

Energia eólica: o que é, como funciona, vantagens e desvantagens

Energia eólica é a energia cinética proveniente da força de massas de ar em movimento (ventos), que é captada pelas turbinas dos aerogeradores e convertida em eletricidade.

A tecnologia produz energia limpa, que permite reduzir as emissões de gases poluentes da queima de combustíveis fósseis, e hoje lidera a expansão das fontes de energia renováveis na geração elétrica mundial com a energia fotovoltaica.

Quer saber mais? Neste artigo, você vai conhecer absolutamente tudo sobre a energia eólica: o que é energia eólica, como funciona, como é produzida a energia eólica no Brasil, impactos ambientais que ela causa, além das vantagens e desvantagens da energia eólica.



1. [1 O que é energia eólica](#)
- 2 [2 Como funciona a energia eólica](#)
- 3 [3 Como é produzida a energia eólica?](#)
- 4 [4 Tipos de geradores eólicos](#)
- 5 [5 Tipos de energia eólica](#)
- 6 [6 Tipos de instalações de energia eólica](#)
- 7 [7 Origem e história da energia eólica](#)
- 8 [8 Quanta energia uma turbina eólica gera](#)
- 9 [9 Energia eólica no Brasil](#)
- 10 [10 Estados brasileiros que produzem mais energia eólica](#)
- 11 [11 Energia eólica no mundo](#)
- 12 [12 Impactos ambientais da energia eólica](#)
- 13 [13 Vantagens e desvantagens da energia eólica](#)
- 14 [14 Energia eólica ou solar: qual a melhor?](#)
- 15 [15 Custos da energia eólica e da solar](#)
- 16 [16 Custos de uma usina eólica](#)

O que é energia eólica

Energia eólica é uma das [fontes renováveis](#) de energia, limpas e sustentáveis. Ela é a energia cinética derivada da força dos ventos, que pode ser utilizada para várias finalidades, incluindo a produção de eletricidade a partir de aerogeradores.

Os ventos são os responsáveis por movimentar as hélices das turbinas eólicas e gerar a força mecânica que, depois, será convertida em energia elétrica por meio de um gerador de energia.



Dessa forma, a quantidade de energia gerada irá depender da intensidade e constância dos ventos, do tamanho da turbina eólica e da área coberta pela rotação das suas hélices (pás).

Os ventos são produzidos quando as massas de ar perto do solo ou em regiões ensolaradas se aquecem e, devido à diferença na temperatura e pressão atmosférica, trocam de lugar com as massas de ar frio próximas, causando o deslocamento do ar.

Portanto, podemos afirmar que a energia eólica é originada a partir da energia solar, pois é o calor do Sol que aquece as massas de ar e desencadeia a geração dos ventos.

Como funciona a energia eólica

A captação e utilização da energia eólica para [geração elétrica](#) é feita por meio de aerogeradores (turbinas eólicas). Uma torre de energia eólica funciona transformando a energia cinética dos ventos em força mecânica e, depois, em energia elétrica.

O funcionamento de um aerogerador (gerador eólico) começa pelas suas hélices (ou pás), que giram ao contato com a força dos ventos, mas sempre de forma controlada. O movimento das hélices faz girar o rotor e o eixo principal, o qual está conectado a uma caixa multiplicadora (gearbox) que aumenta a velocidade de rotação.



Por fim, essa energia mecânica da rotação chega ao gerador, no qual dois ímãs criam o processo de indução eletromagnética para produzir eletricidade em [corrente elétrica](#) alternada.

Existem também geradores que produzem eletricidade em corrente contínua. Nesse caso, a turbina eólica deve conter um conversor (inversor) para adaptá-la em corrente alternada, tipo utilizado na rede elétrica e pelos aparelhos eletrônicos.

Nos grandes parques eólicos, a energia dos aerogeradores é enviada às subestações de transformadores que elevam a sua voltagem para ela ser transportada aos centros urbanos por meio das linhas de transmissão de alta tensão.

Agora que você já entendeu como funciona a energia eólica, entenda também, de maneira mais aprofundada, como funciona um gerador de energia eólica.

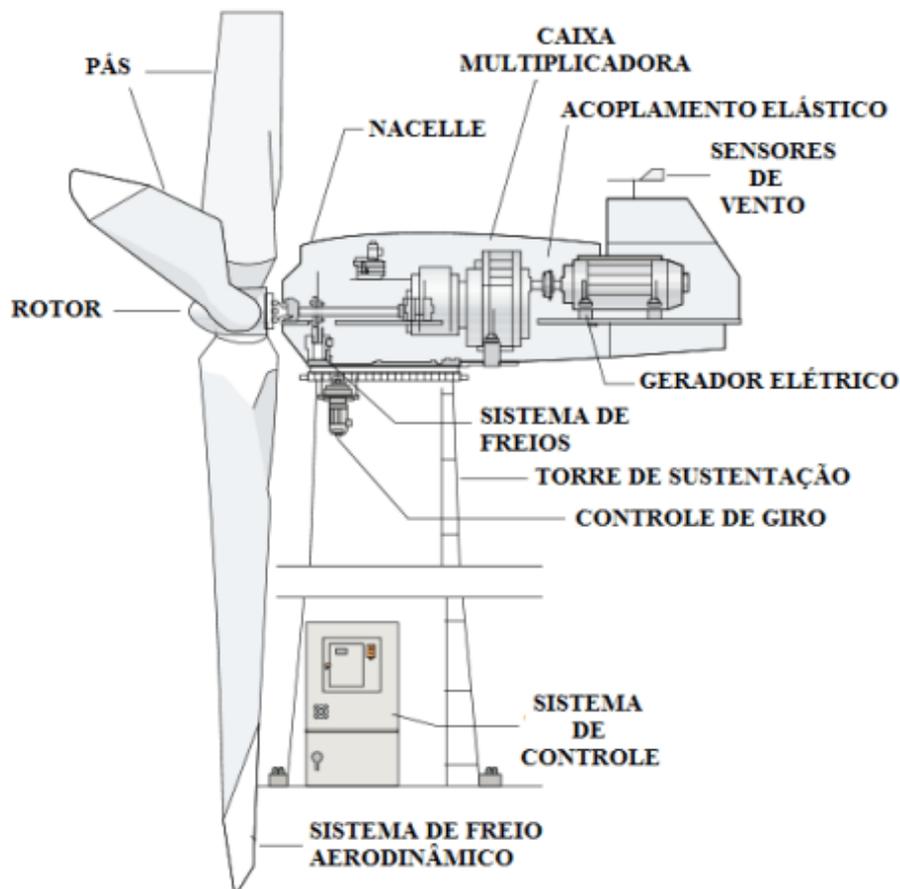
Como é produzida a energia eólica?



Partes de uma turbina

Uma torre de energia eólica, também chamada de aerogerador, turbina eólica ou gerador eólico, conta com modernas tecnologias para transformar os ventos em [eletricidade](#). Os aerogeradores utilizam um processo indireto para converter a energia eólica em eletricidade.

Primeiro, ela é transformada em energia mecânica e, depois, em energia elétrica. Existem diferentes tipos de geradores eólicos, mas todos utilizam a mesma estrutura básica e componentes para funcionar.



Fonte: (CBEE/UFPE, 2000).

Uma turbina eólica é composta por:

- pás;
- rotor;
- nacelle;
- torre;
- caixa de transmissão (gearbox);
- gerador;
- biruta.

Pás

As pás são as responsáveis por captar a energia [cinética](#) (movimento) dos ventos e transferi-la para o rotor da turbina. As pás (ou lâminas) dos aerogeradores utilizam os mesmos perfis aerodinâmicos das asas de aviões, que criam a força de sustentação necessária para realizar o seu movimento.

Geralmente, as pás eólicas são fabricadas a partir do poliéster ou epóxi misturado a algum material de reforço, como fibra de vidro, aramidas (Kevlar) ou fibra de carbono.

Mas já existem pesquisas que estão testando o uso de materiais recicláveis na construção das lâminas eólicas, como compostos de madeira e chapas de aço ultrafinas.

As hélices de uma turbina eólica moderna podem ultrapassar os 100 metros de comprimento. A Haliade-X da General Electric, maior torre eólica em operação no mundo, possui pás de 107 metros.

Rotor

O rotor é o “nariz” do aerogerador, na expressão popular. Tecnicamente, é a parte frontal da turbina na qual são conectadas as pás e pode pesar mais de 33 toneladas.

O rotor (hub, no termo em inglês) é o elemento da turbina eólica que transfere o movimento das pás para o eixo central, que pode ser horizontal ou vertical.

Os aerogeradores possuem mecanismos de segurança que controlam a velocidade do rotor e das pás mesmo em momentos de rajadas de ventos fortes.

Além disso, as turbinas eólicas possuem um sistema de freio que permite parar a sua rotação e, conseqüentemente, a geração de energia, quando necessário.

O rotor de um gerador eólico pode ter de 20 a 170 metros de diâmetro. Quanto maior for o rotor e as pás de um aerogerador, mais energia ele será capaz de produzir.

Nacele

É a caixa acoplada ao rotor da turbina eólica, na qual estão inseridos vários dos seus principais componentes. De longe, a nacele é a estrutura de maior peso de uma torre eólica, podendo chegar a 111 toneladas, dependendo do porte do aerogerador.

Entre os componentes abrigados na nacele, normalmente, temos a caixa multiplicadora, gerador, chassis, sistema de yaw, sistema de controle eletrônico e sistema hidráulico, freios, embreagem e mancais.

Torre

É a estrutura que sustenta o rotor e a nacele do aerogerador em altura ideal para a captação dos ventos. Inicialmente, as torres eram fabricadas em metal, como o aço, mas passaram a ser construídas em concreto devido ao aumento do seu tamanho.

Hoje, as torres de geradores eólicos podem ultrapassar facilmente os 200 metros de altura. A Haliade-X, maior turbina offshore em operação no mundo, possui altura de 248 metros.

Curiosidade: devido ao seu enorme tamanho, as torres eólicas são chamadas de gigantes da energia renovável.

Caixa de transmissão (gearbox)

A caixa de engrenagens (gearbox) de um aerogerador é a responsável por multiplicar a rotação do eixo primário de entrada e transferi-la ao eixo secundário ligado ao gerador. Dessa forma, também é conhecida como caixa de multiplicação, caixa multiplicadora ou apenas multiplicador.

O rotor e o eixo primário rotacionam em baixas velocidades, entre 15 e 60 rpm, porém com elevado torque, enquanto o eixo secundário rotaciona entre 1000 e 3000 RPM com baixo torque.

Gerador

O anemômetro é um dispositivo instalado no topo da nacelle que mede a intensidade e a velocidade dos ventos. Seus dados são utilizados para gerar os gráficos da curva de potência das turbinas e realizar estudos de produção elétrica dos parques. Existem diferentes tipos de anemômetros, os mais conhecidos são o de copos, moinho de vento, termoeletrico e ultrassônicos.

Biruta

A biruta é um sensor que fica acoplado ao anemômetro e serve para medir a direção dos ventos. Por isso, também é chamado de sensor de direção. Com base nos dados da biruta, o sistema de controle do aerogerador altera sua posição para que o rotor e as pás estejam em posição ideal para captação dos ventos. A direção do vento precisa permanecer perpendicular à torre para que haja maior aproveitamento.

Tipos de geradores eólicos

Podemos classificar os aerogeradores em dois tipos principais:

- de eixo horizontal;
- de eixo vertical.

Embora tenham a mesma finalidade, os dois tipos apresentam algumas diferenças, como o custo de produção e a eficiência.

Saiba mais sobre cada um deles abaixo.

Aerogerador de eixo horizontal

Se você buscar por “energia eólica” na internet, certamente irá encontrar imagens de aerogeradores de eixo horizontal, que são os mais utilizados em todo o mundo. Sua construção é baseada nos tradicionais moinhos de vento e cataventos.

Embora tenha custo mais elevado, o gerador eólico com rotor de eixo horizontal apresenta maior eficiência que o de eixo vertical. Os aerogeradores horizontais de três pás são os mais utilizados em grandes parques eólicos devido à sua maior eficiência e estabilidade.

Aerogerador de eixo vertical

Por sua vez, geradores eólicos com rotor de eixo vertical são mais indicados para instalações menores e mais próximas ao solo, pois desempenham melhor com ventos mais fracos e conseguem captar as rajadas em qualquer direção.



Os aerogeradores de eixo vertical também são mais seguros, silenciosos e apresentam construção e manutenção mais fáceis. Porém, geram menos energia e são mais caros que os de eixo horizontal do mesmo tamanho.

Tipos de energia eólica

É comum diferenciar a energia eólica em dois tipos, de acordo com o local onde as turbinas são instaladas:

- costeira (onshore);
- marítima (offshore).

Saiba mais sobre cada um desses projetos!

Onshore

As instalações de energia eólica onshore são feitas em terra e, normalmente, perto da costa, onde ocorrem mais ventos. Os parques eólicos onshore também podem ser instalados mais adentro do continente, desde que a região ofereça boas condições para a geração (constância de ventos fortes).

Entretanto, devido ao ruído dos aerogeradores, as usinas precisam ser instaladas em locais afastados dos centros populacionais, como em áreas rurais despovoadas.

Os parques eólicos onshore possuem algumas vantagens em relação aos projetos offshore, como os custos de instalação e operação mais baratos e a maior proximidade dos centros de consumo, o que reduz custos e perdas na transmissão.

Offshore

Parques offshore representam as instalações de torres de energia eólica em alto mar, que podem estar localizadas a quilômetros de distância da costa. Os aerogeradores offshore podem ser fixados diretamente no leito marinho ou sobre um casco flutuante ancorado no fundo, que pode ser de metal ou concreto.

A escolha é feita de acordo com a profundidade da água. Para locais com até 50 metros, as instalações de torres eólicas fixas no fundo são economicamente mais viáveis.



Por sua vez, as turbinas sobre estruturas flutuantes podem ser instaladas mais distantes da costa, onde os ventos são mais fortes e constantes, o que aumenta a produtividade. As principais vantagens da energia eólica offshore em relação à onshore estão no maior tamanho e eficiência elétrica dos seus projetos.

Como não demandam o uso de terra, os aerogeradores offshore podem ser bem maiores e potentes que suas versões costeiras. Além disso, eles também contam com a maior força e constância dos ventos marítimos, que não encontram barreiras, como os ventos que sopram em terra.

Tipos de instalações de energia eólica

Existem dois tipos de instalações de sistemas de energia eólica:

- Sistemas isolados: são as instalações que não estão conectadas à rede elétrica e produzem energia para atender à demanda local.
- Sistemas conectados à rede: projetos ligados à rede de transmissão nacional e que enviam sua energia para os centros de consumo distantes.

Origem e história da energia eólica

A energia eólica surgiu com a formação do nosso planeta e, assim como a solar, é uma das fontes energéticas mais antigas utilizadas pelo homem, com mais de 3.000 anos de história. Registros históricos mostram que os egípcios já utilizavam embarcações a vela para navegar o rio Nilo durante o primeiro império.

Já os primeiros moinhos de vento surgiram na Ásia e no Oriente Médio, possuíam eixo vertical e eram utilizados para o bombeamento de água e/ou moagem de grãos.

Viajantes e mercadores levaram a tecnologia para a Europa, onde os primeiros desses cataventos para geração de força mecânica datam do século XI. Mais tarde, no século XIII, os holandeses desenvolveram os primeiros moinhos de eixo horizontal, mais potentes e que iriam se popularizar pelo mundo até o avanço da Revolução Industrial, quando as máquinas a vapor começaram a dominar o mercado.

Na América do Norte, os moinhos horizontais com múltiplas pás foram utilizados em larga escala pelos colonizadores do oeste para bombeamento de água durante os anos 1800.



Geração elétrica

O surgimento da energia eólica para geração de eletricidade ocorreu em 1887, na cidade de Glasgow, Escócia, onde o Professor James Blyth, da antiga Universidade de Anderson, criou o primeiro moinho eólico capaz de gerar energia elétrica.

O catavento tinha apenas 10 metros de altura e possuía eixo vertical, sendo utilizado por Blyth para carregar os acumuladores que abasteciam a sua casa de campo.

Em 1888, na cidade de Cleveland, Ohio, o engenheiro americano Charles F. Brush construiu um moinho maior e capaz de gerar mais energia que o de Blyth, fato que leva algumas fontes a darem-lhe o crédito, erroneamente, pelo descobrimento da tecnologia.

A partir de então, cientistas e pesquisadores de vários países desenvolveram suas próprias pesquisas, o que ajudou a evoluir a tecnologia eólica ao longo dos anos, mas sem que ela conseguisse despontar como uma alternativa aos combustíveis fósseis.

Foi somente a partir dos anos 1970, com a crise do petróleo no Oriente Médio, que a energia eólica realmente começou a tomar força. Em 1975, a Nasa e o governo norte-americano começaram a desenvolver as primeiras turbinas eólicas de uso comercial, que inspiraram boa parte da tecnologia utilizada até hoje.

No Brasil, a primeira torre de energia eólica foi instalada em 1992, na ilha de Fernando de Noronha.

Quanta energia uma turbina eólica gera

Quanto maior for a altura da torre e tamanho do gerador eólico, mais energia ele será capaz de gerar. Atualmente, a maior turbina eólica em operação no mundo, a Haliade-X, possui capacidade de produção de 14 [Megawatts](#) (MW) e pode gerar até 74 GWh de energia por ano, enquanto o maior aerogerador operando em terra tem potência de 4,8 MW.

No Brasil, o maior parque eólico da atualidade é o Lagoa dos Ventos, da empresa Enel, com 230 turbinas, totalizando 716 MW de potência, capazes de gerar 3,3 TWh (terawatts-hora) de energia por ano.

Energia eólica no Brasil

O Brasil apresenta um enorme potencial eólico, estimado em aproximadamente 500 GW, mas que começou a ser explorado há pouco tempo. Os primeiros esforços do governo nesse sentido surgiram somente em 2001, quando foi lançado o Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica) devido à [crise energética](#) da época.

Em 2002, foi a vez do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), que reforçou os interesses nessa [fonte de energia limpa](#). Mas foi somente em 2009, com o primeiro leilão de energia exclusivo para a fonte eólica, que a tecnologia dos aerogeradores começou a ganhar impulso no Brasil.

Hoje, quase toda a produção de energia eólica no Brasil vem dos grandes parques (usinas de energia eólica) instalados na Região Nordeste do país. Segundo os dados do boletim anual de energia eólica, da ABEEólica, o Brasil produziu 57 TWh de eletricidade a partir de grandes aerogeradores em 2020, dos quais 83% foram gerados somente pelos parques de energia eólica no Nordeste.



O volume total de energia eólica no ano representou apenas 9,97% de toda a produção centralizada injetada no Sistema Interligado Nacional (SIN). Em junho de 2021, o Brasil atingiu os 19 GW de capacidade instalada em energia eólica, com 726 parques eólicos instalados e mais de 8.500 aerogeradores.

Hoje, o país é o sétimo do mundo com maior capacidade acumulada de energia eólica, segundo o Ranking Mundial do Global Wind Energy Council (GWEC). Além dos parques de geração centralizada, essa energia também é utilizada no Brasil em projetos de [geração distribuída](#), porém em número muito pequeno.

O motivo é a pouca disponibilidade de ventos em algumas regiões do país, o que torna a utilização de torres eólicas pouca vantajosa para os consumidores.

Segundo os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), apenas 0,011% das instalações de geração distribuída são de micros e minigeradores de energia eólica, com a maioria delas instalada na região Nordeste.

Entre os projetos instalados, a energia eólica residencial é a mais utilizada, seguida pelas instalações comerciais, rurais e industriais. Em oposto à energia eólica, os sistemas de energia solar dominam o segmento de geração centralizada, com mais de 99% dos projetos instalados.

Estados brasileiros que produzem mais energia eólica

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 energética brasileira](#).

A maior parte da produção de energia eólica no Brasil vem dos estados que apresentam a maior disponibilidade dessa fonte. O Nordeste, Sul e Sudeste são as regiões com maior potencial eólico do Brasil.

Ao todo, 12 estados brasileiros detêm a produção no Brasil atualmente, com os maiores deles localizados na região Nordeste.

Confira os estados brasileiros que mais produzem energia eólica atualmente.

Energia eólica		
	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

11°	RJ	28,1
12°	PR	2,5



Energia eólica no mundo

Hoje, a energia eólica é a segunda fonte renovável mais utilizada no mundo, depois da energia hídrica. Segundo os dados da Agência Internacional de Energia Renovável (Irena), a capacidade total instalada de geradores eólicos atingiu 732,41 GW em 2020. As instalações onshore respondem por quase a totalidade da capacidade instalada, com 698 GW, e os projetos offshore, 34,3 GW.

No entanto, a tendência é que a energia solar ultrapasse a energia eólica em breve, uma vez que a tecnologia fotovoltaica segue liderando as novas capacidades instaladas nos últimos anos. Hoje, os países que mais utilizam energia eólica, de acordo com capacidade instalada, são:

Posição	País	Capacidade instalada (MW)
1°	China	278.324
2°	EUA	122.275
3°	Alemanha	55.122
4°	Índia	38.625
5°	Espanha	27.238
6°	França	17.946
7°	Brasil	17.750
8°	Reino Unido	13.731
9°	Canadá	13.578

Assim como qualquer outra tecnologia para geração elétrica, as turbinas de energia eólica e seus projetos apresentam alguns impactos ambientais, embora sejam bem menores que os de usinas por combustíveis fósseis.

Impactos ambientais da energia eólica

Os principais impactos ambientais da energia eólica são:

- risco às aves locais, que se chocam com as pás das turbinas e morrem;
- interferência com a rota migratória de alguns pássaros;
- supressão vegetal para a construção das grandes torres e redes de distribuição;
- modificação da paisagem natural com as grandes torres;
- emissão de ruído pelas turbinas que afastam cardumes de peixes da região



Vantagens e desvantagens da energia eólica

A energia eólica e solar são as duas fontes de [recursos naturais renováveis](#) que mais crescem no mundo e ambas apresentam pontos positivos e negativos. Confira abaixo as principais vantagens e desvantagens de cada uma!

Tipo de energia	Vantagens	Desvantagens
Solar	É totalmente renovável	Alto custo de aquisição
Solar	Não polui	Falta de incentivos no Brasil
Solar	Possui baixo custo considerando a vida útil	Não funciona durante a noite
Eólica	É inesgotável	Intermitência (nem sempre o vento sopra quando necessário)
Eólica	Não emite gases poluentes e nem gera resíduos	Impacto visual considerável/Modificação da paisagem
Eólica	Diminui a emissão de gases do efeito estufa (GEE)	Impacto sonoro (produz ruído constante)

Energia eólica ou solar: qual a melhor?

Levando em consideração exclusivamente o preço médio do custo para instalação de um sistema residencial, se ambas partem de 10 mil reais, concluímos que a energia solar é a melhor opção, com preços de até 52 mil reais, enquanto a energia eólica pode custar até 75 mil reais.

Preço da energia eólica

Um sistema de energia eólica residencial custa entre R\$ 10 mil e R\$ 75 mil, sendo que, somente a turbina eólica custa, em média, de R\$ 2 mil a R\$ 3.500 mil. No caso de um sistema de energia fotovoltaica residencial, o seu preço varia entre R\$ 10 mil e R\$ 52 mil. Tanto os preços da eólica quanto da solar incluem valores do serviço de instalação e o custo dos equipamentos utilizados.

Valor de uma turbina eólica (aerogerador)

Devido à sua grande funcionalidade, o valor de uma turbina eólica custa, em média, de R\$ 2 mil a R\$ 3.500 mil. Como vimos, para transformar a força dos ventos em energia elétrica, um aerogerador possui alguns elementos essenciais para a execução das funções, como torre, nacelle, rotor, anemômetro e, principalmente, as pás.

O controle desse equipamento é feito de maneira automática, garantindo um bom funcionamento e a captação dos ventos para a geração de eletricidade com mais praticidade. Sendo assim, essa atividade faz com que um movimento de “alavanca” seja realizado no rotor, fazendo os aerogeradores girarem.

Preço de uma torre eólica

Por ser um item de alto custo para o sistema, a torre eólica é um componente que sustenta o rotor e a nacelle na altura adequada para o funcionamento. Desta forma, seu custo chega a milhões de reais por MW instalados em parques eólicos, como é o caso do Complexo Eólico de Osório, no Rio Grande do Sul, que custou R\$ 4,46 milhões por MW instalado.

Embora seu custo de aquisição seja alto, saiba que é possível contar com um equipamento de longa vida útil. Sendo assim, com sua alta durabilidade e praticidade para a geração de energia limpa, a torre eólica é uma das soluções mais indicadas para a preservação do meio ambiente.

Preço do gerador eólico residencial e industrial

Existem geradores de baixo e alto custo, entretanto, a média do valor de um gerador eólico é de R\$ 1 mil a R\$ 3.500 mil, possuindo modelos de gerador residencial e industrial, por exemplo. Seu funcionamento ocorre a partir da energia recebida pelos ventos, que é convertida em energia mecânica por meio da rotação das turbinas. Desta forma, o gerador realiza a conversão de energia mecânica em elétrica e se inicia a geração de eletricidade.

Valor de instalação da energia eólica

O preço de um sistema de energia eólica, para residências ou comércios, varia de acordo com sua instalação e projeto. Sendo assim, seu custo é de, em média, R\$ 10 mil a R\$ 75 mil, de modo que seu tamanho, despesas de instalação e a localização são determinantes.

Preço de uma placa solar

No Brasil, uma placa solar fotovoltaica de 330 [Watts](#) está sendo vendida no varejo por R\$ 849 (podendo variar um pouco de acordo com a cotação do Dólar). Atualmente, as placas solares fotovoltaicas são vendidas em uma enorme quantidade em todos os países do mundo (no Brasil, o processo foi um pouco mais tardio, começou recentemente).

Sendo assim, há uma enorme variação no custo das placas solares com base nos tipos de painel solar (tecnologia) e na eficiência da [placa solar](#). No entanto, o tipo de placa usada para instalações solares residenciais é bastante padrão e os custos são basicamente definidos globalmente. Esse custo, então, caiu tremendamente nos últimos anos.

Custo do inversor solar

Um inversor solar tem como objetivo converter corrente contínua (CC) para a corrente alternada (CA) em um sistema fotovoltaico. Seu custo inicial é de R\$ 1.500 mil a R\$ 3 mil em um inversor de 1 [kWp](#), podendo variar de acordo com a potência.

O equipamento opera como um adaptador de energia e garante a segurança do sistema em uma placa solar, por exemplo, além da possibilidade de otimizar a energia produzida e monitorá-la. Além disso, ele pode ser encontrado em três modelos: Grid Tie (conectado à rede), Off Grid (fora da rede) e Microinversor (utilizado em um único [painel solar](#)).

Valor de instalação de um sistema de energia solar

Baseando-se em sistemas de qualidade para o seu melhor investimento, como os do Portal Solar, os custos dos equipamentos (kits solares) somados aos valores de instalação variam entre R\$ 10 mil e R\$ 52 mil, de acordo com o tamanho da residência, consumo de energia e características do local de instalação.

Custos de uma usina eólica

Construção de uma usina eólica

No Brasil, o custo de uma usina eólica chega a R\$ 1,66 milhão por megawatt. De 2011 a 2018, o setor eólico investiu US\$ 31,2 bilhões, correspondendo a 14,71 GW de capacidade instalada. Apenas em 2018, o investimento foi de US\$ 1,27 bilhão referente a 1,94 GW de capacidade instalada.

É válido destacar que o maior custo da energia eólica no Brasil corresponde aos custos logísticos de implementação dos projetos. Desta forma, a precariedade de estradas na

região Nordeste - com o maior potencial eólico do país — por exemplo, é responsável pela restrição de importação dos equipamentos.

Devido aos custos da usina eólica estarem relacionados à logística, fatores como estruturação e complexidade das áreas no país devem ser estudados a fim de solucionar as adversidades para a sua instalação.



Construção de uma usina solar

O custo da usina solar resultará de fatores como tamanho do terreno e, conseqüentemente, o valor máximo de financiamento. Ou seja, se você possui um terreno avaliado em R\$ 5 milhões, por exemplo, sua usina solar custará aproximadamente esse valor, sendo equivalente a 1 MW. Atualmente, podemos dizer que a média de custo para instalação por megawatt de usinas solares é de R\$1,65 milhão.

Deve-se considerar a potência total instalada em um hectare e o custo de aquisição dos painéis fotovoltaicos, além da compra de inversores de frequência, cabos e demais gastos como o projeto, licenciamento e outros. Além disso, após realizar o orçamento com os custos relacionados ao projeto de usina solar, deve-se ter em conta o custo para obter o local onde a ação será realizada, sendo oscilante de acordo com a região, tamanho e complexidade da área.

Portanto, podemos concluir que o custo médio de uma construção de usina solar fotovoltaica está em torno de R\$ 7,3 milhões, uma vez que o projeto total equivale a 6,51 R\$/Wp.

Entenda também quais são os [benefícios da energia solar](#) e enriqueça ainda mais seus conhecimentos sobre o tema.