



## **ENERGIAS RENOVÁVEIS NA REINDUSTRIALIZAÇÃO**

**Carlos Augusto Dias de Carvalho**

### **INTRODUÇÃO**

A produção de Energias Renováveis no Brasil já ultrapassou a fase de expectativas e vive a de intensas reflexões sobre a contribuição que pode proporcionar à economia brasileira.

A título de ilustração, vale registrar a potência instalada de energia elétrica 196,6 Gigawatts (GW) em 2023, sendo 83,6% de origem EÓLICA, FOTOVOLTAICA(SOLAR), BIOMASSA e HIDROÉLETRICA<sup>1</sup>, que já repercute favoravelmente nos preços da energia elétrica paga pelos consumidores comerciais, industriais e de serviços, nas transações cursadas no Mercado Livre de Energia, em franco desenvolvimento.

É de se destacar que nos últimos dez anos os acréscimos de energia têm origem dominante em empreendimentos do Setor Privado, principalmente no que diz respeito à GERAÇÃO e TRANSMISSÃO. Tal evolução se dá em consonância com os estudos da Empresa de Pesquisa Energética – EPE –, criada em 2004 (Lei 10.847) e regulação definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL- criada em 1996 (Lei 9427).

Merece ser destacado que os projetos já implementados tiveram prazos de maturação bastante reduzidos, se comparados à tradicional fonte HIDROELÉTRICA, e com estrutura de financiamento majoritariamente composta por recursos privados, nacionais e estrangeiros.

A partir de tal percepção, pretendemos discorrer sobre a contribuição que as ENERGIAS RENOVÁVEIS podem dar a um projeto de reindustrialização, em discussão em vários setores de nossa sociedade, no que diz a respeito a reduções de custos para a sociedade, aumentos de produtividade, geração de emprego, introdução de inovações tecnológicas e mitigação de problemas ambientais.

### **QUADRO ATUAL NO MUNDO E NO BRASIL**

Segundo o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA – 2023, da EPE<sup>2</sup> – o Brasil possuía em 2021 uma Capacidade Instalada de Energia Renovável de 159 GW, situando-o em 3º lugar no

mundo, com China em 1º lugar – 1057 GW – e EUA em 2º lugar com 351 GW. No que tange às Fontes dessa Energia, Temos o seguinte quadro de potência instalada, em GW, na tabela 1.

**Tabela 1**  
**POTÊNCIA INSTALADA EM 2021**  
**em GW**

	Eólica	Solar	Biomassa	Hidroelétrica
China	329 (1º)	307 (1º)	30(1º)	391 (1º)
Estados Unidos da América	132 (2º)	94 (2º)	19 (2º)	103 (3º)
Brasil	21 (7º)	13 (14º)	16 (3º)	109 (2º)

fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica -2023, da Empresa de Energia Energética (EPE) <sup>2</sup>

Assim, é possível afirmar que a denominação de Potência Energética se adequa ao Brasil, podendo alertar que nos anos que se seguiram tivemos um crescimento maior para todos os seguimentos destacados, com a fonte Hidroelétrica em menor grau.

**Tabela 2**  
**MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL**  
**em percentagem**

Hidroelétricas	48,1
Eólica	13,7
Micro e Minigeração Solar	13,5
Térmicas a Gás	7,6
Biomassa	7,1
Solar	6,2
Térmicas a Óleo	1,5
Carvão	1,3
Nuclear	0,9
Outras	0,1
Total	100,0

Fonte: O Globo, 06/07/2024

A partir da segmentação dos dados, não restam dúvidas em relação à rápida expansão das Fontes de Energia Renovável no Brasil, ainda de acordo com o Anuário da EPE. Os dados desagregados para o período 2013 a 2022 são muito evidentes, conforme tabela 3.

**Tabela 3**  
**FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL**  
**em GW**

	2013	2022
<b>Solar</b>	<b>0,005</b>	<b>24,5</b>
<b>Eólica</b>	<b>2,2</b>	<b>23,8</b>
<b>Biomassa</b>	<b>11,4</b>	<b>16,3</b>
<b>Hidroelétrica</b>	<b>81,1</b>	<b>103,2</b>

fonte: Anuário da EPE

## A Energia Solar

A Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR – indica que o crescimento do setor tem sido acelerado, podendo alcançar 45,5 GW<sup>3</sup> em operação, ao final de 2024. As informações mais recentes, 2023 em diante, ainda em tabulação pelas fontes mais tradicionais, exibirão crescimentos anuais mais expressivos, uma vez que inovações tecnológicas vêm sendo introduzidas pelos produtores de equipamentos e pelos laboratórios de pesquisa, no Brasil e no exterior. Um aspecto interessante é um certo açodamento na adoção das novas tecnologias pelos lançadores de novos produtos “verdes”, caso da indústria automobilística.

Esse açodamento não está presente apenas no rápido crescimento da oferta de veículos elétricos, mas principalmente na falta de conectividade com a estrutura logística, internacionalmente heterogênea, para abastecer veículos com produção na China, principalmente.

## A Biomassa

Entre as tecnologias verdes já dominadas pela indústria brasileira há que destacar o desenvolvimento e uso do álcool combustível veicular, há décadas, que passa por um salto tecnológico no que diz respeito à sua produção e utilização: o álcool de 2ª geração.

Se antes a produção de álcool de 1ª geração derivado da cana de açúcar era entendida como uma vitória de nossa engenharia, atualmente podemos afirmar que já se torna uma realidade o álcool de 2ª geração, cuja produção acrescentará não apenas valor para as usinas produtoras, mas adicionará ganhos ambientais e robustez na oferta de H2V – o Hidrogênio Verde.

Outrossim, se um é bom dois é melhor. À semelhança dos EUA, o álcool produzido nas esmagadoras de milho ganha espaço nas áreas do Centro-Oeste do Brasil, tornando a receita dos produtores menos sujeitas a variações de preço normalmente presentes nas negociações de uma *commodity* de expressão internacional. Seria uma nova Ribeirão Preto?

Embora os investimentos mais destacados sejam associados ao álcool e milho, são de grande importância as ações de incremento da produção de biocombustíveis pela PETROBRAS, relevante para aumento de sua participação no diesel ofertado no mercado brasileiro, bem como a utilização de fontes de origem agrícola, como soja, dendê, colza, amendoim, girassol, babaçu e mamona.

Segundo Estudo da Embrapa Agrossilvipasporil<sup>4</sup> - espécies oleaginosas alternativas para produção de biodiesel - os benefícios esperados são:

- Diminuição da dependência do diesel importado;
- Incremento a economias locais e regionais na etapa agrícola e na indústria de bens e serviços;
- Aumento de renda proveniente do cultivo e comercialização das plantas oleaginosas utilizadas na produção do biodiesel;
- Diminuição das principais emissões veiculares em comparação ao diesel derivado do petróleo.

## **Energia Eólica Onshore**

A Eólica não ficou para trás e está 6º lugar no mundo em capacidade instalada<sup>5</sup>. Com uma geografia dotada de ampla possibilidade de aproveitamento de ventos, em uma costa de mais de 8.000 km e jazidas de ventos no interior do país - destaque para a Bahia –, foi possível a implantação de projetos que rapidamente beneficiaram consumidores e a comercialização dessa energia num mercado livre com boa regulação.

Entretanto, há que ser considerada a indesejada diferença de preços surgida em relação ao mercado cativo de energia, causa de estresse na gestão das distribuidoras de energia e oneração das contas de luz infladas por inúmeros encargos.

Vale ressaltar que o crescimento até aqui apontado é pensado, por muitos, apenas como fator de redução de risco no fornecimento de energia residencial, comercial e industrial, com o que não concordamos.

## **OPORTUNIDADES DE USO E REPERCUSSÕES ESPERADAS**

Em se considerando que o Brasil já alcançou escala de produção relevante na produção de Energias Renováveis, deixando de ser configurado como um setor nascente, passamos a refletir de que forma devemos usá-la.

Em primeiro lugar, é absolutamente necessário vinculá-la ao esforço mundial de descarbonização do planeta, até porque o Brasil é signatário de diversos acordos internacionais.

Em segundo lugar, há que direcioná-la ao esforço de reindustrialização que pode ser fortemente impactada por essas fontes renováveis.

Se partimos dessas intenções, é possível refletir sobre a contribuição de cada uma.

No caso da energia derivadas do álcool da cana de açúcar e do milho, a grande oportunidade se apresenta na forma de eletrificação dos veículos leves em circulação no país, principalmente pela efetiva existência de uma robusta infraestrutura nacional de produção, transporte e postos de abastecimento de álcool em todo território brasileiro. Destaques adicionais são o acesso às tecnologias dos veículos híbridos, já absorvidos pelo consumidor brasileiro, e da incorporação das Células Combustíveis – FUEL CELL – uma fronteira tecnológica mais confortável de ser alcançada no Brasil do que na maioria dos países do mundo.

Estamos falando de substituição de milhões de veículos leves e pesados por uma indústria com capacidade ociosa, a ser ampliada com a adesão dos novos atores chineses, que já demonstraram aceitar esse desafio.

No caso dos veículos pesados: caminhões, máquinas agrícolas e ferroviárias, e até navios, o Hidrogênio Verde - H2V - estará disponível nos mesmos canais de comercialização dos veículos leves, embora de forma menos imediata.

Recentemente, um caminhão Mercedes-Benz GenH12 a hidrogênio líquido percorreu 1.047 quilômetros na Alemanha. Para isso, a empresa utilizou dois tanques com capacidade de 40 kg. (Estadão – 28/09/2023). Quanto aos preços, o desenvolvimento tecnológico tem favorecido sucessivas reduções no custo de produção.

“O quilo do hidrogênio cinza custa hoje de US\$ 1,50 a US\$ 2,00, enquanto o hidrogênio verde está na faixa de US\$ 5,00 a US\$ 6,00 o quilo, dependendo do método.” (*Agência Estado: 25 Mar 2024*). O custo nivelado do hidrogênio verde produzido no Brasil está em torno de US\$ 2,87 e US\$ 3,50.

O Preço de H2V, a partir de energias renováveis no Brasil, tem sido estimado significativamente abaixo do que ocorre em outras regiões do mundo. O hidrogênio verde pode chegar a US\$ 1,69 o quilo, quando se tornar mais competitivo em relação ao hidrogênio cinza produzido por meio de fontes fósseis. A base para esses cálculos vem da aceleração da atividade de empresas estrangeiras no Porto de Pecém, uma esquina do mundo. O porto de Roterdã, o principal da Europa, tem 30% de seu capital. Os protocolos já assinados e que estão em fase de implantação envolvem cerca de US\$ 8 bilhões até 2030. O destaque vai para a australiana *Fortscue*, com produção inicial projetada para o final de 2025.

De modo complementar, será possível contar com a injeção de sobras de Energia produzida nas Usinas de álcool e milho na Rede de Transmissão do Sistema Integrado Nacional – SIN –, reforçando a Distribuição dessa Energia por todo território brasileiro. Estes setores têm recebido aportes de recursos de empresas internacionais de origem diversificada, indicativo de que não pretendem ficar de fora da novidade Brasil.

O H2V, terá sua produção ampliada pela utilização de outra fonte renovável, a partir de um grande salto esperado com a implantação de Eólicas *Offshore*, para a qual já há registro de pedidos de licenças para uma capacidade de mais de 200 GW. Isto significa quase dobrar nossa capacidade instalada de energia elétrica de 196,6 GW obtida em 2023.

Impressiona o crescimento acelerado da Oferta de Energia Renovável ter provocado alguma retração, que entendo programada, no ritmo da produção de equipamentos. Um freio de arrumação?

Menos visível é o potencial de impacto do H2V nos diversos setores industriais, já contemplados com projetos de transição energética, tais como a Siderurgia, Metalurgia, Petroquímicos, Papel e Celulose, Vidros e Cerâmicos, aí residindo os principais ganhos para uma reindustrialização brasileira, que ao incorporar inovações disruptivas aos processos industriais nos conduzirá ao que veio se chamar de Neindustrialização – inovação e diversificação das cadeias produtivas.

## LIMITAÇÕES?

As diversas tecnologias associadas à produção de Energias Renováveis têm sido disponibilizadas de modo regular, uma vez que gigantes do mercado internacional - chinesas, francesas, norueguesas e dinamarquesas - percebem o Brasil como região de oportunidades sem concorrentes de relevância. É importante esse registro, pois em outros momentos da industrialização brasileira o acesso a tecnologias de ponta se apresentou como limitador do seu ritmo.

Quanto à estrutura de financiamento para pequenos, médios e grandes projetos, já se configurou uma razoável autonomia de recursos do Setor Público, embora a participação do BNDES tenha presença crescente e fundamental para a difusão e adoção de inovações para a Transição Energética com Reindustrialização.

Também, não há como esquecer a importância da Petrobrás com sua expertise para desenvolvimento da exploração Eólica *Offshore*, a colaboração da Marinha brasileira no mapeamento dos locais mais produtivos e a existência de uma costa com pequena profundidade, favorável a implantação de aerogeradores de grande potencial e com menor custo de implantação e manutenção.

Convém lembrar que, embora mais onerosos do que os Projetos *Onshore*, a produção no mar resulta em parâmetros de produtividade maiores, em razão da maior constância dos ventos e, no caso brasileiro, a proximidade com o litoral. Repetimos que os pedidos de solicitação de licenças já protocolados – 200 GW – formam uma carteira de investimentos de imensa importância e posicionamento estratégico para a implantação de novas plantas industriais, incluindo uma sofisticada rede de fornecedores ao longo de nossa costa e polo de exportação para parceiros europeus e asiáticos carentes de fontes de energias de várias origens.

Igualmente motivador é que as novas fronteiras de produção do Centro-Oeste e outros grandes espaços do Cerrado estão induzindo e tornando real, finalmente, a disponibilidade efetiva de transporte ferroviário, hidroviário e rodoviário para a logística necessária à transformação que assistiremos, bem como o fluxo migratório já iniciado. Hoje, o consumo de energia per capita e a renda média da região já superam outras mais tradicionais, aproximando-se dos dados de São Paulo.

Ainda no que diz respeito ao financiamento de tais Projetos, não parece desprezível o crescente mercado de debentures incentivadas e outros títulos que lastreiam captações para o setor.

## CONCLUSÕES

O que acima registramos pretendeu refletir se essa nova fase de desenvolvimento industrial se confrontará com as limitações passadas, tão bem descritas por autores referência, entre eles João Manoel Cardoso de Mello, em *O CAPITALISMO TARDIO*. quando aspectos de cunho tecnológicos, de financiamento e estratégicos frustraram o desenvolvimento do Setor de Bens de Capital, condicionando o Brasil a ter espaço apenas como primário exportador e produtor de bens de baixo valor agregado.

O entusiasmo com a expansão das Energias Renováveis se configura como realidade, uma vez que já dispomos de capacidades empresarias e domínio das tecnologias em uso no mundo, destacando o envolvimento da Petrobras, que em seu Planejamento Estratégico 2024-2028 contempla o percentual de 6% a 15% de seus investimentos orientados para atividades de baixo carbono, incluindo em suas plataformas de produção e produção de biocombustível.

Na área de infraestrutura logística de transmissão de energia e transporte, há que se considerar os investimentos que efetivamente estão sendo realizados, entre eles os que permitirão a ligação do acesso ao Oceano Pacífico (ferrovia transoceânica e rodovia bioceânica)), que reduzirão de modo expressivo os custos de transportes para nossas importações e exportações e fator de Integração latino americano.

Ademais, o surgimento da Inteligência Artificial - IA - como a inovação disruptiva do século XXI, e de intensíssimo consumo de energia, deve se apresentar como o argumento definitivo para acelerarmos nossa factível inserção na corrida para as Eólicas Offshore, atraindo grandes players industriais e de serviços sofisticados tal como no início da industrialização chinesa, que se viabilizou com a disponibilidade de mão de obra de baixo custo.

Dados de estudos patrocinados pela Confederação Nacional das Indústrias\* – CNI – confirmam ser possível, com as *offshores*, mais do que dobrar a capacidade de produção da energia hoje disponível no Sistema Interligado Nacional – SIN –, totalizando 194 GW.

Finalmente, registro a necessidade de o Brasil ter em seu Marco Regulatório critérios para a exportação do H2V, orientando-o para Nova Indústria Brasil. Infelizmente, protocolos com empresas estrangeiras

estão sendo assinados, com o risco de perdermos a oportunidade de abreviar a chegada de um novo tempo.

“A União Europeia (UE) anunciou, nesta segunda-feira (20/11), a construção de uma usina para produção de hidrogênio verde e amônia no Brasil. De acordo com a presidente da UE, Ursula von der Leyen, ela será instalada no litoral do Piauí, na Zona de Exportação de Parnaíba (ZPE). Este anúncio faz parte da expansão de projetos dentro do Programa Nacional de Hidrogênio (PNH2), liderado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

O projeto no Brasil será um dos maiores do mundo em Hidrogênio Verde (H2V). “Faz parte de um investimento global de dois bilhões de euros na cadeia do hidrogênio no Brasil. Este novo parque de energia verde terá uma instalação de produção de 10 gigawatts de hidrogênio limpo e amônia”, destacou Ursula ao anunciar junto ao presidente Lula.” (<https://www.gov.br/mme/pt-br> - 21/11/2023)

### **Referências Bibliográficas**

- 1- <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/expansao-de-geracao-de-energia>
- 2- <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/anuario>
- 3- <https://www.absolar.org.br/noticia/https-www-modaisemfoco-com-br-noticias-2024-o-ano-da-energia-solar-no-brasil/>
- 4- <https://www.embrapa.br/documents/1354377/1753093/Especies-oleaginosas-alternativas-producao-biodiesel-Vanessa-Quitete.pdf>
- 5- <https://abeeolica.org.br/brasil-permanece-em-6o-lugar-no-ranking-mundial-de-energia-eolica/>