

PATENTES DEPOSITADAS EM ÂMBITO NACIONAL COMO INDICADOR DE DESENVOLVIMENTO DAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO

Renata Moreira*, Fátima Maria Sequeira de Carvalho, Vanderlei Sérgio Bergamaschi e Rodolfo Politano

Departamento de Células a Combustível e Hidrogênio, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Av. Prof. Almeida Prado, 532, 05508-901 São Paulo – SP, Brasil

Recebido em 30/5/12; aceito em 3/10/12; publicado na web em 28/2/13

PATENTS AT THE NATIONAL LEVEL AS AN INDICATOR OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR HYDROGEN PRODUCTION. Brazil is considered a major player in relation to renewable energy sources. Since 2005, the MME have encouraged scientific and technological development to advance the hydrogen economy in the country. In this work we identified the patents based on hydrogen production filed by the INPI by evaluating the energy production in Brazil in conjunction with data held in the BNE and the prediction of hydrogen production made by the CGEE. It can be observed that the country needs substantial technological stimulation, but shows promise for producing renewable energy sources.

Keywords: patent; hydrogen production; electricity generation.

INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis contribuem em 80% com a geração mundial de energia, mas suas reservas estão se esgotando rapidamente devido ao seu grande consumo. Estima-se que em 2030 o mundo estará mais dependente do petróleo do que hoje. Através de modernas tecnologias, a descoberta de imensas reservas de petróleo no mundo e particularmente no Brasil, em profundidades que variam entre 4 e 7 km abaixo da superfície da água, o chamado pré-sal, tornou-se uma alternativa para combater esse esgotamento de petróleo e gás. Apesar do petróleo do pré-sal apresentar melhor qualidade em relação ao petróleo das reservas pós-sal, ele também gera um alto teor de gás carbônico,¹ ocasionando grandes impactos ambientais quando de sua queima provocando, em particular, emissões de gases do efeito estufa. Assim sendo, pesquisadores do mundo todo têm se preocupado em encontrar novas fontes de geração de energia e, atualmente, as renováveis já estão sendo usadas como alternativa para assegurar a sustentabilidade das sociedades modernas.² Particularmente no Brasil, com sua forte capacidade agropecuária e hídrica, as fontes de energia renováveis apresentam um grande potencial. Segundo Brito, “com os recursos advindos da produção do petróleo do pré-sal, o Brasil poderá investir de forma consistente em programas tecnológicos para geração de energia ‘limpa’. Isso nos permitirá ingressar de maneira mais robusta na fase pós-petróleo”.¹ Um exemplo claro de utilização de energia a partir de fontes renováveis no Brasil é o sucesso do álcool e do biodiesel.

Dentre as fontes renováveis de energia, a energia do hidrogênio torna-se uma alternativa valiosa por ser conveniente e suscetível de ser obtida por diferentes processos e matrizes, fazendo com que o país possa desempenhar um papel importante no desenvolvimento e utilização de tecnologias para a produção deste combustível.³

O desenvolvimento de tecnologias para a produção de hidrogênio é contínuo e evolutivo, assim como sua aplicação, o que pode ser comprovado pelas patentes geradas, que possibilitam um acompanhamento deste progresso.⁴ As patentes são consideradas como um importante indicador de esforço inovador e econômico de um país, revelando a propriedade sobre inventos gerados há anos.⁵ A inovação desponta como o principal fator a orientar e sustentar todo

o desenvolvimento econômico e social. O enraizamento de processos permanentes de inovação, fundamentalmente nas empresas, é questão de sobrevivência e garantia de futuro no Brasil, que ainda é marcado pela abundância de seus recursos naturais.⁶

Segundo a nova Política de Desenvolvimento Produtivo do Governo Federal, um dos principais objetivos do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é a utilização do sistema da propriedade industrial como uma fonte de inteligência competitiva e um ambiente de inovação favorável.⁷ As inovações de sucesso são consideradas as mais aptas em seus determinados mercados, onde as diferentes tecnologias são vistas, num sentido amplo, como ambiente de seleção. Nesse ambiente as escolhas são feitas entre diferentes variações no nível de tecnologias individuais concorrentes, referindo-se ao desenvolvimento e ampliação de habilidades, e, eventualmente, no nível de sistemas concorrentes sociotécnicos.⁸ O INPI, desde 2004, busca uma reestruturação do sistema da propriedade industrial como uma ferramenta de capacitação e competitividade para alavancar a economia e desenvolvimento do país.⁹

Avaliando-se conjuntamente o número de patentes depositadas no INPI em âmbito nacional, referentes aos processos de produção de hidrogênio, os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) e o plano de estudo do hidrogênio energético no Brasil, realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), pode-se analisar a situação do setor energético no Brasil por esta fonte renovável.

TECNOLOGIA DO HIDROGÊNIO

Segundo Olivo *et al.*,¹⁰ o aumento no desenvolvimento de métodos para a produção de hidrogênio tem seguido diversos caminhos em diferentes países e regiões geográficas. Certas abordagens se tornaram mais conhecidas que outras, dependendo da necessidade e do tipo de detentor da patente (acadêmico ou industrial).

Uma variedade de técnicas pode ser usada para a produção do hidrogênio a partir de gás natural, carvão, hidrocarbonetos, biomassa, resíduos urbanos, bem como por eletrólise da água. Essa diversidade contribui significativamente para a segurança do fornecimento de combustível. O hidrogênio pode ser utilizado em células a combustível, que são dispositivos que convertem o hidrogênio, ou um combustível rico neste elemento e um oxidante, podendo ser oxigênio puro ou o oxigênio do ar, diretamente em eletricidade.¹¹

*e-mail: renatamr8@hotmail.com

Em 2003 foi criada a “Parceria Internacional para a Economia do Hidrogênio” (IPHE), para acelerar a transição da economia do hidrogênio. Encontram-se como membros 20 países, dentre os quais o Brasil, que terão com o IPHE mecanismos para organizar, coordenar e implantar de modo eficaz e eficiente a pesquisa, o desenvolvimento e a demonstração das atividades comerciais relacionadas com a utilização do hidrogênio e de tecnologias de células a combustível.¹²

A introdução gradual do hidrogênio no país é favorável e factível, pois se dispõe de uma matriz bastante diversificada. O Ministério de Minas e Energia (MME) vem, desde 2005, se empenhando no sentido de planejar a estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil.¹³ Nesse roteiro são apontadas as principais demandas de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico para o uso comercial do hidrogênio.¹⁴ Esse programa de estruturação integra as ações do MME no âmbito da IPHE, que estabelece os passos necessários para inserir o hidrogênio na matriz energética dos países membros num prazo de 20 anos.¹⁵

De acordo com a avaliação da maturidade tecnológica da cadeia de suprimento do hidrogênio, relatada no roteiro de estruturação da economia do hidrogênio no Brasil, é necessária a estruturação de uma base tecnológica planejada em sintonia com os perfis da demanda, da diversidade e da disponibilidade das fontes energéticas.

Os insumos energéticos básicos para a produção de hidrogênio estão apresentados na Tabela 1.¹⁴

Tabela 1. Processos, insumos químicos e energéticos para produção de hidrogênio no Brasil

Processo	Insumo químico	Insumo energético
Reforma do etanol	Etanol	Etanol
Eletrolise	Água	Eletricidade
Reforma do gás natural	Gás natural	Gás natural
Gaseificação de biomassa	Biomassa	Biomassa
Biológico (biogás)	Biomassa	Calor, eventualmente
Alternativos	Água e biomassa	Calor ou luz, eventualmente

PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO NO BRASIL E O BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL

A produção de hidrogênio no Brasil nas décadas de 70 e 80 era feita, principalmente, a partir de combustíveis fósseis e raramente o hidrogênio era vendido como produto final. Normalmente o hidrogênio produzido era consumido industrialmente para diversas finalidades, entre elas para a indústria de fertilizantes e plásticos.

Em 1977, o abastecimento de hidrogênio no Brasil foi de 168.000 t métricas, sendo a indústria de fertilizante a maior consumidora - 78% - desse hidrogênio. Em 1980, a demanda total de hidrogênio no Brasil foi de 300.000 t métricas e o consumo brasileiro foi de 180.000 t métricas, sendo que apenas 2% desse hidrogênio foram obtidos por eletrólise e os 98% restantes originados de petróleo, nafta e gás natural.¹⁶

No roteiro de estruturação da economia do hidrogênio no Brasil realizado em 2005 pelo MME, a previsão de produção de hidrogênio para 2010 foi de aproximadamente 917 mil t métricas e para um futuro próximo, ano de 2015, previu que este volume será de 1,12 milhões de t métricas. Desse total de gás gerado, considera-se que 1% em peso é queimado como combustível e 94,3% transportado por tubovia, com a finalidade de ser utilizado como matéria-prima para diversas aplicações como em refinarias, petroquímicas e na produção de fertilizantes e metanol. Somente 4,7% são transportados em alta pressão, comprimidos a pressões acima de 150 bar em cilindros, cestas e carretas.¹⁷

Segundo os dados do BEN – ano base 2010 – a principal fonte de geração de energia elétrica no Brasil é a hidráulica, que correspondeu a um montante superior a 74,0% da oferta. A geração de energia por combustíveis fósseis representou 9,8% do total das centrais de serviço público, contra 8,9% em 2009. Em relação à eletricidade produzida no Brasil, 86% é originada de fontes renováveis, somando-se as importações. A Figura 1 mostra o balanço percentual da matriz energética brasileira em 2010.¹⁸

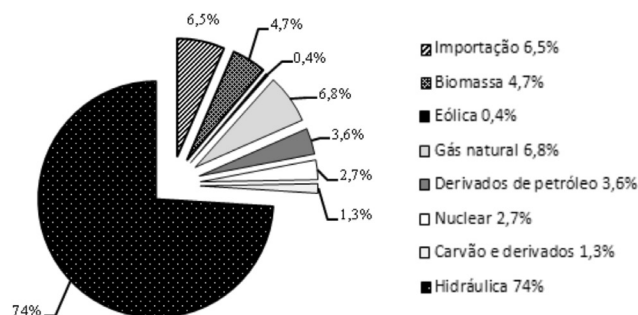


Figura 1. Matriz energética brasileira

Apesar de algumas fontes renováveis participarem da matriz energética brasileira, sabe-se que esta contribuição pode ser mais acentuada, devido à elevada disponibilidade das diversas matrizes no país. Neste sentido, a aplicação das tecnologias de hidrogênio torna-se uma alternativa para inserir ainda mais as fontes renováveis no balanço energético nacional.

RESULTADOS

No levantamento das patentes depositadas em âmbito nacional no INPI, com referência aos principais processos para produção de hidrogênio, como reforma de etanol, eletrólise da água e gaseificação de biomassa, encontraram-se 28 patentes. Dentre estas, algumas tratam de processos para produção de hidrogênio por diferentes matrizes, enquanto outras buscam otimizar processos já patenteados.

As patentes depositadas para processos de produção de hidrogênio datam de 1980 a 2009, como mostrado na Figura 2.

Na Figura 3 mostra-se o número de patentes depositadas

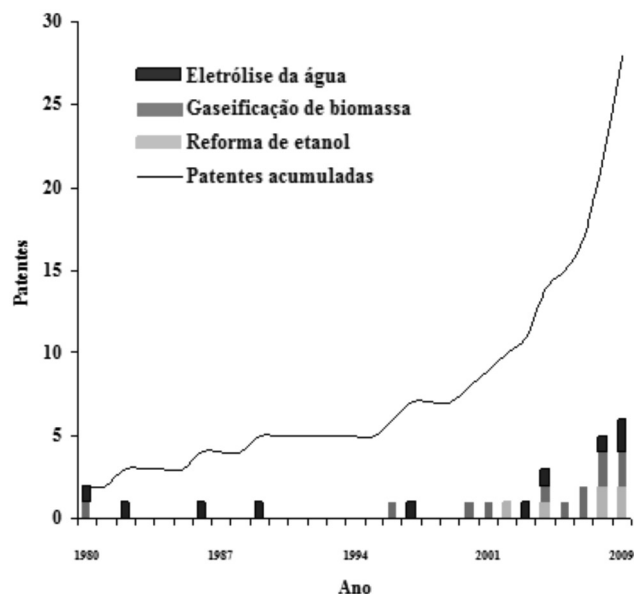


Figura 2. Patentes sobre produção de hidrogênio, depositadas no INPI

referentes à tecnologia de células a combustível no período de 1974 a 2010, totalizando 351 patentes.

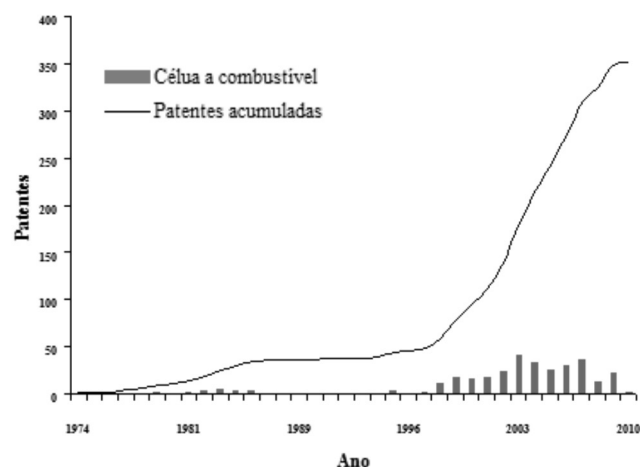


Figura 3. Patentes sobre célula a combustível depositadas no INPI

É grande a demanda para o desenvolvimento de pesquisas, tanto para produção de hidrogênio como para células a combustível. Avaliando o número de patentes acumuladas depositadas no INPI, observa-se que os processos referentes a estas duas tecnologias tiveram um período de estagnação, mas no decorrer dos anos, destacando-se o período a partir de 2000, o número de depósitos tornou-se significativo, evidenciando-se esta relação ao desenvolvimento destas tecnologias para fins energéticos. O país ainda necessita de uma infraestrutura que contemple esses estudos e as tecnologias atualmente disponíveis ainda não são competitivas com as formas concorrentes de geração de energia.¹⁸

Desde a década de 70 o Brasil tem mostrado um maior desenvolvimento nos processos de obtenção de hidrogênio, a fim de implantá-lo como matéria-prima industrial e como um vetor energético. De acordo com o levantamento das patentes depositadas em âmbito nacional no INPI, estas tecnologias vêm sendo inseridas com maior frequência a partir de 1980. Pelos dados levantados por Mattos,¹⁶ de acordo com o MME e com as patentes datadas a partir da década 80, o processo de eletrólise da água tem sido o mais utilizado industrialmente para a produção de hidrogênio. Mas embora a grande parte do hidrogênio produzido no Brasil seja proveniente de fontes fósseis, por ser ainda o meio mais econômico, devido ao grande potencial hídrico brasileiro e à inovação de processos eletrolíticos, o hidrogênio gerado por eletrólise da água será capaz de se tornar competitivo.

O etanol produzido da cana-de-açúcar já faz parte da matriz energética do país. Atualmente a produção de hidrogênio a partir da reforma a vapor do etanol vem apresentando uma contribuição significativa, devido aos inúmeros trabalhos realizados em Instituições de Pesquisa em todo o Brasil, no que se refere ao desenvolvimento de métodos de melhoria dos processos de reforma, acarretando um aumento no número de patentes depositadas.

As patentes depositadas referentes aos processos de gaseificação da biomassa para produção de hidrogênio evoluíram a partir da década de 90, encontrando-se poucos depósitos anteriores com pesquisas tecnológicas sobre este tema. Essa evolução em processos de gaseificação de biomassa deve-se à quantidade de matrizes de biomassa distintas e ao desenvolvimento, por instituições de pesquisas, de gaseificadores para fins de atividades comerciais.

O aumento potencial na busca de tecnologias para produção de hidrogênio deve-se muito ao desenvolvimento das células a combustível, que apresentou um significativo número de patentes depositadas no período de 1998 a 2009. As patentes depositadas

relatam as grandes alternativas em tecnologias usadas para garantir uma melhor potência da célula, que está intimamente ligada à pureza do hidrogênio utilizado.

Vale ressaltar que, segundo Ferreira, consultor do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) na elaboração do estudo "Hidrogênio energético no Brasil – Subsídios para políticas de competitividade: 2010-2025" em entrevista a Júlio Santos, da Agência Ambiente Energia, "os esforços tecnológicos vêm se concentrando na ampliação da vida útil das células a combustível e na redução de seus custos. Consideráveis avanços foram realizados nessas áreas com o cumprimento de diversas metas estabelecidas tanto pelo Departamento de Energia dos EUA quanto pelas próprias empresas".¹⁹

Levantando as patentes depositadas pela agência americana *United States Patent and Trademark Office* (USPTO)²⁰ sobre produção de hidrogênio no período de 1974 a 2009, como mostrado na Figura 4, pode-se avaliar como se encontra o Brasil em nível de inovação tecnológica.

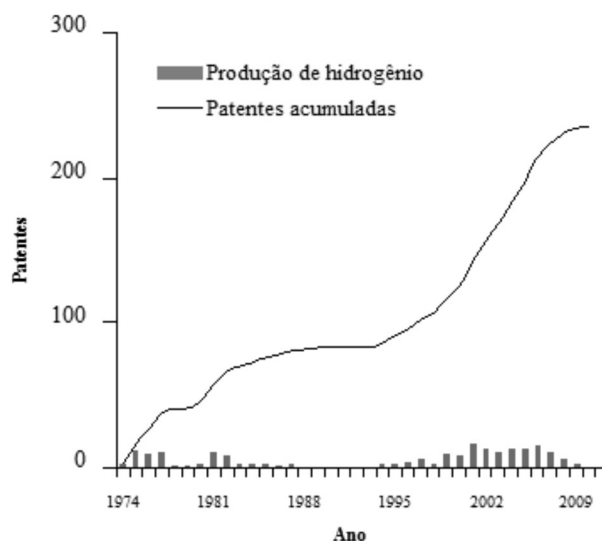


Figura 4. Patentes sobre produção de hidrogênio, depositadas no USPTO

Observa-se que, pelo número de patentes depositadas pelo USPTO, em relação ao mesmo período, o desenvolvimento de processos tecnológicos no decorrer do tempo foi maior do que o número de patentes depositadas pelo INPI.

Os EUA ainda são o líder global nas pesquisas relativas ao setor de desenvolvimento tecnológico para inserção da economia do hidrogênio. Porém, os estudos realizados pelo CGEE no Brasil, que mapeiam os investimentos na Economia do Hidrogênio no país e no exterior, revelam altas tendências tecnológicas e mercadológicas para o Brasil pelos próximos 30 anos, podendo torná-lo competitivo.²¹

Analisando os dados do BEN, ano base 2010, verificou-se que o petróleo ainda é dominante como fonte de energia, mas que os produtos da cana vêm representando uma grande parcela no balanço energético, como fonte primária, servindo de incentivo à descoberta de novos processos tecnológicos de produção renovável de energia.

CONCLUSÕES

A inovação tecnológica nos permite conhecer e desenvolver processos para obtenção de energia através de matrizes distintas. A demanda pela busca de alternativas energéticas faz com que cresça o interesse pelo desenvolvimento destas tecnologias. Esse interesse parte tanto do meio científico como da área econômica. As patentes

disponibilizam o acesso às criações tecnológicas, alternativas e melhorias contínuas em processos.

Neste trabalho analisou-se, além do desenvolvimento tecnológico para a produção de hidrogênio no Brasil com o passar do tempo, através das patentes depositadas pelo INPI, as previsões feitas pelos programas de inserção dessa alternativa energética para os próximos anos.

Foi possível identificar que, assim como ocorre com tantas outras tecnologias, o número de patentes depositadas varia de ano para ano, não havendo uma proporcionalidade em relação ao tempo, à fonte de produção ou ao desenvolvimento de processo. Porém, avaliando-se por número acumulado de patentes, identificou-se claramente um crescente desenvolvimento tecnológico.

Pode-se notar que, comparativamente ao número acumulado de patentes no USPTO, depositadas pelos EUA, o Brasil ainda se encontra em posição muito inferior com relação ao desenvolvimento tecnológico que trata de processos de inovação patenteáveis neste setor, mas se configura como um dos países com maior potencial energético a partir de fontes renováveis.

Pode-se concluir que o país já investe no desenvolvimento de tecnologias para inserir o hidrogênio como fonte energética, mas ainda é necessário maior empenho e políticas públicas apropriadas para inovações de sistemas de conversão de energia e melhoria da infraestrutura logística do país para comercialização deste combustível.

REFERÊNCIAS

1. Christiane, L.; *Revista Unesp Ciência* **2009**, 3, 26.
2. Kothari, R.; Buddhi, D.; Sawhney, R. L.; *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2008**, 12, 553.
3. Hotza, D.; Costa, J. C. D.; *Int. J. Hydrogen Energy* **2008**, 33, 4915.
4. Archibugi, D.; Planta, M.; *Technovation* **1996**, 16, 451.
5. http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180823942007000300012&lng=es&nrm=iso, acessada em Maio de 2012.
6. Arbix, G.; De Nigri, J. A.; *Brasil Pós-Crise* **2009**, 325.
7. <http://www.mdic.gov.br/pdp/index.php/sitio/noticia/index/18>, acessada em Maio 2012.
8. Geels, F. W.; *Technovation* **2006**, 26, 999.
9. <http://www.inpi.gov.br/>, acessada em Maio 2012.
10. Olivo, C.; Lebedeva, I.; Chu, C. Y.; Lin, C. Y.; Wu, S. Y.; *Int. J. Hydrogen Energy* **2011**, 36, 14103.
11. Chen, Y. H.; Chen, C. Y.; Lee, S. C.; *Int. J. Hydrogen Energy* **2011**, 36, 6957.
12. <http://www.iphe.org>, acessada em Maio 2012.
13. http://www.mme.gov.br/programas/onibus_hidrogenio/, acessada em Maio 2012.
14. Foster, M. G. S.; Araújo, S. C. S.; Silva, M. J.; *Estruturação da economia do hidrogênio no Brasil*, MME: Brasília, 2005.
15. http://www.abve.org.br/downloads/wicac_2012.pdf, acessada em Maio 2012.
16. Mattos, M. C.; *Int. J. Hydrogen Energy* **1985**, 10, 601.
17. <http://www.cgee.org.br/publicacoes/hidrogenio.php>, acessada em Maio 2012.
18. https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2011.pdf, acessada em Maio 2012.
19. <http://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2010/10/hidrogenio-um-mercado-comparavel-ao-do-petroleo/6658>, acessada em Maio 2012.
20. <http://www.uspto.gov/>, acessada em Maio 2012.
21. http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in_news=755&boletim=, acessada em Maio 2012.