

## ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: OS MOTIVOS DO SUCESSO E O FUTURO DOS NOSSOS BONS VENTOS

Elbia Gannoum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ABEEólica

DOI: 10.47168/rbe.v27i3.641

### RESUMO

A energia eólica apresentou um crescimento virtuoso no Brasil na última década. Os ventos hoje já são a segunda fonte da matriz elétrica brasileira. Para o futuro, novas tecnologias devem se aliar às eólicas *onshore*, como é o caso das eólicas *offshore* e do hidrogênio. O artigo analisa os principais motivos que explicam o sucesso da eólica no Brasil e faz um cenário do que as novas tecnologias podem trazer para o futuro.

Palavras-chave: Energia eólica, Hidrogênio, *Offshore*.

### ABSTRACT

Wind energy has shown virtuous growth in Brazil in the last decade. Winds are now the second source in the Brazilian electricity matrix. For the future, new technologies must be combined with onshore wind, such as offshore wind and hydrogen. The paper analyzes the main reasons that explain the success of wind power in Brazil and presents a scenario of what new technologies can bring to the future.

Keywords: Wind energy, Hydrogen, *Offshore*.

### 1. INTRODUÇÃO

A energia eólica deu um grande salto no Brasil na última década, partindo de menos de 1 GW, em 2011, para mais de 18 GW no início de 2021, já ocupando o segundo lugar entre as fontes da matriz elétrica brasileira. E, para se somar a este sucesso, novas tecnologias estão se fazendo presente, por meio dos planos para construir os primeiros parques eólicos offshore e começar a utilizar hidrogênio para geração de energia. O objetivo deste artigo é passar pelos motivos que explicam o sucesso da eólica no Brasil e fazer um cenário do que as novas tecnologias podem trazer para um futuro nem tão distante assim.

## 2. CENÁRIOS E OS MOTIVOS DO SUCESSO DA ENERGIA EÓLICA

Escrevo este artigo no início de abril de 2021 e ainda muito animada com as comemorações da ABEEólica pelos 18 GWs de capacidade instalada de energia eólica. Isso significa que o Brasil já tem mais 8300 aerogeradores funcionando e cerca de 700 parques eólicos. Gosto sempre de olhar para estes números com uma visão de linha do tempo, porque então podemos perceber o quanto caminhamos. O crescimento mais intenso da energia eólica no Brasil se deu a partir de 2012, tendo como explicação principal os leilões iniciados em 2009, que detalharemos mais adiante. A Figura 1 (Infovento ABEEólica 19<sup>1</sup>) mostra a evolução da capacidade instalada em MW, da energia eólica.

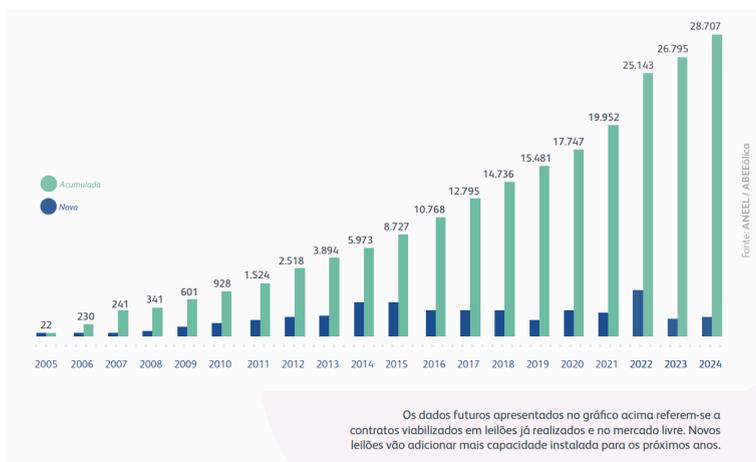


Figura 1 - Evolução da capacidade instalada em MW

Há exatos dez anos, em 2011, tínhamos menos de 1 GW de capacidade instalada e o que o futuro nos mostra, considerando apenas os contratos já fechados é que, até 2024, teremos pelo menos 28 GWs. Digo “pelo menos”, porque esse número certamente será maior com novos leilões e o grande crescimento do mercado livre. Outro ponto importante deste cenário é que a energia eólica é hoje a segunda fonte da matriz elétrica brasileira, conforme mostrado na Figura 2 (Infovento ABEEólica 19<sup>2</sup>).

1 Disponível no site [www.abeeolica.org.br](http://www.abeeolica.org.br), em versões que são atualizadas periodicamente.

2 Disponível no site [www.abeeolica.org.br](http://www.abeeolica.org.br), em versões que são atualizadas periodicamente.

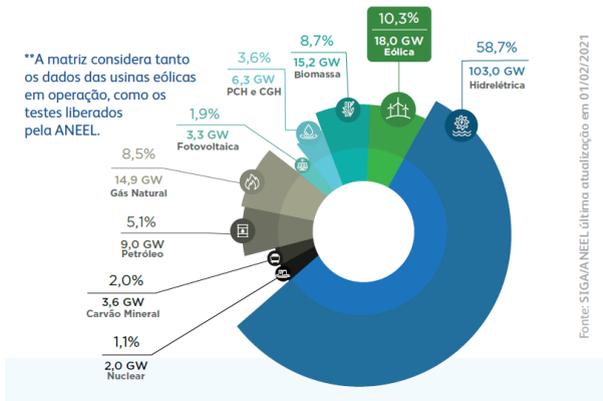


Figura 2 - Matriz elétrica brasileira\*\* em GW

A capacidade total instalada está dividida em 12 estados, destacando-se o Nordeste e Sul, sendo que no Nordeste estão mais de 80% dos parques eólicos, como pode ser visto na Figura 3 (Infovento ABEEólica 19<sup>1</sup>). Essas regiões têm recebido grandes investimentos, tanto para a produção de energia eólica como para o desenvolvimento do setor industrial, com fabricação de equipamentos e componentes.

UF	Potência (MW)	Parques
RN	5.154,2	182
BA	4.879,6	189
PI	2.275,9	79
CE	2.179,3	84
RS	1.835,9	80
PE	798,4	34
MA	426,0	15
SC	238,5	14
PB	157,2	15
SE	34,5	1
RJ	28,1	1
PR	2,5	1
<b>TT</b>	<b>18.010,1</b>	<b>695</b>

Figura 3 - Capacidade total instalada por região

1 Disponível no site [www.abeeolica.org.br](http://www.abeeolica.org.br), em versões que são atualizadas periodicamente.

Bom, mas como chegamos até aqui? O ritmo de crescimento sustentável e vigoroso da energia eólica no Brasil pode ser explicado por um cenário que inclui tanto fatores naturais específicos do Brasil quanto decisões técnicas que resultaram em políticas que impulsionaram as contratações e incentivaram o desenvolvimento da cadeia produtiva.

Acredito que o principal ponto é a qualidade excepcional do insumo mais importante para a energia eólica: o vento. Isso é crucial para tudo que se segue. Para produzir energia eólica com alta eficiência, precisamos de ventos estáveis, com a intensidade certa e sem mudanças bruscas de velocidade ou de direção. O Brasil foi abençoado pela natureza: temos uma quantidade enorme destes ventos, especialmente no Nordeste. E o que isso quer dizer? Bom, significa que a produtividade dos parques brasileiros atinge fatores de capacidade realmente excepcionais, muito acima das médias mundiais. Enquanto o fator de capacidade médio mundial está em torno de 30%, o Brasil tem fatores de capacidade médios superiores a 50% em alguns meses do ano, atingindo picos horários de até 80%.

Ainda falando de fatores naturais, importante levar em conta que fontes renováveis como eólica, solar, biomassa e PCH são complementares entre si. O regime de ventos e de chuvas, por exemplo, faz com que eólica gere mais nos meses em que chove menos e vice-versa. Isso torna a eólica muito valiosa para o Sistema Interligado Nacional - SIN, não somente pela geração efetiva, mas por permitir maior otimização do parque hidrelétrico. No período seco, a geração eólica em alta contribui para preservar o nível dos reservatórios, o que tem sido cada vez mais importante para o Brasil.

## **2.1 Políticas do BNDES e cadeia produtiva nacional**

Mesmo com um dos melhores ventos do mundo, nossa energia eólica não iria muito longe se não tivéssemos recursos à disposição do mercado para financiamentos que permitissem a expansão do setor. Neste ponto, o BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social é o responsável por ter oferecido grandes montantes que foram cruciais para a indústria se erguer no Brasil. Até 2020, podemos dizer que o BNDES é o responsável pelo financiamento de cerca de 85% dos projetos eólicos em operação no País, com 14,7 GW de projetos, representando R\$ 43,9 bilhões contratados, num total de R\$ 72,9 bilhões de investimentos.

Além de ser responsável por ser a fonte dos recursos, o BNDES também influenciou decisivamente no desenvolvimento da cadeia produtiva no Brasil, porque aliou aos financiamentos uma política de

obrigação de uma gradual internalização da cadeia de produção de aerogeradores no país, começando com índices de 60% de nacionalização e chegando a 80%. A consequência direta muito benéfica dessa política foi estimular uma grande quantidade de investimento em fábricas, capacitação de profissionais, geração de empregos e fortalecimento da indústria nacional. Esse pacote é um dos responsáveis pela expansão rápida da eólica no Brasil.

O Brasil tem hoje fabricantes de turbinas, de pás e torres eólicas e centenas de empresas fornecedoras de componentes e serviços para a cadeia produtiva, conforme mapeamento da cadeia produtiva realizado pela Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Desta forma, a política do BNDES foi capaz de direcionar parcela relevante dos investimentos para a indústria local e hoje a indústria eólica tem uma cadeia produtiva 80% nacionalizada. E o BNDES segue inovando. O BNDES foi a primeira instituição brasileira a emitir *Green Bond* no Mercado Global (Bolsa de Luxemburgo), com total Emitido em 2017 de USD 1 Bilhão. Os recursos foram vinculados a 8 Complexos Eólicos com 1,3 GW, que devem evitar 421,6 mil toneladas de CO<sub>2</sub>.

## 2.2 Leilões

O bom caminho de crescimento e inserção da energia eólica na matriz elétrica brasileira, após o fundamental pioneirismo do PROINFA, começou a se consolidar principalmente a partir do Leilão de Reserva de 2009, onde 1.806MW de potência eólica foram vendidos. A partir desse período, a energia eólica tem experimentado um exponencial e virtuoso crescimento no Brasil. De 2009 a 2019, nos vinte e dois leilões dos quais a fonte eólica participou, foram contratados mais de 18 GW em novos projetos.

Os leilões promovidos pelo governo têm, ao longo do tempo, apresentado resultados muito eficientes, porque promovem uma competição justa e saudável entre os vendedores de uma mesma fonte, o que resulta em redução do custo final. O Brasil tem adotado leilões com o critério de menor preço, ou seja, as empresas vencedoras são as que aceitam construir e operar a usina pelo menor valor da energia gerada. Este sistema não apenas é bem-sucedido no Brasil, como serve de exemplo para outros países que querem implantar algo parecido.

Aliados ao bom modelo de leilões, a energia eólica tem vivido um importante avanço da tecnologia, com consequente redução de custos, o que faz da eólica a fonte de menor preço no Brasil, considerando a média de preços oferecidos nos leilões de ambiente regulado nos últimos seis anos.

## 2.3 Mercado Livre

Embora este seja um fator mais recente, é um dos mais importantes atualmente no desenvolvimento da energia eólica no Brasil e certamente será responsável pelo crescimento do setor nos próximos anos. Desde 2018 a eólica tem contratado mais no mercado livre do que no ambiente regulado.

O mercado livre para eólica passa por uma profunda transformação na forma de oferta de energia e da relação que se estabelece entre fornecedores e consumidores de energia. Tais avanços são grandes negócios de longo prazo, feitos como “alfaiataria”, a gosto do freguês e de suas necessidades. E é desse novo modelo que gostaria de tratar neste artigo.

Para entender como chegamos aqui, um breve histórico do mercado livre é necessário. Em 1995, a lei 9074 determinou que os consumidores acima de 3 MW poderiam escolher seu fornecedor, o que permitiu que, a partir de 2000, os primeiros contratos viessem a aparecer, surgindo também uma importante categoria de agentes, as comercializadoras, que hoje são mais de 370, de acordo com dados da CCEE. A Lei 9.427/1996, por sua vez, criou a categoria de consumidor especial, acima de 500 KW, que pode optar livremente pelo seu fornecedor de energia, desde que seja eólica, solar, PCH, biomassa ou resíduos sólidos. Ao ser regulamentada, 10 anos depois, pela Resolução Normativa 247/2006, o benefício do desconto nas tarifas na TUSD e TUST para esta categoria impulsionou o mercado. Em 2008, eram 194 consumidores especiais como agentes na CCEE, e hoje este número é de 7.000.

O cenário atual apresenta um mercado livre complexo, experiente e fascinante em soluções novas, com elevado grau de diferenciação de produtos e serviços. Numa trajetória irreversível de expansão, pavimentada por erros e acertos, o aprendizado e amadurecimento deste segmento vai ao encontro e, ao mesmo tempo determina, a necessária Modernização do Setor Elétrico. Destaca-se que, por força de regulamentação via portaria do MME, começou, no ano passado, a queda gradual do valor mínimo para que um consumidor seja classificado como livre, o que já vem ampliando este mercado consideravelmente, e continuará fazendo-o nos próximos anos. Também impulsionam o setor as mudanças feitas pelo BNDES nos últimos três anos para financiamentos de projetos de energia no mercado livre, dando aos investidores uma opção segura de *funding* com, por exemplo, garantias rolantes e outras características adaptadas para o tipo de negócio.

Outro ponto importante é que, em 2017, com projetos eólicos represados devido à ausência de leilões regulados por cerca de 24 me-

ses, presenciamos uma mudança: além da queda dos custos e preços da fonte eólica, muitos dos vencedores dos leilões haviam viabilizado apenas parte dos seus contratos no ACR, deixando uma grande parte livre para negociações no mercado livre. Era como uma âncora, já que existia uma assimetria importante: projetos do ACR com prioridade para conseguir margem de escoamento de energia em relação aos do ACL. Com isso, eles garantiam, por meio dos leilões, sua conexão e podiam negociar direto com compradores. Com a queda de demanda neste ano de 2020, que levou ao cancelamento dos leilões, a problemática do ponto de conexão é menor, o que abre espaço para negociações de projetos eólicos na modalidade 100% dedicado ao mercado livre.

Importante considerar que foram habilitados mais de 22 GW de projetos de eólicas no último leilão. A carteira de eólicas é muito grande. O que temos visto é que o mercado está encontrando novas e inventivas saídas para liberar toda essa potência. E essa criatividade será cada vez mais necessária, porque o curto e médio prazo nos apontam leilões regulados menores e com tendência a diminuir num futuro um pouco mais distante, uma vez que o movimento de abertura de mercado sustentado pela regulação, conforme destacado pela Portaria nº 465/2019 do MME e pela implementação da Modernização do Setor Elétrico em curso.

O que estamos vendo agora é que o gerador/comercializador está procurando direto os consumidores que têm possibilidade de serem livres, mas eles não chegam mais com opções prontas, apenas para serem adaptadas em relação ao consumo. O que eles fazem é criar um contrato que se encaixe no consumidor considerando características inovadoras, podendo incluir, por exemplo, parcerias para construção do parque eólico, possibilidade de se tornar proprietário em sociedade do parque, apenas desenvolvimento do projeto ou gestão e operação. A verdade, neste ponto, é que não sabemos exatamente os detalhes destes novos modelos, porque há um certo “segredo” de alfaiate aí. Insisto na metáfora “alfaiataria”, pois o mercado livre habitual é como uma loja de roupas prontas que se oferecem por variados tamanhos, mas “modelos” iguais, enquanto estes novos contratos são feitos unicamente sob medida, os ajustes vão sendo feitos meticulosamente e só servem para aquele consumidor.

Sem dúvida, dada a regulação atual, o mercado livre tem ainda um grande potencial de crescimento e que pode ser ainda mais expressivo com os avanços da modernização da legislação. Isso é algo concreto que estamos comprovando dia após dia, especialmente neste difícil ano de 2020 em que nossa criatividade tem sido posta à prova no comando de negócios, resultando em contratos inovadores, como os fechados recentemente com a Anglo American, Tivit, Vulcabrás Azaleia,

Grupo Moura, Unipar Carbocloro, entre outros. Para que estes novos “alfaiates” dos ventos possam continuar a contribuir com o crescimento do mercado livre, é importante e necessária a mitigação e eliminação das assimetrias técnicas e regulatórias entre os ambientes de contratação - ACR e ACL- o que vem sendo muito bem encaminhado pelo governo, além do desenvolvimento de novos arranjos pelo mercado financeiro e de capitais, de forma que este passe a oferecer mais opções de *funding*, o que também me parece que caminha bem.

### 3. FUTURO E NOVAS TECNOLOGIAS

Antes de falar de um futuro mais distante, quero falar do mais próximo. O ano de 2020, com todo o caos da pandemia, foi claramente cheio de desafios para todos nós, incluindo o setor de energia. O impacto mais imediato é que não tivemos leilões, porque a demanda por energia caiu e isso significa que não vendemos no mercado regulado este ano. Por outro lado, a boa notícia é que o mercado livre tem se tornado muito importante para o setor eólico, sendo que em 2018 e 2019 já havíamos vendido mais no ACL que no ACR. Nosso desempenho no ACL em 2020 foi muito bom e isso é um bom sinal para a cadeia produtiva, que seguiu fechando novos negócios e, portanto, segue otimista para o futuro. O Mercado Livre, portanto, conforme apresentado no item anterior, é atual e um dos motivos do sucesso mais recente da eólica, mas que deve seguir sendo também uma tendência para o futuro.

Uma outra tendência para o futuro do setor eólico é a tecnologia da eólica *offshore*. A energia eólica *offshore* já é uma tecnologia viável e em constante crescimento em diferentes mercados do mundo (ENEVOLDSEN; JACOBSON, 2021). Recentemente, o *Global Wind Energy Council* (GWEC) divulgou o relatório anual 2021, o documento mostra que atualmente existem 35,3 GW de capacidade acumulada de energia eólica *offshore* no mundo. Apenas no ano de 2020 foram instalados 6,1 GW de capacidade nova de energia eólica *offshore*. Esse número é representado pelos continentes Ásia (3,0 GW), Europa (3,0 GW) e América do Norte (0,1 GW) que tem explorado novas formas de aproveitamento tecnológico por meio do vento no mar. O relatório também divulgou que as projeções globais para a instalação de nova capacidade instalada de eólica *offshore* têm uma perspectiva de crescimento de 6.1 GW instalados em 2020 para 23,9 GW em 2025 (GWEC, 2021).

Países como China, Reino Unido e Alemanha têm testado a viabilidade de tecnologias de eólica *offshore* a partir de turbinas instaladas no mar em plataformas e diferentes fundações, turbinas flutuantes

e até turbinas híbridas utilizando recursos do sol e do vento para geração de energia (IRENA, 2020). A Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) mostra em seu relatório *“Innovation Outlook: Offshore Wind”* que o desenvolvimento de inovações tecnológicas pode colaborar reduzindo os custos de instalação das tecnologias e o CAPEX dos projetos a médio prazo (IRENA, 2016).

No contexto brasileiro, a perspectiva também é positiva devido à abundância de recursos naturais no Brasil (CASTRO; LIMA; HIDD; VARDIERO, 2018). A Empresa de Pesquisa Energética divulgou o relatório *“Roadmap Eólica Offshore”* evidenciando que a fonte possui cerca de 700 GW de potencial eólico *offshore* para serem explorados. O documento é um grande passo para a evolução da fonte no país porque trata de desafios ligados ao meio ambiente, investimentos, desenvolvimento tecnológico e infraestrutura do país. Os desafios e oportunidades envolvem a criação e adaptação de uma cadeia especializada na produção eólica *offshore*, desenvolvimento de um arcabouço regulatório com base no mercado internacional, conexão à rede básica e uma série de outros itens que norteiam a estratégia dos investidores que buscam o desenvolvimento da tecnologia no país.

Na mesma linha do Roadmap da EPE, o *World Bank Group* (WBG) e o *Energy Sector Management Assistance* (ESAMP) apresentaram em seu relatório *“Going Global: Expanding Offshore Wind to Emerging Markets”* uma forte participação do Brasil entre os mercados emergentes com potencial para instalação de energia eólica *offshore* no futuro. Segundo o WBG, o Brasil tem um potencial eólico *offshore* de cerca de 1.200 GW e este potencial está concentrado na região Nordeste do país (DUTTON et. al, 2019). O ESAMP e o WBG ratificam que o Brasil tem desafios principalmente ligados à necessidade de ampliar transmissão e resolver gargalos relacionados à conexão e à infraestrutura no país.

É relevante ressaltar que a tecnologia é considerada pelo Plano Decenal de Energia - PDE 2029, documento desenvolvido pelo Ministério de Minas Energia (MME), como fonte que pode contribuir para a expansão de instalação na matriz energética nacional (MME e EPE, 2019). O documento ressalta que conforme o desenvolvimento da tecnologia no contexto mundial, o Brasil poderá angariar benefícios futuros por meio da competitividade da fonte e redução dos custos.

Já o Plano Nacional de Energia – PNE 2050 evidencia que nos próximos 30 anos a expansão do setor eólico se dará por meio das fontes renováveis: eólica e solar. Neste sentido, o documento ratifica a importância da fonte eólica *offshore* para a expansão e afirma que o custo da produção precisa ter uma redução de cerca de 20% para tornar-se competitivo no mercado.

A competitividade via questão tecnológica está diretamente co-

nectada com a cadeia produtiva para energia eólica *offshore*. Neste sentido, algumas das empresas com conhecimento no mercado de eólica *offshore* apontadas no relatório global do GWEC já se encontram no país. Dentre essas empresas existem fabricantes de turbinas, pás e outros componentes: GE, Siemens Gamesa, Acciona e outras empresas que estão apresentadas publicamente. A detenção de conhecimento tecnológico destas empresas possibilita a inovação no setor (GWEC, 2021).

Esse conhecimento tecnológico que possibilita inovar, acompanha a transição energética de setores que também possuem “*know-how*” de atuação. O GWEC apontou a transição de empresas de óleo e gás para fontes renováveis e a utilização dos conhecimentos em *offshore* contribuindo para as instalações da fonte eólica no Brasil e no mundo. A transição energética é um motor para a tendência da tecnologia eólica *offshore* e a experiência e os conhecimentos de operações no mar das empresas do setor de óleo e gás permitem angariar a inovação tecnológica no setor. A *Bloomberg New Energy Finance* sinaliza que foram investidos cerca de U\$22 bilhões em investimentos verdes por empresas de petróleo e gás entre 2015 e 2020 e suas metas englobam investimentos em energia eólica *offshore* (GWEC, 2021).

Para o Brasil, o conhecimento internacional de tecnologias e arcabouços legais mencionados pelo *Roadmap* de Eólica *Offshore* da EPE, permite a delimitação de um ponto de partida para a criação de um marco regulatório que assegura a fonte eólica *offshore* no país, fornecendo a necessária segurança jurídica aos agentes (GONZÁLES; SANTISO; DE MELO, 2020).

Apesar do grande potencial levantado nos estudos da EPE e sinalizações de crescimento global de investimentos na fonte eólica *offshore* apontados pelo GWEC, a fonte enfrentará desafios ligados à definição e criação de um marco legal e regulatório, às questões ambientais e às instalações em mar aberto, à transmissão e consolidação da cadeia produtiva nacional. Esses desafios precisam ser encarados pelos investidores, empresas e governo com finalidade de apoiar o desenvolvimento e competitividade da tecnologia no contexto brasileiro.

E, finalmente, não poderíamos deixar de fora deste artigo uma das grandes tendências e apostas para geração de energia do futuro: o hidrogênio. A produção de hidrogênio tem sido um atrativo para os setores de infraestrutura de todo o mundo. Simplificadamente, por meio do processo de eletrólise e compressão é viabilizada a utilização do hidrogênio para geração de energia. O hidrogênio extraído pode ter diversas aplicações no contexto da transição energética servindo para abastecer veículos, edificações e indústrias, gerando e armazenando energia (GIELEBM TAIBI; MIRANA, 2019).

O hidrogênio é uma fonte que pode colaborar com o armazena-

mento e a variabilidade das fontes de energia renovável. O hidrogênio tem sido observado como uma tecnologia que pode potencializar a instalação de fontes de energia renovável colaborando com a redução dos preços e fornecendo competitividade devido à sua capacidade de ser comprimido e armazenado para ser utilizado como combustível em um uso posterior (CLARK; HIFKIN, 2006).

A produção de hidrogênio pode ser proveniente de fontes como: eólica, solar, térmica, gás natural, biomassa etc. A geração a partir dessas fontes originaram a denominação por cores: hidrogênio verde (eólica e solar), hidrogênio azul (gás natural com captura de carbono), hidrogênio musgo (biomassa), e hidrogênio preto (demais térmicas com uso de combustíveis fósseis). Dentre os tipos de produção de Hidrogênio, o “Hidrogênio Verde” tem se destacado pelo crescimento das instalações de fonte de energia renovável (ABADD; DODDS, 2020).

O Hidrogênio Verde é uma tecnologia promissora porque carrega algumas vantagens ligadas ao armazenamento, segurança energética, redução das volatilidades de preços, adaptabilidade dos sistemas de energia renovável e produção e transporte do combustível. Recentemente, a IRENA lançou o relatório “*Green Hydrogen: A Guide to Policy Making*”, o documento mostra que diferentes países têm criado planos nacionais para a produção de hidrogênio via fontes renováveis. Países como Alemanha, França, Espanha, Japão, China, Chile e Noruega já delinearão suas estratégias de produção de hidrogênio via fontes renováveis. Isso evidencia que o hidrogênio pode ser um mecanismo propulsor para a instalação de nova capacidade de energia renovável e tornar este tipo de fonte cada vez mais competitiva.

A EPE deu o primeiro passo no contexto nacional e no início de fevereiro lançou a nota técnica chamada: “Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio”. O documento levanta as principais iniciativas relacionadas ao Hidrogênio que o Brasil tem realizado e suas oportunidades e desafios. O material reforça a necessidade de o Brasil possuir uma estratégia para a produção do Hidrogênio a partir de diversas fontes de energia existentes no país para a geração de vantagem competitiva na indústria. O papel do Hidrogênio Verde é destacado devido à sua potencialidade para gerar competitividade. No documento é mencionado que as fontes renováveis podem reduzir os preços da produção do Hidrogênio em até 60% até 2030. Avançar em uma estratégia para o Hidrogênio, conforme proposto pela EPE, pode auxiliar o Brasil a se tornar um importante *player* no mercado internacional na comercialização deste combustível, baseado na competitividade das fontes renováveis do país e nas atuais discussões e acordos climáticos firmados entre os países.

Vale ainda mencionar que o Conselho Nacional de Política

Energética aprovou resolução, no dia 20/04/2021, determinando a elaboração em 60 dias de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio. O trabalho será feito em cooperação com os Ministérios de Ciência, Tecnologia e Inovação e do Desenvolvimento Regional e com apoio da Empresa de Pesquisa Energética.

#### 4. TRANSFORMAÇÃO ENERGÉTICA

Os números que apresento neste artigo são espetaculares e devem ser comemorados, mas também gosto de questionar: “o que significam estes números?”. E o que eles significam, para mim, é a força de uma transformação energética, com efeitos diretos para a sociedade. É desta transformação que gostaria de falar neste artigo.

Falar de transição energética, no caso do Brasil, é fácil. Já temos uma matriz elétrica e energética com participação de renováveis acima da média mundial. No caso da elétrica, por exemplo, temos 83% de renováveis, enquanto a média global é de cerca de 25%. Na matriz energética, temos 46% e a média mundial está ao redor dos 15%. E seremos cada vez mais renováveis. Temos um dos melhores ventos do mundo para geração de energia eólica em terra, em alguns anos teremos eólicas offshore, nosso potencial solar é enorme, a biomassa cresce com solidez e temos a possibilidade de aproveitar o gás natural do pré-sal para gerar energia.

Nosso desafio não é, portanto, gerenciar escassez de recursos naturais limpos, como é o caso de tantos países que precisaram investir bilhões em políticas de desenvolvimento de renováveis. Nosso desafio é gerenciar sua abundância para produção de energia, tirar de cada um deles o melhor possível, protegendo a natureza e trazendo retornos sociais e econômicos para a sociedade. Nossa responsabilidade, quando miramos o palco mundial das discussões sobre aquecimento global, é gigantesca. E eu estou falando apenas do recorte das fontes de energia. Se falarmos de florestas e de outros recursos naturais, a responsabilidade brasileira é ainda maior.

E é exatamente por termos essa abundância que podemos entender o processo de transição energética como uma oportunidade para que isso signifique uma transformação energética. Quando falamos de transformação energética, o conceito é mais amplo e envolve, por exemplo, todas as mudanças e tecnologias que se desenvolvem junto com as renováveis, para atender e permitir seu crescimento, além das consequências na sociedade.

O que consigo vislumbrar é que a verdadeira potencialidade e oportunidade da transformação, que é o fato de o investimento nos recursos naturais, de forma responsável, gerar desenvolvimento eco-

nômico e social por meio da distribuição de renda, da inclusão e da diminuição das desigualdades econômicas e sociais. É preciso dar esse pulo de raciocínio e ação: não basta gerar energia renovável que não emita CO<sub>2</sub>, é preciso que essa energia impacte positivamente a vida das pessoas. Aí começamos a falar de uma real transformação energética, da forma como eu a compreendo.

No caso da eólica, já enxergamos muito bem isso. Parques eólicos chegam a regiões remotas do Brasil, especialmente no Nordeste, impactando positivamente comunidades por meio de, por exemplo, empregos diretos e indiretos e geração de renda com os arrendamentos de terras dos pequenos proprietários, que seguem com suas criações de animais ou plantações, já que apenas uma pequena parcela da área é utilizada para colocação dos aerogeradores. Há também impactos de aumento de arrecadação de impostos que, com adequado gerenciamento público, podem significar melhorias para o município. O desenvolvimento tecnológico que chega com as renováveis também significa um novo caminho de atuação profissional.

Além disso, contribuímos para a regularização de terras de pequenos proprietários que jamais tiveram acesso ou condições de cuidar disso. Esse é um efeito positivo pouco discutido, mas ao ser obrigado a arrendar pequenos espaços de terras em áreas que necessariamente devem estar regularizadas, o setor eólico deve cuidar dessa regularização e contribuiu indiretamente para que pequenos donos de terra, especialmente no interior do nordeste, tivessem pela primeira vez seu certificado de propriedade em mão.

Em novembro de 2020, a ABEEólica publicou o estudo “Impactos Socioeconômicos e Ambientais da Geração de Energia Eólica no Brasil”, realizado pela equipe do economista Gesner Oliveira, da consultoria GO Associados, e que quantificou os já conhecidos impactos positivos da energia eólica. O trabalho analisa, por exemplo, os efeitos multiplicadores dos investimentos realizados pelas empresas, assim como o impacto dos valores pagos para arrendamentos de terras para colocação de aerogeradores. O estudo também fez uma comparação entre um grupo de municípios que recebeu parques eólicos e outro que não tem energia eólica, para avaliar o impacto da chegada dos parques no Índice de Desenvolvimento Humano – IDHM e no PIB municipal.

No que se refere ao IDHM e PIB Municipal, os municípios que têm parques eólicos tiveram uma performance 20,19% e 21,15% melhor, respectivamente, para estes dois indicadores (OLIVEIRA; CURI; FELINI; FICARELLI, 2020). Este é um resultado que mostra que não há dúvidas: a energia eólica chega e seus efeitos positivos multiplicadores impactam nos indicadores do município.

O estudo também faz um balanço dos efeitos multiplicadores

dos investimentos realizados pelas empresas do setor eólico, por meio da metodologia de MIP – matriz insumo-produto, que mostra como um investimento se desdobra chegando a outras indústrias e impactando outros serviços.

De 2011 a 2019, considerando setor de máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos e aquisição de produtos e a contratação de serviços no mercado doméstico, o valor investido pelo setor foi de R\$ 66,9 bilhões. Partindo deste valor efetivamente investido pela indústria, pudemos então calcular os efeitos diretos, indiretos e efeito renda causados por estes investimentos, utilizando a MIP, e chegamos à conclusão de que estes investimentos tiveram potencial expandir a produção das Regiões Nordeste e Sul do país (valor agregado) na ordem de R\$ 262 bilhões, gerando mais de 498 mil empregos por ano, em média e R\$ 45,2 bilhões em massa salarial. Reitero que isso é uma somatória dos chamados efeitos multiplicadores: diretos, indiretos e massa salarial. Além disso, foram arrecadados R\$ 22,4 bilhões em tributos relacionados, sendo R\$ 11,8 bilhões em ICMS e R\$ 1,9 bilhão em IPI (OLIVEIRA; CURI; FELINI; FICARELLI, 2020).

O estudo também estimou os efeitos multiplicadores do pagamento de arrendamento. Este é um ponto importantíssimo do estudo, porque os arrendamentos são uma injeção de renda direta na região. Importante explicar que quando um pequeno proprietário arrenda um pedaço da sua terra para colocação de um aerogerador, ele pode continuar com suas plantações ou criação de gado. O pagamento de arrendamento se torna, então, um valor fixo para os proprietários que podem investir em sua própria terra e ampliar sua produção.

Para 2018, o estudo estimou um valor de 165,5 milhões de pagamento em arrendamentos. Para estimar os impactos na economia local desses pagamentos realizados para as famílias referentes ao arrendamento de terras, foi utilizada a metodologia da MIP Regional-IBGE. A principal hipótese é que o valor recebido pelas famílias pelo arrendamento seria utilizado principalmente para consumo em bens e serviços. Primeiramente, foi considerada a importância relativa dos gastos realizados pelas famílias, agregados em doze macro setores no orçamento das famílias brasileiras que vivem na zona rural, dado que os parques eólicos estão comumente localizados em áreas rurais. Em segundo lugar, foram utilizados os dados mais recentes da Pesquisa de Orçamentos Familiares (“POF”) do IBGE (estrutura do consumo das famílias).

Assim, considerando os dados de 2018, os pagamentos de arrendamento de terras para expansão do setor eólico em torno de R\$ 165,5 milhões ao ano, têm potencial de levar a uma expansão da produção das Regiões Nordeste e Sul (valor agregado) da ordem de R\$ 524,6 milhões, gerando mais de 8 mil empregos e R\$ 43,2 milhões

em massa salarial. Além disso, são arrecadados R\$ 45,4 milhões em tributos relacionados, sendo quase R\$ 25,5 milhões em ICMS e R\$ 2,5 milhões em IPI (OLIVEIRA; CURI; FELINI; FICARELLI, 2020).

O estudo também avaliou um benefício importante da energia eólica, que é a baixa taxa de ocupação do solo, chegando à conclusão de que, mesmo num cenário em que os aerogeradores estariam mais próximos, pelo menos 92% da área ficaria livre para outras atividades, podendo este valor ser maior ainda dependendo da distribuição dos aerogeradores (OLIVEIRA; CURI; FELINI; FICARELLI, 2020).

O que nossos 18GWs de capacidade instalada de energia eólica significam, além de uma energia limpa e confiável, é isso: um benefício real, palpável e mensurável para a sociedade por meio da melhoria de indicadores tão importantes como é o caso do IDHM e do PIB.

A discussão de transformação energética e dos efeitos da energia na sociedade tem se tornado ainda mais crucial com a pandemia, que parece estar abrindo ainda mais os olhos da humanidade para o inadiável combate ao aquecimento global. E, nesse processo, as fontes que não emitem gases de efeito estufa e apresentam benefícios sociais, econômicos e ambientais, como é o caso da eólica, são nossa melhor aposta para quando chegar o momento da retomada econômica. No caso do Brasil, a boa notícia é que temos como uma das suas principais vantagens comparativas em relação a uma grande maioria dos países o fato de sermos uma potência energética com uma grande diversidade de energias limpas e, no caso das eólicas, há ainda o fato de que temos um dos melhores ventos do mundo, o que significa energia muito competitiva. No Brasil a energia da transformação é abundante e é nosso papel trabalhar a favor dela.

## 5. CONCLUSÃO

Há uma série de fatores que explicam o sucesso da energia eólica no Brasil e especialmente no Nordeste, onde estão 80% dos parques eólicos brasileiros. Em primeiro lugar, o Brasil tem bons ventos para obter energia eólica com grande produtividade: são ventos estáveis, com a intensidade certa e sem mudanças bruscas de velocidade ou de direção. Um outro ponto favorável do desenvolvimento da fonte eólica no Brasil é o fato de a cadeia produtiva ser 80% nacionalizada gerando empregos aqui e produzindo com alta tecnologia e investimentos que contam com o apoio dos financiamentos do BNDES. Todo este cenário positivo serve de base para um futuro que tende ser ainda mais positivo para a fonte, com a chegada de novas tecnologias que irão permitir, por exemplo, os primeiros parques eólicos offshore no Brasil e a utilização de hidrogênio para produção e energia junto com as eólicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, A. V.; DODDS, P. E. Green hydrogen characterization initiatives: Definitions, standards, guarantees of origin, and challenges. *Energy Policy*, 138, 111300. 2020.

BIANCO, E.; BLANCO, H. *Green Hydrogen: A Guide to Policy Making*. 2020.

CASTRO, N. D.; LIMA, A.; HIDD, G.; VARDIERO, P. *Perspectivas da Energia Eólica offshore*. 2018.

CLARK II, W. W.; RIFKIN, J. A green hydrogen economy. *Energy Policy*, 34(17), 2630-2639. 2006.

COUNCIL, G. W. E. (2021).

GWEC | GLOBAL WIND REPORT 2021. Disponível em < <https://gwec.net/global-wind-report-2021/>>. Acesso em: 06 abr. 2021.

DUTTON, A. S. P.; SULLIVAN, C. C.; MINCHEW, E. O.; KNIGHT, O.; WHITTAKER, S. *Going Global: Expanding Offshore Wind to Emerging Markets* (No. 143162, pp. 1-1). The World Bank. 2019.

ENEVOLDSEN, P.; JACOBSON, M. Z. Data investigation of installed and output power densities of onshore and offshore wind turbines worldwide. *Energy for Sustainable Development*, 60, 40-51. 2021.

GIELEN, D., TAIBI, E.; MIRANDA, R. *Hydrogen: A renewable energy perspective*. International Renewable Energy Agency (IRENA). 2019.

GONZÁLEZ, M. O. A.; SANTISO, A. M.; DE MELO, D. C.; DE VASCONCELOS, R. M. Regulation for offshore wind power development in Brazil. *Energy Policy*, 145, 111756. 2020.

IRENA. International Renewable Energy Agency. *Innovation Outlook: Offshore Wind*. 2016. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2016/Oct/Innovation-Outlook-Offshore-Wind>. Acesso em: 06 abr. 2021

IRENA. International Renewable Energy Agency. *Innovation Outlook: Ocean Energy Technologies*. 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2020/Dec/Innovation-Outlook-Ocean-Energy-Technologies>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2029*. Brasília: MME/EPE, 2019. Disponível em: [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br). Acesso em: 06 abr. 2021.

OLIVEIRA, G.; CURI, A. Z.; FELINI, P. S.; FICARELLI, T. GO Associados: Impactos socioeconômicos e ambientais da geração de energia eólica no Brasil. São Paulo; V1, 2020, p. 1-84. Disponível em: [http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/ABEE%C3%B3lica\\_GO-Associados-V.-Final.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/ABEE%C3%B3lica_GO-Associados-V.-Final.pdf). Acesso em: 08 abr. 2021.