

AVANÇOS E DESAFIOS NA ENERGIA EÓLICA EM CINCO POTÊNCIAS GLOBAIS – CHINA, ALEMANHA, ESTADOS UNIDOS, REINO UNIDO E BRASIL

Izabela Gorgulho Silva Ferreira¹ (IC), Rogério José da Silva (PQ)¹

¹ Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Energia eólica, Geração de energia, Comparativo, Energia renovável

Introdução

A energia eólica desempenha um papel fundamental na matriz energética mundial, o que desencadeia uma série de avanços significativos em vários países ao redor do mundo. Neste contexto, é crucial analisar como a China, os Estados Unidos, a Alemanha, o Reino Unido e o Brasil estão contribuindo para o setor energético, promovendo um desenvolvimento sustentável, reduzindo as emissões de carbono e impulsionando a transição para fontes de energia renováveis limpas.

A China é um líder incontestável em energia eólica, com uma capacidade instalada de cerca de 390 GW, considerando as instalações onshore e offshore. O país investe significativamente em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias eólicas avançadas. Além disso, a China está comprometida em cumprir ambiciosas metas de redução de emissões de carbono e tem desempenhado um papel crucial na inovação e na condução dos preços de tecnologia eólica. Com uma demanda energética em constante crescimento, a China está focada em diversificar sua matriz energética e reduzir a dependência de fontes não renováveis.

Os Estados Unidos possuem uma capacidade instalada em geração eólica da ordem de 144 GW, além da capacidade instalada de mais de 135 GW em energia solar. As principais fontes de geração de energia nos Estados Unidos são o gás natural, o carvão, a energia nuclear, e a geração hidrelétrica. Porém nos últimos anos a capacidade instalada em geração solar e geração eólica tem sido impulsionada por programa de incentivo a geração por fontes renováveis.

A Alemanha é um líder na transição energética europeia, conhecida como "Energiewende". O país tem uma rica tradição em energia eólica e tem sido proativo na expansão da capacidade eólica tanto em terra quanto no mar. A capacidade instalada em energia eólica na Alemanha supera 59 GW, e continua em expansão. Com metas ambiciosas de redução de emissões e eliminação gradual de usinas nucleares, a Alemanha está investindo em inovação e infraestrutura para tornar a energia eólica

uma parte ainda mais significativa de sua matriz energética.

O Reino Unido demonstrou um forte compromisso com a energia eólica, especialmente offshore. O país possui uma série de parques eólicos marinhos de grande escala e continua a investir em expansões adicionais. A capacidade instalada é de 28 GW, sendo 14 GW onshore e 14 GW offshore. Os contratos de diferença (CfDs) são um instrumento importante para atrair investidores e garantir a orientação econômica dos projetos. O Reino Unido também está trabalhando para alcançar metas ambiciosas de redução de emissões, o que impulsiona ainda mais os avanços na energia eólica.

No Brasil, a energia eólica tem vivenciado um crescimento notável, especialmente nos últimos anos, tendo atualmente uma capacidade instalada de mais de 27 GW. O país possui um vasto potencial eólico, principalmente na região nordeste, que apresenta ventos favoráveis para a geração de energia. Parques eólicos estão sendo construídos em vários estados, contribuindo significativamente para a diversificação da matriz energética brasileira, historicamente dominada pela hidroeletricidade. A energia eólica é vista como uma maneira eficaz de complementar a produção de energia hidrelétrica, especialmente em períodos de estiagem, onde ocorrem bons ventos no segundo semestre na Região Nordeste.

Embora as condições geográficas e os contextos regulatórios possam variar nesses países, a energia eólica é um componente vital na busca por uma matriz energética mais limpa, sustentável e resiliente a longo prazo. Sua contribuição para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas é essencial para o futuro sustentável desses países.

Metodologia

Este estudo visa analisar o funcionamento da energia eólica na China, Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido e Brasil, países com características geográficas e climáticas distintas. A análise será apoiada por

representações gráficas para uma compreensão visual e clara dos resultados. Esta análise será feita através de pesquisas na internet em sites de geração de energia até a segunda semana de agosto de 2023.

Resultados e discussão

Foram coletados dados de produção de energia eólica durante a primeira semana (janeiro) e a semana 33 (agosto) de 2023, para o Brasil, Alemanha e Reino Unido, respectivamente, e para a China foram coletados dados de capacidade instalada. Os dados foram obtidos de fontes confiáveis. Posteriormente, os dados foram analisados e tratados estatisticamente para identificar tendências e padrões.

A China possui a maior capacidade instalada de energia eólica no mundo, com capacidade de 389 milhões de KW. Esse valor demonstra o compromisso desse país em expandir sua produção de energia eólica, promovendo fontes de energias mais limpas e sustentáveis.

A Figura 1 apresenta a geração de energia eólica na primeira semana do ano de 2023 nos Estados Unidos. Observa-se que a produção foi relativamente consistente ao longo da semana, com algumas variações sazonais típicas. A geração de energia fica próxima de 50.000MW.

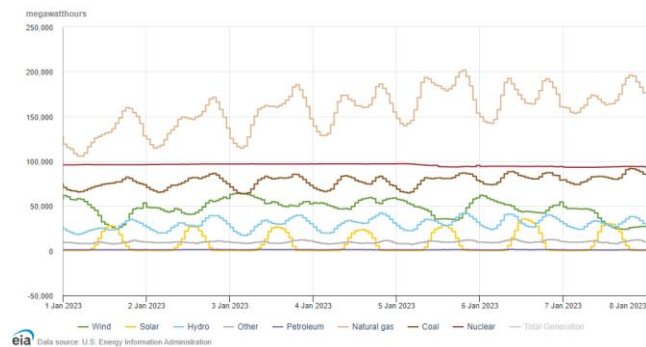


Figura 1 – Geração de Energia Eólica – Estados Unidos – semana do dia 01 a 08/01/2023.

A Figura 2 representa a geração de energia eólica nos Estados Unidos na segunda semana de agosto de 2023. Uma observação notável é que a geração de energia fica próximo ou abaixo de 50.000MW, fator que pode ser atribuído pela época do ano.

A Figura 3 apresenta a geração de energia eólica na primeira semana do ano de 2023 na Alemanha. Observa-se que a produção foi relativamente consistente ao longo da semana do ano, com algumas variações sazonais típicas. A geração de energia eólica no dia 04/01/2023 ultrapassou 48000 MW, registrando mais de 5000 MW em geração offshore e mais de 43000 MW em onshore.

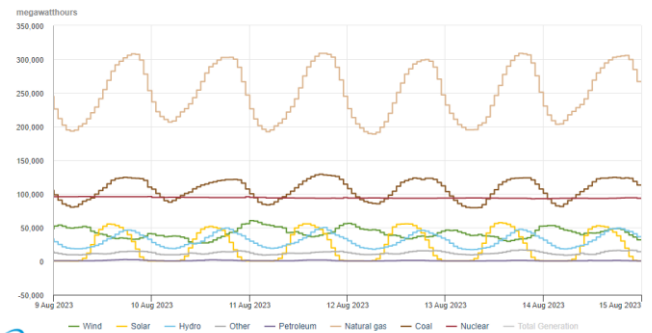


Figura 2 – Geração de Energia Eólica – Estados Unidos – semana do dia 09 a 15/08/2023

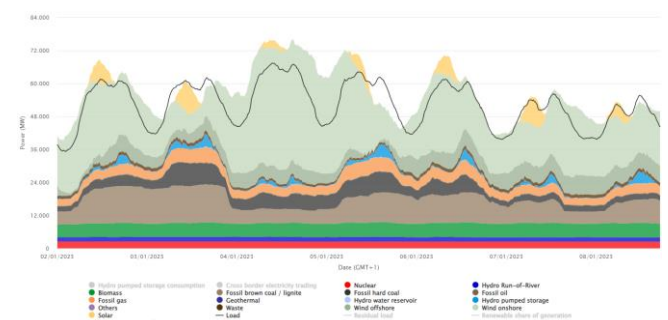


Figura 3 – Geração de Energia Eólica – Alemanha – semana do dia 02 a 08/01/2023.

A geração de energia eólica na semana de 14 a 20/08/2023, conforme mostra a Figura 4, apresentou valores máximos da ordem de 12 GW, sendo cerca de 8 GW em geração onshore e 4 GW de geração offshore. O fato mostra que nas mudanças de estação ocorre uma queda na geração eólica com aumento da geração solar.

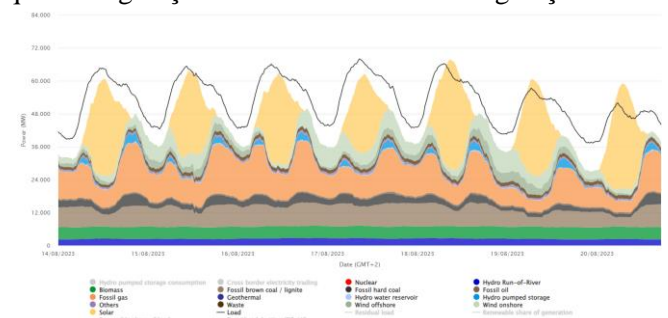


Figura 4 – Geração de Energia Eólica – Alemanha – semana do dia 14 a 20/08/2023.

O Gráfico da Figura 5 oferece uma visão da geração de energia eólica no Reino Unido na primeira semana de 2023. Nota-se que a produção de energia começou perto de 12000 M, caiu para cerca de 4000 MW no final do dia 01/01/2023, e teve o crescimento para uma geração próxima de 14000 MW, com queda em seguida, crescimento novamente, chegando a valores da ordem de 16000 MW, no dia 05/01/2023.

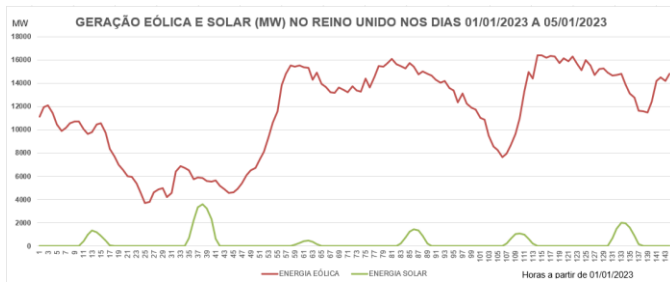


Figura 5 – Geração de Energia Eólica – Reino Unido – semana do dia 01 a 04/01/2023

O Gráfico da Figura 6 retrata a geração de energia eólica no Reino Unido na segunda semana de agosto de 2023. Uma constatação é que houve dias com registros abaixo de 2000 MW para a geração eólica, e uma geração entre 6000 e 8000 MW nos últimos dias desta semana. Nos primeiros dias houve uma queda na geração que aumentou e dois dias e caiu em seguida. Estes registros mostram que neste período do verão, com altas temperaturas houve queda dos ventos, e consequente redução da geração eólica.

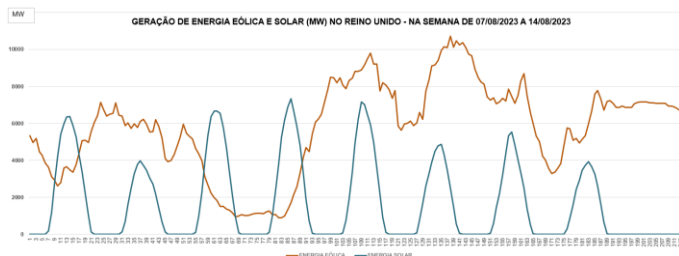


Figura 6 – Geração de Energia Eólica e Solar – Reino Unido – semana do dia 07 a 14/08/2023

A Figura 7 ilustra o gráfico da evolução da geração de energia eólica no dia 06/01/2023 no Brasil. Observa-se um crescimento exponencial durante o dia, indicando que à noite houve uma produção de energia próximo de 10.000MW.

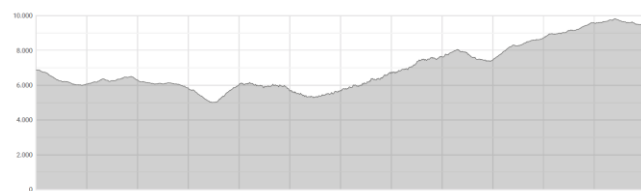


Figura 7 – Geração de Energia Eólica – Brasil – dia 06/01/2023

A Figura 8 ilustra o gráfico de geração de energia eólica no Brasil ao longo do dia 06/08/2023. Nesta imagem é possível observar que a produção de energia chega próximo dos 20.000MW, porém, no meio do dia ela cai

para aproximadamente 10.000MW (mesma produção de janeiro).

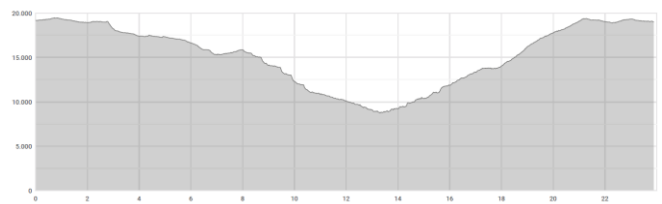


Figura 8 – Geração de Energia Eólica – Brasil – dia 06/08/2023

A Figura 9 mostra o gráfico de geração de energia no uma semana após o gráfico da Figura 8, o que é notável é que houve um padrão estável de produção de energia ao longo do dia.

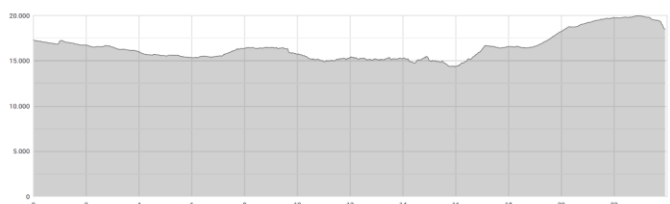


Figura 9 – Geração de Energia Eólica – Brasil – dia 14/08/2023

Conclusões

A energia eólica tem experimentado um crescimento notável no Brasil, contribuindo significativamente para a diversificação da matriz energética do país. O setor eólico brasileiro tem atraído investimentos substanciais, promovendo o desenvolvimento de tecnologias eólicas e a criação de empregos na indústria. No entanto, é importante ressaltar que a capacidade total de geração eólica no Brasil ainda é menor em comparação com países como a China e a Alemanha, que têm uma capacidade instalada muito mais ampla.

A China destaca-se com a maior capacidade instalada no mundo, demonstrando o seu compromisso em liderar a transição para uma matriz energética mais verde.

No Reino Unido, a queda na produção de energia eólica em agosto de 2023, reflete o fato que no verão com altas temperaturas, ocorre uma queda nos ventos na região, o que representou em uma menor geração de energia por fonte eólica.

No Brasil a geração no segundo semestre do ano tende a crescer, quanto ocorre a chamada “Safr dos Ventos”, na Região Nordeste, e que contrasta com a queda de geração hidrelétrica nas usinas a fio d’água, por conta do período de estiagem, sem chuvas. E no ano de 2023, por conta do

bom período de chuvas no início do ano, contribuiu para o enchimento dos reservatórios, que mantiveram os níveis auxiliados pela geração solar, e principalmente também pela geração eólica, que com variações, gerou ao longo de todo o ano, sempre com uma queda no meio da tarde.

Agradecimentos

Sincera gratidão à Universidade Federal de Itajubá pelo apoio e recursos fornecidos durante a pesquisa e elaboração deste artigo. O ambiente acadêmico e os recursos disponibilizados pela instituição foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Além disso, a aluna agradece imensamente ao FNDE pelo financiamento da bolsa do Programa de Educação Tutorial (PET) que tornou possível a realização deste estudo. O apoio do PET foi essencial para a concretização do objetivo e para o avanço do conhecimento nesta área.

Referências

Energy-Charts. Disponível em: <<https://www.energy-charts.info/>>.

Santos, r. Et al. Estudo comparativo do aproveitamento de energia eólica na região nordeste do Brasil x Alemanha. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/estudo_comparativo_do_aproveitamento_de_energia_eolica_na_regiao_nordeste_do_brasil_x_alemanha.pdf>.

Qual é o país que mais usa a energia eólica? Disponível em: <<https://clickpetroleoegas.com.br/blog/energia-eolica/qual-e-o-pais-que-mais-usa-a-energia-eolica/>>.

TERRA, N. Energia eólica no Brasil bate recordes e gera empregos. Disponível em: <<https://www.airswift.com/pt/blog/wind-energy-brazil#:~:text=O%20Brasil%20est%C3%A1%20em%20sexto>>.

Capacidade instalada de energia renovável da China ultrapassa a de energia de carvão. Disponível em: <<https://exame.com/mundo/capacidade-instalada-de-energia-renovavel-da-china-ultrapassa-a-de-energia-de-carvao/>>.

A evolução da energia eólica no Brasil e no mundo.

Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/260536-evolucao-energia-eolica-brasil-no-mundo.htm>>.

Conteúdo Jurídico. Disponível em: <<https://conteudojuridico.com.br/coluna/3231/energie-wende-a-transio-energetica-alem>>.