamente ligados a incentivos à implementação de medidas de eficiência energética.

O cumprimento das metas do IPCC exigirá um imposto de CO<sub>2</sub> que começaria em 120 €/t CO<sub>2</sub> em 2020, aumentando progressivamente até 190 €/t CO<sub>2</sub> até 2030. Estes valores referem-se a um único imposto de CO<sub>2</sub> e, portanto, presumem que a cobrança sobre outros poluentes e gases de efeito estufa permanecem inalterados; e incluem a taxa de carbono pré-existente de 6 €/t CO<sub>2</sub>.

A longo prazo, as receitas fiscais estimadas deste imposto sobre o carbono seriam de cerca de 5300 M€ (milhões de euros) ou cerca de 2,4% do PIB. Essas receitas fiscais seriam relativamente estáveis ao longo do tempo, uma vez que o aumento da taxa de tributação compensaria a redução mais ou menos proporcional da base fiscal.

Um imposto de CO<sub>2</sub> com a dimensão aqui considerada terá, inevitavelmente, efeitos adversos, quer macroeconómicos quer sobre a justiça social. Para reverter estes efeitos adversos, e no espírito da mais estrita neutralidade fiscal, as receitas fiscais da taxa de carbono seriam utilizadas na sua totalidade para reduzir a carga fiscal sobre o ISP, IRS e IRC, promovendo, ao mesmo tempo, mecanismos de eficiência energética.

O imposto adicional sobre o CO<sub>2</sub>, além do necessário para substituir o ISP, geraria, a longo prazo, receitas de aproximadamente 1100 M€/ano ou cerca de 0,5% do PIB. Essas receitas serão utilizadas para reduzir outras margens fiscais, em particular sobre o IRS, bem como para reduzir a carga tributária sobre novos investimentos no IRC. Em todos os casos, as reduções de IRS e IRC estarão associadas, dentro dos limites da disponibilidade tecnológica, a comportamentos conducentes à melhoria da eficiência energética.

Existem soluções tecnológicas disponíveis que permitem conduzir a ganhos potenciais em eficiência energética de pelo menos 1-2% ao ano, durante a próxima década. Para atingir tais metas de eficiência energética será necessário introduzir incentivos públicos significativos, de forma a induzir a sua adopção generalizada. Os montantes necessários aumentarão drasticamente à medida que forem adoptadas formas mais dispendiosas de medidas de eficiência energética. Os custos de obtenção dos ganhos de eficiência energética estimados no presente estudo estão dentro do nível das receitas geradas pela tributação do CO<sub>2</sub> para além da substituição do ISP.

Um imposto sobre emissões de CO<sub>2</sub> projectado para atingir os objetivos ambientais necessários, enquanto mantém a mais estrita neutralidade fiscal e se concentra nos objetivos de eficiência energética, tem o potencial de alcançar os efeitos de descarbonização desejados, melhorando os padrões de justiça económica e social do país.

Para substanciar empiricamente os pontos acima utilizou-se um modelo de equilíbrio geral multisectorial, dinâmico e computável da economia portuguesa. As versões anteriores deste modelo estão documentadas em Pereira e Pereira (2014c) e foram usadas para abordar várias questões de política energética e climática [ver Pereira e Pereira (2014a, 2014b, 2017a, 2017b, 2017c) e Pereira *et al.* (2016)]. A versão actual do modelo apresenta uma descrição detalhada do sistema tributário, incluindo a tributação da energia. Apresenta uma diferenciação fina de bens de consumo e de produção, especialmente de produtos energéticos. Captura a heterogeneidade nos padrões de renda e consumo, considerando cinco grupos diferenciados de famílias. No Anexo B encontra-se uma breve descrição do modelo de equilíbrio geral dinâmico da economia portuguesa [ver Pereira e Pereira (2017d), para mais detalhes].

Os modelos de equilíbrio geral têm sido extensivamente usados em estudos ambientais e de energia. A presente abordagem segue a tradição dos primeiros modelos desenvolvidos por Borges e Goulder (1984) e Ballard *et al.* (2009). Nas suas especificidades, no entanto, está mais directamente ligada às contribuições recentes de, por exemplo, Goulder e Hafstead (2013), Bhattarai *et al.* (2016), Tran e Wende (2017) e Annicchiarico *et al.* (2017). Por sua vez, tematicamente, esta pesquisa está mais próxima de Jorgenson *et al.* (2015), Williams (2016), Gelan (2018), Kirchner *et al.* (2019).

## 5.2 Reforma da tributação de energia: análise de cenários

### 5.2.1 Cenário CF1: sem reciclagem de receitas

Para alcançar, até 2030, uma redução das emissões de CO<sub>2</sub> de 45% em relação aos níveis de 2010, é necessária uma taxa de imposto de CO<sub>2</sub> que aumente de 120 para 190 €/t CO<sub>2</sub>. Considera-se um nível crescente de tributação de modo a reflectir os custos marginais crescentes da redução das emissões.

#### *Efeitos nos mercados de energia e nas emissões*

No CF1, os preços da energia aumentam 8,52% e a procura de energia diminui 10,58%, em relação ao cenário de referência *business as usual* (BAU). O preço da geração de electricidade aumenta 12,66%, o que leva a uma redução de 9,54% na produção. No geral, a participação da electricidade na procura de energia final aumenta 1,59%.

As emissões de CO<sub>2</sub> diminuem em 37,64%. Como tal, as emissões até 2030 representarão 52,7% das emissões de 2010, o que excede marginalmente o que é exigido pela meta do IPCC.

#### *Efeitos macroeconómicos e distributivos*

No CF1, verifica-se uma diminuição do PIB de 3,97%, com o investimento privado a diminuir 0,61% e o emprego a diminuir 2,03%. O IPC aumenta 1,65% e o consumo privado diminui 0,78%. A dívida externa aumenta 3,59%, enquanto a dívida pública diminui 1,53%, devido ao acréscimo das receitas fiscais do CO<sub>2</sub> e apesar de uma base tributária decrescente.

De uma perspectiva desagregada, os sectores mais afectados são a produção de electricidade, refinaria de petróleo, a indústria extractiva, têxteis, madeira, produtos químicos, borracha, metais básicos, equipamentos, comércio e transporte (ver Tabela 5.3)

*Efeitos sobre o bem-estar*

No CF1, os efeitos adversos sobre o bem-estar das famílias correspondem a uma perda de 0,86%. No entanto, observam-se padrões de regressividade semelhantes, já que o grupo de renda mais baixa vê uma perda de bem-estar de mais de 1,25% e o grupo de renda mais alta é de 0,65%. O fator de regressividade é 1,9.

## 5.2.2 Cenário CF2: com reciclagem de receitas

Neste cenário CF2, as receitas fiscais suplementares, geradas pela tributação adicional de CO<sub>2</sub> para além do necessário para financiar a reforma tributária da energia, são recicladas na economia através de tributações mais baixas noutras margens fiscais. Desta forma, o CF2 é estritamente neutro em termos de receita. A reciclagem da receita adicional é feita da seguinte forma: 50% para um crédito fiscal de investimento aplicável aos sectores de bens comercializáveis; 50% para reduções no imposto sobre o rendimento singular, dividido em montantes iguais entre os diferentes escalões de rendimento. Ambos os mecanismos estão associados a ganhos de eficiência energética de aproximadamente 1% ao ano.

*Efeitos nos mercados de energia e nas emissões*

A Tabela 5.1 apresenta a comparação entre os efeitos sobre as emissões e energia dos cenários CF1 e CF2. No CF2, os preços da energia aumentam 3,7% e a procura de energia diminui 4,5%. O preço da produção de energia eléctrica aumenta 3,65%, o que leva a uma redução de 1,75% na produção. No geral, a proporção da electricidade na procura de energia final aumenta 3,0%. Em comparação ao CF1, os efeitos adversos sobre os preços e procura de energia são muito menores no CF2, em particular nos preços e procura da electricidade, o que contribui para um maior aumento da percentagem da electricidade na procura de energia final.

No cenário CF2, as emissões de CO<sub>2</sub> diminuem 34,76% em relação ao cenário BAU. Isso significa que as emissões até 2030 representam 55,1% das emissões de 2010, em cumprimento com a meta do IPCC de 55% dos níveis de 2010. Comparando com o CF1, sob o CF2 observa-se uma menor redução das emissões. Estes resultados são normais e são uma manifestação do "efeito ricochete" (aumento de consumo permitido pelos ganhos de eficiência). Permite-se uma redução maior do que o necessário nas emissões de CO<sub>2</sub> no cenário CF1, exactamente para compensar o efeito ricochete da reciclagem da taxa.

**Tabela 5.1 – Efeitos a longo prazo (2030): mercado energético**

Variação (%) face ao cenário BAU	CF1	CF2
Preço da energia	+8,52	+3,72
Preço da electricidade	+12,66	+3,65
Procura de energia	-10,58	-4,47
Procura de electricidade	-9,16	-1,62
% electricidade na procura de energia	+1,59	+2,99
Emissões de CO <sub>2</sub>	-37,64	-34,76

**Nota:** A taxa de carbono varia de 120 a 190 €/t CO<sub>2</sub> entre 2020 e 2030, e inclui o valor de 6 €/t CO<sub>2</sub>, de modo a reflectir a taxa de CO<sub>2</sub> relevante para o período de calibração do modelo.

*Efeitos macroeconómicos e distributivos*

No CF2, há um aumento de 1,46% no PIB, com o investimento privado a aumentar 1,63% e o emprego 0,90%. O IPC aumenta 0,53% e o consumo privado aumenta 1,18%. A dívida externa diminui 0,90%, enquanto a dívida pública diminui 3,59% devido ao aumento da actividade económica. Comparativamente ao CF1, e conforme pretendido, observa-se uma reversão dos efeitos macroeconómicos adversos (Tabela 5.2).

**Tabela 5.2 – Efeitos a longo prazo (2030): desempenho macroeconómico**

Varição (%) face a cenário BAU	CF1	CF2
PIB	-3,97	+1,46
Consumo privado	-0,78	+1,18
Investimento	-0,61	+1,63
Emprego	-2,03	+0,90
Dívida externa	-1,53	-3,59
Dívida pública	+3,59	-0,90
Índice de preços no consumidor	+1,65	+0,53

No CF2, a maioria dos sectores é beneficiado pelo pacote de políticas. No entanto, os sectores da electricidade, extracção mineira e indústria da borracha sofrem ainda efeitos adversos significativos, eo sector de produção de produtos químicos ainda sofre um pequeno declínio. Isto implica que, embora a maior parte dos efeitos macroeconómicos tenham sido revertidos pelos mecanismos de reciclagem, existem ainda sectores específicos que precisam de considerações adicionais em termos de estratégias de mitigação de custos. Por outro lado, a indústria de máquinas e equipamentos apresenta um grande avanço que está directamente relacionado com mecanismos de reciclagem associados a créditos fiscais para investimentos.

**Tabela 5.3 – Efeitos a longo prazo (2030): produção por sector**

	Varição (%) face a cenário BAU	CF1	CF2
<b>Total</b>		<b>-3,97</b>	<b>+1,46</b>
Refinação de petróleo		-6,82	+0,95
Electricidade		-9,54	-1,75
Biomassa		3,26	+4,01
Agricultura		-3,75	+0,46
Indústria extractiva		-6,48	-1,30
Transformação de produtos alimentares		-1,98	+2,43
Fabrico de produtos alimentares		-8,74	+1,56
Têxteis		-8,19	+1,35
Papel e pasta de papel		-7,03	-0,07
Indústria química e farmacêutica		-15,34	-7,05
Borracha, plásticos e cerâmica		-9,19	+4,29
Metais básicos e produtos de metal		-11,06	+11,17
Água, águas residuais e gestão de resíduos		-1,81	+0,39
Construção		-1,14	+1,42
Retalho		-3,59	+3,13
Transportes		-5,43	+2,41
Hotelaria e restauração		-1,66	+1,59
Tecnologias da informação		-1,41	+1,43
Finanças e seguros		-1,80	+1,51
Imobiliário		-0,51	+1,10
Serviços profissionais		-2,46	+1,61
Administração pública		-0,92	0,00
Educação		-0,49	+0,52
Saúde		-1,10	+0,48
Outros		-1,89	+1,56

Nota 1: Os sectores realçados a azul são os que produzem bens comercializados internacionalmente

Nota 2: A produção é a desagregação sectorial do PIB de acordo com os critérios de contabilidade nacional

### *Efeitos sobre o bem-estar*

Os ganhos de bem-estar das famílias são de 1,1%. Além disso, estes efeitos são de natureza progressiva, pois o escalão de rendimento mais baixo ganha 2,5%, enquanto o escalão de maior rendimento ganha apenas 0,5% (Tabela 5.4). Isto significa que, no cenário CF2, os efeitos distributivos adversos foram revertidos, quer a nível agregado, quer em termos do padrão regressivo observado no cenário CF1.

**Tabela 5.4 – Efeitos a longo prazo (2030): variações no rendimento das famílias**

Variação (%) face a cenário BAU	CF1	CF2
<b>Total das famílias</b>	<b>-0,86</b>	<b>+1,09</b>
Primeiro quintil (rendimentos mais baixos)	-1,25	+2,51
Segundo quintil	-1,04	+1,71
Terceiro quintil	-0,92	+1,25
Quarto quintil	-0,85	+0,85
Quinto quintil (rendimentos mais elevados)	-0,65	+0,53

### 5.2.3 Cenário CF3: efeitos de metas de eficiência energética mais ambiciosas

No cenário CF2, assume-se um ganho de eficiência energética de 1% ao ano. Este ganho está claramente abaixo do que é tecnologicamente viável e possível de financiar com as actuais propostas de reforma tributária. Como tal, os resultados apresentados acima devem ser entendidos como limites inferiores dos benefícios potenciais das políticas em consideração. A Tabela 5.5 apresenta os resultados de uma abordagem mais agressiva em termos de adopção de medidas de eficiência energética, que se reflectem numa melhoria anual da eficiência energética de 2% – cenário CF3.

**Tabela 5.5 – Efeitos a longo prazo: Metas de eficiência energética mais assertivas**

	CF2	CF3
Taxa de carbono (€/t CO <sub>2</sub> )	120-190	120-190
<b>Mercado energético (% variação face a cenário BAU)</b>		
Preço da energia	+3,72	+3,63
Preço da electricidade	+3,65	+3,57
Procura de energia	-4,47	-4,37
Procura de electricidade	-1,62	-1,55
Emissões de CO <sub>2</sub> relativamente a 2010	55,1%	56,4%
<b>Desempenho macroeconómico e efeitos sobre o bem-estar (% variação face a cenário BAU)</b>		
PIB	+1,46	+2,41
Emprego	+0,90	+1,40
Dívida externa	-3,59	-5,85
Dívida pública	-0,90	-1,48
Efeitos sobre o bem-estar das famílias	+1,09	+1,80

Nota: Resultados com base nas análises descritas em Pereira e Pereira (2017c).

Comparando os principais resultados macroeconómicos sob as premissas de aumento de eficiência de 1% e 2% ao ano, verifica-se que, de uma forma geral, os ganhos identificados acima aumentam cerca de 65%. Por sua vez, o aumento correspondente do efeito ricochete traduz-se numa ligeira deterioração dos ganhos nas reduções de emissões face a 2010. Note-se que a duplicação dos ganhos de eficiência energética não duplica, mas sim menos do que duplica os benefícios, devido às naturais não-linearidades do modelo em geral, do grau de adopção das medidas de eficiência energética e do facto de parte dos benefícios resultar de aspectos da reforma tributária das propostas em análise.

Para otimizar estes ganhos seriam necessárias medidas de outra ordem, ao nível dos estilos de vida, modos de produção e consumo, que não foram explorados neste exercício.

## 5.3 Conclusão e implicações de política

Nesta avaliação macroeconómica são recomendadas as seguintes políticas:

- 1) Introduzir um imposto sobre o carbono suficiente para permitir que as emissões de CO<sub>2</sub> atinjam as metas adequadas;
- 2) Usar as receitas correspondentes para substituir o ISP e reduzir as margens de imposto de IRS e IRC;

3) As reduções em IRS e IRC estão associadas à implementação de medidas de eficiência energética.

Adicionalmente, mostra-se, através de uma abordagem de simulação computacional baseada num modelo de equilíbrio geral dinâmico da economia portuguesa, que estas políticas:

- 1) Não atingem as metas ambientais desejadas;
- 2) Têm efeitos macroeconómicos positivos;
- 3) Têm efeitos favoráveis em termos de justiça social.

Por fim, é importante considerar que os resultados aqui apresentados representam um limite inferior dos reais efeitos macroeconómicos e distributivos positivos dessas políticas. Isso ocorre porque considerou-se como base um aumento anual de 1% na eficiência energética, enquanto as medidas de melhoria de eficiência energética consideradas neste projeto podem gerar um ganho anual de 2% ou mais. Dessa forma, os ganhos macroeconómicos e distributivos podem ser aumentados até 65%, à medida que sejam alcançados níveis mais elevados de ganhos de eficiência energética.

## 6 Avaliação ambiental

### 6.1 Relevância e critérios gerais

A avaliação de qualquer política energética sustentável deverá ter em consideração, para além dos impactes energético e orçamental, os potenciais impactes ambientais. Neste aspecto, a maioria do foco tem sido sobre as alterações climáticas. O debate e as políticas públicas centram-se sobre as trajectórias para a neutralidade carbónica, como demonstrado pelos compromissos internacionais assumidos no Acordo de Paris. Esta atenção é justificada: a produção de electricidade é, isoladamente, a maior fonte de emissões a nível global, responsável por cerca de 40% das emissões de CO<sub>2</sub> do sector energético (IPCC, 2014). Apesar da relevância das alterações climáticas, o sector energético é também responsável por uma grande variedade de pressões ambientais que não se cingem apenas às emissões de gases de efeito de estufa. O sector energético é uma fonte importante de poluição do ar (IEA, 2016), poluição da água, consumo de água (Spang *et al.*, 2014; Mekonnen *et al.*, 2015), perda de biodiversidade, consumo de recursos e produção de resíduos (Hertwich *et al.*, 2015). Todas estas dimensões ambientais devem ser levadas em conta aquando da avaliação da estratégia energética.

Adicionalmente, é importante analisar o impacte ambiental das actividades de produção e consumo de energia ao longo do seu ciclo de vida, uma vez que as pressões ambientais são distintas, em natureza e magnitude, consoante a fase considerada. Enquanto que a fase de uso da energia está mais associada com a queima de combustíveis fósseis, principal causa de poluição do ar e de emissões de GEE, as operações associadas à extracção de matérias-primas, como petróleo e carvão, são responsáveis por problemas de poluição da água e solo, causados por derrames ou lixiviação de contaminantes.

Neste capítulo é feita uma análise ambiental simplificada da estratégia energética proposta. Tendo como base as poupanças energéticas estimadas, é efectuada uma estimativa dos impactes ambientais evitados pela adopção do conjunto de medidas, ao calcular o impacte ambiental associado a essa energia caso ela fosse consumida. A análise segue uma abordagem de ciclo de vida, incorporando as várias etapas dos sistemas de produção e consumo de energia, desde a extracção de materiais até à fase de uso. Não foram aqui directamente contabilizados os impactes associados ao fim-de-vida. O inventário de ciclo de vida dos produtos energéticos foi construído recorrendo à base de dados ecoinvent v.3 (Wernet *et al.*, 2016).

### 6.2 Indicadores ambientais

Para a avaliação ambiental recorreu-se ao cálculo de cinco indicadores ambientais propostos pela metodologia EcoBlok. O método EcoBlok (Melo e Pegado, 2002) pretende avaliar o desempenho ambiental de qualquer produto (bem ou serviço), projecto ou organização, através de um conjunto de indicadores de desempenho ambiental. O método segue uma abordagem de ciclo de vida, permitindo comunicar informação ambiental de uma forma padronizada ao longo da cadeia produtiva. Os indicadores descrevem pressões ambientais, de acordo com o modelo DPSIR (OCDE, 1993); (EEA, 2005). Este tipo de indicador foi adoptado porque é de mais fácil medição e padronização, e providencia informação ambiental significativa.

Os indicadores EcoBlok descrevem o uso de recursos naturais e emissão de poluentes. São eles:

- Captação de água (WA);
- Extracção de recursos (excepto água) (RE);
- Emissão de gases com efeito de estufa (GHG);
- Poluição do ar (PA);
- Poluição da água e solo (PWL);
- Uso do solo (LU) (este indicador não será usado no presente estudo).

Cada indicador EcoBlok é calculado através de uma ou mais variáveis, ponderadas por um factor de equivalência (feq) que expressam o significado ambiental de cada variável. O factor de equivalência é baseado em critérios objectivos, técnicos ou regulamentares. Os indicadores têm o formato geral descrito na seguinte equação:

$$I_i = \sum Q_{ij} \cdot feq_{ij}$$

em que:

$I_i$  - indicador EcoBlok  $i$  expresso em unidades equivalentes;

$Q_{ij}$  - quantidade mensurável da variável  $j$  para o indicador  $i$ ;

$feq_{ij}$  - factor de equivalência da variável  $j$  para o indicador  $i$ .

Na Tabela 6.1 apresenta-se um resumo dos indicadores EcoBlok e do seu significado. No Anexo C é possível consultar uma descrição mais detalhada da metodologia de cálculo de cada indicador.

**Tabela 6.1 – Indicadores EcoBlok e critérios de cálculo**

Indicadores	Definição	Factores considerados
Captação de água (WA)	Água extraída da natureza, deduzido o retorno em qualidade e localização equivalente	Intensidade de exploração dos recursos hídricos
Extracção de recursos (RE)	Recursos biológicos ou minerais, excepto água, extraídos da natureza	Renovabilidade e disponibilidade dos materiais
Uso do solo (LU)	Área utilizada	Intensidade de uso, regulação do ciclo da água, valor ecológico e social do território
Emissão de GEE (GHG)	Emissão de gases com efeito de estufa	Potencial de aquecimento global
Poluição do ar (PA)	Emissão de poluentes para a atmosfera, excepto GEE	Toxicidade ou perigosidade equivalente
Poluição da água e solo (PWL)	Emissão de poluentes para o meio hídrico e para o solo	

### 6.3 Medidas e poupanças energéticas estimadas

De seguida apresentam-se as medidas propostas, por sector, e a estimativa das poupanças energéticas. No capítulo 7 é apresentada a síntese das medidas e do seu desempenho orçamental, energético e ambiental. No anexo A apresentam-se as fichas das medidas, sendo possível consultar a justificação para a definição de cada medida e uma discussão mais detalhada dos critérios para a sua operacionalização.

#### 6.3.1 Transversal: todos os sectores

Propõe-se como medida transversal a todos os sectores económicos a aplicação de uma taxa de carbono, que substitua o ISP. As poupanças de energia estimam-se em 30 PJ/ano em 2030, distribuídas da seguinte forma: na indústria, serão resultantes da concretização de parte do potencial de poupança identificado nos investimentos em eficiência energética com período de retorno inferior a 3 anos; no sector residencial e serviços, assume-se que serão devidas ao aumento de eficiência causado pela renovação de equipamentos eléctricos e electrónicos, e iluminação; na mobilidade, serão causadas por uma mudança na repartição modal, diminuindo a utilização do automóvel privado em benefício do transporte público (Tabela 6.2).

**Tabela 6.2 – Medida proposta e poupança energética estimada – transversal**

Medida	Poupanças de energia (PJ/ano)	Alvo e quantidade de energia poupada (PJ/ano)	Fonte energética evitada	
T. Criar uma taxa de carbono eficaz e universal, substituindo o actual ISP	30	Indústria: medidas com PRI < 3 anos	11	Electricidade gerada a partir de gás natural
		Habitação: renovação dos equipamentos	9	
		Serviços: renovação dos equipamentos	3	
		Transportes: transferência modal	7	Gasóleo (57%) Gasolina (43%)

### 6.3.2 Edifícios

Nos edifícios de habitação estão identificados potenciais de poupança de energia que ascendem a 50% dos consumos (Tabela 6.3); nos edifícios de serviços, os estudos conhecidos indicam potenciais de poupança da mesma ordem de grandeza, 20 a 50% (Pinto, 2017; DGEG, 2015). As medidas propostas para este sector, apresentadas na Tabela 6.4, pretendem alcançar uma poupança e geração de energia descentralizada de 18,4 PJ/ano em 2030, pela melhoria do desempenho térmico dos edifícios e pela substituição de fontes energéticas (painéis solares térmicos para AQS).

**Tabela 6.3 — Estimativa do potencial de poupança energética na habitação em Portugal (adaptado de Lopes e Melo, 2011, Grilo, 2012, e Melo, 2015)**

Habitação	Potencial poupança energética			Investimento (M€)	PRI médio (anos)	
	(PJ/ano)	(%base)	(M€/ano)		Cen.base	Cen.reforma
Mudança de hábitos *	3	3%	230	0	0	0
Renov. equipamentos *	25	23%	1 920	6 400	3,3	3,3
Solar térmico AQS **	15	14%	750	8 400	11	7,8
Reabilitação edifícios ***	10	9%	770	24 900	32	23
<b>Todas as medidas</b>	<b>53</b>	<b>50%</b>	<b>3 670</b>	<b>39 700</b>	<b>11</b>	<b>8,1</b>
<b>Consumo base (2017)</b>	<b>107</b>	Cenário de reforma: 30% de apoio à reabilitação e AQS solar				

Universe considerado: \* 4 milhões de habitações; \*\* 3,5 milhões de habitações; \*\*\* 3 milhões de habitações  
PRI: período de retorno do investimento simples (sem taxa de actualização)

**Tabela 6.4 – Medidas propostas e poupança energética estimada – edifícios**

Medida	Poupanças de energia (PJ/ano)	Alvo e quantidade de energia poupada/gerada (PJ/ano)	Fonte energética evitada/substituída	
<b>Ed1.</b> Habitações: requalificação geral	18,4	Melhoria do comportamento térmico dos edifícios	4,3	Electricidade gerada a partir de gás natural
<b>Ed2.</b> Habitações: famílias de baixos rendimentos			2,1	
<b>Ed3.</b> Habitações: AQS		Painéis solares térmicos para AQS	5,0	Combustão directa de gás natural
<b>Ed4.</b> Empresas & instituições		Melhoria comportamento térmico edifícios	7,0	Electricidade gerada a partir de gás natural

### 6.3.3 Indústria e Serviços

As medidas propostas para o sector da indústria e serviços procuram ultrapassar as principais barreiras ao investimento em eficiência energética enfrentadas pelas empresas e contribuir para a concretização do potencial de poupança identificado para este sector, que pode ascender a 20% do consumo final de energia, de acordo com os critérios presentes na Tabela 6.5.

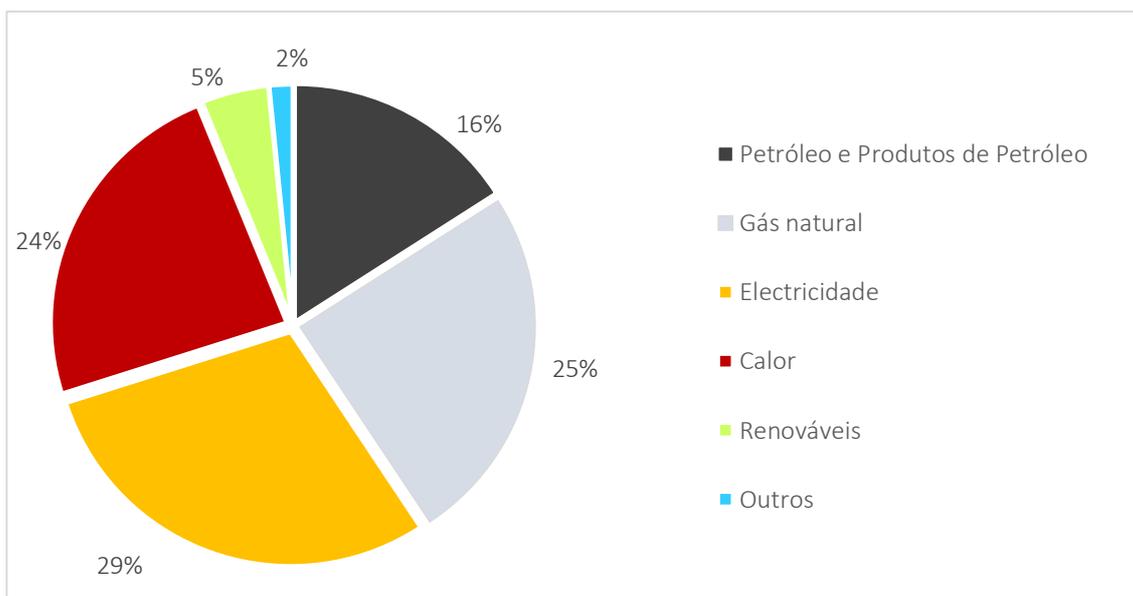
**Tabela 6.5 — Estimativa do potencial de poupança energética na indústria em Portugal (adaptado de Brazão, 2012, Melo, 2015, e Serra, 2018)**

Indústria	Potencial poupança energética			Investimento (M€)	PRI médio (anos)	
	(PJ/ano)	(%base)	(M€/ano)		Cen.base	Cen.reforma
PRI ≤ 3 anos	22	11%	318	509	1,6	1,6
3 anos < PRI ≤ 7 anos	22	11%	384	1613	4,2	2,9
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>22%</b>	<b>702</b>	<b>2121</b>	<b>3,0</b>	<b>2,3</b>
<b>Consumo base (2017)</b>	<b>204</b>	Cenário de reforma: 30% de apoio a investimentos com PRI 3-7 anos				
Pressupostos: extrapolação para toda a indústria dos potenciais das auditorias energéticas conhecidos; assumindo como praticáveis a totalidade das medidas com PRI até 3 anos, e metade das medidas com PRI entre 3 e 7 anos						
PRI: período de retorno do investimento simples (sem taxa de actualização)						

As medidas propostas, apresentadas na Tabela 6.6, têm o potencial de alcançar uma poupança de 33 PJ/ano em 2030. Será na electricidade que se verificarão as maiores reduções de consumo, uma vez que é também o produto energético mais consumido no sector, seguido do gás natural e produtos petrolíferos (Figura 6.1).

**Tabela 6.6 – Medidas propostas e poupança energética estimada – indústria e serviços**

Medida	Alvo e quantidade de energia poupada (PJ)	Fonte energética evitada
IS1. PME Auditorias	Melhoria eficiência energética PME	11,3 Electricidade (a partir de gás natural)
IS2. Eficiência na indústria	Investimentos em equipamentos e serviços de alta eficiência energética, incluindo medidas com PRI entre 3 e 7 anos, identificadas em auditoria energética	3,3 Produtos de petróleo
		5,5 Gás natural
		13,2 Electricidade (a partir de gás natural)

**Figura 6.1 – Consumo de energia na Indústria por tipo de produto energético, ano 2019 (adaptado de: DGEG, 2020)**

#### 6.3.4 Mobilidade

Neste sector, as medidas pretendem promover a transferência modal do transporte individual para o transporte público, sendo as poupanças estimadas a partir dessa repartição modal. A distribuição das poupanças por produto energético foi feita tendo em conta o consumo dos dois tipos de combustível predominantes nos veículos ligeiros em Portugal, gasóleo e gasolina, e a distribuição dos veículos ligeiros por classes de cilindrada, de forma a ajustar o consumo.

**Tabela 6.7 – Veículos ligeiros de passageiros por tipo de combustível e classe de cilindrada (adaptado de INE, 2020)**

Classes de cilindrada	Tipo de combustível (%)	
	Gasolina	Gasóleo
Até 1400 cm <sup>3</sup>	80,3	23,2
Entre 1400 e 2000 cm <sup>3</sup>	16,5	60,8
Superior a 2000 cm <sup>3</sup>	3,2	15,9

O conjunto de medidas propostas para a mobilidade permitirá alcançar uma poupança de 55 PJ/ano em 2030, em linha com as previsões do RNC (PCM, 2019), assumindo melhorias significativas na oferta de transporte público. A Tabela 6.8 apresenta as medidas e respectiva poupança energética.

**Tabela 6.8 – Medidas propostas e poupança energética estimada – mobilidade**

Medida	Poupanças de energia (PJ/ano)	Fonte energética evitada
<b>M1.</b> Passes estudantes 7 <sup>o</sup> -12 <sup>o</sup> ano	55	Gasóleo (57%) Gasolina (43%)
<b>M2.</b> Passes estudantes E. Superior		
<b>M3.</b> Dedução 30% passes em IRS		
<b>M4.</b> Apoio operacional serviço TP		

### 6.3.5 Sistema eléctrico nacional

As medidas seleccionadas para o sistema eléctrico nacional focam-se na promoção da energia renovável descentralizada, em particular no investimento aos painéis fotovoltaicos. Assim, estas medidas representam não uma poupança de energia, mas sim um consumo de energia fóssil evitado pela substituição de uma fonte não renovável – neste caso, gás natural para a produção de electricidade – por uma fonte renovável descentralizada (Tabela 6.9).

**Tabela 6.9 – Medidas propostas e poupança energética estimada – Sistema eléctrico nacional**

Medida	Geração de energia (PJ/ano)	Alvo e quantidade de energia gerada (PJ/ano)	Fonte energética substituída
<b>SE1.</b> Prosumers PV residencial	18,6	Produção de energia fotovoltaica	8,6
<b>SE2.</b> Prosumers PV comercial (PME)			10,0
			Electricidade (gás natural)

## 6.4 Implicações ambientais das medidas

A Tabela 6.10 contém os resultados da avaliação ambiental, apresentando as pressões ambientais evitadas pela adopção das medidas propostas, para cada um dos indicadores considerados.

**Tabela 6.10 – Pressões ambientais evitadas pela adopção das medidas energéticas em 2030**

Medidas	GHG (Mt CO <sub>2</sub> eq)	PA (Mt NO <sub>x</sub> eq)	PWL (kt N eq)	RE (Mt eq)	WA (hm <sup>3</sup> eq)
<b>T</b>	3,6	35	557	3,3	12
<b>Ed1</b>	0,5	2	6	0,4	2
<b>Ed2</b>	0,3	1	3	0,2	1
<b>Ed3</b>	0,4	4	12	0,3	0.1
<b>Ed4</b>	0,8	4	10	0,7	3
<b>IS1</b>	1,4	6	16	1,1	5
<b>IS2</b>	2,6	13	71	2,0	6
<b>M1/2/3/4</b>	6,7	172	4 118	8,9	18
<b>SE1</b>	1,0	5	12	0,8	4
<b>SE2</b>	1,2	6	14	1,0	4
<b>Total</b>	<b>18,6</b>	<b>249</b>	<b>4 820</b>	<b>18,7</b>	<b>55</b>

Importa aqui realçar que esta é uma análise estática e simplificada dos impactes ambientais das medidas propostas. Cada medida é analisada isoladamente; não foram levados em conta eventuais sinergias e efeitos de impactes cumulativos, e não foi analisado o sistema energético como um todo. Mais do que obter valores concretos, esta análise procura alertar para a importância da avaliação das políticas energéticas e das trajetórias para a descarbonização, considerado a totalidade das dimensões ambientais e o carácter dinâmico e prospectivo deste tipo de avaliações.

Apesar das limitações da análise, são patentes os benefícios ambientais decorrentes do pacote de medidas proposto. Considerando a emissão de GEE, as medidas permitirão evitar a emissão de 19 Mt CO<sub>2</sub> eq / ano em 2030, equivalente a uma redução de 32% das emissões, relativamente aos níveis de 1990, contribuição bastante relevante considerando o conjunto reduzido de medidas.

## 7 Síntese de propostas e indicadores de desempenho

### 7.1 Medidas prioritárias e indicadores de desempenho

Na Tabela 7.1 apresenta-se uma síntese do pacote integrado de medidas prioritárias, incluindo uma breve definição da medida, os grupos alvo, a tipologia e os critérios chave para aplicação.

**Tabela 7.1 – Síntese de medidas prioritárias: eficiência energética e geração descentralizada**

Sector	Medida eficiência e ger.descentr.	Grupo alvo	Tipo de medida	Crítérios-chave
<b>Transversal: todos os sectores</b>	<b>T.</b> Criar uma taxa de carbono que reflecta os custos ambientais da poluição, substituindo o ISP, com neutralidade fiscal	Todas as actividades	Ecotaxa/ eliminação de incentivos perversos	Incentivar a alteração de comportamentos. Início 2021 com 120 €/t CO <sub>2</sub> crescendo até 2030 com 190 €/t CO <sub>2</sub>
<b>Edifícios</b>	<b>Ed1.</b> Melhoria do comportamento térmico das habitações: janelas eficientes, isolamento de coberturas e paredes	Proprietários, senhorios e inquilinos	Benefício fiscal em sede de IRS	Dedução à colecta de 30% do montante aplicado (não aplicável a AVAC)
	<b>Ed2.</b> Melhoria do comportamento térmico das habitações: janelas eficientes, isolamento de coberturas e paredes	Famílias de baixos rendimentos	Contratos programa, subsídios, apoio técnico	Apoio público em função das necessidades, em média 70%; parcerias entre o Estado e actores locais
	<b>Ed3.</b> Painéis solares térmicos AQS	Proprietários	Benefício em IRS	Dedução à colecta de 30%
	<b>Ed4.</b> Melhoria do comportamento térmico dos edifícios: janelas eficientes, isolamento de coberturas e paredes.	Empresas e instituições	Benefício fiscal em sede de IRC ou subsídio	Dedução à colecta de 30% do montante aplicado.
<b>Indústria e serviços</b>	<b>IS1.</b> Incentivos organizacionais à eficiência: auditorias energéticas e gestor de energia	PME	Benefício fiscal em sede de IRC	Dedução à colecta de 50% do montante aplicado
	<b>IS2.</b> Incentivos para equipamentos de alta eficiência energética: a. Tecnologias seleccionadas b. Medidas com PRI entre 3 e 7 anos, identificadas em auditoria c. Serviços energéticos (ESCO); d. Transporte para colaboradores.	Indústria e serviços em geral	Benefício fiscal em sede de IRC	Dedução à colecta de 30% do montante aplicado com possibilidade de crédito de imposto
<b>Mobilidade</b>	<b>M1.</b> Subsidição do passe para escolaridade obrigatória	Estudantes e	Subsídio	Subsídio a 100%, beneficiando indirectamente os operadores
	<b>M2.</b> Subsidição do passe para estudantes universitários	Estudantes universitários	Subsídio	Subsídio a 50%, beneficiando indirectamente os operadores
	<b>M3.</b> Benefícios fiscais para títulos dos transportes colectivos	Utentes do TC	Benefício em sede de IRS	Dedução à colecta de 30%, beneficiando indirectamente os operadores
	<b>M4.</b> Apoio à actividade operacional do TC nas AM	Operadores de TC	Subsídio à operação	Apoiar custos operacionais com base no serviço prestado (pkm)
	<b>M5.</b> Eliminar incentivos fiscais à aquisição de automóveis	Veículos automóveis	Eliminação de incent.perversos	É contraproducente subsidiar transporte individual
<b>Sistema eléctrico</b>	<b>SE1.</b> Incentivo à aquisição de painéis fotovoltaicos (famílias)	Famílias	Benefício em sede de IRS	Dedução à colecta de 20% do montante aplicado com possibilidade de crédito de imposto
	<b>SE2.</b> Incentivo à aquisição de painéis fotovoltaicos (PME)	PME e instituições	Benefício em sede de IRC	
	<b>SE3.</b> Revogar os subsídios à construção de barragens	Operadores de barragens	Eliminação de incent.perversos	Benefício não contratual, desnecessário e iníquo
	<b>SE4.</b> Revogar o pagamento de rendas dos terrenos das centrais.	Operadores de centrais	Eliminação de incent.perversos	Sem fundamentação: parecer negativo da ERSE

Na Tabela 7.2 apresenta-se uma síntese de indicadores de desempenho por medida e sector — energia, orçamento e emissões de GEE. No Anexo A apresentam-se fichas detalhadas por medida.

**Tabela 7.2 – Indicadores de desempenho das medidas propostas**

Sector	Medidas de eficiência energética e geração descentralizada	Poupança e geração descentralizada 2030 (PJ/ano)		Benefício líquido contribuintes média 2021-2030 (M€/ano)		Contributo público (%)	Redução de emissões GEE em 2030 (Mt CO <sub>2</sub> eq/ano)	
				(M€/ano)				
<b>Todos os sectores</b>	T. Taxa carbono e substituição do ISP	30,0	30,0	-1100	-1100	-	3,64	3,64
<b>Edifícios</b>	Ed1. Habitações requalificação geral	4,3	18,4	188	620	17%	0,52	1,98
	Ed2. Habitações famílias baixo rend.	2,1		323		57%	0,25	
	Ed3. Habitações AQS	5,0		48		17%	0,36	
	Ed4. Empresas & instituições	7,0		61		28%	0,85	
<b>Indústria e serviços</b>	IS1. PME Auditorias	11,3	33,3	31	87	21%	1,37	3,98
	IS2. Medidas com PRI de 3 a 7 anos	22,0		56		28%	2,61	
<b>Mobilidade</b>	M1. Passes estudantes 7 <sup>o</sup> -12 <sup>o</sup> ano	55,0	55,0	165	284	100%	6,75	6,75
	M2. Passes estudantes E. Superior			18		50%		
	M3. Dedução 30% passes em IRS			52		24%		
	M4. Apoio operacional serviço TP			100		100%		
	M5. Revogar incentivos automóveis			-		-52		
<b>Sistema eléctrico</b>	SE1. Prosumers - PV residencial	8,6	18,6	22	109	7%	1,04	2,25
	SE2. Prosumers - PV comercial PME	10,0		36		16%	1,21	
	SE3. Revogar subsídios a barragens	-		35		100%		
	SE4. Revogar rendas de terrenos	-		16		100%		
<b>Total</b>		<b>155,3</b>		<b>0</b>		31%	<b>18,60</b>	

O pacote de medidas proposto baseia-se na doutrina desenvolvida nos Capítulos 4 e 5, que representa uma nova estratégia energética, ancorada nas metas do Pacto Ecológico Europeu para 2050. As medidas foram estudadas para o horizonte 2030, sendo harmonizadas sempre que possível com as metas para 2030 do Roteiro para a Neutralidade Carbónica (RNC 2050).

Muitas destas medidas são referidas em documentos programáticos como o RNC 2050 e o PNEC 2030; a diferença é que aqui são definidos os mecanismos de aplicação prática, com base nas necessidades reais dos agentes sociais e económicos e com uma equação orçamental viável.

Estas medidas não devem ser entendidas como um trabalho fechado, mas antes como uma prova de conceito. O foco deste exercício foi duplo: (i) aplicação dos princípios da reforma fiscal ambiental partindo de uma taxa de carbono com eficácia económica e ambiental, e (ii) promoção eficaz a longo prazo de medidas prioritárias em domínios do sector energético que têm sido pouco ou nada desenvolvidos pelas autoridades portuguesas — eficiência energética em todos os sectores, geração solar descentralizada, mobilidade mais sustentável e combate à pobreza energética.

Foram estudadas medidas com um horizonte operacional de 10 anos (até 2030), muitas delas essenciais ao cumprimento de metas já assumidas por Portugal, que até agora não tinham concretização prática. No sector da habitação, assumiu-se como meta que dentro de 15 anos todas as famílias portuguesas viverão numa casa que cumpre os requisitos do comportamento térmico dos edifícios; sendo que dois terços das famílias que ainda vivem em habitações abaixo do padrão mínimo serão abrangidas pelas medidas de incentivo nos próximos 10 anos. Havendo vontade e mais recursos disponíveis, será possível ter metas mais ambiciosas.

Ficaram de fora deste exercício domínios que já estão a ser desenvolvidos no âmbito das políticas públicas e se assumem como adquiridos (solar centralizado, reforço das redes metropolitanas de transportes) e investimentos públicos em larga escala actualmente em discussão (rede ferroviária de longa distância e outras grandes infraestruturas de transportes). Fica igualmente de fora deste exercício a descarbonização de outros sectores que não o energético, ainda que alguns exemplos sejam referidos, por uma questão de abordagem sistémica e coerência metodológica.

## 7.2 Medidas complementares

Na Tabela 7.3 apresenta-se um conjunto de orientações para medidas adicionais, em linha com a reflexão desenvolvida nos capítulos anteriores. Consideram-se relevantes para uma evolução do sistema energético no sentido da sustentabilidade; não foram, no entanto, objecto de estudo detalhado, seja pela sua complexidade ou por estarem fora do âmbito proposto para o presente trabalho.

**Tabela 7.3 – Orientações para políticas de energia, clima e sustentabilidade**

Sector	Orientação	Grupo alvo	Mecanismo
Todos os sectores	Aperfeiçoar/criar ecotaxas incluindo: taxas sobre poluição do ar e água; taxas de resíduos PAYT; taxas de embalagem; utilização do Domínio Público Hídrico; outros usos de recursos naturais	Todas as actividades	Reforma fiscal ambiental
	Pagamento de serviços dos ecossistemas, em particular a armazenagem de carbono a longo prazo	Proprietários e operadores de terrenos	Benefícios fiscais, subsídios à alteração de uso, rendas de longo prazo
Edifícios	Imposição de classe energética mínima para o regime de alojamento local	Proprietários: alojamento local	Regulamentação técnica
Indústria e serviços	Incentivo ao trabalho remoto ( <i>flexiwork</i> )	Empresas e serviços em geral	Protecção jurídica, acesso Internet, acordos de trabalho
	Ampliar as regras de rotulagem energética para equipamentos domésticos, de escritório e comerciais	Fabricantes e consumidores	Regulamentação técnica
Mobilidade	Rever a Lei de Bases dos Transportes Terrestres e criar um Plano Nacional de Mobilidade centrado na rede ferroviária e intermodalidade	Operadores e utentes dos transportes públicos	Regulamentação, regime de financiamento e participação pública
	Desenvolver ferramentas de gestão da mobilidade, incluindo um plano de exploração ferroviária e comunidades metropolitanas de transportes	Operadores e utentes dos transportes públicos	Modelos de planeamento e gestão
	Reformular ISV e IUC em função de critérios ambientais, com base em análise de ciclo de vida	Veículos automóveis	Fiscalidade automóvel
	Incentivos à aquisição e reparação de bicicletas e outros modos suaves de transporte	Fabricantes, utilizadores e prestadores de serviços	IVA reduzido
Sistema eléctrico	Tornar o regime legal do produtor-consumidor mais transparente e flexível. O regime deve promover a criação de comunidades de <i>prosumers</i> e facilitar a venda de energia à rede	<i>Prosumers</i> : famílias, empresas e instituições	Eliminar limitações não técnicas; remunerar venda à rede a 100% do preço de mercado; promover eficiência e descentralização
	Rever os CIEG e outros esquemas de incentivos no sector eléctrico numa lógica de reforma fiscal ambiental, equidade e transparência	Produtores e consumidores de electricidade	Regulamentação tarifária

## 8 Conclusão

Este trabalho de investigação partiu da constatação que o sistema energético nacional e as políticas de energia e clima estão, em muitos aspectos, desfasados das necessidades, face aos desafios da transição energética e da descarbonização compatível com objectivos ambientais e sociais.

No quadro da Rede Douro Vivo, o objectivo do presente estudo é desenvolver medidas de política que garantam a transição energética para um modelo mais sustentável.

O trabalho assentou nos princípios da conversão ecológica (é preciso mudar mentalidades e estilo de vida) e da responsabilidade partilhada (fazemos todos parte do problema e da solução). Consequentemente, privilegiaram-se soluções assentes na parcimónia do uso de recursos, no custo-eficácia das opções, na redução de impactes ambientais e na promoção da equidade social.

No decorrer do trabalho foram seleccionadas as seguintes prioridades de intervenção, que são estratégicas para a mudança de paradigma do sistema energético e têm sido subvalorizadas nas políticas públicas: (i) eficiência energética, (ii) transição renovável descentralizada, (iii) mobilidade mais sustentável e (iv) combate à pobreza energética; (v) atenção ao *nexus* energia-clima-água-biodiversidade. Foram ainda estudadas as ferramentas mais apropriadas a cada sector e objectivo.

Naturalmente, este exercício não esgota o universo das medidas de acção climática. Apenas foi examinado em detalhe o sector energético, referindo-se outros por uma questão de abordagem sistémica e coerência metodológica. Ficou fora deste exercício a análise detalhada de grandes investimentos, públicos e privados, que estão já a ser objecto de estudo e discussão (fotovoltaico centralizado e outras energias renováveis de larga escala, rede ferroviária e outras infraestruturas de transportes).

Nesta fase do trabalho procedeu-se à actualização da caracterização do *nexus* energia-clima em Portugal; sintetizaram-se as lições da avaliação das políticas de energia e clima; definiram-se as orientações para uma nova estratégia energética, desenvolvendo-se nessa base as medidas identificadas na fase anterior; e procedeu-se à avaliação macroeconómica e ambiental das medidas estudadas, definindo-se prioridades.

A análise desenvolvida indica que, com uma abordagem de reforma fiscal ambiental com neutralidade fiscal, é possível atingir uma parte importante dos objectivos nacionais em matéria de acção climática no sector energético, com um saldo orçamental próximo de zero, e indicadores macroeconómicos positivos. Mais — se não forem tomadas medidas deste tipo, é quase certo que as metas definidas, mesmo as mais modestas, não irão ser cumpridas — porque as políticas existentes ou anunciadas não são de todo adequadas.

Através da substituição do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) por uma taxa universal sobre o carbono, de 120 a 190 €/t CO<sub>2</sub>, consegue-se obter uma receita fiscal adicional de 1100 M€/ano. Grande parte deste *superavit* deve-se à extinção de isenções e de incentivos perversos, ainda que o valor da taxa tenha sido desenhado para incentivar a redução de emissões de CO<sub>2</sub> aos níveis desejados. De acordo com os princípios da reforma fiscal ambiental, este montante é integralmente reinvestido em medidas de eficiência energética e produção descentralizada, sendo os beneficiários famílias, PME e outras organizações. Sempre que praticável, recorreu-se ao mecanismo dos benefícios fiscais (principalmente em sede de IRS e IRC), complementado com outros instrumentos considerados mais eficazes, caso a caso.

Deste conjunto de medidas resulta uma poupança ou geração descentralizada equivalente a 22% do consumo nacional de energia final e uma redução de 32% das emissões de CO<sub>2</sub> (relativamente aos níveis de 1990). Os efeitos macroeconómicos são positivos, prevendo-se uma variação, em relação a um cenário BAU, de +2,4% no PIB, +1,4% no emprego, +1,8% no rendimento das famílias e -5,8% na dívida externa. Em síntese, esta abordagem merece ser explorada e implementada.

## Referências

- ADFERSIT (2020). 14º Congresso Nacional ADFERSIT, 3-4 Novembro 2020 (online). Associação de Defesa do Caminho de Ferro e Sistemas Integrados de Transportes. <https://14-congresso.adfersit.pt/conclusoes-congresso-adfersit/>
- Annicchiarico, B.; Battles, S.; Di Dio, F.; Molina, P.; Zoppoli, P. (2017). GHG mitigation schemes and energy policies: A model-based assessment for the Italian economy. *Economic Modelling* 61:495-509.
- APA (2020). Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990 – 2018. Submitted under the Artº 5 and 7 of Regulation (EU) no. 525/2013 of the European Parliament and of the Council on the Greenhouse Gas Monitoring Mechanism (MMR). Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, Março 2020.
- Ballard, C.; Fullerton, D.; Shoven, J.; Whalley, J. (2009). *A General Equilibrium Model for Tax Policy Evaluation*. NBER, University of Chicago Press.
- Bhattacharai, K.; Haughton, J.; Tuerck, D. (2016). The economic effects of the fair tax: analysis of results of a dynamic CGE model of the US economy. *International Economics and Economic Policy* 13(3): 451-466.
- Borges, A.M.; Goulder, L.H. (1984). Decomposing the impact of higher energy prices on long-term growth. Chapter 8 in Scarf, H. E. and J. B. Shoven (eds.): *Applied General Equilibrium Analysis*. Cambridge University Press.
- Brazão, A. (2012). Políticas para a promoção da eficiência energética na indústria portuguesa. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT-UNL.
- CNADS (2019). Parecer do CNADS sobre o Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (PNEC). Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável. Lisboa, Abril 2019.
- CP (1956). Boletim da CP, nº328, Outubro de 1956. Disponível em: [https://www.cp.pt/StaticFiles/Institucional/4\\_cultura\\_feroviaria/2\\_historia/2\\_boletim/50/1956/Boletim328.pdf](https://www.cp.pt/StaticFiles/Institucional/4_cultura_feroviaria/2_historia/2_boletim/50/1956/Boletim328.pdf)
- CSOP (2020). Parecer sobre o Programa Nacional de Investimentos (PNI 2030). Conselho Superior de Obras Públicas, Lisboa, Junho 2020.
- DGEG (2015). Estratégia para a Eficiência Energética nos Edifícios Públicos. Workshop RePublic\_ZEB. Lisboa, 11 de Dezembro de 2015.
- DGEG (2020). Balanço Energético 2019. Direção Geral de Energia e Geologia, Novembro 2020. [www.dgeg.pt](http://www.dgeg.pt)
- Dias, D. (2020). Potencial técnico de aproveitamento da energia solar fotovoltaica em edifícios: Caso de estudo da cidade de Santarém. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT-NOVA.
- EC (2019a). *Clean Energy for All Europeans*. Luxembourg, Publication Office of the European Union.
- EC (2019b). *Communication from the Commission "The European Green Deal"* — COM/2019/640 final, December 2019. European Commission. Available online from [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_pt#latest](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pt#latest)
- EC (2020a). Commission Staff Working Document: Eu Guidance on Energy Poverty. European Commission, Brussels.
- EC (2020b). *EU Transport in figures – Statistical pocketbook 2020*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. ISBN 978-92-76-17565-0. doi:10.2832/491038
- EEA (2005). *EEA core set of indicators - Guide*. Luxemburgo: European Environment Agency, Office for Official Publications of the European Communities.

- Eurostat (2020). Income and living conditions – overview [online database]. Luxembourg: Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/income-and-living-conditions>
- Fernandes, F.; Melo, J.J. (2018). Study of an integrated tariff for the public transit network in the Lisbon Metropolitan Area, Portugal. In: ISDRS 2018 (Eds), Actions for a sustainable world: from theory to practice — Book of papers, the 24th International Sustainable Development Research Society Conference, 824-832. Messina, Italy, 13-15 June 2018. ISBN: 978-88-943228-6-6
- Ferreira, F.R.; Melo, J.J.; Galvão, A.; Sousa, M.J.F. (2019). The environmental footprint according to consumption patterns of Portuguese families. In: Nanjing University (Ed): *"Sustaining resources for the future"*, *Proceedings of the 25th International Sustainable Development Research Society Conference (ISDRS 2019)*, 658-665. Nanjing, China, 26-28 June 2019.
- Francisco (2015). Carta Encíclica "Laudato Sí: Sobre o Cuidado da Casa Comum". Libreria Editrice Vaticana. [http://w2.vatican.va/content/francesco/pt/encyclicals/documents/papa-francesco\\_20150524\\_enciclica-laudato-si.html](http://w2.vatican.va/content/francesco/pt/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html)
- FA (2020). Informação 14/12/2020: Programa "Edifícios mais Sustentáveis" esgotou verba de 4,5 Milhões de euros. Fundo Ambiental (consultado em Dezembro 2020). <https://www.fundoambiental.pt/avisos-2020/mitigacao-das-alteracoes-climaticas/programa-de-apoio-a-edificios-mais-sustentaveis.aspx>
- Gelan, A. (2018). Kuwait's Energy Subsidy Reduction: Examining Economic and CO2 Emissions Effects With or Without Compensation. *Energy Economics* 71: 186-200.
- Goulder, L.H.; Hafstead, M.A.C. (2013). A Numerical General Equilibrium Model for Evaluating U.S. Energy and Environmental Policies. Working Paper, Stanford University, Stanford, CA.
- Grilo, J. (2012). Avaliação do potencial de poupança de energia na habitação em Portugal. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT-UNL.
- GRP (2020). Programa Nacional de Investimentos 2030 (PNI 2030). Governo da República Portuguesa, Lisboa, Outubro 2020. <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/documento?i=apresentacao-do-programa-nacional-de-investimentos-para-2030> (consultado em Novembro 2020)
- Hertwich, E.G.; Gibon, T.; Bouman, E.A.; Arvesen, A.; Suh, S., Heath, G.A.; Bergesen, J.D.; Ramirez, A.; Vega, M.I.; Shi, L. (2015). Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 112 (20), 6277-6282. <https://doi.org/10.1073/pnas.1312753111>
- IEA (2016). Energy and Air Pollution. World Energy Outlook Special Report. International Energy Agency, Paris, June 2016. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/energy-and-air-pollution>
- IEA (2010). World Energy Outlook 2010. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/weo-2010-en>
- IEA (2018). World Energy Outlook 2018. OECD Publishing, Paris.
- IMT (2020). Relatório global de avaliação do impacto do PART 2019. Instituto de Mobilidade e dos Transportes, I.P. Lisboa, Agosto de 2020.
- INAG/DGEG/REN (2007). Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH). Instituto da Água, Direcção-Geral de Energia e Geologia, Redes Energéticas Nacionais.
- INE (2020). Estatísticas dos Transportes e Telecomunicações – 2019. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 2020. ISBN 978-989-25-0546-6
- IP (2018). 1ª adenda do Diretório da Rede 2019. Infraestruturas de Portugal, Dezembro 2018

IPCC (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. International Panel for Climate Change.

IRENA (2017). REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Jorgenson, D.; Goettle, R.; Ho, M.; Wilcoxon, P. (2015). Carbon Taxes and Fiscal Reform in the United States. National Tax Journal 68(1): 121-138.

Kirchner, M.; Sommer, M.; Krantena, K.; Kletzzan-Slamanig, D.; Kettner-Marx, C. (2019). CO2 Taxes, Equity and the double Dividend – Macroeconomic Model Simulation for Austria. Energy Policy 126: 294-314.

Lopes, T.P.; Melo, J.J. (2011). Potential energy savings in the climatization of residential buildings in Portugal. In: Silva R, Tomé E (Eds), MSKE 2011 — International Conference on Managing Services in the Knowledge Economy, 834-844. CLEGI/U. Lusíada, Famalicão, Portugal, 13-15 July 2011. ISBN 978-989-640-103-0.

Marques, F.C.; Melo, J.J.; Pronto, A. (2020). Perspectivas de penetração da energia solar fotovoltaica descentralizada no mercado português. In: Gonçalves, H. e Romero, M. (Eds), As Energias Renováveis na Transição Energética (Livro de Comunicações do XVII Congresso Ibérico e XIII Congresso Ibero-americano de Energia Solar) CIES 2020, 281-289. Lisboa, Portugal. 3-5 Novembro 2020. ISBN 978-989-675-076-3. DOI: 10.34637/cies2020.1.2031. <https://doi.org/10.34637/cies2020.1.2031>

Mekonnen, M.M.; Gerbens-Leenes, P.W.; Hoekstra, A.Y. (2015). The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment. Environmental Science: Water Research & Technology 1, 285-297. <https://doi.org/10.1039/C5EW00026B>

Melo, J.J. (2015). Green tax reform, tipping point for energy use. ISDRS 2015 — 21st International Sustainable Development Research Society Conference “Tipping point: vulnerability and adaptive capacity”. Geelong (Melbourne), Australia, 10-12 July 2015

Melo, J.J.; Brazão, A. (2016). Saving the last wild rivers in Portugal. In: Melo, J.J. *et al* (Eds), Proceedings 22nd International Sustainable Development Research Society Conference (ISDRS 2016), vol. 1, 602-611. Lisboa, Portugal, 13-15 July 2016. ISBN: 978-972-674-791-8

Melo, J.J.; Pegado, C. (2002). EcoBlock – A method for integrated environmental performance evaluation of companies and products (construction case-study). In Proceedings of the Fifth International Conference on EcoBalance. Tsukuba, Japão, 2002. The Society of Non-traditional Technology.

Melo, J.J.; Fernandes, F.; Sousa, M.J.F.; Galvão, A.; Grilo, J.; Pereira, A.M. (2019). *Estratégia energética alternativa: princípios e identificação de medidas*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Junho 2019. 77 pp. ISBN 978-972-8893-82-8.

Melo, J.J., Galvão, A. (2019). Instrumentos económicos para a conservação da biodiversidade e remuneração dos serviços dos ecossistemas em Portugal — Armazenagem e captura de carbono nas áreas piloto. 18 p. FCT-NOVA para o Fundo Ambiental.

Melo, J.J., Galvão, A., Sousa, M.J.F. (2020). Evaluating the energy contribution of small hydropower in the European Mediterranean Basin. EuroNatur, RiverWatch and NOVA University Lisbon. 44 pp.

ISBN 978-972-8893-85-9.

[https://www.balkanrivers.net/uploads/files/3/HydroMed\\_Energy\\_Contribution.pdf](https://www.balkanrivers.net/uploads/files/3/HydroMed_Energy_Contribution.pdf)

OCDE (1993). OECD Environmental Monographs No. 83: OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Paris: OCDE.

PCM (2010). Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010 – Aprova a Estratégia Nacional para a Energia 2020. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

PCM (2013). Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013 – Aprova o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética para o período 2013-2016 e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis para o período 2013-2020. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

PCM (2015). Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015 – Aprova o Quadro Estratégico para a Política Climática, o Programa Nacional para as Alterações Climáticas e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, determina os valores de redução das emissões de gases com efeito de estufa para 2020 e 2030 e cria a Comissão Interministerial do Ar e das Alterações Climáticas. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

PCM (2019). Resolução do Conselho de Ministros nº 107/2019 – Aprova o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

PCM (2020). Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020 – Aprova o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030). Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

Pereira, A.; Pereira, R. (2014a). Environmental fiscal reform and fiscal consolidation: The quest for the third dividend in Portugal. *Public Finance Review* 42(2): 222-253.

Pereira, A.; Pereira, R. (2014b). On the environmental, economic and budgetary impacts of fossil fuel prices: A dynamic general equilibrium analysis of the Portuguese case. *Energy Economics* 42(C): 248-261.

Pereira, A.; Pereira, R. (2014c). DGEP - A dynamic general equilibrium model of the Portuguese economy: Model documentation. The College of William and Mary, Working Paper 127.

Pereira, A.; Pereira, R. (2017a). The economic and budgetary impact of climate policy in Portugal: Carbon taxation in a dynamic general equilibrium model with endogenous public sector behavior. *Environmental and Resource Economics* 67: 231-259.

Pereira, A.; Pereira, R. (2017b). Achieving the triple dividend in Portugal: A dynamic general-equilibrium evaluation of a carbon tax indexed to emissions trading. *Journal of Economic Policy Reform*, forthcoming, published online July 2017.

Pereira, A.; Pereira, R. (2017c). On the relative roles of fossil fuel prices, energy efficiency, and carbon taxation in reducing carbon dioxide emissions. *Journal of Environmental Planning and Management* 60 (10), pp. 1825-1852.

Pereira, A.; Pereira, R. (2017d). The Role of Electricity for the Decarbonization of the Portuguese Economy – DGEP Technical Report, <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/84782>

Pereira, A.; Pereira, R.; Rodrigues, P. (2016). A new carbon tax in Portugal: A missed opportunity to achieve the triple dividend? *Energy Policy* 93: 110-118.

Pinto, D. (2017). Avaliação da eficiência energética nos edifícios do sector público em Portugal. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, FCT NOVA.

Sequeira, M.; Melo, J.J. (2020). Energy saving potential in the small business service sector: case-study Telheiras neighborhood, Portugal. *Energy Efficiency*, 13(4), 551-569. DOI: 10.1007/s12053-020-09842-y

Serra, A. (2018). Incentivos para a promoção da eficiência energética na indústria. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT NOVA.

Spang, S.; Moomaw, W.R.; Gallagher, K.S.; Kirshen, P.H.; Marks, D.H. (2014). The water consumption of energy production: an international comparison. *Environmental Research Letters* 9, 105002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/105002>

Tran, C.; Wende, S. (2017). On the Marginal Excess Burden of Taxation in an Overlapping Generations Model. ANU Working Papers in Economics and Econometrics 2017-652, Australian National University, College of Business and Economics, School of Economics.

UN (2015). Paris Agreement under the United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations. Signed in Paris on the 12<sup>th</sup> December 2015. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

Wernet, G.; Bauer, C.; Steubing, B.; Reinhard, J.; Moreno-Ruiz, E.; Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), pp.1218–1230.

Williams, R. (2016). Environmental Taxation. NBER WP 22303.

## Anexo A – Fichas das medidas

### Ficha de medida – T

**Medida:** Criar uma taxa de carbono eficaz e universal, que substitua o ISP e elimine as actuais isenções e excepções ao ISP

**Sector:** Transversal / todos os sectores

**Grupo alvo:** Todas as actividades

**Tipo:** Ecotaxa

### Justificação:

Historicamente, o ISP tem sido usado essencialmente como uma forma de arrecadar receita para o Estado, não se explorando a sua potencial função de imposto ambiental. Para funcionar como imposto ambiental, teria de penalizar os produtos energéticos mais poluentes e o desperdício de energia, bem como criar meios para incentivar a eficiência energética. Para além disso, a formulação presente do ISP é pautada por muitas distorções que levam à existência de sectores beneficiados por isenções ou reduções, particularmente a indústria e os transportes. Em 2019, as perdas de receita resultante destas excepções foram estimadas em 436 M€ (DGO, 2019). Estas excepções constituem sinais errados e incentivam ao desperdício energético. Os apoios à indústria devem ser concretizados através de investimentos em eficiência energética que permitam efectivamente reduzir consumos e custos. O ISP deve ser encarado como uma forma de penalizar combustíveis, formas de energia ou viaturas poluentes, de forma proporcional aos impactes gerados, e as receitas geradas devem ser consignadas à promoção da eficiência energética e do transporte público.

Propõe-se a substituição do ISP por uma taxa de carbono, ou seja, a sua transformação num imposto sobre as emissões de CO<sub>2</sub> e não sobre consumos de energia, com eliminação total das actuais isenções e excepções.

Um imposto sobre as emissões de CO<sub>2</sub> que seja eficaz, desenhado de modo a garantir os objectivos ambientais necessários, mantendo a mais estrita neutralidade fiscal e concentrando-se em objectivos de eficiência energética tem como potencial atingir os efeitos de descarbonização desejados, melhorando simultaneamente o desempenho económico e os padrões de justiça social no país.

### Critérios indicativos:

O desenho da taxa deve incentivar a alteração de comportamentos. A taxa de carbono actual não tem expressão visível para os consumidores, não reflecte os custos ambientais da poluição e não é suficiente para o cumprimento dos objectivos de descarbonização. Propõe-se implementar a taxa em 2021 com 120 €/t CO<sub>2</sub>, aumentando progressivamente até 190 €/t CO<sub>2</sub> em 2030. Por uma questão de simplificação, estes valores referem-se a uma taxa única sobre as emissões de CO<sub>2</sub> e, portanto, assumem que a imposição sobre os outros poluentes e gases de efeitos de estufa se mantém inalterada.

Existem outras formulações possíveis, mas a concentração dos esforços num único instrumento torna a medida mais precisa e mais simples de defender de um ponto de vista político. Sabemos que ao reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> estamos em simultâneo a reduzir outros poluentes.

As receitas fiscais estimadas a longo prazo com esta taxa de carbono seriam de cerca de 1100 M€ (aproximadamente 0,5% do PIB). Estas receitas fiscais seriam relativamente estáveis ao longo da década, uma vez que o aumento da taxa de tributação contrabalançaria a redução mais ou menos proporcional da base fiscal.

Esta taxa sobre o carbono é para ser implementada dentro de um contexto da mais estrita neutralidade agregada das receitas fiscais. Deste modo, ainda que haja uma substancial mudança na incidência dos impostos em termos individuais, a carga fiscal no país manter-se-á inalterada. As receitas serão usadas na sua totalidade para reduzir a carga fiscal em sede de IRS, IRC e ISP. As reduções em sede de IRS e IRC devem estar ligadas, sempre que possível e até ao limite das disponibilidades tecnológicas, a comportamentos conducentes a melhoria da eficiência energética e promoção da mobilidade sustentável.

Estas propostas são resultado de uma pesquisa empírica no contexto de um modelo de equilíbrio geral multissetorial, dinâmico e computável da economia portuguesa, conhecido como DGEP. Versões anteriores deste modelo estão documentadas em Pereira e Pereira (2014c) e foram usadas no passado recente para abordar questões de política energética e climática [ver Pereira e Pereira (2014a, 2014b, 2017a, 2017b, 2017c) e Pereira *et al.* (2016)].

<b>Impacto energético e orçamental:</b>	
<b>Poupança ou produção energética (PJ/ano)</b> em 2030	<b>Impacto nos consumidores e contribuintes (M€/ano)</b> Média 2021-2030
<b>30</b>	<b>-1 100</b>

## Referências:

DGO (2019). Orçamento de Estado 2019 – Mapa XXI – Receitas tributárias cessantes dos Serviços Integrados, dos Serviços e Fundos Autónomos e da Segurança Social. Ministério das Finanças. Lisboa, Portugal

Pereira, A., and R. Pereira, 2014a. “Environmental fiscal reform and fiscal consolidation: The quest for the third dividend in Portugal,” *Public Finance Review* 42(2): 222-253.

Pereira, A., and R. Pereira, 2014b. “On the environmental, economic and budgetary impacts of fossil fuel prices: A dynamic general equilibrium analysis of the Portuguese case,” *Energy Economics* 42(C): 248-261.

Pereira, A., and R. Pereira, 2014c. “DGEP - A dynamic general equilibrium model of the Portuguese economy: Model documentation,” The College of William and Mary, Working Paper 127.

Pereira, A., and R. Pereira, 2017a. “The economic and budgetary impact of climate policy in Portugal: Carbon taxation in a dynamic general equilibrium model with endogenous public sector behavior,” *Environmental and Resource Economics* 67: 231-259.

Pereira, A., and R. Pereira, 2017b. “Achieving the triple dividend in Portugal: A dynamic general-equilibrium evaluation of a carbon tax indexed to emissions trading,” *Journal of Economic Policy Reform*, forthcoming, published online July 2017.

Pereira, A., and R. Pereira, 2017c. “On the relative roles of fossil fuel prices, energy efficiency, and carbon taxation in reducing carbon dioxide emissions,” *Journal of Environmental Planning and Management* 60 (10), pp. 1825-1852.

Pereira, Alfredo and Rui Pereira, 2017d. The Role of Electricity for the Decarbonization of the Portuguese Economy – DGEP Technical Report, <https://mpr.a.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/84782>

Pereira, A., R. Pereira, and P. Rodrigues, 2016. “A new carbon tax in Portugal: A missed opportunity to achieve the triple dividend?” *Energy Policy* 93: 110-118.

**Ficha de medida – Ed1/2/3/4**

**Medida:** Incentivo desburocratizado a obras de melhoria do comportamento térmico dos edifícios. Âmbito: substituição por janelas eficientes; isolamento de coberturas e paredes; painéis solares térmicos para AQS.

**Sector:** Edifícios

**Grupos alvo:** Proprietários, senhorios e inquilinos de habitações; empresas e instituições.

**Tipo:** Benefícios em sede de IRS/IRC

**Justificação:**

O sector dos edifícios (habitação e serviços) representa 40% do consumo de energia em Portugal. Vários estudos apontam potenciais de melhoria de eficiência energética entre 20% a 50% (Lopes e Melo, 2011; Grilo, 2012; Pinto, 2017). Na habitação, um dos pontos fulcrais é o mau desempenho térmico dos edifícios, que origina desperdícios de energia usada para aquecer ou arrefecer as casas (muitas vezes sem sucesso). A solução mais eficaz é estrutural e passa pelo investimento em obras de reabilitação dos edifícios, assentes na climatização passiva. Esta é, no entanto, uma solução que exige maiores investimentos muitas vezes não suportáveis pelas famílias. Isto é particularmente relevante no caso das famílias de baixos rendimentos, mais vulneráveis e frequentemente afectadas por situações de pobreza energética.

Os apoios para investimentos em eficiência energética nos edifícios pecam pelo excesso de burocracia, dificuldade no acesso e falhas no desenho que levam a falta de concretização. Os processos de candidatura são demasiado complexos e morosos, sobretudo para as famílias e PME. A atribuição de benefícios fiscais directos na realização de obras constitui uma forma expedita para incentivar a melhoria do desempenho energético dos edifícios. Estes benefícios devem ser diferenciados de acordo com a situação económica do agregado familiar, discriminando positivamente as famílias em comprovada situação de pobreza energética.

**Critérios indicativos:**

Considera-se que despesas relacionadas com a reabilitação e melhoria do comportamento térmico das habitações constituem despesas essenciais, tais como as relacionadas com a saúde e educação. O direito à habitação é um direito consagrado na Constituição e, como tal, merece um nível de protecção equiparado.

Apoio geral, destinado a famílias de classe média: propõe-se uma dedução à colecta de 30% do montante aplicado.

Apoio a famílias de baixos rendimentos: propõe-se um apoio que pode revestir diversas formas (benefício fiscal, subsídio ou outra, dependendo da situação caso a caso — em média de 70% do montante aplicado.

Âmbito da dedução: substituição por janelas eficientes; isolamento de coberturas e paredes; painéis solares térmicos para AQS. Não aplicável a bombas de calor (que são rentáveis sem apoio) nem a AVAC (para privilegiar as medidas de qualificação dos edifícios)

Pressupostos: todas as famílias portuguesas viverão em habitações com comportamento térmico adequado até 2035. Para o período em análise (2021-2030) propõe-se a intervenção em 2/3 dos 3 milhões de habitações que hoje não cumprem as normas aplicáveis. Neste período pretende-se abranger: 1) medidas de melhoria do comportamento térmico: 2 milhões habitações, sendo 1,3 milhões no regime geral e 0,7 milhões em habitações de famílias de baixos rendimentos; 2) AQS: 1,2 milhões de habitações; 3) 0,2 milhões de empresas.

**Intervenções:**

	Milhões intervenções 10 anos (2021-2030)	Milhões intervenções por ano (2021-2030)	Valor unitário (€/int.)	Total acumulado (M€/10 anos)
Ed1. Qualificação de habitações (geral)	1,33	0,133	8 300	11 607
Ed2. Qualificação de habitações (bx. rendim.)	0,67	0,067	8 500	5 667
Ed3. Habitações: AQS	1,17	0,117	2 400	2 800
Ed4. Indústria & Serviços	0,2	0,02	11 000	2 200

<b>Impacto energético e orçamental:</b>								
Perspectiva dos contribuintes/consumidores no horizonte 2030								
	Poupança/produção de energia		Poupança económica		Investimento			
	Total (PJ/ano) em 2030	Valor unitário (GJ/ano/int)	Total (M€/ano) em 2030	Valor unitário (€/ano/int)	Benefício nominal %	Investimento privado unitário (€/int)	Investimento privado (M€) 2021-2030	PRI simples (anos)
Ed1. Qualificação habitações (geral)	4,3	3,2	33	245	30%	5 810	7 747	24
Ed2. Qualificação habitações (bx. rend.)	2,1	3,2	16	245	70%	2 550	1 700	10
Ed3. Habitações: AQS	5	4,3	25	215	30%	1 680	1 960	8
Ed4. Indústria & Serviços	7	35	20	981		7 700	1 540	8
Perspectiva do Estado (anual)								
	Despesa OE (M€/ano)		Receita OE (M€/ano)		Contributo público líquido (%)			
Habitações: Isolamento (geral)	332		144		17%			
Habitações: Isolamento (bx rend)	397		74		57%			
Habitações:AQS	84		37		17%			
Indústria & Serviços	66		4		28%			
Síntese:								
Poupança ou produção energética (PJ/ano) em 2030						Impacto nos consumidores e contribuintes (M€/ano) 2021-2030		
<b>18,4</b>						<b>+620</b>		

## Referências:

Grilo, J. (2012). Avaliação do potencial de poupança de energia na habitação em Portugal, Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT-UNL

Lopes, T.P., Melo, J.J. (2011). Potential energy savings in the climatization of residential buildings in Portugal. In: Silva R, Tomé E (Eds), MSKE 2011 — Intern. Conference on Managing Services in the Knowledge Economy, 834-844. CLEGI, Famalicão, Portugal, 13-15 July 2011. ISBN 978-989-640-103-0.

Pinto, D. (2017). Avaliação da eficiência energética nos edifícios do sector público em Portugal. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, FCT-UNL.

**Ficha de medida – IS1**

**Medida:** Incentivos organizacionais essenciais para a melhoria de eficiência: (a) Auditorias energéticas; (b) Gestor da energia

**Sector:** Indústria e serviços

**Grupo alvo:** PME

**Tipo:** Benefício em sede de IRC

**Justificação:**

No sector industrial, as inovações tecnológicas poderão conduzir a uma redução superior a 20% da intensidade energética, ainda que variando conforme o subsector. No entanto, o investimento em projectos de eficiência energética enfrenta ainda alguma dificuldade dentro da indústria, e em particular entre as pequenas e médias empresas (PME).

Com esta medida pretende-se enquadrar a eficiência energética como uma prioridade dentro do funcionamento das PME. A realização de auditorias energéticas permite às PME identificar oportunidades de melhoria no seu desempenho energético de forma custo-eficaz e planear de forma informada os investimentos a realizar. De igual modo, os incentivos à contratação de gestores de energia permitem colmatar dificuldades relacionadas com a falta de capacidade e conhecimentos técnicos, frequentes em empresas de menores dimensões.

**Critérios indicativos:**

Propõe-se uma dedução à colecta de 50% do montante aplicado. Sugere-se este nível de incentivo porque é uma medida que não confere ganhos directos e tem custos relativamente mais pesados para pequenas instalações (e por isso hoje raramente é adoptada por PME), mas gera um grande potencial de poupanças futuras.

Do universo de cerca de 1,2 milhões de PME existentes em Portugal, metade requer melhorias na eficiência energética (Sequeira e Melo, 2020). Esta medida pretende abranger essas empresas ao longo de 10 anos (2021-2030). Pressupõe-se que cada PME realiza uma auditoria energética a cada 8 anos, com um custo médio de 2 000€ por auditoria:

Nº Intervensões em 10 anos (2021-2030)	Nº Intervensões / ano	Valor unitário (€ / int.)	Total acumulado (M€/10 anos)
750 000	75 000	2 000	1 500

**Impacto energético e orçamental:**

Perspectiva dos contribuintes/consumidores no horizonte 2030

Poupança/produção de energia		Poupança económica		Investimento			
Total (PJ/ano) em 2030	Valor unitário (GJ/ano/int)	Total (M€/ano) em 2030	Valor unitário (€/ano/int)	Benefício nominal %	Investimento privado unitário (€/int)	Investimento privado (M€) 2021-2030	PRI simples (anos)
11,3	15	318	424	50%	1 000	750	2

Perspectiva do Estado (anual)

Despesa OE (M€/ano)	Receita OE (M€/ano)	% contributo público líquido
75	44	21%

**Síntese:**

Poupança ou produção energética (PJ/ano) em 2030	Impacto nos consumidores e contribuintes (M€/ano) 2021-2030
11,3	+31

**Ficha de medida – IS2**

**Medida:** Incentivos à aquisição de equipamentos e serviços de alta eficiência energética: (a) Tecnologias seleccionadas (p.e. variadores electrónicos de velocidade); (b) Medidas com PRI entre 3 e 7 anos, identificadas em auditoria energética; (c) Contratação de serviços energéticos (ESCO); (d) Transporte colectivo para colaboradores

**Sector:** Indústria e Serviços

**Grupo alvo:** Indústria e serviços em geral

**Tipo:** Benefício em sede de IRC

**Justificação:**

No sector industrial, as inovações tecnológicas poderão conduzir a uma redução superior a 20% da intensidade energética, ainda que variando conforme o subsector. No entanto, o investimento em projectos de eficiência energética enfrenta ainda alguma dificuldade dentro da indústria, e em particular entre as pequenas e médias empresas (PME). As empresas raramente concretizam investimentos com período de retorno superior a 3 anos, e parte significativa dos potenciais de poupança encontra-se em medidas com período de retorno entre 3 e 7 anos (Brazão, 2012; Serra, 2018). Para contrariar esta barreira, propõe-se a atribuição de benefícios em sede de IRC na aquisição de equipamentos e serviços de alta eficiência energética como:

- Tecnologias seleccionadas (p.e. variadores electrónicos de velocidade);
- Medidas com PRI entre 3 e 7 anos, identificadas em auditoria energética;
- Contratação de serviços energéticos (ESCO);
- Transporte colectivo para colaboradores.

**Critérios indicativos:**

Dedução à colecta de 30% do montante aplicado.

Esta medida pretende abranger um universo de 600 000 empresas, distribuídas ao longo de 30 anos (2021-2050). Este valor corresponde a cerca de metade das empresas existentes em Portugal, nas quais se verificou a necessidade de intervenções para melhoria da eficiência energética (Sequeira e Melo, 2020). Considera-se um valor médio de 10 000 € por intervenção.

Nº Intervenções em 10 anos (2021-2030)	Nº Intervenções / ano	Valor unitário (€ / int.)	Total acumulado (M€/10 anos)
200 000	20 000	10 000	2 000

**Impacto energético e orçamental:**

Perspectiva dos contribuintes/consumidores no horizonte 2030

Poupança/produção de energia		Poupança económica		Investimento			
Total (PJ/ano) em 2030	Valor unitário (GJ/ano/int)	Total (M€/ano) em 2030	Valor unitário (€/ano/int)	Benefício nominal %	Investimento privado unitário (€/int)	Investimento privado (M€) 2021-2030	PRI simples (anos)
22	110	384	1 920	30%	7 000	1 400	4

Perspectiva do Estado (anual)

Despesa OE (M€/ano)	Receita OE (M€/ano)	% contributo público líquido
60	4	28%

**Síntese:**

Poupança ou produção energética (PJ/ano) em 2030	Impacto nos consumidores e contribuintes (M€/ano) 2021-2030
22	+56

Referências:

Brazão, A. (2012). Políticas para a promoção da eficiência energética na indústria portuguesa. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT-UNL

Sequeira M, Melo JJ (2020). Energy saving potential in the small business service sector: case-study Telheiras neighborhood, Portugal. *Energy Efficiency*, 13(4), 551-569. DOI: 10.1007/s12053-020-09842-y

Serra, A. (2018). Incentivos para a promoção da eficiência energética na indústria. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT NOVA

**Ficha de medida – M1/2/3/4**

**Medida:** Promoção do transporte público colectivo, através de um conjunto de medidas: a) subsidiação do passe para estudantes; b) benefícios fiscais na aquisição de bilhetes e passes; c) apoio operacional à melhoria do serviço de transporte público.

**Sector:** Mobilidade

**Grupo alvo:** Famílias / utentes dos transportes públicos

**Tipo:** Subsídios; benefícios em sede de IRS

**Justificação:**

O transporte público é uma peça fulcral em qualquer estratégia de mobilidade sustentável. Com este conjunto de medidas pretende-se apoiar a utilização do transporte público, melhorar os serviços prestados e contribuir para a redução de uma repartição modal fortemente dependente do automóvel, como a que existe actualmente. Pretende-se tornar o direito à mobilidade mais universal e promover uma mudança de comportamento, fomentando o hábito de utilização dos transportes públicos colectivos.

Considera-se que este efeito só será alcançado com uma combinação de (i) melhor oferta de transporte público, em especial nas áreas metropolitanas, (ii) criação de um mecanismo de co-financiamento operacional do transporte público, e (iii) incentivos aos utentes que ajudem a mudar os hábitos presentes.

A primeira vertente dá-se como adquirida num horizonte de 10 anos, embora saibamos que exigirá grandes esforços e investimentos, de resto já previstos no RNC 2050 e no PNI 2030. A poupança energética assumida baseou-se no consumo de energia final dos transportes em 2030, previsto no RNC (PCM, 2019).

A segunda vertente corresponde à medida proposta M4, cujo valor foi arbitrado com base na experiência do Programa de Apoio à Redução Tarifária (PART) (IMT, 2020). A terceira vertente corresponde às medidas propostas M1, M2 e M3, funcionando simultaneamente como um incentivo aos utentes e uma forma complementar de financiamento dos operadores de transportes públicos.

**Critérios indicativos:**

- a) Subsidiação de 100% para os estudantes até ao 12º ano de escolaridade, e de 50% para os estudantes no ensino superior.

Para o cálculo do custo anual, considera-se um preço médio de passe de 30 € mensais, e que o passe é adquirido 11 meses por ano. Considera-se que 80% da população estudante é móvel e que, dessa população, 34% utiliza transportes colectivos (INE, 2018); considera-se ainda que existirá uma transferência modal de 6% do transporte individual para o transporte colectivo (Tyrinopoulos e Antoniou, 2013).

Pressupostos:

	Milhões de estudantes matriculados (média 2008-2018)	População estudante móvel (milhões)	Usam transportes colectivos (milhões)	Transferem para transporte colectivo	Total estudantes	Milhões de intervenções / ano	Custo bruto (M€/ ano)
Estudantes até 12º ano	1,744	1,399	0,472	40 736	512 894	5,64	169
Estudantes universitários	0,379	0,304	0,103	8 859	111 540	1,23	37

- b) Benefícios fiscais

Propõe-se uma dedução à colecta do IRS de 24% do valor do passe. A dedutibilidade do IVA já existente (6%) seria então ampliada. Para o cálculo do custo anual, considera-se um preço médio de passe de 30€ mensais, e que o passe é adquirido 11 meses por ano. Considera-se apenas a população empregada em Portugal, sendo que 87% é móvel e que, dessa população, 12% utiliza transportes colectivos (INE, 2018); considera-se ainda que existirá uma transferência modal de 6% do transporte individual para o transporte colectivo (Tyrinopoulos e Antoniou, 2013).

Pressupostos:						
População empregada, milhões (média 2008-2018)	População móvel (milhões)	Usam transportes colectivos (milhões)	Transferem para transporte colectivo	Total pop que usa TC	Milhões de intervenções / ano	Custo bruto (M€/ ano)
4,725	4,130	0,512	158 458	670 586	7,38	221

Impacto energético e orçamental:				
	Perspectiva do Estado (anual)		Síntese	
	Despesa OE (M€/ano)	% contributo público líquido	Poupança energética (PJ/ano) em 2030	Impacto nos consumidores e contribuintes (M€/ano) 2021-2030
M1. Estud. até 12º ano	169	100%	55	+336
M2. Estud. universitários	18	50%		
M3. Benefícios fiscais	52	24%		
M4. Apoio operacional TC	100	100%		

## Referências:

IMT (2020). Relatório global de avaliação do impacto do PART 2019. Instituto de Mobilidade e dos Transportes, I.P. Lisboa, Agosto de 2020.

INE (2018). Mobilidade e funcionalidade do território nas Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa 2017. Instituto Nacional de Estatística, I. P. Lisboa. ISBN 978-989-25-0478-0

PCM (2019). Resolução do Conselho de Ministros nº 107/2019 – Aprova o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

Tyrinopoulos, Y.; Antoniou, C. (2013). Factors affecting modal choice in urban mobility. Eur. Transp. Res. Rev. (2013) 5:27–39. DOI 10.1007/s12544-012-0088-3

**Ficha de medida – M5****Medida:** Eliminar incentivos fiscais à aquisição de automóveis individuais, qualquer que seja a tecnologia**Sector:** Mobilidade**Grupo alvo:** Veículos automóveis**Tipo:** Eliminação de incentivos perversos**Justificação:**

As actuais isenções de ISV para carros eléctricos, híbridos plug-in, carros a GPL e outros benefícios existentes para a aquisição de automóveis individuais constituem incentivos perversos. Percebe-se que esta medida pretenda promover a aquisição de veículos com menos emissões de GEE, e acelerar a penetração no mercado de tecnologias ainda onerosas para a maioria dos cidadãos. No entanto, a mera isenção deste imposto não torna os veículos eléctricos acessíveis a todos, sendo no fundo um benefício para quem já teria capacidades para adquirir este veículo de qualquer forma.

São também incentivos perversos uma vez que não é compatível querer promover uma maior utilização do transporte público e ao mesmo tempo tornar mais acessível a aquisição de novos veículos ligeiros de passageiros. O enfoque deverá ser sempre na promoção da utilização de transportes públicos colectivos, e na melhoria do serviço destes, que deve ser financiada exactamente pela receita angariada pelo uso do transporte individual.

**CrITÉrios indicativos:**

Eliminar os incentivos actualmente existentes para automóveis de baixas emissões: isenções de ISV para veículos eléctricos, híbridos plug-in e GPL; incentivo à aquisição de veículos eléctricos e de veículos plug-in novo, de baixas emissões. Para o ano de 2019, estes incentivos ascendem a 52 M€.

Cálculo dos custos:

Incentivos perversos	Montante (€)	CrITÉrio/ fonte
Isenção ISV GPL	19 704 €	Mapa XXI do OE 2019 (DGO, 2019)
Isenção ISV Híbridos	14 641 831 €	
Isenção ISV Híbridos plug-in	14 791 417 €	
Aquisição de veículo plug-in novo/ veículo baixas emissões	18 602 €	
Isenção ISV Eléctricos	19 217 833 €	Estimativa, considerando como critério para cálculo do ISV a equivalência da componente ambiental à taxa média para automóveis a gasolina e gasóleo. Taxa média ISV veículo eléctrico: 3 806€ Nº veículos eléctricos: 5 500 (INE, 2019)
Incentivos à aquisição de veículos eléctricos	3 000 000 €	Fundo Ambiental (2019)
<b>TOTAL</b>	<b>51 689 387 €</b>	

**Referências:**

INE (2019). Estatísticas do parque de veículos rodoviários. Consultado a 28 Junho de 2019.

DGO (2019). Orçamento de Estado 2019 – Mapa XXI – Receitas tributárias cessantes dos Serviços Integrados, dos Serviços e Fundos Autónomos e da Segurança Social. Ministério das Finanças. Lisboa, Portugal.

Fundo Ambiental (2019). Incentivo pela Introdução no Consumo de Veículos de Baixas Emissões 2017-2019. Ministério do Ambiente e da Transição Energética. <https://www.fundoambiental.pt/>

**Ficha de medida – SE1/2****Medida:** Incentivo à aquisição de painéis fotovoltaicos**Sector:** Sistema Eléctrico Nacional**Grupo alvo:** Pessoas individuais, empresas e instituições**Tipo:** Benefício em sede de IRS/IRC**Justificação:**

Pretende-se tornar a aquisição de painéis fotovoltaicos (PV) mais atraente para famílias e empresas. O incentivo deve promover o conceito de *prosumer* e a produção descentralizada. Propõe-se um incentivo fiscal por ser muito mais universal e prático de gerir do que esquemas de subsídios.

O sistema energético em Portugal carece de incentivos a uma produção descentralizada de pequena escala. Os incentivos existentes são tipicamente burocráticos e complexos, afectando a sua adopção por parte das famílias e empresas, na sua maioria PME. A medida pretende servir como uma "energia de activação" que aumente o número de *prosumers* e a produção de energia eléctrica renovável, descentralizada, e de baixo impacte ambiental.

**Critérios indicativos:**

Dedução à colecta de 20% do montante aplicado. Este valor reduz significativamente o encargo de investimento, mas recebe um benefício inferior à eficiência energética.

Actualmente, o custo médio de um equipamento de 750 W sem baterias, tipicamente para famílias, cifra-se nos 2,1 €/W instalado (Marques, 2019). As empresas, investindo em sistemas > 1500 W conseguem preços médios de 1,3 €/W e valores mínimos de 0,9 €/W. Considerou-se uma potência média instalada de 4300 W. Cada W instalado produz aproximadamente 1,6 kWh/ano (Marques, 2019 e Dias, 2020).

Pretende-se abranger 2 000 000 edifícios residenciais e 400 000 edifícios comerciais ao longo da próxima década (2021-2030); consideraram-se sistemas sem baterias, com um investimento médio para instalação de painéis residenciais e comerciais de 1 600€ e 5 600€, respectivamente (Marques, 2019).

O valor de investimento e produção PV assumidos são significativamente superiores ao previsto no RNC 2050 (PCM, 2019), o que é deliberado. O RNC assume pouca penetração do PV descentralizado até 2030, porque o seu custo é superior ao do PV centralizado. Pelo contrário, neste exercício assume-se que deve ser dada prioridade ao PV descentralizado, porque provoca menos impactes e conflitos ambientais, garante melhor resiliência e eficiência da rede eléctrica a prazo, e é essencial para o envolvimento das famílias e PME como *prosumers*, num novo paradigma de rede inteligente. Daí o financiamento acrescido proposto. Não é necessário financiamento público para o PV centralizado ou no sector industrial, porque já são rentáveis hoje.

	Nº Intervenções em 10 anos (2021-2030)	Nº Intervenções / ano	Valor unitário (€ / int.)	Total acumulado (M€/10 anos)
PV residencial	2 000 000	200 000	1 600	3 200
PV comercial	400 000	40 000	5 600	2 240

**Impacto energético e orçamental:**

Perspectiva dos contribuintes/consumidores no horizonte 2030

	Produção de energia		Poupança económica		Investimento			
	Total (PJ/ano) em 2030	Valor unitário (GJ/ano/int)	Total (M€/ano) em 2030	Valor unitário (€/ano/int)	Benefício nominal %	Investimento privado unitário (€/int)	Investimento privado (M€) 2021-2030	PRI simples (anos)
PV residencial	8,6	4,3	420	210	20%	1 280	2 560	6
PV comercial	10	25	412	1 030		4 480	1 792	4

Perspectiva do Estado (anual)			
	Despesa OE (M€/ano)	Receita OE (M€/ano)	% contributo público líquido
PV residencial	64	42	7%
PV comercial	45	8	16%

Síntese:	
Produção descentralizada (PJ/ano) em 2030	Impacto nos consumidores e contribuintes (M€/ano) 2021-2030
<b>18,6</b>	<b>+58</b>

## Referências:

Consultados orçamentos para instalação de painéis fotovoltaicos, com e sem sistemas de baterias, das seguintes empresas: EDP Comercial; Sunenergy; Solarimpact; SoalrShop; Damia Solar; Boa Energia; Resul; Lobosolar; Sotecnisol. Orçamentos consultados entre Outubro 2018 e Janeiro 2019.

Dias, D. (2020). Potencial técnico de aproveitamento da energia solar fotovoltaica em edifícios: Caso de estudo da cidade de Santarém. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FCT-NOVA.

Marques, F.C., Melo, J.J., Pronto, A. (2020). Perspectivas de penetração da energia solar fotovoltaica descentralizada no mercado português. In: Gonçalves, H. e Romero, M. (Eds), As Energias Renováveis na Transição Energética (Livro de Comunicações do XVII Congresso Ibérico e XIII Congresso Ibero-americano de Energia Solar) CIES 2020, 281-289. Lisboa, Portugal. 3-5 Novembro 2020. ISBN 978-989-675-076-3. DOI: 10.34637/cies2020.1.2031. <https://doi.org/10.34637/cies2020.1.2031>

PCM (2019). Resolução do Conselho de Ministros nº 107/2019 – Aprova o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

**Ficha de medida – SE.3****Medida:** Revogar os subsídios à construção de barragens: capítulo III, art.º n.º 10º a 13º, da Portaria n.º 251/2012**Sector:** Sistema Eléctrico Nacional**Grupo alvo:** Operadores das barragens**Tipo:** Eliminação de incentivos perversos**Justificação:**

Esta medida alinha-se com a posição tomada na Lei nº 42/2016, que revoga o mecanismo de garantia de potência contratualizada, estabelecida na mesma portaria que estes subsídios, denominados de “incentivo ao investimento”. Propõe-se a revogação destes subsídios porque se considera que o PNBEPH e os objectivos estabelecidos nunca se basearam e certamente não se justificam no sistema eléctrico actual: não consideram a descentralização da rede, o potencial de produção de outras tecnologias renováveis, o potencial de eficiência energética ou o RNC 2050. Não há qualquer impedimento legal à revogação imediata destes subsídios, pois são benefícios criados extra-concessões, sem fundamentos adequados, e **sem suporte contratual**.

A Portaria 233/2020, de 2 de Outubro, veio revogar a Portaria 251/2012, terminando com os pagamentos dos incentivos ao investimento. No entanto, esta portaria acabou por ser rectificada pela Declaração de Rectificação 42/2020, que veio assegurar o pagamento dos incentivos ao investimento relativos ao ano de 2020 e seguintes nos casos em que tal esteja contratualmente assegurado, mantendo-se em vigor a Portaria 251/2012. Importa realçar que, originalmente, estes subsídios não eram de natureza contratual.

**Critérios indicativos:**

Este subsídio é pago através da factura da electricidade, mas funciona de facto como um imposto, pois não corresponde a qualquer serviço prestado.

Empreendimentos	Garantia (€/MW/ano)	Potência (MW)	Subsídio (M€/ano)
Baixo Sabor	22 000	172	3,8
Ribeiradio	22 000	81	1,8
Foz Tua	13 000	259	3,4
Sistema Electroprodutor do Tâmega (A. Tâmega, Gouvães e Daivões)	11 000	1154	12,7
Alqueva II	11 000	260	2,9
Venda Nova III	11 000	746	8,2
Salamonde II	11 000	207	2,3
Total ou média	12 147	2 879	35,0

Como observável na tabela acima, a ser cumprido o mecanismo previsto na Portaria 251/2012, o ónus para o consumidor de electricidade pode ascender até aos 35 M€ por ano.

**Ficha de medida – SE.4****Medida:** Revogar o pagamento de rendas pelos terrenos das albufeiras e centrais**Sector:** Sistema Eléctrico Nacional**Grupo alvo:** REN**Tipo:** Eliminação de incentivos perversos**Justificação:**

Com os Contratos de Aquisição de Electricidade (CAE), os centros electroprodutores eram obrigados a entregar toda a sua produção à Rede Nacional de Transporte (RNT), sendo que a operadora da RNT, a REN, tinha a obrigação de adquirir e manter na sua propriedade os terrenos dos mesmos centros. Devido à cessão antecipada dos CAE publicou-se o DL 198/2003 que estabelece as regras para a RNT vender ou arrendar aos actuais produtores do Serviço Eléctrico Nacional (SEN) os terrenos onde se encontram instalados os centros produtores.

A Portaria 96/2004, prevista no DL 198/2003, determina que os produtores de energia devem adquirir ou arrendar à REN os terrenos dos seus centros, sendo estabelecido nesta portaria o regime de remuneração destes terrenos.

Todo este processo é opaco, com transferências de propriedade entre empresas, sendo que o custo destes terrenos acaba por ser cobrado aos consumidores de energia eléctrica na rubrica dos Custos de Interesse Económico Geral (CIEG). Não se vê motivo para que seja paga uma renda a um operador privado por terrenos que pertencem ao domínio público.

Custos com os terrenos das centrais, 2008-2019 (ERSE):

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Custo(M€)	11	25	13	24	24	21	13	13	13	13	13	13

Terrenos incluídos: Central de Alto Mira (REN); Central do Barreiro (REN); Central do Carregado (REN); Central do Pego (REN); Central de Setúbal (REN); Central Térmica de Sines (REN); Central da Tapada do Outeiro (REN); Central de Tunes (REN); Aproveitamento Hidroeléctrico (AH) de Bemposta; AH de Carrapatelo; AH de Crestuma; AH de Miranda; AH de Picote; AH do Pocinho; AH da Régua; AH do Torrão; AH de Valeira; AH de Vilar-Tabuaço; AH do Alto Lindoso; AH do Alto Rabagão; AH de Caniçada; AH de Salamonde; AH de Touvedo; AH de Vilarinho das Furnas; AH de Venda Nova/Paradela; AH da Agueira; AH da Bouçã; AH de Cabril; AH do Caldeirão; AH de Castelo de Bode; AH de Fratel; AH de Pracana; AH de Raiva.

## Anexo B – Modelo de equilíbrio geral da economia portuguesa

### Características gerais do modelo

O modelo de equilíbrio geral multissetorial dinâmico da economia portuguesa incorpora uma vertente de optimização dinâmica, contas familiares e sectoriais detalhadas, uma modelação abrangente das actividades do sector público e uma descrição detalhada dos sectores de energia. Considera-se uma economia de mercado ou descentralizada. Existem quatro tipos de agentes económicos: famílias, empresas, sector público e sector externo. As escolhas dos agentes são enquadradas pelas restrições financeiras enfrentadas por estes. Todos os agentes são tomadores de preços e têm perfeita capacidade de previsão.

As famílias e empresas implementam escolhas óptimas, conforme necessário, para maximizar as suas funções objectivo. As famílias maximizam os seus níveis de utilidade intertemporal, optimizando assim o consumo, a oferta de trabalho e os comportamentos de poupança. Consideram-se cinco grupos de rendimento familiar por quintil. Embora a estrutura geral do comportamento familiar seja a mesma para todos os grupos familiares, as preferências, renda, riqueza e impostos são específicos da família, assim como as procuras de consumo, poupança e oferta de trabalho.

As empresas maximizam o valor presente líquido do seu fluxo de caixa, para optimizar a produção, a procura de trabalho e de investimento. Foram considerados 13 sectores produtivos que abrangem todo o espectro da actividade económica do país. Estes incluem produção de energia, como electricidade e refinação de petróleo, outros sectores do CELE\_EU-ETS, como transportes, têxteis, papel e celulose de madeira, produtos químicos e farmacêuticos, borracha, plástico e cerâmica e metais primários, bem como sectores que não estão no EU-ETS, como agricultura e construção. Embora a estrutura geral do comportamento da produção seja a mesma para todos os sectores, as tecnologias, as dotações de capital e os impostos são específicos de cada sector, assim como a oferta de produção, a procura de trabalho, a procura de energia e o investimento. O sector público e o sector externo evoluem de acordo com as condições económicas e as suas respectivas condicionantes financeiras.

Todos os agentes económicos interagem em diferentes mercados. O equilíbrio geral do mercado é definido pela compensação do mercado em mercados de produtos, mercados de trabalho, mercados financeiros e o mercado de bens de investimento. O equilíbrio do mercado do produto reflete a identidade contabilística da renda nacional e as diferentes alocações de gastos da produção por sector de actividade económica. A quantidade total de uma mercadoria fornecida à economia, seja ela produzida internamente, ou importada do exterior, deve ser igual à procura total do uso final do produto, incluindo a procura das famílias, do sector público, o uso como procura intermediária, e a aplicação como bem de investimento.

O trabalho total fornecido pelas diferentes famílias, ajustado por uma taxa de desemprego que se presume exógena e constante, deve ser igual ao trabalho total procurado pelos diferentes sectores de actividade económica. Existe apenas uma taxa salarial de equilíbrio, embora isso se traduza em diferentes taxas salariais efectivas específicas para cada família, com base nos níveis de capital humano específicos para cada família, que obviamente diferem por quartil de renda. Diferentes empresas compram partes da mesma oferta agregada de trabalho. Implicitamente, isso significa que não consideramos diferenças na composição da procura de trabalho entre os diferentes sectores de actividade económica, em termos dos níveis de capital humano incorporados. A poupança das famílias e do sector externo é igual ao valor do investimento interno mais o défice orçamental.

A evolução da economia é descrita pela variação óptima nas variáveis de stock – riqueza financeira específica das famílias e stock de capital privado específico do sector, bem como os respectivos preços-sombra. A evolução dos stocks da dívida pública e da dívida externa actuam como restrições de recursos na economia em geral. As mudanças endógenas e óptimas nessas variáveis de stock – investimento, poupança, défice orçamental e défice corrente – fornecem a ligação entre os períodos subseqüentes. O modelo pode ser

conceptualizado como um grande conjunto de equações de diferenças não lineares, onde as variáveis de fluxo são determinadas através de regras de controlo óptimas.

A trajectória intertemporal da economia é descrita pelas equações comportamentais, pelas equações de movimento das variáveis de acções e preço-sombra e pelas condições de equilíbrio do mercado. Definimos a trajectória de crescimento em estado estacionário como uma trajectória de equilíbrio intertemporal, na qual todas as variáveis de fluxo e stock crescem à mesma taxa, enquanto que os preços de mercado e sombra são constantes.

### **Calibração de modelo**

O modelo é calibrado com dados para o período de 2005-2014 e alimentado com valores de 2015. A calibração do modelo é projectada para permitir que o modelo replique, como caso base mais fundamental, um estado estacionário estilizado da economia, conforme definido pelas tendências e informações contidas no conjunto de dados. Na ausência de quaisquer mudanças de política, ou quaisquer outras mudanças exógenas, a implementação do modelo irá apenas replicar no futuro tais tendências económicas estilizadas. Portanto, as simulações contrafactuais permitem identificar os efeitos marginais de qualquer política ou mudança exógena como desvios do caso base.

A existência de um estado estacionário impõe três tipos de restrições de calibração. Em primeiro lugar, determina o valor dos parâmetros críticos de produção, como custos de ajuste e taxas de depreciação, dados de capital iniciais. Esses stocks, por sua vez, são determinados partindo do pressuposto de que os níveis de investimento observados são tais que as razões capital/PIB não mudam no estado estacionário. Em segundo lugar, a necessidade de rácios constantes entre dívida pública e dívida externa e PIB implica que o défice orçamental em estado estacionário e o défice em conta corrente sejam uma fracção dos respectivos stocks de dívida igual à taxa de crescimento em estado estacionário. Finalmente, as variáveis exógenas, tais como transferências públicas ou internacionais, devem crescer à taxa de crescimento do estado estacionário.

### **Implementação numérica**

O modelo de equilíbrio geral dinâmico é totalmente descrito pelas equações comportamentais e definições contabilísticas e, portanto, constitui um sistema de equações não lineares e equações de diferença não lineares de primeira ordem. Nenhuma função objectivo é explicitamente especificada, visto que cada um dos problemas individuais (a família, a empresa e o sector público) são definidos como condições de primeira ordem e hamiltonianas. Estes são implementados e resolvidos usando o software GAMS (General Algebraic Modeling System) e o solver de programação não linear MINOS.

O MINOS usa um algoritmo de gradiente reduzido generalizado, através de uma abordagem lagrangiana projectada para resolver programas matemáticos com restrições não lineares. A abordagem lagrangiana projectada emprega aproximações lineares para as restrições não lineares, e adiciona um termo lagrangiano e de penalização ao objectivo, para compensar o erro de aproximação. Esta série de subproblemas é então resolvida usando um algoritmo quasi-Newton para seleccionar uma direcção de busca e comprimento do passo.

### **O cenário de referência**

O cenário de referência fornece uma trajectória para a economia até 2050. O cenário de referência incorpora vários pressupostos relativos à política climática, que são sobrepostos à trajectória do estado estacionário usada na calibração do modelo. As principais premissas no cenário de referência são as seguintes: 1) os níveis actuais de tributação do carbono persistem até 2050; 2) as principais centrais termoeléctricas a carvão encerram no final da sua vida útil e não é instalada nenhuma capacidade adicional a carvão; 3) os preços dos combustíveis fósseis seguem as previsões da Agência Internacional de Energia.

## Anexo C – Critérios de cálculo dos indicadores EcoBlok

### 1. Captação de Água (WA)

Este indicador depende de:

- Quantidade de água extraída de uma fonte natural;
- feq: intensidade de uso do recurso.

O feq para este indicador pode ser obtido pela razão entre a quantidade de água captada e a quantidade sustentável de extracção (Equação 1). Se a razão for superior a 1, a captação está acima do limite sustentável.

$$\text{feq} = Q_{\text{captado}} / Q_{\text{sustentável}} \quad (\text{Equação 1})$$

Uma abordagem similar é usada no método Ecological Scarcity, que aplica factores de diferenciação espacial ao consumo de água, atribuindo pesos maiores a regiões onde o stress hídrico é mais elevado.

Na ausência de informação sobre extracção sustentável, usa-se a intensidade de exploração, ou seja, calcula-se a razão entre a quantidade de água captada e a quantidade naturalmente disponível (Equação 2).

$$\text{Intensidade de exploração} = Q_{\text{captado}} / Q_{\text{disponível}} \quad (\text{Equação 2})$$

Segundo a OCDE, uma intensidade de exploração superior a 10% pode ser ambientalmente insustentável (dependendo do tipo de ecossistema e tipo de uso humano) e, portanto, qualquer exploração acima desse nível é penalizada. Os factores de equivalência para a captação de água encontram-se na Tabela C1.

Tabela C1 – Factores de equivalência para o indicador captação de água (feq<sub>WA</sub>)

$Q_{\text{captado}} / Q_{\text{sustentável}}$	Intensidade de exploração	feq <sub>WA</sub>
$\leq 1$	$\leq 10\%$	1
$> 1$	$> 10\%$	$Q_{\text{captado}} / Q_{\text{sustentável}}$ ou 10.IE

IE – Intensidade de exploração

A informação necessária para calcular os factores de equivalência para Portugal e resto do mundo foi obtida da base de dados AQUASTAT da FAO. Foi recolhida informação relativa à intensidade de exploração dos recursos hídricos para 169 países e foram definidos os respectivos feq.

### 2. Extracção de recursos (RE)

Este indicador de extracção de recursos integra:

- Quantidade de material removido do local de extracção primária;
- feq: duração do stock e grau de renovabilidade.

O factor de equivalência tem em conta a renovabilidade e abundância dos recursos, penalizando o uso de recursos mais escassos da seguinte maneira:

- A um recurso com uma duração de stock de 100 anos ou mais (e.g. produtos agrícolas, calcário) é atribuído um feq igual a 1;
- Para um recurso com uma duração de stock inferior a 100 anos (e.g. madeira de florestas primárias, petróleo), o feq atribuído é a razão entre 100 e a duração do stock em anos;
- Materiais reciclados ou reutilizados têm um feq igual a zero.

A duração dos stocks depende do mercado, tecnologia, preço e procura. Considera-se como stock existente os recursos disponíveis passíveis de serem explorados de forma legal, economicamente rentável e ambientalmente aceitável.

A Tabela C2 apresenta os factores de equivalência para este indicador.

Tabela C2 – Factores de equivalência para o indicador Extração de recursos

Duração do stock	Feq RE
≥ 100 anos	1
< 100 anos	100 / anos de duração do stock

### 3. Emissão de GEE (GHG)

Este indicador, também relacionado com o uso de energia, depende de:

- A quantidade de GEE emitida;
- feq: baseia-se no potencial de aquecimento global de cada gás.

A estimativa e a agregação dos GEE são feitas de acordo com as orientações do Painel Intergovernamental para a Alterações Climáticas.

### 4. Poluição do Ar (PA) e Poluição da Água e Solo (PWL)

Estes dois indicadores EcoBlok compreendem as emissões tóxicas e ecotóxicas para o ar e para a água e solo. Os indicadores possuem a mesma abordagem de cálculo, integrando:

- Quantidade da substância perigosa emitida para o ar e para a água e solo, respectivamente;
- feq: definido com base na perigosidade de cada substância.

O método EcoBlok escolheu o Regulamento PRTR (Pollutant Release and Transfer Register, em português Registo de Emissões e Transferências de Poluentes) como lista de poluentes utilizada e como base para o cálculo dos factores de equivalência, utilizando os limiares de emissão constantes no PRTR. Os factores de equivalência são calculados dividindo um limiar de referência pelo limiar de cada poluente (equação 3), e reflectem a perigosidade relativa de cada substância; quanto mais elevados, maior o perigo. O método EcoBlok escolheu, como poluentes de referência, os óxidos de azoto (NOx) para o ar e o azoto total (N) para a água e solo.

$$feq_{ij} = LREF\ i / L_{ij} \quad (\text{Equação 3})$$

onde:

feq<sub>ij</sub> = factor de equivalência para o poluente j, indicador i (i=PA ou PWL)

LREF i = limiar de emissão para o poluente de referência do indicador i

L<sub>ij</sub> = limiar de emissão para o poluente j, indicador i

