

**Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019**

O Acordo de Paris alcançado em 2015 estabeleceu objetivos de longo prazo de contenção do aumento da temperatura média global a um máximo de 2 °C acima dos níveis pré-industriais, com o compromisso por parte da comunidade internacional de prosseguir todos os esforços para que esse aumento não ultrapasse 1,5 °C, valores que a ciência define como máximos para se garantir a continuação da vida no planeta sem alterações demasiado gravosas. Estabeleceu ainda objetivos de aumento da capacidade de adaptação aos impactos adversos das alterações climáticas e de mobilização de fluxos financeiros consistentes com trajetórias de baixas emissões e desenvolvimento resiliente, enfatizando a necessidade de reforçar a cooperação internacional entre os Estados para alcançar estes objetivos.

O Acordo de Paris representa, assim, uma mudança de paradigma na execução da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, com o reconheci-

mento explícito de que apenas com o contributo de todos é possível ultrapassar o desafio das alterações climáticas, e tem como principais compromissos atingir um balanço a nível global entre emissões e remoções antropogénicas — neutralidade carbónica — na segunda metade do século.

Limitar o aquecimento global a 1,5 °C, em linha com os objetivos mais ambiciosos do Acordo de Paris e do Relatório Especial do Painel Internacional para as Alterações Climáticas (IPCC) sobre o aquecimento global de 1,5 °C, requer a transformação sem precedentes das sociedades e a redução urgente e profunda de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) em todos os setores de atividade, bem como mudanças comportamentais e o envolvimento de todos os atores. É igualmente uma oportunidade económica sem precedentes para uma economia aberta e ainda fortemente dependente de importação de combustíveis fósseis como a economia portuguesa.

O Acordo de Paris reconhece que, para alcançar a neutralidade carbónica na segunda metade deste século, será necessária uma forte liderança dos países desenvolvidos e insta todas as Partes a apresentar até 2020 a sua estratégia de desenvolvimento a longo prazo com baixas emissões de GEE.

A União Europeia (UE) prepara-se para adotar a sua estratégia de longo prazo, com base na Comunicação da Comissão Europeia «Um Planeta Limpo para Todos», apresentada a 28 de novembro 2018. A proposta da Comissão estabelece uma visão estratégica a longo prazo para uma economia próspera, moderna, competitiva e neutra em termos de clima. Segundo esta estratégia, as projeções indicam que as políticas e os objetivos já estabelecidos para a UE como um todo permitirão uma redução das emissões de GEE de cerca de 45 % até 2030 e de cerca de 60 % até 2050.

No entanto, para contribuir de forma adequada para os objetivos do Acordo de Paris, a UE deverá alcançar a neutralidade carbónica até 2050, o que corresponde a reduções de 80 %-95 % nas emissões de GEE. Assim, afigura-se fundamental delinear o melhor caminho para alcançar este objetivo, alinhando a ação em áreas-chave, investindo em soluções tecnológicas realistas e custo-eficientes, promovendo a participação ativa dos cidadãos e assegurando uma transição justa.

Portugal tem apresentado excelentes resultados em matéria de política climática nas últimas décadas, tendo superado os objetivos definidos no âmbito do Protocolo de Quioto e estando em linha de cumprimento das metas definidas para 2020 de redução de emissões de GEE, de eficiência energética e de promoção das fontes de energia renovável. Desde 2005, a economia nacional apresenta uma tendência de dissociação entre crescimento económico e emissões de GEE.

O Governo assumiu em 2016 o compromisso de alcançar a neutralidade carbónica até 2050, traçando uma visão clara relativamente à descarbonização da economia nacional, e contribuindo para os objetivos mais ambiciosos no quadro do Acordo de Paris.

Para apoiar este compromisso, o Governo decidiu elaborar um Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050), com o objetivo de explorar a viabilidade de trajetórias que conduzam à neutralidade carbónica, de identificar os principais vetores de descarbonização e de estimar o potencial de redução dos vários setores da economia nacional, como sejam a energia e indústria, a mobilidade

e os transportes, a agricultura, florestas e outros usos do solo, e os resíduos e águas residuais.

A descarbonização da economia é um objetivo ambicioso que exige o envolvimento alargado e a participação de toda a sociedade, pelo que o RNC2050 motivou um processo participativo sem precedentes de envolvimento dos principais setores e de mobilização da sociedade portuguesa.

O RNC2050 demonstra que existem trajetórias custo-eficazes tecnologicamente exequíveis e economicamente viáveis para alcançar a neutralidade carbónica. Alcançar a neutralidade carbónica tem um impacto positivo na economia e na criação de emprego, fomenta o investimento e cria um maior dinamismo económico, permitindo ao mesmo tempo poupanças significativas que conduzem ao equilíbrio da balança de pagamentos. Adicionalmente, tem associados diversos impactos positivos, como seja a melhoria da qualidade do ar que se traduz inevitavelmente em ganhos ao nível da saúde.

Atingir a neutralidade carbónica em 2050 implica, a par do reforço da capacidade de sequestro de carbono pelas florestas e por outros usos do solo, a quase total descarbonização sobretudo do sistema eletroprodutor e da mobilidade urbana, bem como alterações profundas na forma como utilizamos a energia e os recursos, apostando numa economia que se sustenta em recursos renováveis, que utiliza os recursos de forma eficiente e que assenta em modelos de economia circular, na aposta de cadeias logísticas, com uma repartição modal que minimize a intensidade carbónica e energética do sistema de transporte de mercadorias de curta e longa distância, valorizando o território e promovendo a coesão territorial.

Está em causa um processo que será verdadeiramente transformacional do modo como se encaram alguns dos aspetos mais determinantes da vida em sociedade, em particular no que diz respeito aos padrões de produção e do consumo, à relação com a produção e a utilização de energia, à forma como se pensam as cidades e os espaços de habitação, trabalho e lazer, ou à forma como se encaram as necessidades de mobilidade.

Alcançar a neutralidade carbónica em 2050 representa uma oportunidade para o país consolidar um modelo de desenvolvimento inclusivo e sustentável, centrado nas pessoas e assente na inovação, no conhecimento e na competitividade, contribuindo em simultâneo para melhorar a saúde e o bem-estar das pessoas e dos ecossistemas. Alcançar a neutralidade carbónica é mesmo provavelmente a *única* forma de Portugal potenciar as suas mais-valias e se posicionar num ambiente económico internacional altamente competitivo.

Esta visão terá necessariamente de ser traduzida nos diversos planos e instrumentos de política setorial nas áreas da energia, dos transportes, da indústria, do comércio, dos serviços, dos resíduos, da agricultura e florestas. Apesar de se exigir na próxima década um maior investimento na redução de GEE e na transição energética, este investimento terá amplo retorno e os co-benefícios serão transversais a toda a sociedade.

A estratégia portuguesa de transição para uma economia neutra em carbono assenta numa combinação de diversas opções de políticas e medidas, bem como de opções tecnológicas custo-eficazes, procurando encontrar sinergias entre as várias opções. A descarbonização é possível com as tecnologias atuais, sendo que o desenvolvimento de novas

tecnologias possibilitará atingir esse objetivo de forma mais rápida e eficaz face ao que é estimado hoje.

O desenvolvimento de novas tecnologias e o aperfeiçoamento de tecnologias existentes de baixo carbono exige um ímpeto significativo ao nível da inovação e da investigação, que deverá ser alcançado através da adoção de uma agenda ambiciosa e alargada que abranja todos os estádios do ciclo de desenvolvimento tecnológico até à sua comercialização.

Para tal, muito contribuirão os quadros de apoio nacionais e europeus de investigação, inovação e desenvolvimento, que devem ser orientados para a investigação em novas tecnologias, em novos modelos de negócio e na promoção da alteração de comportamentos que permitam continuar a aprofundar a descarbonização, criando soluções inovadoras, eficientes, «verdes» e com emissões próximas de zero.

A materialização do objetivo da neutralidade carbónica implicará alocar diferentes fluxos financeiros para este objetivo, designadamente o próximo ciclo de financiamento no âmbito do Quadro Financeiro Plurianual, os fundos nacionais e o direcionamento do investimento direto estrangeiro para a descarbonização da economia e da sociedade e a transição energética, evitando financiar os investimentos que não estejam em linha com este objetivo e potenciando a criação de novos *clusters* em território nacional.

É igualmente necessário olhar para os aspetos económicos e sociais da neutralidade carbónica, incluindo novos *clusters* e setores afetados, e desenvolver políticas para, respetivamente, criar condições para o seu desenvolvimento e antecipar respostas territoriais ou sociais adequadas, ao nível da educação, da formação e da requalificação profissional, de forma a garantir uma transição justa.

Assim:

Nos termos da alínea g) do artigo 199.º da Constituição, o Conselho de Ministros resolve:

1 — Aprovar o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), que consta do anexo à presente resolução e que dela faz parte integrante, adotando o compromisso de alcançar a neutralidade carbónica em Portugal até 2050, que se traduz num balanço neutro entre emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e o sequestro de carbono pelo uso do solo e florestas.

2 — Estabelecer como objetivo, para efeitos do número anterior, a redução de emissões de GEE para Portugal entre 85 % e 90 % até 2050, face a 2005, e a compensação das restantes emissões através do uso do solo e florestas, a alcançar através de uma trajetória de redução de emissões entre 45 % e 55 % até 2030, e entre 65 % e 75 % até 2040, em relação a 2005.

3 — Estabelecer como principais vetores de descarbonização e linhas de atuação para uma sociedade neutra em carbono, para efeitos do n.º 1, os seguintes:

a) Descarbonizar a produção de eletricidade, eliminando a produção de eletricidade a partir do carvão até 2030 e prosseguindo com a total descarbonização do sistema eletroprodutor até 2050, apostando nos recursos endógenos renováveis;

b) Concretizar a transição energética, aumentando muito significativamente a eficiência energética em todos os setores da economia, apostando na incorporação de fontes de energia renováveis endógenas nos consumos finais de energia, promovendo a eletrificação e ajustando o papel do gás natural no sistema energético nacional;

c) Descentralizar e democratizar a produção de energia de forma progressiva e dando relevo ao papel do consumidor enquanto parte ativa do sistema energético;

d) Promover a descarbonização no setor residencial, privilegiando a reabilitação urbana e o aumento da eficiência energética nos edifícios, fomentando uma progressiva eletrificação do setor e o uso de equipamentos mais eficientes, e combatendo a pobreza energética;

e) Descarbonizar a mobilidade, privilegiando o sistema de mobilidade em transporte coletivo, através do seu reforço e da descarbonização das frotas, apoiando soluções inovadoras e inteligentes de mobilidade multimodal, ativa, partilhada e sustentável, bem como a mobilidade elétrica e outras tecnologias de zero emissões, a par da redução da intensidade carbónica dos transportes marítimos e aéreos, apostando na inovação, na eficiência e em combustíveis mais limpos e de base renovável, bem como, a descarbonização do transporte de mercadorias de curta e longa distância, promovendo uma cadeia logística com uma repartição modal que minimize a intensidade carbónica e energética do sistema de transporte, reafirmando o papel do transporte marítimo e fluvial conjugado com o transporte ferroviário de mercadorias;

f) Promover a transição energética na indústria, a incorporação de processos de produção de baixo carbono e as simbioses industriais, promovendo a inovação e a competitividade;

g) Apostar numa agricultura sustentável, através da expansão significativa da agricultura de conservação e da agricultura de precisão, reduzindo substancialmente as emissões associadas à pecuária e ao uso de fertilizantes e promovendo a inovação;

h) Fomentar o sequestro de carbono, através de uma gestão agrícola e florestal ativa, promovendo a valorização do território;

i) Alterar o paradigma de utilização dos recursos na produção e no consumo, abandonando o modelo económico linear e transitando para um modelo económico circular e de baixo carbono;

j) Prevenir a produção de resíduos, aumentar as taxas de reciclagem e reduzir muito significativamente a deposição de resíduos em aterro;

k) Dinamizar a participação das cidades e das administrações locais na descarbonização, estimulando uma abordagem integrada aos seus diferentes vetores, em particular mobilidade, edifícios, serviços e gestão de resíduos, e potenciando o papel que têm vindo a desempenhar na mitigação das alterações climáticas;

l) Estimular a investigação, a inovação e a produção de conhecimento para a neutralidade nos vários setores de atividade;

m) Tornar a fiscalidade um instrumento da transição para a neutralidade, prosseguindo com a eliminação dos subsídios prejudiciais ao ambiente, reforçando a aplicação da taxa de carbono e promovendo uma maior tributação sobre o uso dos recursos, reciclando as receitas para a descarbonização e transição justa;

n) Redirecionar os fluxos financeiros para a promoção da neutralidade carbónica, fomentando designadamente o desenvolvimento de um quadro favorável ao financiamento sustentável e um maior envolvimento do sistema financeiro, bem como a respetiva monitorização;

o) Promover o envolvimento da sociedade na transição, contribuindo para aumentar a ação individual e coletiva, a adoção de comportamentos sustentáveis e a alteração dos

padrões de produção e consumo a favor da sustentabilidade, designadamente através da educação e sensibilização ambientais;

p) Promover o desenvolvimento de competências e a (re)qualificação dirigida para as novas oportunidades de desenvolvimento económico;

q) Fomentar o desenvolvimento da nova economia ligada à transição energética e à descarbonização, apoiando o desenvolvimento de novos *clusters* industriais e de serviços, e a geração de novas oportunidades empresariais;

r) Promover uma transição justa e coesa, que valorize o território, crie riqueza, promova o emprego e contribua para elevar os padrões de qualidade de vida em Portugal.

4 — Determinar que o RNC 2050 constitui a estratégia de desenvolvimento a longo prazo com baixas emissões de GEE, a submeter à Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, de acordo com a Decisão 1/CP.21 da UNFCCC, e à Comissão Europeia, de acordo com o artigo 15.º do Regulamento (UE) 2018/1999 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018.

5 — Estabelecer que a concretização das políticas e medidas para uma efetiva aplicação das orientações constantes da presente resolução e cumprimento das metas de redução de emissões estabelecidas é feita no quadro do Plano Nacional Integrado Energia e Clima, cuja revisão é efetuada nos termos do Regulamento (UE) 2018/1999 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018.

6 — Determinar que o objetivo de neutralidade e os vetores de descarbonização identificados pelo RNC 2050

sejam integrados e especificados no desenvolvimento e revisão das políticas setoriais relevantes, em articulação com o Sistema Nacional de Políticas e Medidas, estabelecido pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, e o Sistema Nacional de Inventário de Emissões e Remoção de Poluentes Atmosféricos, tal como definido pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2015, de 14 de abril.

7 — Promover a elaboração de roteiros para a neutralidade carbónica, a nível regional ou intermunicipal, coerentes com o RNC2050 e articulados entre si, que viabilizem uma transição coesa e envolvam a participação ativa das entidades dos diferentes níveis de organização territorial, dos agentes regionais e mais próxima do cidadão.

8 — Estabelecer que o acompanhamento do progresso alcançado no rumo ao objetivo da neutralidade carbónica é feito pela Comissão Interministerial para o Ar, Alterações Climáticas e Economia Circular, criada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho.

9 — Determinar que o RNC2050 é atualizado a cada 10 anos, com vista a incorporar, entre outros, o acompanhamento da evolução das alterações climáticas e das políticas internacionais e europeias relevantes, o normal desenvolvimento da sociedade e das tecnologias ao dispor do país e a evolução da estrutura de custos das tecnologias consideradas.

10 — Determinar que a presente resolução entra em vigor no dia seguinte ao da sua publicação.

Presidência do Conselho de Ministros, 6 de junho de 2019. — O Primeiro-Ministro, *António Luís Santos da Costa*.

## ANEXO

## (a que se refere o n.º 1)

## Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050)

## Estratégia de Longo Prazo para a Neutralidade Carbónica da Economia Portuguesa em 2050

**1. Enquadramento****Enquadramento internacional e europeu**

O Acordo de Paris<sup>1</sup>, adotado em 2015, estipula três objetivos globais, a saber, limitar o aumento médio da temperatura global bem abaixo dos 2 °C e prosseguir esforços para limitar o aumento médio da temperatura global a 1,5 °C, reconhecendo que tal reduziria de forma significativa os riscos e impactes das alterações climáticas; aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das alterações climáticas e promover a resiliência climática e o desenvolvimento de baixo carbono; e tornar os fluxos financeiros consistentes com trajetórias de desenvolvimento resilientes e de baixo carbono.

O Acordo de Paris estabelece ainda que para atingir estes objetivos será necessário alcançar a neutralidade carbónica na segunda metade deste século, determinando que todas as Partes ao Acordo deverão preparar e comunicar de forma sucessiva e progressivamente mais ambiciosa as suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) para o esforço global de redução de emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Neste contexto todas as Partes são convidadas a apresentar, até 2020, a sua estratégia de desenvolvimento a longo prazo com baixas emissões de GEE<sup>2</sup>.

Este Acordo marca uma nova era de mobilização global para fazer face às alterações climáticas e representa uma mudança de paradigma na implementação da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC), com o reconhecimento explícito de que apenas com o contributo de todos é possível ultrapassar o desafio das alterações climáticas.

Limitar o aumento da temperatura média global a 1,5 °C, em linha com os objetivos mais ambiciosos do Acordo de Paris, requer a transformação sem precedentes das sociedades modernas e reduções urgentes e profundas de emissões em todos os setores de atividade, bem como mudanças comportamentais e o envolvimento de todos os atores.

O Relatório Especial do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) sobre os impactos de um aumento médio da temperatura global de 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais é taxativo ao afirmar que as atividades humanas terão já causado aproximadamente 1 °C de aquecimento global acima dos níveis pré-industriais, com uma faixa provável de 0,8 °C a 1,2 °C, e que com a

---

<sup>1</sup> [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)

<sup>2</sup> Decisão 1/CP.21: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf>

evolução atualmente esperada das emissões globais o patamar dos 1,5 °C será atingido entre 2030 e 2052.

O limite de aumento médio da temperatura global a 1,5 °C em relação ao período pré-industrial é crucial já que pode travar impactos irreversíveis do aquecimento global. A diferença entre o aumento de 1,5 °C ou de 2 °C é significativa em termos de impactos e consequências para os ecossistemas e para a economia, sobretudo tendo em conta que estes são valores médios globais e que o aumento médio da temperatura em zonas mais vulneráveis do planeta poderá ser ainda mais elevado. Os impactos de recentes eventos extremos, tais como ondas de calor, secas, cheias e fogos florestais, demonstram a significativa vulnerabilidade e exposição à variabilidade climática de alguns ecossistemas e de muitas sociedades.

O Relatório Especial do IPCC refere que para não ultrapassar os 1,5°C de aumento de temperatura global, as emissões antropogénicas líquidas globais de CO<sub>2</sub> deverão diminuir até 2030 em cerca de 45%, face aos níveis de 2010, atingindo a neutralidade carbónica em 2050. Para manter o aumento médio da temperatura global abaixo de 2°C, as emissões globais de CO<sub>2</sub> deverão diminuir cerca de 25% até 2030 e terá de ser alcançada a neutralidade carbónica em 2070. As emissões dos restantes gases de efeito de estufa deverão ter também reduções profundas, quer se pretenda limitar o aquecimento a 1,5 °C quer a 2 °C. Estes são objetivos globais, a atingir pelo coletivo de países do Mundo.

Manter o aumento médio da temperatura global no limite de 1,5 °C ainda é possível mas requer mudanças sem precedentes e ação urgente para evitar os piores dos seus impactos expectáveis e os custos associados à adaptação das nossas sociedades e economias a esses impactos. A redução de prejuízos futuros dependerão do nível de aquecimento global que se consiga evitar e, portanto, da rápida redução das emissões de GEE. Neste contexto é fundamental que o maior número possível de países que são hoje emissores líquidos de GEE alcance a neutralidade carbónica o mais rapidamente possível.

É amplamente reconhecido, e reforçado pelas conclusões do Relatório Especial do IPCC que, quanto mais tarde forem adotadas medidas que se sabe já serem necessárias e inevitáveis, maiores serão os custos da ação adiada e mais significativas e rápidas terão de ser as reduções de GEE no período pós-2030.

A União Europeia (UE) definiu em 2014<sup>3</sup> a sua meta para a redução de GEE no período 2021-2030 estabelecendo um objetivo vinculativo de pelo menos 40% de redução interna das emissões de GEE em toda a economia até 2030, em comparação com os níveis de 1990.

Esta meta consubstanciou a primeira Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) da UE para o

---

<sup>3</sup> Conselho Europeu de 24 de outubro de 2014

horizonte 2030 ao abrigo dos compromissos no quadro do Acordo de Paris e balizou a preparação do quadro legislativo Clima e Energia 2030. Este quadro Clima e Energia inclui as metas e objetivos políticos a nível da UE para o período de 2021 a 2030, incluindo pelo menos 40% de redução nas emissões de GEE (em relação a 1990); pelo menos 32% de energia proveniente de fontes renováveis<sup>4</sup>; e pelo menos 32,5% de melhoria na eficiência energética<sup>5</sup>.

A Comissão Europeia apresentou a Comunicação «Um Planeta Limpo para Todos», em novembro 2018, que propõe uma visão estratégica a longo prazo para uma economia próspera, moderna, competitiva, que permita atingir emissões líquidas nulas de GEE até 2050, constituindo a base para a estratégia de desenvolvimento a longo prazo da UE a submeter à CQNUAC no âmbito do Acordo de Paris.

A análise conduzida pela Comissão indica que as políticas e objetivos já estabelecidos na UE permitirão uma redução das suas emissões de GEE de cerca de 45% até 2030 e de cerca de 60% até 2050. No entanto, este valor fica muito aquém das reduções de 80%-95% nas emissões de GEE que serão necessárias para a UE atingir o objetivo de neutralidade carbónica até 2050 e contribuir adequadamente para o objetivo a longo prazo em matéria de temperatura estabelecido no Acordo de Paris.

A estratégia de longo prazo da UE afigura-se fundamental para delinear o melhor caminho para cumprir o objetivo de alcançar a neutralidade carbónica até 2050 na UE, mediante uma transição socialmente justa, eficiente em termos de custos e que assegure a participação ativa dos cidadãos, assumindo uma mensagem clara de mudança de paradigma em termos de modelos de produção e consumo, alterações na forma de perspetivar os fluxos financeiros e a investigação, inovação e conhecimento, e alinhando a ação em áreas-chave, desde a energia - com particular enfoque na relevância das energias renováveis e da eficiência energética - à mobilidade, ao papel dos edifícios, da indústria e de uma adequada gestão agroflorestal.

#### Panorama internacional dos compromissos para a neutralidade carbónica

Os compromissos para a neutralidade carbónica já assumidos por um conjunto de países, tanto países desenvolvidos e em desenvolvimento, variam em termos da sua definição de neutralidade, da data para atingir emissões líquidas nulas e a força legal do compromisso para atingir as metas estabelecidas.

Diversos países adotaram já o compromisso de neutralidade carbónica até 2050, com destaque para os que consagraram esse compromisso na Lei:

- A Noruega tem o objetivo de alcançar a neutralidade carbónica até 2030, com recurso a créditos internacionais, formalizado num Acordo Parlamentar;

<sup>4</sup> Diretiva (UE) 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018, relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis (reformulação)

<sup>5</sup> Diretiva (UE) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, que altera a Diretiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/UE sobre a eficiência energética

- A Suécia tem o objetivo de alcançar a neutralidade carbónica até 2045, com limite de 15% de compensação e excluindo aviação e navegação, formalizado em Lei;
- A Dinamarca tem o objetivo de alcançar uma sociedade de baixo carbono até 2050 formalizado em Lei e uma estratégia que refere a neutralidade carbónica nesse horizonte.

A UE, a Espanha, a França, o Reino Unido e a Nova Zelândia estão atualmente a preparar compromissos para a neutralidade carbónica até 2050, sendo expectável que muitos outros venham a adotar esse compromisso no quadro da preparação das suas estratégias de longo prazo, a submeter ao abrigo do Acordo de Paris, até 2020.

Entre novembro de 2016 e fevereiro de 2019, 11 países apresentaram as suas estratégias de longo prazo ao secretariado da CQNUAC. Destes, quatro são Estados-Membros da UE: Alemanha e França (submissão em 2016 e re-submissão em 2017); Reino Unido e República Checa (em 2018).

Através da plataforma “2050 Pathways”<sup>6</sup>, uma iniciativa multilateral criada para apoiar a concretização de compromissos de longo prazo com emissões zero de GEE, 19 países (entre os quais Portugal) e 32 cidades comprometeram-se a desenvolver estratégias de desenvolvimento de longo prazo, com baixas emissões e resilientes ao clima.

### **Enquadramento nacional**

O Governo Português comprometeu-se em 2016 a assegurar a neutralidade das suas emissões até ao final de 2050, traçando uma visão clara relativamente à descarbonização profunda da economia nacional, enquanto contributo para o acordo de Paris e em consonância com os esforços mais ambiciosos em curso a nível internacional.

O compromisso de atingir a neutralidade carbónica até 2050 significa alcançar um balanço neutro entre as emissões de GEE e o sequestro de carbono, pelo que será necessário efetuar reduções substanciais das emissões e/ou aumentos substanciais dos sumidouros nacionais, que deverão materializar-se entre o presente e 2050. O compromisso nacional não prevê o recurso a créditos de carbono internacionais para alcançar o objetivo da neutralidade carbónica.

Visando concretizar este desígnio, foi desenvolvido o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050) que identifica os principais vetores de descarbonização em todos os setores da economia, as opções de políticas e medidas e a trajetória de redução de emissões para atingir este fim, em diferentes cenários de desenvolvimento socioeconómico. Todos os setores deverão contribuir para a redução de emissões, aumentando a eficiência e a inovação, promovendo melhorias, nomeadamente nos edifícios, na agricultura, na gestão dos resíduos e na indústria, sendo que caberá ao sistema

---

<sup>6</sup> <https://www.2050pathways.org/>

energético o maior contributo, em particular no que respeita à produção de eletricidade e aos transportes.

O RNC 2050 constitui igualmente a Estratégia nacional de desenvolvimento a longo prazo com baixas emissões de GEE a submeter à CQNUAC, de acordo com o Acordo de Paris, e à Comissão Europeia, de acordo com o Regulamento da UE sobre a Governação da União da Energia e da Ação Climática.

O desenvolvimento do RNC 2050 foi feito em articulação com os trabalhos de preparação do Plano Nacional Energia e Clima (PNEC), que será o principal instrumento de política energética e climática para a década 2021-2030, estabelecendo as novas metas nacionais de redução de emissões de GEE, de energia renovável e de eficiência energética em linha com o objetivo de neutralidade carbónica.

O PNEC surge no quadro das obrigações estabelecidas pelo Regulamento da Governação da União da Energia e da Ação Climática, que prevê que todos os Estados-Membros elaborem e apresentem regularmente à Comissão Europeia um PNEC que estabeleça metas e objetivos nacionais em matéria de emissões de GEE, energias renováveis, eficiência energética, segurança energética, mercado interno e investigação, inovação e competitividade, bem como uma abordagem clara para o alcance dos mesmos.

Portugal é um país com provas dadas em matéria de política climática, tendo cumprido com os objetivos definidos no âmbito do Protocolo de Quioto e está em linha de cumprimento com as metas definidas para 2020 de redução de emissões, de eficiência energética e de promoção das fontes de energia renovável.

No horizonte 2030, o primeiro passo para a concretização no plano nacional do Pacote Europeu de Clima e Energia para 2030, foi dado em 2015 com a aprovação do Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC), tendo como visão a descarbonização da economia e colocando o país em melhores condições para enfrentar os desafios criados pelo Acordo de Paris.

Com o QEPiC estabeleceu-se um quadro integrado, complementar e articulado de instrumentos de política climática no horizonte 2020/2030, em articulação com as políticas do ar, tendo sido aprovado o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2020-2030), que identifica as orientações para políticas e medidas capazes de assegurar o cumprimento de novas metas de redução das emissões para 2020 e 2030, e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020).

Foi então estabelecido que Portugal deveria reduzir as suas emissões de GEE para valores de -18 % a -23 % em 2020 e de -30 % a -40 % em 2030, face a valores de 2005, contingente aos resultados das negociações europeias, e foram também definidas metas setoriais de redução de emissões de GEE.

O estabelecimento destas metas sustentou-se no Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050 (RNBC), que constituiu o primeiro exercício de modelação das emissões nacionais no longo prazo, efetuado a nível nacional. Neste, constatou-se ser possível atingir reduções de emissões nacionais entre -50% e -60%, em relação a 1990, o que corresponde a uma redução de -60% a -70% no setor energético face a

1990<sup>7</sup>. Constatou-se que o potencial de redução de emissões que então se modelou, está, já hoje ultrapassado, essencialmente em resultado de uma evolução das tecnologias mais rápida do que então se antecipou.

#### Progresso alcançado na redução de emissões nacionais de gases com efeito de estufa

Após um rápido crescimento das emissões de GEE verificado durante a década de 90 do século passado, Portugal atingiu o seu pico de emissões nacionais em 2005, altura a partir da qual estas registaram um decréscimo significativo e sustentado, consolidando desde então uma trajetória de descarbonização da economia nacional.

De facto, verificou-se em 2005 um aumento de emissões de cerca de 44%, comparado com os níveis de 1990. Em 2017, de acordo com a mais recente atualização do Inventário Nacional de Emissões de 2019, as emissões de GEE, sem contabilização das emissões de alteração do uso do solo e florestas (LULUCF), são estimadas em cerca de 70,7 Mt CO<sub>2eq</sub>, representando um aumento de cerca de 19,5% face a 1990.

Considerando o setor LULUCF, o total de emissões em 2017 é estimado em 78,0 Mt CO<sub>2eq</sub>, correspondendo a um aumento de 29,2% em relação a 1990. Este crescimento acentuado está relacionado com os incêndios rurais ocorridos no trágico ano de 2017, situação associada a um ano particularmente seco, às altas temperaturas verificadas que ocorreram fora do período normal de verão (os maiores incêndios rurais ocorreram em junho e outubro), e a ventos invulgarmente fortes, como o furacão Ofélia que assolou a costa da Península Ibérica em outubro de 2017.

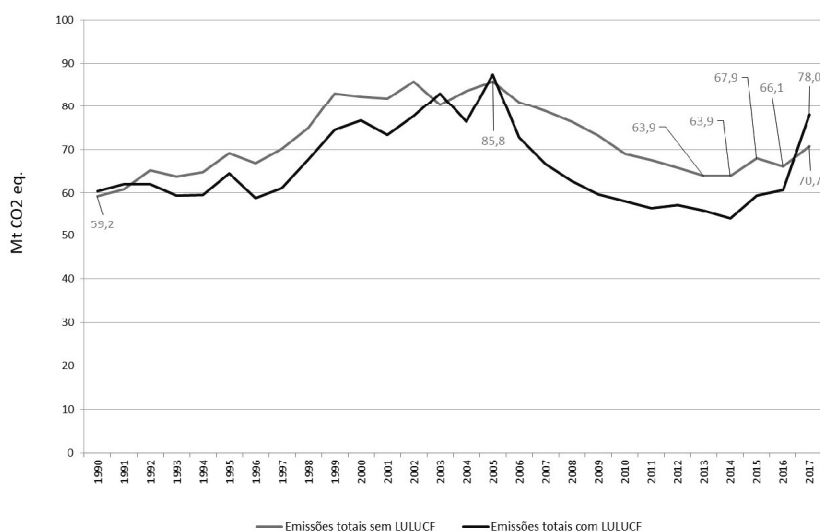


Figura 1 – Evolução das emissões nacionais de gases com efeito de estufa (GEEs) 1990-2017 (Mt CO<sub>2eq</sub>)

<sup>7</sup> Correspondente a uma redução de emissões nacionais entre -65% e -70%, em relação a 2005, e a uma redução de -70% a -80% no setor energético face a 2005.

Uma análise das emissões de GEE por unidade de Produto Interno Bruto (PIB) permite verificar que em 2005 se iniciou uma tendência de dissociação entre o PIB e as emissões, resultante da descarbonização da economia, ou seja, uma economia com menos carbono emitido por cada unidade de riqueza produzida que se mantém.

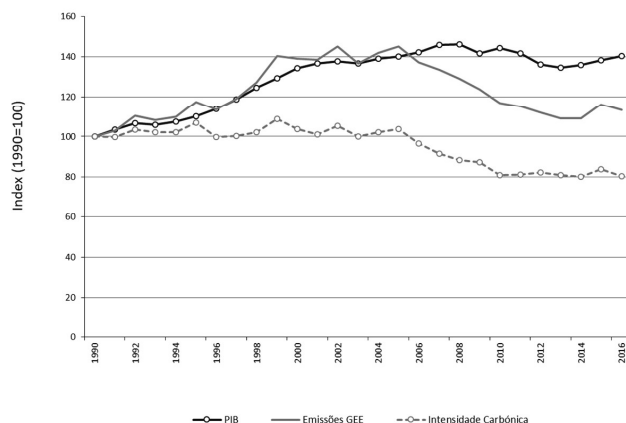


Figura 2 – Evolução da intensidade carbónica da economia nacional

Vários fatores estão na base desta tendência, como seja o crescimento significativo da energia produzida a partir de fontes de energia renovável (principalmente eólica e hídrica), e a implementação de medidas de eficiência energética, bem como a substituição de fontes energéticas mais poluentes como fuelóleo por gás natural, com a construção de centrais de ciclo combinado e de unidades de cogeração, mais eficientes.

As políticas públicas sobre alterações climáticas são hoje parte integrante de um conjunto de políticas setoriais em Portugal. Com efeito, em áreas como a energia e a indústria abrangida pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissões (CELE), a «dimensão carbono» faz hoje parte das considerações estratégicas e económicas das empresas abrangidas. Na área agrícola e florestal verifica-se igualmente uma crescente consciencialização do importante contributo que o setor pode dar em termos de mitigação das emissões de GEE. Em áreas com desafios importantes como a dos transportes, foram dados passos visando a descarbonização das frotas de veículos tendo sido criada uma rede para a mobilidade elétrica e introduzidos regimes de apoio ao veículo elétrico com o objetivo de reforçar os incentivos à penetração deste tipo de veículos. De igual forma na área do sistema de transportes de mercadorias, em particular, no transporte marítimo e fluvial foram dados passos importantes em linha com a Estratégia para o Aumento da Competitividade Portuária – Horizonte 2026, onde os portos nacionais constituem um pilar fundamental para o desenvolvimento económico sustentável, encontrando-se em curso a adequação das suas infraestruturas ao aumento da dimensão dos navios e

da procura global, bem como, a adequação à promoção do transporte fluvial, em paralelo com a crescente eletrificação dos seus equipamentos e introdução de sistemas de abastecimento de gás natural liquefeito (GNL). A implementação da Janela Única Logística que conduzirá à desmaterialização de processos e ao acompanhamento das mercadorias com processos de «tracking and tracing» contribuirá significativamente para a promoção de uma cadeia logística eficiente, como instrumento agregador e fundamental numa repartição modal de transporte de mercadorias de menor intensidade carbónica.

A experiência Portuguesa mostra que políticas climáticas ambiciosas podem andar de mãos dadas com o crescimento económico, a criação de empregos, a saúde das pessoas e o ambiente. Hoje Portugal já produz mais riqueza com menos emissões e este é o caminho a prosseguir para continuar a construir uma estratégia rumo à neutralidade carbónica e a uma economia neutra em carbono.

## **2. Visão e princípios fundamentais**

---

Em 2016, na 22.ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, em Marraquexe, Portugal assumiu o objetivo de atingir a Neutralidade Carbónica até 2050, traçando uma orientação clara relativamente à descarbonização profunda da economia nacional, contribuindo para os objetivos mais ambiciosos estabelecidos no quadro do Acordo de Paris.

O presente RNC 2050 estabelece a visão e as trajetórias, e identifica linhas de orientação para as políticas e medidas para a concretização desse objetivo. O RNC 2050 constitui igualmente a Estratégia de Longo Prazo de Portugal a submeter à UE e à CQNUAC no âmbito do Acordo de Paris.

A transição para uma economia neutra em carbono exige um planeamento a longo prazo atempado que permita tirar partido das oportunidades associadas à inerente transformação da economia e estabelecer as bases de confiança em todos os cidadãos e agentes económicos de que esta mudança é possível, vantajosa e oportuna.

O RNC 2050 permite perspetivar as principais linhas de tendência futuras e as transformações económicas e sociais necessárias, envolvendo todos os setores da economia e da sociedade, a fim de concretizar o objetivo de neutralidade carbónica até 2050, mediante uma transição socialmente justa e eficiente em termos de custos, reforçando a competitividade da economia nacional, promovendo a criação de postos de trabalho e potenciando co-benefícios associados em particular à qualidade do ar e saúde humana. Esta transição deve ser também um fator de valorização do território e um contributo para a coesão nacional. Neste quadro, o RNC 2050 foi elaborado em articulação com os princípios estabelecidos em outras estratégias relevantes em matéria de economia circular, designadamente prosseguindo as orientações constantes do Plano Ação para a Economia Circular, e de planeamento e ordenamento do território, designadamente a proposta de Programa Nacional de Políticas de Ordenamento do Território, sem prejuízo dos diferentes horizontes temporais.

O cumprimento do objetivo de neutralidade carbónica em 2050 assenta numa visão estratégica que

visa promover a descarbonização da economia e a transição energética visando a neutralidade carbónica em 2050, enquanto oportunidade para o país, assente num modelo democrático e justo de coesão territorial que potencie a geração de riqueza e o uso eficiente de recursos.

A concretização desta visão estratégica assenta em oito premissas fundamentais, descritas em maior detalhe nas secções seguintes:

- i) Promover a transição para uma economia competitiva, circular, resiliente e neutra em carbono, gerando mais riqueza, emprego e bem-estar;
- ii) Identificar vetores de descarbonização e linhas de atuação subjacentes a trajetórias para a neutralidade carbónica em 2050;
- iii) Contribuir para a resiliência e para a capacidade nacional de adaptação às vulnerabilidades e impactes das alterações climáticas;
- iv) Estimular a investigação, a inovação e a produção de conhecimento em áreas-chave para a concretização do objetivo da neutralidade carbónica;
- v) Garantir condições de financiamento e aumentar os níveis de investimento;
- vi) Assegurar uma transição justa e coesa que contribua para a valorização do território;
- vii) Garantir condições eficazes de acompanhamento do progresso alcançado rumo ao objetivo da neutralidade carbónica (governação) e assegurar a integração dos objetivos de neutralidade carbónica nos domínios setoriais;
- viii) Envolver a sociedade nos desafios das alterações climáticas, apostando na educação, informação e sensibilização, contribuindo para aumentar a ação individual e coletiva.

Esta visão terá necessariamente de ser traduzida nas diversas estratégias e instrumentos de política setorial na energia, nos transportes, no comércio, nos serviços, na indústria, nos resíduos, na agricultura e florestas, tendo em conta os vetores de descarbonização identificados e a prosseguir pelo país nos próximos 30 anos.

### **3. A transição para uma economia competitiva, circular, resiliente e neutra em carbono**

---

O modelo económico atual é baseado na exploração de recursos (extração de combustíveis fósseis, matérias primas, solo e água), que são transformados, usados e depositados de novo no ambiente sob a forma de resíduos ou emissões para a atmosfera. Este modelo linear da economia não é sustentável e está na base da generalidade dos problemas ambientais: a poluição do ar, da água e do solo; a impermeabilização e expansão das áreas urbanizadas, a necessidade de continuamente expandir as áreas dedicadas à agricultura, pecuária e silvicultura, e a consequente redução da biodiversidade, a desflorestação e a destruição de habitats naturais.

O desafio da neutralidade carbónica enquadra-se por isso na temática mais vasta de como sobreviver

e prosperar num planeta finito, enquanto espécie que continua em crescimento demográfico e que, legitimamente, ambiciona alcançar padrões crescentes de conforto e segurança, sem que, nesse processo, se criem disrupções que ponham em causa a sobrevivência da espécie humana e de todas as outras espécies que conosco partilham o planeta. Uma, e porventura a maior, dessas disrupções em curso são as alterações climáticas.

Parte da resposta ao desafio das alterações climáticas encontra-se no uso de fontes de energia renovável, numa maior eficiência e circularidade no uso dos recursos e no reforço dos sumidouros. As energias renováveis têm já hoje potencial para substituir uma parte muito significativa dos combustíveis fósseis e desse modo eliminar as emissões e demais poluição associadas à sua exploração e utilização, salientando-se também, neste contexto, os novos desafios e contributos das energias renováveis oceânicas. O aumento de circularidade e de eficiência da economia permitirá fazer mais com menos recursos, reduzir o consumo de matérias-primas e transformar uma cadeia de resíduos numa cadeia de novos materiais. O reforço dos sumidouros terá um impacto extremamente importante na redução da concentração de dióxido de carbono na atmosfera e na regulação climática.

Esta transformação profunda da sociedade não só é compatível com o objetivo de neutralidade carbónica, como na verdade, será um dos motores dessa mesma neutralidade.

O objetivo da descarbonização deve ser encarado também no contexto da adaptação às alterações climáticas. Quanto mais marcadas forem essas alterações, maiores serão os custos que o país terá de suportar com a disrupção da agricultura, com fogos, com a degradação da orla costeira, com a saúde e segurança das pessoas, em particular durante ondas de calor e outros eventos climáticos extremos. A neutralidade carbónica, enquanto objetivo partilhado por todos os países, será o motor para limitar a extensão das alterações climáticas e, portanto, o motor fundamental para limitar o volume de perdas associados aos danos que as mesmas causariam.

No plano económico, quer o objetivo da neutralidade carbónica, quer a adaptação às alterações climáticas, podem e devem ser encarados, não só como um custo evitado para a economia, mas também como uma oportunidade para o país, com a criação de novos setores, *clusters*, modelos de negócio, e para a conversão das atuais fileiras lineares de produção para uma circularidade da economia.

Neste contexto, será essencial garantir a existência de um quadro regulatório estável e competitivo, que assegure o envolvimento e o comprometimento dos principais agentes, públicos e privados, com a execução das medidas necessárias para alcançar os objetivos definidos, dando assim estabilidade aos investidores nos mais diversos setores.

A descarbonização deve assentar em princípios de diversidade tecnológica, retirando eventuais restrições regulatórias, subsídios perversos e outros condicionamentos que criem distorções no funcionamento do mercado (devendo promover soluções mais eficientes e competitivas mas tendo em conta toda a cadeia de valor de cada solução).

Importa referir que a visão estratégica de alcançar a neutralidade carbónica com base nas oito premissas já identificadas constitui um contributo importante para a concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, designadamente para o ODS 13 - Ação climática definido como um dos Objetivos prioritários para Portugal no contexto da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. O modelo de desenvolvimento proposto nesta visão estratégica contribuirá ainda para o cumprimento das metas associadas a outros ODS, dos quais se destacam o ODS 1 – Erradicar a pobreza, o ODS 3 – saúde de qualidade; o ODS 4 – Educação de qualidade; o ODS 8 - Trabalho digno e crescimento económico; o ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestruturas; o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; o ODS 12 – Produção e consumo sustentáveis e o ODS 15 – proteger a vida terrestre.

#### **4. Trajetórias para a Neutralidade Carbónica em 2050**

---

O objetivo da neutralidade carbónica traduz-se em igualar o nível de emissões de GEE com o nível de sumidouro até ao ano de 2050 (emissões líquidas iguais a zero). Isto obrigará a reduções substanciais das emissões e/ou aumentos substanciais dos sumidouros nacionais, que deverão materializar-se entre o presente e 2050.

As emissões médias anuais de Portugal foram, na década 2007-2017, de 69 MtCO<sub>2</sub> (54 a 74 MtCO<sub>2</sub>). Quando desagregadas por setor, as emissões nacionais estão distribuídas por: 25% na produção de energia, 25% nos transportes, 23% na indústria, 10% na agricultura, 8% em outros usos de energia; e 8% nos resíduos.

Os sumidouros resultam de alguns usos de solo, nomeadamente na agricultura, pastagens, florestas e matos e, nesse período, absorveram da atmosfera cerca de -8,5 MtCO<sub>2</sub> (de -13 a +7 MtCO<sub>2</sub>), ou seja cerca de -12% das emissões dos restantes setores<sup>8</sup>.

O total líquido de emissões e sumidouros é, portanto, atualmente de 60 MtCO<sub>2</sub>, e esta é a ordem de grandeza do montante que terá de ser reduzido até 2050 para se atingir a neutralidade carbónica.

O potencial de redução de emissões e de aumento de sumidouros não é igual em todos os setores da economia e em todos os gases de efeito de estufa. Em alguns setores as tecnologias estão disponíveis e são custo-eficazes, enquanto noutros setores reduções muito significativas não são possíveis (sem reduzir a atividade desse setor) ou são extremamente caras.

Também o custo de cada tecnologia não é constante ao longo do tempo, sendo expectável na maioria dos casos que as tecnologias hoje mais inovadoras e ainda relativamente caras se tornem progressivamente mais custo-eficazes ao longo do tempo.

A identificação de trajetórias de emissões de GEE para atingir a neutralidade carbónica é apoiada em

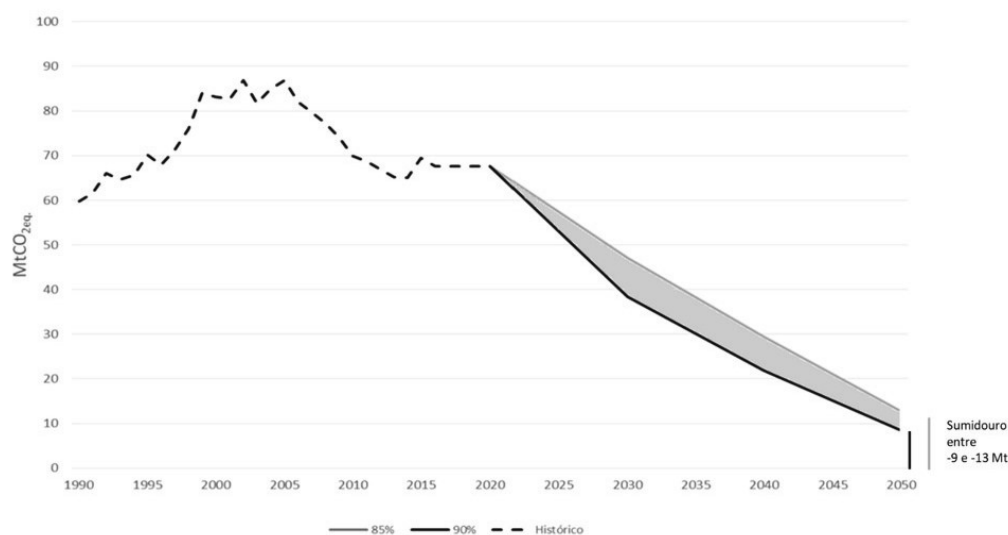
---

<sup>8</sup> Note-se que o valor do sumidouro nacional tem uma grande variação inter-anual, principalmente por influência dos incêndios rurais em cada ano. Em 2017, em que os incêndios foram excepcionalmente dramáticos, este setor não foi como habitual um sumidouro, mas sim uma fonte adicional de emissões (em cerca de 7 MtCO<sub>2</sub>). Excluindo esse ano a média na última década seria de -10 MtCO<sub>2</sub>.

exercícios de modelação que cobrem todos os setores da economia com contributos significativos para o total nacional de emissões e todos os GEE relevante. Pretendeu-se também avaliar se existe viabilidade tecnológica e económica para que a economia Portuguesa atinja a neutralidade carbónica em 2050, recorrendo apenas a tecnologias e processos conhecidos hoje (ainda que com maturidade tecnológica diferente).

O RNC 2050 é apoiado em três cenários macroeconómicos alternativos para o desenvolvimento da economia portuguesa e em dois conjuntos de objetivos para cada cenário. No primeiro conjunto de objetivos procurou avaliar-se a evolução das emissões num cenário de manutenção da atual tendência de políticas climáticas em vigor, representando já uma trajetória de descarbonização significativa da economia nacional. Neste caso, a economia cresce e reduz emissões, mas essa redução deve-se fundamentalmente à introdução de tecnologias mais eficientes e/ou menos emissoras (por exemplo renováveis, ou veículo elétrico) por via do seu potencial custo-eficaz e da redução progressiva dos seus custos. No segundo conjunto de objetivos procurou avaliar-se a evolução das emissões num cenário de neutralidade carbónica, traduzida numa trajetória de redução de emissões do sistema energético de -60% em 2030 e -90% em 2050 face a 2005.

Os cenários modelados permitem sustentar a viabilidade tecnológica da neutralidade carbónica até 2050, assente numa trajetória de redução de emissões de -45% a -55% em 2030, -65% a -75% em 2040 e -85% a -90% em 2050, face a 2005, pressupondo um valor de sumidouro entre -9 e -13 Mt CO<sub>2</sub>.



Nota: A trajetória de emissões inclui as emissões líquidas de agricultura e solos agrícolas, contabilizando o papel de sumidouro destes. O valor do sumidouro não integra esta componente de pastagens e outros solos agrícolas.

Figura 3 – Trajetória de redução de emissões de 85% a 90% até 2050 face a 2005

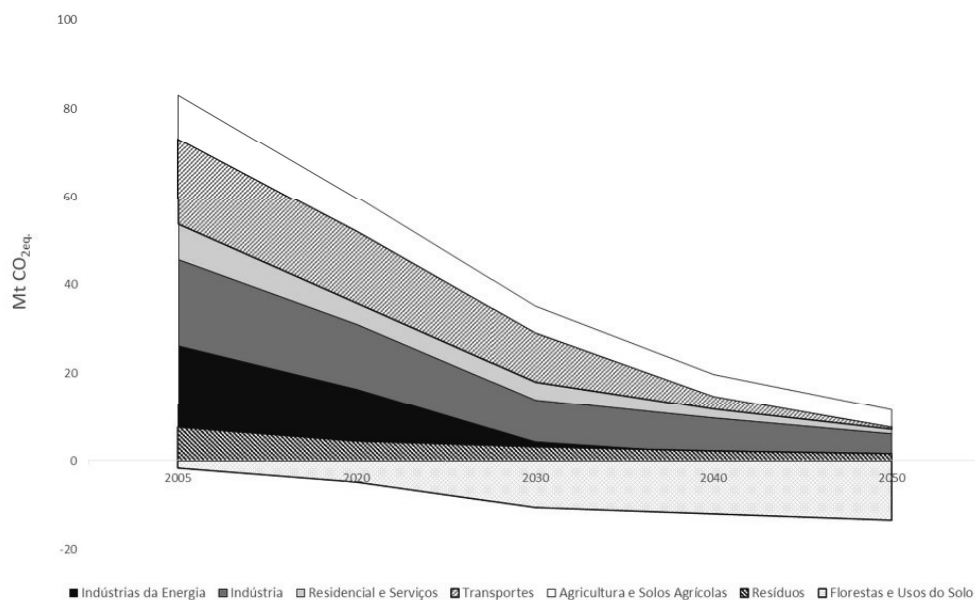


Figura 4 – Contribuição setorial para a trajetória de redução de emissões de GEE até 2050

Quadro 1a - Potencial de redução de emissões em relação a 2005 resultante do exercício de modelação.

Setores	2030	2040	2050
Energia	80% 81%	92%	96%
Indústria	52% 48%	59% 60%	73% 72%
Edifícios	48% 49%	73% 74%	85%
Transportes	43% 46%	84% 85%	98%
Agricultura e usos solo	36% 39%	37% 49%	38% 60%
Resíduos e Águas residuais	57% 58%	69% 71%	77% 80%

Da modelação efetuada resulta claro que:

- Face à dimensão do desafio (emissões líquidas nulas em 2050) todos os setores serão chamados a contribuir, seja na redução das suas emissões, seja no aumento da sua capacidade de sumidouro
- O potencial de redução de cada setor é diferente, isto é o contributo que cada um dos setores pode dar para a redução de emissões não é igualmente custo-eficaz

- É possível identificar os principais vetores e tecnologias que, com o conhecimento atual, permitirão concretizar uma trajetória de descarbonização.

Da visão mais global dos resultados destacam-se claramente dois vetores principais e complementares de descarbonização: a redução da intensidade carbónica da eletricidade produzida em Portugal; e a substituição de combustíveis fósseis por eletricidade na generalidade dos setores da economia (eletrificação da economia).

A produção e o consumo de energia passarão portanto a estar alicerçados em fontes endógenas e renováveis de energia, o que constitui em si mesmo a maior transformação do paradigma energético em Portugal desde a revolução industrial, reforçando o percurso que Portugal tem vindo a traçar nos últimos anos.

Também com caráter horizontal à generalidade dos setores da economia podemos destacar ganhos muito significativos de eficiência energética e eficiência no uso de recursos, que permitirão que a economia cresça, enquanto são reduzidos os consumos de energia primária e final bem como os consumos de materiais, também numa lógica de maior circularidade.

Na produção de eletricidade a transformação será profunda (redução de 99% das emissões de GEE face a 2005) e será alcançada com investimentos significativos em nova capacidade renovável, em particular energia eólica e fotovoltaica, e na forte redução ou abandono da produção de eletricidade com recurso a combustíveis fósseis, como sejam o carvão, o fuelóleo e o gás natural, suportado num sistema resiliente, flexível e moderno.

A descarbonização do setor dos transportes será quase total (redução de 98% das emissões de GEE face a 2005) e será alicerçada fundamentalmente no reforço do papel do sistema de transporte público e na substituição dos atuais veículos a combustíveis fósseis por uma frota essencialmente elétrica. O uso de hidrogénio e de biocombustíveis avançados terá também um papel importante na substituição dos combustíveis atuais. A conversão da mobilidade em veículos privados noutras formas de mobilidade (público, ativa, partilhada, autónoma) permitirão aumentar significativamente o volume de passageiros ou de mercadorias transportadas, sem que seja necessário aumentar as frotas, principalmente a de automóveis privados.

Os edifícios, quer residenciais, quer de serviços, terão também um forte contributo na descarbonização (reduções superiores a 96%, face a 2005), devido a uma eletrificação quase total dos consumos de energia, apoiados ainda em grandes ganhos de eficiência energética por via do reforço do isolamento dos edifícios, do recurso a solar térmico e de bombas de calor.

Na indústria as reduções serão menos expressivas, mas ainda assim bastante significativas. Reduções de cerca de 80% serão possíveis nas emissões de queima de combustíveis, por via da eletrificação, uso de biomassa e aumentos de eficiência, enquanto nas emissões que resultam dos processos industriais o potencial é muito mais limitado (menos diversidade de tecnologias custo-eficazes disponíveis), pelo

que as reduções de emissões deverão ficar-se pelos 60%, o que se traduz num potencial de redução global de emissões de cerca de 73%.

O uso de gases fluorados terá uma redução de 54% em 2050 face aos valores de emissão observados em 2005. Isso deve-se à redução imposta pela implementação do Acordo de Quigali e dos Regulamentos Europeus, que restringem a produção, o consumo e a colocação no mercado de HidroFluorCarbonetos (HFCs).

As emissões com origem na agricultura, em particular as que têm origem na produção animal, têm um potencial de redução menor, e este setor reduzirá 9% a 30% as suas emissões até 2050. Entre as opções possíveis constam as melhorias na alimentação animal e nos sistemas de gestão de estrume e a redução das necessidades de fertilização e de água potenciadas por uma agricultura biológica e de precisão, respetivamente. Os solos agrícolas e as pastagens têm potencial para deixar de ser uma fonte de emissões e de se transformem em fontes de sequestro, por via da agricultura de conservação, pela substituição de fertilização mineral por fertilização orgânica e pela sementeira de pastagens melhoradas e biodiversas. Considerando como um sistema único as emissões da agricultura com a dos solos agrícola e das pastagens, o potencial eleva-se para reduções de emissões de 40% a 60%.

Os restantes usos de solo, incluindo florestas, podem aumentar significativamente os níveis de sequestro atuais para valores próximos das 11 a 13 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, sendo fundamental para que isso aconteça o controlo das áreas ardidas anuais e aumentos de produtividade na generalidade das espécies florestais.

Nos resíduos e águas residuais as reduções serão mais significativas (cerca de 75% face a 2005) por via de um forte aumento da circularidade da economia, da eliminação de resíduos orgânicos em aterro e da redução das produções *per capita* de resíduos total e orgânico. Alguns dos destinos alternativos destes resíduos (tratamento biológico e compostagem) poderão, e pelos mesmos motivos, aumentar, mas o peso no total das emissões continuará diminuto.

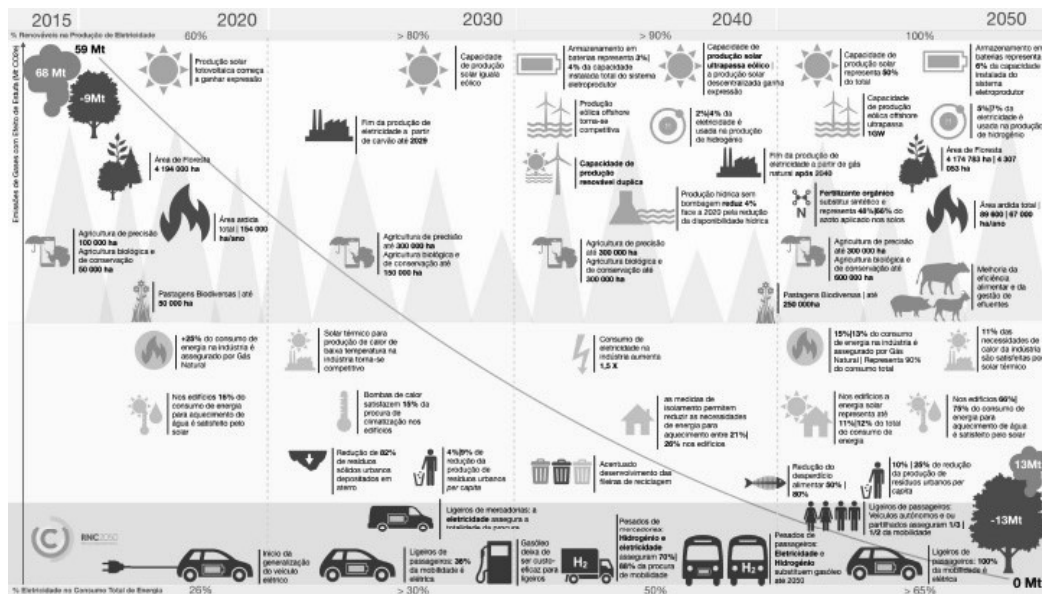


Figura 5 – Narrativa global de neutralidade carbónica até 2050

Nas tabelas presentes nas seções e capítulos seguintes são apresentados os resultados das trajetórias de neutralidade carbónica dos cenários Pelotão e Camisola Amarela (PL|CA) sendo que, por uma questão de simplificação, graficamente se apresentam apenas os resultados do Cenário Camisola Amarela. Note-se que estes resultados traduzem a resposta da modelação, tendo em conta os pressupostos definidos, servindo de base para informar as opções políticas assumidas no contexto do RNC 2050 e do PNEC 2030.

**Abordagem metodológica do Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050**

A metodologia do RNC 2050 teve como ponto de partida o desenvolvimento de cenários socioeconómicos coerentes, assentes em narrativas comuns de evoluções possíveis da sociedade Portuguesa até 2050 com base na evolução de parâmetros macroeconómicos e demográficos neste horizonte. Estes cenários foram amplamente discutidos com as várias partes interessadas.

Não existindo um modelo único que faça a projeção de emissões para todos os setores e gases de forma integrada, adotou-se uma abordagem metodologicamente separada para cada um dos quatro grandes setores:

1) Sistema energético. As emissões de GEE foram estimadas com base no modelo de otimização TIMES\_PT que inclui, de forma integrada, todo o sistema energético português desde a produção de energia, transporte e distribuição até ao consumo nos setores de uso final, como a indústria, transportes, residencial, serviços e agricultura nos seus múltiplos usos (aquecimento, arrefecimento, iluminação, equipamentos elétricos, mobilidade de passageiros e de mercadorias, entre outros).

2) Agricultura, florestas e outros usos de solo. As emissões de GEE foram estimadas com base em diferentes pressupostos alinhados com as narrativas dos cenários socioeconómicos, a partir dos quais se estabeleceram as respetivas tendências de evolução do setor vegetal e animal, e respetivas emissões. Este setor inclui as emissões dos animais e sistemas de gestão de estrume, o uso de fertilizantes, os incêndios rurais, e as emissões ou sequestro dos diferentes usos de solo.

3) Resíduos e águas residuais. As emissões de GEE foram estimadas com base na projeção das quantidades de resíduos urbanos e águas residuais domésticas geradas em cada ano, considerando a população residente, e o impacto das políticas já adotadas. Este setor inclui as emissões da deposição e tratamento dos resíduos sólidos urbanos e industriais e a deposição e tratamento de águas residuais urbanas e industriais.

4) Gases fluorados. As emissões de GEE foram estimadas com base nas implicações da implementação do Acordo de Quigali e dos Regulamentos Europeus que preveem o *phase out* de alguns destes gases nas próximas décadas. Este setor inclui as emissões da utilização de gases fluorados em equipamentos de refrigeração e ar condicionado, sistemas de proteção contra incêndio e comutadores elétricos.

As emissões de GEE estimadas para cada setor foram posteriormente agregadas para o apuramento das emissões totais nacionais. O ano de base para a modelação no TIMES\_PT é 2015.

Em todos os setores, a estimativa de emissões de GEE segue as metodologias constantes nos inventários nacionais de emissões, que respeitam as linhas orientadoras para cálculo de emissões do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas de 2006 e as decisões da CQNUAC relevantes para o cálculo de emissões e reporte de projeções de emissões.

#### **Cenários considerados no Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050**

Para o RNC 2050 foram construídos 3 cenários:

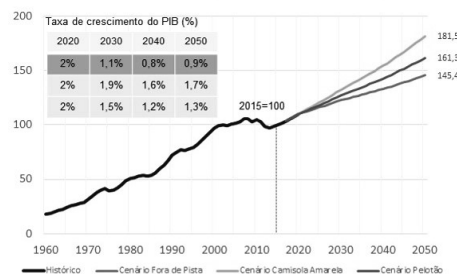
*Cenário Fora de Pista:* Cenário que conserva o essencial da estrutura económica e das tendências atuais bem como as políticas de descarbonização já adotadas ou em vigor.

*Cenário Pelotão:* Cenário de evolução socioeconómica compatível com a neutralidade carbónica com um desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias que, contudo, não alteram significativamente nem as estruturas de produção, nem os modos de vida das populações. Prevê uma incorporação modesta de modelos de economia circular e a manutenção da concentração populacional nas Áreas Metropolitanas.

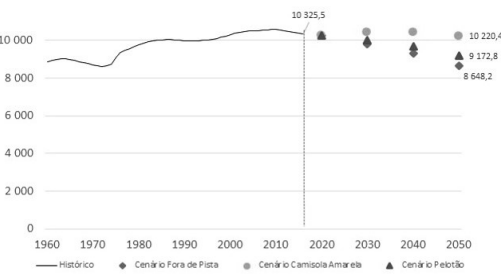
*Camisola Amarela:* Cenário de evolução socioeconómica compatível com a neutralidade carbónica, que se caracteriza por uma alteração estrutural e transversal das cadeias de produção, possibilitada pela combinação de um conjunto de tecnologias da 4ª Revolução Industrial. Prevê uma incorporação mais efetiva de modelos de economia circular e um maior crescimento da importância das cidades médias.

FORA DE PISTA	PELOTÃO	CAMISOLA AMARELA
➤ Portugal pouco competitivo	➤ Portugal competitivo	➤ Portugal muito competitivo
➤ Demografia mantem-se em declínio	➤ Demografia com decréscimo menos acentuado devido ao efeito do saldo migratório	➤ Demografia estável, por equilíbrio do saldo fisiológico e reforço substancial do saldo migratório
➤ Concentração populacional nas Áreas Metropolitanas, despovoamento do interior e cidades médias	➤ Concentração populacional nas Áreas Metropolitanas	➤ Crescimento das cidades médias e redução da concentração populacional nas Áreas Metropolitanas
➤ Manutenção das estruturas de produção atuais	➤ Evolução conservadora das estruturas de produção atuais mas com desenvolvimento tecnológico e aumento de eficiência	➤ Maior grau de descentralização e digitalização do sistema energético ➤ Maior empreendedorismo
➤ Circularidade em níveis baixos	➤ Circularidade moderada da economia	➤ Maior circularidade da economia
➤ Padrões de mobilidade semelhantes aos atuais (baixa adesão a novas formas de mobilidade)	➤ Adesão moderada a novas formas de mobilidade (partilhada e suave)	➤ Elevada penetração de novas formas de mobilidade (partilhada e suave)
➤ Agricultura em regime de produção convencional; pagamentos à produção predominam	➤ Agricultura em modo de produção biológica e de conservação e agricultura de precisão	➤ Predomínio do regime de agricultura biológica e de conservação e de agricultura de precisão; valorização de externalidades (serviços de ecossistemas)

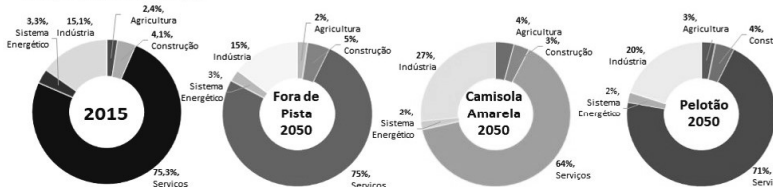
Índices de crescimento do PIB (a preços constantes de 2011)



População residente (Milhares)



Estrutura setorial do VAB (%)



Dimensão agregado



Nos cenários Pelotão e Camisola Amarela foram ainda consideradas duas variantes, uma em que a economia evolui sem a imposição de uma meta de redução de emissões de GEE (denominado sem neutralidade) e uma variante em que a economia evolui com imposição de uma meta de redução de emissões GEE (denominado com neutralidade).

**Análises de sensibilidade**

Um exercício desta natureza e com este horizonte temporal comporta sempre um nível de incerteza considerável, desde logo no tipo de desenvolvimento que a demografia, a sociedade e a economia portuguesa

irão experienciar, mas também nas preferências e sensibilidade dos consumidores, e no leque tecnológico que está disponível para operar a descarbonização.

A modelação efetuada foi baseada num leque alargado de tecnologias, complementado com pressupostos quanto à evolução dos custos de investimento, operação, manutenção e descomissionamento dessas mesmas tecnologias. Foram apenas consideradas tecnologias já disponíveis ou em fase pré-comercial. Os pressupostos de custos foram alinhados com tendências históricas recentes e com estudos específicos sobre esses setores ou tecnologias. No entanto, não foram consideradas tecnologias promissoras, mas ainda não provadas em contexto de economia real e não se pode descurar o aparecimento de tecnologias disruptivas entre hoje e 2050 e que são hoje completamente desconhecidas.

Como forma de testar a robustez das trajetórias de emissão a essas incertezas, foram feitas algumas análises de sensibilidade aos fatores mais críticos para o andamento das emissões nacionais, revelando o impacto de variações em alguns dos pressupostos (por exemplo, nos custos das tecnologias) nos resultados finais da modelação. Como esperado, os resultados foram diferentes, mas os vetores de descarbonização e os potenciais de cada setor foram sensivelmente os mesmos, o que sugere uma elevada robustez nos resultados alcançados.

Esta incerteza pode ser encarada como uma limitação de um exercício deste tipo, mas é também um fator de otimismo: se a descarbonização é possível com as tecnologias atuais, o surgimento de novas tecnologias só irá tornar esse objetivo mais simples e/ou mais custo-eficaz do que o que é estimado hoje.

Os trabalhos técnicos que suportaram o desenvolvimento do RNC 2050 foram desenvolvidos por uma equipa multidisciplinar, constituída por diversos peritos nacionais, de várias áreas do conhecimento. Os diversos relatórios técnicos e informação sobre o processo podem ser consultados no sítio na Internet da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., entidade responsável pela coordenação geral do RNC 2050.

#### **Envolvimento da sociedade na preparação do Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050**

Porque a transição para a neutralidade carbónica é um desafio ambicioso e exige um envolvimento alargado e participado de todos os atores, a elaboração do RNC 2050 teve também um amplo processo de envolvimento setorial e de mobilização da sociedade ao longo de diferentes fases e com diferentes objetivos.

A construção dos cenários macroeconómicos que servem de base a todo o exercício de prospetiva e modelação passou por diferentes fases iterativas que permitiram recolher contributos de diversas instituições e especialistas nacionais, e que deram origem aos três cenários considerados.

O ciclo de *workshops* técnicos teve como objetivo central perceber o papel da economia circular no futuro de diferentes setores, bem como informar os trabalhos de modelação das emissões no horizonte até 2050 através das perceções dos *stakeholders* face à configuração da cadeia de valor dos setores e sobre a evolução de alguns dos pressupostos e tendências principais. Este ciclo integrou os seguintes *workshops* setoriais: mobilidade; fileira florestal; agroalimentar; construção; cidades; energia; resíduos e águas residuais.

Paralelamente foi realizado um ciclo de eventos temáticos em torno da descarbonização da sociedade que integrou um total de quatro sessões focadas nos temas Mobilidade; Fileira Florestal; Transição Energética; Transição Justa. Será ainda realizado um evento dedicado ao financiamento sustentável.

Os resultados preliminares do Roteiro foram colocados em consulta pública por um período de 3 meses, iniciada em Lisboa com a apresentação pública destes resultados, e no âmbito da qual foram recebidos cerca de 80 contributos. Foi ainda promovido um conjunto de sessões públicas de apresentação conjunta do RNC 2050 e do Plano Nacional de Energia e Clima 2030 em Coimbra, Porto, Évora, Faro e Funchal.

#### **Avaliação Ambiental Estratégica**

Enquanto elemento enquadrador e fundamental da política climática nacional com impacte em todos os setores da economia, nomeadamente no desenvolvimento de potenciais planos e estratégias setoriais rumo à neutralidade carbónica, considerou-se adequado realizar a Avaliação Ambiental Estratégica do RNC 2050.

Assim, foi seguido o procedimento legalmente previsto, tendo sido consultadas as Entidades com Responsabilidades Ambientais Específicas e realizada a consulta pública. Após os contributos recebidos e devidamente considerados o processo culminou com a emissão da Declaração Ambiental em Avaliação Estratégica.

#### **4.1. Papel do sistema energético na transição para a Neutralidade Carbónica**

O sistema energético contempla de forma integrada a produção de energia, transporte e distribuição e o consumo de energia final nos diferentes setores (indústria, transportes, residencial e serviços e agricultura).

É possível identificar, com as tecnologias atuais e o conhecimento sobre a sua evolução futura, trajetórias de neutralidade com opções custo-eficazes para atingir reduções de emissões da ordem dos 60% em 2030 e de 90% em 2050 (face a 2005). Estas trajetórias traduzem um mix de tecnologias que minimiza o custo para o sistema energético nacional, através de uma substituição tecnológica progressiva, que se inicia pelos setores/tecnologias onde a ação é mais custo-eficaz e se vai progressivamente alargando a setores/tecnologias mais caros até se atingirem as reduções de emissões pretendidas. Não foram considerados quaisquer apoios, fiscais ou outros, a qualquer tecnologia.

Como consequência assistiremos a uma alteração significativa nos balanços de energia primária e final, no perfil tecnológico de produção e consumo de energia e na desagregação setorial de emissões.

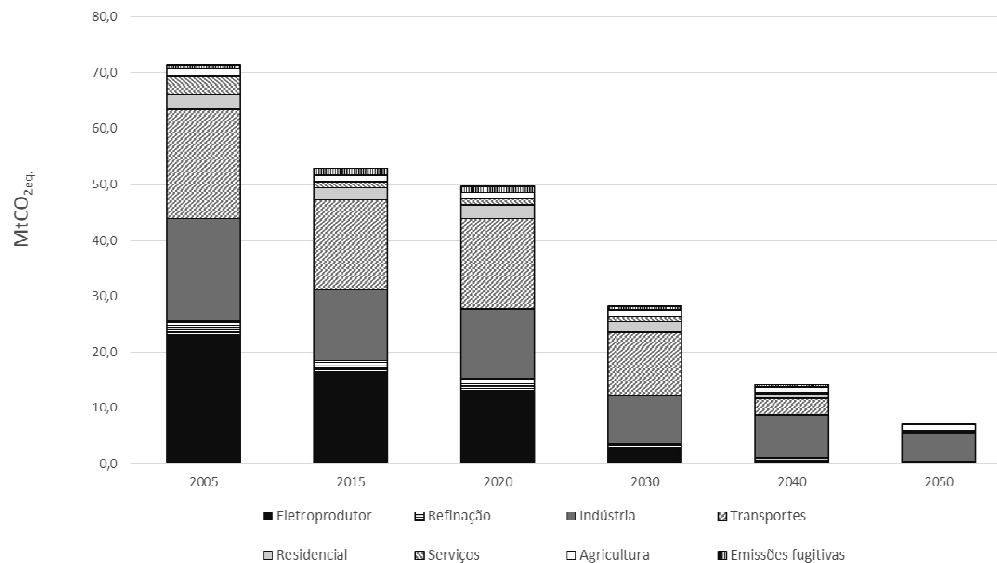


Figura 6 - Evolução das emissões do sistema energético, até 2050

No sistema energético os transportes e o setor eletroprodutor são os que apresentam maior potencial para a redução das emissões de GEE na década 2020-2030, sendo que a descarbonização dos edifícios e da indústria será mais intensa, respetivamente, nas décadas de 2030-2040 e 2040-2050.

Quadro 1b – Evolução das emissões do sistema energético, até 2050

	2005	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2005
<b>Total Sistema Energético</b>	<b>71,44</b>	<b>52,94</b>	<b>49,73</b>	<b>28,24   28,15</b>	<b>14,15</b>	<b>7,11</b>	<b>-90%</b>
Eletroprodutor	23,04	16,01	12,94	1,18   2,2	0,36	0,17	-99%
Refinação	2,47	2,37	2,22	1,87   1,33	0,76   0,8	0,18   0,19	-93%   -92%
Indústria	18,34	12,73	12,45	9,48   8,72	7,34   7,6	4,99   5,11	-73%   -72%
Transportes	19,59	16,19	16,27	10,61   11,18	3,19   2,91	0,47   0,42	-98%
Residencial	2,72	2,08	2,43	2   2,01	0,73   0,71	0,09   0,11	-97%   -96%
Serviços	3,17	1,14	1,18	1,07   0,89	0,32   0,3	0,00	-100%
Agricultura	1,45	1,14	1,16	1,12   1,15	1,09   1,08	1,08   0,97	-26%   -33%
Emissões fugitivas	0,66	1,27	1,08	0,91   0,65	0,37   0,39	0,13   0,14	-81%   -79%

Unidade: Mt CO<sub>2</sub>eq.

De facto, a trajetória para a neutralidade carbónica conduzirá a uma utilização muito mais alargada dos recursos energéticos endógenos renováveis dos quais mais de dois terços são sol e vento, representando em 2050 mais de 80% do consumo de energia primária. O sistema energético nacional passa assim de uma base essencialmente fóssil para uma base essencialmente renovável até 2050, com consequências positivas na fatura energética, na balança comercial e na redução da dependência

energética, que baixa dos atuais 78% de dependência do exterior para menos de 20%, em 2050.

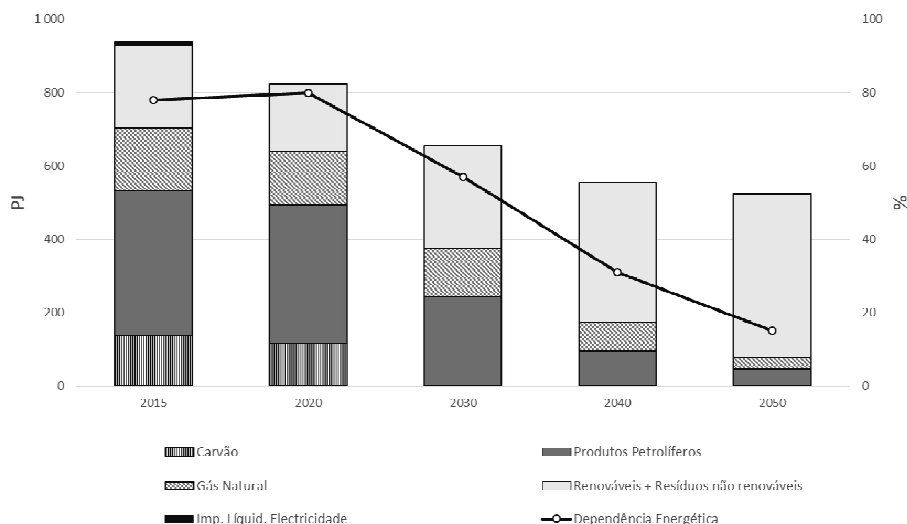


Figura 7 - Evolução do consumo de energia primária, até 2050

Em 2050 a dependência energética será inferior a 20% (face a 78% em 2015).

Quadro 2 - Evolução do consumo de energia primária, até 2050

	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Total Energia Primária</b>	<b>938,61</b>	<b>822,10</b>	<b>629,85   654,01</b>	<b>536,19   555,7</b>	<b>493,36   524,15</b>
Carvão	136,43	115,85	0,37	0,39   0,44	0,43   0,44
Produtos Petrolíferos	395,53	376,39	241,38   242,06	108,38   94,82	57,33   46,52
Gás Natural	171,55	147,29	123,71   132,61	70,9   77,61	33,91   30,05
Renováveis + Resíduos não renováveis	226,94	182,58	264,39   278,96	356,52   382,83	401,68   447,13
Imp. Líquid. Electricidade	8,16	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Unidade: PJ</i>					
<b>Dependência Energética</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>58   57</b>	<b>34   31</b>	<b>19   15</b>
<i>Unidade: %</i>					

Atingir este nível de reduções será igualmente apoiado pela descarbonização do consumo de energia final, onde se verificará um aumento da integração de fontes de energia renováveis e uma crescente eletrificação dos consumos energéticos, visível logo a partir de 2030, sendo estes os principais vetores de descarbonização. Em 2050, entre 66% a 68% do consumo de energia final será satisfeito por eletricidade e haverá uma redução acentuada do consumo de produtos petrolíferos, explicada pela mudança tecnológica que se verificará, sobretudo no parque automóvel.

Perspetiva-se ainda o surgimento de novos vetores energéticos, como seja, o hidrogénio, que vai

ganhando expressão de forma gradual, atingindo em 2050 uma contribuição global de 4% no consumo de energia final, mas que será um vetor importante de descarbonização em alguns setores com poucas opções tecnológicas alternativas, como por exemplo, no transporte pesado de passageiros e de mercadorias, setor onde representará em 2050 40% a 68% da procura do transporte pesado.

Este hidrogénio será produzido essencialmente via eletrólise alcalina com recurso a eletricidade de origem renovável, sendo que em 2050, 5% a 8% do total da eletricidade produzida será utilizada para geração de hidrogénio.

Com um papel mais limitado, também outras renováveis, como o solar térmico e a biomassa terão um papel importante, por exemplo, na geração de calor.

A biomassa surge também como um dos vetores de descarbonização. Em termos globais o seu consumo crescerá até 2030/35, declinando posteriormente até níveis inferiores aos atuais, com o surgimento ou aumento de outros vetores energéticos mais competitivos.

É no setor da indústria que o consumo de biomassa é mais evidente, substituindo entre outras fontes, o coque de petróleo. Centrais descentralizadas de cogeração e de produção dedicada de calor, próximas dos locais de recolha permitirão o uso mais custo-eficaz do recurso contribuindo igualmente para uma gestão sustentável da floresta.

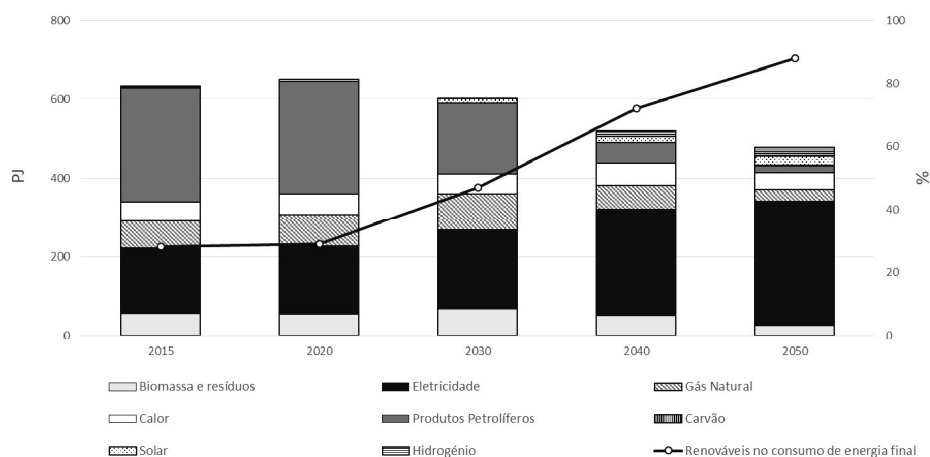


Figura 8 - Evolução do consumo de energia final, até 2050

Em 2050 haverá mais de 85% de energia de fontes renováveis no consumo de energia final.

Quadro 3 - Evolução do consumo de energia final, até 2050

	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Energia Final</b>	<b>632,71</b>	<b>660,69   651,06</b>	<b>597,63   601,98</b>	<b>506,92   519,15</b>	<b>459,8   477,63</b>
Biomassa e resíduos	56,35	53,06	65,48   67,64	48,98   50,68	18,05   25,52
Eletricidade	165,09	173,59   173,41	193,41   199,35	264,74   269,7	307,58   316,72
Gás Natural	67,79	80,37   80,4	99,56   94,3	56,42   61,5	33,5   29,61
Calor	50,87	53,58	47,36   50,15	53,89   56,25	42,96   42,93
Produtos Petrolíferos	288,68	294,44   284,96	180,21   178,04	63,02   51,23	24,51   17,27
Carvão	0,57	0,33	0,36   0,37	0,39   0,41	0,43   0,44
Solar	3,36	5,33	9,99   10,85	14,86   15,68	19,79   23,65
Hidrogénio	0,00	0,00	1,25   1,29	4,61   13,71	12,99   21,49
<i>Unidade: PJ</i>					
Renováveis	28%	29%	46%   47%	71%   72%	86%   88%

O aumento de eficiência do sistema energético subjacente a esta transformação permitirá uma redução do consumo de energia primária de -44% a -47% face a 2015, e de energia final de -25% a -28% face a 2015, isto apesar do crescimento económico e aumento de procura.

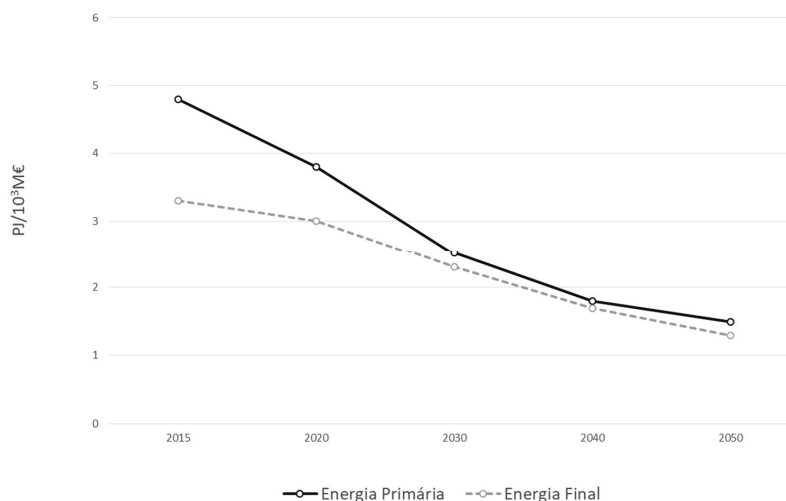


Figura 9 - Evolução da intensidade energética do consumo de energia primária e energia final, até 2050

Em 2050 a intensidade energética da economia reduz mais de 50% face à atualidade.

Quadro 4 - Evolução da intensidade energética do consumo de energia primária e energia final, até 2050

Intensidade energética	2015	2020	2030	2040	2050
Energia Primária	4,8	3,8	2,5	1,9   1,8	1,6   1,5
Energia Final	3,3	3,0	2,4   2,3	1,8   1,7	1,4   1,3

Unidade: PJ/10<sup>9</sup> M€

Principais *drivers* de descarbonização do setor energético:

- Recursos endógenos renováveis;
- Eficiência energética;
- Eletrificação;
- Novos vetores energéticos, ex., hidrogénio.

#### 4.1.1 Setor eletroprodutor

O setor eletroprodutor é atualmente um dos principais emissores nacionais de GEE (cerca de 29%) e, como tal, deverá ser um dos principais contribuintes para a descarbonização. Acresce que, face ao papel expectável da eletrificação na descarbonização dos restantes setores, as emissões da produção de eletricidade terão também um contributo indireto muito significativo na descarbonização da economia em geral. Estes dois contributos para uma sociedade neutra em carbono remetem para a necessidade de progressivamente descontinuar a utilização de combustíveis fósseis na produção de eletricidade, em particular do carvão, tendo Portugal já assumido o compromisso de abandonar a produção de eletricidade a partir de carvão até 2030.

O aumento de procura provocado por uma crescente eletrificação dos vários setores da sociedade ditará a necessidade de um substancial aumento da capacidade de produção renovável de eletricidade até 2050.

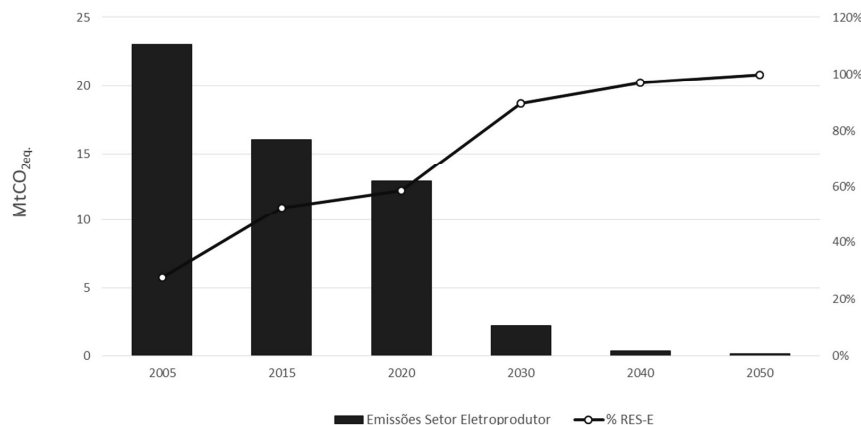


Figura 10 - Evolução das emissões do setor eletroprodutor e % de incorporação de Renováveis na Eletricidade (%RES-E)

Total descarbonização do setor eletroprodutor até 2050.  
Em 2050, 100% renováveis na produção de eletricidade.

Quadro 5 - Evolução potencial das emissões do setor eletroprodutor e % de incorporação de Renováveis na Eletricidade (%RES-E)

	2005	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2005
Emissões Setor Eletroprodutor	23,04	16,01	12,94	1,18   2,2	0,36	0,17	-99%
<i>Unidade: Mt CO<sub>2eq</sub></i>							
Renováveis na Produção de Eletricidade (RES-E)	28%	53%	59%	94%   90%	97%	100%	
<i>Unidade: %</i>							

Esta transição é facilitada pela redução do custo das tecnologias de base renovável para a produção de eletricidade que se tem verificado nos últimos anos, principalmente nas tecnologias associadas ao solar fotovoltaico. É aliás esta redução de custos, associada também a uma diminuição rápida expectável do custo das soluções de armazenamento, que permitirá que as energias renováveis tenham uma participação próxima dos 100% na produção elétrica em 2050.

A tecnologia solar fotovoltaico irá afirmar-se com maior evidência aumentando a sua expressão e, atingindo os 13 GW centralizado e os 13 GW descentralizado até 2050. A energia eólica *onshore* também aumenta significativamente a sua participação (quase 2,5x). Estas duas tecnologias têm um potencial custo-eficaz para, em conjunto, assegurar 50% da eletricidade gerada em 2030 e 70% em

2050. No entanto, estas tecnologias, devido à sua variabilidade diária e inter anual, colocam desafios ao nível da despachabilidade e da segurança de abastecimento que é essencial conhecer e para os quais surgem novas soluções, quer tecnológicas ao nível do armazenamento em baterias e produção de hidrogénio ou soluções híbridas, quer ao nível da gestão da rede, a qual deverá ser dotada de maior inteligência e flexibilidade. As interligações com a rede elétrica da UE, e com outros mercados, terão igualmente um papel importante a desempenhar na gestão e segurança de abastecimento do sistema elétrico nacional.

A manutenção de alguma capacidade a gás natural no sistema elétrico nacional até 2040, ainda que marginalmente utilizada, assegura o *backup* necessário para operar a referida transição para um sistema elétrico de base renovável, dando tempo ao desenvolvimento e instalação das soluções tecnológicas de armazenamento.

Neste contexto, as baterias tornam-se uma tecnologia custo-eficaz e necessárias para a estabilidade do sistema logo em 2025 (187 MW), associadas a uma capacidade renovável de sol e vento que excederá os 16 GW. É, todavia, a partir da década de 2030 que o peso desta tecnologia ganha expressão atingindo valores entre 0,6 e 1,0 GW em 2030 e crescendo 4 GW em 2050, representando entre 7% e 8% do total da capacidade instalada num sistema 100% renovável.

Conjuntamente com as baterias, maioritariamente associadas ao solar descentralizado, também a hídrica com bombagem continuará a ter um papel relevante de regulação do sistema elétrico. A capacidade existente conjuntamente com os investimentos em curso, leva a que em 2030 existam 3,4 GW de bombagem.

No conjunto, baterias e hídrica com bombagem representarão em 2050, 7,5 GW, cerca de 14% do total da capacidade instalada, possibilitando o armazenamento e auxiliando na gestão eficiente do equilíbrio oferta/procura de eletricidade.

A eletrificação da economia irá requerer uma expansão da rede de transporte e distribuição que deverá estar associada a uma gestão eficiente dos consumos (por exemplo, na indústria) e permitir a criação de novos modelos de negócio e soluções que contribuam para a flexibilidade do sistema.

Novos modelos regulatórios irão permitir a entrada de novos agentes no mercado da eletricidade, como por exemplo, as cooperativas de produção de energia e as comunidades de energia. O aumento da capacidade instalada de solar descentralizado para 2,3 GW em 2030 e 12 a 13 GW em 2050, demonstra o custo-eficácia da descentralização na geração de eletricidade através do solar, permitindo perspetivar o papel relevante dos *produtores/consumidores* no futuro. As famílias e outros pequenos produtores poderão ser responsáveis por mais de 20% da produção total de eletricidade. Naturalmente, esta visão requer o desenvolvimento de redes de distribuição inteligentes e novos modelos de negócio de base local.

A descentralização da geração de eletricidade aliada ao aumento da sua eficiência irá contribuir para uma redução das perdas na rede, atingindo valores na ordem dos 5% em 2050, por comparação aos

atuais 9%. Esta diminuição nas perdas da rede atenua os consumos crescentes próprios da bombagem hidroelétrica e do armazenamento através de baterias.

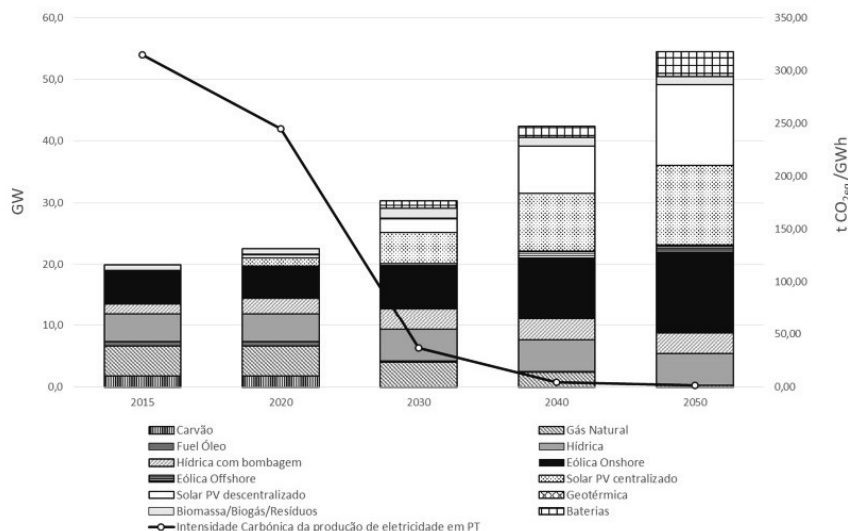


Figura 11 - Evolução da capacidade instalada do setor eletroprodutor (inclui cogerações) e da intensidade carbónica da produção de eletricidade

A intensidade carbónica da eletricidade produzida em Portugal passa das atuais 315 tCO<sub>2</sub>eq./GWh (em ano seco) para cerca de 1,6 tCO<sub>2</sub>eq./GWh, em 2050.

Quadro 6 - Evolução da capacidade instalada do setor eletroprodutor (inclui cogerações) e da intensidade carbónica da produção de eletricidade

	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Capacidade instalada</b>	<b>19,9</b>	<b>22,5</b>	<b>29,3   30,3</b>	<b>42   42,4</b>	<b>53,2   54,5</b>
Carvão	1,8	1,8	0,0	0,0	0,0
Gás Natural	4,8	4,9	3,5   4	2,3   2,4	0,2
Fuel Óleo	0,8	0,7	0,2	0,1	0,0
Hídrica	4,6	4,6	5,1	5,1	5,1
Hídrica com bombagem	1,6	2,5	3,4	3,4	3,4
Eólica Onshore	5,0	5,2	8   7	10	12   13
Eólica Offshore	0,0	0,0	0,3   0,4	0,3   1,2	0,2   1,3
Solar PV centralizado	0,3	1,4	4,6   5	9,9   9,3	14,4   13
Solar PV descentralizado	0,2	0,5	2,3	7,1   7,6	12   13
Geotérmica	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
Biomassa/Biogás/Resíduos	0,8	0,9	1,4   1,6	1,4	1,8   1,4
Baterias	0,0	0,0	0,6   1,2	2,3   1,8	4,1   4
<i>Unidade: GW</i>					
<b>Intensidade carbónica da eletricidade produzida em Portugal</b>	<b>315</b>	<b>245</b>	<b>20,47   36,75</b>	<b>4,46   4,28</b>	<b>1,69   1,6</b>
<i>Unidade: t CO<sub>2</sub>eq./GWh</i>					

Nota: Conforme já anteriormente explicitado, os resultados apresentados traduzem a resposta da modelação, tendo em conta os pressupostos definidos, servindo de base para informar as opções de políticas, designadamente no contexto do PNEC 2030, podendo assim existir diferenças entre o que resulta da modelação e as opções de política a prosseguir.

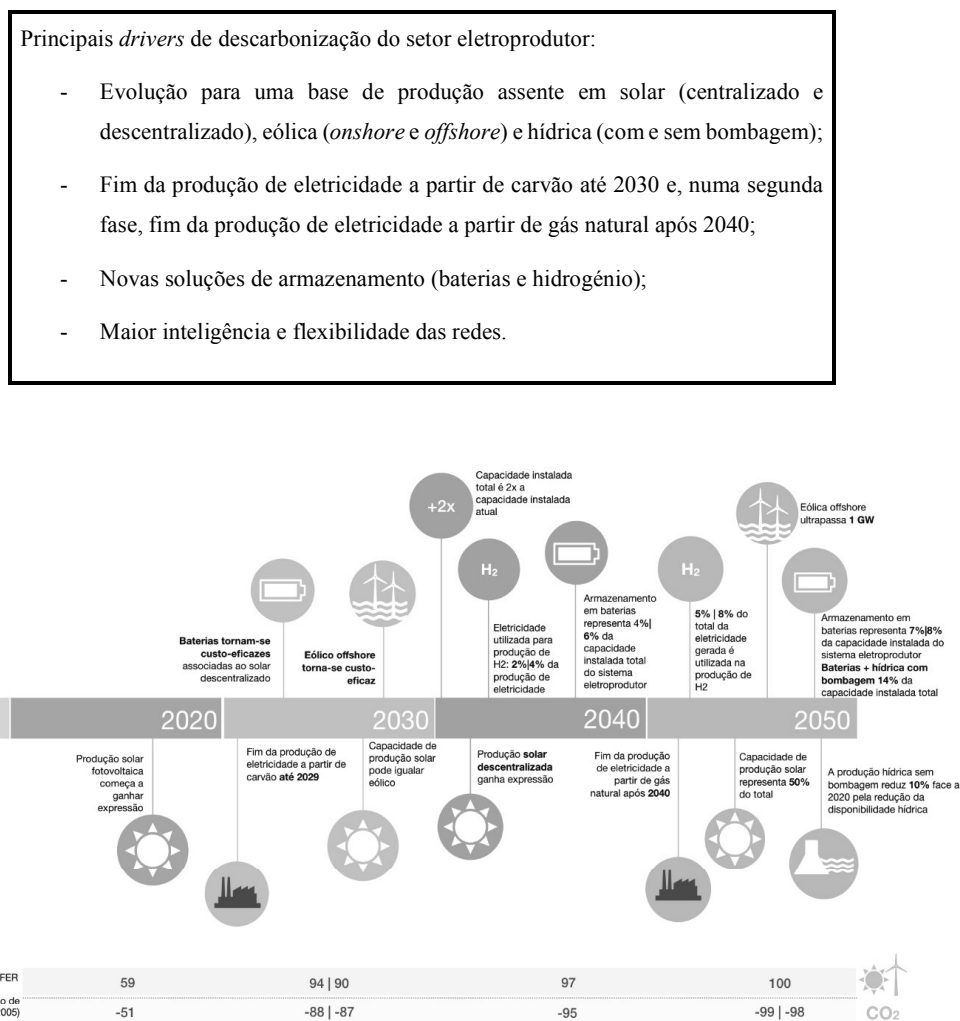


Figura 12 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor eletroprodutor

#### 4.1.2 Mobilidade e transportes

O setor dos transportes é, a par do sistema eletroprodutor, um dos principais emissores nacionais (representando cerca de 25% das emissões), sendo o setor com maior crescimento de emissões nas últimas décadas. Este setor inclui o transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aviação (apenas nas

suas componentes nacionais), podendo distinguir-se entre transporte de passageiros e transporte de mercadorias.

O subsector rodoviário representa 96% das emissões dos transportes, sendo a ferrovia, a aviação e a navegação nacionais responsáveis por apenas 4% das emissões. O uso do automóvel é responsável por 60% das emissões em relação ao total do transporte rodoviário.

Este é também o setor com maior intensidade energética e com maior contribuição indireta para a importação de energia primária e dependência energética associada. Os transportes apresentam taxas de eficiência de uso consideravelmente baixas, com valores na ordem de 1,2 passageiros por veículo privado e lotações médias dos transportes públicos entre 17% a 24% (percentagens abaixo da média europeia), havendo margem para significativos ganhos de eficiência.

Assim, este é um setor onde urge inverter a tendência crescente de emissões rumo à sua quase total descarbonização até 2050

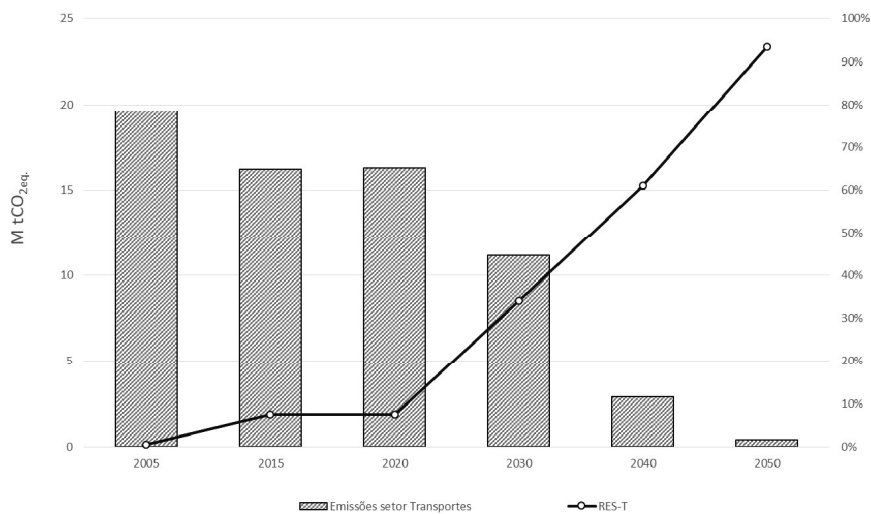


Figura 13 - Evolução das emissões do setor dos Transportes e percentagem de incorporação de Renováveis nos Transportes (%RES-T)

Incorporação de renováveis no setor dos transportes superior a 35% em 2030, a 60% em 2040 e a 90% até 2050.

Quadro 7 - Evolução das emissões do setor dos Transportes e percentagem de incorporação de Renováveis nos Transportes (%RES-T)

	2005	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2005
Emissões Setor Transportes	19,59	16,19	16,27	10,61   11,18	3,19   2,91	0,47   0,42	-98%
<i>Unidade: Mt CO2eq.</i>							
Renováveis nos Transportes	0%	7%	8%	36%   34%	58%   61%	96%   94%	
<i>Unidade: % (sem multiplicadores a partir de 2030)</i>							

Neste setor a disponibilidade de soluções tecnológicas com melhor desempenho ambiental e a oferta de soluções partilhadas com ganhos de eficiência significativos, permitem de uma forma custo-eficaz reduzir substancialmente as emissões, mesmo num contexto de aumento de procura.

A adesão crescente que se perspetiva para a utilização de modos suaves e ativos nos centros urbanos, em conjunto com políticas proativas de ordenamento do território que permitem uma maior articulação e utilização do sistema de transportes públicos, constituirão a base de uma verdadeira revolução neste setor, sendo estes vetores essenciais para a sua descarbonização. Prevê-se que em 2050 entre 8% e 14% da mobilidade de curta distância seja feita com recurso a modos suaves.

É assim essencial o reforço da oferta dos sistemas de transporte público, bem como a expansão das redes (de metropolitano e ferrovia) e respetiva integração multimodal. Todas estas alterações integrarão um ecossistema de transportes muito diversificado e descarbonizado, onde a complementaridade e articulação modal, a par de uma ainda maior digitalização, permitirão ganhos de eficiência progressivamente maiores.

A eletrificação de base renovável, transversal a todos os setores de consumo final, irá desde logo permitir uma transição relativamente rápida dos atuais veículos com motores de combustão interna para os veículos elétricos, com a eletricidade a atingir um peso da ordem de 70% do consumo energético total dos transportes em 2050.

Numa fase transitória, irão ainda desempenhar um papel importante na descarbonização os veículos híbridos, principalmente no transporte individual, e os biocombustíveis avançados, principalmente no transporte rodoviário pesado interurbano, de passageiros e de mercadorias, onde as distâncias a percorrer são mais longas. Contudo, com o avançar do tempo os biocombustíveis deverão perder relevância no setor rodoviário, dada a maior competitividade e custo-eficácia da tração elétrica e de outros vetores energéticos como o hidrogénio, mantendo-se alguma da sua importância em setores como a aviação.

No transporte ligeiro de passageiros o gasóleo deixa de ser custo-eficaz até 2030 e a gasolina até 2040, sendo em ambos os casos substituídos por veículos elétricos. A eletricidade assegurará mais de 30% da satisfação da procura de mobilidade em 2030, com um potencial de atingir 100% em 2050.

Em complemento ao uso de veículos elétricos, as formas de mobilidade partilhada e/ou autónoma irão permitir enormes ganhos de eficiência, com maiores taxas de utilização de cada veículo (mais

passageiros por viagem e mais viagens por dia). Este tipo de modelos passará a assegurar metade da procura de mobilidade até 2050, o que permitirá acelerar a descarbonização do setor.

No caso dos veículos pesados, prevê-se a possibilidade de introdução de novos combustíveis como o hidrogénio (H<sub>2</sub>) ou novas tecnologias de carregamento dinâmico (ex. catenárias ou sistemas de indução). No entanto, a implementação destas soluções dependerá do desenvolvimento de infraestruturas de base, cujos custos de investimento e operação são ainda alvo de um elevado grau de incerteza dados os reduzidos projetos piloto em curso.

Estes dois vetores energéticos asseguram a quase totalidade da mobilidade pesada de passageiros e de mercadorias em 2050.

Para o setor da navegação as principais soluções passam por medidas de eficiência energética, bem como no uso de GNL e biocombustíveis na média e longa distância. A eletrificação, através da introdução de sistemas propulsão híbridos e elétricos, é maioritariamente dedicada ao transporte fluvial de passageiros de curta distância. Destaca-se ainda a eletrificação dos equipamentos de cais e a disponibilização de «*On-shore power supply*» a embarcações. É ainda de relevar a implementação da estratégia de promoção de Portugal como área de *hub* de GNL para os segmentos da navegação de mercadorias e de turismo (navios de cruzeiro), com impacte internacional e nacional na descarbonização, em particular, nas ligações marítimas entre o Continente e os arquipélagos da Madeira e dos Açores.

A aviação de âmbito nacional deverá igualmente vir a ser bastante eletrificada no horizonte 2050, sendo que em distâncias até cerca de 1500 km se prevê que o avião elétrico seja uma solução custo-eficaz. Para maiores distâncias (ex. transporte do continente para as Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores) perspectiva-se a utilização de aeronaves híbridas, as quais poderão recorrer a bioquerosene nas descolagens e aterragens.

Estas alterações tecnológicas na mobilidade traduzem-se em melhorias muito significativas de eficiência com impacto no consumo de energia final, assistindo-se em 2050 a uma redução da intensidade energética do transporte de passageiros e mercadorias, respetivamente de -81% e -84% (energia consumida por passageiro transportado - pkm) e -73% a -75% (energia consumida por tonelada de mercadorias transportada - tkm).

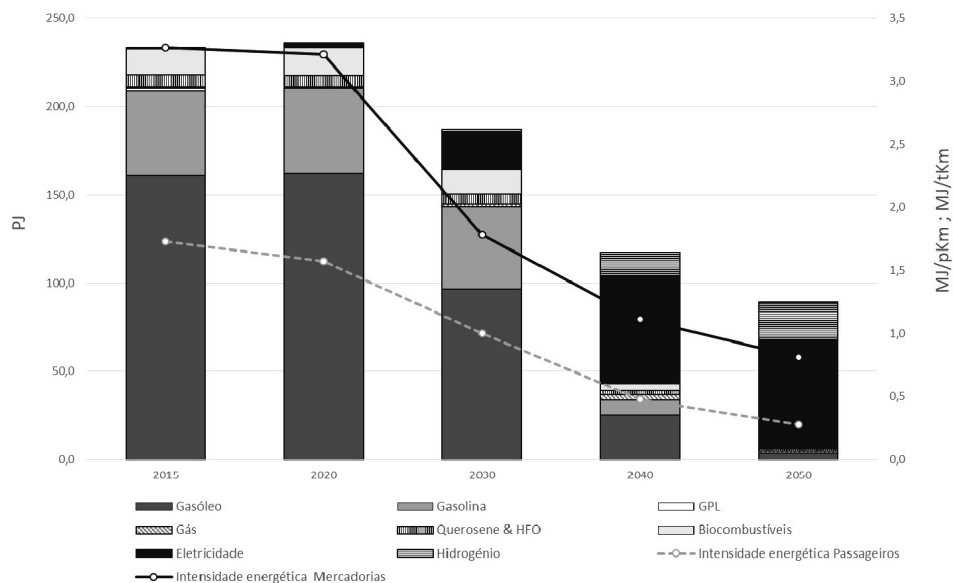


Figura 14 - Evolução do consumo de energia final e da intensidade energética no setor dos transportes

Redução da intensidade energética dos transportes de passageiros e mercadorias, respetivamente de, -81%|-84% e -73%|-75%, até 2050.

Quadro 8 - Evolução do consumo de energia final e da intensidade energética no setor dos transportes

	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Combustível</b>	<b>233,51</b>	<b>235,95</b>	<b>179,67   187,15</b>	<b>113,57   117,44</b>	<b>85,63   89,14</b>
Gasóleo	161,07	161,98	92,36   96,68	30,11   25,34	1,41   3,73
Gasolina	47,58	48,44	43,4   46,37	6,79   8,57	0,00
GPL	1,65	0,01	0,00	0,00	0,00
Gás	0,55	0,60	1,07   1,71	2,66   2,73	3,21   0,97
Querosene & HFO	7,21	6,52	5,77   5,78	3,25   2,49	2,41   1,14
Biocombustíveis	14,37	15,81	14,24   13,77	6,16   3,73	0,29   0,44
Eletricidade	1,08	2,59	21,58   21,57	59,98   60,86	65,33   61,36
Hidrogénio	0,00	0,00	1,25   1,29	4,61   13,71	12,99   21,49
<i>Unidade: PJ</i>					
<b>Intensidade Energética</b>					
Passageiros	1,73	1,57	1,04   1	0,51   0,48	0,32   0,28
Mercadorias	3,27	3,21	1,81   1,78	1,26   1,12	0,88   0,81
<i>Unidade: MJ/pKm</i>					

A economia circular é fundamental para a descarbonização do setor dos transportes e mobilidade, já que o sucesso dos modelos de mobilidade partilhada é fundamental para alavancar as alterações tecnológicas projetadas para a mobilidade (ex. autonomização), e pode induzir uma redução das emissões até 25%, em 2050. O impacto mais relevante da circularidade refere-se ao aumento significativo da utilização de transportes coletivos que induz uma redução no consumo de energia total dos transportes entre 3% e 2% em 2030 e 2050, respetivamente.

- Principais *drivers* de descarbonização do setor dos transportes:
- Mais eficiência e reforço dos sistemas de transporte público;
  - Mobilidade ativa e suave;
  - Maior eficiência, associada à mobilidade partilhada e aos veículos autónomos;
  - Eletrificação;
  - Biocombustíveis e hidrogénio

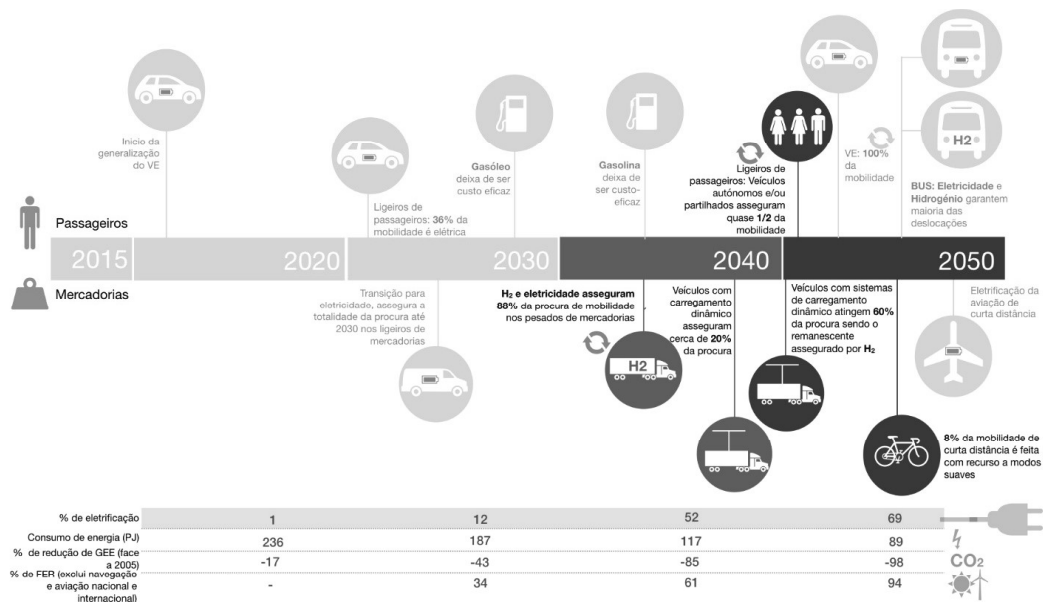


Figura 15 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor dos transportes

### 4.1.3 Indústria e processos industriais

O setor da indústria é constituído por uma vasta diversidade de atividades e processos, incluindo setores como a refinação, a produção de pasta e papel, vidro, cerâmica, cimento e cal, ferro e aço, indústria química, entre outros tipos de indústria. As suas emissões derivam do consumo de combustíveis fósseis e, em alguns setores, de emissões dos processos químicos envolvidos. As emissões da indústria representaram em 2015 cerca de 19% das emissões nacionais, das quais 62% associadas a queima de combustíveis fósseis e 38% a emissões de processo. Este é um setor particularmente regulado na medida em que está abrangido pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), o principal instrumento de descarbonização deste setor, que se aplica a 74% das emissões da indústria.

A evolução dos diferentes setores industriais é influenciada por várias tendências e dinâmicas de mercado que poderão conduzir ao ajustamento das lógicas de produção e, conseqüentemente, influenciar as emissões associadas. Alterações dos padrões de consumo ou fatores como o dinamismo no setor da construção, redução do uso dos plásticos nas embalagens, o aumento das taxas de reciclagem ou a substituição de combustíveis nos transportes, entre outros aspetos, podem impactar a cadeia de valor e conduzir a um reajustamento da indústria, o que constitui um desafio para este setor.

A indústria será um dos setores com maiores desafios para a descarbonização, face ao ainda leque limitado de opções tecnológicas que permitem reduzir as emissões, em particular as emissões relativas a processos industriais.

Apesar destes aspetos, também a indústria nacional será objeto de profundas transformações, reduzindo as suas emissões em cerca de 70% (face a 2005).

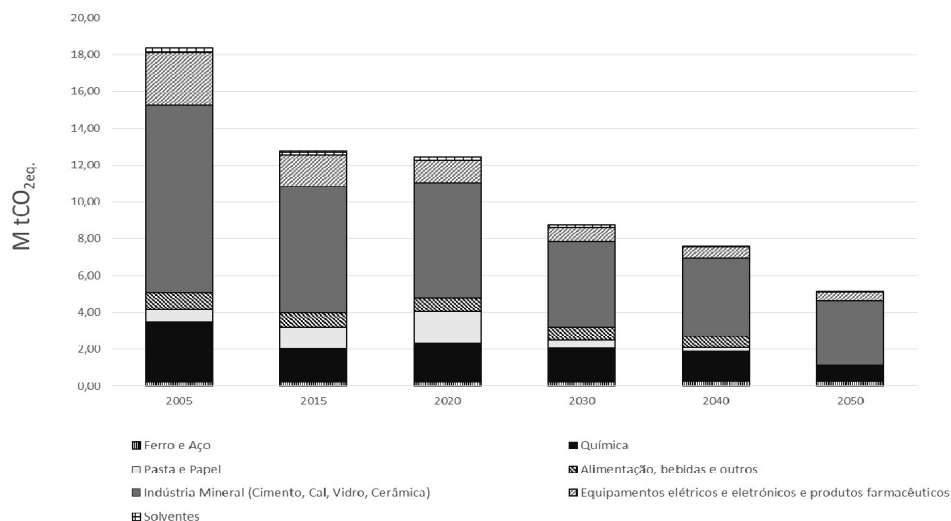


Figura 16 - Evolução das emissões do setor da indústria

Redução das emissões da Indústria entre -72% e -73%, até 2050.

Quadro 9 - Evolução das emissões do setor da indústria

	2005	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2005
<b>Indústria</b>	<b>18,34</b>	<b>12,74</b>	<b>12,46</b>	<b>9,48   8,72</b>	<b>7,34   7,6</b>	<b>4,99   5,11</b>	<b>-72%   -73%</b>
Ferro e Aço	0,23	0,25	0,19	0,21   0,22	0,23   0,26	0,25   0,26	14%   10%
Química	3,26	1,76	2,13	1,9   1,83	1,75   1,64	1   0,74	-77%   -69%
Pasta e Papel	0,66	1,17	1,75	0,72   0,43	0,2   0,18	0,09   0,09	-86%
Alimentação, bebidas e outros	0,91	0,81	0,74	0,75   0,68	0,54   0,61	0,01   0,01	-99%
Indústria Mineral (Cimento, Cal, Vidro, Cerâmica)	10,18	6,83	6,24	4,97   4,7	4,22   4,25	3,21   3,53	-65%   -68%
Equipamentos elétricos e eletrónicos e produtos plásticos	2,87	1,73	1,23	0,8   0,75	0,33   0,61	0,38   0,45	-84%   -87%
Solventes	0,23	0,19	0,20	0,12   0,11	0,08   0,05	0,05   0,03	-89%   -79%

Unidade: Mt CO<sub>2</sub>eq

Com um sistema eletroprodutor de base fortemente renovável, abrem-se perspectivas de reforço da utilização de eletricidade também na indústria. Este potencial existe na eletrificação de alguns processos e indústrias, particularmente nas menos intensivas de energia, e na utilização de biomassa e resíduos (que aumentam 3,5x face aos valores atuais), substituindo a utilização de produtos petrolíferos logo a partir de 2030.

O gás natural surge como um combustível de transição aumentando a sua participação até 2030 e declinando a partir desta data, à medida que alguns processos vão sendo eletrificados.

A par da eletrificação, o calor de alta temperatura proveniente de cogeração renovável e o solar térmico para as necessidades de calor de baixa/média temperatura, são os principais vetores de descarbonização.

Opções como os fornos elétricos, o aumento da robotização e a transformação de alguns setores numa indústria 4.0 mais digital impulsionam um consumo de eletricidade 2x superior ao atual no setor e contribuem igualmente para uma descarbonização em linha com a neutralidade carbónica em 2050.

A captura e armazenamento de carbono é uma opção relevante na descarbonização do sistema energético. Em Portugal, esta opção tecnológica apenas poderia ter viabilidade técnica e económica no setor dos cimentos, no entanto. No entanto, a evolução da produção nacional de cimento poderá não ter dimensão suficiente para justificar, do ponto de vista económico, a criação de uma rede de transporte e posterior armazenamento de CO<sub>2</sub>.

Na mesma linha, e com o conhecimento atual, as opções de bioenergia com captura e armazenamento de carbono não surgem economicamente custo-eficazes à luz do conhecimento atual. Contudo, reconhecendo que estas são também áreas prioritárias de fomento à investigação e inovação a nível Europeu, este panorama poderá ser alterado, pelo que importará acompanhar o desenvolvimento destas tecnologias.

A captura e utilização de carbono para produção de e-fuels foi considerada, mas não se demonstra custo-eficaz neste horizonte temporal, sendo que esta tecnologia teria sempre emissões associadas.

Verifica-se, assim, uma grande necessidade de inovação e criação de novos modelos de negócio na indústria. O reforço das perspectivas da economia circular e da eficiência de recursos assumem um carácter determinante no caminho a trilhar para identificar e criar soluções inovadoras, eficientes, verdes e com emissões muito próximas de zero.

A aposta nas simbioses industriais e no reaproveitamento de recursos com maior incorporação de materiais secundários e aumento da reciclabilidade dos produtos produzidos pode ser uma mais-valia no horizonte de médio e longo prazo.

Todos estes fatores, permitem, para além da descarbonização, ganhos muito significativos de eficiência energética na indústria traduzidos numa redução da intensidade energética do setor de -52% a -64% em 2050, face aos valores de 2015 (indústrias de fabricação de coque e de produtos petrolíferos e da produção de eletricidade e gás não incluídas).

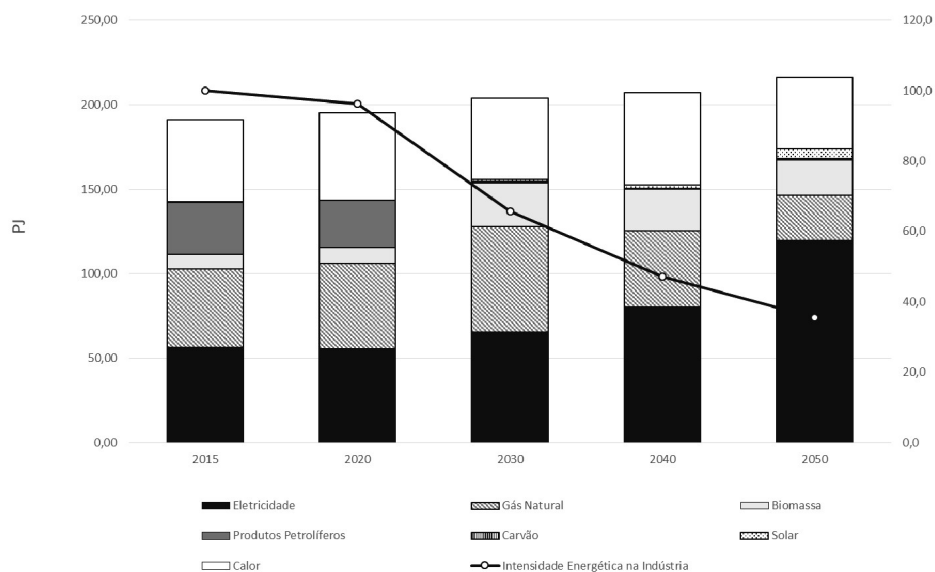


Figura 17 - Evolução do consumo de energia final e da intensidade energética na indústria até 2050

Redução da intensidade energética na indústria entre -52% e -64%, até 2050.

Quadro 10 - Evolução do consumo de energia final e da intensidade energética na indústria

Consumo Final de Energia	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Indústria</b>	<b>191,24</b>	<b>195,21</b>	<b>198,13   203,9</b>	<b>193,83   207,07</b>	<b>193,54   216,11</b>
Eletricidade	56,31	55,52	59,28   65,32	77,04   80,32	104,69   119,51
Gás Natural	46,61	50,40	67,71   62,49	39,66   45,18	28,84   26,92
Biomassa	8,60	9,60	24,77   26,01	23,38   24,37	16,06   21,04
Produtos Petrolíferos	30,67	27,81	0,32	0,21   0,23	0,20
Carvão	0,57	0,33	0,36   0,37	0,39   0,41	0,43   0,44
Solar	0,00	0,00	0,52   1,39	1,23   2,15	1,28   5,94
Calor	48,48	51,55	45,16   48	51,92   54,41	42,05
<i>Unidade: PJ</i>					
Intensidade Energética					
Indústria	100,00	96,27	75,47   65,78	59,43   47,17	47,76   35,53
<i>Unidade: (2015=100)</i>					

Principais *drivers* de descarbonização do setor da indústria:

- Eficiência energética e de recursos;
- Eletrificação;
- Solar térmico e biomassa;
- Inovação e novos modelos de negócio (ex. biorefinarias);
- Simbioses industriais e reaproveitamento de recursos.

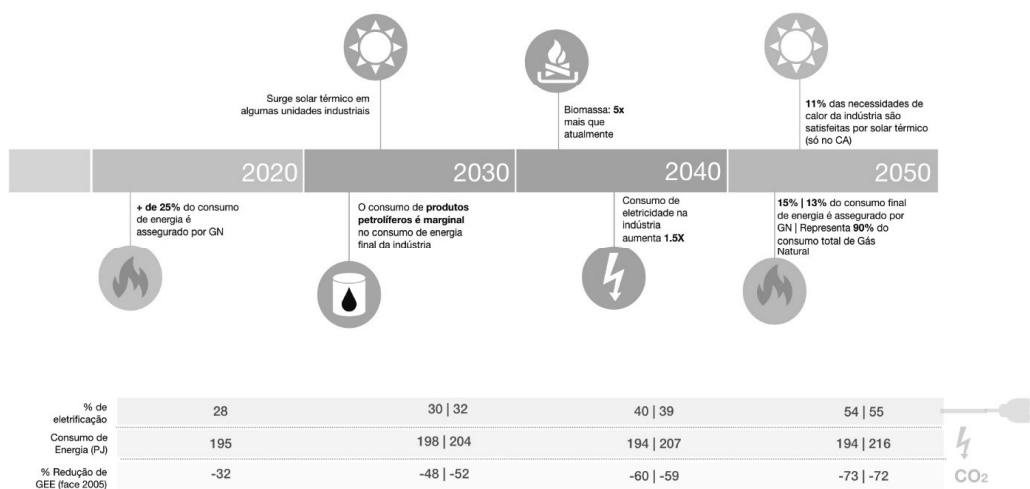


Figura 18 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor da indústria

#### **4.1.3.1 Refinação e indústria petroquímica**

Como consequência sobretudo da alteração do paradigma na mobilidade, perspectiva-se que o setor da refinação evolua para outras formas de produção e diversificação de produtos, como a produção de hidrogénio no período pós-2030 e, potencialmente, a reconversão para biorefinarias, assistindo-se a uma alteração significativa do sistema de produção atual com uma redução de -64% e -66% do crude processado, em 2040 e -87% e -88%, em 2050, consoante o cenário analisado.

O desenvolvimento de e-fuels não se revela atualmente custo-eficaz, limitado pelos custos do processo e pelos custos associados à captura de CO<sub>2</sub>, comparativamente a outras opções de mitigação do sistema energético. Tal como referido acima, a esta tecnologia estarão sempre associadas emissões de CO<sub>2</sub>.

#### **4.1.3.2 Vidro**

De acordo com os cenários estudados, o aumento da utilização de vidro em substituição de embalagens de plástico (designadamente PET) contribui para o aumento de produção do setor ainda que de forma moderada devido à relativamente baixa substituíbilidade plástico/vidro. No entanto, a economia circular associada a processos otimizados de recolha e design de embalagens, permite atingir valores muito elevados de incorporação de casco de vidro no processo de fabrico – entre 65% e 75% em 2050 (vs. 50% atuais). É expectável um aumento da eficiência energética e o surgimento de fornos elétricos em 2040 em algumas unidades que permitam a redução de intensidade energética do setor: entre -24% e -29% em 2050 face a 2015.

#### **4.1.3.3 Cerâmica**

O subsetor da cerâmica estrutural (telhas, tijolos, pavimentos) sofre, nos cenários analisados, alguma competição pela maior introdução de outros materiais no setor da construção (e.g., madeira, cortiça) associados a uma mudança de paradigma no setor da construção, que já começa a privilegiar materiais com características de reservatórios de carbono. Também a reutilização de produtos cerâmicos contribuirá para alterações nesta atividade. A descarbonização do setor é essencialmente efetuada com recurso a um aumento ligeiro da eletrificação e uso de biomassa.

#### **4.1.3.4 Química**

Perspetiva-se que a transformação e modernização do setor passe pelo fabrico de fibras sintéticas/artificiais e bioplásticos e por uma maior utilização de matéria-prima secundária. A descarbonização deste subsetor assenta sobretudo na eletrificação muito significativa, associada à sua modernização, com este vetor a representar quase 90% do consumo de energia final em 2050, face aos 45% atuais.

#### **4.1.3.5 Ferro e aço**

Os cenários analisados apontam para um aumento da produção de ferro/aço devido à elevada abertura do setor ao exterior e à sua incorporação em indústrias em crescimento, como a das energias

renováveis. Adicionalmente, uma maior economia circular permitirá ao setor ter acesso a matéria-prima de forma mais eficaz e eficiente. A atual eletrificação do setor não faz antecipar transformações energéticas relevantes, não obstante uma continuada aposta na eficiência energética.

#### **4.1.3.6 Cimento**

O setor poderá ser objeto de alguma competição pela substituição de cimento por materiais de construção alternativos, associados a mudanças no setor da construção, que passa também pelo aumento significativo da produtividade no uso dos materiais.

A descarbonização do setor ocorre sobretudo devido à redução da incorporação de *clinker* na produção de cimento (redução gradual até a um máximo de -10% em 2050 face aos valores atuais) e à incorporação de combustíveis alternativos tais como combustíveis derivados de resíduos, resíduos vegetais e outros. Adicionalmente, a recuperação de parte do calor residual de processo permite ao setor aumentar a sua eficiência energética.

Novas tecnologias tais como o surgimento de fornos Oxyfuel com captura de CO2 poderão ser uma alternativa no futuro, sendo que a sua viabilidade ainda não se demonstra custo-eficaz atualmente.

#### **4.1.3.7 Pasta e papel**

Poderá vir a registar-se uma alteração da estrutura produtiva do setor com uma redução da produção de papel de impressão, em resultado da digitalização, e aumento da produção de *tissue* e papel de embalagem, neste último caso em resultado da substituição das embalagens plásticas e aumento do comércio digital.

A economia circular contribui para uma otimização do processo de recolha de papel e um aumento da produção de pasta a partir de fibra secundária (entre 50% a 70% em 2050). O setor continua o seu caminho rumo à descarbonização com consumos de calor proveniente de licores negros e eletrificação de alguns processos, o que leva a uma redução da intensidade energética em -23% a -28% em 2050 face a 2005.

É ainda expectável que o setor diversifique a sua produção, por ex., por via de uma aposta em bio-refinarias, embora atualmente o custo de tecnologias como o processo de *Fischer-Tropsch* não as torne ainda custo-eficazes.

#### **4.1.3.8 Outras indústrias**

Verifica-se um aumento da indústria associada à fabricação de equipamentos informáticos, comunicação, eletrónica e ótica; produtos farmacêuticos; equipamento elétrico e outras indústrias de elevado potencial tecnológico. A crescente robotização contribui para que 70% da procura por serviços de energia do setor esteja associada a maquinaria, face aos 32% estimados atualmente. A descarbonização deve-se ao aumento da eletrificação, que substitui os produtos petrolíferos, bem como a utilização do solar térmico para geração de calor de baixa e média temperatura.

#### 4.1.4 Edifícios - residencial e serviços

Os edifícios são atualmente responsáveis por 5% das emissões nacionais de GEE. Os edifícios, que incluem os setores residencial e de serviços, são grandes consumidores de energia sendo atualmente responsáveis por cerca de 30% do consumo de energia final e são uma das fontes mais importantes de emissão de CO<sub>2</sub>. Nos edifícios consome-se energia associada ao fornecimento de serviços de energia como aquecimento e arrefecimento de espaços, iluminação, refrigeração e confeção de alimentos, aquecimento de águas sanitárias, entre outros.

Apesar do aumento expectável da procura por serviços de arrefecimento, devido ao aumento das temperaturas médias, e por outros usos elétricos associados a servidores, *clouds*, etc., estes setores demonstram ainda assim um elevado potencial de redução de emissões, o qual se começa já a fazer sentir nas próximas duas décadas.

Estimam-se assim reduções de emissões no setor residencial de -97% e -96% e de 100% no setor dos serviços (face a 2005), em 2050, passando a incorporação de energias renováveis no aquecimento e arrefecimento a ser de 66% e 68%.

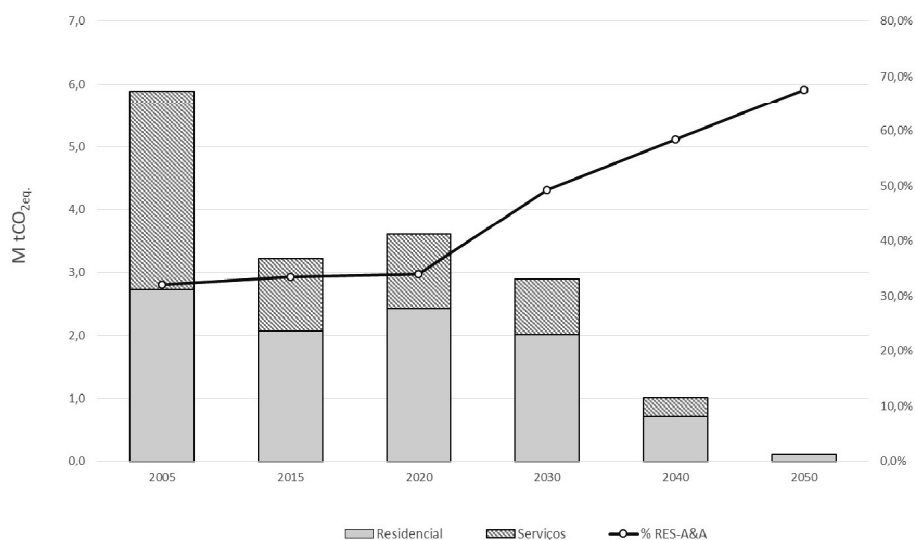


Figura 19 - Evolução das emissões dos setores Residencial e serviços e percentagem de incorporação de renováveis no aquecimento e arrefecimento (%RES-A&A)

Total descarbonização dos setores residencial e serviços, até 2050.

Quadro 11 - Evolução das emissões dos setores residencial e serviços e percentagem de incorporação de renováveis no aquecimento e arrefecimento (%RES-A&A)

	2005	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2005
<b>Edifícios</b>	5,89   71,44	3,22   52,94	3,6   49,73	3,07   28,15	1,05   14,15	0,09   7,11	-98%   -90%
Residencial	2,72	2,08	2,43	2   2,01	0,73   0,71	0,09   0,11	-97%   -96%
Serviços	3,17	1,14	1,18	1,07   0,89	0,32   0,3	0,00	-100%
<i>Unidade: Mt CO2eq.</i>							
Renováveis no Aquecimento e Arrefecimento (%RES-A&A)	32%	34%	34%	41%   49%	60%   58%	66%   68%	

No setor residencial e de serviços prevê-se um reforço do conforto térmico nas habitações tanto no aquecimento como no arrefecimento (em 2050, o conforto térmico triplica no aquecimento e duplica no arrefecimento face à situação atual). Este aumento de conforto surge pela continuação da tendência de eletrificação do setor (sendo a eletricidade já hoje o principal vetor energético), pela utilização de equipamentos mais eficientes (ex. bombas de calor), pelo uso acrescido de materiais de isolamento e por maiores taxas de reabilitação urbana (ex. substituição de janelas). Estima-se que medidas de isolamento possam reduzir o consumo de energia para aquecimento em 26% em 2040, e cerca de 50% em 2050 no setor residencial, pelo que este aumento de conforto não resulta num aumento direto do consumo de energia final.

Uma aposta continuada na reabilitação urbana conferirá a oportunidade para a incorporação de melhorias na eficiência energética e hídrica, para a incorporação de materiais de baixo carbono e fontes de energia renovável, contribuindo para o combate à pobreza energética.

Economia da partilha contribui para a redução da taxa de posse de alguns equipamentos – deslocalização da procura para os serviços (ex., lavagem de roupa, cozinha) por outro lado o aumento do teletrabalho fomenta um aumento dos usos para climatização, iluminação e outros equipamentos - deslocalização da procura para o residencial.

Em 2050 existe ainda a possibilidade de um decréscimo do consumo de energia por m<sup>2</sup> em edifícios residenciais de -7% a -20% face à atualidade, justificada pela adoção de equipamentos elétricos de elevado desempenho como LEDs para iluminação e equipamentos das classes de maior eficiência energética.

O gás natural mantém-se como opção nas habitações no horizonte até 2040, desaparecendo praticamente na década seguinte. As opções de utilização de biomassa seguem igual tendência, embora variando a sua importância em meio urbano e meio rural (mais descentralizado).

Em particular no setor dos serviços, perspectiva-se uma extensiva eletrificação acompanhada por solar

térmico para aquecimento de águas e predominância das bombas de calor para climatização de espaços, sendo estas as opções mais custo-eficazes para a descarbonização dos edifícios.

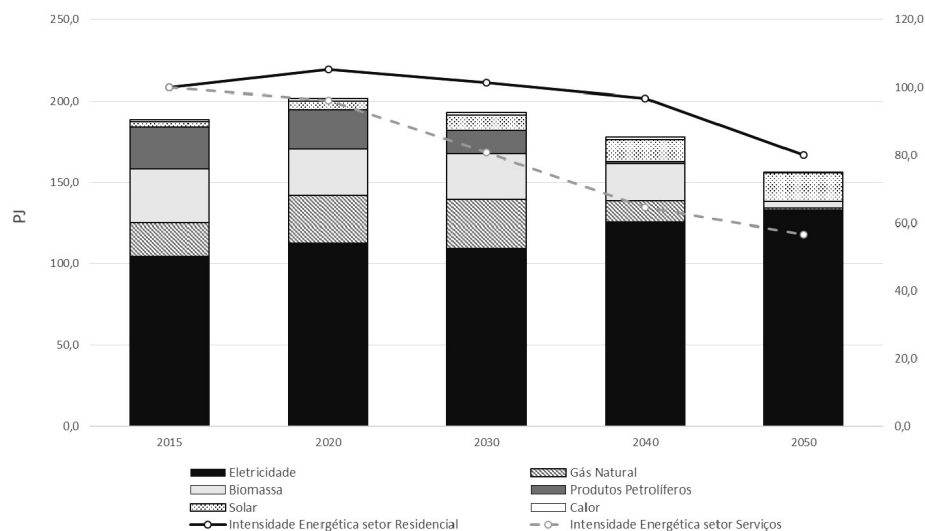


Figura 20 - Evolução do consumo de energia final e da intensidade energética nos edifícios (Residencial e serviços)

Redução da intensidade energética dos edifícios residencial e serviços respetivamente de -7% a -20% e -42% a -43%, até 2050.

Quadro 12 - Evolução do consumo de energia final e da intensidade energética nos edifícios (Residencial e serviços)

	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Consumo Final de Energia</b>	<b>188,46</b>	<b>201,64</b>	<b>194,55   192,97</b>	<b>176,67   177,64</b>	<b>156,57   156,34</b>
Eletricidade	104,62	112,55	109,58   109,52	124,83   125,56	134,69   132,99
Gás Natural	20,45	29,24	30,65   29,87	13,97   13,28	1,33   1,31
Biomassa	33,27	28,79	28,02   28,29	21,76   23	1,7   4,03
Produtos Petrolíferos	25,60	24,29	15,23   14,27	1,08   1,01	0,00
Solar	3,36	5,33	9,46	13,63   13,53	18,51   17,71
Calor	1,16	1,44	1,61   1,56	1,39   1,26	0,34   0,3
<i>Unidade: PJ</i>					
<b>Intensidade Energética</b>					
Residencial	100,00	105,36	108,69   101,34	105,88   96,76	93,29   80,05
Serviços	100,00	96,19	83,1   80,74	66,46   64,66	57,74   56,72
<i>Unidade: (2015=100)</i>					

A perspetiva de edifícios neutros em consumo de energia (*net zero energy buildings*) e de bairros positivos de energia (*Positive Energy Districts*, PED) são aspetos que irão marcar o futuro dos edifícios. Pode antever-se um conjunto de oportunidades em torno destes conceitos não apenas de base tecnológica energética e digital, mas de novos modelos de negócio, integrados no conceito mais amplo de cidades inteligentes.

Outro aspeto a ter em conta nos edifícios é a adoção de soluções de base natural (*nature based solutions*) que podem revestir parcialmente o envelope dos edifícios, e que pode contribuir para alterar o balanço energético do edifício. Também a produção de alimentos (*urban farming*), seja nos telhados ou nas caves dos edifícios em regimes de hidroponia e aeroponia, parece ser uma tendência das cidades com impacto positivo no respetivo desempenho energético.

Crescentemente, os modelos de gestão dos edifícios focam, não apenas o edifício em si, mas o sistema local em que está inserido, com impacto positivo, seja pela possibilidade de produção própria, consumos partilhados e modelos de negócio de base local, integrando a energia e outros recursos, como a água e a produção de alimentos. Estes aspetos são importantes para a configuração do futuro dos edifícios de habitação e serviços, sobretudo nas cidades.

Principais *drivers* de descarbonização dos setores residencial e serviços:

- Eficiência energética;
- Eletrificação;
- Isolamento e reabilitação;
- Solar térmico e bombas de calor

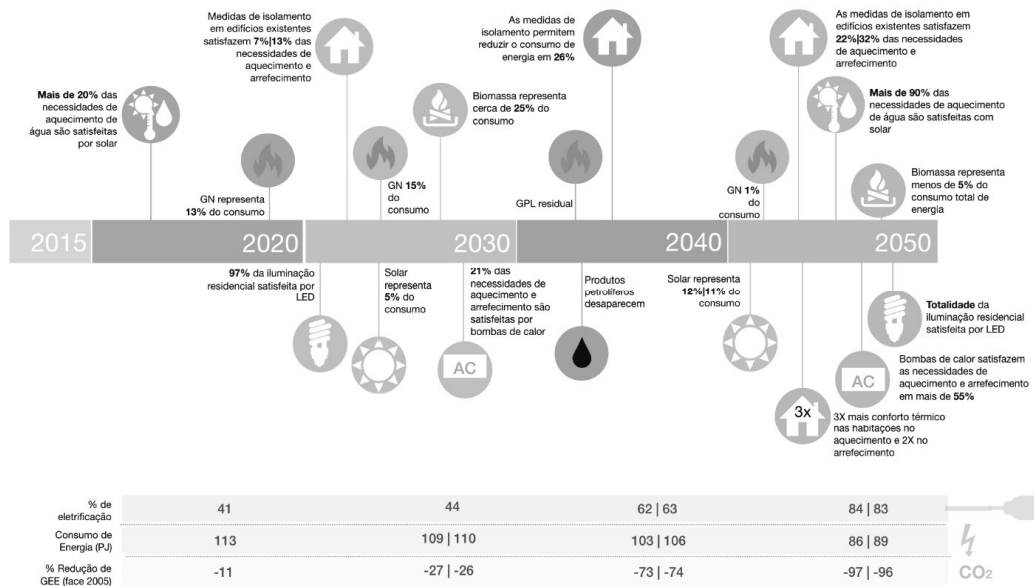


Figura 21 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor residencial

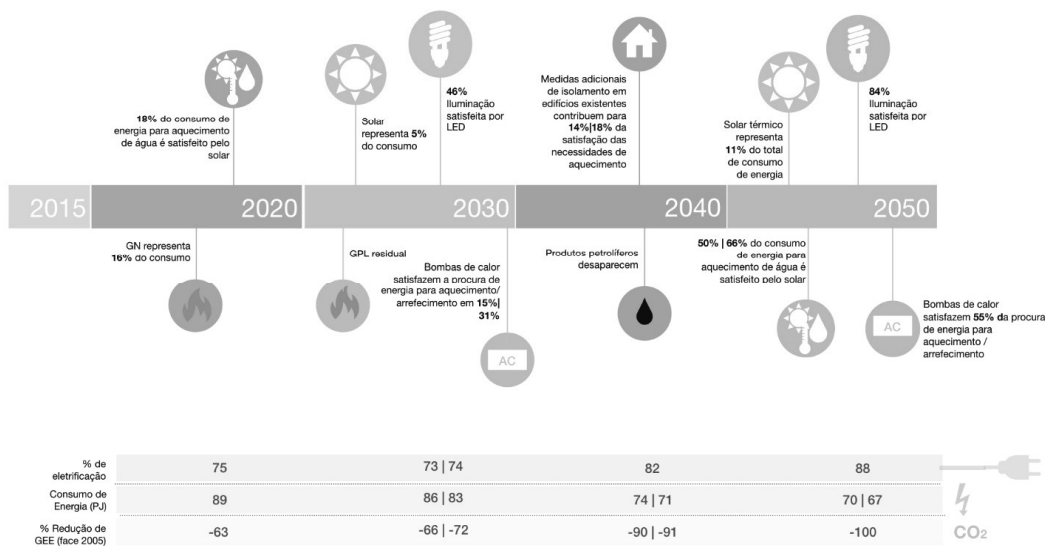


Figura 22 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor dos serviços

#### Gases fluorados

Desde 2005 que as emissões de gases fluorados têm aumentado significativamente, implicando um aumento da sua relevância no cômputo das emissões de GEE totais de Portugal, de apenas 1,4% em 2005 para cerca de 4% em 2015.

As emissões destes gases resultam maioritariamente da sua utilização em equipamentos de refrigeração ou de ar condicionado, sistemas de proteção contra incêndio, unidades de refrigeração de camiões e reboques refrigerados, e comutadores elétricos e são, portanto transversais a diversos setores da economia.

A procura por estes gases será crescente, por estar muito ligada aos setores que mais os utilizam, residencial (ex. aumento do conforto térmico / ar condicionado) e serviços (ex. equipamentos de refrigeração em supermercados), mobilidade (ex. ar condicionado em veículos) e indústria (ex. equipamentos de refrigeração), que terão crescimentos significativos até 2050.

A diminuição das emissões de gases fluorados é marcada pela retirada dos gases fluorados imposto pelas metas de redução estabelecidas a nível comunitário e internacional, através de restrições à colocação no mercado de equipamentos com gases fluorados com elevado potencial de aquecimento global, abrindo assim espaço para a utilização de outros gases refrigerantes, tais como os refrigerantes naturais e as hidrofluorolefinas.

A Emenda ao Protocolo de Montreal, relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono, conhecida por Emenda de Quigali, introduziu uma meta de redução gradual do consumo e da produção de HFCs com vista a reduzir a contribuição destas substâncias para as alterações climáticas. A emenda de Quigali estipula que as emissões de gases fluorados devem ser reduzidas ao longo do tempo face ao período de referência de 2011 a 2013. Assim estipula uma meta de redução de -10% em 2019; -40% em 2024; -70% em 2029; -80% em 2034; e de -85% em 2036.

Com a crescente eletrificação dos diversos setores da economia, o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), com elevado potencial de aquecimento, poderá ganhar relevância, por este ser atualmente o gás fluorado mais utilizado no fabrico de equipamento elétrico essencial para a extensão das redes elétricas. Não existem de momento alternativas ao uso deste gás, mas espera-se no entanto, que se desenvolva uma alternativa viável ao SF<sub>6</sub> com menor efeito de estufa antes de 2040, pelo que é essencial investir no desenvolvimento de novos fluidos para este tipo de utilização.

A nível nacional, constata-se que o nível das emissões de gases fluorados não difere muito entre os cenários estudados, apresentando uma tendência de forte redução das suas emissões até ao ano 2040, momento a partir do qual essa redução poderá ser mais lenta.

#### **4.2. Papel da agricultura, florestas e outros usos do solo na transição para a Neutralidade Carbónica**

As emissões de GEE da agricultura representam em 2015 cerca de 10% das emissões nacionais, totalizando 6,8 MtCO<sub>2</sub>, e dizem sobretudo respeito a metano (CH<sub>4</sub>), correspondendo a 40% das emissões nacionais deste gás, e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que neste caso representa 73% do total das emissões nacionais deste gás. As fontes de emissão mais relevantes têm origem no setor animal, e representam 83% das emissões da agricultura (fermentação entérica, gestão de efluentes pecuários, deposição direta de excreta em pastagens e aplicação de efluentes pecuários nos solos agrícolas). Os restantes 17% referem-se à utilização de fertilizantes minerais, corretivos calcários e resíduos de culturas não removidas dos solos agrícolas.

As emissões da agricultura têm vindo a aumentar desde 2013, em resultado sobretudo do aumento do número de efetivos pecuários, designadamente bovinos não-leiteiros.

A componente associada aos usos da agricultura e pastagens, em 2015 representava cerca de 0,7 MtCO<sub>2</sub>e de emissões, resultando dos tipos de práticas utilizadas e das conversões entre as diferentes categorias de uso para estas categorias, nos últimos 20 anos. Considerando esta componente, associando desta forma todas as atividades e os impactos nos solos deste setor, as emissões agrícolas em 2015 representavam 11% do total de emissões.

A componente de usos do solo associados à ocupação florestal constituem, geralmente, sumidouros de grande dimensão. É assim que em 2015 os solos florestais obtiveram um sequestro líquido de 11 MtCO<sub>2</sub>e. Contudo, no caso português, este potencial de sumidouro é grandemente afetado pelo impacto dos incêndios rurais, que se manifesta diretamente em emissões líquidas de GEE, quando são incêndios de grande dimensão, e indiretamente nas decisões de manutenção ou alteração do uso de solo, por parte dos agricultores. Os restantes usos de solo (zonas urbanas, zonas húmidas ou alagadas) são geralmente fontes de emissão, o que resulta num balanço positivo de sequestro de carbono de cerca de 9 Mt, em 2015

A evolução das emissões associadas à agricultura e florestas está muito dependente da introdução de alterações estruturais e nos tipos de gestão utilizados. A evolução da Política Agrícola Comum (PAC) é uma delas. A atual proposta visa um reforço da ação climática e uma maior proteção do ambiente e da biodiversidade pelo setor agrícola. Para que se verifiquem reduções nas emissões e seja potenciado o sequestro, deverá haver uma orientação para uma arquitetura verde traduzida em pagamentos aos agricultores mais equitativos e orientados para o ambiente, alterações climáticas e o território. Por sua vez, existe um potencial para serem atingidas reduções de emissões do setor pecuário, obtidas por melhorias na digestibilidade da alimentação e na melhoria dos sistemas de gestão dos efluentes da pecuária intensiva.

O contributo das pastagens biodiversas é muito importante para o sequestro líquido associado aos usos de solo agrícola em 2050 e a expansão da agricultura biológica, conservação e da agricultura de precisão permitirão reduzir emissões associadas aos efluentes animais e uso de fertilizantes

Nas florestas, destaque para a diminuição da área ardida média anual, através de melhorias na gestão e no ordenamento do território e de um maior investimento na gestão dos povoamentos, em particular na prevenção e combate de incêndios. As novas florestações e reflorestações são maioritariamente feitas com espécies de produção (sobreiro, pinheiro bravo e eucalipto) ou com espécies de proteção e conservação (folhosas autóctones), dependendo do cenário considerado.

Ainda no âmbito da definição e implementação de políticas de apoio ao investimento, preconiza-se um reforço na distribuição de apoios aos serviços dos ecossistemas e à manutenção de biodiversidade da floresta.

Quadro 13 - Evolução das emissões/sequestros do setor agricultura, florestas e outros usos do solo.

Agricultura, Florestas e Outros Usos de Solo	2005	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2005
<b>Total AFOLU</b>	<b>8,25</b>	<b>-1,69</b>	<b>3,01</b>	<b>-2,84   -4,55</b>	<b>-4,21   -7,02</b>	<b>-5,73   -9,44</b>	<b>-169%   -214%</b>
<b>Agricultura</b>	<b>6,77</b>	<b>6,79</b>	<b>6,79</b>	<b>6,42   6,3</b>	<b>6,33   5,52</b>	<b>6,19   4,74</b>	<b>-9%   -30%</b>
Fermentação Entérica	3,6	3,57	3,57	3,39   3,32	3,41   2,99	3,43   2,69	-5%   -25%
Gestão de Efluentes Pecuários	0,92	0,91	0,91	0,89   0,88	0,83   0,77	0,77   0,66	-17%   -29%
Cultura do Arroz	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12   0,13	-19%   -12%
Solos Agrícolas	2,02	2,07	2,07	1,89   1,85	1,84   1,52	1,75   1,12	-13%   -44%
Queima de Resíduos Agrícolas	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07   0,06	0,06	21%
Calagem	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	136%
<b>Usos de Solo</b>	<b>1,48</b>	<b>-8,48</b>	<b>-3,78</b>	<b>-9,25   -10,85</b>	<b>-10,54   -12,54</b>	<b>-11,92   -14,18</b>	<b>-903%   -1055%</b>
Solos com florestas	-2,22	-11,4	-8,67	-12,7   -13,51	-14,03   -15,01	-15,4   -16,45	592%   640%
Solos com agricultura	1,36	0,63	0,8	0,63   0,62	0,62   0,59	0,61   0,56	-55%   -59%
Solos com pastagens	1,7	0,13	0,13	-0,75   -0,89	-0,73   -1,11	-0,69   -1,32	-141%   -178%
Solos com zonas húmidas	0,43	0,43	0,37	0,38	0,39	0,39	-8%
Solos urbanizados	1,95	2,64	2,18	2,30	2,36   2,34	2,4   2,37	23%   21%
Solos com matos e outros usos	-1,73	-0,9	1,41	0,88   0,26	0,85   0,27	0,77   0,28	-144%   -116%
<b>Agricultura, solos com agricultura e pastagens</b>	<b>9,83</b>	<b>7,55</b>	<b>7,72</b>	<b>6,3   6,02</b>	<b>6,22   4,99</b>	<b>6,11   3,98</b>	<b>-38%   -60%</b>
<b>Floresta e outros usos de solo</b>	<b>-1,58</b>	<b>-9,24</b>	<b>-4,71</b>	<b>-9,14   -10,57</b>	<b>-10,43   -12,01</b>	<b>-11,84   -13,42</b>	<b>651%   751%</b>

Unidade: Mt CO<sub>2</sub>e

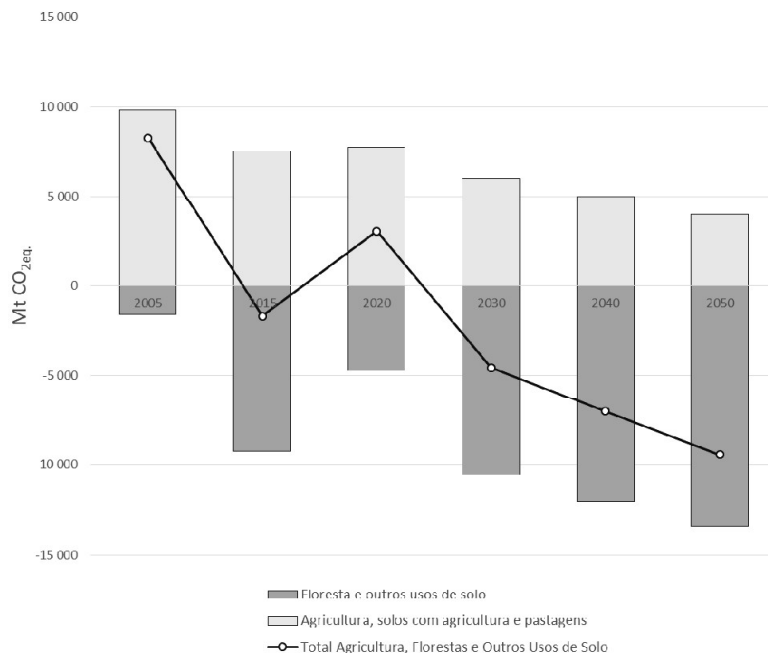


Figura 23 - Evolução das emissões do setor agricultura, florestas e outros usos do solo.

Note-se que a redução de emissões na agricultura ocorre a um ritmo menor que noutros setores, inerente às características dos sistemas biofísicos associados, o que leva a que o seu peso nas emissões nacionais se situa entre 29 a 34% em 2050, consoante se considere ou não o contributo dos usos de solos.

Detalham-se em seguida os vetores de descarbonização para a agricultura e florestas, que terão um papel sequestrador líquido em 2050.

#### **Redução de emissões na produção animal e solos com pastagens**

Para a redução de emissões na produção animal e solos com pastagens (fermentação entérica, gestão de efluentes, deposição de excreta em pastagens, matéria orgânica em solos com pastagens) contribuirão fundamentalmente as alterações nos efetivos das diferentes espécies, na dieta animal e na digestibilidade da alimentação animal, nos sistemas de gestão de estrumes e efluentes animais usados na pecuária intensiva e o aumento do teor de matéria orgânica dos solos ocupados por pastagens.

As alterações na dieta animal e na digestibilidade da alimentação animal, tornarão a pecuária mais eficiente e reduzirão as emissões por cabeça, nomeadamente através da alteração da composição específica das pastagens e das forragens usadas na alimentação animal, do aumento do teor de gordura dos alimentos usados e/ou utilização de aditivos alimentares, de melhorias de produtividade por via genética e do aumento do uso de suplementos na alimentação.

As alterações nos sistemas de gestão de estrumes e efluentes animais usados na pecuária intensiva serão marcadas pela alteração progressiva de sistemas mais emissores (ex. lagoas anaeróbias) para sistemas com menores fatores de emissão (ex. tanques e compostagem).

A adoção deste tipo de práticas e de alterações de gestão da pecuária apresenta um potencial de redução de emissões de -177 kt CO<sub>2</sub>e em 2030, -374 ktCO<sub>2</sub>e em 2040 e -564 ktCO<sub>2</sub>e em 2050.

Não menos importante, será necessário garantir o aumento do teor de matéria orgânica da área de solos ocupados com pastagens, apostando, em particular, em áreas com pastagens semeadas, melhoradas, permanentes e biodiversas de forma a aumentar a sua capacidade de sequestro. Para tal será necessário um aumento na ordem dos 400% na área de pastagens biodiversas face a 2005, (de 50.000ha para 250.000ha) resultando num sequestro líquido de 0,76 Mt em 2050, existindo potencial para o efeito em Portugal.

#### **Redução de emissões na produção vegetal e solos com agricultura**

Para a redução de emissões na produção vegetal e solos com agricultura (uso de fertilizantes, matéria orgânica em solos com agricultura) contribuirão fundamentalmente alterações na área agrícola total e na área das diferentes culturas, a substituição de fertilização mineral por fertilização orgânica, a redução das quantidades totais de fertilizantes utilizados e o aumento do teor de matéria orgânica dos solos com agricultura.

As alterações na área agrícola total e na área das diferentes culturas, serão principalmente decorrentes da abertura dos mercados agrícolas a países fora da UE, com consequências na produção das culturas onde o país tem mais vantagens competitivas, como sejam as culturas hortícolas, frutos secos e frescos e olival.

A substituição de fertilização mineral por fertilização orgânica aumentará a utilização de composto proveniente de resíduos pecuários e/ou de resíduos orgânicos de outras fontes (ex. agroindústrias). A substituição por fertilizantes orgânicos, nomeadamente compostagem deverá atingir 180.000ha em 2050. Por outro lado, é também estimada a redução das quantidades totais de fertilizantes usados por unidade de área, através da expansão e desenvolvimento de técnicas de agricultura de precisão, totalizando 300.000ha em 2050, o que levará a uma redução de 58% de utilização do azoto sintético face a 2005.

Por fim, será necessário garantir o aumento do teor de matéria orgânica dos solos com agricultura e consequente aumento da capacidade de sequestro, nomeadamente através do aumento da área sob agricultura de conservação (ou regenerativa), atingindo 180.000ha em 2050, e do aumento da área sob agricultura biológica e/ou substituição de fertilização mineral por fertilização orgânica.

O conjunto destas medidas levará a reduções totais de -177ktCO<sub>2</sub>e em 2030, -331 ktCO<sub>2</sub>e em 2040 e -639 ktC<sub>2</sub>e em 2050.

**Redução de emissões e aumento de sequestro na floresta e restantes usos de solo**

Em 2015 a floresta sequestrou 11 MtCO<sub>2</sub>e. Para a redução de emissões e aumento de sequestro na floresta e restantes usos de solo contribuirão fundamentalmente uma forte redução das áreas ardidas e o destino dado a essas áreas depois do incêndio, melhorias na gestão florestal e consequentes aumentos de produtividade média, a taxa de novas florestações (expansão da área florestal a partir de outros usos de solo) e a taxa de expansão de outros usos de solo.

Será assim necessário garantir a forte redução das áreas ardidas, passando dos cerca de 164 mil ha de média entre 1998 e 2017 para 70 mil ha/ano em 2050 (ou seja, uma redução de 60%), acautelar o destino dado a essas áreas depois do incêndio, assegurando menores áreas totais afetadas por incêndios, considerando a adequação das espécies usadas na reflorestação, reduzindo a desflorestação causada pelos incêndios (florestas convertidas em matos) e recorrendo a uma maior utilização de técnicas de prevenção contra incêndios, incluindo maior utilização de pequenos ruminantes na redução de cargas combustíveis.

Por outro lado, há um conjunto de ações que permitirão melhorar a gestão florestal e alcançar consequentes aumentos de produtividade média, como sejam melhorar a gestão e aumentar a prevenção contra incêndios, recorrer ao uso de variedades mais produtivas e melhor adaptadas e aumentar a densidade, quer de espécies de produção, quer de proteção.

Por fim, será necessário aumentar a taxa de nova florestação para 8 mil ha/ano (expansão da área florestal a partir de outros usos de solo) e reduzir a taxa de expansão de outros usos de solo, em particular de áreas urbanizadas, áreas alagadas (incluindo barragens) e áreas com matos.

Quadro 14 - Evolução da área dos diferentes usos do solo

Uso de Solo	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2015
<b>Total nacional</b>	<b>9,24</b>	<b>9,24</b>	<b>9,24</b>	<b>9,24</b>	<b>9,24</b>	<b>0%</b>
<b>Solos com florestas</b>	<b>4,36</b>	<b>4,19</b>	<b>4,19   4,23</b>	<b>4,18   4,27</b>	<b>4,17   4,31</b>	<b>-4%   -1%</b>
Pinheiro bravo	1,18	1,10	1,08   1,05	1,07   1,01	1,06   0,97	-10%   -18%
Sobreiro	0,93	0,94	0,95   0,98	0,96   1,02	0,97   1,06	4%   14%
Eucalipto	0,85	0,78	0,8   0,74	0,81   0,71	0,83   0,67	-3%   -21%
Azinhaira	0,60	0,60	0,59   0,61	0,59   0,63	0,59   0,65	-2%   9%
Carvalhos	0,21	0,21	0,2   0,23	0,2   0,25	0,2   0,27	-6%   28%
Outras folhosas	0,35	0,36	0,34   0,38	0,33   0,4	0,31   0,42	-10%   21%
Pinheiro manso	0,21	0,21	0,21   0,21	0,21   0,22	0,21   0,23	2%   10%
Outras resinosas	0,03	0,01	0,01   0,02	0   0,03	0   0,03	-90%   21%
<b>Solos com agricultura</b>	<b>2,39</b>	<b>2,39</b>	<b>2,25</b>	<b>2,17   2,11</b>	<b>2,16   1,99</b>	<b>-10%   -17%</b>
<b>Solos com pastagens</b>	<b>0,66</b>	<b>0,60</b>	<b>0,66   0,66</b>	<b>0,8   0,57</b>	<b>0,96   0,49</b>	<b>46%   -26%</b>
<b>Solos com zonas alagadas</b>	<b>0,20</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	<b>8%</b>
<b>Solos urbanizados</b>	<b>0,50</b>	<b>0,52</b>	<b>0,55</b>	<b>0,56   0,56</b>	<b>0,57   0,56</b>	<b>15%   13%</b>
<b>Solos com matos e outros usos</b>	<b>1,14</b>	<b>1,33</b>	<b>1,39   1,34</b>	<b>1,31   1,53</b>	<b>1,17   1,68</b>	<b>3%   48%</b>

[1.000.000 ha]

Principais *drivers* de descarbonização do setor agricultura, florestas e outros usos do solo:

- agricultura biológica, de conservação e de precisão;
- pastagens biodiversas;
- melhoria da digestibilidade da alimentação animal;
- melhoria da gestão de efluentes pecuários;
- redução do uso de fertilizantes sintéticos e sua substituição por composto orgânico;
- diminuição da área ardida;
- melhoria da produtividade florestal

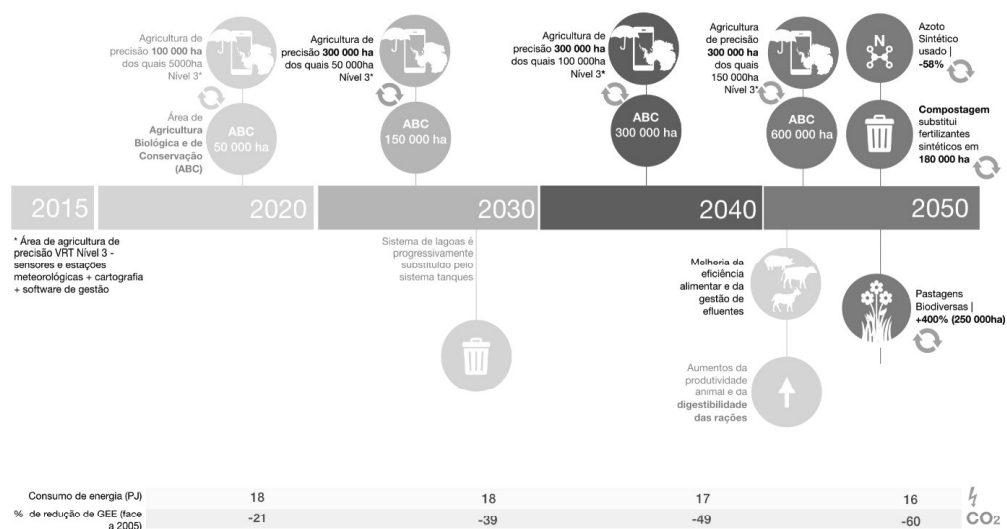


Figura 24 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor agricultura e solos agrícolas

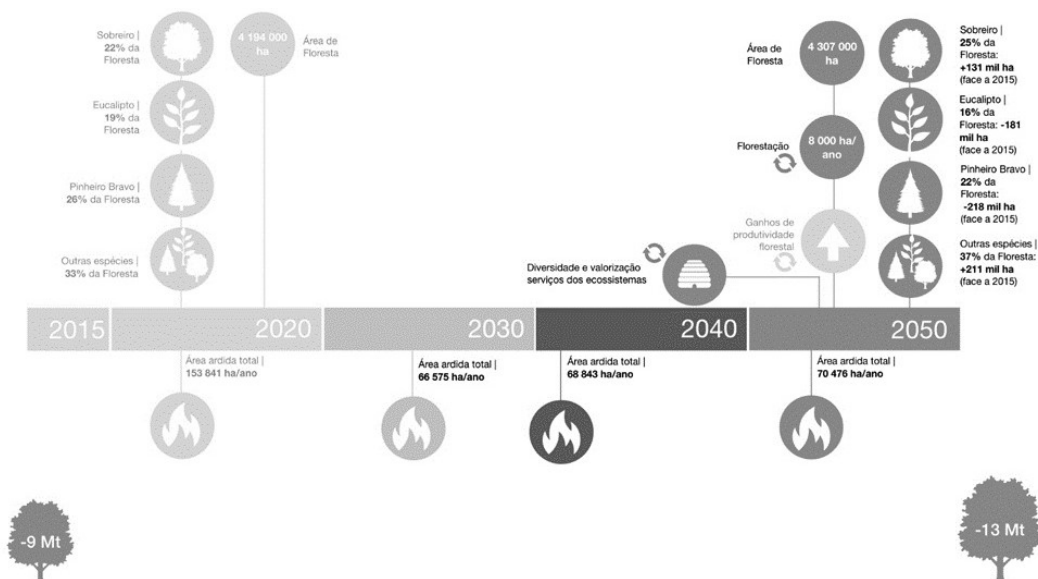


Figura 25 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor das florestas e outros usos do solo

#### 4.3. Papel dos resíduos e águas residuais na transição para a Neutralidade Carbónica

As emissões de GEE deste setor são originadas pelos sistemas de tratamento de resíduos sólidos e de águas residuais (de natureza urbana e industrial). A valorização energética de resíduos é considerada no setor energia, sendo apenas incluída neste setor a incineração de resíduos sem recuperação de energia.

O setor resíduos e águas residuais foi responsável por cerca de 9% do total de emissões no ano de 2015, sendo que a atividade de deposição em aterro representava a parcela mais importante das emissões de GEE (76%), seguida do tratamento de águas residuais (23%), sendo as emissões do tratamento biológico de resíduos urbanos e incineração inferiores a 1%. Desde 2005 que se tem verificado uma redução contínua e consistente das emissões de GEE dos resíduos e águas residuais.

Uma das características particulares das emissões do setor resíduos e águas residuais é a importância dominante das emissões de metano no conjunto dos GEE, correspondendo em 2015 a um peso de 88% nas emissões do setor. O contributo do setor para as emissões de metano nacionais é de 57%.

Estas emissões de metano estão ligadas aos processos de decomposição anaeróbia de matéria orgânica presente, quer nos resíduos, quer nas águas residuais, pelo que a redução de emissões de GEE neste setor implicará reduzir o peso das emissões de metano relacionadas com os processos de fermentação anaeróbia.

Assim as emissões da deposição em aterro de Resíduos Urbanos (RU) decorrem da degradação lenta dos resíduos orgânicos presentes nos RU, que continuam a emitir GEE, assumindo-se que metade do

teor do biogás libertado no decorrer deste processo corresponde a metano, até que se esgote a quantidade de carbono fermentável nos mesmos, o que sucede ao longo de vários anos. Assim, as emissões anuais dependem não só dos resíduos orgânicos depositados em cada ano, mas dos resíduos acumulados ao longo de várias décadas, pelo que para haver reduções significativas até 2050 é fundamental que ocorra uma redução rápida da deposição de novos resíduos orgânicos em aterro, sobretudo nos próximos 5 a 10 anos.

A redução da produção de RU *per capita*, e da deposição em aterro de apenas 10% de RU produzidos em 2035, decorrente das metas nacionais e comunitárias, conduzirão a uma redução da deposição em aterro de -82% de RU no mesmo ano, face aos valores atuais.

Até 2050, deverá reduzir-se ainda mais o montante *per capita* de resíduos produzidos; aumentar gradualmente a recolha separativa de resíduos recicláveis, atingindo 65% em 2035, incluindo de bio resíduos; e reduzir de forma mais acentuada a quantidade de resíduos depositados em aterro (-60% e -85% de orgânicos, face a 2005), o que permitirá uma redução significativa das emissões com origem em aterros entre -79% a -82% em 2050, face a 2005.

Em 2050 constata-se também uma redução significativa das emissões de GEE das águas residuais, de -77% a -78%, face a 2005.

Como consequência destas diminuições de emissões de GEE e tendo em consideração que águas residuais e aterros são as que geram mais emissões dentro do setor resíduos e águas residuais, conclui-se que há uma diminuição acentuada das emissões de GEE neste setor em 2050, entre - 77% a - 80% face a 2005.

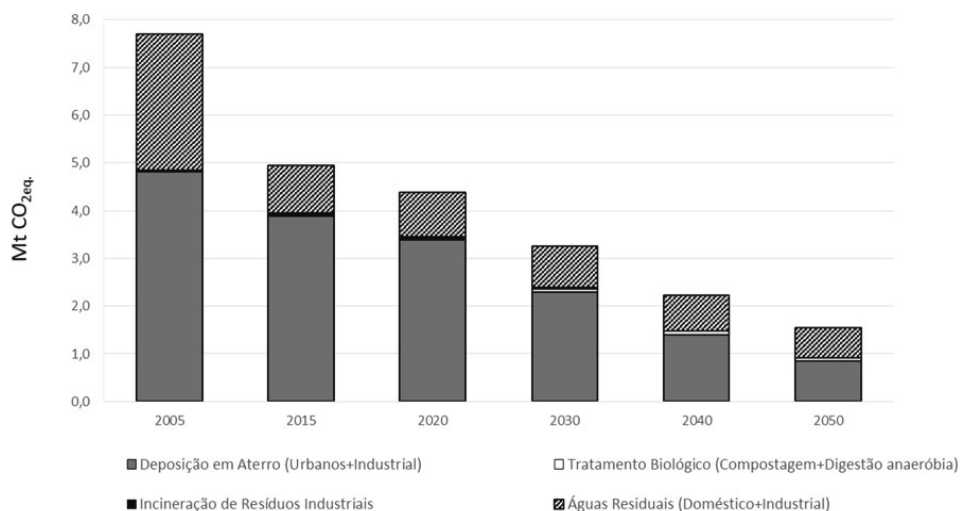


Figura 26 - Evolução das emissões do setor resíduos e águas residuais

Redução significativa das emissões com origem em aterros entre -79% a -82% em 2050, face a 2005.

Quadro 5 - Evolução das emissões do setor resíduos e águas residuais

	2005	2015	2020	2030	2040	2050	Δ 2050/2005
<b>Total Resíduos e Águas Residuais</b>	<b>7,70</b>	<b>4,95</b>	<b>4,4   4,38</b>	<b>3,32   3,26</b>	<b>2,36   2,23</b>	<b>1,75   1,55</b>	<b>-77%   -80%</b>
Deposição em Aterro (Urbanos+Industrial)	4,81	3,89	3,41   3,38	2,38   2,3	1,51   1,4	1   0,85	-79%   -82%
Tratamento Biológico (Compostagem+Digestão anaeróbia)	0,02	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	207%   222%
Incineração de Resíduos Industriais	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03   0	0,03   0	213%   -88%
Águas Residuais (Doméstico+Industrial)	2,86	1,00	0,93	0,85   0,87	0,76   0,75	0,65   0,62	-77%   -78%

Unidade: Mt CO<sub>2</sub>eq.

Parte do metano emitido em aterros pode ser recuperado e queimado com valorização energética, o que constitui uma medida de redução de emissões. A taxa de recuperação de metano deverá, portanto, aumentar dos atuais 32% para 44%, o que permite uma redução significativa destas emissões até 2050. Efetivamente, se por um lado, haverá menor produção de metano, por outro a percentagem relativa de recuperação do mesmo versus o gerado será cada vez maior. Consequentemente, as melhorias de eficiência neste domínio poderão constituir reduções significativas de emissões de metano.

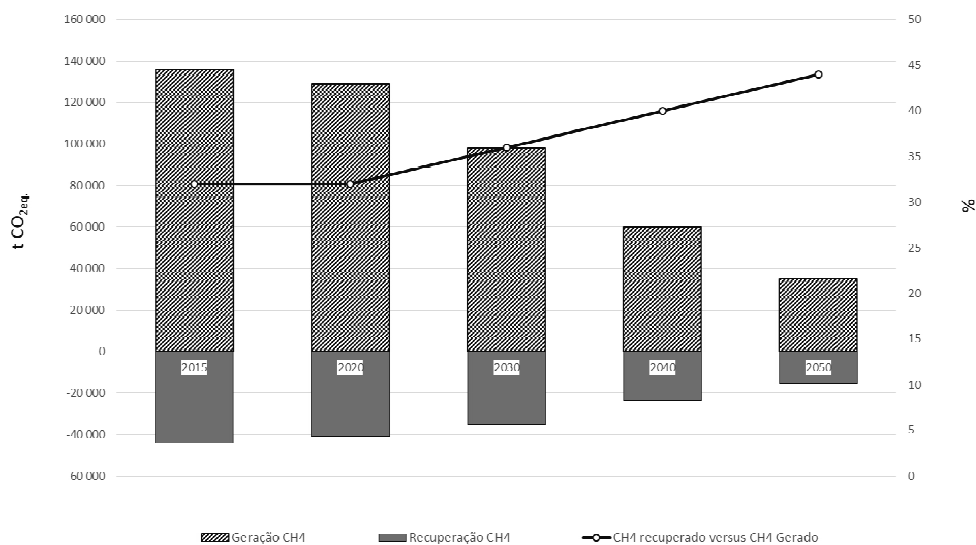


Figura 27 - CH4 Recuperado versus CH4 gerado em aterros

Quadro 15 - CH4 Recuperado versus CH4 gerado em aterros

	2015	2020	2030	2040	2050
Geração CH4	135 736	128 879	97 934	59 707	34 897
Recuperação CH4	-44 029	-41 294	-35 235	-23 832	-15 303
<i>Unidade: t CO2eq.</i>					
CH4 recuperado versus CH4 Gerado	32%	32%	36%	40%	44%

Assiste-se também à tendência de regressão nas quantidades de RU produzidas, quer pela redução da população, quer pela redução da produção *per capita* de 8% a 24% em 2050 (face a 2015) dependendo do cenário considerado.

Perspetiva-se a recolha separativa de bio resíduos e o consequente aumento dos sistemas de tratamento biológico. A redução de emissões de GEE será tanto maior quanto maior for a redução na produção de resíduos urbanos *per capita*, maior redução do desperdício alimentar e aumento das soluções de compostagem de proximidade, decorrentes de uma maior circularidade assumida.

A evolução no setor das águas residuais, urbanas e industriais é pouco expressiva face ao valor atual, que já é bastante favorável no que respeita à população servida por sistemas de drenagem e sistemas com tratamento secundário.

Tal como já referido a propósito da recuperação de biogás em aterros de resíduos, a produção e recuperação do biogás gerado nos sistemas de tratamento de lamas por digestão anaeróbia adquire uma importância significativa no contexto das emissões do setor do tratamento de águas residuais domésticas, embora em quantidades significativamente inferiores, registando-se cerca de 14 mil toneladas de metano produzido tanto em 2015 como em 2050.

Principais *drivers* de descarbonização do setor resíduos e águas residuais:

- Redução da produção de resíduos *per capita*;
- Redução da fração orgânica dos resíduos urbanos, pela melhoria da recolha seletiva e da redução do desperdício alimentar;
- Retirada da deposição de resíduos urbanos em aterro, por via de:
  - Recolha de bio resíduos e prioridade ao tratamento biológico, com produção de composto;
  - Aumento da recolha separativa multimaterial e desenvolvimento das fileiras de reciclagem.

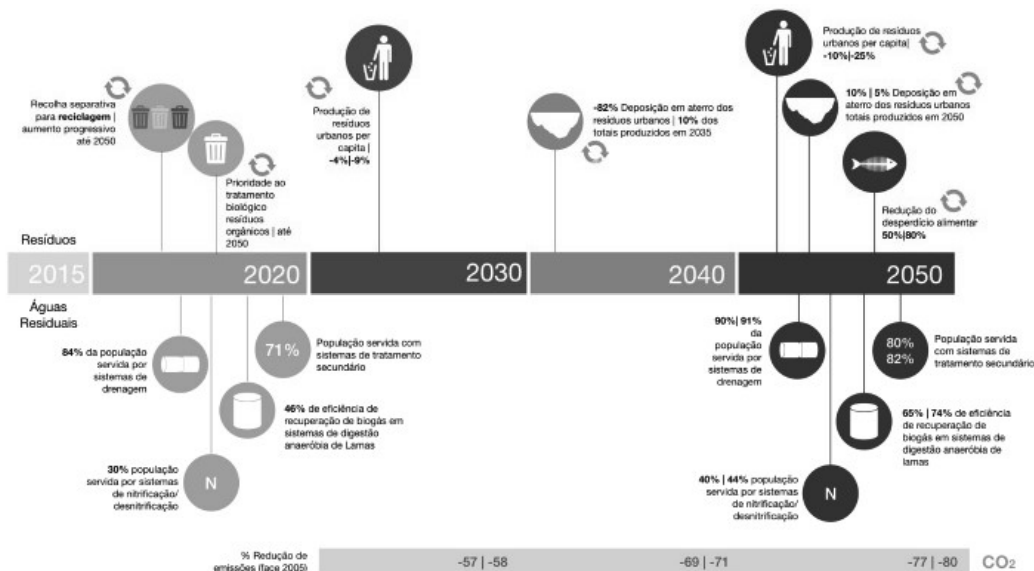


Figura 28 – Narrativa de neutralidade carbónica até 2050 do setor dos resíduos

#### 4.4. Papel da economia circular na transição para a Neutralidade Carbónica

A economia circular é um argumento fundamental e estruturante da transição que alicerça as trajetórias de neutralidade carbónica da economia portuguesa. Assim foi considerada parte integrante da narrativa dos cenários socioeconómicos desenvolvidos e foi vertida nos pressupostos setoriais que suportam a modelação das emissões de GEE.

O papel da economia circular foi objeto de maior escrutínio no âmbito da cadeia de valor de um conjunto de setores considerados como importantes para o sucesso do objetivo de neutralidade e para os quais se perspetiva um impacto relevante da circularidade - Mobilidade, agroalimentar, fileira florestal, construção e resíduos.

No setor da Mobilidade as transições induzidas pela economia circular apontam para uma menor utilização do transporte individual e crescimento dos serviços de mobilidade integrados partilhados multimodais (quer ao nível do transporte público quer ao nível do transporte privado) e uma maior equidade no acesso a serviços de mobilidade e aumento da taxa de ocupação dos veículos ligeiros.

Surgem assim novos modelos de negócio que substituem o aprovisionamento de bens (veículos) pela prestação de serviços e a propriedade pelo uso.

Por outro lado, o aumento da digitalização das cadeias de fornecimento (mais compras on-line, mais logística inversa) aumenta a procura de mobilidade de mercadorias, aumentando também a pressão exercida sobre este setor, sendo em contrabalanço, necessário aumentar o fator de carga dos veículos pesados e ligeiros de mercadorias, a autonomia das frotas e a taxa de substituição tecnológica da mesma

obtendo-se dessa forma melhorias na eficiência dos veículos (de passageiros e de mercadorias, ligeiros e pesados).

Estas preocupações, permitem ter modelos de negócio mais competitivos, com menores custos de operação e menor impacto nas emissões de GEE.

Potencialmente, a economia circular poderá induzir a uma redução das emissões de GEE do setor transportes e mobilidade de -4%|-25%, em 2050.

No setor agroalimentar, a adoção de práticas agrícolas regenerativas e mais eficientes no uso dos recursos (água e energia) e os novos hábitos de consumo alimentar e estilos de vida (por exemplo, maior adequação nutricional da dieta; produção urbana e peri-urbana, e abastecimento local, designadamente de hortícolas; compras a granel) beneficiam a redução da produção de resíduos e da respetiva fração orgânica (via redução do desperdício alimentar), permitindo também reduzir emissões.

A expansão da agricultura biológica, de conservação e da agricultura de precisão, bem como das pastagens permanentes, permitirá reduzir emissões associadas ao uso de fertilizantes e aos efluentes animais, e aumentar o sequestro de carbono resultante dos aumentos do teor de matéria orgânica nos solos. Adicionalmente, são induzidos outros benefícios ambientais, como a preservação dos recursos naturais e ecológicos, promoção da biodiversidade e/ou melhoria do bem-estar animal.

A utilização de composto para substituição do uso de fertilizantes sintéticos azotados é também uma medida de circularidade a ter em conta neste setor.

Estas estratégias de circularidade permitem induzir uma redução das emissões de GEE do setor agrícola entre -16%|-37%, em 2050.

Na fileira florestal, o aumento da florestação ativa, a promoção de práticas silvícolas mais eficientes no uso dos recursos e na gestão de riscos e a valorização dos serviços dos ecossistemas, alavancam e sustentam um papel crescente para a bioeconomia, com impacto na retenção de carbono e no balanço líquido de emissões.

Os ganhos de produtividade no futuro poderão decorrer de melhores práticas de gestão da floresta e menos perdas por incêndios, uma vez que se perspetiva que a expansão da área florestal, até 2050, seja limitada (o que se traduz numa redução da área florestal relativamente a 2015).

A fileira florestal é uma cadeia de valor que apresenta já um elevado grau de circularidade, tendo as florestas um papel incontornável para o objetivo da neutralidade carbónica. Assim, verifica-se que o investimento na floresta para o aumento do sequestro biológico de carbono, poderá induzir ganhos superiores a 40%, em 2050 (face a um cenário não circular).

Na construção, o aumento da reabilitação urbana, com reutilização de componentes de obra, materiais recuperados ou reciclados, e uso de espaço público construído «em vazio», os edifícios passivos e com balanço energético nulo (NZB: *Net Zero-Energy Buildings*), os edifícios multifuncionais e partilhados

com redução da área de edificado, bem como a utilização de novos materiais, mais sofisticados, com maior eficiência (energética) e durabilidade, e de materiais renováveis com menor pegada de carbono (p.ex. madeira e cortiça) são estratégias de circularidade a prosseguir.

No setor dos resíduos, as estratégias de circularidade permitem ter uma redução da produção de resíduos *per capita* e da respetiva fração orgânica, sobretudo por via da redução do desperdício alimentar e da redução do uso de plástico, perspetivando-se o aumento da recolha de bio-resíduos (dando prioridade ao tratamento biológico, com produção de composto), o aumento da recolha separativa multimaterial e desenvolvimento das cadeias de reciclagem e a retirada da deposição de resíduos urbanos em aterro.

Verifica-se que a economia circular pode induzir a uma redução das emissões de GEE associadas à gestão de resíduos (incluindo a valorização energética de resíduos urbanos) entre -69% e -72%, em 2050.

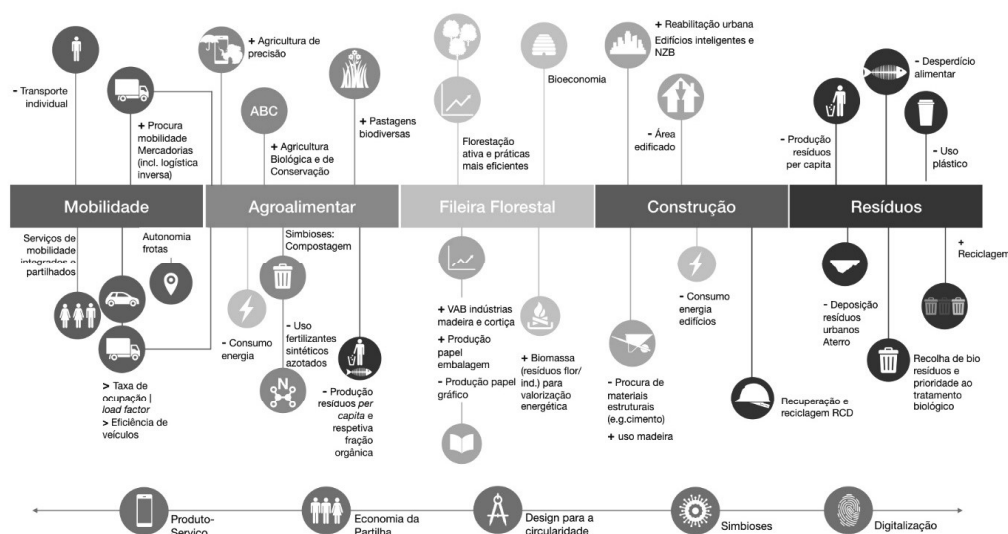


Figura 29 - Papel da economia circular na modelação

#### 4.5. Co-benefícios da neutralidade carbónica para a qualidade do ar e saúde pública

Os GEE não têm um efeito direto sobre a saúde humana ou dos ecossistemas. No entanto, muitos dos processos que emitem GEE são também responsáveis pelas emissões de outros poluentes atmosféricos, que estão na origem de outros problemas ambientais, como a degradação da qualidade do ar, a acidificação e eutrofização provocando danos nos ecossistemas com a consequente perda de biodiversidade e problemas de saúde humana, em particular os do foro respiratório e cardiovascular.

A poluição do ar é nos dias de hoje um dos maiores riscos ambientais para a saúde, sendo que a Organização Mundial de Saúde identifica as partículas em suspensão (PM), os óxidos de azoto (NO,

NO<sub>2</sub> e NO<sub>3</sub>), os óxidos de enxofre (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>) e o ozono troposférico (O<sub>3</sub>) como os poluentes atmosféricos mais prejudiciais. O ozono, ao contrário dos outros poluentes não é emitido diretamente, mas é um poluente que se forma na atmosfera na presença de outros poluentes, como os óxidos de azoto.

As PM têm origem em várias fontes, mas principalmente na queima de combustíveis fósseis, e constituem o grupo de poluentes mais prejudicial à saúde. Quanto mais pequenas forem estas partículas, maior é a probabilidade de penetrarem profundamente no aparelho respiratório e maior o risco de induzirem efeitos negativos. As partículas inaláveis de menores dimensões (PM10 e PM2.5) chegam aos pulmões e as PM2.5, as mais finas, chegam mesmo a entrar na corrente sanguínea.

Os óxidos de azoto são sobretudo provenientes do tráfego rodoviário. Nas grandes cidades são o principal responsável pela fraca qualidade do ar. Os óxidos de enxofre não representam atualmente um problema grave para a qualidade do ar, resultado de várias medidas como, por exemplo, da redução do teor de enxofre nos combustíveis fósseis.

Em Portugal, não obstante a melhoria que se tem verificado nos últimos anos, ainda persistem problemas de qualidade do ar em alguns locais, nomeadamente em áreas urbanas densamente povoadas onde se observam frequentemente concentrações que excedem os valores-limite para a saúde humana de alguns do dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) e das PM10. Existem também zonas onde é frequente a ocorrência de valores superiores ao objetivo de longo prazo para o ozono.

As alterações climáticas ao afetarem as condições meteorológicas, incluindo a frequência das vagas de calor e os episódios de grande estabilidade atmosférica, tenderão a prolongar os períodos em que os níveis de ozono são elevados, assim como poderão conduzir a um aumento das concentrações de PM, contribuindo para a degradação da qualidade do ar e acarretando um aumento do risco de doenças associadas à poluição do ar. Estima-se que 6.000 pessoas morram prematuramente por ano em Portugal devido à poluição atmosférica.

Uma política sólida em matéria de qualidade do ar responde a uma legítima pretensão dos cidadãos em termos de saúde e bem-estar, evitando mortes prematuras, e traz benefícios económicos resultantes da melhoria da produtividade, da redução de custos externos relacionados com a saúde e oferece, num contexto de economia circular, oportunidades para as tecnologias e os serviços.

Os vetores de descarbonização terão impacto nas atividades económicas e consequentemente na geração de emissões de poluentes atmosféricos, sendo por isso expectável que o objetivo de neutralidade carbónica traga co-benefícios para a melhoria da qualidade do ar, com efeitos positivos para a saúde humana, em particular no que respeita a doenças respiratórias. Este efeito será particularmente significativo nas cidades devido à transformação que ocorrerá em termos de mobilidade, com o reforço do transporte coletivo, a descarbonização das frotas e o aumento da mobilidade multimodal, ativa, partilhada e sustentável, bem como a mobilidade elétrica e outras tecnologias de zero emissões;

São também expectáveis impactes positivos ao nível dos ecossistemas, onde as pressões da poluição do ar prejudicam o crescimento da vegetação e causam danos na agricultura e na biodiversidade.

Em contrapartida, identifica-se como *trade-off* para a qualidade do ar, o aumento de consumo de biomassa para produção de eletricidade e processos industriais, com possível impacte no aumento das emissões de compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM) e partículas finas (PM2.5).

Os setores da indústria, dos transportes e da agricultura, e o setor residencial e serviços são os mais relevantes para a atuação na redução de emissões de poluentes atmosféricos. Coincidindo estes com alguns dos principais setores emissores de gases com efeitos de estufa, é fundamental garantir a articulação das políticas climáticas e as políticas para o ar, aproveitando sinergias e alinhando medidas que incidam simultaneamente nos poluentes atmosféricos e nos GEE.

##### **5. Contribuir para a resiliência e a capacidade nacional de adaptação às vulnerabilidades e impactes das alterações climáticas**

---

De acordo com o relatório especial do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas sobre os impactos de um aquecimento global de 1,5°C, garantir este limite terá como consequência prática a redução significativa dos riscos e impactos das mudanças climáticas. Sendo inequívoco que já se verificam à escala global impactos das alterações climáticas, a única forma de fazer variar o grau em que os mesmos serão sentidos no futuro só pode ser conseguido através de uma significativa redução das emissões a nível global.

De acordo com a Comissão Europeia<sup>9</sup> o montante total de perdas económicas resultantes de fenómenos meteorológicos e outros fenómenos climáticos extremos na Europa entre 1980 e 2016 ascendeu a mais de 436 mil milhões de euros, sendo que em Portugal os valores terão representado cerca de 7 mil milhões de euros. Já as regiões costeiras, poderão sofrer perdas económicas no valor de cerca de 39 mil milhões de euros por ano até 2050 e até 960 mil milhões de euros por ano perto do final do século.

Em Portugal, os prejuízos com eventos meteorológicos extremo têm-se sentido na erosão costeira, nos temporais, nos incêndios rurais e na seca. Os custos relativos aos temporais intensos que se têm vindo a sentir em anos recentes, como foi o caso da tempestade Hércules que assolou o país em 2014 ascenderam a cerca de 17 milhões de euros e os custos relacionados com os temporais de março de 2018 na costa portuguesa estão avaliados em cerca de 1,4 milhões de euros. Os valores associados a outros eventos climáticos, foram da ordem dos 60-140 milhões de euros de custos anuais associados aos incêndios rurais (sem contabilizar os incêndios de 2017). A seca de 2005 teve custos estimados de cerca de 290 milhões de euros e a seca de 2012 teve prejuízos sobretudo ao nível das quebras de

---

<sup>9</sup> Relatório ao Parlamento Europeu e ao Conselho sobre a execução da estratégia da UE para a adaptação às alterações climáticas (COM(2018) 738 final)

produção agrícola, com custos estimados em mais de 200 milhões de euros<sup>10</sup>, faltando ainda apurar um valor para a seca mais recente (2017-18).

É também importante notar que os impactos climáticos apresentarão uma distribuição desigual a nível europeu. Os países do sul da Europa apresentam maiores vulnerabilidades e menores oportunidades com as alterações climáticas, quando comparados com as outras sub-regiões do continente europeu, e sofrerão mais os efeitos da mortalidade humana relacionada com o calor, das restrições de água, da perda de habitats, das necessidades de energia para arrefecimento e dos incêndios rurais.

O projeto PESETA II<sup>11</sup>, que visa aumentar o conhecimento sobre os padrões regionais e setoriais das alterações climáticas na Europa até ao final do século, conclui efetivamente que as perdas económicas associadas aos impactos das alterações climáticas apresentam uma distribuição geográfica muito assimétrica, com um claro viés para as regiões do sul da Europa. A título de exemplo, num cenário em que a temperatura média sobe 2°C até final do século, o estudo conclui que as perdas de bem-estar em termos de PIB variam de 0,2% na região da Europa do Norte a 3% para o Sul da Europa, para o último terço deste século.

O esforço nacional de redução de emissões, inserido num quadro mais amplo de ações a nível global, contribuirá para que os custos de adaptação possam ser significativamente reduzidos, com poupanças económicas evidentes.

Com vista precisamente a dar ênfase à implementação de medidas de adaptação e mobilizar os diversos instrumentos financeiros atuais e definir o enquadramento dos futuros, foi preparado o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC), com o horizonte 2030, o qual define as áreas prioritárias de intervenção em resposta às principais vulnerabilidades e impactes às alterações climáticas identificadas para o nosso território:

1. Aumento da frequência e da intensidade de incêndios rurais
2. Aumento da frequência e da intensidade de ondas de calor
3. Aumento da frequência e da intensidade de períodos de secas e de escassez de água
4. Aumento da suscetibilidade à desertificação
5. Aumento da temperatura máxima
6. Aumento da frequência e da intensidade de eventos de precipitação extrema
7. Subida do nível das águas do mar
8. Aumento de frequência e da intensidade de fenómenos extremos que provocam galgamento e erosão costeiros

---

<sup>10</sup> Informação com base nos trabalhos da Comissão de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca e das Alterações Climáticas, criada ao abrigo da Resolução do Conselho de Ministros n.º 37/2012, de 27 de março.

<sup>11</sup> Disponível em: <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=7181>

É de assinalar que existe um conjunto de medidas e opções de descarbonização com sinergias evidentes com a adaptação aos efeitos das alterações climáticas, como sejam, por exemplo, as medidas que contribuem para o sequestro florestal e agrícola (aumentando a matéria orgânica do solo e a sua capacidade de retenção de água, combatendo a desertificação), as soluções de base natural (instalação de telhados e outras infraestruturas verdes em meio urbano, renaturalização de áreas impermeabilizadas, etc.) mas também as medidas da área da eficiência energética, já que contribuem para reduções do consumo total de energia e dessa forma, diminuem a vulnerabilidade do sistema energético a pressões decorrentes de eventos extremos.

Por outro lado, os impactos das alterações climáticas devem ser tidos em conta nas opções de mitigação, designadamente no que se refere a disponibilidades hídricas futuras, necessidades de aquecimento e arrefecimento e risco de incêndios rurais. A título de exemplo os cenários analisados no âmbito do RNC 2050 acomodam a decrescente disponibilidade de água para produção de eletricidade expectável no cenário climático RCP 4.5. Neste contexto estimou-se que a produção hídrica sofra, em média, uma redução de 9% em 2050, face aos valores de 2020, considerando, concretamente, um índice de hidraulicidade 0,8.

A este propósito torna-se ainda particularmente relevante referir que o fator determinante na capacidade de sumidouro da floresta - a diminuição da área ardida média anual - será dificultado num cenário de agravamento dos efeitos das alterações climáticas.

É deste modo inegável que a implementação de medidas de adaptação se torna um dos fatores críticos para os objetivos de neutralidade carbónica, tanto no que se refere à redução de emissões como à capacidade de sequestro. Do mesmo modo a neutralidade carbónica é um dos garantes da capacidade de adaptação, uma vez que esta só será possível se os níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera não ultrapassarem um determinado limiar, a partir do qual a adaptação já não é possível e a sociedade como a conhecemos deixará de existir. As sinergias para mitigação e adaptação que se verificam em variadas medidas são mais um sinal que é efetivamente necessária uma atuação integrada entre as duas vertentes em todas as componentes da sociedade.

## **6. Estimular a investigação, a inovação e a produção de conhecimento**

---

A investigação, a inovação e a produção de conhecimento são fundamentais para o processo de definição de políticas sólidas de combate e de adaptação às alterações climáticas. A participação da ciência faz-se aos mais variados níveis:

- na monitorização e acompanhamento das alterações climáticas e na modelação de alterações climáticas futuras e dos seus impactos;
- na estimação rigorosa dos níveis de emissão ou de sequestro que cada processo ou setor produzem e na monitorização e acompanhamento dessas emissões ao longo do tempo, considerando ainda novos setores ou áreas relevantes, em consonância com o

desenvolvimento do conhecimento científico, de acordo com as orientações do IPCC no desenvolvimento de processos produtivos ou de novas tecnologias que permitam uma forte redução de emissões ou um forte aumento de sequestro;

- no desenvolvimento de estratégias de disseminação e/ou modelos de negócio que permitam a transferência das melhores tecnologias e a sua adoção pelos setores económicos e famílias;
- na avaliação *ex ante* e *ex post* de políticas e medidas e da sua eficácia na redução de emissões, incluindo na sua dimensão ambiental, mas também na avaliação dos seus impactes económicos, sobre o emprego, e a antecipação dos setores ou territórios afetados positiva e negativamente por essas políticas;
- no desenho de sistemas de incentivos que facilitem a adoção das práticas e tecnologias menos emissoras ou de políticas de desincentivos que dissuadam a continuação ou a adoção de práticas mais emissoras;
- na identificação de estratégias e vetores de descarbonização de longo prazo com vista à neutralidade carbónica.

Por sua vez, o processo de definição de trajetórias de neutralidade carbónica informa a agenda da ciência e sobre quais as áreas, setores e tecnologias para os quais a identificação de soluções de descarbonização são mais significativas, e portanto mais eficazes, e/ou quais as áreas onde a descarbonização é hoje mais condicionada ou menos custo-eficaz e, portanto, mais difícil de concretizar.

É também importante assegurar a ligação entre a investigação, o desenvolvimento e a inovação com o tecido produtivo, que possibilite o desenvolvimento de protótipos e projetos piloto em contexto real e, numa segunda fase, acelere a transferência desse conhecimento para o tecido produtivo e/ou para as famílias, para garantir que as decisões que são tomadas em cada momento são as mais adequadas ao objetivo da descarbonização, mas também as que conduzem aos melhores resultados em termos de criação de emprego e de valor para a sociedade.

Importa assim promover a ciência e o conhecimento sobre alterações climáticas a nível nacional, estimular a investigação e o desenvolvimento de tecnologias, práticas, produtos e serviços de baixo carbono que contribuam para a mitigação e adaptação às alterações climáticas, promovendo sobretudo a ecoinovação. É ainda fundamental desenvolver uma base de conhecimento em alterações climáticas que suporte a decisão em matéria de políticas públicas para esta área e facilite a educação do público e a transferência de conhecimento

As agendas Temáticas Investigação e Inovação da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., para as Alterações Climáticas, economia circular, sistemas sustentáveis de energia, Indústria e Ciências urbanas e cidades do futuro são precursoras da mobilização necessária para assegurar a transição para uma sociedade neutra em carbono.

## 7. Garantir condições de financiamento e aumentar os níveis de investimento

---

### 7.1. Investimento

A manutenção da dinâmica competitiva da economia nacional num quadro de grandes tendências em que se destacam a digitalização, a descentralização e a descarbonização, mas onde o papel da economia circular e da eficiência na utilização de recursos, bem como da demografia também se fazem sentir, implicará desde logo um volume de investimento significativo no horizonte temporal considerado, possibilitando obter reduções de emissões significativas (da ordem dos 65% face a 2005 em 2050), mas ainda longe do objetivo da neutralidade carbónica.

Parte deste investimento irá sempre ocorrer pois resulta do normal funcionamento da economia de mercado, acompanhada por políticas públicas apropriadas. Dada a atualização tecnológica e a evolução previsível dos respetivos custos, será previsível que a “substituição” de tecnologias seja uma substituição com diferentes características (p.ex. os veículos a diesel não serão substituídos por outros veículos a diesel mas por veículos elétricos ou por novas formas de mobilidade).

A neutralidade carbónica e a transição energética incentivarão uma mais profunda e rápida transformação da sociedade, mais focada nas tecnologias menos emissoras, com consequências em múltiplos aspetos da economia, do dia-a-dia dos cidadãos e da organização social. Desta forma, o investimento atribuível ao objetivo de neutralidade carbónica é, apenas uma fração do investimento global que a economia portuguesa terá de fazer ao longo do tempo por forma a manter-se competitiva.

Esta transformação terá de ser acompanhada por um investimento significativo, que ocorrerá em todos os setores da sociedade, e que será, conforme a sua tipologia, partilhado entre investimentos das famílias (p.ex. eletrodomésticos eficientes, automóveis elétricos, isolamentos nas habitações, etc.), das empresas (p.ex. renováveis, camiões a hidrogénio, fornos e caldeiras elétricos, etc.) e do Estado (p.ex. transporte público elétrico, descarbonização dos edifícios públicos e da frota, etc.). O setor privado e os agregados familiares serão responsáveis pela vasta maioria destes investimentos.

O Estado terá sempre um papel fundamental na definição e adaptação do sistema regulatório, fiscal e de incentivos que proporcionem sinais claros a longo prazo por forma a facilitar os investimentos necessários e evitar ativos obsoletos.

O valor global agregado de investimento até 2050 será próximo de 1 bilião de euros - dos quais cerca de 930 mil milhões de euros serão realizados em qualquer caso em resultado da dinâmica normal de modernização da economia, catalisada pelas políticas em curso para assegurar o funcionamento do sistema energético - o que se traduz num valor anualizado de 27 a 29 mil milhões de euros.

O investimento adicional necessário para atingir a neutralidade carbónica situar-se-á em valores próximos dos 85 mil milhões de euros para totalidade do período, ou seja, cerca de 2,1 a 2,5 mil milhões de euros por ano (cerca de 1,2% do PIB). Para além da redução de emissões que, no sistema energético, passa de 70% para 90%, este investimento traduzir-se-á também em substanciais ganhos de eficiência energética e na redução da dependência energética, o que terá grandes implicações (positivas) na redução da fatura energética.

Este volume de investimento adicional para a neutralidade está em linha com os valores estimados pela Comissão Europeia para a UE, na sua estratégia de longo prazo.

Quadro 16 - Volume de investimento adicional para a neutralidade no setor energético no período 2016-2050

Investimento	2016-2030	2031-2040	2041-2050	2016-2050
<b>Total global</b>	<b>406,6   431,3</b>	<b>263,4   273</b>	<b>281,8   313,1</b>	<b>951,8   1017,4</b>
<b>Investimento global sem neutralidade</b>	<b>395,9   416,6</b>	<b>229,7   235,1</b>	<b>249,9   279,9</b>	<b>875,5   931,6</b>
Electricidade	22,4   22,1	16,6   19,6	14,7   16,9	53,8   58,6
Transportes	193,7   201,3	74,5   62,3	96,6   105,3	364,7   369
Edifícios	165   176,4	124   138,3	125,8   144	414,8   458,7
Indústria	14   16	14,4   14,7	11,7   12,8	40   43,5
Outros energia	0,7   0,8	0,2   0,1	1,2   0,9	2,1   1,7
<b>Adicional para atingir neutralidade</b>	<b>10,8   14,7</b>	<b>33,7   37,9</b>	<b>31,8   33,2</b>	<b>76,3   85,8</b>
Electricidade	1,2   2,2	9   11,3	10,2   7,6	20,5   21,1
Transportes	5,1   6,2	17,3   17,6	7,6   8,2	30   32
Edifícios	3,1   4,8	5,6   6,1	9,6   11	18,4   21,9
Indústria	1   1,3	1,2   0,9	1,8   4,4	3,9   6,6
Outros energia	0,3   0,2	0,6   2	2,5   2	3,5   4,1

[1.000 M€ de 2017; valores consideram taxas de desconto]

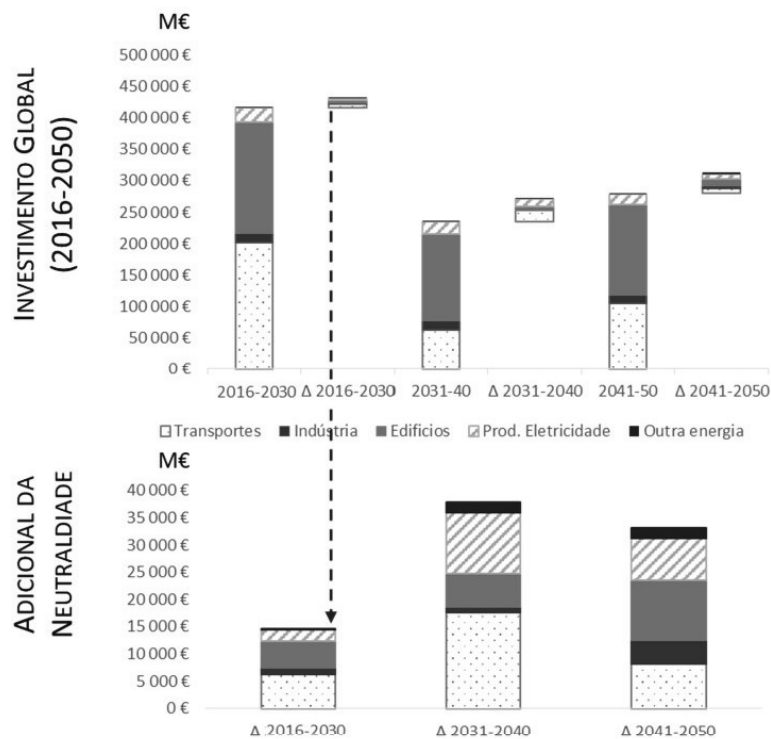


Figura 30 - Volume de investimento adicional para a neutralidade no setor energético no período 2016-2050

Alguns setores e tecnologias assumem naturalmente maior destaque e protagonismo na descarbonização devido ao peso desses setores nas emissões nacionais e por serem tecnologias com um potencial de redução de emissões custo-eficaz também elevado.

Quadro 17 - Volume de investimento em tecnologias selecionadas e no setor energético no período 2016-2050

Investimentos em tecnologias selecionadas	2016-2030	2031-2040	2041-2050	2016-2050
<b>Total</b>	<b>406,6   431,3</b>	<b>263,4   273</b>	<b>281,8   313,1</b>	<b>951,8   1017,4</b>
<b>Electricidade</b>	<b>23,7   24,3</b>	<b>25,6   30,9</b>	<b>25   24,6</b>	<b>74,3   79,8</b>
Hídrica	7,3	0,0	0,0	7,30
Eólica Onshore	4,8   3,2	9,1   10,6	5   6,5	18,9   20,3
Eólica Offshore	1,4   2	0   3,5	0   0,7	1,4   6,2
Solar descentralizado	3,6	9,3   10,7	12,9   11,2	25,9   25,5
Solar centralizado	5,8   6,3	6,8   5,6	6   5,2	18,5   17,1
Baterias	0,1   0,2	0,4	1,0	1,5   1,6
<i>Outras tecnologias</i>	0,7   1,6	0,1	0,0	0,9   1,7
<b>Transportes</b>	<b>198,8   207,6</b>	<b>91,8   80</b>	<b>104,2   113,5</b>	<b>394,8   401</b>
veiculos eletricos (BEV+PHEV)	61,3   63,4	60,2   45	76,2   85,8	197,7   194,1
Camiões + Autocarros a H2	0,4   0,5	1,3   3,7	4,2   4,4	6   8,5
Camiões eletricos	0,1	11,2	6,2   4,6	17,5   15,9
<i>Outras tecnologias</i>	137   143,6	19,1   20,1	17,6   18,7	173,6   182,5
<b>Edifícios</b>	<b>168,1   181,3</b>	<b>129,6   144,4</b>	<b>135,4   154,9</b>	<b>433,2   480,6</b>
Isolamento	4,4   7,4	4,5   5,4	8,8   10,6	17,8   23,3
Bombas de Calor edificios	2	4	5,3   4,9	11,5   11
<i>Outras tecnologias</i>	161,9   172,1	120,7   134,7	121,3   139,5	404   446,3
<b>Indústria</b>	<b>15   17,2</b>	<b>15,5   15,7</b>	<b>13,5   17,2</b>	<b>44   50,1</b>
Fornos e caldeiras eléctricas	0,3   0,4	0,3   0,4	1,9   2,2	2,5   2,9
<i>Outras tecnologias</i>	14,7   16,9	15,2   15,3	11,5   15	41,4   47,2
<b>Outros energia</b>	<b>1,1   0,9</b>	<b>0,8   2</b>	<b>3,7   2,9</b>	<b>5,6   5,9</b>

[1.000 M€ de 2017, valores consideram taxas de desconto]

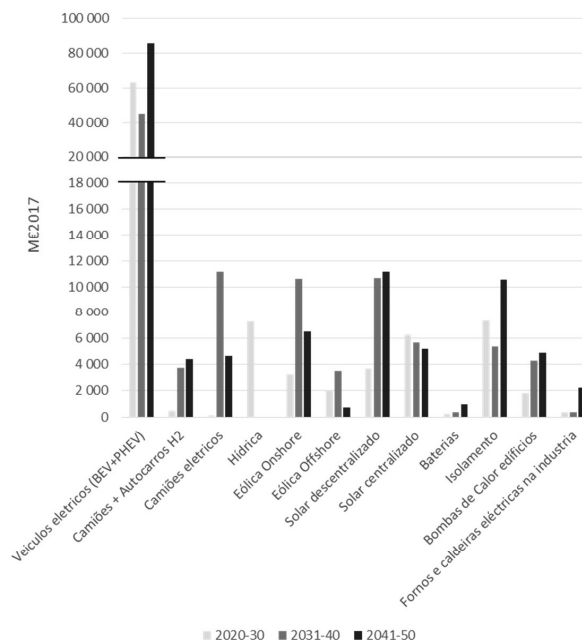


Figura 31 - Volume de investimento em tecnologias selecionadas e no setor energético no período 2016-2050 (ME<sub>2017</sub>)

No setor da produção de energia elétrica, o fim dos combustíveis fósseis e o aumento de procura causado pela eletrificação crescente da economia ditarão a necessidade de proceder a investimentos significativos no aumento da capacidade renovável e, à medida que a capacidade renovável existente atinge o fim de vida, na substituição dessa capacidade (parte da capacidade eólica e solar já existente no país atinge o seu fim de vida antes de 2050 e terá de ser substituída por nova capacidade). Neste setor antecipa-se que mais de metade do investimento necessário ocorra na instalação de capacidade solar, numa primeira fase mais focada em centrais solares centralizadas e numa segunda fase em produção descentralizada (ex. telhados de edifícios residenciais e de serviços) de energia fotovoltaica. Destacam-se ainda investimentos significativos na produção eólica, muito focada na eólica *onshore* (aerogeradores instalados sobre terra) e a entrada, na segunda metade deste período, de eólica *offshore* (aerogeradores instalados sobre plataformas no oceano). No caso da indústria, os investimentos estarão associados à transição energética, destacando-se a aposta na eficiência energética e na eletrificação, designadamente com a adoção de fornos e caldeiras elétricas.

O setor da mobilidade e transportes será um dos que terá uma maior substituição tecnológica e será o setor que concentrará cerca de 40% do investimento. Este nível de investimentos está associado a uma grande transformação do parque automóvel de ligeiros de passageiros e dos veículos usados no transporte pesado de passageiros ou de mercadorias. Este elevado nível de investimento ocorre quer pelo imperativo de reduzir emissões, quer pela vida útil relativamente curta dos ativos envolvidos.

Neste contexto destaca-se a aquisição de veículos ligeiros de passageiros movidos a eletricidade e o transporte pesado (mercadorias e pesados) elétrico ou a hidrogénio.

No setor dos edifícios de habitação e de serviços, a maioria do investimento estará relacionado com a renovação e substituição de equipamentos elétricos por equipamentos mais eficientes, sendo equipamentos com baixo custo mas com muita expressão, pelo que assumem um valor significativo. Também de relevar a necessidade de investimentos substanciais em isolamento de edifícios, que permitirá simultaneamente o aumento do conforto térmico e uma redução da necessidade de aquecimento no inverno e arrefecimento no verão, e o uso de bombas de calor, que são a forma mais eficiente de prestar esse serviço de aquecimento/arrefecimento. Note-se ainda que, devido às próprias alterações climáticas, estas necessidades irão provavelmente ser agravadas até 2050, com aumentos previsíveis principalmente nas necessidades de arrefecimento durante o verão.

Na agricultura e florestas a redução de emissões e o aumento de sequestro estarão dependentes de uma significativa redução das áreas aridas e de um conjunto de outras medidas como sejam a agricultura de precisão, agricultura de conservação, agricultura biológica e o uso de compostagem, que permitirão reduzir emissões dos fertilizantes sintéticos e a sua substituição por fertilizantes orgânicos, a redução das emissões dos sistemas de produção animal, por via de aumentos da qualidade da dieta e da instalação de pastagens biodiversas e pelo aumento de sequestro por via de uma florestação ativa e aumentos de produtividade média da floresta. O montante global de investimentos adicionais em algumas das tecnologias identificadas, que permitem obter reduções nas emissões de fertilizantes e aumentos de sequestro em solos agrícolas, pastagens e florestas, ascende a cerca de 570 milhões de euros no período 2021-2050, o que se traduz num valor anualizado de cerca de 19 milhões de euros.

Quadro 19 - Volume de investimento em tecnologias no setor agricultura e florestas no período 2016-2050

<b>Investimentos em tecnologias mitigadoras</b>	<b>2021-2030</b>	<b>2031-2040</b>	<b>2041-2050</b>	<b>Σ 2021/50</b>
<b>Total agricultura, florestas e outros usos de solo</b>	<b>130,8</b>	<b>206,6</b>	<b>231,2</b>	<b>568,6</b>
<b>Agricultura e solos agrícolas</b>	<b>56,0</b>	<b>77,5</b>	<b>99,0</b>	<b>232,6</b>
Agricultura de precisão	53,8	73,0	92,3	219,0
Compostagem	2,3	4,5	6,8	13,6
<b>Pastagens</b>	<b>66,8</b>	<b>11,1</b>	<b>11,1</b>	<b>89,0</b>
Pastagens permanentes biodiversas	66,8	11,1	11,1	89,0
<b>Florestas</b>	<b>8,0</b>	<b>118,0</b>	<b>121,0</b>	<b>247,0</b>
Florestação	8,0	118,0	121,0	247,0

[milhões €]

A natureza do setor resíduos e águas residuais, nomeadamente a sua relevância enquanto serviço público, e as condicionantes ambientais existentes, e previsíveis, ao seu funcionamento e desempenho

futuros, estabelecem desde logo um esforço de investimento que tem muito mais a ver com regulamentação do setor e da regulamentação de natureza ambiental existente e muito menos com medidas associadas ao combate às alterações climáticas.

Sendo que, de forma muito relevante, as primeiras concorrem para os objetivos fundamentais das segundas. Por exemplo, no caso das águas residuais industriais, o esforço de redução de emissões de GEE passa por generalizar o tratamento secundário dos efluentes orgânicos.

Essa orientação tem consequências muito positivas em termos de emissões de GEE, parecendo distorcido estar a referir este esforço de investimento como orientado à descarbonização quando, na verdade, ele segue uma tendência da primeira geração de medidas de natureza ambiental. Por outro lado, a perenidade das infraestruturas, nomeadamente no que respeita aos edifícios existentes, às redes de drenagem e às infraestruturas de tratamento ou destino final, levam a crer mais numa manutenção dos paradigmas e numa evolução em continuidade, do que em alterações tecnológicas disruptivas no setor. Ainda, as medidas de economia circular e de redução de geração de cargas orgânicas (por exemplo, a redução da produção unitária de resíduos orgânicos e do desperdício alimentar) são muito dificilmente contabilizáveis e não atribuíveis, direta e maioritariamente, às políticas e medidas de combate às alterações climáticas.

É neste sentido que foi considerado que a referência e análise a custos associados ao setor resíduos e águas residuais não é relevante no contexto dos objetivos do RNC 2050.

## **7.2. Poupança com importação de combustíveis fósseis**

A transição para uma economia neutra em carbono será apoiada numa maior utilização de fontes de energia renovável endógenas, o que permitirá reduzir a dependência energética do exterior dos atuais 78% para valores inferiores a 20%.

Portugal consumiu em 2015 cerca de 704 PJ de carvão, gás natural e produtos petrolíferos. Estes combustíveis são integralmente importados (petróleo, carvão e gás natural) ou são produzidos a partir de matérias-primas importadas (gasóleo, gasolina, entre outros). Com a concretização de uma economia neutra em carbono estes consumos energéticos reduzem-se em cerca de 90% em 2050 face a 2015.

A aquisição destes combustíveis constitui um custo importante para a economia portuguesa e um dos fatores que mais penaliza a balança comercial portuguesa, tendo representado em 2015 mais de 35% do saldo importador da balança de mercadorias.

A neutralidade carbónica permitirá, portanto, uma substancial poupança com a aquisição de combustíveis fósseis nos mercados internacionais, sendo que as poupanças estimadas face ao consumo em 2015 excedem os custos a partir de 2035.

A poupança global acumulada no período 2020-2050 ascende a cerca de 43 mil milhões de euros, o que se traduz num valor anualizado de 1,2 mil milhões de euros (cerca de 0,6% do PIB). O adicional de poupança com a neutralidade carbónica ascende a cerca de 10 mil milhões de euros para totalidade do período, ou seja, cerca de 275 milhões de euros por ano (cerca de 0,1% do PIB).

A transição energética assente em fontes de energia renovável endógenas representa, no caso de uma economia aberta e ainda fortemente dependente da importação de combustíveis fósseis como é atualmente a economia nacional, uma oportunidade importante para reduzir a dependência energética e redirecionar recursos que atualmente são utilizados para aquisição de combustíveis fósseis - e que portanto saem da economia nacional - para o investimento na economia.

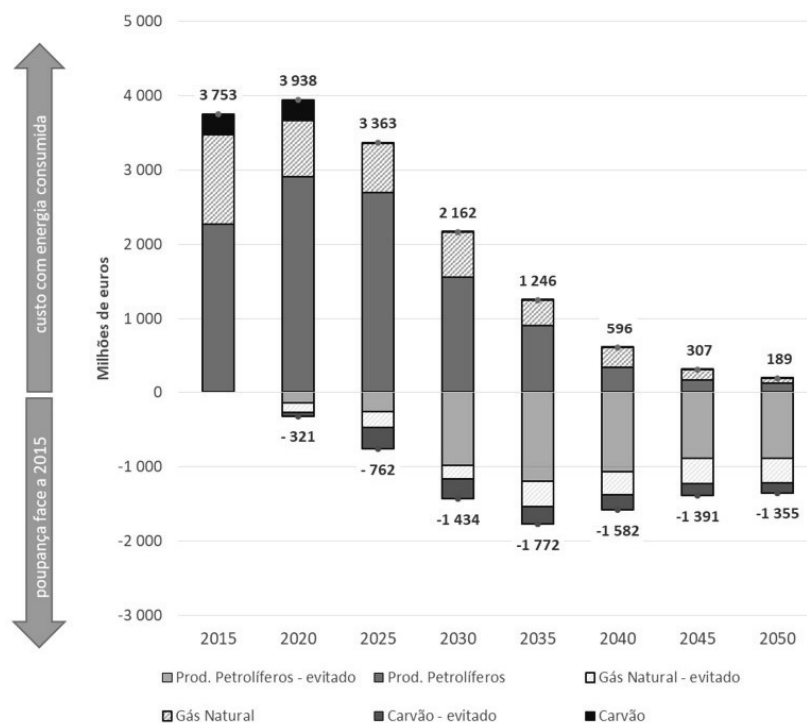


Figura 32 - Custos e poupanças com a importação dos principais combustíveis fósseis

### 7.3. Financiamento

O financiamento da transição para uma sociedade neutra em carbono, circular e coesa, nas suas múltiplas vertentes, é um fator crucial para o sucesso do objetivo nacional de atingir a neutralidade carbónica em 2050.

Para tal, é necessário garantir que a política climática é financiada de forma sustentável e que a sua aplicação é feita de forma eficiente, equitativa e em linha com os objetivos de longo-prazo do país, evitando financiar os investimentos que não estejam em linha com este objetivo e potenciando a criação de novos *clusters* em território nacional. Importa assim fomentar o desenvolvimento de um quadro favorável ao financiamento sustentável<sup>12</sup> e um maior envolvimento do sistema financeiro.

<sup>12</sup> De acordo com o plano de ação da Comissão Europeia, «financiamento sustentável» designa, em geral, «um processo pelo qual se integram devidamente as considerações ambientais e sociais na tomada de decisões de

**Instrumentos de financiamento europeus**

O financiamento da política climática em Portugal conta com o apoio de diversos fundos comunitários, devendo estar devidamente articulado com os mecanismos disponíveis, por forma a potenciar o aproveitamento mais eficaz dos mesmos. Muitos destes fundos e financiamentos foram já re-orientados no quadro comunitário 2014-2020 para privilegiar projetos com contributos positivos para a mitigação ou adaptação às alterações climáticas.

O Quadro Financeiro Plurianual 2021-2027 será uma das principais fontes de financiamento para a descarbonização da economia na próxima década. De acordo com o proposto pela Comissão Europeia, 25% do orçamento global da despesa deverá ser dedicado à ação climática, o que poderá significar uma alocação a esta área da ordem dos 320 mil M€ no período em questão.

Destaca-se, também o Plano de Ação para Financiar o Crescimento Sustentável, adotado pela Comissão Europeia e que ambiciona reorientar os fluxos de capitais para investimentos sustentáveis, gerir os riscos financeiros decorrentes das alterações climáticas e promover a transparência e a visão a longo prazo nas atividades económicas e financeiras. Deste plano irão surgir várias ações, dos quais se destaca a criação de um sistema comum de classificação das atividades sustentáveis que será depois utilizado por todos os Estados-Membros.

Também ao nível do apoio à investigação e inovação nas áreas da indústria do digital e a projetos de demonstração de tecnologias inovadoras de baixo carbono existem diversos programas a nível europeu para a próxima década, como por exemplo, o Programa *Horizon Europe*, o Programa LIFE - Programa para o Ambiente e a Ação Climática e o Fundo de Inovação - NER 450.

O InvestEU é um novo instrumento da UE para mobilizar o financiamento público e privado para investimentos estratégicos no quadro das políticas europeias e inclui o cumprimento de requisitos de sustentabilidade do investimento, ajudando na orientação dos fluxos de capital para o investimento sustentável. Este instrumento contempla diversos domínios de intervenção, nomeadamente, infraestruturas sustentáveis, investigação, inovação e digitalização, pequenas e médias empresas e investimento social e competências.

O *Connecting Europe Facility* (CEF) permitirá o financiamento de projetos da área de infraestruturas no setor

---

investimento, conduzindo a um maior investimento em atividades sustentáveis e de longo prazo». Mais especificamente, as questões ambientais estão relacionadas com a atenuação das alterações climáticas e a adaptação às mesmas, bem como com o ambiente em termos mais alargados e com os riscos relacionados (p. ex.: catástrofes naturais). A expressão «considerações sociais» abrange as questões ligadas à desigualdade, ao caráter inclusivo, às relações laborais, ao investimento em capital humano e às comunidades. As considerações sociais e ambientais estão muitas vezes interligadas, uma vez que as alterações climáticas, em especial, podem exacerbar sistemas existentes e que promovem a desigualdade. A governação das instituições públicas e privadas, incluindo questões como as respetivas estruturas de gestão, as relações laborais ou a remuneração dos executivos, terá um papel fundamental a desempenhar para garantir a inclusão das considerações sociais e ambientais no processo de tomada de decisões.”

da energia, transportes e digital e a PAC, do qual 40% deverá contribuir para a ação climática, visando liderar a transição para uma agricultura mais sustentável.

No âmbito da adaptação, salienta-se a Política de Coesão que visa suportar o desenvolvimento sustentável através de investimentos em adaptação às alterações climáticas e prevenção de risco, bem como medidas de proteção do ambiente e infraestruturas. Neste contexto, o Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional deverá investir entre 30% a 50% em projetos relacionados com inovação, e pelo menos 30% em projetos que combatam as alterações climáticas e contribuam para a economia circular, e entre 6% a 10% deverá ser alocado à área de desenvolvimento urbano sustentável.

#### **Instrumentos de financiamento nacionais**

A política climática nacional beneficia ainda da consignação de um conjunto de receitas relevantes geradas pelas próprias políticas climáticas, sendo de destacar as receitas dos leilões no âmbito do regime CELE, alocadas ao Fundo Ambiental, que assume um papel de destaque enquanto principal instrumento nacional para o financiamento da ação climática, nas suas dimensões de mitigação e adaptação.

A utilização das receitas do CELE para fins de combate às alterações climáticas é um princípio fundamental que vem sendo aplicado por Portugal desde 2012 e que se deverá manter e reforçar, em particular para apoiar a implementação de ações setoriais, alinhadas com as orientações de política estabelecidas no RNC 2050, no PNEC 2030 e no P3AC.

Ainda a nível nacional é de destacar, para a próxima década, o Plano Nacional de Investimento que consagra a descarbonização da economia como uma das áreas estruturantes, contemplando mais de 66% do investimento em áreas que contribuem para estes objetivos.

Ao nível do financiamento público existem igualmente outros fundos nacionais direcionados para apoiar a descarbonização da economia e a transição energética, oferecendo possibilidades de financiamento que estão disponíveis tanto para o setor público como para o setor privado, sendo de destacar, o Fundo de Inovação, Tecnologia e Economia Circular, o Fundo para a Eficiência Energética, o Fundo para a Sustentabilidade Sistémica do Setor Energético, o Fundo de Apoio à Inovação, o Fundo Azul e o Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado.

Para além destes existem ainda uma série de outros instrumentos de financiamento relevantes como sejam, a Linha de Crédito para Eficiência Energética, o Programa «Casa Eficiente 2020», o Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbanas 2020, o Programa Reabilitar para Arrendar e o Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica, mecanismos estes disponíveis para um horizonte de curto-prazo mas que poderão vir a ser replicados no futuro caso se revelem necessários e custo-eficazes na promoção da descarbonização da economia portuguesa.

#### **Instrumentos financeiros no âmbito do setor privado**

O financiamento à descarbonização e à economia circular tem dado origem ao desenvolvimento de produtos financeiros por parte do setor financeiro privado, e que conseguem assim captar investimento para ser utilizado

em atividades empresariais que promovem a descarbonização e o uso mais eficiente dos recursos. Alguns desses produtos:

- Obrigações verdes corporativas: são qualquer tipo de instrumento de obrigações onde o valor da dívida contraída será aplicado exclusivamente para financiar ou refinanciar, em parte ou na totalidade, novos projetos e/ou projetos verdes elegíveis. A definição de elegibilidade dos projetos é dada normalmente pelos Princípios das Obrigações Verdes da *International Capital Market Association* (ICMA) estando a Comissão Europeia, á data, a trabalhar na definição de um Standard Europeu para as Obrigações Verdes.
- Obrigações verdes soberanas: são obrigações soberanas muito semelhante às obrigações emitidas usualmente, com a grande diferença de que os fundos obtidos são exclusivamente dedicados a cobrir despesa pública com benefícios ambientais. Como tal, é necessário existir informação detalhada sobre o destino de aplicação do financiamento levantado, existindo, adicionalmente, a necessidade de se fazerem relatórios anuais aos investidores sobre o uso do capital e o impacte dos investimentos.
- Empréstimos verdes: são qualquer tipo de instrumento de empréstimo disponibilizado exclusivamente para financiar ou re-financiar, no todo ou em parte, novos projetos, e/ou projetos verdes elegíveis existentes. Estes empréstimos verdes consistem na atribuição de um empréstimo a uma entidade, em que a taxa de juro a pagar dependerá da capacidade da empresa em atingir os objetivos ambientais definidos e acordados entre o financiador e o financiado. Para que um empréstimo seja considerado verde, existem vários procedimentos referidos nos Princípios para os Empréstimos Verdes produzidos pela *Loan Market Association*.
- Fundos de investimento sustentáveis: são fundos que têm critérios ambientais, sociais e de governação na escolha dos seus ativos. Ou seja, são fundos que procuram adquirir ações e/ou obrigações de empresas que têm práticas de sustentabilidade demonstradas. Estes fundos estão em franco crescimento, sendo que 53% dos fundos europeus têm algum tipo de critério ambiental, social e de governação na estruturação do seu portefólio.
- *Blended Finance*: usa uma combinação de financiamento público e privado (ou filantrópico) para financiar projetos com alto impacte no desenvolvimento e para melhorar o perfil risco-retorno do projeto, ou seja, melhorar a viabilidade comercial para o investidor privado. A existência de *blended finance* implica que seja possível combinar para um mesmo projeto vários tipos de financiamento, como por exemplo, donativos para capacitação e assistência técnica, investimento no capital da empresa, empréstimos com garantia, entre outros.
- 

Estes produtos financeiros têm vindo a ser cada vez mais utilizados, constituindo ferramentas de mercado essenciais para a promoção da descarbonização efetiva na economia.

Também a política fiscal deverá ser alinhada com o objetivo de neutralidade definido, dando os sinais certos à economia, internalizando as externalidades, influenciando a alteração de comportamentos e permitindo simultaneamente a geração de receitas públicas que possam ser aplicadas em medidas de descarbonização e de garantia de uma transição justa. Deverá assim ser prosseguida uma fiscalidade verde que tenha por fim a obtenção de um triplo dividendo, económico, social e ambiental.

A dinâmica de investimento associada à descarbonização da economia e transição energética, constitui também uma oportunidade para a inovação do setor financeiro com a criação de novos produtos e serviços ligados a esta nova economia verde, nomeadamente obrigações verdes, empréstimos verdes, fundos de investimento sustentáveis e fundos de impacte.

Por outro lado, o setor financeiro deverá progressivamente incorporar na análise de risco, os fatores ambientais, sociais e de governação, de forma a minimizar os riscos decorrentes da exposição das suas carteiras a projetos e ativos que, no paradigma da transição para a neutralidade, possam ficar obsoletos. Estas abordagens contribuem para a redução dos riscos associados ao investimento e para a captação de novos tipos de clientes.

Importa ainda referir os instrumentos de preço de carbono que visam a internalização do preço de carbono nas decisões estratégicas e operacionais das empresas e promove a adoção pelos operadores de medidas de menor custo com vista à redução das emissões. Estabelecer um preço de carbono constitui uma das medidas mais custo-eficazes e um verdadeiro incentivo à redução de emissões de GEE. Um preço de carbono pode ser aplicado através de uma taxa de carbono ou através de sistemas de comércio de emissões, como é o caso do CELE. Portugal participa no CELE desde 2005 e adotou uma taxa de carbono em 2015, sob a forma de um adicionamento ao Imposto Sobre Produtos Petrolíferos e Energéticos, na sequência da «Lei da Fiscalidade Verde».

As políticas de preço de carbono devem ser fomentadas, designadamente através de uma aplicação efetiva do regime CELE, promovendo ações que conduzam a um reforço do preço de carbono, fomentando a aplicação generalizada da taxa de carbono a setores não abrangidos pelo CELE, eliminando as isenções existentes. Importa assim garantir a reciclagem destas verbas na descarbonização da sociedade, estabelecendo, por um lado, os sinais corretos aos agentes económicos e, por outro, canalizar a receita para o investimento na descarbonização, no desenvolvimento das infraestruturas sustentáveis necessárias ao país e para que o setor privado possa alavancar a sua atividade.

A concretização do objetivo de neutralidade carbónica estabelecido deve, portanto, explorar uma diversidade de instrumentos financeiros, sendo necessário:

- Alinhar os ciclos de financiamento e os fundos públicos nacionais com os principais *drivers* de descarbonização e a transição energética, e descontinuar os investimentos que não estejam em linha com este objetivo;
- Alavancar e orientar o Investimento Direto (Nacional e Estrangeiro) para uma economia do

futuro, alinhada com as áreas e os objetivos de descarbonização e transição energética nacionais, potenciando a criação de novos *clusters* em território nacional;

- Tornar a fiscalidade num instrumento chave para a transição para uma sociedade neutra em carbono, beneficiando as tecnologias limpas e removendo incentivos perversos aos combustíveis fósseis ou a investimentos que aumentem as emissões;
- Alinhar o sistema financeiro com os objetivos da descarbonização.

Neste contexto, será essencial garantir a existência de um quadro regulatório estável e competitivo, que assegure a mobilização de fluxos financeiros públicos e privados, para a execução das medidas necessárias para alcançar os objetivos definidos, dando assim estabilidade aos investidores nos deferentes setores.

Neste quadro, será ainda necessário estabelecer mecanismos de monitorização da mobilização dos fluxos de financiamento para a prossecução dos objetivos deste RNC 2050, designadamente através da sua integração nos mecanismos de reporte já existentes em matéria de acompanhamento da política climática.

#### **7.4. Impacto no emprego e no PIB**

A neutralidade carbónica, tal como qualquer outra transformação profunda da sociedade, apresenta simultaneamente oportunidades e desafios para a economia e o emprego.

Em termos de oportunidades, é inegável que haverá um efeito positivo no PIB e no emprego provocado por investimentos na dinamização de novos setores. A título de exemplo, refira-se o investimento na modernização industrial, na economia circular, na mobilidade sustentável, na produção de energia fotovoltaica centralizada e descentralizada. Este investimento com elevado potencial de criação de novos modelos de negócio, produtos e serviços, será gerador de riqueza e emprego em todas as cadeias de valor associadas - seja relacionado com a produção, montagem, distribuição e venda, financiamento, seguros, operação e manutenção, descomissionamento, reciclagem.

No entanto, o montante nacional desse valor e emprego dependerá da capacidade do país para atrair e gerar investimentos na produção desses equipamentos e na capacidade de desenvolver a cadeia de fornecedores de serviços e atividades conexas. Isso remete para a identificação antecipada dos novos *clusters* de atividade que serão criados pela neutralidade carbónica e para a necessidade de que o Estado crie um quadro regulamentar, fiscal e de incentivos que cumpra duas funções principais: eliminar eventuais barreiras e subsídios perversos que impeçam as novas tecnologias de se expandirem ou que perpetue tecnologias que dificultem a descarbonização; e maximizar e promover a informação e a adoção das tecnologias que promovam a descarbonização.

O papel do Estado será também fundamental para o desenvolvimento das infraestruturas que serão condição para que certas tecnologias possam ser uma realidade. Como exemplo, refira-se os desafios que uma mobilidade fundamentalmente elétrica baseada em baterias e/ou hidrogénio coloca, nomeadamente a necessidade de expandir fortemente a rede de carregamento de baterias ou de

desenhar e implementar novas redes, como sejam uma rede para carregamentos de hidrogénio ou de catenárias nas principais vias rodoviárias.

Outro aspeto positivo da neutralidade carbónica situa-se no reforço do valor e emprego em atividades no domínio da investigação, inovação e desenvolvimento, que deverá cobrir o desenvolvimento ou aperfeiçoamento das tecnologias que permitem a descarbonização, mas também o desenvolvimento de novos modelos de negócio e a mobilização das famílias e empresas para os objetivos da descarbonização. No domínio da formação, é possível antecipar novas necessidades de formação de quadros e trabalhadores aos mais diversos níveis, que sejam capazes de produzir, instalar e operar essas tecnologias.

No entanto, e em termos de desafios, haverá setores que poderão ser potencialmente afetados pela transição energética. É, portanto, necessário identificar precocemente quais os setores mais afetados e iniciar o desenho de políticas que criem oportunidades alternativas para os trabalhadores e/ou territórios afetados. Como exemplo, refira-se as alterações na cadeia de valor automóvel decorrentes da expansão da mobilidade elétrica, a qual deverá ser reconvertida de forma a aproveitar as oportunidades decorrentes desta transição.

O balanço económico e no emprego da neutralidade carbónica dependerá, portanto: do valor e emprego gerados pelas oportunidades da neutralidade carbónica; do valor e emprego que serão afetados por essa mesma neutralidade; e da capacidade da sociedade portuguesa para criar novos *clusters*.

O impacto no PIB pode rondar os 8%, quando comparado com um cenário de estagnação do atual sistema energético, e um crescimento de eficiência energética de apenas 0,1%/ano, cenário este muito conservador (cenário BAU).

As trajetórias de neutralidade induzem a longo prazo um impacto positivo adicional na economia estimado em 0,5-0,9%, quando comparado com um sistema energético que evolui para suportar uma economia competitiva e eficiente, mas em que não se atinge a neutralidade (cenário sem neutralidade).

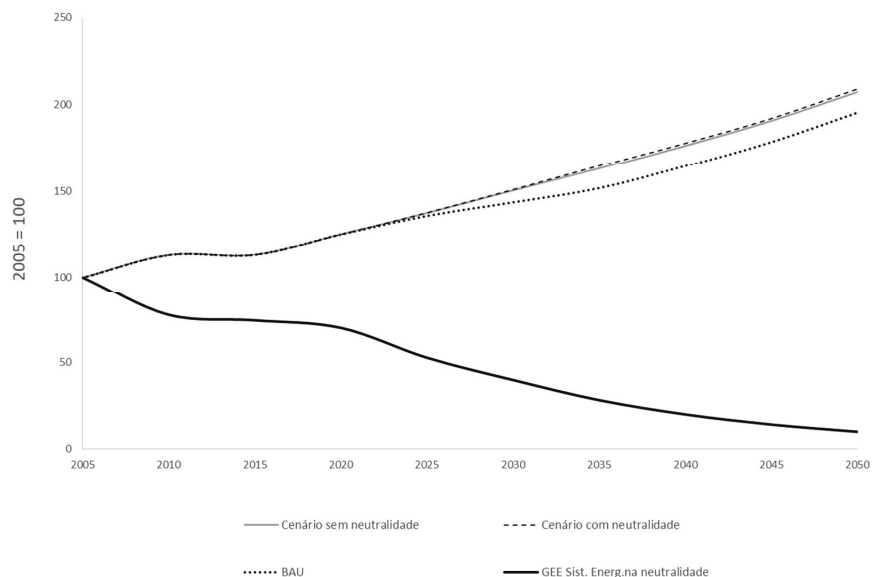


Figura 33 - Evolução do PIB e emissões de GEE no período 2005-2050

Quadro 18 - Impacte macroeconómico dos cenários de descarbonização e neutralidade carbónica em 2050

Impacte cenário sem neutralidade (2050)		Impacte adicional da neutralidade (2050)	
PIB	8,1%   9,2%	PIB	0,5%   0,9%
Consumo Privado	21,1%   29,0%	Consumo Privado	2,0%   3,4%
Investimento	41,7%   43,9%	Investimento	3,1%   7,2%
Emprego	0,8%   0,8%	Emprego	0,1%   0,1%

Em resumo, a modelação económica destas alterações sugere um impacto globalmente positivo no PIB resultante da descarbonização quase total do sistema energético nacional, alavancado por um crescimento significativo no investimento e no consumo privado e uma criação líquida de emprego marginal. Isto é, a neutralidade carbónica será globalmente positiva para Portugal. De salientar que estas estimativas não incluem os benefícios dos danos evitados das alterações climáticas e dos respetivos custos de adaptação.

Adicionalmente, deve reconhecer-se que a modelação macroeconómica é baseada numa estrutura da economia e de relações entre setores que se mantém ao longo do tempo, pelo que a utilização destes modelos em horizontes temporais extensos é sempre um desafio e um exercício com grande incerteza. No contexto do RNC 2050 a incerteza relacionada com os 35 anos de modelação é exacerbada com a alteração profunda da sociedade e das relações entre agentes económicos que serão ditadas pela própria neutralidade carbónica. Isto faz com que os modelos macroeconómicos captem melhor as perdas dos setores afetados pela neutralidade carbónica do que as oportunidades trazidas por novos setores ou tecnologias. Ou seja, os impactos económicos e no emprego estão provavelmente subestimados e os benefícios da neutralidade carbónica são provavelmente muito superiores aos referidos.

#### Modelo GEM-E3\_PT

O modelo GEM-E3\_PT é a versão nacional do modelo Europeu GEM-E3 utilizado diversas vezes pela Comissão Europeia para avaliar o impacto macroeconómico de diversas políticas Europeia de energia-clima. O GEM-E3\_PT é um modelo recursivo dinâmico, de equilíbrio geral, que abrange todos os setores da economia nacional agregados em 18 setores produtivos (e.g., agricultura, silvicultura e pescas; metais ferrosos e não ferrosos; produtos químicos; outra indústria energético intensiva; equipamentos de transporte; transportes terrestres; serviços de crédito e seguros) e 13 bens de consumo das famílias (e.g. vestuário e calçado; habitação; combustíveis e eletricidade; aparelhos de aquecimento e cozinha; assistência médica e saúde; equipamentos de transporte; comunicações).

O modelo tem como principal objetivo a maximização do lucro dos setores produtivos e o bem-estar económico das famílias, calculando o equilíbrio entre os preços de mercado de bens e serviços, trabalho e capital.

Adicionalmente o modelo possui ainda uma desagregação tecnológica do setor eletroprodutor em 13 tecnologias distintas, as quais possuem diferentes fatores produtivos, incluindo materiais provenientes de inúmeros setores, bem com uma matriz de investimento setorial.

O modelo GEM-E3\_PT assenta numa matriz de contabilidade social calibrada para 2005, que representa as transações económicas das contas nacionais entre os diversos agentes económicos determinando as diferentes receitas e despesas dos setores produtivos, famílias, governo e resto do mundo, i.e., exportações e importações, bem como, produção, emprego, investimento, entre outros.

### **8. Assegurar uma transição justa e coesa**

As alterações climáticas e as respostas para fazer face a este desafio global têm um impacto sobre o emprego e as atividades económicas e o Acordo de Paris tem em conta a necessidade de salvaguardar uma transição justa da força de trabalho e a criação de emprego digno e de qualidade, de acordo com as prioridades de desenvolvimento de cada país.

A transição para a neutralidade carbónica implica uma transformação sistémica da estrutura e operação do atual sistema económico que, a nível nacional poderá representar mais oportunidades do que riscos. Efetivamente, esta transformação trará oportunidades para novos modelos de negócio e criação de novos *clusters* com geração líquida de trabalho, por exemplo nos setores ligados à produção de energias renováveis, da engenharia de automação ou dos serviços e logística associados à mobilidade partilhada e autónoma. Assim, a análise macroeconómica desenvolvida aponta para uma criação líquida marginal de postos de trabalho, num cenário extremamente conservador.

No entanto, é também expectável que haja perda de emprego em setores tradicionais de bens e serviços, sobretudo os assentes na produção energia-intensiva e no consumo de base fóssil. A nível nacional, por exemplo, na sequência do compromisso assumido de abandonar a produção de eletricidade a partir de carvão até 2030, podem antecipar-se impactes diretos da transformação energética sobre as duas centrais de produção de eletricidade a partir de carvão. Uma gestão adequada, envolvendo todos os atores relevantes será fundamental para planear a transição e identificar medidas específicas para garantir uma transição justa para os trabalhadores e comunidades em questão.

Se por um lado, as grandes instalações de combustão vão necessariamente perder peso, é hoje relativamente consensual que a criação de emprego na produção renovável de energia pode mais do que compensar essa perda de emprego local. Nesta medida, será necessário programar um conjunto de ações para antecipar a criação de condições e competências necessárias para uma transição justa, focada na reconversão e requalificação profissional que assegure o rendimento das populações mais diretamente ligadas aos setores em declínio.

A neutralidade carbónica impulsionará a aquisição de novas competências, assim como a criação de novos modelos de negócio. Atualmente em Portugal, existem já cerca de 10.000 empregos diretos ligados ao *cluster* das renováveis, incluindo cerca de 3.000 no cluster eólico. A natureza da transição para um sistema mais desconcentrado implicará maior necessidade de mão-de-obra especializada, embora forçosamente mais disseminada.

Por conseguinte, é crucial assegurar que os quadros de apoio nacionais e europeus sejam orientados para a investigação e o desenvolvimento tecnológico a par com um investimento abrangente em educação, formação profissional e vocacional em linha com os novos paradigmas dos setores de atividade nacionais com vista à (re)qualificação da força de trabalho para garantir uma transição justa.

#### **9. Garantir condições eficazes de governação e assegurar a integração dos objetivos de neutralidade carbónica nos domínios setoriais**

---

De forma a assegurar o acompanhamento da transição para a neutralidade carbónica será necessário adotar um modelo de governação que garanta a articulação política, a implementação das políticas climáticas e a coerência das políticas e estratégias setoriais nacionais com o objetivo de alcançar a neutralidade carbónica em 2050.

Para o efeito, existe já um conjunto de estruturas de governação a nível nacional, quer a nível político, com destaque para a Comissão Interministerial do Ar, das Alterações Climáticas e da Economia Circular (CA2)<sup>13</sup>, quer ao nível técnico e de articulação setorial, em que o SPeM<sup>14</sup> e o Sistema Nacional de Inventário de Emissões e Remoção de Poluentes Atmosféricos (SNIERPA) assumem particular relevância.

A CA2 providencia orientações de carácter político e promove a articulação e a integração das políticas de alterações climáticas nas políticas setoriais e o acompanhamento da implementação das medidas, programas e ações setoriais relevantes que sejam adotados.

Para além de acompanhar o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal a nível nacional, comunitário e a nível das Nações Unidas, esta Comissão deve também assegurar a promoção, a supervisão e o acompanhamento da concretização das políticas e medidas para uma efetiva aplicação das orientações e cumprimentos das metas de redução de emissões estabelecidas no quadro do Plano Nacional Integrado Energia e Clima (PNEC), e futuras revisões periódicas, nos termos do Regulamento (UE) 2018/1999 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018.

Desta forma, o acompanhamento do progresso alcançado rumo ao objetivo para a neutralidade carbónica caberá igualmente a esta Comissão.

O Sistema Nacional de Políticas e Medidas (SPeM) visa envolver e reforçar a responsabilização dos setores na integração da dimensão climática nas políticas setoriais; assegurar o acompanhamento, monitorização e reporte da execução das políticas e medidas e dos seus efeitos, e o reporte das projeções das emissões de gases com efeitos de estufa e de outros poluentes atmosféricos; avaliar o cumprimento das obrigações nacionais, incluindo metas setoriais, no âmbito do pacote clima e energia da UE e das políticas do ar nos horizontes 2020, 2025 e 2030, conforme estabelecidas respetivamente no PNAC 2020-2030 e na Estratégia Nacional para o Ar 2020.

Traçar o rumo para a neutralidade carbónica implica um alinhamento das políticas setoriais com este objetivo de longo prazo, pelo que as linhas de orientação e os vetores de descarbonização terão de ser integrados nos diversos planos e instrumentos de política setorial relevantes, nomeadamente nas áreas da energia, dos transportes, do comércio, dos serviços, dos resíduos, da agricultura e florestas. As políticas setoriais deverão assim privilegiar as soluções que contribuam para a neutralidade carbónica e evitar opções que limitem o alcance dos objetivos da descarbonização no futuro.

Neste quadro, será fundamental instituir um procedimento de avaliação do impacte, a integrar no processo legislativo, por forma a possibilitar a aferição do contributo para a neutralidade carbónica desses instrumentos e planos de política setorial.

---

<sup>13</sup> Criada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, e cujas competências específicas da CA2 constam do Despacho n.º 2873/2017, de 6 de abril,

<sup>14</sup> Criado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2016, de 26 de agosto

Alcançar este objetivo implica alterações na nossa economia, no nosso modelo territorial e na nossa sociedade, pelo que reforçar a coesão territorial no processo de transição é fundamental. Assim, esta transição deve ser feita de forma planeada, envolvendo os diferentes setores da nossa sociedade e as diferentes regiões.

Promover a elaboração de roteiros para a neutralidade carbónica, a nível regional e/ou intermunicipal, coerentes com o RNC2050 e articulados entre si, permitirá viabilizar uma transição coesa e mais próxima do cidadão, envolvendo a participação ativa dos agentes regionais e das entidades dos diferentes níveis de organização territorial.

10. Envolver a sociedade, apostar na educação, informação e sensibilização e contribuir para aumentar a ação individual e coletiva

A compreensão do problema das alterações climáticas e a mobilização dos cidadãos, dos agentes económicos e dos decisores políticos para a redução de emissões de GEE e a promoção da adaptação da sociedade a um mundo em que o clima está a mudar são condições indispensáveis para o sucesso de qualquer política climática.

Segundo o Eurobarómetro especial sobre Alterações Climáticas de 2017, os portugueses expressaram as seguintes opiniões:

- 83% consideram as alterações climáticas um «problema sério ou muito sério»;
- consideram que os governos nacionais (50%), as empresas e a indústria (48%), a UE (38%), as autoridades locais e regionais (36%) devem tomar ações para combater as alterações climáticas;
- creem que o impacto para a economia e o emprego será positivo quando se combate às alterações climáticas e promove a eficiência energética (87%), e se reduz a importação de combustíveis fósseis (79%);
- consideram importante que o Governo estabeleça metas nacionais para aumentar o recurso a energias renováveis (94%);
- consideram que a transição para as energias limpas deve ser apoiada financeiramente e que devem ser reduzidos os subsídios aos combustíveis fósseis (82%) e que o Governo deve apoiar a eficiência energética, nomeadamente no setor residencial (93%);
- 20% consideram-se pessoalmente responsáveis por tomar ação;
- 60% afirmam ter agido recentemente no sentido de combater as alterações climáticas. No entanto, quando inquiridos sobre ações concretas (p.ex. adotar medidas de eficiência energética em casa, aquisição de eletrodomésticos eficientes, alteração de comportamentos e investimentos relativos à mobilidade, etc) as respostas positivas são ainda muito pouco expressivas.

Estes resultados sugerem que os portugueses, enquanto consumidores e cidadãos, reconhecem as alterações climáticas como um problema mas esperam que o governo, as empresas e as autoridades locais e regionais atuem. É assim necessário reforçar a noção da importância da ação individual, através das mudanças de comportamento e de estilo de vida.

No mundo empresarial é também crescente o número de empresas que têm vindo a integrar as alterações climáticas enquanto fator crítico nas suas estratégias de negócio e na sua comunicação externa, adotando consequentemente um conjunto de ações concretas que reduzem as suas emissões de GEE e/ou que apelam a mudanças de comportamento dos seus consumidores.

As instalações com maiores emissões a nível nacional, estão desde 2005 abrangidas pelo regime de CELE, através do qual estão obrigadas a monitorizar, reportar e reduzir as suas emissões anuais. Essa abrangência internalizou nestas empresas o custo ambiental das emissões dos gases de efeito de estufa, uma vez que as emissões têm um custo associado. A existência de um preço do carbono robusto é um fator fundamental para induzir o investimento em eficiência energética e tecnologias de baixo carbono, traduzindo-se na redução de emissões mas também na redução de custos de produção e no aumento da competitividade.

Conscientes da mudança de paradigma, os diversos setores industriais têm vindo a desenvolver os seus próprios roteiros de baixo carbono, onde identificam as opções para a adequação da sua atividade à nova realidade; através da antecipação do risco de disrupção do seu modelo de negócio e do posicionamento estratégico focado na ação climática como vantagem competitiva.

Tem também vindo a aumentar a adesão a sistemas de cálculo de pegada de carbono; a sistemas de auditoria e comunicação de emissões; a sistemas de rotulagem ecológica; ou a sistemas de certificação ambiental. Muitas empresas estão já a utilizar essa informação na sua comunicação com os consumidores, com os seus fornecedores e demais partes interessadas, o que sugere que muitas estão atentas e interessadas na transformação social associada à descarbonização.

Para generalizar estas tendências torna-se necessário apostar na sensibilização e formação dos decisores e colaboradores das empresas para a adoção de métodos de produção e de prestação de serviços sustentáveis que contribuam para o combate às alterações climáticas, explorando em particular temas estratégicos como o potencial de redução de emissões de GEE que as suas empresas podem alcançar; a importância de integrar e salvaguardar a descarbonização nas suas cadeias de fornecimento; a disseminação de boas práticas em termos de comunicação com os consumidores e reforço da transparência através de ferramentas como a pegada carbónica; a difusão de novas tecnologias e a promoção de um ambiente de diálogo entre a investigação, inovação e desenvolvimento e o mundo empresarial; a importância do eco-design, da eficiência energética; da circularidade dos processos produtivos e dos materiais, estimulando o uso de subprodutos de outras indústrias e a redução ou encaminhamento dos resíduos.

O sistema financeiro deverá ser estimulado a diferenciar positivamente e a redirecionar os investimentos para tecnologias e projetos sustentáveis, resilientes e de baixo carbono. A formação dos quadros destas instituições será determinante para que as suas árvores de decisão passem a incluir

critérios relacionados com a contribuição dos investimentos propostos para a descarbonização e avaliar a resistência e resiliência desses investimentos às consequências das próprias alterações climáticas. É igualmente importante mobilizar o lado da procura para que esta aumente o seu interesse por produtos financeiros mais sustentáveis, bem como, divulgar a importância dos temas da descarbonização junto das empresas e consumidores.

As organizações não-governamentais portuguesas, ativas nas mais diversas áreas temáticas, como seja o ambiente, a cooperação para o desenvolvimento, os direitos humanos e o desenvolvimento local, têm também dado uma importância crescente ao tema das alterações climáticas, contribuindo para uma maior sensibilização e informação dos cidadãos e para a vigilância das ações das empresas, dos organismos públicos e das decisões políticas neste domínio.

Finalmente, e ao nível das autoridades públicas, tem havido também progressos importantes. São exemplos de medidas concretas para a descarbonização do setor público o Programa de Eficiência Energética na Administração Pública «ECO.AP», que tem como objetivo permitir que o Estado reduza os consumos de energia nos serviços e organismos e alcance um nível de eficiência energética de 30% nos organismos e serviços da Administração Pública; o Programa de Apoio à Mobilidade Elétrica na Administração Pública que tem como objetivo promover a descarbonização e a melhoria do desempenho ambiental do parque de veículos do Estado; e a Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020 (ENCPE 2020), com o objetivo de estimular a adoção de uma política de compras públicas ecológicas.

Os colaboradores e decisores do Estado e das suas instituições centrais, setoriais, regionais e locais terão também de ser continuamente capacitados para que possam integrar a dimensão das alterações climáticas nas várias políticas setoriais e no planeamento local. Também ao nível local se assiste a um número crescente de autarquias envolvidas em projetos de redução de emissões de gases com efeitos de estufa e/ou de planeamento da adaptação às alterações climáticas, o que é visível por exemplo no Programa Adap.PT<sup>15</sup> e na participação nacional no Pacto dos Autarcas<sup>16</sup>.

No contexto da definição de políticas, planos e programas em matéria de alterações climáticas o envolvimento dos atores relevantes e da sociedade em geral é já hoje uma prática adquirida que contribui para a apropriação necessária para garantir o sucesso na sua aplicação. A preparação do RNC 2050 foi um processo participativo com diferentes formatos e em diferentes fases que permitiu, desde o início, o envolvimento de diversos pontos de vista, a partilha de experiências e a cocriação de conhecimento o que contribuiu para o desenvolvimento de um Roteiro mais informado.

A necessidade de uma enorme literacia climática a todos os níveis da sociedade portuguesa remete para o papel fundamental que terá o sistema de educação, universitário, formação profissional e os

---

<sup>15</sup> <https://apambiente.wixsite.com/adapt/sobre-adapt>

<sup>16</sup> <https://www.pactodeautarcas.eu/pt/>

laboratórios de investigação. Os decisores nestas áreas deverão ser mobilizados e sensibilizados para a introdução destas matérias nos currícula dos vários níveis de escolaridade, mas também para o desenvolvimento de programas específicos para a formação dos colaboradores das empresas para as novas tecnologias e práticas que auxiliem na reconversão profissional dos trabalhadores dos setores afetados pela descarbonização.

Estas matérias deverão também ser incluídas no Plano Nacional de Formação Financeira.

Parece portanto razoável assumir que, no que toca à sociedade portuguesa *sensu lato*, existe em Portugal um ponto de partida favorável para a tomada de decisões ambiciosas em matéria de ação climática. No entanto, como o RNC 2050 demonstra, a ação climática terá de ser sustentada ao longo de décadas e o apoio para essas políticas não pode ser dado como adquirido, pelo que é importante que o interesse e aceitação dessas políticas sejam continuamente promovidos.

Essa tarefa terá sempre um enfoque especial no cidadão e neste contexto será necessário continuar:

- A comunicar o que são, como se manifestam e como evoluem as alterações climáticas;
- Educar para o impacte climático das escolhas de consumo e dos comportamentos individuais nas emissões e para formas de reduzir esses impactos;
- Reforçar o papel de indutor de mudança nos agentes económicos enquanto consumidores de bens e serviços;
- Facilitar o acesso a informação sobre o impacto dos bens e serviços consumidos; e
- Criar uma cultura de exigência face aos decisores políticos e agentes económicos e financeiros a todos os níveis para que tomem decisões que conduzam a uma ação climática eficaz.

## 11. Considerações finais

---

O caminho para a neutralidade carbónica coloca um conjunto significativo de desafios e oportunidades à sociedade. A transição para uma economia neutra em carbono exige um planeamento a longo prazo atempado que permita tirar partido das oportunidades associadas à transformação da economia inerente e estabelecer as bases de confiança junto dos cidadãos e agentes económicos de que esta mudança é possível, vantajosa e oportuna.

A neutralidade carbónica até 2050 é económica e tecnologicamente viável, e assenta numa redução de emissões entre 85% e 90% até 2050, face a 2005, e numa compensação das restantes emissões através do sumidouro proporcionado pelo uso do solo e florestas. A trajetória para a neutralidade permite antecipar reduções de emissões de gases com efeitos de estufa entre -45% e -55% em 2030 e entre -65% e -75% em 2040, em relação a 2005.

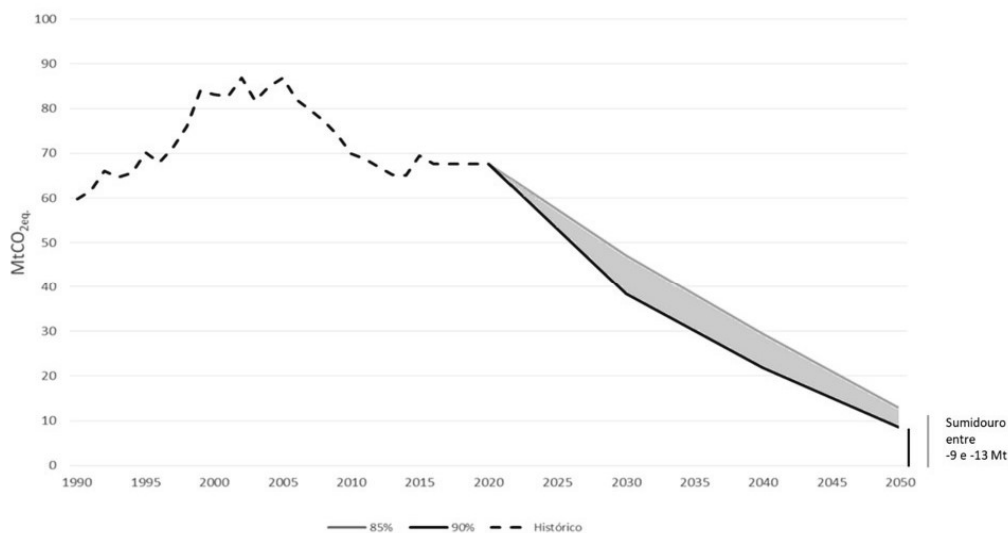


Figura 34 - Trajetória de redução de emissões de 85% a 90% até 2050 face a 2005

Quadro 191 – Trajetórias para a neutralidade carbónica em 2050

Trajetórias RNC 2050	2015	2030	2040	2050
Redução emissões vs 2005	-	45% 55%	65% 75%	85% 90%
Emissões (MtCO <sub>2eq</sub> )	68	39 48	22 30	9 13
Sequestro carbono (MtCO <sub>2</sub> )	9			9 13

O RNC 2050 permite identificar as principais linhas de tendência futuras e as transformações sociais e económicas que serão necessárias, envolvendo todos os setores da economia e da sociedade, e preparando uma transição socialmente justa e eficiente em termos de custos, reforçando a competitividade da economia nacional, promovendo a criação de postos de trabalho e potenciando co-benefícios, associados em particular à qualidade do ar e saúde humana.

Neste sentido identificam-se os seguintes vetores de descarbonização e linhas de atuação para uma sociedade neutra em carbono:

- Descarbonizar a produção de eletricidade, eliminando a produção de eletricidade a partir do carvão até 2030 e prosseguindo com a total descarbonização do sistema eletroprodutor até 2050, apostando nos recursos endógenos renováveis;
- Concretizar a transição energética, aumentando muito significativamente a eficiência energética em todos os setores da economia, apostando na incorporação de fontes de energia

- renováveis endógenas nos consumos finais de energia, promovendo a eletrificação e ajustando o papel do gás natural no sistema energético nacional;
- c) Descentralizar e democratizar a produção de energia de forma progressiva e dando relevo ao papel do consumidor enquanto parte ativa do sistema energético;
  - d) Promover a descarbonização no setor residencial, privilegiando a reabilitação urbana e o aumento da eficiência energética nos edifícios, fomentando uma progressiva eletrificação do setor e o uso de equipamentos mais eficientes, e combater a pobreza energética;
  - e) Descarbonizar a mobilidade, privilegiando o sistema de mobilidade em transporte coletivo, através do seu reforço e da descarbonização das frotas, apoiando soluções inovadoras e inteligentes de mobilidade multimodal, ativa, partilhada e sustentável, bem como a mobilidade elétrica e outras tecnologias de zero emissões, a par da redução da intensidade carbónica dos transportes marítimos e aéreos, apostando na inovação, na eficiência e em combustíveis mais limpos e de base renovável, bem como, na descarbonização do transporte de mercadorias de curta e longa distância, promovendo uma cadeia logística com uma repartição modal que minimize a intensidade carbónica e energética do sistema de transporte, reafirmando o papel do transporte marítimo e fluvial conjugado com o transporte ferroviário de mercadorias.
  - f) Promover a transição energética na indústria, a incorporação de processos de produção de baixo carbono e as simbioses industriais, promovendo a inovação e a competitividade;
  - g) Apostar numa agricultura sustentável, através da expansão significativa da agricultura de conservação e da agricultura de precisão, reduzindo substancialmente as emissões associadas à pecuária e ao uso de fertilizantes e promovendo a inovação;
  - h) Fomentar o sequestro de carbono através de uma gestão agrícola e florestal ativa, promovendo a valorização do território;
  - i) Alterar o paradigma de utilização dos recursos, abandonando o modelo económico linear e transitando para um modelo económico circular e de baixo carbono;
  - j) Prevenir a produção de resíduos, aumentar as taxas de reciclagem e reduzir muito significativamente a deposição de resíduos em aterro;
  - k) Dinamizar a participação das cidades e das administrações locais na descarbonização estimulando uma abordagem integrada aos seus diferentes vetores, em particular mobilidade, edifícios, serviços e gestão de resíduos, e potenciando o papel que têm vindo a desempenhar na mitigação das alterações climáticas;
  - l) Estimular a investigação, a inovação e a produção de conhecimento para a neutralidade nos vários setores de atividade;
  - m) Tornar a fiscalidade um instrumento da transição para a neutralidade, prosseguindo com a eliminação dos subsídios prejudiciais ao ambiente, reforçar a aplicação da taxa de carbono e promover uma maior tributação sobre o uso dos recursos, aliviando a carga fiscal sobre o trabalho, reciclando as receitas para a descarbonização e transição justa;

- n) Alinhar os fluxos financeiros para a neutralidade carbónica, fomentando designadamente o desenvolvimento de um quadro favorável ao financiamento sustentável e um maior envolvimento do sistema financeiro;
- o) Promover o envolvimento da sociedade na transição, contribuindo para aumentar a ação individual e coletiva, a adoção de comportamentos sustentáveis e a alteração dos padrões de produção e consumo a favor da sustentabilidade, designadamente através da educação e sensibilização ambientais;
- p) Promover o desenvolvimento de competências e a (re)qualificação dirigida para as novas oportunidades de desenvolvimento económico;
- q) Fomentar o desenvolvimento da nova economia ligada à transição energética e à descarbonização, apoiando o desenvolvimento de novos *clusters* industriais e a geração de novas oportunidades empresariais;
- r) Promover uma transição justa e coesa, que valorize o território, que crie riqueza, promova o emprego e contribua para elevar os padrões de qualidade de vida em Portugal.

A concretização prática do caminho para a neutralidade carbónica e destes vetores deverá ser iniciada desde já no quadro do PNEC, de forma a realizar até 2030 as reduções ambiciosas de GEE necessárias para o alinhamento da economia nacional com uma trajetória de neutralidade carbónica.

Os vetores de descarbonização deverão ser integrados no desenvolvimento e revisão das políticas setoriais relevantes, em articulação com os instrumentos existentes, como o SPeM, e o SNIERPA, criando uma cultura de avaliação do impacto nas emissões nacionais das propostas legislativas e de todos os instrumentos setoriais relevantes.

A viabilização de uma transição coesa e com a participação ativa das entidades dos diferentes níveis de organização territorial, dos agentes regionais e mais próximos do cidadão, poderá ser melhor assegurada através de um aprofundamento do RNC 2050 a nível setorial, regional e/ou intermunicipal. Tendo em conta o normal desenvolvimento da sociedade e a evolução das tecnologias ao dispor do país num horizonte temporal alargado, importa garantir uma atualização periódica do RNC 2050 com vista a incorporar, entre outros, o acompanhamento da evolução das alterações climáticas, e das políticas internacionais e europeias relevantes.

A articulação e coordenação dos diferentes atores beneficiaria de uma lei para as alterações climáticas, que se constitua como instrumento fundamental para o combate às alterações climáticas, nas vertentes de mitigação e adaptação, consagrando a sua integração de forma transversal a toda a sociedade e estabelecendo a estrutura de governança para este objetivo.

Assegurar o cumprimento do Acordo de Paris, implica continuar a apoiar a mobilização dos esforços com vista a um aumento da ambição e da ação climática a nível global, reforçando a cooperação internacional em matéria de ação climática, nomeadamente com os países de Língua Oficial Portuguesa; continuar a defender uma posição de liderança da Europa no combate às alterações climáticas; e continuar a participar em iniciativas que visam promover e disseminar boas práticas em matéria de ação climática.