

# Perspectivas da Energia Eólica no contexto da Transição Energética e da Economia do Hidrogênio <sup>(1)</sup>

Ana Carolina Chaves (2)  
João Henrique Azevedo (3)  
Gláucia Fernandes (4)

Na última década, o Brasil vem despontando como uma potência eólica. Se, de um lado, a energia eólica onshore continua sendo fortemente impulsionada no Setor Elétrico Brasileiro, por outro lado, o país ainda dá os primeiros passos para regulamentar a eólica offshore. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica e Novas Tecnologias (ABEEólica), o Brasil possui um potencial superior a 1.500 GW de energia eólica onshore e offshore.

A indústria de energia eólica onshore brasileira já é bem desenvolvida, ocupando o sexto lugar de capacidade instalada no ranking global, segundo o relatório do Global Wind Energy Council (2021). Em outubro de 2022, o país celebrou a marca dos 24 GW de capacidade instalada, equivalente a pouco mais de 12% da matriz elétrica brasileira, gerados por 827 parques eólicos, distribuídos em 12 estados brasileiros (Brasil Windpower, 2022).

Espera-se que a geração offshore, em conjunto com a eólica onshore, amplie a segurança energética e de suprimento do sistema energético nacional, contribuindo diretamente para a diversificação da matriz, bem como para o desenvolvimento econômico e industrial brasileiro. De acordo com os dados do Balanço Energético Nacional 2022 (EPE, 2022), a geração eólica apresentou um crescimento de 26,7%, em 2021, ou seja, mais de 15 TWh adicionais na oferta da matriz elétrica brasileira em relação ao ano de 2020. A Figura 1 mostra os sucessivos incrementos da energia eólica a partir de 2015 e, em especial, no ano de 2021.

Diante de um contexto de promoção e incentivo à energia eólica, entre os dias 18 e 20 de outubro de 2022, ocorreu o Congresso Brazil Wind Power (BWP-2022), em São Paulo, reunindo as principais autoridades, especialistas e executivos do segmento de energia eólica. Durante o evento, foram discutidas as novas tendências do segmento, que incluíram desde a expansão da energia eólica offshore até as mais recentes inovações tecnológicas, atravessando a questão das mudanças climáticas e da justiça social. Em palestra realizada no evento, a BloombergNEF (BNEF) apresentou os principais resultados do relatório Power Transition Trends 2022, que mostrou a rápida recuperação da geração de energia mundial, após o pico da pandemia da Covid-19.

Segundo a BNEF (2022), em 2021, a geração de energia no mundo seguiu liderada pela geração térmica e pelo aumento da participação do carvão, devido tanto à mudança climática e à falta de chuvas, como ao crescimento do consumo de gás natural em grande parte dos países europeus. O aumento da participação do carvão gerou,

consequentemente, um aumento de emissões de gases do efeito estufa (GEE), com grande concentração na China, nos Estados Unidos e na Índia, que responderam por 57% das emissões no ano.

Em relação ao crescimento das energias renováveis, o relatório apontou um aumento notável. Como observado na Figura 2, 75% da capacidade instalada adicional em 2021 foi proveniente das fontes eólica e solar. A eólica dobrou a sua capacidade em dez anos, saltando de 45 GW, em 2012, para 90 GW, em 2021. Já a energia solar aumentou quase seis vezes, saindo de 32 GW, em 2012, para 182 GW, em 2021, demonstrado na figura.

No que diz respeito ao caso nacional, a BNEF projeta que, até 2035, o Brasil estará entre os países com maior capacidade instalada de energia eólica offshore. De acordo com o Roadmap Eólica Offshore Brasil da Empresa de Pesquisa Energética (2020), em 2020, o Brasil possuía um potencial técnico de 700 GW de energia eólica, em locais com profundidade de até 50 metros. Neste sentido, recentemente, assiste-se a um conjunto de ações e diretrizes visando estimular a expansão da energia eólica offshore, a partir da construção de uma estrutura regulatória que abarque as especificidades do segmento.

Um passo importante para ampliar as oportunidades de mercado dessa tecnologia foi dado recentemente, em outubro de 2022, com a publicação da Portaria nº 52/GM/MME e da Portaria Interministerial MME/MMA nº03/2022, pelo Ministério de Minas e Energia (MME). A publicação das portarias contribui para que o Brasil tenha condições de realizar o primeiro leilão para cessão de uso de áreas no mar. Atualmente, 70 projetos de eólica offshore, representando cerca de 176,5 GW, estão em processo de licenciamento no IBAMA. No entanto, o órgão ambiental deverá avaliar os projetos para evitar a sobreposição de áreas e assegurar uma distância mínima de segurança entre os empreendimentos. Por fim, apenas os projetos com cessão de uso irão prosseguir.

De acordo com o exposto pela ABEEólica no BWP-2022, atualmente, o Brasil possui um potencial de geração eólica superior à capacidade de absorção do mercado regulado. Neste sentido, quem tem impulsionado as renováveis, hoje, é o mercado livre (aproximadamente, 80% do pipeline), ou seja, este mercado vem direcionando a expansão no Brasil, principalmente agora com a abertura total prevista. Desta forma, entende-se que a expansão do setor offshore depende de novas oportunidades no mercado livre.

Em setembro de 2022, o Leilão para Contratação de Reserva de Capacidade, previsto para dezembro, foi cancelado. Contudo, em uma perspectiva positiva, o MME e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) terão tempo hábil para viabilizar a inclusão de soluções de armazenamento nos próximos certames, abrindo oportunidades de concorrência para as renováveis no leilão. A EPE está, inclusive, desenvolvendo um estudo sobre o risco de combustíveis na formação de preço, que deverá ser incorporado no Plano Decenal de Expansão e poderá embasar os benefícios das fontes renováveis frente às fósseis.

Outra grande oportunidade é a crescente expectativa do papel do hidrogênio renovável e de baixo carbono na transição energética, principalmente na descarbonização de segmentos industriais hard-to-abate. O hidrogênio verde (H2V) é visto como uma tecnologia promissora, pois carrega vantagens ligadas ao armazenamento, à segurança energética, à redução das volatilidades de preços, à adaptabilidade dos sistemas de energia renovável e à produção e transporte do combustível.

Em 2021, a produção mundial de hidrogênio ocorreu majoritariamente por fontes não renováveis. No entanto, a produção a partir de energias renováveis, inclusive de eólicas offshore, emerge como uma possibilidade para rotas tecnológicas de baixo carbono. Tendo em vista o seu alto potencial de geração de energia renovável a baixo custo, o Brasil já pode ser considerado um promissor player para a produção e exportação de H2V. De acordo com a Figura 3, a BNEF (2022) indica que, em 2030, o Brasil poderá oferecer H2V ao custo mais competitivo dentre os países analisados, já mais barato que o hidrogênio cinza e azul.

Este mercado cria também uma grande oportunidade para a transição da indústria de óleo e gás brasileira, devido às semelhanças operacionais e fabris com a produção de hidrogênio a partir de eólica offshore. A título de exemplo, pode-se citar as atividades oceânicas, a operação de transporte e armazenamento de gás, a operação de refinarias e a exploração e extração de hidrogênio (Azevedo et al., 2022).

Percebe-se que as empresas de energia investem cada vez mais na transformação de suas matrizes energéticas e de processos produtivos, no intuito de fornecer ao mercado produtos e commodities verde e de baixo carbono. Em novembro de 2022, ocorreu a 27ª Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP27), no Egito, onde foram reafirmados os compromissos dos 196 países que assinaram o Acordo de Paris para a redução das emissões de GEE e os caminhos para a neutralidade em carbono nos próximos anos.

Nestes termos, como destacado no BWP-2022 e na própria COP27, a energia eólica desempenha um papel fundamental para o alcance das metas de descarbonização até então propostas, uma vez que se caracteriza como uma energia renovável e limpa e com grande potencial de expansão. Segundo a ABEEólica, no acumulado de 2016 a 2024, o setor eólico brasileiro terá evitado emissões de GEE valoradas entre R\$ 60 e 70 bilhões.

Para além dos aspectos econômicos e ambientais, é importante que a expansão da energia eólica esteja alinhada a um processo de transição energética justo, considerando questões sociais. Desta forma, a transformação da matriz energética não envolve apenas a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, mas também a geração de desdobramentos socioeconômicos positivos na sociedade. Na Região Nordeste, por exemplo, comunidades podem vir a ser impactadas positivamente com a geração de empregos diretos e indiretos, a geração de renda advinda de arrendamentos de terras dos pequenos proprietários e o próprio aumento de arrecadação de impostos que, quando bem gerenciado, pode trazer benefícios para os municípios.

De acordo com o Boletim Anual da ABEEólica (2021), cada R\$ 1,00 investido em um parque eólico tem impacto de R\$ 2,90 sobre o PIB, após 10 a 14 meses. Além disso, a energia eólica possui a capacidade de gerar 11 postos de trabalho por MW instalado, podendo impactar positivamente a economia local caso os benefícios sejam distribuídos de forma justa pela sociedade. Deste modo, entre os anos de 2011 e 2020, a energia eólica gerou 196 mil empregos, sendo uma média de 10,7 empregos por MW instalado na fase de construção dos parques e 0,6 empregos por MW instalado para operação e manutenção.

Atualmente, as fontes eólica e solar lideram a expansão da oferta de energia elétrica no Brasil, com 82% da geração total em construção com previsão de entrar em operação até 2026. Neste contexto, 86% da capacidade das usinas eólicas em construção é destinada ao mercado livre e, de forma geral, a expansão da tecnologia no Brasil já acumula um

investimento de mais de US\$ 42 bilhões nos últimos 11 anos. No ano de 2021, os projetos de geração eólica contrataram mais de R\$ 10 bilhões em crédito de longo prazo junto às principais fontes do setor (Figura 4), sendo que somente no ano de 2021 o investimento foi de US\$ 5,15 bilhões (BNEF, 2022a). Com uma estratégia ESG bem definida, os termos de financiamento tem a possibilidade de ficarem mais competitivos nos projetos de energia eólica offshore.

Apesar do relevante aumento no volume de crédito e de inovações nas modalidades e estratégias de financiamento de projetos do segmento, o panorama da oferta de crédito para 2022 e 2023 traz novos desafios. O principal deles é a volta das altas taxas de juros no país, que encarece tanto o custo do capital próprio do investidor, quanto de todas as fontes de financiamento em reais, inclusive BNDES, FNE e FDNE. Consequentemente, a competitividade dos projetos em desenvolvimento e em implantação são impactados.

Destaca-se que, para o progresso da eólica offshore no Brasil, é preciso avançar na discussão sobre o seu marco regulatório, questão de grande relevância para os investidores que já possuem projetos de eólicas offshore em licenciamento no país. A regulação para viabilizar eólicas offshore também é importante para a indústria do H2V, que pretende crescer no Brasil nos próximos anos. Segundo a PWC (2022), o custo do quilograma de H2V hoje gira em torno de US\$ 3,20 a US\$ 8,60, porém este custo decairá 50% até 2030. O primeiro caminho para derrubar custos na produção de H2V será a energia renovável barata, uma vez que quase 80% do seu CAPEX provém de gastos com eletricidade. Para a energia eólica offshore se mostrar competitiva neste segmento, porém, precisa sofrer uma queda significativa de custo.

A título de conclusão, pode-se dizer que, atualmente, o Brasil já possui uma indústria eólica com uma base regulatória bem consolidada e vem caminhando para o avanço do segmento offshore. Entretanto, ainda é necessário o desenvolvimento de alguns elementos, principalmente para o ganho de confiança dos investidores, a citar: i) o avanço do projeto de lei nº 576/2021, que implicará na adequação de decretos e normas infralegais; ii) o aprimoramento do arcabouço regulatório do setor elétrico, a fim que as atividades da eólica offshore possam ser executadas de forma mais eficiente; e iii) a definição das regras de futuros leilões para eólica offshore, como, por exemplo, a definição de modelos de leilões específicos para a tecnologia.

Posto isto, destaca-se a importância da energia eólica para o processo de transição energética nacional, já que esta pode ser utilizada como fonte de energia limpa para as indústrias em processo de transição. Desta forma, a energia eólica também se afirmar como um vetor para uma reindustrialização mais sustentável e como possibilidade para um desenvolvimento regional mais justo do ponto de vista ambiental e social.

(Nota dos Autores: O presente artigo foi elaborado no âmbito do projeto de P&D ANEEL “Desenvolvimento de plataforma de análise técnica, econômica e ambiental da viabilidade da produção, armazenamento, transporte e uso final de hidrogênio – H2”, com apoio financeiro da Energy Assets do Brasil)

- (1) Artigo publicado na Agência CanalEnergia. Disponível em:  
<https://www.canalenergia.com.br/artigos/53236711/perspectivas-da-energia-eolica-no-contexto-da-transicao-energetica-e-da-economia-do-hidrogenio>. Acesso em 27 de janeiro de 2023.
- (2) Ana Carolina Chaves, Pesquisadora Plena no Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL).
- (3) João Henrique Azevedo, Pesquisador da FGV Energia e PUC-Rio.
- (4) Gláucia Fernandes, Pesquisadora da FGV Energia.