Elaborado por:

Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira

---

HYMAC (03/MAC/4.3/C4) – Projecto co-financiado pela UE – INTERREG IIIB AMC, FEDER e pela Vice-Presidência do Governo Regional da Madeira

H_2 A ECONOMIA DO HIDROGÉNIO

A evolução das fontes de energia

Na primeira metade do século XIX, a Europa tinha um sistema energético baseado na utilização de animais para o transporte e da madeira para preparação de refeições e aquecimento. Actualmente, os combustíveis fósseis constituem a principal fonte de energia para os sectores dos transportes e da electricidade, pelo que se afigura difícil a sua dissociação da sociedade moderna.

Num período de 150 anos, o Mundo desenvolvido transitou da madeira para o carvão, adicionando posteriormente o petróleo, o gás natural e as energias hidroeléctrica e nuclear, e mais recentemente as energias renováveis. As últimas evoluções no sector energético reflectiram uma forte aposta na diversificação dos recursos energéticos, o que não se verificou em períodos anteriores. As grandes preocupações ambientais, os avanços tecnológicos, o alarmante crescimento da procura de energia e outras forças sócio-económicas, conduziram à adopção de novos recursos energéticos.

Até ao final do século XX, os Estados Unidos da América produziam praticamente a energia que necessitavam. Na década de 80, o consumo de gás natural incrementou as importações. Após o ano 1994, os EUA importavam mais petróleo que aquele que produziam, principalmente devido ao crescimento do sector dos transportes.

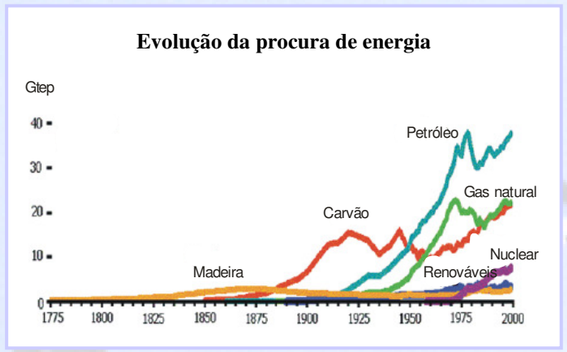
O carvão era a principal fonte de energia para a produção de electricidade.

O acesso à energia teve impactes sociais, económicos e ambientais sem paralelo. A revolução industrial e, em consequência, a revolução tecnológica, não haviam sido possíveis sem um abastecimento de energia permanente.

Contudo, a preocupação actual reside na limitação da utilização dos recursos energéticos fósseis e nos efeitos nefastos que têm sobre o ambiente.

A próxima transição energética

Com a entrada do hidrogénio no sector energético de alguns países, avizinha-se uma nova Era para a energia, que terá uma contribuição importante para a diversificação energética. A comunidade internacional reconhece o hidrogénio como o componente chave de um sistema energético limpo e sustentável, utilizado como vector energético nos sectores eléctrico, industrial, comercial, residencial e transportes.



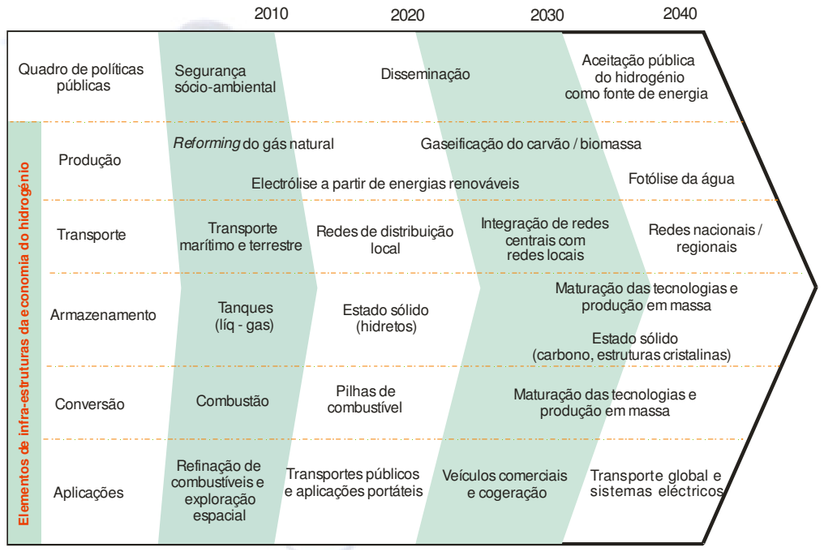
O hidrogénio é produzido através de tecnologias limpas, como a electrólise a partir das energias renováveis ou da energia nuclear, ou através do *reforming* dos combustíveis fósseis, com a captura do dióxido de carbono (ver caixa). O hidrogénio é depois armazenado, transportado através de camiões ou gasodutos e utilizado em pilhas de combustível, turbinas ou motores para produzir electricidade ou para utilização directa no sector dos transportes.

A produção do hidrogénio

O hidrogénio não existe na Natureza no seu estado molecular. Encontra-se na composição de algumas matérias como o gás natural (aproximadamente 95% do gás natural é constituído por metano – CH_4), a biomassa (celulosa), os hidrocarbonetos (carvão, petróleo) e a água.

Todos os métodos de produção de hidrogénio estão baseados na sua separação a partir dos materiais que o contêm. Existem vários processos desenvolvidos e em fase de comercialização, e

Transição para a economia do hidrogénio



outros em desenvolvimento. Actualmente, são utilizados dois métodos primários de separação: o térmico e o químico. Um terceiro método, o biológico, está em fase de desenvolvimento.

Na Europa, 95% do hidrogénio é extraído do gás natural (cerca de 8 milhões de toneladas anuais), através do *reforming* do vapor de metano – processo térmico.

Em menor quantidade, a Europa produz o hidrogénio electroquimicamente a partir da água, quando é necessário hidrogénio de maior pureza. Este processo, denominado electrólise da água, faz passar uma corrente eléctrica através da água, separando o hidrogénio e o oxigénio.

A electricidade necessária a este processo pode provir de qualquer uma das energias renováveis (vento, sol, geotermia, energia nuclear e hidráulica). As tecnologias de exploração das energias renováveis, como os aerogeradores, podem gerar electricidade para produzir hidrogénio a partir da electrólise da água, sem qualquer emissão de gases de efeito de estufa.

Uma das grandes vantagens do hidrogénio é a capacidade de ser produzido a partir de um vasto leque de recursos energéticos e matérias-primas, permitindo a cada país ou região utilizar os que mais se adequem à sua realidade.

Para as Regiões da Macaronésia, que possuem um elevado potencial em energias renováveis endógenas e têm constrangimentos económicos associados ao sobrecusto das importações, a electrólise apresenta-se com um método interessante para a produção de hidrogénio.

Reforming do gás natural

O gás natural contém metano (CH_4) que pode ser utilizado para a produção de hidrogénio, por um processo térmico de submissão do fluido a altas temperaturas (850 a 900ºC). Este processo divide-se em duas fases:

1. $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ – *reforming* do vapor de metano a alta temperatura para obtenção de gases de síntese;

2. $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + 3H_2$ – utilização da água para produzir o hidrogénio e dióxido de carbono, este último a partir do monóxido de carbono da primeira fase.

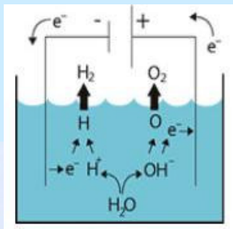
Captura do carbono

A utilização dos recursos fósseis (gás natural, carvão, petróleo) para a produção do hidrogénio emite dióxido de carbono, um gás de efeito de estufa. Para não ser libertado para a atmosfera, o dióxido de carbono é capturado através de técnicas específicas.

Electrólise da água

Decomposição da água pela acção da passagem de uma corrente eléctrica.

Electricidade + $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$



Distribuição de hidrogénio

Em certas regiões da Europa existe uma rede de distribuição de hidrogénio para a indústria da refinaria. Frequentemente as centrais de produção transportam o hidrogénio através de camiões cisterna para os utilizadores industriais finais. À medida que a procura do hidrogénio vai aumentando, a indústria responderá construindo ou expandindo a rede de distribuição, transporte e abastecimento, utilizando tecnologias modernas para a construção dessas infra-estruturas.

Utilização do hidrogénio

A pilha de combustível é uma tecnologia de conversão da energia química em energia eléctrica, que utiliza, entre outros combustíveis, o Hidrogénio.

O princípio da pilha de combustível baseia-se no processo electroquímico que combina directamente o hidrogénio com o oxigénio do ar, a uma temperatura da ordem dos 100 a 400ºC, produzindo electricidade e vapor de água.

Para além de ser um processo de produção de electricidade livre da emissão de elementos poluentes, as pilhas de combustível são silenciosas e podem alcançar eficiências duas a três vezes superiores às dos motores de combustão interna.

A estrutura modular das pilhas de combustível permite uma maior adaptação a diferentes aplicações, desde as portáteis (50-100 W) até à produção centralizada de electricidade (1-200 MW). As pilhas de combustível têm contudo uma produção relativamente dispendiosa, quando comparada com os motores de combustão interna. Necessitará de desenvolvimentos futuros para incrementar a sua durabilidade e baixar os custos de produção, a fim de se tornarem economicamente competitivas.

O hidrogénio pode ainda ser utilizado em motores de combustão interna, requerendo apenas pequenas modificações. A utilização do hidrogénio como combustível é mais limpa e eficiente que a da gasolina, fazendo, no curto prazo, do motor de combustão a hidrogénio, uma solução atractiva como tecnologia de transição para a economia do hidrogénio. Pelo contrário, as pilhas de combustível a hidrogénio, que comparativamente apresentam maiores eficiências e menores emissões, presumivelmente só alcançarão o patamar da competitividade no longo prazo.

Chegando ao futuro

Tal como em tudo o que exige mudança, a transição para a economia do hidrogénio far-se-á de forma faseada. Os avanços tecnológicos e a aceitação das novas tecnologias nos mercados marcarão as diferentes fases. Paralelamente, serão feitos esforços para educar o público no sentido da aceitação deste novo vector energético na Sociedade.

Os governos deverão ter um papel preponderante no incentivo à investigação e desenvolvimento, assim como, na elaboração de códigos e normas de segurança para a utilização do hidrogénio.

No que diz respeito às Regiões da Macaronésia, o hidrogénio pode gerar novas oportunidades de desenvolvimento económico, nomeadamente através da sua introdução na indústria local, tornando-a mais competitiva.

A transição para a economia do hidrogénio requer um esforço significativo em investimentos. No entanto, a adopção de uma política precursora nesta área poderá colocar a Macaronésia na vanguarda da economia do hidrogénio, à semelhança do acontece em algumas outras regiões insulares no Mundo.

Principais processos de produção do hidrogénio

Método	Processo	Matéria-prima	Energia	Emissões
Térmico	*Reforming*	Gás natural	Vapor a alta temperatura	CO_2
	Hidrólise termoquímica	Água	Calor a partir da energia nuclear	Sem emissões
	Gaseificação	Carvão e biomassa	Vapor, oxigénio, calor e pressão	Algumas emissões
	Pirólise	Biomassa	Vapor a média temperatura	Algumas emissões
Eléctrico	Electricidade	Água	Electricidade	Varia com a energia primária utilizada
	Fotoelectroquímico	Água	Luz solar	Sem emissões
Biológico	Fotobiológico	Água e algas	Luz solar	Sem emissões
	Digestão anaeróbia	Biomassa	Calor	Algumas emissões
	Fermentação	Biomassa	Calor	Algumas emissões