

Células de combustível para uso residencial

Aníbal T. de Almeida, Paula Fonseca, Ricardo J. Sousa Lima
ISR – Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Universidade de Coimbra, Pólo II
3030-290 Coimbra (Portugal)
Telefone: +351 239 796 218, fax: +351 239 406 672
E-mail: adealmeida@isr.uc.pt, pfonseca@isr.uc.pt, rjslima@isr.uc.pt

Contexto: A crescente expansão das energias renováveis e em particular da eólica em Portugal é uma das principais estratégias da política energética do nosso País. No entanto a produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis levanta preocupações que se prendem com a intermitência dessas fontes de energia e a sua ligação à rede. À medida que aumenta a percentagem de energia final produzida a partir de fontes renováveis, torna-se fundamental que os sistemas de energia sejam flexíveis de forma a poder acomodar este crescimento.

Em Portugal a estratégia tem sido usar a eólica nas horas de vazio para fazer a bombagem nas hídricas (reversible hydro pumping). No entanto, o aparecimento de pequenas unidades de produção de calor e electricidade para aplicações residenciais baseadas em células de combustível, pode tornar-se uma possibilidade interessante para a expansão da energia eólica e transição para um sistema de energia dependente de fontes renováveis. Naturalmente que em sistemas deste tipo, o combustível deve ser produzido a partir de fontes de energia renováveis, como por exemplo o hidrogénio produzido a partir de energia eólica (através da electrólise da água), ou o biogás, o metanol e o etanol produzidos a partir de biomassa.

No contexto da integração da energia eólica na rede, as células de combustível reversíveis podem servir de reguladores da rede, dada a sua capacidade quer para receber quer para injectar energia na rede.

No sector dos transportes, as células de combustível, têm sido associadas a uma mudança dos combustíveis no sentido de uma utilização do hidrogénio como transportador de energia.

Apesar de algumas aplicações potencialmente importantes nos transportes, a utilização das células de combustível em aplicações estacionárias está a emergir. A Comissão Europeia, através do programa IEE, subsidiou o projecto “Regional markets of RES-Fuel Cell systems for households”, que investiga a aplicação de células de combustível para fornecimento de electricidade, e calor (como sub-produto) a habitações residenciais, em sete países diferentes.

Alguns requisitos para que a implementação deste tipo de tecnologia possa fazer sentido são a necessidade de calor (ou água quente) e electricidade, e um mercado com uma elevada flutuação nos preços da electricidade. Uma mais valia desta tecnologia é a sua capacidade de funcionar como elemento regulador da rede, que contribui de forma positiva para o investimento. Uma lacuna no entanto existe a nível de legislação em muitos países, por falta de legislação para estes pequenos produtores independentes. Em Portugal há já enquadramento legal que contemple este tipo de produtores independentes, através do DL nº 363/2007.

Apesar vantagens já apontadas, há no entanto ainda uma série de entraves à penetração em larga escala desta tecnologia. Custos elevados, fiabilidade e o tempo de vida reduzidos são entre outras, as principais desvantagens desta tecnologia emergente. O tempo de vida de uma célula de combustível deveria ser 40 000 horas, no entanto raramente atinge as 10 000 horas.

I. INTRODUÇÃO

O principal objectivo do projecto “Regional markets of RES-fuel cell systems for households” é promover o desenvolvimento de mercados para células de combustível, e contribuir através de uma estratégia de escala de mercado, para a redução dos custos de produção dos diversos elementos tecnológicos envolvidos nestes sistemas

Actualmente, as células de combustível ainda se encontram numa fase embrionária, e para que esta possa desenvolver-se e ter uma forte penetração no mercado é necessário promover projectos-piloto para demonstração das vantagens da sua aplicação. .

Estão envolvidos 12 parceiros de 7 países diferentes, entre universidades, institutos de investigação e de transferência de tecnologia, centros tecnológicos e fabricantes de sistemas de células de combustível. Na Tabela I encontram-se discriminados os parceiros envolvidos no projecto.

TABELA I
PARCEIROS ENVOLVIDOS NO PROJECTO

Entidade	País
HIRC – Hydrogen Innovation & Research Centre	Dinamarca

UoI – Universidade da Islandia	Islandia
ISR – Instituto de Sistemas e Robótica da Univ. Coimbra	Portugal
AAU – Universidade de Aalborg	Dinamarca
CENER - Fundação CENER CIEMAT	Espanha
ECN – Energy Research Centre of the Netherlands	Holanda
IBBK – Internationales Biogas und Bioenergie Kompetenzzentrum	Alemanha
Elsam – Elsam Kraft A/S	Dinamarca
IRD - IRD Fuel Cells A/S	Dinamarca
Dantherm A/S	Dinamarca
KIBZ - Kompetenz und Innovationszentrum Brennstoffzelle der Region Stuttgart e. V.	Alemanha
BIC – Baltic Industries and Consulting Sp. zo.o.	Polónia

No âmbito do projecto RES-FC foram investigadas três tecnologias diferentes com o objectivo único de utilização de células de combustível em casas, partindo de fontes de energia renováveis diferentes para produzir o Hidrogénio:

- Células de Combustível a hidrogénio produzido a partir de Biogás;
- Células de combustível a hidrogénio produzido a partir de biomassa;
- Células de combustível a hidrogénio produzido a partir de electrólise utilizando como fonte de energia o excesso de produção de energia eólica.

Na Tabela II encontram-se os parceiros discriminados por tecnologia e localização geográfica.

**TABELA II
PARCEIROS DESCRIMINADOS POR TECNOLOGIA E LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA**

Tecnologia e localização geográfica	Parceiro de Projecto
• Biogás	
Jutland, Dinamarca	AAU Esbjerg
Baden-Württemberg, Alemanha	IBBK
• Metanol/Etanol - Biomassa	
Jutland, Dinamarca	Elsam
Baden-Württemberg, Alemanha	KIBZ
Reykjavik, Islandia	Universidade da Islandia
• Hidrogénio – Energia Eólica	
Jutland, Dinamarca	HIRC
Schleswig-Holstein, Alemanha	KBIZ
North Friesland, Holanda	ECN
Navarra & the Basque Country, Espanha	CENNER
Coimbra, Portugal	ISR-UC

De acordo com a tecnologia e a localização geográfica cada parceiro desenvolveu um plano de mercado regional por forma a impulsionar o desenvolvimento de um mercado regional para células de combustível, que será a base para impulsionar e promover o desenvolvimento de um mercado europeu para células de combustível para aplicação residencial, baseado numa cooperação transregional.

Através desta cooperação e com os avanços tecnológicos a acontecer, prevê-se uma redução dos custos de implementação para valores inferiores a 5000€/kWel.

Com base no presente estudo, esta redução de custos poderá acontecer através da implementação de um mercado com um mínimo de 3000 unidades a nível Europeu, baseado em 10 mercados regionais com 300 unidades cada.

II. AS TRÊS OPÇÕES TECNOLÓGICAS

O Hidrogénio é apenas um portador de energia e só pode ser produzido a partir de fontes primárias de energia. Neste projecto estão a ser investigadas três fontes de energia primária:

1. Matéria orgânica para produção de biogás;
2. Biomassa;
3. Energia eólica, em especial o “excesso” de produção de energia eólica.

Caso 1: Biogás

O Biogás é produzido em centrais de produção através da conversão de matéria orgânica em biogás. Este é então limpo e convertido em gás natural que, por sua vez, é injectado na rede de gás natural e transportado para uma região que contenha, no mínimo, 300 habitações que estarão equipadas com sistemas de células de combustível com capacidade de produção de energia eléctrica e aproveitamento térmico (água quente e calor).

O gás natural é então decomposto numa central reformadora junto do agregado residencial, sendo obtido hidrogénio puro. O hidrogénio é transportado da central reformadora para as habitações através de uma rede de hidrogénio criada especificamente para o efeito. O hidrogénio é então convertido em energia eléctrica e térmica através de células de combustível com aproveitamento de calor.

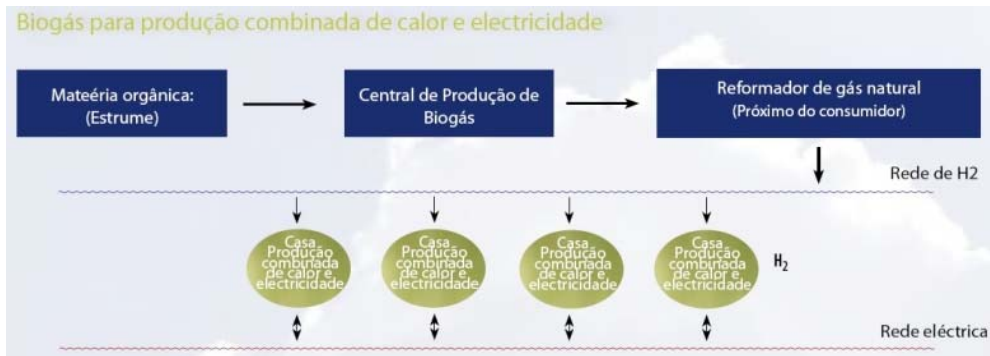


Figura 1 – Diagrama do Sistema para Biogás

Caso 2: Biomassa e Energia eólica

O metanol e o etanol são produzidos numa central de produção através da conversão de biomassa e energia eléctrica nestes dois compostos químicos.

O etanol é produzido através da fermentação de biomassa. O subproduto desta fermentação é gaseificado com oxigénio puro (O_2) para uma mistura de H_2 , CO e CO_2 . O oxigénio é fornecido por um electrolisador que produz também hidrogénio. O metanol é então misturado com o gás produzido num gaseificador, sendo esta mistura utilizada para produzir metanol. O metanol é armazenado em condições normais no estado líquido. Mais tarde o metanol é transportado em camiões cisterna para uma estação de armazenamento e reformadora junto do agregado residencial. As habitações estarão equipadas com sistemas de células de combustível com capacidade de produção de energia eléctrica e aproveitamento térmico.

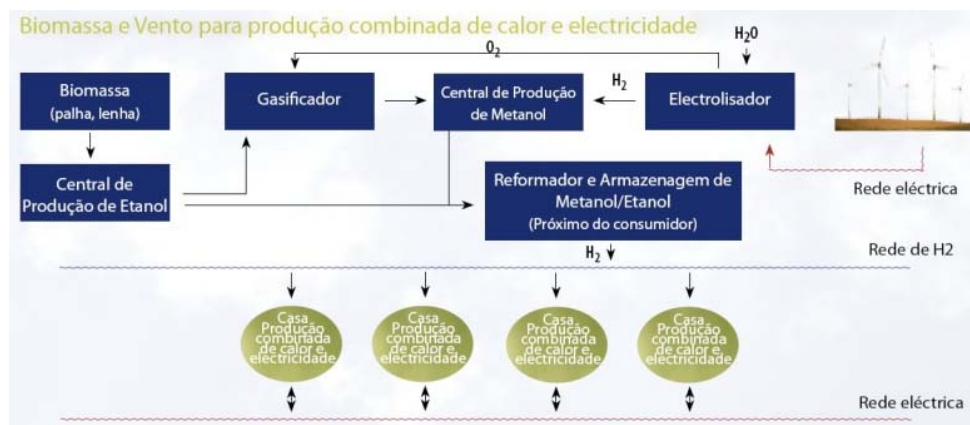


Figura 2 – Diagrama do sistema para Biomassa

Caso 3: Excesso de produção de Energia eólica

O hidrogénio é produzido por um electrolisador localizado junto do agregado residencial, cujas habitações estarão equipadas com sistemas de células de combustível com capacidade de produção de energia eléctrica e aproveitamento térmico. O electrolisador irá ter uma produção que se supõe praticamente constante, mas este irá sempre interromper a produção durante as horas de ponta que correspondem a custos de electricidade mais elevados.

O electrolisador pode ser utilizado para regular a rede eléctrica e possibilitar a instalação de mais fontes de energia renovável intermitentes, tais como energia eólica. O electrolisador e as células de combustível não poderão operar em simultâneo, uma vez que essa situação levaria a que 2/3 da energia eléctrica produzida fosse instantaneamente convertida em calor. O hidrogénio produzido é armazenado numa estação de armazenamento junto do electrolisador. Este é depois transportado para o agregado residencial através de uma rede de transporte de hidrogénio criada especificamente para o efeito. O hidrogénio é então convertido em energia eléctrica e térmica através de células de combustível com aproveitamento de calor.

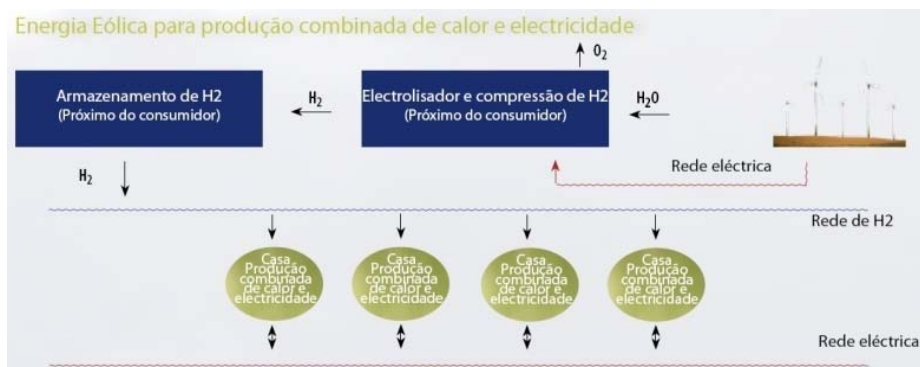


Figura 3 – Diagrama do sistema para energia eólica

III. CASO DE ESTUDO EM PORTUGAL

Em Portugal, mais concretamente na região de Coimbra, estudou-se o potencial de mercado para células de combustível de aplicação residencial, baseado na produção de hidrogénio a partir do excesso de produção de energia eólica. A escolha desta opção para o potencial mercado em Portugal está relacionada com o facto de em Portugal existirem excelentes condições para a geração de energia eólica, e de os recursos para a produção de energia eólica estarem localizados, principalmente, nas regiões norte e centro de Portugal.

O potencial de instalação de geradores eólicos é bastante elevado e é economicamente atractivo devido aos actuais incentivos governamentais, mas existem alguns constrangimentos devido à capacidade limitada de recepção de energia, por parte da rede, proveniente de fontes intermitentes.

Uma possível solução será a utilização do excesso de produção de energia eólica para produzir hidrogénio, através de electrólise, que será utilizado para produzir calor, energia eléctrica e água quente para as habitações através de uma célula de combustível PEM (Proton Exchange Membrane).

As células de combustível podem ser usadas em habitações e na maioria dos casos ligadas à rede eléctrica existente. Através de uma célula de combustível com capacidade de produção combinada de energia eléctrica e energia térmica, é possível utilizar esta energia térmica para produção de calor e água quente doméstica. De forma a maximizar a eficiência energética do sistema, as células de combustível devem trabalhar de acordo com as necessidades térmicas e da capacidade de armazenamento de energia térmica.

Em consequência deste facto, existe uma forte componente de importação/exportação de energia eléctrica com a rede eléctrica numa base anual. Quando implementada em larga escala, esta troca de electricidade pode ser um meio muito importante para o equilíbrio da rede num sistema energético futuro envolvendo uma elevada proporção de fontes flutuantes de energias renováveis.

Contudo a imaturidade e o elevado custo desta tecnologia estão entre os factores mais importantes que dificultam o desenvolvimento deste tipo de mercados.

Outro forte constrangimento da aplicação desta topologia em Portugal está relacionado com o facto de que, presentemente, não existe excesso de produção de energia eólica dado que toda a produção é actualmente entregue à rede. Esta situação poderá no entanto mudar num futuro próximo, dada a elevada taxa de instalação de turbinas eólicas no país.

As principais barreiras para a implementação do projecto que têm de ser ultrapassadas:

- Elevado preço da tecnologia;
- Inexistência de uma rede de distribuição de hidrogénio, dado que o transporte e o armazenamento de hidrogénio em tanques estão associados a elevados riscos de segurança;
- Baixa eficiência da cascata do sistema (eficiência do electrolisador, da célula, perdas no transporte...);
- Falta de incentivos financeiros.
- Localização remota das centrais eólicas.

Para que esta tecnologia se possa tornar atractiva para o consumidor final é necessário reduzir os custos de produção dos diversos equipamentos bem como melhorar o seu desempenho e a fiabilidade. Tal só poderá ser conseguido através de projectos que sejam responsáveis pela aquisição de uma grande quantidade de equipamentos e que demonstrem as capacidades da tecnologia de forma a incentivar os fabricantes a melhorar a qualidade dos seus produtos bem como reduzir os custos de produção associados.

Aliada a esta solução é também necessário o apoio por parte das entidades governamentais através da criação de incentivos financeiros, quer pelo aumento do preço de compra da energia produzida pelos sistemas quer pela redução da carga fiscal e pela criação de condições legais para o desenvolvimento deste tipo de projectos.

Um dos principais pontos a favor da utilização desta tecnologia está relacionada com questões ambientais dado que as células de combustível têm é o facto de não emitirem gases nocivos ao meio ambiente.

As células de combustível são uma óptima solução para produção de energia descentralizada e têm um futuro promissor no sector residencial bem como em alguns sectores da indústria, quer seja na produção de energia ou em sistemas de cogeração.

A capacidade que as células de combustível apresentam de permitir a regulação do diagrama de cargas é também um valor acrescentado ao investimento nesta tecnologia.

Contudo, a regulamentação pública, na maioria dos países da União Europeia não acomodam produtores de energia eléctrica e de unidades de regulação de energia com baixas potências, pelo que têm de ser efectuadas alterações aos sistemas de energia acompanhadas por alterações institucionais.

Em Portugal foi lançado recentemente um programa de incentivos para instalação de unidades de microgeração, pretendendo-se introduzir novas vertentes de energias renováveis promovendo a instalação de cerca de 50.000 sistemas até 2010. Portugal tem-se posicionado na redução das emissões de CO₂ e na diminuição da dependência externa do petróleo, mas, ao mesmo tempo, na promoção da economia, do investimento e das novas tecnologias. Através da aposta articulada na promoção e diversificação das fontes de energia renováveis, o Governo visa garantir uma complementaridade optimizada que dê resposta efectiva ao crescimento do consumo e assegure, em simultâneo, um funcionamento sustentado do sistema eléctrico.

Uma das políticas mais importantes para a promoção de energias renováveis em Portugal, nos últimos anos, tem sido a tarifas de venda de energia à rede. Recentemente foi publicada uma nova legislação (DL n° 363/2007, 2 de Novembro) aplicável a auto-produtores para incentivar os utilizadores finais a instalar sistemas de microgeração.

Uma das aplicações possíveis desta nova lei prende-se exactamente com a utilização de células de combustível a hidrogénio proveniente de microprodução renovável, neste caso, a partir de energia eólica.