



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**JÉSYCA EMÍLIA LUCIANO NHIME**

**ESTUDO E ANÁLISE DAS ENERGIAS SOLAR FOTOVOLTAICA E EÓLICA PARA  
O CONSUMO DA HUMANIDADE**

**FORTALEZA**

**2023**

JÉSYCA EMÍLIA LUCIANO NHIME

**ESTUDO E ANÁLISE DAS ENERGIAS SOLAR FOTOVOLTAICA E EÓLICA PARA O  
CONSUMO DA HUMANIDADE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Energias Renováveis da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Graduado em Engenharia de Energia Renovável.

Orientador: Professor Dr. Francisco Nivaldo Aguiar Freire.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

N1e Nhime, Jéस्या Emília Luciano.  
Estudo e análise das energias solar fotovoltaica e eólica para o consumo da humanidade  
/ Jéस्या Emília Luciano Nhime. – 2023.  
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro  
de Tecnologia, Curso de Engenharia de Energias Renováveis, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Francisco Nivaldo Aguiar Freire.

1. Energia Eólica. 2. Energia Solar. 3. Fontes Renováveis. I. Título.

CDD 621.042

---

*ESTUDO E ANÁLISE DAS ENERGIAS SOLAR FOTOVOLTAICA E EÓLICA PARA O  
CONSUMO DA HUMANIDADE*

Monografia apresentada ao Curso Engenharia de Energias Renováveis da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Graduada em Engenharia de Energias Renováveis.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.Dr. Francisco Nivaldo Aguiar Freire. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Francisco Marccone Lima

Centro Universitário Maurício de Nissau

---

Mestre. Paulo Herbert Maia Junior

Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus e meus pais, Estevão e Micaela

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e saúde que tem concedido todos os dias. Ao professor Francisco Nivaldo Aguiar Freire pela oportunidade de me orientar na conclusão deste trabalho.

Meus pais, Estevão Nhime e Maria Chilombo Luciano Nhime por estarem sempre comigo me apoiando em todas as minhas batalhas e conquistas mesmo de longe obrigada por serem meu porto seguro.

Aos meus irmãos, Ivandro, Leopoldino, Hilária, Elizandra e Nereida por sempre estarem comigo mesmo distante têm se preocupado comigo e mandado sempre suporte para que eu me sinta bem, mesmo quando teve meses que me isolava eles sempre se mantiveram em contato e nunca me repreenderam, obrigada por todo esse carinho e amor que vocês sempre dedicaram à mim .

A Maria Gorete Miranda Martins que me ajudou muito nesses anos todos de graduação, me recebeu em sua casa mesmo que não houvesse vínculo entre nós, só Deus poderá retribuir tudo que fez por mim eu só posso ser grata por tudo pelo resto da minha vida.

A Cristina secretária da Engenharia de Energias Renováveis que sempre esteve disponível para mim, me orientando e me ajudando sempre que pedia alguma coisa, sempre tão pronta para ajudar as pessoas fielmente e com muita paciência.

A todos os professores do Curso de Engenharia de Energias Renováveis que contribuíram para a minha formação acadêmica com ensinamentos que nortearam meu processo de aprendizagem que culminaram neste momento formação, á todos os meus colegas principalmente Jean Charles de Melo que sempre esteve presente me ajudando em momentos de dificuldade e lazer

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo comparativo entre as Energias Eólicas e Solar Fotovoltaica para o consumo da humanidade. A energia solar e eólica são duas fontes renováveis, a primeira utiliza o sol como fonte de produção energética e a segunda utiliza a força dos ventos como fonte. Para a energia solar é comum o uso de painéis solares, para a eólica usam-se hélices. É extremamente importante para que ocorra produção de energia elétrica os ventos precisam ter velocidade suficiente para mover as pás para isso é representado um fator limitante as regiões com características de ventos de baixa velocidade ou frequência variada. Usinas eólicas, assim como as fotovoltaicas, possuem alta potência instalada. No processo de geração da energia solar, o calor e a luz do sol atingem as células fotovoltaicas do painel e, assim, são convertidas em eletricidade. Como o Brasil possui um alto índice de luz solar, há muito potencial para a geração desse tipo de energia. Porém, a geração vai variar de acordo com cada local e também cada época do ano. No Brasil, os aerogeradores operam em baixa velocidade, que é um grande benefício, pois com a baixa velocidade de rotação, reduzem-se também os ruídos oriundos do giro das hélices e se tem a possibilidade de aumento do tamanho das turbinas..O aumento do consumo energético e o interesse dos países em produzir energia é tão significativo que vem desafiando e estimulando tanto o setor público quanto o privado na busca por novas fontes geradoras de energia. Fica muito claro perceber que as regiões mais indicadas para a implantação de parques eólicos são as áreas costeiras, por possuírem relevo pouco acidentado e ventos favoráveis. O preço da instalação de painéis solares pode variar em função do tipo de instalação, do consumo diário, do tipo de edifício, deve ter-se em conta que não se trata apenas de instalar os painéis, mas que existem muitos outros elementos importantes: inversores, baterias solares, contadores bidirecionais. Ambas energias Eólicas e solar Fotovoltaica têm seus prós e contra e dizer que uma é melhor que a outra é nulo. Portanto, a conveniência de instalar um tipo de energia ou outro nem sempre é clara, a escolha da instalação é condicionada de energia que é necessário obter.

**Palavra Chave:** Energia Eólica, Energia Solar, Fontes Renováveis.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Matriz Energética brasileira

Figura 2 – Consumo de Energia proveniente de fontes renováveis

Figura 3 – Ilustra a Evolução das Turbinas Eólica nas últimas décadas

Figura 4 – Constituição de Turbinas ( THE)



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1- Tipos de Energia Renováveis -----                           | 15 |
| Tabela 2 – Países com capacidade instalada de Energia Renováveis----- | 18 |
| Tabela 3 – Diferenças das Energias Fotovoltaicas e Eolica-----        | 27 |
| Tabela 4 – Capacidade instalada de Energia Eólica -----               | 31 |
| Tabela 5 – Capacidade instalada de Energia solar-----                 | 32 |
| Tabela 6 – Ranking dos Estados que mais produzem energia solar-----   | 34 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 OBJETIVO</b>   | <b>2</b>  |
| 2.1 Objetivo geral  | 2         |
| 2.2 Objetivos específicos   | 2         |
| <b>3 GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL</b>   | <b>3</b>  |
| <b>4 ENERGIA RENOVÁVEIS</b>   | <b>4</b>  |
| 4.1 Energia Eólica  | 4         |
| 4.2 Energia Solar fotovoltaica  | 4         |
| <b>5 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ENERGIA SOLAR E EÓLICA</b>                                      | <b>5</b>  |
| 5.1 Corrente Alternada e Contínua   | 5         |
| 5.2 Área ocupada solar e Eólica   | 5         |
| 5.3 Gerador Eólico no Brasil  | 5         |
| 5.4 Torre x Placa solar   | 5         |
| <b>6 GERADOR EÓLICO NO BRASIL</b>   | <b>6</b>  |
| <b>7 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA x ENERGIA EÓLICA PRINCIPAIS DIFERENÇAS</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>8 CUSTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMPARADA COM A ENERGIA EÓLICA</b>                   | <b>8</b>  |
| <b>9 COMPARAÇÃO DE PREÇOS DE ENERGIA GERADA DURANTE A VIDA ÚTIL DO SISTEMA SOLAR E EÓLICA</b> | <b>9</b>  |
| <b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>  | <b>10</b> |
| <b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b>   |           |

## 1 INTRODUÇÃO

Desde antiguidade o homem vem procurando melhores condições para um acesso a energia de forma a não sobrepôr ao meio ambiente e de uma forma mais adequada e sustentável. Nesse período de tempo foram analisadas diversas energias alternativas com visão de melhorar o nosso dia a dia. Olhando nessa perspectiva que surge a discussão da viabilidade da implantação de energias consideradas renováveis com destaques para aquelas que permitem menor distúrbio ao ambiente como o todo.

A utilização e disponibilidade de energia são essenciais para o desenvolvimento social e econômico de uma sociedade. A energia elétrica é um recurso essencial, necessário para melhorar o padrão e a qualidade de vida dos seres humanos (AHLBORG, HAMMAR, 2011).

Torna-se válido avaliar a transição energética também de maneira específica para determinados setores da economia, como por exemplo, o setor elétrico e o de transportes, pois a transição pode ser mais acelerada ou mais lenta de um setor para o outro.

A facilidade de acesso da população à energia elétrica, sendo um serviço de infraestrutura é considerada hoje como uma das variáveis que define o nível de desenvolvimento de uma nação (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, 2008). Para satisfazer necessidades de iluminação, aquecimento, transporte, e a produção e distribuição de vários materiais produzidos por indústrias, é necessária uma intrincada e complexa rede energética (DUNLAP, 2015).

No entanto, de modo geral, muitas fontes possuem um ciclo de produção de energia intermitente, necessitando de dispositivos para realizar o armazenamento energético em períodos de indisponibilidade.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo Comparar o estudo das Energias Solar e Fotovoltaica para o consumo da humanidade

### **2.2 Objetivo Especifica**

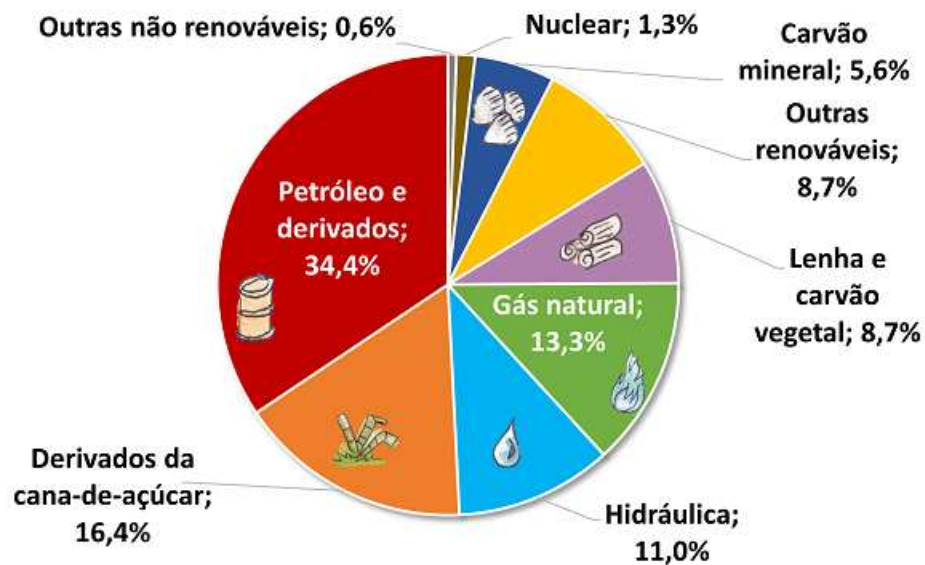
Descrever as principais diferenças entre as energias Fotovoltaica e Eólica;  
Estudar o desenvolvimento dos setores das Energias Fotovoltaica e Eólica;  
Apresentar aplicações das Energias Solar e Fotovoltaica;  
Comparar os custos de ambas as energias

## **3 GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL**

A cada ano, a população tem se tornado cada vez mais dependente do uso de energia. Deste modo, a comodidade do uso de recursos tecnológicos cada vez mais modernos e dependentes de fontes de energia faz com que a busca por novas alternativas de geração de energia para satisfação da humanidade.

A matriz energética Brasileira, como um todo, apresenta forte participação de fontes renováveis. Levando em conta a matriz energética mundial, conforme dados da IEA 2020, somente 2,5% da energia produzida provém de fontes renováveis e segundo os dados da EPE, com relação ao ano de 2021, 44,8% da energia produzida no Brasil era proveniente de fontes renováveis. A matriz energética brasileira (figura 1) está dividida entre 51,6%

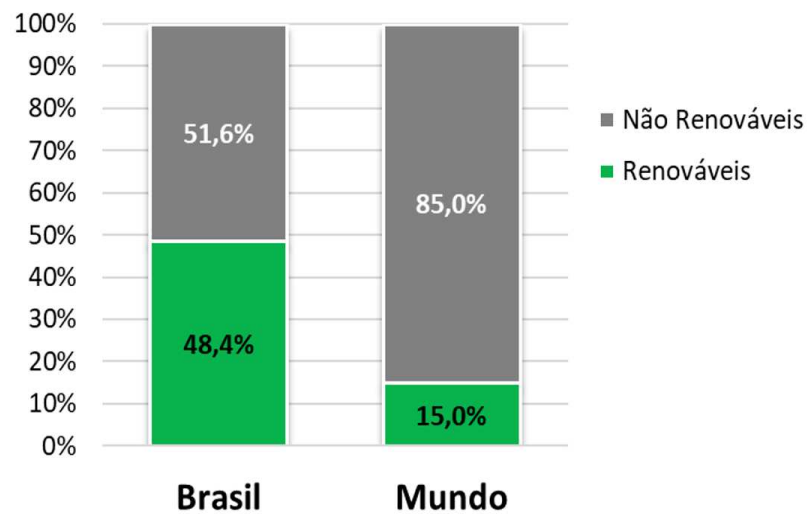
Figura 1 – Matriz Energética Brasileira



EPE

A matriz energética brasileira (figura 1) está dividida entre 49% provenientes de fontes renováveis e 51,6% provenientes de fontes não renováveis, com relação as fontes renováveis o maior percentual é o a da Biomassa (16,4%) seguido da energia hidráulica (11,0%), já nas fontes não renováveis o maior percentual é o petróleo e derivados (34,4%) seguido do gás natural (13,3%).

Figura 2 - consumo de energia proveniente de fontes renováveis e não renováveis



EPE

O gráfico apresenta que a matriz energética brasileira é a mais renovável que a mundial. As fontes não renováveis de energia são as maiores responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE).

#### 4 ENERGIAS RENOVÁVEIS

As energias renováveis são aquelas provenientes de ciclos naturais de conversão como da radiação solar, que é fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta (PACHECO, 2006).

Fontes de energia renovável:

- Energia Hídrica;
- Energia Eólica;
- Energia Solar;
- Energia Geotérmica;
- Energia das Ondas e Marés;
- Energia da Biomassa.

Na Tabela 1, seguem os tipos de energia renovável e como se dá sua

conversão em energia.

Tabela 1– Tipos de energia renovável.

|  |   |
|--|---|
| Células fotovoltaicas                      | <b>Convertem a radiação solar diretamente em eletricidade. Sistemas fotovoltaicos acoplados no telhado e/ou arranjos Independentes.</b>   |
| Tecnologias elétricas térmicas             | <b>Produzem eletricidade concentrando a luz solar onde o calor acumulado é usado para aquecer o fluido que, em seguida, aquece a água até seu estado gasoso. O vapor irá movimentar as turbinas, acionando o gerador que produzirá a energia.</b> |
| Máquinas eólicas                           | <b>Convertem a energia cinética do vento em energia rotacional que impulsiona turbinas geradoras de eletricidade.</b>   |
| Biomassa                                   | <b>Principalmente resíduos de madeira e seus subprodutos, mas também resíduos industriais e resíduos sólidos urbanos, e que são queimados para produzir calor e eletricidade.</b>   |
| Energia geotérmica<br>Energia hidrelétrica | <b>Calor retido até 3000 pés abaixo da superfície da terra. Vapor, água quente e salmoura quente dentro de 900 pés da superfície da terra é a forma primária usada comercialmente para gerar eletricidade e aquecimento de edifícios.</b>         |
| Energia hidrelétrica                       | <b>A água em movimento ou em queda é usada para gerar eletricidade, isto é, a mais importante tecnologia de energia renovável para a eletricidade hoje.</b>   |

BANG *et al*, 2000.

O principal componente da matriz energética brasileira é a fonte hidráulica, que, em termos de poluição, é considerada entre as fontes, uma das mais limpas, mas o seu impacto no meio ambiente é de grande monta, visto que há necessidade de alagamento de grandes áreas, interferência direta na fauna, na flora e deslocamento de comunidades (PEDROSA, 2005).

Para este trabalho será focado o estudo das Energias Eólica e Solar que fazem parte das Energias Renováveis.

## 4.1 Energia Eólica

Energia eólica é uma fonte renovável gerada pela força dos ventos, a sua conversão ocorre através da conversão da energia cinética em eletricidade que é chamada de aerogerador ou turbina eólica. É uma energia que é tratada como barata em comparação às demais e não gera emissão de poluentes na atmosfera.

A energia eólica representa ainda uma parcela muito pequena da matriz energética mundial que é da ordem de 0,9%, conforme apontam os dados da Agência Internacional de Energia (IEA). No período mais recente, os investimentos no setor passaram por um aumento seguido de estagnação, o que veio depois de uma fase de oscilações.

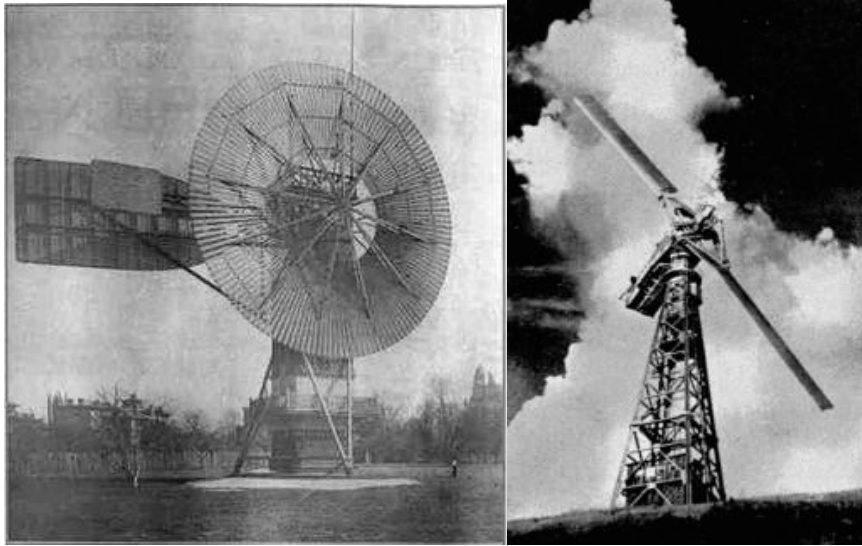
"Os mecanismos responsáveis pela geração de energia elétrica surgiram nos meados do século XIX. No ano de 1887, teve-se notícia da primeira turbina eólica de pequena escala, com pás feitas de tecido, destinada à produção de eletricidade, cuja criação foi atribuída ao engenheiro escocês James Blyth, considerado por isso o pioneiro da energia eólica.

"Um ano mais tarde, em 1888, o engenheiro norte-americano Charles Bush instalou em sua residência uma grande turbina geradora de energia eólica, sendo muitas vezes atribuída a ele a invenção desse mecanismo."

Os dois tipos de aerogeradores conhecidos são: de eixo horizontal (Figura 5) e os de eixo vertical (Figura 6), as turbinas de eixo vertical são aplicadas a pequenos geradores que podem ser aplicados ao uso residencial. Possuem a vantagem de captar o vento em qualquer direção e, portanto, possuem complexidade menos durante sua instalação. Já os geradores de eixo horizontal, necessitam do auxílio de um sistema automatizado para acompanhar a orientação do vento. Todavia, este é o modelo mais aplicado na geração de eletricidade em parques eólicos. Diversos parques já estão em funcionamento no Brasil, principalmente nas regiões Nordeste e Sul, onde os ventos alísios são abundantes. (VILLALVA, 2015).

Durante a segunda guerra mundial, para se economizar combustíveis fósseis, os aerogeradores receberam quantidades maciças de investimentos para que fosse possível desenvolver aerogeradores de médio e grande porte. Os Estados Unidos desenvolveram o maior projeto de construção, pelo menos até aquela data. Tratava-se do aerogerador Smith-Putnam cujo modelo apresentava 53,3m de diâmetro, uma torre de 33,5m de altura e duas pás de aço com 16 toneladas. Na geração elétrica, foi usado um gerador síncrono de 1.250KW com rotação constante de 28 RPM, que funcionava em corrente alternada, conectado diretamente à rede elétrica local.



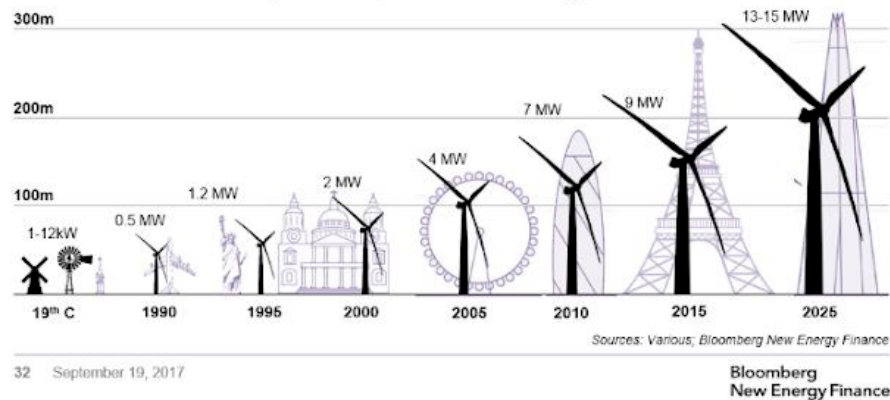


Turbina eólica inventada pelo Brush (1887-1908)    Turbina Eólica de Smith-Putnam (1941-1945)

Após a segunda guerra, os recursos voltam a ser aplicados na extração de petróleo ou na construção de grandes hidrelétricas, deixando a matriz eólica em terceiro ou quarto plano, na maioria dos países, exceto alguns como Alemanha e Dinamarca.

Figura 3 - Ilustração da evolução das turbinas eólicas nas últimas décadas

### EVOLUÇÃO DAS TURBINAS EÓLICAS tamanho e produção de energia



Bloomberg

A figura acima apresenta a evolução de uma Turbina eólica até 2026, percebe-se que ao decorrer dos anos houve um crescimento perceptível da produção das turbinas e espera-se que em 2026 o tamanho das turbinas chega há 300 m.

Nos últimos anos, o número de acidentes associados ao uso de turbinas eólicas tem aumentado, devido a descargas atmosféricas. Danos causados em sistemas de geração eólica afetam a segurança e confiabilidade dessa fonte de energia. A maioria das quebras e faltas que ocorrem nos sistemas elétricos e de controle é ocasionada por sobretensões transitórias próximas à torre.

Atualmente os esforços têm se concentrado em torno do desenvolvimento no aproveitamento de energias limpas, afinal o custo de “extração” delas é baixo, não é um absurdo pensarmos em aproveitar a energia cinética dos ventos e das ondas dos mares. A instabilidade no setor dos combustíveis fósseis tem contribuído para os investimentos nestes tipos de energias limpas.

Para a produção de energia elétrica os ventos precisam ter velocidade suficiente para mover as pás e por isso, representando um fator limitante às regiões com características de ventos de baixa velocidade ou com frequência variada

Hoje, os países que mais utilizam energia eólica, de acordo com capacidade instalada, são:

Tabela 2- Países com capacidade instalada de Energia Renovável

| Posição | País     | Capacidade Instalada (MW) |
|---------|----------|---------------------------|
| 1º      | CHINA    | 205.235                   |
| 2º      | EUA      | 127.418                   |
| 3º      | BRASIL   | 84.929                    |
| 4º      | CANADA   | 79.587                    |
| 5º      | ÍNDIA    | 48.304                    |
| 6º      | RÚSSIA   | 47.292                    |
| 7º      | ALEMANHA | 47.235                    |
| 8º      | ESPANHA  | 39.711                    |
| 9º      | JAPÃO    | 34.485                    |
| 10º     | NORUEGA  | 30.082                    |

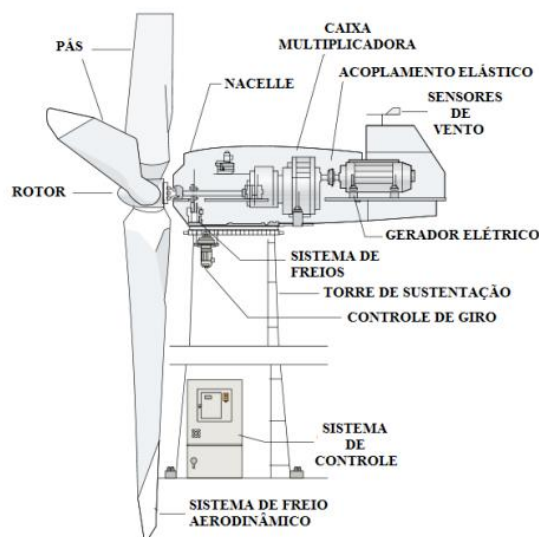
Fonte: Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), Estatísticas de capacidade renovável 2020.

Turbinas são máquinas capazes de converter energia cinética do ar em eletricidade, sendo assim, um dos fatores para a produção da energia eólica com o auxílio das hélices que são movimentadas pelo vento. As turbinas podem ser representadas em Turbinas Eólicas de eixo horizontal (TEEH) e as turbinas eólicas de eixo vertical(TEEV) que então agem no funcionamento de um gerador que produz energia elétrica.

Elas são utilizadas para a produção de energia elétrica, através de acoplamento com geradores e podem ser também empregadas para outros sistemas mecânicos como o bombeamento de água.

Turbinas do eixo horizontal são o tipo de turbinas mais comuns para turbinas eólicas de grande e baixo porte devido à sua alta eficiência, investimento tecnológico e custo benefício. Estes tipos de turbinas são usadas principalmente em regiões agrícolas e com poucos obstáculos, como prédios ou árvores, pois requerem vento mais laminar ou pouco turbulento.

Figura 4 - Constituição de uma turbina (THE)



Fonte: (CBEE/UFPE, 2000).

Geralmente o número de pás que encontramos neste tipo de turbinas são 3. Mas por quê? Idealmente uma turbina eólica necessita ter de 1 a 4 pás para garantir a melhor eficiência. Entretanto, com apenas uma pá teríamos problemas com o balanceamento da turbina e as vibrações em longo prazo poderiam destruir a pá que está sendo usada. Com uma ou duas pás a turbina girar muito rápido, o que causaria problemas, como ruído excessivo e esforços mecânicos altos causados pelo efeito da força centrífuga. Com 4 pás o ganho de eficiência comparado à turbina de 3 pás seria muito baixo e acrescido do investimento de ter mais uma pá. Esses são motivos que fazem com que a turbina de 4 pás seja pouco comum.

A turbina eólica vertical de Darrieus se apresenta em três versões diferentes. O primeiro, chamado Rotor Darrieus, é composto de duas aletas mínimas, de forma cilíndrica, conectadas em suas extremidades ao seu eixo. O segundo, chamado Rotor Darrieus H, tem aparência semelhante, mas é distinguido por suas aletas retas. Finalmente, o terceiro modelo é como o próprio nome sugere helicoidal.

Com uma altura do mastro variando de 10 a 35 metros, a turbina eólica vertical tem uma potência entre 0,1 e 36 KW dependendo do seu modelo. Tem a particularidade de ser montado em um eixo na posição vertical, o que torna isso menos restritivo em volume, mas acima de tudo permite que ele funcione independentemente da direção e força do vento. Adicionado a isso nível de ruído dos mais fracos, a turbina eólica vertical é ideal em áreas urbanas e rurais produzir toda ou parte da energia necessária para a lareira, embora tenha uma eficiência menor do que a turbina eólica horizontal.

## 4.2 Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é aquela obtida da conversão direta da luz em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Esse tipo de tecnologia é uma importante fonte de energia alternativa para uso atual e futuro. O principal fator limitante quanto à sua aplicação, é ser um recurso de energia cíclico dependente do tempo (DINCER,1999).

A energia fotovoltaica é a tecnologia de captação da energia proveniente da radiação do sol, por meio das células fotovoltaicas que são capazes de gerar uma corrente elétrica contínua. Enquanto a luz do sol estiver agindo, brilhando, as células fotovoltaicas têm a capacidade de desempenhar sua função na produção de eletricidade, sem a necessidade de uma fonte externa (PALZ, 2002).

O chamado efeito fotovoltaico é gerado a partir da absorção da luz solar, que ocasiona uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor. A radiação solar incide sobre materiais semicondutores e a transforma diretamente em corrente contínua. Para transformar a corrente contínua em corrente alternada são utilizados aparelhos chamados inversores (SEVERINO; OLIVEIRA 2010).

Por sua localização geográfica, o país recebe elevados índices de incidência de radiação solar relativamente uniformes em todo o território nacional, o que permite desenvolver projetos solares viáveis em diferentes regiões. Portanto a fonte solar fotovoltaica se apresenta como alternativa competitiva no fornecimento de energia, podendo contribuir com os compromissos nacionais de redução de gases de efeito estufa, além de ser uma fonte virtualmente inesgotável.

Segundo a Neosolar os painéis solares são instalados sobre a cobertura da construção ou sobre áreas abertas e fixadas ao solo, ficando expostos para captar a maior quantidade possível de radiação solar. A energia solar é convertida em energia elétrica, através das chamadas células fotovoltaicas e depois passa por um equipamento chamado Inversor, que é responsável por proteger nossa rede e converter a energia dos painéis em nossa eletricidade convencional (DC - AC), ou seja, em 110 ou 220 v.

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: Sistemas Isolados (Off Grid) e Sistemas Conectados à Rede (On Grid).

Sistemas Isolados – Off Grid ou autônomos para geração de energia solar fotovoltaica são caracterizados por não se conectar a rede elétrica. O sistema abastece diretamente os aparelhos que utilizarão a energia e são geralmente construídos com um propósito local e específico. Os sistemas isolados de geração de energia solar fotovoltaica, de maneira simplificada, são compostos de quatro componentes:

**Painéis solares ou placas solares:** É o coração do sistema e geram a energia elétrica que abastece as baterias. Tem a propriedade de transformar a radiação solar em corrente elétrica contínua. Um sistema pode ter apenas um painel ou vários painéis interligados entre si.

**Controladores de carga:** É a válvula do coração e garantem o correto abastecimento das baterias evitando sobrecargas e descargas profundas, aumentando sua vida útil.

**Inversores:** É o cérebro do sistema e tem a função de transformar corrente contínua (CC) em corrente alternada (AC), e levar a tensão, por exemplo, de 12V para 127V. Em alguns casos pode ser ligado a outro tipo de gerador ou à própria rede elétrica para abastecer as baterias.

**Baterias:** É o pulmão do sistema e armazenam a energia elétrica para ser utilizada nos momentos em que o sol não esteja presente e não haja outras fontes de energia.

**Sistemas conectados - GRID-TIE:** Os sistemas fotovoltaicos de conexão à rede são caracterizados por estarem integrados à rede elétrica que abastece a população. Diferente dos sistemas isolados que atendem a um propósito específico e local, estes sistemas também são capazes de abastecer a rede elétrica com energia que pode ser utilizada por qualquer consumidor da rede.

Os sistemas conectados têm uma grande vantagem com relação aos sistemas isolados por não utilizarem baterias e controladores de carga. Isso os torna cerca de 30% mais eficientes e também garante que toda a energia seja utilizada, ou localmente ou em outro ponto da rede. Sistemas de conexão à rede podem ser utilizados tanto para abastecer uma residência, ou então simplesmente produzir e injetar a energia na rede elétrica, assim como uma usina hidroelétrica ou térmica.

Para casas e empresas estes sistemas também são chamados de sistemas fotovoltaicos de auto-consumo. Se o proprietário do sistema produzir mais energia do que consome, a energia produzida fará com que o medidor “gire para trás”. Quando produzir menos do que consome, o medidor deverá “girar mais devagar”. Vale observar que o medidor deve ser apropriado para contabilizar o fluxo de energia nos dois sentidos.

## 5 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ENERGIA EÓLICA E SOLAR FOTOVOLTAICA

As Energias Solar e Eólica são duas fontes de Energias Renováveis onde a Energia Solar utiliza o sol como fonte de produção energética e a Eólica utiliza a força dos ventos como fonte. Para energia solar é comum o uso de Painel solar enquanto para Eólica usam-se hélices.

Lucas instrutor técnico da Blue sol apresenta as principais características das Energias Solar e Eólicas sendo:

### **Corrente Contínua x Corrente Alternada**

A geração de energia elétrica através da fonte eólica acontece em corrente alternada (CA) e a Energia solar é gerada em corrente contínua (CC). A principal diferença entre corrente alternada e contínua reside no fato de que a corrente contínua (CC) não há alteração no sentido de circulação dentro do circuito elétrico, por outro lado a corrente alternada (CA) consegue alterar seu sentido.

A corrente contínua, que pode ser chamada de CC, é o fluxo ordenado de elétrons dentro de um condutor. Esse tipo de corrente elétrica flui do pólo negativo para o polo positivo de um circuito. Esse é o chamado sentido real da corrente elétrica. Porém, por convenção, assume-se que o sentido da corrente é do pólo positivo para o negativo. O valor da voltagem atrelada à corrente elétrica dependerá da intensidade da diferença de potencial do circuito.

Corrente alternada é um tipo de corrente elétrica na qual o sentido em que as cargas elétricas fluem é invertido periodicamente, diferentemente daquilo que acontece com a corrente contínua, em que os elétrons são conduzidos ao longo de um único sentido.

A corrente alternada funciona pela condução de elétrons que oscilam em torno de um ponto fixo, a uma frequência de 60 Hz (no Brasil). Isso significa que, em um segundo, os elétrons realizam um movimento de vai e vem 60 vezes.

Para a energia eólica, esse valor de frequência pode ser estabelecido de forma estrutural, durante o processo construtivo da máquina elétrica.



## Área Ocupada pela Energia Solar e Eólica

De acordo com o Ministério de Minas e Energia quase a metade da energia energética produzida no Brasil vem de fontes renováveis. A maior parte é produzida em usinas hidrelétricas, mas nos últimos anos, a geração de energia eólica, produzida pelo vento e a do sol é produzida pelo sol vem ganhando destaques.

O diretor do Departamento de informações e Estudos Energéticos do Ministério de Minas e Energia (MME), André Osório ressalta que a matriz brasileira é uma das mais renováveis do mundo com uma proporção de 48%, indicador mais de três vezes superior ao mundial.

Estudo feito pelo técnico da Blue Sol no ano de 2020, relata que as usinas eólicas, assim como as fotovoltaicas, possuem alta potência instalada. O Parque Eólico de Osório, instalado no interior do Estado do Rio Grande do Sul, tem capacidade de levar energia elétrica a 240 mil habitantes.

Possui 150 aerogeradores de 2 MW cada, totalizando 300 MW. Destes, apenas 51 MW condizem à geração de energia elétrica, efetivamente. Esse parque ocupa três grandes regiões, nos municípios de Osório, Índios e Sangradouro, com área total de 130 km<sup>2</sup>, aproximadamente. No entanto, apenas 5% dessa área é tomada por aerogeradores, ou seja, 0,043 km<sup>2</sup> por MW instalado ou 0,127 km<sup>2</sup> por MW gerado.

A usina fotovoltaica de Nova Olinda, da italiana Enel Green Power, ainda em fase de construção na pequena cidade piauiense de Ribeira do Piauí, terá capacidade de suprir o consumo elétrico de 300 mil habitantes, com potência de 292 MW, que corresponde a 927 mil painéis solares (módulos fotovoltaicos), aproximadamente.

Essa usina ocupará uma área total de 690 hectares ou algo equivalente a 6,9 km<sup>2</sup>. Dessa forma, a ocupação do solo será de 0,023 km<sup>2</sup> por MW de potência instalada. Assim, se fizermos a comparação entre as duas fontes estritamente pela quantidade de potência instalada e área ocupada, a energia eólica ocupa uma área 53% superior à energia solar fotovoltaica, por Megawatt instalado.

Esse fator torna o uso da energia solar fotovoltaica ainda mais interessante e viável, já que, além da vantagem em relação à ocupação de área, os investimentos estruturais necessários para a aplicação dessa fonte são extremamente inferiores à eólica.

## 6 GERADOR EÓLICO NO BRASIL

De acordo com os dados do Governo Federal, o Brasil bateu recorde de expansão da capacidade instalada de energia elétrica a partir de fonte eólica no ano de 2021. As usinas eólicas já respondem por 11% da matriz energética brasileira e constituem cerca de 20 gigawatts de potência instalada. A expansão dessa fonte de energia no país fez o país subir no ranking do Global Wind Energy Council (GWEC) e ocupar a sexta posição em Capacidade Total Instalada de Energia Eólica Onshore, em 2021.

No Brasil, os aerogeradores operam em baixa velocidade, que é um grande benefício, pois com a baixa velocidade de rotação, reduzem-se também os ruídos oriundos do giro das hélices e se tem a possibilidade de aumento do tamanho das turbinas.

A baixa velocidade de giro das pás coletoras tem um apelo ambiental forte. Por conta do movimento lento, as aves conseguem perceber a existência desses obstáculos e tendem a desviar do aerogerador. Esse fator reduz a mortandade de pássaros e demais aves.

O Brasil, por ter iniciado a implantação da geração elétrica via energia eólica de forma tardia comparada aos demais países, já se aproveitou das vantagens tecnológicas e das inovações do setor. No país, não é permitido instalar torres eólicas em meio a rotas migratórias de pássaros.

### 6.1 Torre Eólica x Placa Solar

Existem torres eólicas em diferentes tamanhos, podendo variar entre 50 a 200 metros, sendo que quanto mais alta, maior será a captação. Em média, elas podem captar entre 100 kW a 3 MW de potência. Quanto maior a torre, maiores serão também as pás de captação.

Já as placas solares podem tanto ser instaladas junto ao solo, quanto em telhados para melhorar o espaço. Isso porque a altura não influencia na capacidade de captação fotovoltaica. A radiação solar chega a qualquer local da superfície terrestre de forma suficiente para a captação acontecer.

## 7 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA X ENERGIA EOLICA PRINCIPAIS DIFERENÇAS

Tabela3 - Diferença das Energias Fotovoltaica e Eolica

| Energia renováveis              | Energia solar Fotovoltaica  | Energia Eolica  |
|---------------------------------|---|---|
| <b>Fonte de Energia</b>         | Sol   | Vento   |
| <b>Facilidade de Instalação</b> | - Instalação simples<br>- Requer muito espaço   | - Instalação Complexa   |
| <b>Preços</b>                   | Entre R\$ 10 mil e R\$ 52 mil   | Entre R\$ 10 mil e R\$ 75 mil   |
| <b>Aplicações</b>               | Eletricidade e água quente.<br>Bombas de água para irrigação<br>Alimentar sistemas de monitoramento veicular de carga | Bombagem de eletricidade e água.<br>Geração de eletricidade<br>Aquecimentos           |
| <b>Impacto Ambiental</b>        | Nulo  | Pode afetar as aves<br>Mudanças no clima<br>Aumento do efeito estufa<br>Danos á fauna |

Orbis Energias

A energia solar fotovoltaica é necessária para que os paines solares funcionem, ela provém do sol, sob a forma de radiação eletromagnética. Esses paines são formados a partir de células fotovoltaicas que são materiais semicondutores. Por outro lado a Energia Eólica é obtida a partir do vento especificamente a partir da Energia cinética das massas de ar

Tanto os geradores eólicos como os paines solares podem ser utilizados em pequenas instalações e em grandes instalações acontece que em turbinas eolicas requerem normalmente menos espaço para gerar uma certa quantidade de energia em comparação aos Paines solares que normalmente requerem bastante metros quadrados. É necessário ter em conta que os Paines solares são fáceis de instalar do que as energias eolicas e tendem a requerer menos manutenção, também

possuem menor impacto visual, pois tendem a tirar partido do espaço disponível nos telhados e fachadas.

Com relação aos preços, a instalação de Painéis varia em função do tipo de instalação, tipo de edifício e consumo diário é necessário ter em conta que além de instalar painéis, tem outros elementos necessários como baterias solares, conversores. A energia Eólica por sua vez é realizada um estudo prévio do local do vento, que requer um adicional, contudo isso a energia eólica pode custar mais caro comparado a energia eólica.

No Brasil, os aerogeradores operam em baixa velocidade que é um grande benefício porque com a baixa velocidade de rotação os ruídos oriundos são reduzidos das hélices e se tem a possibilidade de aumento de tamanho das turbinas.

Para a escolha da melhor energia é importante ter em mente que ambas as energias têm seus prós e contra e dizer que uma é melhor que a outra é nula. Portanto, a conveniência de instalar um tipo de energia ou outro nem sempre é clara, a escolha da instalação é condicionada pelo tipo de energia que é necessário obter.

## 8 CUSTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMPARADA COM A ENERGIA EÓLICA E FOTOVOLTAICA

Um recente estudo do custo da implantação de sistemas fotovoltaicos, publicado em 2005, analisou o preço de 47 sistemas isolados de 100 a 6600W, de 1987 à 2004, indicando que esses sistemas apresentam uma tendência de redução de preços de aproximadamente 1 U\$/W ao ano, com custos variando entre 7 e 10 U\$/W (HEGEDUS, OKUBO, 2005).

Outro estudo, publicado pelo Programa de Sistemas Fotovoltaicos de Potência da Agência Internacional de Energia, confirma que os preços estão reduzindo ano após ano, e indica que os sistemas isolados tendem a custar aproximadamente o dobro quando comparados com sistemas conectados à rede, por não necessitam de baterias e demais componentes associados. Em 2004, sistemas isolados de até 1 kW apresentaram variação de preço de 9 a 25 U\$/W, sendo que o valor típico encontra-se em torno de 13 U\$/W. Sistemas maiores de 1 kW apresentam variação semelhante e preços ligeiramente menores. Para sistemas conectados à rede os valores chegam à 6 U\$/W (IEA-PVPS, 2006).

Para que o sistema fotovoltaico possa produzir a mesma quantidade de energia em um dia, ele deve ter sua potência aumentada em 4 vezes, o que eleva seu custo de implantação para 52 U\$/W PIC . Entretanto os números torna-se um grande aliado para manter os sistemas fósseis em uso crescente, pois a energia solar apresenta-se 50 vezes mais cara que as pequenas centrais hidrelétricas.

Embora ambas energias sejam fontes limpas e renováveis, podemos concluir que, através das informações acima, a clara vantagem da fonte solar sobre a eólica é o fato dela ter o sol como seu maior recurso, porque a luz do sol vem cada vez mais recebendo maior atenção como a fonte escolhida para projetos de geração elétrica no país.

O primeiro fato que temos sobre a geração de energia elétrica através da fonte eólica é que ela acontece em corrente alternada (CA), diferentemente da energia solar – que é gerada em corrente contínua (CC). Por isso, alguns modelos de aerogeradores abrem a possibilidade de ser diretamente conectados à rede elétrica, dispensando o uso de inversores interativos, como acontece com a geração elétrica através da fonte solar fotovoltaica.

Usinas eólicas, assim como as fotovoltaicas, possuem alta potência

instalada. O Parque Eólico de Osório, instalado no interior do Estado do Rio Grande do Sul, tem capacidade de levar energia elétrica a 240 mil habitantes. Possui 150 aerogeradores de 2 MW cada, totalizando 300 MW. Destes, apenas 51 MW condizem à geração de energia elétrica, efetivamente. Esse parque ocupa três grandes regiões, nos municípios de Osório, Índios e Sangradouro, com área total de 130 km<sup>2</sup>, aproximadamente. No entanto, apenas 5% dessa área é tomada por aerogeradores, ou seja, 0,043 km<sup>2</sup> por MW instalado ou 0,127 km<sup>2</sup> por MW gerado.

A Usina fotovoltaica de Nova Olinda, da italiana Enel Green Power, ainda em fase de construção na pequena cidade piauiense de Ribeira do Piauí, terá capacidade de suprir o consumo elétrico de 300 mil habitantes, com potência de 292 MW, que corresponde a 927 mil painéis solares (módulos fotovoltaicos) aproximadamente.

Estudo da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) concluiu que o custo final da energia eólica foi o mais baixo entre as fontes renováveis nos últimos cinco anos. Entre 2015 e 2019, a fonte foi beneficiada pelos preços mais baixos praticados nos leilões de contratação, apesar dos valores adicionais, como o custo de despacho de termelétricas e controle secundário de frequência em decorrência da sua geração intermitente.

Segundo o levantamento, a geração solar ainda apresenta o custo mais elevado entre as renováveis (R\$ 321/MWh), visto que as usinas em operação foram as primeiras contratadas em leilões a preços elevados.

A produção diária média é de 2,9 megawatts médios, o suficiente para abastecer 13 milhões de pessoas. A energia eólica representa 3,5% da matriz energética brasileira. A meta do Ministério das Minas e Energia é chegar a 11% até 2023

No Brasil, onde as condições são favoráveis para esse tipo de geração, a capacidade instalada de projetos eólicos segue em crescimento desde 2005.

Segundo os dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeeólica), o país encerrou 2020 com 17,74 GW de potência operacional por aerogeradores, volume que já torna a energia eólica a segunda maior fonte na matriz elétrica brasileira. No entanto, a tendência é que a energia solar ultrapasse a eólica em breve, uma vez que a tecnologia fotovoltaica segue liderando as novas capacidades instaladas nos últimos anos

Tabela 4 - Capacidade instalada de Energia eólica

| Posição | Estado | Capacidade instalada (MW) |
|---------|--------|---------------------------|
| 1º      | RN     | 5154,2                    |
| 2º      | BA     | 4879,6                    |
| 3º      | PI     | 2275,9                    |
| 4º      | CE     | 2179,3                    |
| 5º      | RS     | 1835,9                    |
| 6º      | PE     | 798,4                     |
| 7º      | MA     | 426                       |
| 8º      | SC     | 238,5                     |
| 9º      | PB     | 157,2                     |
| 10º     | SE     | 34,5                      |
| 11º     | RJ     | 28,1                      |
| 12º     | PR     | 2,5                       |

PORTAL SOLAR

Tabela 5 - Capacidade instalada de Energia solar

| Posição | Estado | Capacidade instalada (MW) |
|---------|--------|---------------------------|
| 1º      | BA     | 1062,6                    |
| 2º      | PI     | 1031,3                    |
| 3º      | MG     | 625,6                     |
| 4º      | SP     | 373,1                     |
| 5º      | CE     | 213                       |
| 6º      | PE     | 192                       |
| 7º      | PB     | 135,4                     |
| 8º      | RN     | 120                       |

PORTAL SOLAR

A produção mundial de energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos alcançou 9,34 GW, em 2010, acima dos 6,85 GW no ano de 2008. A receita global da indústria de células fotovoltaicas atingiu 38 bilhões de dólares também em 2008. A demanda mundial vem dos países europeus com um total de 4,75 GW, o que representa 74% de toda a necessidade mundial. Grande parte desta demanda vem da Alemanha, Itália e da República Tcheca, totalizando juntos 4,07 GW, resultado de um alto investimento para o crescimento e expansão dessa fonte de energia (RAMADHAN; NASEEB 2011).

Um dos fatores de maior relevância e que afeta a demanda pelos sistemas fotovoltaicos costuma ser os custos dos módulos. Estudos mostram que o índice do preço de módulos fotovoltaicos tem diminuído significativamente, afetando o preço/Watt pico, como é feita a medição, representando uma diminuição de quase um dólar passando de US\$5,5, em 2001, para US\$4,1, em 2010, na Europa (IRENA, 2012).

Tendência de queda que se estende também para os EUA, onde os preços Médios de instalação na Califórnia giram em torno de US \$6,73 / W em 2012,



o que inclui o equipamento e os custos de instalação, demonstrando uma queda sistêmica nos custos (LIU et al.2014).

Os avanços tecnológicos na área de semicondutores e o aumento da produção de células solares ajudaram a diminuir o preço de sistemas fotovoltaicos (FVs). Esse fato pode ser observado, uma vez que o valor por watt de energia produzido caiu de US\$ 79,67 para US\$ 0,36 em menos de quarenta anos (DIAMANDIS, 2014).

O site Energia Total apresenta que além das diferenças de captação e estruturas necessárias, o preço é um fator que influencia a decisão entre um método e o outro. Como exemplo as usinas de Osório (Eólica) e Nova Olinda (Solar), o investimento realizado na usina de energia eólica foi de R\$4,46 milhões para cada MW instalado.

Enquanto o valor para a usina solar foi menor, R\$3,4 milhões por MW instalado. Quanto ao valor para residências, cada painel custa em torno de R\$1000, sendo necessário mais de um, de acordo com o projeto. Esse valor, no entanto, é compensado ao longo dos anos pela economia na conta de energia. É possível reduzir o valor da conta entre 50% e 95%, dependendo da quantidade de painéis instalados.

### **Estados que Possuem Maior Disponibilidade de Geração Solar e Eólica**

Segundo dados apresentados em setembro deste ano (2021) pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o Brasil atingiu a marca de 11 gigawatts (GW) de potência operacional da fonte solar fotovoltaica, alcançando a 14ª posição e o único país da América Latina no top 15 do ranking elaborado pela Agência Internacional para Energia Renováveis (Irena).

Tabela 6 - Ranking dos estados que mais produzem energia solar

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Minas Gerais      | 1 GWp   |
| São Paulo         | 742 MWp |
| Rio Grande do Sul | 728 MWp |
| Mato Grosso       | 444 MWp |
| Paraná            | 341 MWp |

### ALBAENERGIA

O Brasil tem 600 parques eólicos e 7.500 aerogeradores (turbinas eólicas), segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica). O Nordeste, sozinho, é responsável por cerca de 80% da energia eólica gerada em todo país. O estado líder na produção é o Rio Grande do Norte

**Entre os cinco estados que lideram na energia eólica, quatro são do Nordeste:**

Rio Grande do Norte: com capacidade de 4.066 MW e 151 usinas

Bahia: com 3.951 MW e 153 usinas

Ceará: com 2.045 MW e 79 parques

Rio Grande do Sul: com 1.832 MW e 80 parques

Piauí: com 1.638 MW e 60 usinas de geração de energia

## 9 COMPARAÇÃO DE PREÇOS DA ENERGIA GERADA DURANTE A VIDA ÚTIL DO SISTEMA SOLAR E EÓLICO

Uma comparação mais fiel da real diferença de preços entre a energia solar e as demais fontes pode ser feita, utilizando exclusivamente critérios técnicos, desconsiderando efeitos ambientais, sociais e demais fatores cuja valoração possa ser considerada subjetiva. A seguinte metodologia é utilizada:

a) Comparação utilizando o preço da energia gerada, ao invés da potência instalada. Como a energia solar fotovoltaica possui custo de operação e manutenção desprezível, principalmente por não necessitar de combustível para operar e nem ter peças móveis para sofrer manutenção complexa, seu investimento de instalação é diluído por toda a sua vida útil, correspondente à energia gerada;

b) Comparação com o preço da energia das fontes convencionais que é paga pela unidade consumidora, após o sistema de transmissão e distribuição, ao invés do valor cobrado pela usina geradora. O sistema fotovoltaico utilizado na geração distribuída produz energia diretamente na residência do consumidor, podendo ocorrer no próprio telhado da unidade consumidora. Logo o valor que deve ser utilizado como referência para as fontes convencionais é a energia cobrada pela concessionária distribuidora para a classe residencial, a qual considera, entre outros custos:

- Energia gerada pela usina;
- Linhas de transmissão;
- Rede de distribuição;
- Operação e manutenção;
- Encargos setoriais em especial a conta de consumo de combustíveis fósseis (CCC), a qual encarece a energia hidráulica como forma de subsídio para a geração termelétrica nos sistemas isolados, e a compensação financeira pela utilização de recursos hídricos; e - custos diversos, como os gastos com o racionamento de energia ocorrido em 2001.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho foi possível conhecer a luta do homem para obter melhores condições de acesso à energia de modo que está não sobreponha ao meio ambiente de forma negativa através de diversas análises de energias alternadas com visão de melhores condições diárias com a visão da implantação e energias que são consideradas renováveis com maior destaque para energias que possuem menor prejuízo ao meio ambiente e ao homem.

É importante ressaltar que o aumento do consumo energético e o interesse dos países em produzir energia são tão significativos que vem desafiando e estimulando tanto o setor público quanto o privado na busca por novas fontes geradoras de energia. Esse interesse vem possibilitando o investimento de recursos em pesquisas relacionadas à transformação, diversificação e complementação de matrizes energéticas.

No momento, o homem tem se concentrado em torno do desenvolvimento no aproveitamento de energias limpas, devido o custo de “extração” delas ser baixo, não é um absurdo pensarmos em aproveitar a energia cinética dos ventos e das ondas dos mares. A instabilidade no setor dos combustíveis fósseis tem contribuído para os investimentos nestes tipos de energias limpas.

O Brasil possui uma matriz elétrica com a maior porcentagem sendo renovável, com a participação de fontes renováveis correspondendo a 84,8% do todo no ano base de 2021. Entretanto, a maior parte dessa energia é proveniente de fontes hídricas, com a maioria da produção partindo de usinas hidrelétricas de porte elevado, havendo flutuações na série histórica de geração e participação das fontes renováveis por problemas ocasionados com a sazonalidade de determinadas bacias hidrográficas e secas prolongadas.

A geração de energia por meio do sistema fotovoltaico pode ser combinada a outro gerador de energia elétrica como, por exemplo, um gerador Eólico e biogás formando, assim, um sistema de geração híbrido.

A relação ao meio ambiente, já que as questões jurídicas atreladas a esse tipo de empreendimento são diferentes dos parques eólicos terrestres. Enquanto os parques eólicos *onshore* são estruturados majoritariamente em terrenos privados, os parques eólicos *offshore* são implantados necessariamente em áreas de propriedade da União (mar territorial, plataforma continental e a zona econômica exclusiva).

O Brasil possui um nível alto de capacidade de geração através de fontes renováveis, mesmo nos cenários conservadores é visto nas simulações da EPE que até o ano de 2050 a matriz elétrica brasileira seja composta por cerca 75% de fontes exclusivamente renováveis, havendo abertura também para um cenário em que todo o sistema apresente 100% de geração por energias renováveis ou no mínimo um cenário com 0% de emissões de gases de efeito estufa.

Portanto, conclui-se que é de interesse nacional tomar a frente em iniciativas que promovem e aceleram o processo de transição energética na matriz elétrica e uma maior eletrificação total no país. Interessa ao Brasil aliar seu crescimento econômico e aumento no nível de desenvolvimento com o uso de fontes de energia limpa e que promovam pouco nível de emissões de gases do efeito estufa, para que o país desponte não só como uma potência energética, mas também como um exemplo de crescimento com sustentabilidade e qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JOAO AGRA NETO, FERNANDA CRISTINA BARBOSA PEREIRA QUEIROZ, JAMERSON VIEGAS QUEIROZ, NILTON CESAR LIMA, CHRISTIAN LUIZ DA SILVA. 2020. **EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS DO SETOR EÓLICO NO BRASIL: ANÁLISE DOS PRINCIPAIS ESTADOS PRODUTORES.** Disponível em: < [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/31305/1/Evolu%C3%A7%C3%A3oPerspectivasSetorE%C3%B3lico\\_QUEIROZ\\_2020.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/31305/1/Evolu%C3%A7%C3%A3oPerspectivasSetorE%C3%B3lico_QUEIROZ_2020.pdf)> Acesso em: **Out, 2022**

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Energia solar fotovoltaica.** Disponível em: < [file:///C:/Users/Windows/Downloads/Energia\\_Solar\\_Fotovoltaica.pdf](file:///C:/Users/Windows/Downloads/Energia_Solar_Fotovoltaica.pdf)> acesso em: **Out. 2022**

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2 EDIÇÃO. Disponil em: < [file:///C:/Users/Windows/Downloads/Atlas\\_Brasileiro\\_Energia\\_Solar\\_2a\\_Edicao\\_rev-01.pdf](file:///C:/Users/Windows/Downloads/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao_rev-01.pdf)> aceso em: **Out. 2022.**

CRESESB, 2022. Coletores solares. Disponível em: < [file:///C:/Users/Windows/Downloads/Atlas\\_Brasileiro\\_Energia\\_Solar\\_2a\\_Edicao\\_rev-01.pdf](file:///C:/Users/Windows/Downloads/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao_rev-01.pdf)> acesso em: **Nov.2022**

EPOWERBAY, 2017. **ANÁLISE PÓS-LEILÃO DE ENERGIA A-4 2017.** Disponível em:

< <https://www.epowerbay.com/single-post/2017/12/21/AN%C3%81LISE-DO-LEIL%C3%83O-DE-ENERGIA-NOVA-A-4-2017>> acesso em: **Dez. 2022**

CRANE BRASIL. **Potencial eolico Brasileiro** 2015. Disponível em <<https://cranebrasil.com.br/o-potencial-eolico-brasileiro>>; Acesso em **Dez. 2022**

BLUESOL, ENERGIA SOLAR. **Livro digital de introdução aos sistemas solares.** 2016. Disponível em: <[www.blue-sol.com.br](http://www.blue-sol.com.br)>. Acesso em: **Dez.2022.**

ENERGIA SOLAR SHOP. **Potencial solar Brasileiro.** 2019. Disponível em: < <https://www.energiasolarshop.com.br/post/potencial-solar-brasileiro>>. Acesso em : **Dez. 2022**

FRANCIELLE . P.SCHNEIDER **COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO GERADOR A DIESEL E PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA ÁREAS RURAIS ISOLADAS.** Disponível em < [file:///C:/Users/Windows/Documents/Francielle\\_Schneider2019.pdf](file:///C:/Users/Windows/Documents/Francielle_Schneider2019.pdf)>. Acesso em : **Out.2022**

INOVACARE SOLAR. **Potencial solar Brasileiro.** 2020. Disponível em < <https://inovacare.solar/publicacao/potencial-solar-brasileiro/45>> Acesso em: **Dez.2022.**

UNIVERSO LAMBDA. **Energia Eolica.** 2021. Disponível em: < <http://universolambda.com.br/energia-eolica>> Acesso em **Dez. 2022.**

PORTAL SOLAR, 2022 . **Painel solar: preços e custos de instalação.**

**Disponível em:**

<https://www.portalsolar.com.br/painel-solar-precos-custos-de-instalacao.html>

acesso em: Out, 2022

PORTAL SOLAR, 2022. **Vantagens e desvantagens do painel solar de filme fino.** Disponível em: < <https://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-do-painel-solar-de-filme-fino?q=/blog-solar/painel-solar/vantagens-e-desvantagens-do-painel-de-filme-fino.html>> acesso em: Novembro, 2022

NEOSOLAR, 2022. **SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SEUS COMPONENTES.** Disponível em:<<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>> acesso em Out.2022

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. 2022, **Geração eólica ultrapassa os 20 GW de capacidade instalada no Brasil.** Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/geracao-eolica-ultrapassa-os-20-gw-de-capacidade-instalada-no-brasil> acesso em Out,2022

NOCTURA,1º **Países com maior capacidade eólica do mundo.** Disponível em: <https://noctula.pt/10-paises-com-maior-capacidade-eolica-do-mundo> acesso em Novembro, 2022

WIKIPEDIA, **Efeito termoeletrico.** Disponível em: < [https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito\\_termoeletrico#:~:text=O%20efeito%20termoeletrico%20%C3%A9%20a.de%20temperatura%20entre%20seus%20lados](https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_termoeletrico#:~:text=O%20efeito%20termoeletrico%20%C3%A9%20a.de%20temperatura%20entre%20seus%20lados)> acesso em Novembro. 2022

PORTAL SOLAR, **Investimentos no setor de energia solar colabora para desenvolvimento sustentável diz especialista.** 2020. Disponível em < <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/investimentos-no-setor-de-energia-solar-colabora-para-desenvolvimento-sustentavel-diz-especialista.html>> acesso em Novembro. 2022

DUITDESIGN, **TURBINA EOLICAS.** Disponível em: <<https://duitdesign.com/wind-turbine-vertical-16638>> acesso em: Nov, 2022

EOLICA FÁCIL. Disponível em : < <https://www.eolicafacil.com.br/turbina-eolica-horizontal>> acesso em NOV, 2022.

ALÉM DA ENERGIA, 2020. Disponível em: <<https://www.alemdaenergia.engie.com.br/custo-final-da-energia-eolica-e-o-mais-baixo-entre-as-fontes-renovaveis/>> acesso em Nov,2022

BLUE SOL , 2020 . Disponivem em <<https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-e-eolica/>> Acesso, Out, 2022

APLICAÇÕES DA ENERGIA EOLICA, 2020. Disponivrl em:

<<https://zonadaeletrica.com.br/aplicacoes-da-energia-eolica/>> Acesso em : Out, 2022

LOGICA AMBIENTAL. Disponível em: <https://www.logicambiental.com.br/sobre-a-energia-eolica/> Acesso em: Out, 2022.

RAFAEL AMARAL SHAYANI, MARCO AURÉLIO GONÇALVES DE OLIVEIRA, IVAN MARQUES DE TOLEDO CAMARGO, 2016. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod\\_resource/content/1/solar.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod_resource/content/1/solar.pdf)> acesso em: Out, 2022.

LUCIANO LEIGNIER DE SOUSA, RAFAEL BORGES DA CUNHA, MARIO HENRIQUE PEREIRA SANTOS, 2013. Disponível em: <[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_cientifico\\_eolica\\_1\\_0.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_cientifico_eolica_1_0.pdf)> acesso em: Out, 2022