

# PERSPECTIVAS MUNDIAIS DA TECNOLOGIA ENERGÉTICA 2050 (ESTUDO WETO-H2)

## PRINCIPAIS MENSAGENS

O estudo WETO-H2 elaborou uma projecção de referência do sistema energético mundial e dois cenários alternativos, um de limitação das emissões de CO<sub>2</sub> e um outro baseado no hidrogénio. Estes cenários foram utilizados para estudar as opções em matéria de políticas tecnológicas e climáticas para os próximos cinquenta anos.

Todas as projecções até 2050 foram feitas utilizando um modelo de simulação do sector energético mundial – o *modelo POLES* – que descreve o desenvolvimento dos sistemas energéticos nacionais e regionais e as suas interações nos mercados energéticos internacionais, no contexto de recursos limitados e das políticas climáticas.

### **A evolução do sistema energético mundial na projecção de referência**

#### *A projecção de referência*

A projecção de referência descreve uma situação em que se mantêm as tendências económicas e tecnológicas actuais, com o desenvolvimento limitado a curto prazo da produção de petróleo e de gás e com políticas climáticas moderadas, nas quais se manteria a posição de liderança da Europa.

#### *Consumo energético mundial*

Prevê-se que o consumo total de energia no mundo aumente dos actuais 10 Gtep/ano para 22 Gtep/ano em 2050. Os combustíveis fósseis representam 70% deste total (o carvão e o petróleo representam 26% cada, o gás natural 18%) e as fontes de energia não fósseis 30%; esta última percentagem divide-se quase em partes iguais entre as energias renováveis e a energia nuclear.

#### *Aumento da eficiência energética*

A dimensão da economia mundial é quatro vezes superior à actual, mas o consumo mundial de energia aumenta apenas 2,2 vezes. Este aumento considerável da eficiência energética é, em parte, devido a alterações tecnológicas ou estruturais introduzidas de forma autónoma na economia, em parte a políticas de eficiência energética e, em parte, aos efeitos do forte aumento dos preços da energia.

#### *Equilíbrio Norte-Sul no consumo de energia*

A procura de energia aumenta fortemente nas regiões do mundo em desenvolvimento, onde as necessidades energéticas de base não se encontram hoje plenamente satisfeitas. O consumo

nestes países ultrapassa o dos países industrializados pouco depois de 2010 e representa dois terços do consumo mundial em 2050.

#### *Perfis de produção de petróleo e de gás*

A produção convencional de petróleo estabiliza-se após 2025 em torno dos 100 Mbl/dia. O perfil de produção tem uma forma que é mais um plano do que o “pico” de que hoje tanto se fala. A produção não convencional faz aumentar o fornecimento total de hidrocarbonetos líquidos para cerca de 125 Mbl/dia em 2050. O gás natural apresenta uma tendência semelhante, com um atraso de quase dez anos.

#### *Preços do petróleo e do gás*

Os preços do petróleo e do gás natural no mercado internacional aumentam regularmente e em 2050 atingem 110 dólares/bl para o petróleo e 100 dólares/bep para o gás. Estes preços elevados reflectem sobretudo a escassez crescente dos recursos.

#### *Electricidade: regresso do carvão, arranque das fontes renováveis e relançamento da energia nuclear*

O aumento do consumo de electricidade acompanha o ritmo do crescimento económico e, em 2050, a produção total de electricidade é quatro vezes superior à actual. O carvão volta a ser uma fonte importante de electricidade e é cada vez mais convertido utilizando novas tecnologias avançadas. Prevê-se que o preço do carvão atinja os 110 dólares/tonelada em 2050<sup>1</sup>. O rápido aumento das energias renováveis e da energia nuclear tem início após 2020 e atinge uma grande escala a partir de 2030, implicando uma rápida implantação de novas tecnologias energéticas, dos grandes parques eólicos no mar às centrais nucleares da quarta geração<sup>2</sup>.

#### *Emissões de CO<sub>2</sub>*

A implantação das fontes de energia não fósseis compensa em certa medida a reintrodução do carvão em termos de emissões de CO<sub>2</sub>, que aumentam quase proporcionalmente ao consumo energético global. O perfil de emissão resultante corresponde a uma concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera de 900 a 1000 ppmv em 2050. Este valor excede largamente o que hoje se considera aceitável para a estabilização das concentrações.

## **O sistema energético europeu na projecção de referência**

#### *Tendências da procura de energia*

O consumo primário total de energia na Europa aumenta ligeiramente, passando dos actuais 1,9 para 2,6 Gtep/ano em 2050. Até 2020, o leque dos combustíveis primários mantém-se

---

<sup>1</sup> Ou cerca de 22 dólares por barril de equivalente de petróleo

<sup>2</sup> O cenário pressupõe que possam ser superados os entraves económicos e sociais ao nuclear.

relativamente estável, com excepção do gás natural que apresenta um aumento considerável. Após essa data, torna-se mais rápido o desenvolvimento das fontes de energia renováveis e assiste-se à retoma da energia nuclear. Em 2050 as fontes de energia não fósseis, energias nucleares e renováveis, permitem satisfazer 40% do consumo primário de energia, o que é muito mais que os actuais 20%. O consumo de electricidade acompanha o ritmo do crescimento económico; o mercado da electricidade mantém o seu dinamismo graças a novas utilizações da electricidade, nomeadamente no domínio das tecnologias da informação e da comunicação.

### *Emissões de CO<sub>2</sub>*

Esta combinação de políticas climáticas moderadas e de novas tendências na oferta de electricidade tem por resultado emissões de CO<sub>2</sub> que se mantêm praticamente estáveis até 2030 e diminuem depois até 2050. Nessa data, as emissões de CO<sub>2</sub> na Europa são inferiores às actuais em 10%.

### *Produção de electricidade*

Graças a políticas climáticas relativamente fortes, 70% da produção de electricidade europeia não é geradora de CO<sub>2</sub> em 2050; as fontes de energia renováveis e a energia nuclear fornecem 60% da produção total de electricidade e um quarto da electricidade térmica é produzida em instalações equipadas de sistemas de captura e armazenagem de CO<sub>2</sub>.

### *Produção de hidrogénio*

O hidrogénio desenvolve-se a partir de 2030, com resultados modestos mas não negligenciáveis: em 2050, fornece o equivalente a 10% do consumo final de electricidade.

## **O sistema energético mundial sujeito à limitação das emissões de CO<sub>2</sub>**

### *A limitação das emissões de CO<sub>2</sub>*

Este cenário explora os efeitos de políticas mais ambiciosas de redução das emissões com o objectivo de estabilizar a longo prazo a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera em torno de 500 ppmv até 2050. Pressupõe que os países do Anexo B actuem rapidamente, tendo os países emergentes e em desenvolvimento mais tempo para o fazer.

### *Uma redução para metade na Europa*

Neste cenário de limitação das emissões de CO<sub>2</sub>, as emissões globais mantêm-se estáveis entre 2015 e 2030 (cerca de 40% acima do nível de 1990) e diminuem seguidamente, mas em 2050 são ainda superiores em 25% às de 1990. Na UE-25, as emissões em 2050 são reduzidas a metade em relação 1990; diminuem em média 10% em cada dez anos.

### *Desenvolvimento acelerado dos combustíveis não fósseis*

Em 2050, a procura mundial de energia é inferior em 3 Gtep/ano à da projecção de referência. Nessa data, as energias renováveis e a energia nuclear permitem satisfazer, cada uma, mais de 20% da procura total; as fontes renováveis fornecem 30% da produção de electricidade e a electricidade nuclear quase 40%. O consumo de carvão estagna, apesar da disponibilidade de tecnologias de captura e armazenagem do CO<sub>2</sub>. O montante cumulativo do CO<sub>2</sub> armazenado desde os nossos dias até 2050 equivale a seis vezes o actual volume anual de emissões.

### *Tendências energéticas na Europa*

Na Europa, o consumo total de energia permanece praticamente estável até 2030, mas aumenta seguidamente<sup>3</sup>. Trata-se, em certa medida, de um fenómeno estatístico que resulta do elevado consumo de electricidade térmica primária para a produção de energia nuclear. Em 2050, as fontes renováveis permitem satisfazer 22% da procura de energia na Europa e as fontes nucleares 30%, fazendo diminuir a parte dos combustíveis fósseis para menos de 50%. Três quartos da produção de electricidade provém do nuclear e de fontes renováveis e metade da produção de electricidade térmica é produzida em instalações equipadas de sistemas de captura e armazenagem do CO<sub>2</sub>. O hidrogénio fornece uma quantidade de energia que equivale à 15% da produzida pela electricidade. Em 2050, metade do parque imobiliário é composto por edifícios de baixo consumo energético e um quarto é composto por edifícios de muito baixo consumo energético<sup>4</sup>. Mais de metade dos veículos produzem baixas ou muito baixas emissões (por exemplo, veículos eléctricos alimentados a hidrogénio).

## **O sistema energético mundial no cenário H<sub>2</sub>**

### *O cenário baseado no hidrogénio*

Este cenário deriva do cenário de limitação do CO<sub>2</sub>, mas pressupõe igualmente uma série de avanços tecnológicos que aumentam consideravelmente a rentabilidade das tecnologias baseadas no hidrogénio, sobretudo a nível da utilização final. As hipóteses relativas aos progressos das principais tecnologias baseadas no hidrogénio são propositadamente muito optimistas.

### *Procura total de energia*

Embora a procura total de energia em 2050 seja apenas inferior em 8% à da projecção de referência, há diferenças importantes no leque de combustíveis. Em 2050, a parte dos combustíveis fósseis é inferior a 60%; nesta percentagem, a procura de carvão diminui para

---

<sup>3</sup> Este aumento está sobretudo associado à forte penetração do nuclear, na medida em que uma dada quantidade de electricidade de origem nuclear consome mais energia primária (dada a relativamente baixa eficiência das centrais nucleares) que a mesma quantidade de electricidade produzida a partir de combustíveis fósseis ou de fontes renováveis.

<sup>4</sup> Edifícios com um consumo inferior num factor 2 (baixo) a 4 (muito baixo) ao dos edifícios actuais.

quase metade em relação à projecção de referência, e isto apesar do custo mais baixo previsto para a captura e armazenagem do CO<sub>2</sub>. A parte do nuclear e das energias renováveis aumenta, especialmente entre 2030 e 2050, em parte devido aos valores elevados do CO<sub>2</sub> no mundo e em parte ao aumento da procura de hidrogénio.

#### *Produção de electricidade*

A passagem para uma economia baseada no hidrogénio conduz a novas transformações na estrutura de produção e a parte da energia nuclear atinge 38%. A produção de electricidade térmica continua a aumentar e é associada a sistemas de captura e armazenagem do CO<sub>2</sub>; em 2050, 66% da electricidade proveniente de combustíveis fósseis é produzida em instalações equipadas com estes sistemas, contra 12% no caso de referência.

#### *Produção e utilização do hidrogénio*

A utilização do hidrogénio arranca a partir de 2030, impulsionada por consideráveis reduções do custo das tecnologias de produção de hidrogénio e pelo aumento da procura no sector dos transportes. Entre 2030 e 2050, a produção aumenta para dez vezes mais, até atingir 1 Gtep/ano. Em 2050, o hidrogénio satisfaz 13% do consumo final de energia, contra 2% na projecção de referência. A parte das energias renováveis na produção de hidrogénio é de 50% e a da energia nuclear de 40%.

Cerca de 90% do hidrogénio é utilizado no sector dos transportes. Em 2050, o consumo de hidrogénio neste sector é cinco vezes superior ao da projecção de referência, atingindo 36% do consumo do sector. O hidrogénio é utilizado em 30% dos automóveis ligeiros, cerca de 80% dos quais são alimentados a pilhas de combustível; 15% são veículos híbridos alimentados a hidrogénio e 5% são equipados de motores de combustão interna a hidrogénio.

## **O sistema energético europeu no cenário H<sub>2</sub>**

#### *Procura total de energia*

A energia nuclear fornece um terço da procura total de energia na Europa. O petróleo, o gás natural e as energias renováveis fornecem cerca de 20% cada, e o carvão 6%.

### *Produção de electricidade*

A parte dos combustíveis fósseis na produção de electricidade diminui de forma regular e significativa. A utilização dos sistemas de captura e armazenagem do CO<sub>2</sub> desenvolve-se fortemente; em 2050, mais de 50% da electricidade térmica é produzida em instalações equipadas destes sistemas.

### *Produção e utilização de hidrogénio*

A produção de hidrogénio aumenta rapidamente a partir de 2030 até atingir 120 Mtep em 2050, o que equivale a 12% da produção mundial. O hidrogénio satisfaz 7% do consumo final de energia na Europa, contra 3% no caso de referência. Na Europa, o hidrogénio é principalmente produzido por electrólise da água utilizando electricidade nuclear. A percentagem de hidrogénio produzido a partir das energias renováveis é igualmente considerável (40% em 2050). Cerca de três quartos do hidrogénio produzido na Europa destinam-se ao sector dos transportes.