

DPP Scanning Docs

AVANÇO NA EXPLORAÇÃO DA QUERATINA COMO MÉTODO DE ARMAZENAMENTO DE HIDROGÉNIO_SD04

Scanners: Miguel Guerra (mguerra@dpp.pt) / João Cabeçana (joao88c@hotmail.com)*

Reviewer: António Alvarenga (antonio@dpp.pt)

English Summary:

Hydrogen Storage On Carbonized Chicken Feather Fibers_SD04 – The biggest hurdle to a hydrogen powered economy is its storage. In order to solve the H₂ storage problem, various kinds of nano-structured materials, including carbon nanotubes, have been investigated and produced. Their disposal methods and degradability are still a big question mark. Additionally, these materials are extremely expensive. It is crucial that the material that will serve as a hydrogen adsorbent in fuel cell vehicles is cheap as well as environmentally sustainable.

The goal of the project being developed by Richard P. Wool and Erman Senöz, researchers with the Chemical Engineering Department at the University of Delaware is to develop new low cost hydrogen storage substrates from a waste material — chicken feathers. The results showed that carbonized chicken feather fibers (CCFF) have the potential to meet the US Department of Energy requirements for H₂ storage and are competitive with carbon nanotubes and metal hydrides at a small fraction of the cost. When keratin based chicken feathers are heat treated by controlled pyrolysis, hollow carbon microtubes are formed with nanoporous walls. Their specific surface area increases up to 450 m²/g by the formation of fractals and micropores thus enabling more hydrogen adsorption than raw (untreated) feather fibers.

Os “DPP Scanning Docs” são parte integrante do projecto “Horizon Scanning DPP”.

Estes documentos organizam, categorizam e analisam forças de mudança (tendências pesadas, tendências, incertezas, sinais fracos e wild cards) de acordo com a seguinte taxonomia: Ambiente; Ciência e Tecnologia; Economia; Empresas; Energia; Geopolítica; Política; Saúde; Sectores de Actividade; Sociedade e Estilos de Vida; Território.

O projecto “Horizon Scanning DPP” é um processo sistemático de identificação, categorização e selecção de informação alertando para tendências, potenciais mudanças de paradigma, disrupções e temas emergentes que possam ser úteis para diferentes tipos de objectivos, aplicações e utilizadores/decisores, encorajando-os a antecipar e compreender melhor o ambiente externo e a forma como o mesmo interage e influencia as respectivas políticas e decisões estratégicas.

Coordenação do projecto “Horizon Scanning DPP”: Paulo Soeiro de Carvalho e António Alvarenga (antonio@dpp.pt).

1. **Categoria:** Sinal Fraco
2. **Data:** Novembro de 2010
3. **Tema:** Energia / Sub-tema: hidrogénio
4. **Descrição:**

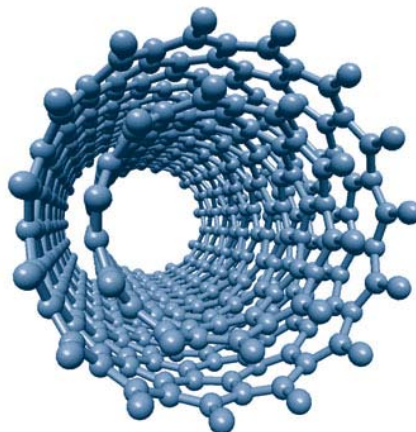
O hidrogénio é desde há muito visto como um dos futuros possíveis para a energia. Para além de ser o elemento químico mais abundante no universo, o hidrogénio é eficiente e limpo, posicionando-se como uma fonte de energia com grande potencial. No entanto, o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento de hidrogénio seguras, fiáveis, compactas e rentáveis, permanece como um dos principais obstáculos à sua utilização generalizada como fonte de energia. Um obstáculo que se tem revelado tecnicamente muito difícil de resolver (Choi, 2009).

Se atendermos ao seu eventual papel como propulsor na mobilidade automóvel, seguramente uma das suas previsíveis aplicações, e das que teria maior impacto económico e ambiental, é necessário ter em consideração que, para serem competitivos com os veículos convencionais, os carros com propulsão a hidrogénio devem ser capazes de percorrer 500 km entre reabastecimentos, a autonomia geralmente considerada como a mínima para a aceitação pública generalizada.

Com a tecnologia de armazenamento actualmente existente, colocar num automóvel a quantidade de hidrogénio suficiente para percorrer essa distância obrigaria à existência a bordo de um depósito muito maior do que os depósitos de combustível que actualmente equipam os veículos. Para além da perda de espaço, teria que ser tido em conta o peso do próprio depósito, o que por sua vez reduziria a economia de combustível conseguida. A Comissão Europeia afirma: “O desafio principal é fornecer capacidade de armazenamento suficiente em aplicações automóveis que permita uma ordem de tracção comparável com um espaço de armazenamento aceitável” (Investigação e Inovação. CE, 2010). Esse desafio poderá estar a ser ultrapassado, com um custo relativamente baixo.

Richard Wool e Erman P. Senöz, investigadores da Universidade de Delaware, nos EUA, descobriram que a chave para o problema do armazenamento poderá estar numa proteína chamada queratina, existente nas penas de galinha e presente também nos cabelos e nas unhas dos humanos. A solução está no aquecimento das penas de galinha a temperaturas muito elevadas sem a presença de oxigénio, num processo de pirólise controlada, que leva a que a queratina forme micro tubos de carbono ocios cujas paredes são constituídas por poros microscópicos, aumentando significativamente a área de superfície na qual o hidrogénio pode ser armazenado. Consegue-se deste modo uma estrutura semelhante à dos nanotubos de carbono (ver figura 1), com idêntica capacidade de fixação (adsorção) das moléculas de hidrogénio, mas a um custo muitíssimo inferior.

Figura 1 - Estrutura de um nanotubo de carbono



Fonte: Flahaut, 2010

5. **Palavras-chave:** energia, renovável, hidrogénio, queratina, mobilidade, célula de combustível, EUA, bio-materiais, armazenamento de hidrogénio, adsorção, nanotecnologia.

6. **Indicadores de alerta:**

- Avanços em I&D realizados por instituições universitárias e/ou empresas na área do armazenamento de hidrogénio através da queratina.
- Investimento de grandes OEM's do sector automóvel na tecnologia de células de combustível.
- Registo de patentes de tecnologias baseadas no uso de bio-materiais com capacidade para o armazenamento de hidrogénio.
- Aumento do investimento em investigação e desenvolvimento na área das opções sólidas de armazenamento de hidrogénio, especialmente nos materiais de elevada área de superfície.
- Concepção de protótipos para teste das tecnologias desenvolvidas nesta área.
- Aumento do número de patentes registadas para protecção de tecnologia de armazenamento de hidrogénio e tecnologias relacionadas.

7. **Impactos potenciais:**

Caso esta tecnologia seja implementada, os impactos ao nível da redução do custo de armazenamento de hidrogénio para aplicações automóveis poderão ser muito grandes. Segundo os investigadores já referenciados, Wool e Senöz, esta tecnologia deverá ter um custo de \$200 por cada automóvel produzido, enquanto os nanotubos de carbono têm actualmente um custo de \$5,5 milhões por automóvel (Choi, 2009). Esta redução de custos drástica poderá ser um indicador da viabilidade da utilização futura do hidrogénio como combustível nos automóveis. Ao nível do sector automóvel, esta inovação poderá, assim, vir a constituir uma alavanca para o desenvolvimento de motorizações baseadas no hidrogénio, facilitando a generalização de veículos movidos a hidrogénio, uma generalização decerto muito difícil com a utilização de outros materiais actualmente em investigação, caso dos nanotubos de carbono ou dos hidretos metálicos, em virtude do seu elevado custo. No entanto, para que isso se verifique, é necessário ultrapassar outros obstáculos, nomeadamente, conseguir uma forma rentável e sustentável de produção do próprio hidrogénio. Esta tecnologia de armazenamento parece também apresentar um nível elevado de segurança de utilização.

Segundo os mesmos investigadores, se forem utilizadas penas de galinha como fonte de queratina, reduzir-se-á a poluição provocada por estas (constituem um resíduo extremamente poluente e de difícil eliminação) ao mesmo tempo que se criam estruturas de armazenamento de hidrogénio (The economist, 2009).

A viabilização do hidrogénio como fonte energética no campo automóvel faria diminuir significativamente a dependência do petróleo e provavelmente levaria a reduções apreciáveis no investimento em investigação, desenvolvimento e produção de outros combustíveis alternativos.

O hidrogénio, sendo uma energia limpa e inesgotável, constituiria uma excelente alternativa não só para a mobilidade automóvel mas também na utilização doméstica, através da introdução generalizada das pilhas de combustível de hidrogénio em habitações, o que permitiria uma generalização da produção local.

No caso português, se este avanço tecnológico vier a permitir a utilização em massa do hidrogénio, poderá vir a ter implicações no programa de mobilidade actualmente em curso, que aponta os veículos movidos a electricidade como o caminho a seguir para o futuro da mobilidade em Portugal, podendo dar origem a condicionamentos do investimento nas infra-estruturas e projectos pensados no âmbito desta estratégia portuguesa para a mobilidade.

8. Exposição à Força de Mudança:

Apesar desta descoberta no campo do armazenamento do hidrogénio poder significar um grande passo no sentido da massificação desta fonte energética, ela continua a ter custos muito elevados, devido à grande intensidade tecnológica que necessita para que seja transformada em energia.

Esta fonte energética pode levantar ainda algum cepticismo quanto à sua aplicação devido às questões de segurança, importantes neste tipo de energia. A questão da segurança poderia obrigar à criação de legislação específica para garantir uma correcta utilização do hidrogénio e permitir assim desmistificar os perigos percebidos da sua utilização em massa.

9. Drivers e Inibidores:

- Surgimento de outros projectos de investigação e desenvolvimento de tecnologia para armazenamento de hidrogénio com base na queratina (*driver*)
- Avanços na investigação de métodos/tecnologias para a produção de hidrogénio limpos e sustentáveis (*driver*)
- Diminuição dos custos tecnológicos de aproveitamento do hidrogénio (*driver*)
- Criação e implementação de legislação capaz de assegurar a utilização do hidrogénio para produção de energia com segurança (*driver*)
- Os elevados custos ainda associados a esta tecnologia (inibidor)
- Cepticismo por parte dos consumidores finais, baseado na percepção de falta de segurança na utilização do hidrogénio (inibidor)
- Orientação do investimento para a investigação e desenvolvimento de outras fontes de energia renováveis (inibidor)
- Exploração de outras fontes de energia renováveis, para cujo aproveitamento a tecnologia se encontre num estágio mais avançado de maturidade (inibidor)
- Avanços em tecnologias de armazenamento de hidrogénio concorrentes actualmente em processo de investigação e desenvolvimento, envolvendo outros materiais adsorventes com superfície de elevada especificidade, onde o hidrogénio pode ser facilmente armazenado e recuperado com o mínimo de dispêndio de energia (inibidor)

10. Principais Actores / Stakeholders:

O conjunto de actores apresentado na tabela seguinte é meramente exemplificativo. É dado especial relevo a algumas instituições cuja investigação, na área do armazenamento de hidrogénio, se apresenta como especialmente relevante. Para além das organizações internacionais com atribuições nesta matéria, muitas vezes com responsabilidades directas em diversos programas de investigação, quer de âmbito nacional quer internacional, são também fundamentais os laboratórios que se dedicam a investigação nesta área, quer sejam governamentais, privados, ou integrados em universidades.

DESIGNAÇÃO	DESCRIÇÃO
IEA - International Energy Agency (HIA - Hydrogen Implementing Agreement)	Agência Internacional da Energia – Organização Intergovernamental autónoma estabelecida no quadro da OCDE que actua como <i>policy advisor</i> para os seus 28 Estados-membros, nos seus esforços para assegurar uma oferta energética limpa, rentável e de confiança. Particularmente importante para o tema em análise é o Acordo de Implementação de Hidrogénio (HIA), programa de cooperação de I&D em tecnologias do hidrogénio, estabelecido pelos países membros da IEA em 1977, no quadro da IEA para a colaboração internacional em tecnologia energética. Ao longo de 25 anos, o AIH tem trabalhado para promover a cooperação internacional e levar a cabo investigação inovadora, desenvolvimento e demonstração (ID&D) de tecnologias do hidrogénio, com o objectivo de acelerar a utilização generalizada do hidrogénio como vector de energia limpa.

<p>NREL - National Renewable Energy Laboratory</p>	<p>O Laboratório Nacional de Energias Renováveis é o mais importante laboratório dos EUA para I&D em energias renováveis e eficiência energética. É uma das principais estruturas de investigação do Departamento de Energia dos EUA, tendo atribuições específicas na prossecução dos objectivos da sua política energética. Tem adoptado uma estratégia focada na aceleração do processo de investigação, desde a inovação científica e tecnológica até soluções de energia alternativa comercialmente viáveis.</p> <p>Comporta o <i>Fuel Cell and Hydrogen Technologies Program</i>, com projectos focados na produção e armazenamento de hidrogénio, fornecimento e segurança, células de combustível, entre outros. Como entidade coordenadora do <i>Hydrogen Sorption Center of Excellence</i> do Departamento de Energia, o laboratório trabalha com instituições parceiras em todo o mundo para o desenvolvimento de materiais adsorventes, que apresentem propriedades de armazenamento de hidrogénio substancialmente reforçadas. Este trabalho inclui a síntese de materiais com superfície de elevada especificidade, onde o hidrogénio pode ser facilmente armazenado e recuperado com o mínimo de dispêndio de energia.</p>
<p>Chemical Engineering Department University of Delaware (Newark)</p>	<p>Erman Senöz e Richard P. Wool, investigadores do Departamento de Engenharia Química da Universidade do Delaware, apresentaram as fibras de penas de galinha que, quando sujeitas a um processo de pirólise controlada, adquirem a capacidade de atrair o hidrogénio, alcançando níveis que poderão ultrapassar os obtidos com a utilização de nanotubos de carbono ou de hidretos metálicos.</p>
<p>National Hydrogen Association (USA) - NHA</p>	<p>A <i>National Hydrogen Association</i> é uma organização fundada em 1989 por um grupo inicial de dez membros de sectores diversos: indústria, universidades, centros de investigação e pequenas e médias empresas. Hoje, a NHA conta com mais de 100 membros, incluindo representantes da indústria automóvel; da indústria de células de combustível; do governo federal, estadual e local; do sector aeroespacial e do sector de fornecimento de energia. A NHA actua como um catalisador para a troca de informação e projectos de cooperação, fornecendo o cenário para o apoio mútuo entre indústria, governo e instituições de investigação/académicas.</p>
<p>International Partnership for the Hydrogen Economy IPHE</p>	<p>A formação da IPHE, em 2003, deveu-se à iniciativa conjunta dos departamentos de Energia e Transportes dos EUA, tendo como objectivo fomentar a cooperação internacional ao nível da I&D sobre hidrogénio e células de combustível, códigos e normas comuns e partilha de informações sobre o desenvolvimento de infra-estruturas. Hoje, os 17 parceiros do IPHE organizam, avaliam e coordenam a investigação, desenvolvimento e implementação multinacional de programas que promovam a introdução de tecnologias de hidrogénio e células de combustível à escala global.</p>
<p>European Hydrogen Association - EHA</p>	<p>Em 2000, cinco organizações nacionais de hidrogénio instituíram a <i>European Hydrogen Association</i> e iniciaram uma estreita colaboração para promover a utilização do hidrogénio como vector energético na Europa. Em 2004, grandes indústrias europeias activas no desenvolvimento de tecnologias de células de combustível de hidrogénio, juntaram-se à EHA e reforçaram o movimento para a criação de um mercado comercial para aplicações fixas e de transporte, com o objectivo de chegar a uma posição como líder do mercado europeu do hidrogénio e sector das células de combustível. O EHA representa 15 organizações nacionais de hidrogénio e células de combustível bem como as principais empresas europeias activas no desenvolvimento de infra-estruturas de hidrogénio. A sua estrutura tem permitido à EHA uma visão de proximidade sobre desenvolvimentos locais com a comunicação de questões importantes sobre necessidades industriais e de regulamentação a decisores chave ao nível da UE. A EHA colabora desde 2008, com a Parceria das Regiões e Municípios Europeus para o Hidrogénio e Células de Combustível, HyRaMP.</p>

<p>European Regions and Municipalities Partnership for Hydrogen and Fuel Cells HyRaMP</p>	<p>A Parceria das Regiões e Municípios Europeus para o Hidrogénio e Células de Combustível, HyRaMP, foi fundada em Bruxelas a 14 de Abril de 2008. A missão da HyRaMP é proporcionar aos cidadãos das regiões e dos municípios da Europa um órgão de representação coerente, identificável e influente junto da <i>Fuel Cell & Hydrogen Joint Technology Initiative</i> (FCH JTI) e dos <i>stakeholders</i> e decisores relevantes a nível público e privado. Esta parceria permite aos seus membros o desempenho de um papel fundamental na implementação de estratégias que visem a adopção das tecnologias de hidrogénio e células de combustível, em especial as da FCH JTI.</p>
<p>European Union European Commission Research - Energy Fuel Cell & Hydrogen Joint Technology Initiative FCH JTI Fuel Cell & Hydrogen Joint Undertaking FCH JU</p>	<p>A <i>Fuel Cell & Hydrogen Joint Undertaking</i> - FCH JU é uma parceria público-privada de apoio à investigação, desenvolvimento tecnológico e demonstração em células de combustível e tecnologias do hidrogénio na Europa. O seu objectivo é acelerar a introdução no mercado dessas tecnologias, aproveitando o seu potencial como instrumentos para se alcançar um sistema energético com uma cada vez menor presença do carbono. Os três membros da FCH JU são a Comissão Europeia, a indústria de células de combustível e hidrogénio, representadas pelo NEW Industry Grouping, e a comunidade científica, representada pelo Research Grouping N.ERGHY. Formalmente constituída por uma decisão do Conselho, é responsável pela execução da FCH JTI; a iniciativa política proponente desta parceria público-privada na área das tecnologias de células de combustível e hidrogénio. Para coordenar as contribuições de todos os membros e gerir as actividades, a estrutura da FCH JU compreende dois órgãos executivos: o Conselho de Administração e o Director Executivo; e três órgãos consultivos: o Comité Científico, o Grupo de Representantes dos Estados e a Assembleia Geral de <i>Stakeholders</i>.</p>

11. Horizonte temporal:

Entre 10 e 15 anos para a sua implementação e difusão em larga escala.

12. Probabilidade:

Apresenta-se actualmente como baixa devido aos vários constrangimentos; podendo, no entanto, aumentar significativamente com o eventual amadurecimento da tecnologia e chegada a um patamar de viabilidade da mesma no mercado.

13. Fontes¹:

Choi, C. Q. (2009). *Powerful Ideas: Chicken Feathers Could Store Fuel*. *LiveScience*. Acedido a 04 de Novembro de 2010, em: <http://www.livescience.com/technology/090727-ideas-chicken-feathers.html> **(3)**

Flahaut. E. CNRS Phototéque. "What is a carbon nanotube?", CNRS international magazine, 2007 **(3)**. Acedido a 4 de Novembro de 2010, em: <http://www2.cnrs.fr/en/874.htm> **(3)**

Middleton, M. (2007). The Good, the Bad, and the Tiny [Versão electrónica]. *CNRS international magazine*, 6. Acedido a 04 de Novembro de 2010, em: <http://www2.cnrs.fr/en/874.htm> **(3)**

Plumage power [Versão electrónica]:2009. *The Economist – Science and Technology*. Acedido a 04 de Novembro de 2010, em: http://www.economist.com/sciencetechnology/displaystory.cfm?story_id=13941111 **(2)**

Produção e armazenamento de hidrogénio. *Investigação e Inovação. Comissão Europeia*. Acedido a 4 de Novembro de 2010, em: http://ec.europa.eu/research/leaflets/h2/page_101_pt.html **(3)**

¹ É utilizada a seguinte tipologia para classificar as fontes: marginais ou *fringe* **(1)**; generalistas ou *mainstream* **(2)**; especializadas ou *expert* **(3)**.

Websites consultados na elaboração do quadro de Actores/Stakeholders:

<http://www.nrel.gov/overview/>; **(3)**

http://www.nrel.gov/basic_sciences/carbon_based_hydrogen_center.cfm; **(3)**

http://ec.europa.eu/research/fch/index_en.cfm; **(3)**

<http://www.iea.org/about/index.asp>; **(3)**

http://www.iea.org/techno/iaresults.asp?id_ia=23; **(3)**

<http://ieahia.org/>; **(3)**

<http://www.fchea.org/index.php?id=2>; **(3)**

<http://www.h2euro.org/category/eha>; **(3)**

<http://www.iphe.net/index.html>; **(3)**

<http://www.hy-ramp.eu/category/about-hyramp>; **(3)**

<http://www.fch-ju.eu/page/who-we-are>. **(3)**

* João Cabeçana colaborou neste trabalho no âmbito do estágio curricular realizado no DPP no contexto da colaboração DPP-ISCTE.

As ideias expressas nesta publicação são da exclusiva responsabilidade dos respectivos autores, não traduzindo qualquer posição oficial do Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais.

DPP - Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais (MAOT)

www.dpp.pt