

Eólica: A Revolução Energética no Nordeste

Everaldo Alencar Feitosa

Vice-presidente World Wind Energy Association www.wwindea.org

Presidente Eólica Tecnologia Ltda www.eolica.com.br

Caarem Studzinski

Diretora Aeroespacial Tecnologia em Energia e Sistemas Renováveis LTDA www.aeroespacial.eng.br

As primeiras turbinas eólicas da América Latina e do Brasil foram implantadas em Fernando de Noronha e Olinda, Estado de Pernambuco, no ano de 1992. (Figura 1 e 2). Passados 30 anos, hoje temos uma capacidade instalada de energia eólica de 20.000 MW na região Nordeste, com investimentos totais de R\$100 bilhões de reais e uma contribuição na ordem de 10% da capacidade instalada do país (Figura 3).

Considerando os avanços ocorridos nestas últimas três décadas no Brasil, uma verdadeira revolução energética está ocorrendo e a tendência será o suprimento de 100% da energia consumida por 54 milhões de habitantes (população do nordeste) ser totalmente renovável.

Este artigo apresenta os pontos fundamentais desta "Revolução Energética" na região e como a liderança na geração de eletricidade e produção de hidrogênio propiciará uma impactante consequência econômica.

1. CRISE ATUAL DE ENERGIA

A atual crise econômica provocada pela elevação dos preços dos derivados de petróleo é similar à grande crise do embargo econômico iniciado em outubro de 1973, após a Guerra do Yom Kippur, entre Israel e a coalizão de estados árabes liderada pelo Egito e pela



Figura 1: Turbina Eólica pioneira do Brasil localizada em Noronha, Pernambuco.

Síria em termos percentuais de variação do barril de petróleo (Figura 4). Os dois eventos foram derivados de conflitos armados, provocaram inflação e interrupção abrupta do crescimento econômico. A lição não aprendida desde 1973 é que cerca de 80% do su-



Figura 2: Turbina Eólica pioneira localizada em Olinda, Pernambuco.

primário mundial de energia ainda é dependente de combustíveis fósseis, sendo que as grandes jazidas estão em regiões politicamente instáveis, tornando o suprimento internacional influenciado por fatores geopolíticos. Isto é, a segurança energética hoje é ainda extremamente dependente dos combustíveis fósseis. A atual crise Rússia-Ucrânia é mais um alerta histórico da necessidade premente de mudança da matriz energética mundial rumo a independência do petróleo e de seus derivados.

Para alcançar a segurança energética o mundo precisa de energias renováveis. Fontes de energia renováveis são encontradas em todo o planeta e são diversas como hidrelétrica, eólica, solar e geotérmica. Suas matérias primas, os fenômenos naturais, são inesgotáveis, têm custo marginal zero, não estão sujeitas a importações e exportações e não têm instabilidade na oferta, fazendo com que qualquer país possa ter uma escala substancial de autossuficiência. Embora a volatilidade da produção seja às vezes mencionada como uma barreira para as renováveis, ela pode ser tratada através de operação flexível da rede, por

formas de armazenamento como veículos elétricos e pela conversão para hidrogênio verde (PtG – power to gas).

As energias renováveis são as fontes de menor custo de geração de energia quando comparadas com carvão, gás natural e nuclear. De acordo com a Agência Internacional de Energia – AIE, em seu cenário de Carbono Zero, as energias renováveis responderão por 88% da geração global de energia em 2050.

2. POTENCIAL EÓLICO E SOLAR NO NORDESTE

Os mesmos ventos que trouxeram os primeiros navegantes colonizadores, os ventos alísios, também conferem à região Nordeste um dos maiores potenciais eólicos do mundo. Os alísios que sopram dos trópicos mais frios para o equador mais quente, com direção de nordeste no hemisfério Norte e de sudeste abaixo do equador, são os responsáveis por mais de 80% da capacidade instalada de eólica em operação no Nordeste (Figura 2). Os ventos na região sopram com uma constância ímpar em direção e velocidade, sem rajadas extremas ou longos períodos de calmarias, o que faz com que as usinas eólicas tenham um fator de capacidade médio de 54%, contra 34% no restante do mundo.

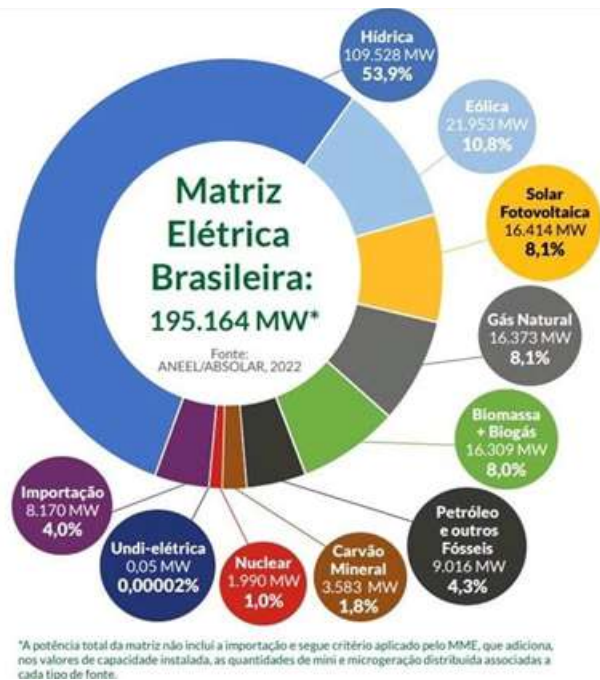


Figura 3: Capacidade instalada do Brasil – contribuição por fontes

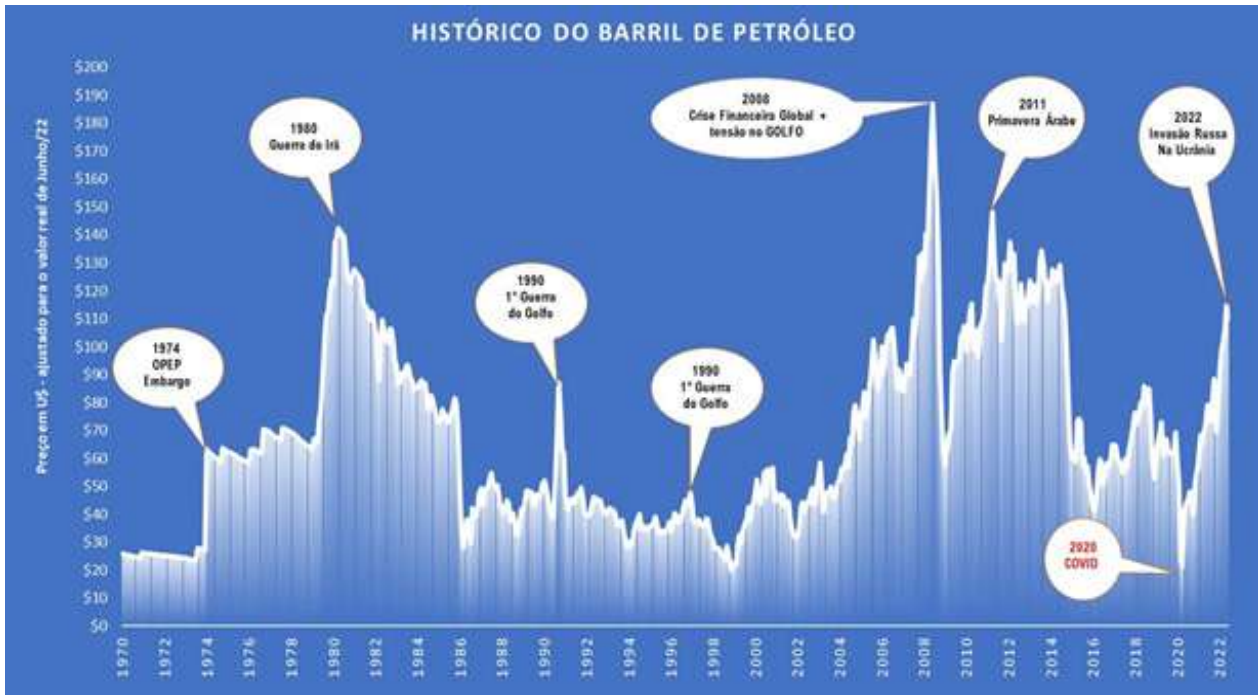


Figura 4: Histórico da evolução do preço do barril de petróleo desde 1970- 2022. Fonte: Bloomberg.

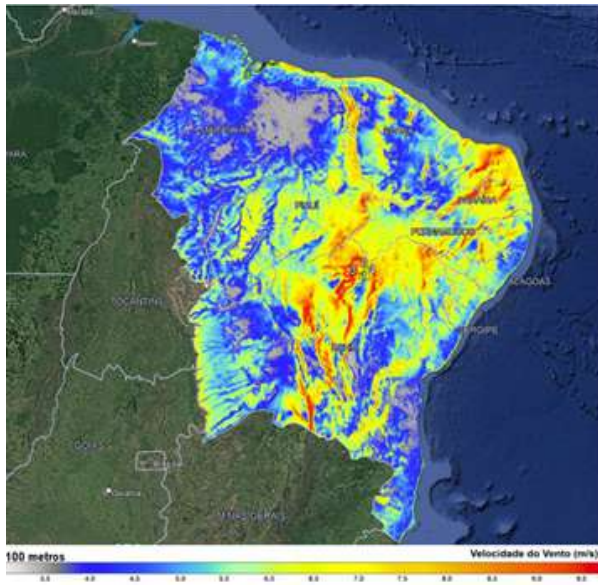


Figura 5: Mapa de potencial eólico a 100 metros de altura no Nordeste. Fonte: Global Wind Atlas

Os ventos no litoral dos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte são mais intensos próximos à costa; Ao penetrar no continente eles se somam à orografia mais alta das serras e chapadas do interior, tornando o potencial de exploração eólica também atrativo nessas regiões. Das serras e chapadas da Bahia, do Piauí, de Pernambuco e da Paraíba, ao litoral do Maranhão, do Ceará e do Rio Grande do Norte ainda há um enorme potencial eólico a ser explorado. Considerando-se somente o potencial de exploração eólica em Pernambuco, se utilizado 37,8% do território do estado para energia eólica, com um fator de capacidade equivalente ao europeu (34%), ter-se-ia uma geração anual de 1.716,3 TWh, capaz de atender 100% da demanda da matriz elétrica nacional projetada para 2050 (Fonte: Atlas Eólico e Solar de Pernambuco). Mapa Eólico do Nordeste do Brasil apresentado na Figura 5.

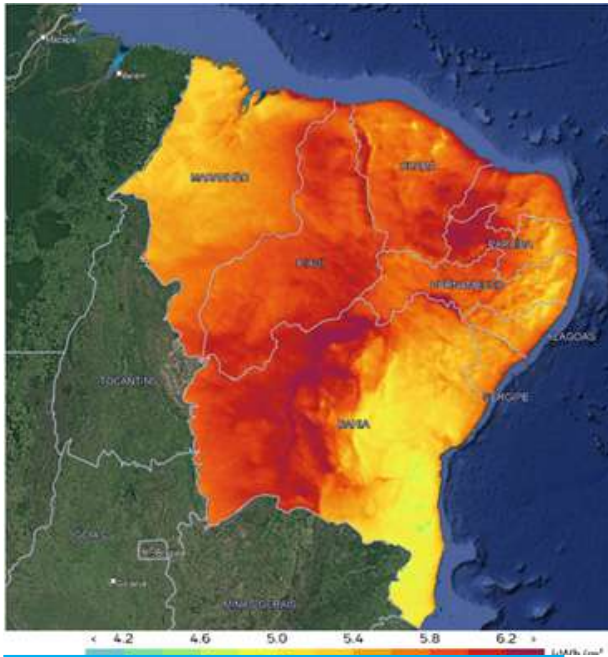


Figura 6: Mapa de potencial Solar no Nordeste (GHI – radiação solar global horizontal em kWh/m²). Fonte: Global Solar Atlas.

A proximidade ao equador, o clima tipicamente seco, com nebulosidade e precipitações ocorrendo por um curto período do ano e majoritariamente no período noturno, também a torna uma das melhores e maiores regiões do mundo para exploração de energia solar fotovoltaica. Mapa Solar do Nordeste do Brasil apresentado na Figura 6.

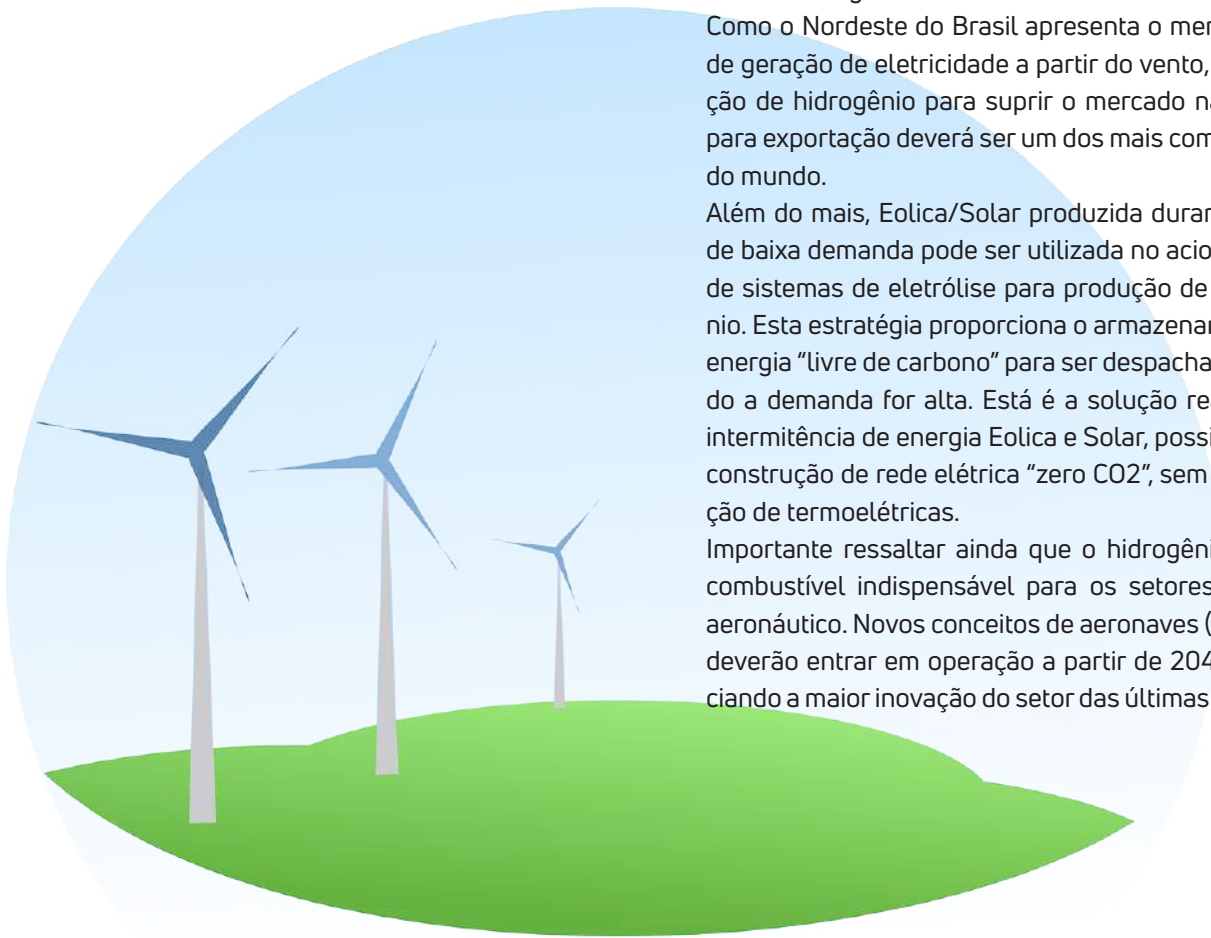
Importante mencionar que o Brasil apresenta o menor preço de energia eólica do mundo, com as centrais localizadas na região Nordeste. A Figura 07 mostra a drástica redução do preço de energia eólica nos leilões do Mercado Regulado (ACR) no Brasil.

3. HIDROGÊNIO

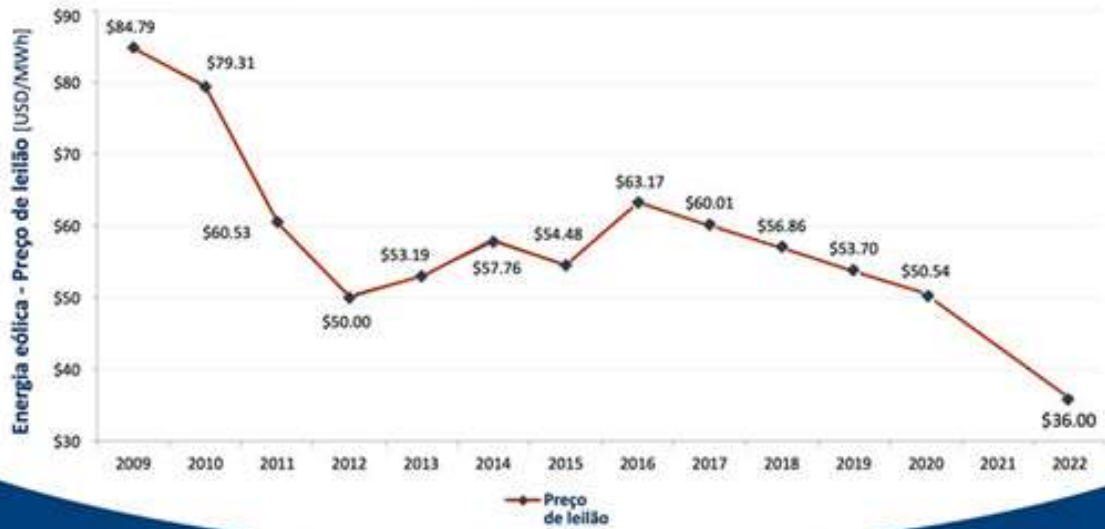
Hidrogênio queima como gás natural sem a emissão de dióxido de carbono, e pode ser produzido pela separação das moléculas de água usando eletricidade. Portanto, o custo da produção de hidrogênio está diretamente ligado ao custo da eletricidade utilizada. Como o Nordeste do Brasil apresenta o menor custo de geração de eletricidade a partir do vento, a produção de hidrogênio para suprir o mercado nacional e para exportação deverá ser um dos mais competitivos do mundo.

Além do mais, Eólica/Solar produzida durante horas de baixa demanda pode ser utilizada no acionamento de sistemas de eletrólise para produção de hidrogênio. Esta estratégia proporciona o armazenamento de energia “livre de carbono” para ser despachada quando a demanda for alta. Esta é a solução real para a intermitência de energia Eólica e Solar, possibilitando construção de rede elétrica “zero CO₂”, sem a utilização de termoeletricas.

Importante ressaltar ainda que o hidrogênio será o combustível indispensável para os setores naval e aeronáutico. Novos conceitos de aeronaves (Figura 8) deverão entrar em operação a partir de 2040, propiciando a maior inovação do setor das últimas décadas.



Preços de Leilão da Energia Eólica do Brasil



Everaldo Alencar Feitosa
Caarem Studzinski

Figura 7: Evolução do preço de energia eólica no Brasil – Leilões do Mercado Regulado. Menor preço de energia eólica do mundo.

Novo Conceito de Aeronave: Airbus Zero Emission

Hidrogênio =
3x mais densidade
energética que a
Querosene de Aviação

* Querosene de Aviação (QAV-1)
= **PASSADO**



Photo: ©Airbus

Everaldo Alencar Feitosa
Caarem Studzinski

Figura 8: Tecnologia aeronáutica a ser utilizada em 2040.