

# ENERGIA SOLAR E EÓLICA: UM ESTUDO SOBRE A PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA NO BRASIL

**Gabriel Moreira Barbosa Aragão<sup>1</sup>; Júlia Marinho Barreto<sup>2</sup>; Juan Victor Vieira Bento do Nascimento<sup>3</sup>; Matheus Cançado Galvão Moura<sup>4</sup>; Mateus Pires Dietrich<sup>5</sup>; Lara Schetinger Rodrigues<sup>6</sup>; Felipe Spinola Farias<sup>7</sup>; Rodolfo Bello Exler<sup>8</sup>; Morjane Armstrong Santos de Miranda<sup>9</sup>**

<sup>1</sup> **Gabriel Moreira Barbosa Aragão**; Graduando(a) em Engenharia de Computação; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [gabriel.aragao@aln.senaicimatec.edu.br](mailto:gabriel.aragao@aln.senaicimatec.edu.br)

<sup>2</sup> **Júlia Marinho Barreto**; Graduando(a) em Arquitetura e Urbanismo; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [juh.marinhobarreto@gmail.com](mailto:juh.marinhobarreto@gmail.com)

<sup>3</sup> **Juan Victor Vieira Bento do Nascimento**; Graduando(a) em Engenharia de Computação; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [juan.nascimento@aln.senaicimatec.edu.br](mailto:juan.nascimento@aln.senaicimatec.edu.br)

<sup>4</sup> **Matheus Cançado Galvão Moura**; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [matheus.moura@aln.senaicimatec.edu.br](mailto:matheus.moura@aln.senaicimatec.edu.br)

<sup>5</sup> **Mateus Pires Dietrich**; Graduando(a) em Engenharia de Computação; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [mateus.dietrich@aln.senaicimatec.edu.br](mailto:mateus.dietrich@aln.senaicimatec.edu.br)

<sup>6</sup> **Lara Schetinger Rodrigues**; Graduando(a) em Engenharia de Computação; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [lara.rodrigues@aln.senaicimatec.edu.br](mailto:lara.rodrigues@aln.senaicimatec.edu.br)

<sup>7</sup> **Felipe Spinola Farias**; Graduando(a) em Engenharia de Computação; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [felipe.farias@aln.senaicimatec.edu.br](mailto:felipe.farias@aln.senaicimatec.edu.br)

<sup>8</sup> **Rodolfo Bello Exler**; Mestre ou em tecnologias aplicadas a bioenergia; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [rodolfo.exler@doc.senaicimatec.edu.br](mailto:rodolfo.exler@doc.senaicimatec.edu.br)

<sup>9</sup> **Morjane Armstrong Santos de Miranda**; Doutora em Administração; Centro Universitário SENAI CIMATEC; [morjanessa@gmail.com](mailto:morjanessa@gmail.com)

## RESUMO

Por conta da crescente preocupação com o impacto ambiental, uma reformulação da matriz energética brasileira se torna algo eminente. Pesquisas indicam que a utilização de fontes de energias limpas é o melhor caminho para garantir um futuro mais sustentável. O Brasil possui um grande potencial para a geração de energia renovável, especialmente através da energia solar e eólica. Este estudo tem como objetivo descrever o cenário atual dessas fontes de energias limpas no País. Foi realizada uma revisão bibliográfica em dados divulgados em relatórios como o Balanço Energético Nacional 2022 e o Global Wind Report 2022, além de pesquisas realizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) sobre o tema. Os resultados da revisão indicam que o Brasil possui um enorme potencial para a geração de energia renovável a partir de fontes limpas, como a energia solar e eólica. Atualmente, a participação dessas fontes na matriz energética brasileira ainda é relativamente baixa, mas tem apresentado um crescimento expressivo nos últimos anos. Pesquisas adicionais são necessárias para promover a transição para novas fontes de energia limpa e sustentável em nosso país.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia limpa; Energia Solar; Energia Eólica

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o impacto ambiental causado pelas atividades humanas e os meios para minimizar o dano dessas ações na natureza, de forma recorrente, passaram a figurar como temas amplamente discutidos. Entre as temáticas atuais, as discussões em torno da produção de energia têm tido um papel central, gerando significativas propostas quanto a reconfiguração da matriz energética a partir da adoção de meios de produção energética limpa, ou seja, considerando o uso de fontes de energia naturais e renováveis, não poluentes, inesgotáveis, e que possam reduzir os impactos ambientais gerados pela humanidade. Nesse sentido, estudos vêm apontando que a geração de energia proveniente do sol e do vento destacam-se entre as possíveis e significativas ações sustentáveis e renováveis, principalmente para países como o Brasil que performam muito bem quanto a oferta de ambos os recursos (SANTANA et al., 2020; PORTO et al., 2013).

A energia eólica chegou em território nacional na década de 90 e foi instalada, em caráter experimental, na ilha de Fernando de Noronha pelo fato desse território apresentar elementos propícios para geração de energia a partir do vento. O excelente desempenho alcançado pelo uso dessa tecnologia motivou sua instalação definitiva de parques eólicos em diversas outras cidades, principalmente da região Nordeste, que apresentaram potencial dos ventos em função de sua intensidade, estabilidade e direcionamento. O processo de produção de energia, nesse caso, contempla aerogeradores instalados em parques eólicos *onshore* (força dos ventos que chegam no continente) ou *offshore* (força dos ventos em alto mar), que usam a força proveniente dos ventos, de forma espontânea, para movimentar as hélices produzindo a energia cinética (energia do movimento) que se transformará em energia elétrica (UDOP, 2021; SANTANA et al., 2020).

A energia proveniente do sol apresenta baixa necessidade de capital para sua implantação, operação e geração. Portanto, para que os raios solares sejam convertidos em energia, é necessário que se tenha um sistema de painéis solares fotovoltaicos capazes de absorver a luz solar e converter a energia luminosa em energia elétrica, por meio das células solares que contêm materiais semicondutores como o silício, capazes de gerar eletricidade quando expostos à luz solar. O Brasil, como um dos países com maior incidência da irradiação solar, possui vasto potencial para usufruir dos recursos da energia proveniente do mesmo, sendo a principal região brasileira para geração da energia solar também o Nordeste. (SILVA, ROCHA E TALARICO, 2021).

O potencial brasileiro para produção de energia a partir de fontes renováveis é expressivo em diversas frentes torna a compreensão do mercado eólico e solar brasileiro relevante. Desta maneira, entende-se como grande ajuda a diversificação da matriz energética, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis. Além disso, a necessidade da redução das emissões de gases de efeito estufa exalta mais uma vez a importância advinda do objetivo de reduzir as mudanças climáticas.

Estatísticas revelam que o uso da energia eólica e solar representam, atualmente, pouco mais de 18% da matriz energética brasileira, a expectativa para o final do ano de 2023 é que dos previstos 12,14 GW provenientes da energia limpa, 90% terão como origem as fontes solar e eólica, até 2050 o Brasil poderia aproveitar mais de 500 GW de energia solar e mais de 300 GW de energia eólica, bem como que o setor de energia renovável no Brasil poderia, potencialmente, criar mais de 800.000 oportunidades de trabalho até esse mesmo ano (MME, 2022; IRENA, ANO; EPE, ANO 2022).

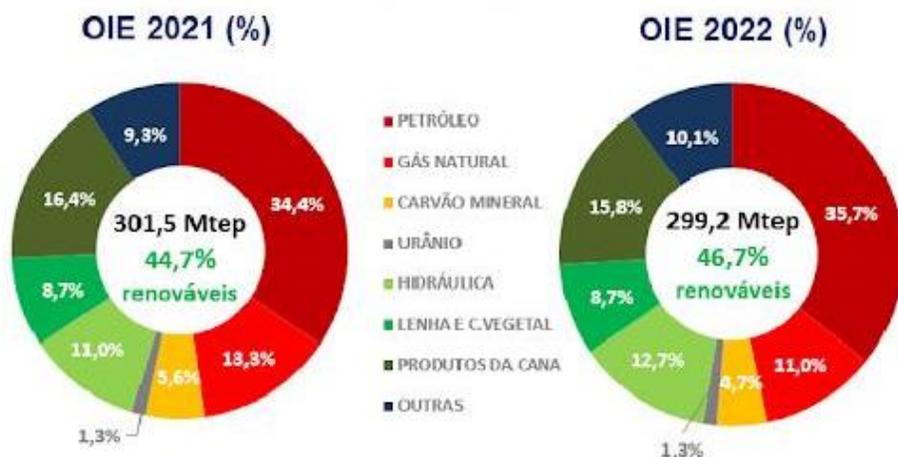
Diante do potencial brasileiro para produção de energia a partir dessas fontes renováveis e consequente ampliação na diversificação da matriz energética, minimização da dependência de combustíveis fósseis e redução das emissões de gases de efeito estufa, compreender especificidades desse contexto em território nacional é de fundamental importância para os avanços na área. Sendo assim, com o objetivo de descrever o cenário atual da produção de energia solar e eólica no Brasil, esse estudo foi proposto.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL

Um dos maiores desafios para a humanidade está na transição do cenário energético atual para um futuro de maior uso de fontes renováveis e sustentáveis de energia. A discussão permanente acerca dos efeitos negativos causados pela dependência dos combustíveis fósseis tem desempenhado um papel crucial em estimular o interesse global por soluções sustentáveis de produção de energia, que derivam de fontes renováveis, limpas e ambientalmente responsáveis. Embora as reservas de energia provenientes de combustíveis fósseis sejam limitadas, outras fontes como a energia hidráulica, solar, biomassa e eólica possuem potenciais significativos capazes de assegurar a autossuficiência energética do país (BERMAN, 2008)

O Brasil é líder mundial no uso de fontes de energia não renováveis, tais como a energia hidrelétrica, porém quando citam-se as energias renováveis a demanda é por melhorias no planejamento em longo prazo desse tipo de fonte de energia, levando em consideração questões socioeconômicas. Com isso, deve-se pensar nessas fontes como uma solução alternativa que permitirá diminuir a dependência do combustível fóssil e das grandes usinas hidrelétricas. (BONDARIK, PILLATI, HORST, 2018).



**Figura 01:** Comparação da Oferta de Energia do Brasil entre 2021 e 2022  
**Fonte:** BEN,2022.

De acordo com os dados apresentados na Figura 01, em 2022, o Brasil contemplou somente 46,7% de toda produção da matriz elétrica no país de origem renovável. Por causa do alto consumo de energia e do constante crescimento econômico, o país busca, desde então, expandir sua indústria energética limpa, explorando fontes naturais de energia renovável que estão em abundância no território brasileiro, como a energia fotovoltaica e a energia eólica.

## **2.2 ENERGIA SOLAR**

A energia solar trata-se de uma alternativa ambientalmente menos agressiva, afinal trata-se de uma fonte de energia renovável, limpa e que não emite poluentes. Seu processo de obtenção ocorre através de células fotovoltaicas - frequentemente feitas de silício - que atuam na conversão de luz solar em eletricidade, sendo o efeito fotovoltaico estabelecido no instante em que os fótons da energia solar atingem os átomos, provocando a liberação de elétrons e gerando corrente elétrica (ANEEL, 2022).

Para gerar eletricidade a partir da energia solar de maneira indireta, é necessário construir usinas em áreas extensas com alta incidência de luz solar, já que a energia solar atinge a Terra de forma difusa. Uma das limitações técnicas para a expansão de projetos de aproveitamento de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que exige o uso de grandes áreas para capturar energia em quantidades suficientes para que o empreendimento seja economicamente viável (ANEEL, 2022).

A produção da energia elétrica através da fonte solar (conhecida como fotovoltaica) possui diversos pontos benéficos como um impacto ambiental baixo, poucas perdas ao utilizar da mesma como energia renovável e uma diversificação nas formas de produzir energia sustentável. Porém, apesar do crescente potencial fotovoltaico, o mesmo não vem sendo aproveitado devidamente como poderia no Brasil, considerando que o país possui cerca de 176 MW de potência centralizada instalada, representando apenas 0,1% da potência total. Dessa forma, a nação brasileira se encontra atrás nos rankings de produção, principalmente de países como Estados Unidos, China e Alemanha. Portanto, prevê-se uma melhora nesse quesito, sendo registradas mais de 3,5 mil novas conexões de sistemas fotovoltaicos em 2016, além da colocação em 8º lugar dos países que mais produzem energia solar no mundo em 2023. (IPEA, 2023)

## **2.3 ENERGIA EÓLICA**

Caracteriza-se por vento, o ar em movimento, fenômeno ocasionado sobretudo pelas diferenças de temperatura e pressão nas várias regiões atmosféricas. Portanto, a energia eólica é definida como a energia cinética das massas de ar em movimento, que são geradas pelo aquecimento desigual da superfície do planeta. Além da radiação solar, outros fenômenos geofísicos também contribuem para a sua formação, como a rotação da Terra, as marés atmosféricas e outros (ANEEL, 2002).

A energia eólica é produzida pela conversão da energia cinética do movimento de translação em energia cinética de rotação, utilizando turbinas eólicas, também conhecidas como aerogeradores, para gerar eletricidade. O aproveitamento da energia eólica pode ser realizado por meio de cataventos e moinhos, que realizam trabalhos mecânicos, como o bombeamento de água, além do uso de turbinas eólicas para a geração de eletricidade

(ANEEL, 2002).

Entretanto, há que se ressaltar que para que ocorra a viabilidade financeira de se investir em um parque eólico, essa matéria prima advinda da natureza deve cumprir certos pré-requisitos como intensidade adequada, estabilidade e capacidade de seguir na mesma direção. E, como o Brasil vem apresentando um ótimo coeficiente de aproveitamento de energia, proveniente de fontes renováveis, totalizando em 75%, com 8,8% fornecido por parques eólicos, as apostas para o investimento nessa fonte natural são altas (BEN,2021).

Vale ainda comentar que, essa é uma ideia que vem se discriminando mundialmente e que, felizmente, devido ao avanço de tecnologias e a crescente preocupação com a sustentabilidade e o meio ambiente vem se tornando possível o uso mais abundante de energias provenientes desses meios naturais. A exemplo disso, temos o gráfico publicado pelo GWEC (2021), que prevê um crescimento no uso dessa tecnologia entre os anos de 2020 e 2025.



**Figura 02:** Previsão de novas instalações de energ. eólica de 2020 a 2025

**Fonte:** GWEC,2022.

### 3. METODOLOGIA

Para obter uma visão ampla da produção de energia solar e eólica no Brasil, foram realizadas cinco etapas metodológicas:

- A primeira etapa envolveu a realização de uma revisão bibliográfica completa para reunir informações pertinentes sobre as fontes renováveis de energia e as políticas públicas em torno delas.
- A segunda fase consistiu na coleta de dados sobre a produção atual, incluindo uma análise da capacidade instalada, distribuição geográfica e alocações de investimentos.
- Na terceira fase, os dados coletados foram analisados para identificar tendências, desafios e oportunidades.

- Na quinta etapa, foi realizada uma análise das políticas públicas relacionadas à produção de energia eólica e solar no Brasil.

Por meio dessas cinco etapas metodológicas, obteve-se uma visão abrangente e atualizada sobre a produção de energia eólica e solar no país, abrangendo aspectos técnicos, econômicos, ambientais e políticos.

#### 4. REFERÊNCIAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas da Eficiência Energética no Brasil** – Relatório de Indicadores. 2022. Disponível em: < [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-741/Atlas\\_Eficiencia\\_Energetica\\_Brasil\\_2022.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-741/Atlas_Eficiencia_Energetica_Brasil_2022.pdf) > Acesso em Acesso em: 06 Mai. 2023

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**, 1º edição, 2002.

BERMANN, C. **Crise Ambiental e as Energias Renováveis**. São Paulo: 2008. Disponível em: < [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252008000300010&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252008000300010&script=sci_arttext) > Acesso em: 06 Mai. 2023

BONDARIK, R.; PILATTI, L. A.; HORST, D. J. **Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil**. Interciencia, v. 43, n. 10, p. 680–688, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33957861002>. Acesso em: 28 abr. 2023.

INDD, C.-E.-S. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. Disponível em: < <https://fapesp.br/publicacoes/energia.pdf> >. Acesso em: 28 abr. 2023.

MARQUES, R. C.; KRAUTER, S. C. W.; DE LIMA, L. C. **Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro**. Revista Tecnologia, [S. l.], v. 30, n. 2, 2010. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/1049> . Acesso em: 14 abr. 2023.

SILVA, M.; ROCHA, L, T.; SILVA JÚNIOR, J. A.; G. TALARICO, M. **Energia solar fotovoltaica: Revisão bibliográfica**. Revista Mythos, v. 14, n. 2, p. 51-61, 25 jun. 2021.

PORTO, M. F. DE S.; FINAMORE, R.; FERREIRA, H. Injustiças da sustentabilidade: Conflitos ambientais relacionados à produção de energia “limpa” no Brasil. **Revista crítica de ciências sociais**, n. 100, p. 37–64, 2013.

SANTANA, J. C. S. et al. O USO E PRODUÇÃO DA ENERGIA LIMPA COMO MÉTODO DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL SUSTENTÁVEL. Em: **Revista portos: por um mundo mais sustentável**. [s.l.] EPITAYA, 2020. v. 1p. 99–111.

**Balanco Energético Nacional 2022**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>>. Acesso em: 9 maio. 2023.

ALEX. **Global Wind Report 2021**. Disponível em: <<https://gwec.net/global-wind-report-2021/>>. Acesso em: 6 maio. 2023.

ALEX. **Global Wind Report 2022**. Disponível em: <<https://gwec.net/global-wind-report-2022/>>. Acesso em: 6 maio. 2023.

**EXECUTIVO, S. VIA DO 1, 5°C**. Disponível em: <[https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA\\_WETO\\_Summary\\_2022\\_PT.pdf?rev=b1952b7278034d0384e3f543e31f75bb&hash=2496326B281F4CD3E0BAC357C8FA49AF](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_WETO_Summary_2022_PT.pdf?rev=b1952b7278034d0384e3f543e31f75bb&hash=2496326B281F4CD3E0BAC357C8FA49AF)>. Acesso em: 9 maio. 2023.

BARRA, M. M.; TEIXEIRA, W. C. **Energia eólica: panorama atual e perspectivas futuras**. Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica, v. 4, n. 1, 2022.

GIACOMAZZI, S.; FABIANO, D.; POMPERMAYER, M. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Disponível em: <[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD\\_2388.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdf)>. Acesso em: 9 maio. 2023.