



FASCÍCULO HIDROGÊNIO VERDE

Por Joaquim Rolim*

Capítulo III

ENERGIAS RENOVÁVEIS E O HIDROGÊNIO VERDE

INTRODUÇÃO

As energias renováveis têm se tornado cada vez mais populares e viáveis. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) se caracterizam por serem fontes de energia consideradas inesgotáveis, porque suas quantidades se renovam constantemente.

São exemplos de fontes renováveis: hídrica (energia da água dos rios), solar (energia do sol), eólica (energia do vento), biomassa (energia de matéria orgânica), geotérmica (energia do interior da Terra) e oceânica (energia das marés e das ondas). Algumas dessas fontes apresentam variação na geração de energia elétrica ao longo do dia ou do ano, como é o caso da eólica, que não é usada quando não há ventos e a energia solar, à noite. No caso da fonte hídrica, podem ocorrer estiagens (secas).

As fontes renováveis são consideradas limpas, pois emitem menos gases de efeito estufa que as fontes fósseis e, por isso, estão conseguindo uma rápida inserção no mercado mundial.

Este artigo se concentrará nas fontes eólica e solar, visto serem as que mais crescem. Serão apresentados conceitos tecnológicos, a relação direta com o hidrogênio verde, e mostrará a razão principal da atração que o Brasil tem exercido no mercado mundial de hidrogênio verde.

1) TECNOLOGIA

O uso da força dos ventos remonta à antiguidade, quando sua energia era utilizada para propelar embarcações (Figura 1.a). Registros indicam o uso da força dos ventos para a moagem de grãos naquele século, por meio de

moinhos (Figura 1.b).

Os moinhos de eixo horizontal de rotação, só começaram a ser utilizados no final do século XII. (Figura 1.3c). Os moinhos passaram por grandes avanços tecnológicos, aumentando sua eficiência. Um desses avanços foi a criação do fantail, para o controle automático da direção do moinho de vento, localizado na parte de trás da máquina (Figura 1.d).

Na América do Norte, surgiram os moinhos para o bombeamento de água (Figura 1.e), os quais possuíam um rotor de múltiplas pás sustentado por uma torre treliçada e dotado de controle de direção (yaw system).

Foi somente no final do século XIX que esforços começaram a ser direcionados para uma tecnologia capaz de converter a potência do vento em energia elétrica. Em 1891, Poul LaCour, na cidade de Askov, Dinamarca, adaptou um moinho de quatro pás com um gerador de corrente contínua (Figura 1.1f), tendo realizado, além disso, diversos experimentos científicos com essas máquinas.

Em 1941, foi construída a primeira turbina eólica da ordem de megawatts conectada à rede de energia (Figura 1.1g). Esta máquina possuía 53 m de diâmetro de rotor, 2 pás e 1.250 kW de potência.

Com o aumento do preço do petróleo na primeira crise energética, em 1973, a energia eólica foi impulsionada. No Brasil, o Centro Técnico Aeroespacial – CTA, em conjunto com a Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt – DLR, uniu esforços para o desenvolvimento da turbina eólica DEBRA 100 kW (Figura 1.1h).

Em janeiro de 1999, foi instalada no Ceará a primeira usina no Estado,



Figura 1. Fonte: Atlas Eólico e Solar do Ceará (atlas.adece.gov.br).



Figura 1.1. Fonte: Atlas Eólico e Solar do Ceará (atlas.adece.ce.gov.br).

fruto do primeiro leilão comercial do Brasil, a Central Eólica de Taíba (Figura 1.1i). O empreendimento contava com 5 MW de potência instalada (10 turbinas de 500 kW, com 45 m de altura e 40 m de diâmetro de rotor).

A tecnologia foi aperfeiçoada e os aerogeradores cresceram em tamanho e em capacidade, chegando ao formato das chamadas turbinas eólicas modernas (Figura 1.1j), atingindo potências superiores a 10MW, mais de 120 metros de altura, e mais de 150 metros de diâmetro de rotor.

Os primeiros registros do aproveitamento da energia solar sugerem, na região da Suméria, sul da Mesopotâmia, sacerdotisas utilizando tigelas de ouro polido como forma primitiva de espelho parabólico, para iniciar o fogo em

altares (Figura 2a).

Referências também apontam para chineses e gregos a utilização de espelhos côncavos, com o objetivo de convergir raios solares para atear fogo em objetos (Figura 2b).

Na busca por fontes de energia alternativas ao carvão e à madeira para abastecer as máquinas a vapor durante a Revolução Industrial, Augustin Mouchot construiu, em 1866, o primeiro motor a vapor movido a energia solar em grande escala (Figura 2d). A máquina de Mouchot continha um espelho côncavo que direcionava a radiação solar para uma caldeira cilíndrica de vidro, utilizando o mesmo conceito da câmara de calor de Saussure (Figura 2c).

41

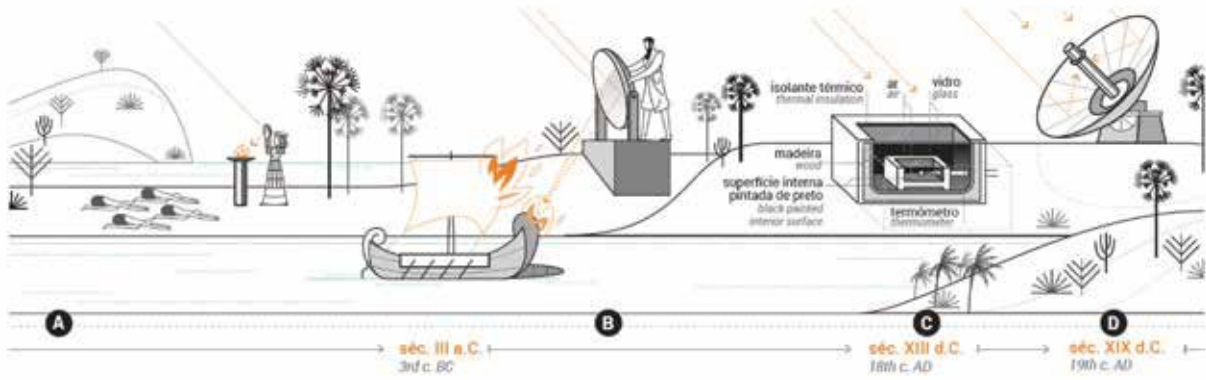


Figura 2. Fonte: Atlas Eólico e Solar do Ceará (atlas.adece.ce.gov.br).



Figura 2.1. Fonte: Atlas Eólico e Solar do Ceará (atlas.adece.ce.gov.br).



Em 1954, nos Laboratórios Telefônicos Bell (Nova Jersey, EUA), eram construídas as primeiras células fotovoltaicas de silício, capazes de suprir energia elétrica suficiente para pequenos aparelhos domésticos (Figura 2.1e).

Provavelmente por ainda possuir alto custo, sua primeira aplicação comercial destinou-se à indústria aeroespacial, para alimentar o sistema de comunicação do satélite artificial Vanguard I, em 1958 (Figura 2.1f).

Na década de 1970, os painéis solares começaram a ser utilizados em locais isolados, tais como boias para sinalização de navegação, sistemas de proteção catódica de poços de petróleo e gás, sistemas de sinalização de interseções rodoviárias e equipamentos de repetição de micro-ondas de torres de telecomunicação (Figura 2.1g)

Com a difusão e com a evolução tecnológica, os custos foram reduzindo-se, tornando-a gradativamente mais competitiva com outras fontes de energia e consolidando-a comercialmente a partir do século XXI (Figura 2.1h).

42

2) O CRESCIMENTO DA ENERGIA EÓLICA E SOLAR FOTOVOLTAICA

Segundo a Agência Internacional de Energias Renováveis (Irena), as fontes renováveis têm se sobressaído na adição de novas capacidades de energia elétrica a nível mundial, representando 83% das novas capacidades e atingindo 40% da geração de energia instalada globalmente em 2022. Um total de 295 gigawatts (GW) de renováveis foram adicionados em todo o mundo em 2022, o maior aumento anual de todos os tempos.

A forte atratividade dos negócios para energias renováveis, juntamente com políticas de apoio, tem sustentado uma tendência ascendente em sua participação no mix de energia global. No entanto, implantação geral permanece centrada em um número limitado de regiões, com a China, o União e Estados Unidos respondendo por 75% das adições de capacidade.



Figura 3 - Expansão da capacidade mundial de energia elétrica.
Fonte: IRENA (<https://bit.ly/40VBWSf>).

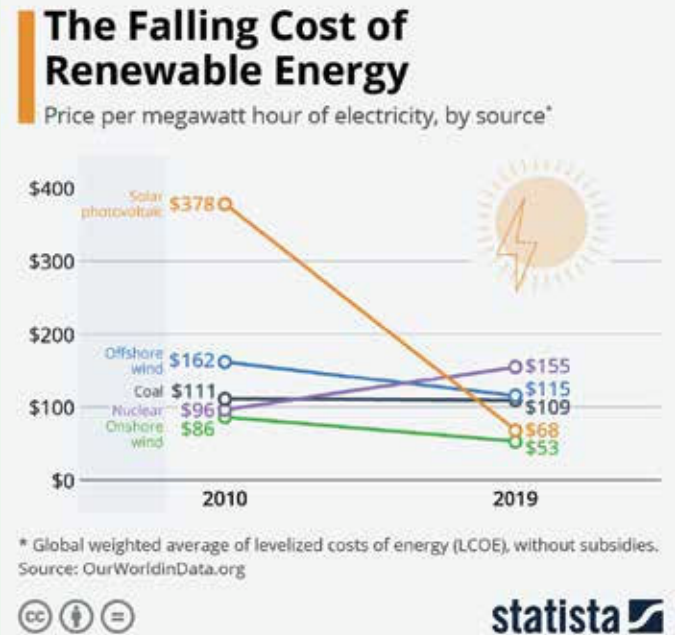
O Brasil também tem avançado bem neste quesito. Conforme figura a seguir, pode-se observar que, em 2013, 83,3% da capacidade instalada no Brasil para produção de energia elétrica era de origem renovável. Já em 2022 passou para 85,6%, comparativamente a 40% na média mundial, segundo a Irena. O Brasil pode ir além, e ser um dos primeiros países do mundo a ter uma geração de energia elétrica 100% renovável. Inclusive, em 2022, 92% da energia elétrica consumida no país foi oriunda de fontes renováveis.



Figura 4 - Capacidade Instalada de Energia Elétrica no Brasil.
Fonte: CCEE (<https://bit.ly/43qfQsz>).

3) OS CUSTOS DA ENERGIA EÓLICA E SOLAR

Os custos com a produção de energia eólica e solar têm decrescido continuamente, tendo a fonte solar decrescido os custos em 80% desde 2010.



* Global weighted average of levelized costs of energy (LCOE), without subsidies. Source: OurWorldInData.org

Figura 5 - Capacidade Instalada de Energia Elétrica no Brasil.
Fonte: Word Economic Forum (<https://bit.ly/43qidLZ>).

Linha DPS Ecobox

Uc: Tensão Nominal

In: Corrente Nominal

Imax: Corrente Máxima

Itotal: Corrente Total

Up: Tensão Residual



Sinalização visual de atuação:

COR VERDE
DPS funcionando

COR VERMELHA
Trocar DPS

EMBRASSTEC

Há 30 anos
fabricando
DPS no Brasil

Duvidas?
Fale com a gente



www.embrastec.com.br



No Brasil, e especialmente na Região Nordeste as perspectivas para decréscimos ainda maiores nos próximos anos continuam muito promissoras, com projeções de quedas adicionais de 46% para a fonte solar e de 27% para a fonte eólica.

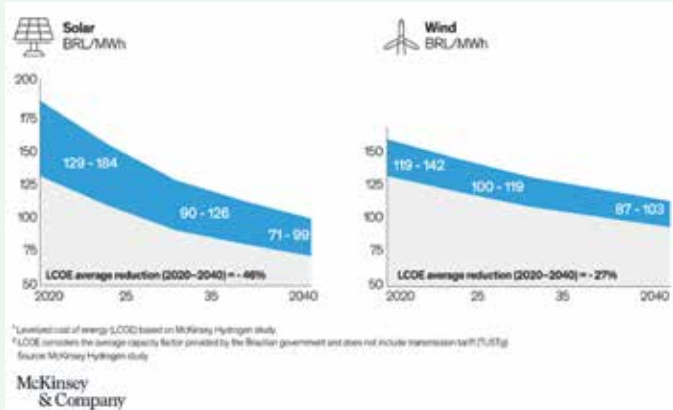


Figura 6 - Custos para produção de energia eólica e solar no Brasil. Fonte: McKinsey (<https://mck.co/43oJmik>).

participantes da cadeia produtiva do hidrogênio verde no mercado mundial de hidrogênio têm se debruçado com afinco, o Brasil desponta então como um forte candidato a ser provedor mundial referencial de hidrogênio verde, por possuir enormes excedentes de energias renováveis (cerca de 17 vezes a demanda por energia até 2050, conforme consta no PNE-2050 (Plano Nacional de Energia 2050).

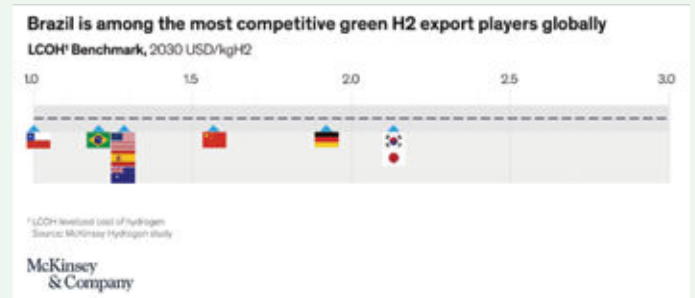


Figura 8 - Brasil entre os menores custos para produção de hidrogênio verde no Mundo. Fonte: McKinsey (<https://mck.co/43oJmik>).

4) A RELAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA E SOLAR COM O HIDROGÊNIO VERDE

O hidrogênio verde é produzido a partir da quebra da molécula da água com uso de energia renovável. As fontes mais promissoras são a eólica e solar, pela enorme abundância e baixos custos de produção. Atualmente a energia elétrica responde por cerca de 50% dos custos de produção de hidrogênio verde, mas poderá atingir até 75%, com a esperada queda dos preços dos equipamentos.



Figura 7 - Custos para Produção de Hidrogênio. Fonte: Recharge (<https://bit.ly/3KNyoM5>).

6) CONCLUSÕES

O Brasil desponta então como um forte candidato a ser provedor mundial referencial de hidrogênio verde, por possuir enormes excedentes de energias renováveis (cerca de 17 vezes a demanda por energia até 2050, conforme consta no PNE-2050 (Plano Nacional de Energia 2050).

Além dessa oportunidade de crescimento acelerado no PIB (Produto Interno Bruto), pela exportação do hidrogênio verde, surge também a oportunidade para a manufatura de produtos verdes, contribuindo fortemente para o processo de reindustrialização do país.

A Região Nordeste do Brasil, que responde por 90% da produção de energia eólica e de 70% da produção de energia solar, também possui um outro tesouro energético ainda não aproveitado, que é a geração de energia eólica no mar. Os potenciais disponíveis se apresentam com atributos incomparáveis a nível mundial, com enormes excedentes, e estando disponíveis simultaneamente no mesmo local, e complementares nas horas do dia e na sazonalidade mensal.

Em resumo, oportunidades como esta são raríssimas, e não podem ser desperdiçadas.

**Joaquim Rolim é engenheiro electricista pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), com MBA em gestão de negócios de energia elétrica pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e Especialização em Administração Industrial pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é secretário executivo da Indústria na Secretária de Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará. Acumula experiência de 12 anos no Setor Industrial e 16 anos no setor de energia.*

5) RAZÃO DA ATRAÇÃO DO MERCADO MUNDIAL PELO HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL

Com todas as informações apresentadas, nas quais as empresas