

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PECE - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA DA ESCOLA POLITÉCNICA
DA USP

GUILHERME AUGUSTO DE SOUSA MEDEIROS

ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA
FOTOVOLTAICA EM PARQUES EÓLICOS

São Paulo
2020

GUILHERME AUGUSTO DE SOUSA MEDEIROS

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA
FOTOVOLTAICA EM PARQUES EÓLICOS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título De Especialista em
Energias Renováveis, Geração Distribuída
e Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Dr. Demétrio Zachariadis

**São Paulo
2020**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

RESUMO

A necessidade da diversificação da matriz elétrica brasileira aliada com a preocupação ambiental levou ao crescimento da demanda por produção energética renovável. Com a intensificação de investimentos e incentivos no desenvolvimento de projetos eólicos para geração de energia em regiões com potencial solar, surgiu o interesse nos benefícios da geração híbrida fotovoltaica-eólica tanto do ponto de vista elétrico, como econômico e ambiental. Esta pesquisa tem como foco principal a avaliação do potencial energético solar em regiões com parques eólicos no território brasileiro. A partir dos dados georreferenciados dos empreendimentos elétricos do SIGEL em conjunto com o uso do programa *SunData*, que calcula a irradiação média numa determinada região, obtêm-se as áreas mais favoráveis para instalação de sistemas de geração de energia fotovoltaica. Após a adoção de um conjunto de critérios a serem considerados para implementação de usinas solares, nomeadamente, a disponibilidade de radiação solar existente na área, a presença de subestações em operação e a capacidade ociosa nas subestações. Desta forma, foi possível analisar as áreas destacadas com maior aptidão para implantação de usinas híbridas fotovoltaica-eólica no Brasil.

Palavras chave: Híbrido, Potencial e Ociosidade.

ABSTRACT

The diversification of the Brazilian electrical matrix combined with environmental concerns has led to an increase in demand for renewable energy production. The intensification of investments and incentives in the development of wind projects for energy generation in regions with solar potential has led to interest in the benefits of hybrid photovoltaic-wind generation, both from an electrical, as well as an economic and environmental point of view. This research has as main focus the evaluation of the solar energy potential in regions with wind farms in the Brazilian territory. Using the georeferenced data of the electrical projects from SIGEL together with the SunData program, which calculates the average irradiation in a given region, the most favorable areas are obtained for the installation of photovoltaic energy generation systems after the adoption of a set of criteria to be considered for the implementation of solar plants, such as the availability of solar radiation existing in the area, the presence of substations in operation and the idle capacity in the substations. In this way, it was possible to analyze the highlighted areas with greater aptitude for the implantation of hybrid photovoltaic-wind power plants in Brazil.

Keywords: Hybrid, Potential and Idleness.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tipologia de Usinas Híbridas	30
Tabela 2 – Economia estimada em projetos solares construídos em áreas com eólicas pré-existentes.....	36
Tabela 3- Dados utilizados no estudo	39
Tabela 4 - Irradiação Solar no Plano Inclinado – Joao Câmara, RN - BRASIL	43
Tabela 5 - Dados técnicos da placa	46
Tabela 6 - Capacidade Ociosa por Estado (Top 10)	50
Tabela 7 - Participação das fontes eólicas e solares por Estado	53
Tabela 8 Energia Anual Média Produzida	54
Tabela 9 – Geração anual Solar em 2018 e 2019.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Painei Fotovoiico instalado	17
Figura 2- Sistema Fotovoiico.....	18
Figura 3 - Mapa Brasileiro e Europeu de irradiação solar no plano inclinado - Média anual	19
Figura 4 - Mercado Fotovoiico.....	20
Figura 5 - Evolução da Fonte Solar Fotovoiica no Brasil.....	22
Figura 6- Radiação solar global - média anual típica (MJ/m ² .dia).....	23
Figura 7 - Evolução da Fonte Solar Fotovoiica no Brasil.....	23
Figura 8 - Potência instalada de Geração Centralizada	24
Figura 9 - Mapa dos empreendimentos de centrais geradoras fotovoiicas	24
Figura 10 Desenho esquemático de uma turbina eólica	26
Figura 11 - Evolução da Capacidade Instalada (MW)	27
Figura 12 - Mapa da velocidade média anual do vento 50m de altura	28
Figura 13 - Mapa dos empreendimentos de centrais geradoras	29
Figura 14- Complementariedade eólico-solar.....	32
Figura 15 - Componentes de um sistema híbrido conectado  rede	32
Figura 16- Mapa da Complementariedade da Radiação Solar Incidente e da Velocidade do Vento (kWm ² /h-1).....	33
Figura 17- Parque Híbrido Tacaratu.....	34
Figura 18 - Organograma das etapas	38
Figura 19- Mapa das subestações	40
Figura 20 - Delimitação da área contemplada pelo estudo	41
Figura 21 - Radiação solar global - média anual típica (MJ/m ² .dia)	42
Figura 22- Irradiação Solar no Plano Inclinado – Joao Câmara, RN - BRASIL	44
Figura 23- Situação das Subestações.....	48
Figura 24 - Capacidade de Eólica Instalada e N de Parques por estado.....	49
Figura 25 – Capacidade ociosa por Estado (MVA)	49
Figura 26- Potencial Instalado x Expansão	51
Figura 27 Participação na Matriz Elétrica Brasileira	51
Figura 28– Horas de Sol pleno por Estado	52
Figura 29 - Capacidade ociosa x instalada por estado.....	53

LISTA DE EQUAÇÕES

(1) Irradiação solar diária média mensal	45
(2) Potencial do painel fotovoltaico.....	45
(3) Temperatura da célula fotovoltaica	46
(4) Energia diária média anual a ser fornecida pelo gerador fotovoltaico.....	46
(5) Capacidade ociosa no ponto de conexão	47

LISTA DE ABREVIACÃO E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Objetivo geral.....	14
1.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	Estrutura	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Energia Solar	16
2.1.1	Radiação solar	16
2.1.2	Tecnologia solar	17
2.1.3	Energia Solar no Brasil	19
2.2	Energia Eólica.....	25
2.2.1	Tecnologia eólica.....	25
2.2.2	A Energia Eólica no Brasil.....	27
2.3	Sistema Híbrido de Geração.....	29
2.3.1	Sistema Híbrido Eólica-Fotovoltaica.....	31
2.3.2	Experiências com Geração Híbrida.....	33
2.3.3	Benefícios da combinação Eólica-Fotovoltaica	35
2.3.4	Problemas da combinação Eólica-Fotovoltaica.....	37
3	METODOLOGIA.....	38
3.1	Delimitação da área de estudo	39
3.2	Potencial Solar	42
3.2.1	Programa Utilizado.....	42
3.2.2	Estimativa do Potencial Energético Solar.....	44
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	48
4.1	Subestações avaliadas	48
4.2	Potencial Solar	52
5	CONCLUSÃO	56

REFERÊNCIAS	58
APÊNDICES.....	61
APÊNDICE A - Capacidade ociosa por subestação.....	62
APÊNDICE B - Energia Produzida por subestação.....	68
ANEXOS	74
ANEXO A – Subestações e parques eólicos	74

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a matriz energética mundial vem sofrendo significativas alterações. A crescente demanda de eletricidade dificilmente será atendida pelos recursos convencionais de combustível que estão em processo de esgotamento e vem gerando preocupações devido a seus impactos ambientais (MAHESH E SANDHU, 2015).

A busca por fontes de energia alternativas e limpas vem se intensificando através da adoção de incentivos e aumento de investimentos em projetos de fontes renováveis como a solar fotovoltaica, eólica e biomassa. Os esforços por essas medidas vêm ocorrendo desde a Conferência das Partes (COP) da Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima, um acordo internacional assinado por 154 países do mundo em 1992 que programou encontros anuais entre os participantes deste tratado com o objetivo de avaliar os esforços de combate ao aquecimento global causado pelas atividades humanas.

Segundo dados apresentados pela Resenha Energética Brasileira de 2020, as fontes renováveis de energia alcançaram uma demanda de 46,1% de participação na Matriz Energética, um aumento de 0,6 ponto percentual em relação ao indicador de 2018. A energia solar cresceu 92% e a eólica, 15,5%, fontes que, somadas, contribuíram com 50% do aumento da participação das renováveis na matriz.

As fontes renováveis de energia como a eólica e solar são intermitentes, pois a geração final de energia depende tanto do clima quanto de ciclos diários e sazonais. As que são capazes de suprir energia de acordo com a demanda, como termelétricas e hidrelétricas são consideradas fontes de energia firme (PEREIRA, 2006).

De acordo com Santos et. al. (2019) o setor elétrico nacional tem sido impactado pelos efeitos das mudanças climáticas. A participação da geração hidrelétrica na matriz elétrica é ainda largamente majoritária, embora venha perdendo importância nas duas últimas décadas. A importância dessa fonte de geração continuará grande no horizonte de planejamento de longo prazo, o que evidencia a necessidade de se aprofundar nas ameaças que atuam sobre elas e suas vulnerabilidades individuais e sistêmicas. A inclusão de fontes que diversifiquem a

matriz energética brasileira, como a energia fotovoltaica, contribui com a segurança energética e redução do impacto ambiental.

Segundo Alencar e Tavares (2017), a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e consequentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão. Viana et al. (2015) ressalta que além da segurança energética outra vantagem do aumento da energia solar é a redução do consumo de combustíveis de fontes convencionais no longo prazo.

Percebe-se no contexto brasileiro grandes projetos de parques eólicos, que fizeram esta fonte ultrapassar a participação do petróleo e gás natural na matriz elétrica brasileira (ABEEOLICA). Por outro lado, a fonte solar, que vem crescendo nos últimos anos, ainda apresenta uma baixa participação, cerca de 1,8%. Uma alternativa plausível para impulsioná-la seria utilizar um sistema híbrido, de energia solar e energia eólica, aproveitando partes da estrutura existente, por exemplo, linha de transmissão, subestação, terreno, mão de obra etc. provocando uma redução de custos na implantação dos parques fotovoltaicos.

Além disso, com a forte redução nos custos de sistemas fotovoltaicos nos últimos anos, agentes geradores têm avaliado também a viabilidade e possível atratividade econômica de se adicionar capacidade de geração solar junto a empreendimentos existentes de geração eólica (EPE, 2018).

Neste sentido, com intuito de contribuir com análises baseadas em parâmetros técnicos, nesta pesquisa será feita um mapeamento de regiões com parques eólicos instalados e com capacidade disponível para o escoamento da energia solar.

1.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial energético solar em regiões com parques eólicos em operação dos estados brasileiros apresentando em mapas, as regiões mais favoráveis à instalação de sistemas energéticos renováveis, provenientes do aproveitamento da energia fotovoltaica.

1.2 Objetivos específicos

- a. Apresentar o estado da arte atual sobre as energias solares e eólicas aliadas às questões do aproveitamento híbrido dessas duas fontes nos estados brasileiros;
- b. Definição e justificativa de critérios para locação de usina solar fotovoltaica;
- c. Aplicar metodologia de análise multicritério para definir de áreas mais favoráveis para instalação de usinas solares centralizadas;
- d. Mapear as regiões com potencial para geração de energia solar no Brasil, a partir de técnicas de estimativa de geração solar, dados georreferenciados e um programa gratuito de estimativa de irradiação solar. No presente trabalho optou-se por uma visão geral sem abordar casos específicos.
- e. Validar e analisar os dados gerados.

1.3 Estrutura

A pesquisa realizada estrutura-se nos seguintes capítulos:

Capítulo 1: apresenta uma introdução sobre o tema, os objetivos gerais e específicos;

Capítulo 2: trata dos levantamentos do estado da arte que servirá de embasamento técnico científico para o desenvolvimento do trabalho;

Capítulo 3: discorre sobre o processo metodológico das etapas desta pesquisa científica;

Capítulo 4: traz os resultados e discussões da pesquisa;

Capítulo 5: apresenta os resultados e considerações finais do trabalho e as respostas para o problema apresentado na introdução da monografia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo visa apresentar e aprofundar informações sobre o entendimento da temática da geração de energia fotovoltaica associada à parques eólicos.

2.1 Energia Solar

2.1.1 Radiação solar

A radiação solar funciona como a energia de partida para diversos processos físico-químicos e dinâmicos que ocorrem na superfície terrestre e na interação atmosfera-superfície. A quantidade de energia radiante que atravessa uma superfície por unidade de área durante um período é definida como Irradiação (kWh/m^2) (PORFIRIO et al., 2012).

Além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar etc.), a disponibilidade de radiação solar depende da latitude local, da posição no tempo (hora do dia e dia do ano), das condições climáticas e atmosféricas. Somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera. Mesmo assim, estima-se que a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial (CRESESB, 2000).

Conforme Tolmasquim (2016), a busca pelo melhor aproveitamento da incidência solar implica em inclinar os painéis fotovoltaicos no mesmo ângulo da latitude, orientando ao norte, no hemisfério sul, de maneira que a superfície receptora dos raios solares esteja perpendicular aos raios solares na maior parte do ano. Todavia, para evitar o acúmulo de água e sujeira nas instalações dos painéis fotovoltaicos, o CEPEL recomenda um ângulo mínimo de 10° a -10° .

O cálculo da energia elétrica produzida por um sistema fotovoltaico é feito a partir da irradiação solar incidente em um plano inclinado na direção do equador e com uma inclinação igual à latitude local (PINHO; GALDINO, 2014).

2.1.2 Tecnologia solar

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares. Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica (ANEEL, 2008).

Atualmente, o uso da tecnologia de painéis fotovoltaicos (Figura 1) é a mais aceita para o uso de fontes renováveis para geração de energia. A geração de energia a partir da radiação solar tem como característica a intermitência (não linearidade), devido às condições ambientais, o que gera uma oscilação na produção de energia

Figura 1 - Painel Fotovoltaico instalado
elétrica (CRESESB, 2000).



Fonte: CRESESB, 2000

O sistema de energia solar ativa (célula solar fotovoltaica), tem como objetivo principal a conversão da radiação solar em energia elétrica. Conhecido como o efeito

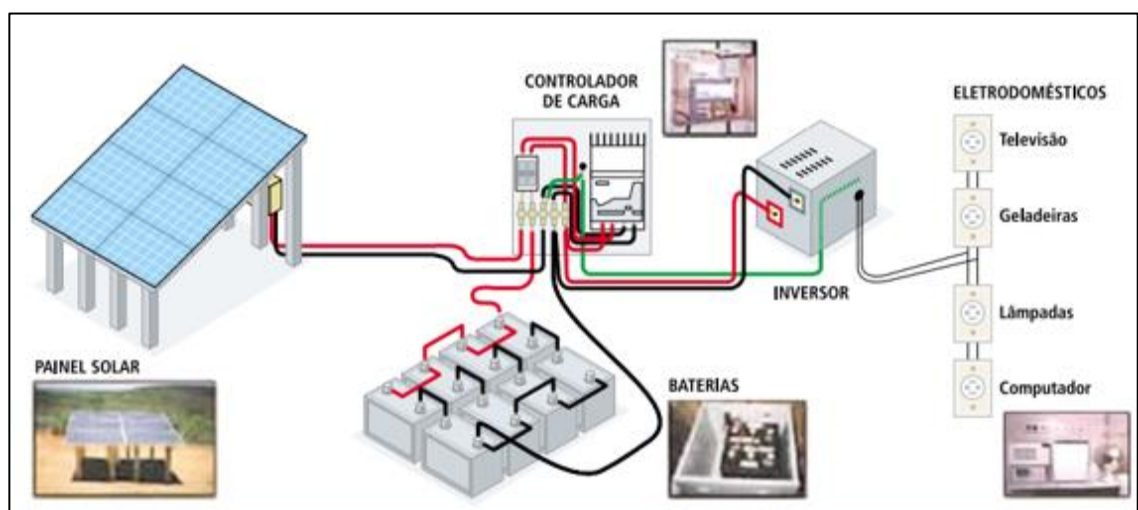
fotovoltaico, decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar (ou outras formas apropriadas de energia). Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício (CRESESB, 2000).

A potência produzida por um sistema fotovoltaico é proporcional à área de captação da irradiação solar do local portanto, quanto maior a quantidade de módulos fotovoltaicos, maior é a potência gerada pelo sistema (Pianezzola, 2006).

De acordo com Braga et al. (2008) Um sistema fotovoltaico (Figura 2) é normalmente composto por:

- Painéis solares – São responsáveis por transformar energia solar em eletricidade e dimensionados de acordo com a energia necessária.
- Controladores de carga – Servem para evitar sobrecargas ou descargas exageradas na bateria, aumentando sua vida útil e desempenho.
- Inversores – São responsáveis por transformar os 12 V de corrente contínua (CC) das baterias em 110 ou 220 V de corrente alternada (AC), ou outra tensão desejada. No caso de sistemas conectados, também são responsáveis pela sincronia com a rede elétrica.
- Baterias – Armazenam a energia elétrica para que o sistema possa ser utilizado quando não há sol.

Figura 2- Sistema Fotovoltaico

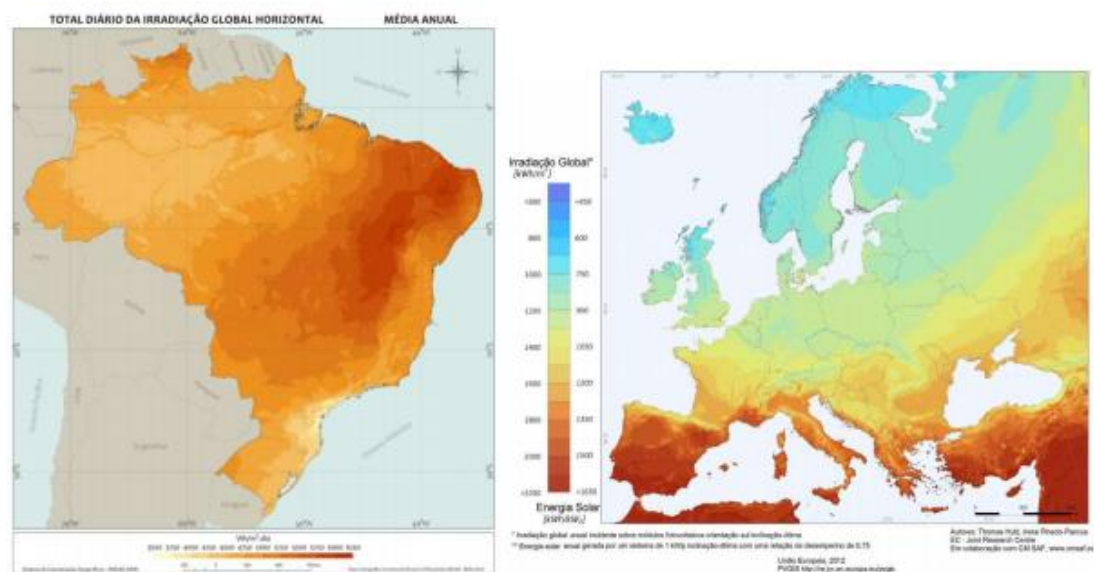


Fonte: CRESESB 2000

2.1.3 Energia Solar no Brasil

O país possui uma enorme potencial de geração de eletricidade proveniente da fonte solar, com níveis de irradiação superiores aos de países onde a energia fotovoltaica é amplamente difundida, como, Japão, Alemanha, Espanha, Itália, França e Reino Unido (PEREIRA). A Figura 3 apresenta mapas da irradiação solar global horizontal do Brasil e do continente Europeu.

Figura 3 - Mapa Brasileiro e Europeu de irradiação solar no plano inclinado - Média anual



Fonte: Pereira et al., (2017); Huld, Müller e Gambardella

A faixa de variação da irradiação global horizontal média anual do Brasil é de aproximadamente de 1500 a 2200 kWh/m², superior à países onde há forte disseminação de projetos fotovoltaicos como, por exemplo, a Alemanha que possui irradiação entre 900 e 1250 kWh/m², Espanha entre 1200 a 1850 kWh/m², França 900 a 1650 kWh/m². Isto faz com que praticamente todo território brasileiro tenha um potencial de energia solar fotovoltaica a ser explorado (Pereira et al., 2006).

Atualmente, o Brasil está distante dos países com maior geração solar fotovoltaica (Figura 4). Entretanto, desde 2017 o mercado brasileiro fotovoltaico aparece na lista dos quinze principais mercados solares do mundo (SANTIAGO).

Figura 4 - Mercado Fotovoltaico



Fonte: ABSOLAR, 2020

Hoje, os custos de geração para a energia solar são significativamente mais baixos do que para as novas usinas nucleares e a carvão, ficando geralmente também abaixo do gás, e na mesma faixa da energia eólica, onde, a depender da região, a energia solar apresenta custos de geração ainda menores (LAZARD, 2018 e SPE, 2019).

Com a redução nos preços dos equipamentos necessários para a geração da energia fotovoltaica e a aplicação de uma política energética apropriada, o país tem conseguido atrair investimentos públicos e privados, de empresas ou pessoas físicas, para o consumo de energia solar. O Brasil destaca-se, ainda, entre os países em desenvolvimento na aplicação da tecnologia fotovoltaica e há expectativas de que a nação ocupe um lugar entre os dez principais produtores globais de energia FV até 2030 (BNEF, 2018).

A geração solar fotovoltaica teve um total de 143 projetos contratados em 5 leilões até o ano de 2018 (EPE, 2018a). O primeiro leilão com participação de projetos de usinas fotovoltaicas aconteceu em 2013, porém, projetos dessa natureza só ganharam em leilões a partir de 2014 (Ponte, 2018). A Figura 6 apresenta a potência comercializada e o preço médio em cada leilão com contratação de projetos fotovoltaicos.

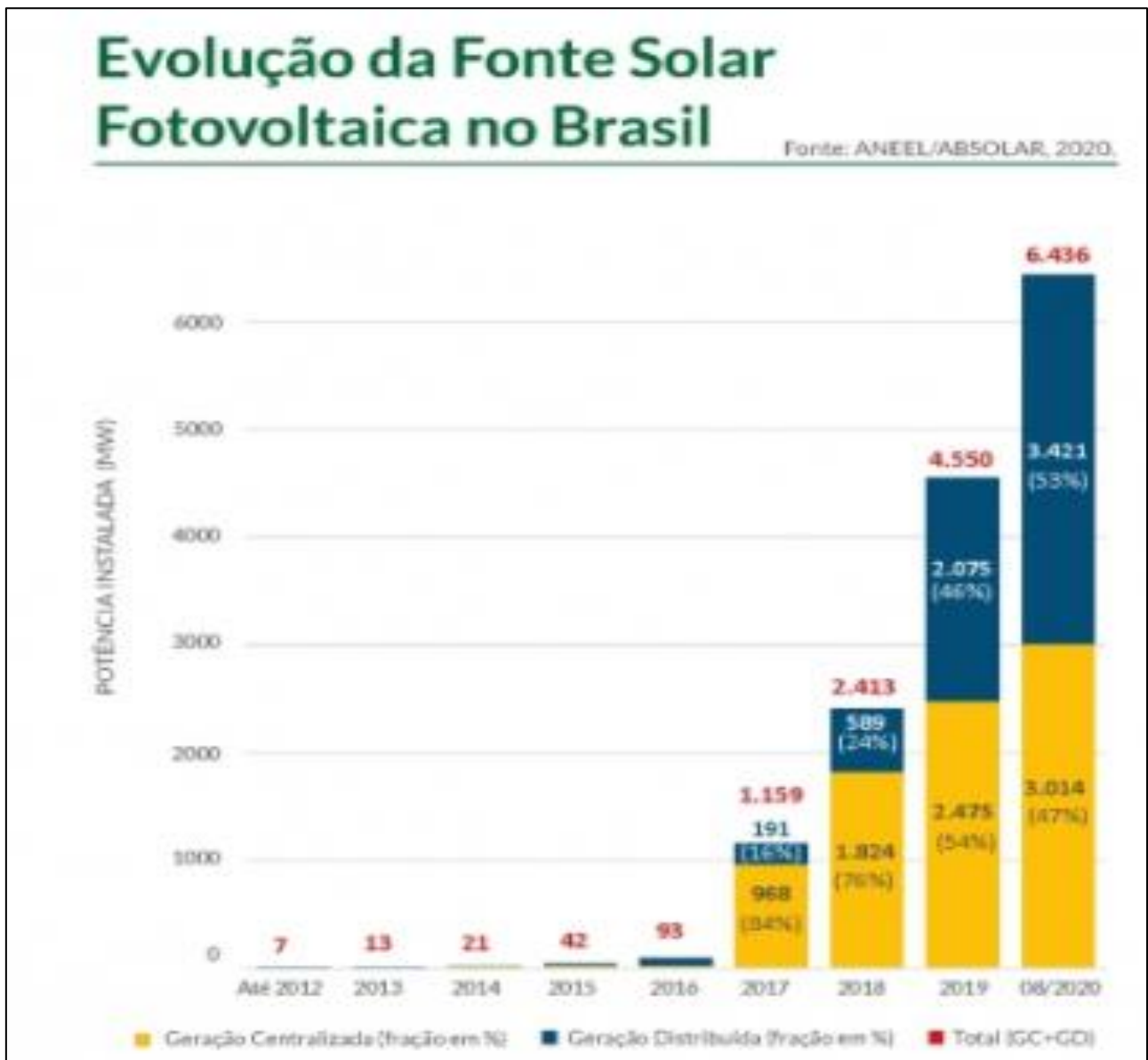
A queda verificada dos preços nos últimos leilões tem razão na redução nos custos de investimento e no aumento no fator de capacidade das usinas. Além disso, a conjuntura nacional com juros mais baixos à época dos leilões de 2017 e 2018 em

relação àquela dos leilões de 2015, a competição e as novas estratégias econômico financeiras por parte dos empreendedores também podem ter contribuído. Outro componente importante é a aposta em uma maior redução de custos no horizonte de entrega de energia (EPE, 2018a), já que a tecnologia teve seus custos reduzidos ao longo do tempo. O preço mundial das células fotovoltaicas de silício reduziu de 76 U\$\$/W, em 1977, para 0,3 U\$\$/W em 2015 (Barros, 2018).

O Brasil conta com uma capacidade instalada atual de 3 GW em usinas e sistemas solares fotovoltaicas de médio a grande porte, o que representa 1,7% da matriz elétrica nacional. De acordo com a ABSOLAR, desde 2012 foram mais de 6,4GW de capacidade instalada (Figura 5), R\$33,1 bilhões em investimentos privados e cerca de 190 mil novos empregos gerados.

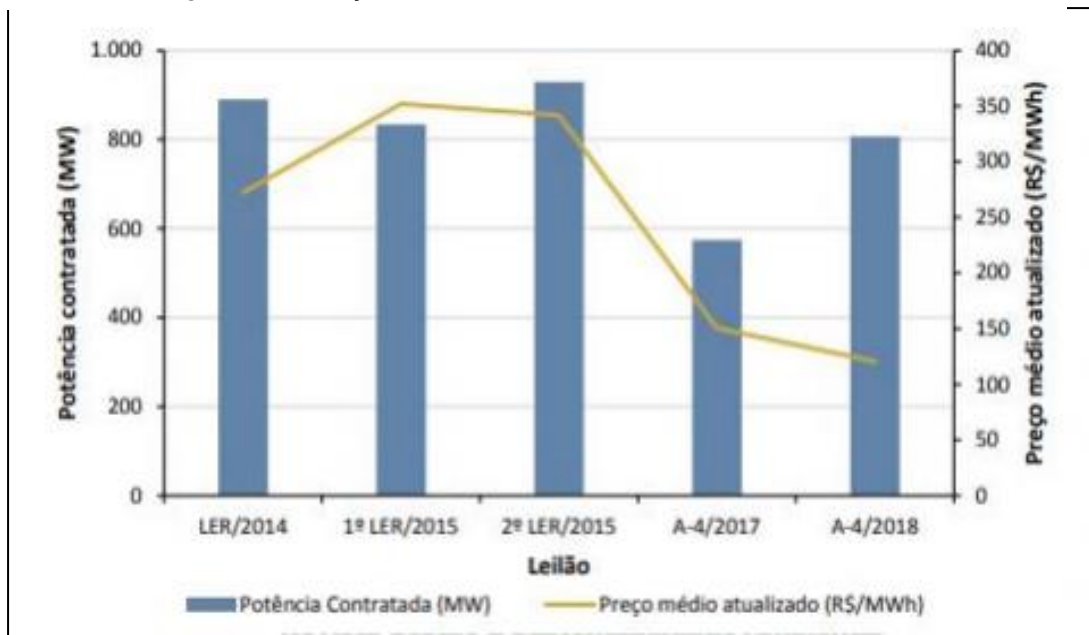
Diante da busca por uma matriz energética mais renovável e da redução dos custos da tecnologia fotovoltaica, o Brasil tende a aumentar a participação dessa fonte nos próximos anos. Ademais, o país goza de uma localização geográfica favorável pois apresenta regiões onde a radiação do sol incidente tem ótimas condições (Figura 7) durante praticamente todo o ano, como é o caso da região Nordeste (ADECE, 2008).

Figura 5 - Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil



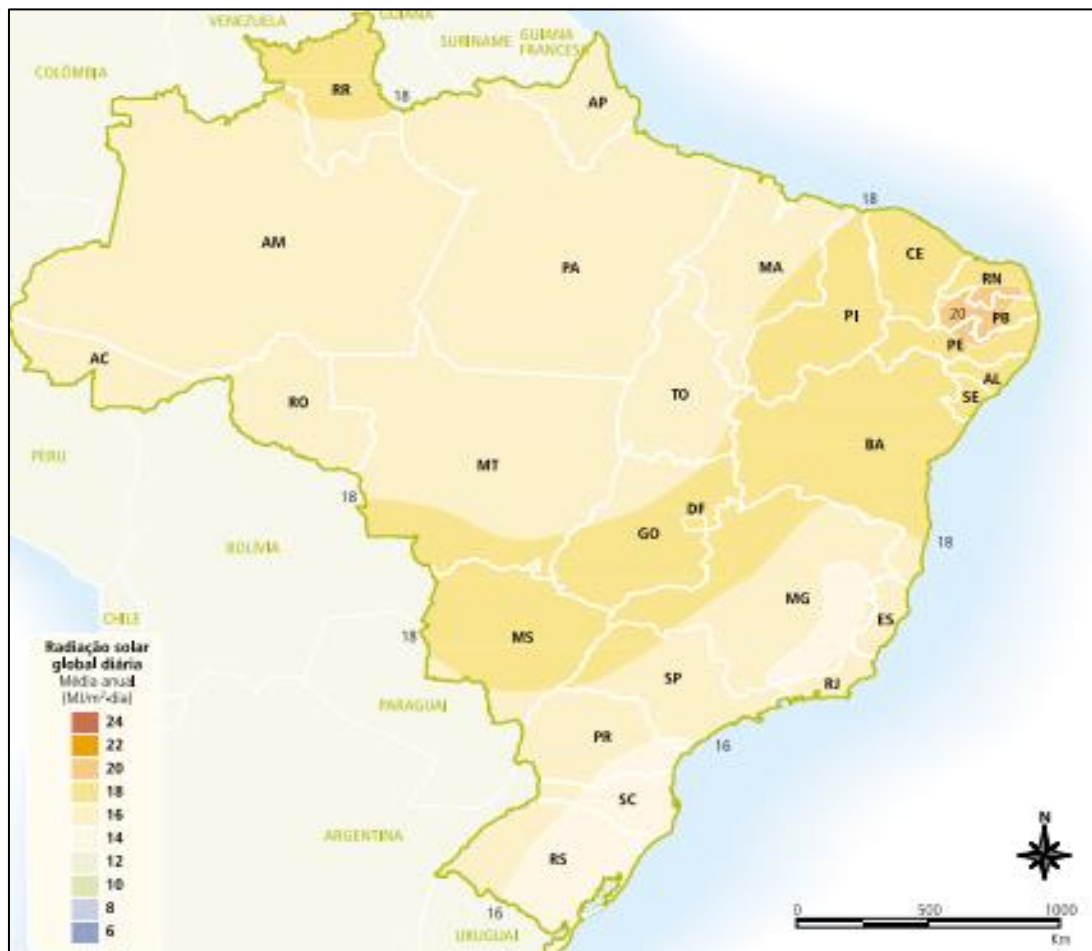
Fonte: ABSOLAR/ANEEL, 2020

Figura 7 - Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil



Fonte: ABSOLAR

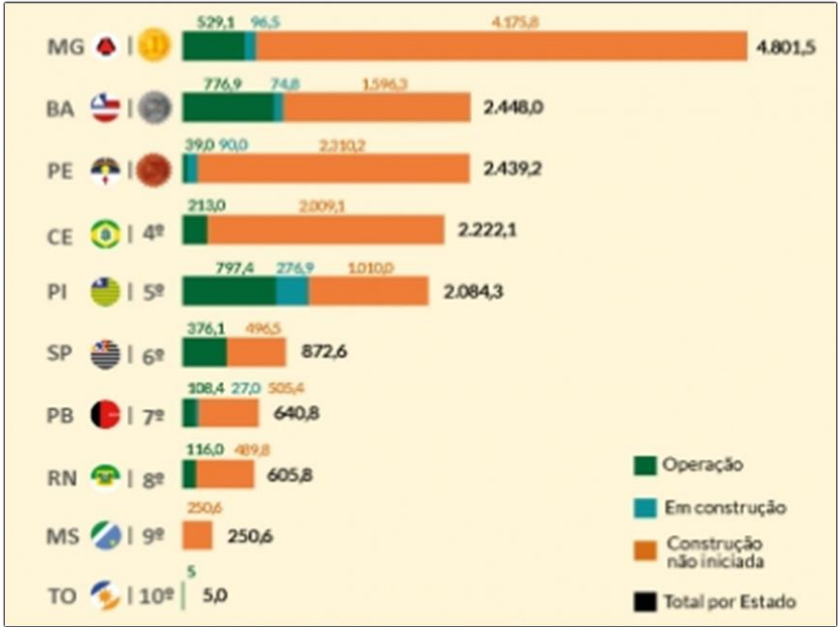
Figura 6- Radiação solar global - média anual típica (MJ/m2.dia)



Fonte: ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000 (adaptado).

Atualmente, os estados de Minas Gerais, Piauí, Ceará, Pernambuco e São Paulo são os cinco que mais possuem potência instalada como pode ser visto nas figuras 8 e 9.

Figura 8 - Potência instalada de Geração Centralizada



Fonte: ABSOLAR

Figura 9 - Mapa dos empreendimentos de centrais geradoras fotovoltaicas



Fonte: SIGEL

2.2 Energia Eólica

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2018, p.93) define a energia eólica como “a energia cinética retida nas massas de ar em movimento (vento) e seu aproveitamento acontece através da transformação da energia de translação em energia de rotação, por meio de turbinas eólicas”. A energia eólica por ser uma fonte inesgotável, renovável e segura, é apontada como uma fonte promissora de energia.

A fonte eólica é renovável e possui baixo impacto ambiental em sua instalação e operação. De acordo com a ABEEÓLICA, diversos benefícios socioeconômicos e ambientais estão associados à geração eólica como não emissão de CO₂, contribuindo para não intensificar o efeito estufa, geração de emprego e fortalecimento e ampliação das cadeias produtivas locais promovendo o desenvolvimento sustentável.

Para analisar a produção de energia eólica é necessário antes de tudo tratar do “recurso eólico”, ou seja, comportamento dos ventos no que diz respeito ao tempo, direção e sentido, na localidade desejada. Os ventos se originam das diferenças de pressão causadas pela variação de temperatura entre as camadas do ar. Quando uma massa de ar de baixa temperatura (alta pressão) se move em direção a uma região de alta temperatura (baixa pressão), provocam-se ventos (MOTA).

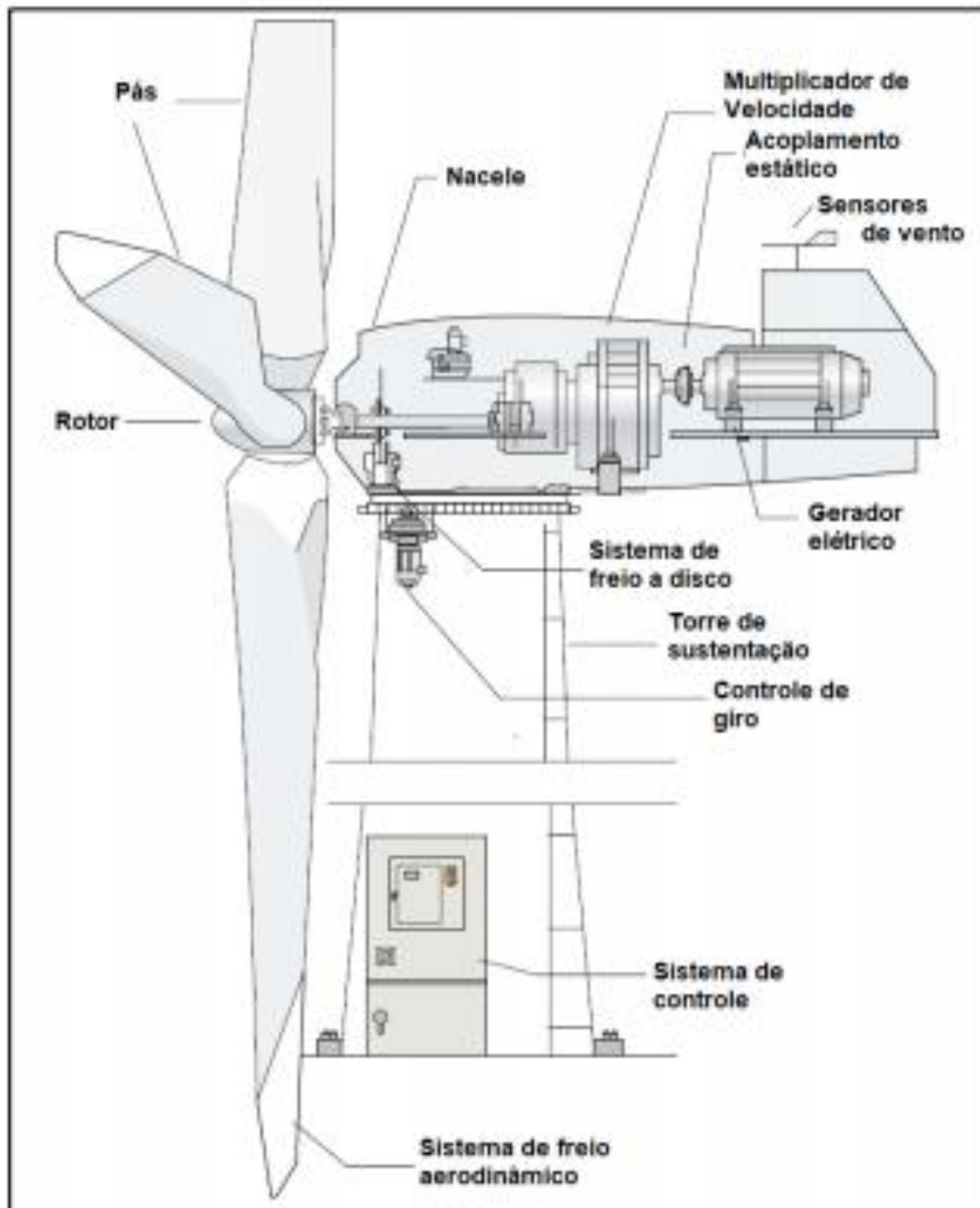
2.2.1 Tecnologia eólica

A geração elétrica funciona convertendo a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento) em energia mecânica com uma turbina eólica, também denominadas aerogeradores (Figura 10).

Segundo Aldabó (2002), os principais componentes de um sistema eólico são: gerador elétrico (responsável pela conversão de energia mecânica em elétrica), rotor (captura a energia cinética do vento e a transforma em mecânica no eixo), pás de rotor(responsáveis pela captação do vento e conversão da potência ao centro do rotor), transmissão (estrutura que transporta a energia mecânica do rotor ao eixo do gerador), nacelle(protege a caixa de engrenagens, gerador e controlador de freio) e torre (estrutura tubular que sustenta a nacelle e o rotor acima do solo).

A turbina eólica, ou conversor de energia eólica, é classificada de acordo com a quantidade de energia cinética do vento que ela pode converter em energia elétrica. Normalmente medida em quilowatts-hora (kWh) ou megawatts-hora (MWh), essa

Figura 10 Desenho esquemático de uma turbina eólica



Fonte: ANEEL, 2019

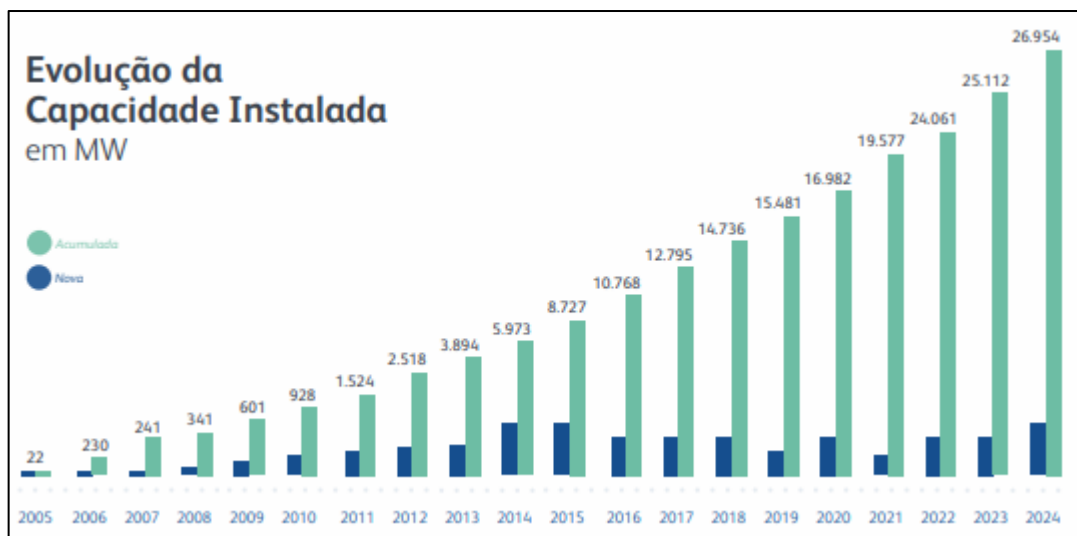
aferição deve ser feita na sua máxima performance, ou seja, medir a máxima capacidade de geração de energia da turbina, enquanto a potência pode ser simplesmente medida a qualquer instante.

2.2.2 A Energia Eólica no Brasil

Os graves problemas energéticos enfrentados Brasil no início da década de 2000 estimularam a busca por alternativas. Após a falta de sucesso do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), primeiro programa a fomentar a energia eólica, criou-se então o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, o PROINFA. Além de incentivar o desenvolvimento de outras fontes renováveis na matriz energética, o PROINFA abriu caminho para o desenvolvimento da indústria eólica no Brasil devido às exigências de conteúdo nacional para os aerogeradores fruto desse programa (Figura 11).

O financiamento de empreendimentos eólicos no começo da década de 2000, somado com a regularização da energia eólica no país, que aconteceu no fim da década, resultou no forte crescimento do setor eólico brasileiro (Simas e Pacca, 2013)

Figura 11 - Evolução da Capacidade Instalada (MW)

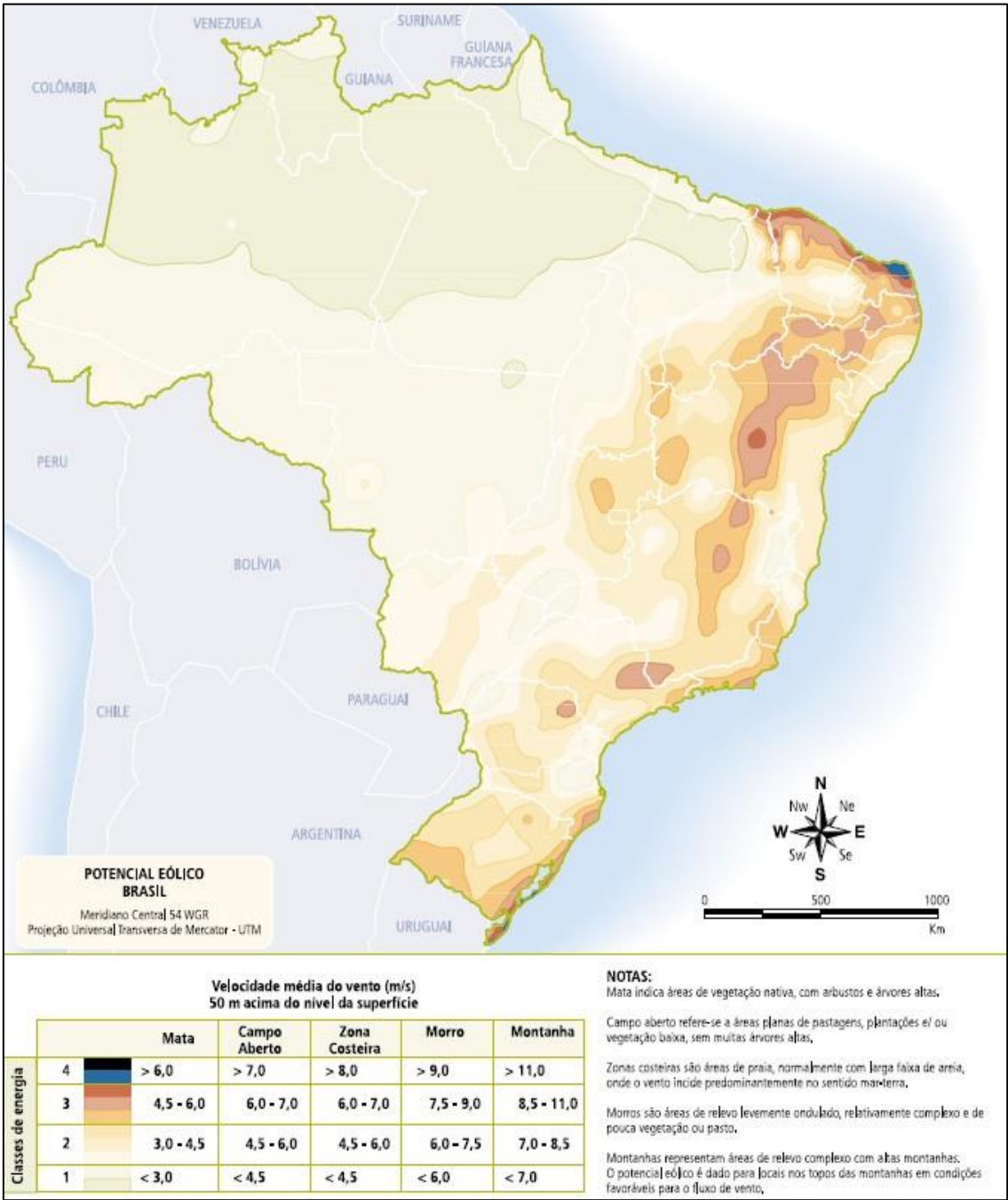


Fonte: ANEEL/ABEEÓLICA

Segundo a ABEEOLICA (2020), de 2011 a 2019, a indústria eólica brasileira investiu mais de US\$ 31,3 bilhões, evitou a emissão equivalente de CO₂ de 21,7 milhões de automóveis e gera em média de 15 postos de trabalho para cada MW instalado. Tais dados destacam a importância da fonte eólica para o desenvolvimento sustentável brasileiro. *Evolução da Capacidade Instalada (MW)*

A expansão da energia eólica indica o Brasil como um exemplo a ser seguido por outros países em desenvolvimento por aproveitar seu potencial eólico (Figura 12) diversificando a matriz energética e reduzindo a dependência de fontes tradicionais de energia (Diógenes et al, 2019).

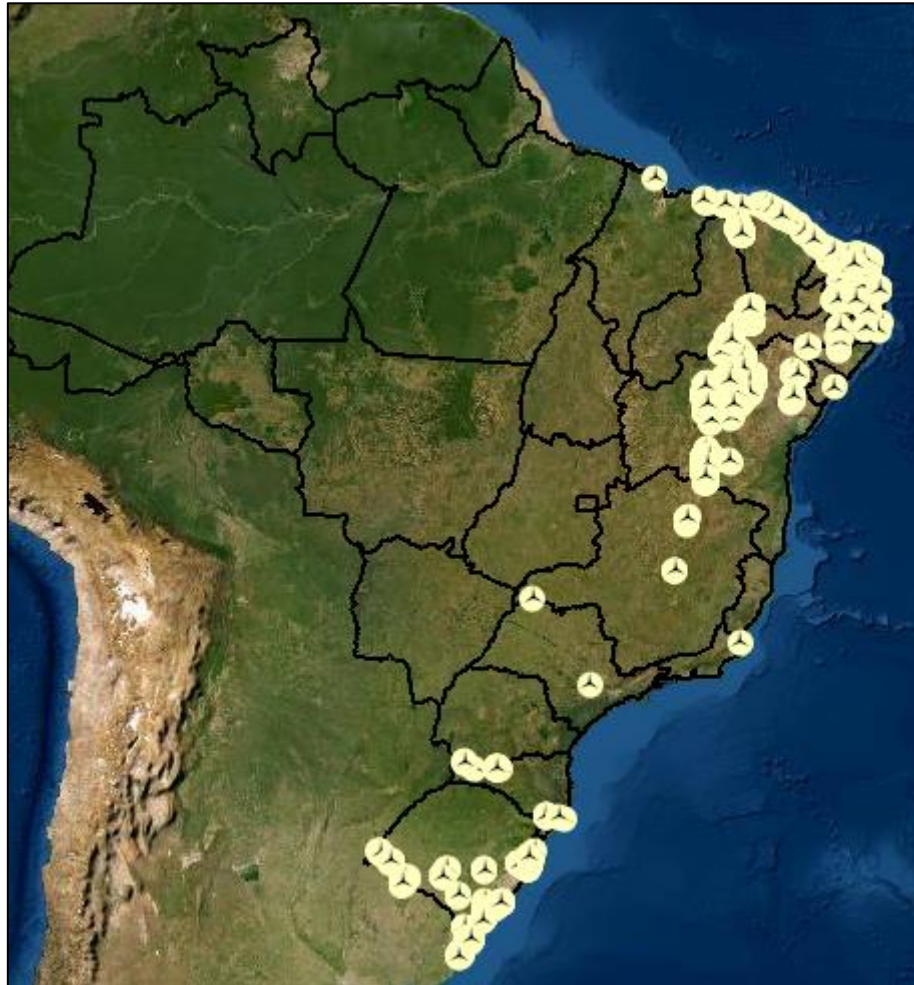
Figura 12 - Mapa da velocidade média anual do vento 50m de altura



Fonte: Feitosa, 2003. (adaptado)

Devido ao potencial eólico apresentado acima a região Nordeste destaca-se como a maior produtora de energia eólica, onde estão 80% dos parques, seguida da região Sul, principalmente no Rio Grande do Sul (Figura 13).

Figura 13 - Mapa dos empreendimentos de centrais geradoras



Fonte: SIGEL

2.3 Sistema Híbrido de Geração

O GEDAE – Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas. Considera-se um sistema híbrido aquele que utiliza conjuntamente mais de uma fonte de energia, dependendo da disponibilidade dos recursos energéticos locais, para geração de energia elétrica. A opção pelo hibridismo é feita de modo que uma fonte complemente a eventual falta da outra.

Complementaridade energética pode ser descrita como a capacidade de dois ou mais recursos (da mesma fonte ou de fontes distintas) apresentarem disponibilidade energética complementar no tempo, ou seja, quando um está com grande disponibilidade, o outro está com pouca disponibilidade, e vice-versa. As escalas temporais para este efeito podem ser diária, mensal, anual etc. (EPE, 2017).

Diversas combinações de fontes e tecnologias têm sido apresentadas sob a denominação genérica de “usina híbrida” (Tabela 1). Antes de tudo é importante organizar os conceitos para diferenciar os tipos de combinação, já que é importante na análise dos benefícios e impactos de cada configuração. Dessa forma, a Nota Técnica Nº EPE-DEE-NT-011/2018-r0 propõe quatro tipologias de integração entre fontes geradoras, mostrando as inúmeras formas que vêm sendo estudadas.

Tabela 1- Tipologia de Usinas Híbridas

Usinas Adjacentes (A)	Usinas que compartilham o mesmo terreno e instalações de interesse restrito. Cada usina deve contratar uma capacidade de uso da rede compatível com a sua potência instalada nominal. Contudo, do ponto de vista do sistema, trata-se de duas usinas distintas
Usinas Associadas (B)	Usinas que compartilham fisicamente e contratualmente a infraestrutura de conexão e acesso à Rede. Essa combinação traz a necessidade de abordar o <i>curtailment*</i> , além de demandar ajustes regulatórios e contratuais.
Usinas Híbridas (C)	Usinas híbridas <i>strictu sensu</i> são aquelas em que as distintas fontes se combinem ainda no processo de produção de energia elétrica, impossibilitando qual fonte primária foi responsável pela produção de determinada energia elétrica.
Portfólios Comerciais (D)	Esta composição se distingue das categorias anteriores por não envolver, necessariamente, qualquer proximidade física ou compartilhamento de equipamentos. Sua natureza é apenas comercial-contratual, como forma de reduzir exposições contratuais a preço de curto prazo, sobretudo em contratos “por quantidade”.

Fonte: Adaptado de EPE

Na questão da contratação e remuneração, a tipologia Adjacente não apresenta dificuldades pois o faturamento de cada usina é separado. Para a tipologia Associada as usinas seriam contratadas e remuneradas conjuntamente ou separadas caso a medição fosse individualizada. No caso de não existir distinção quanto à energia primária, o que se refere à tipologia Híbrida, a remuneração seria única (EPE, 2018).

*Corte de energia produzida que não pode ser escoada devido à limitação da rede.

Independente da tipologia, as usinas podem se combinar sendo construídas simultaneamente (*greenfield*) ou sendo próximo a uma já existente (*brownfield*). Em relação a exploração do compartilhamento do sistema de transformação e transmissão entre usinas, que é um dos objetivos em se constituir um projeto híbrido/associado, são necessários ações regulatórias como contratação de potência otimizada e tratamento do *curtailment* para usinas do tipo Associadas e Híbridas. A tipologia Adjacente, na qual há somente compartilhamento de terreno não exige alterações regulatórias sendo, portanto, o formato praticado por algumas empresas atualmente (EPE, 2018).

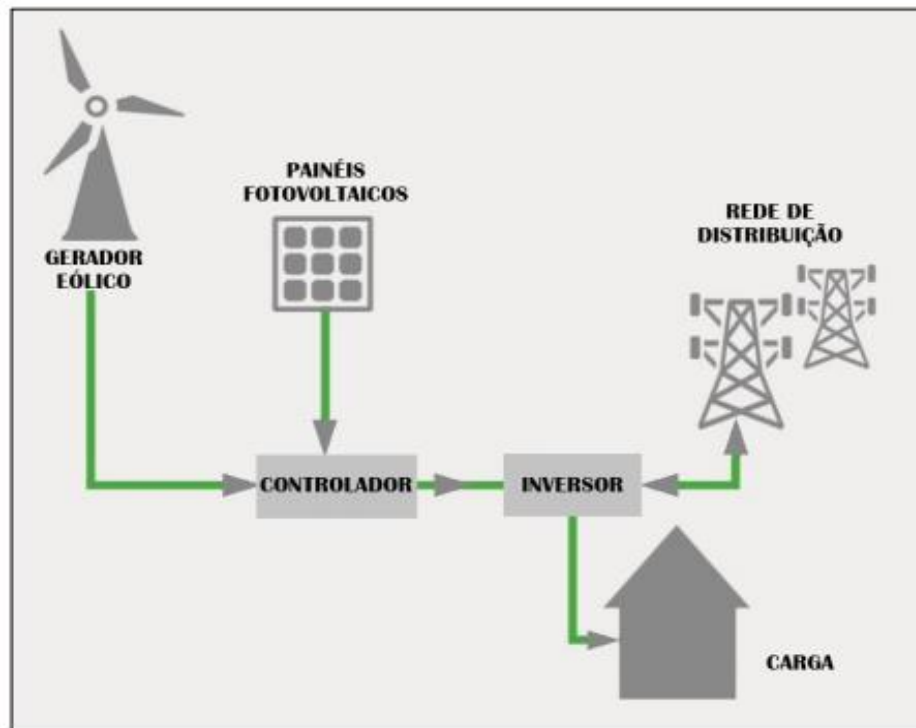
2.3.1 Sistema Híbrido Eólica-Fotovoltaica

Os parques híbridos do tipo eólico-solar FV apresentam-se como interessante alternativa para investimento pela possibilidade de otimização de custos de operação devido à baixa incidência de ventos diurnos em certas localidades (Figura 10). Considerando a tendência de expansão dessas duas fontes no território nacional, a complementariedade destes recursos o potencial de viabilização para implantação é elevado (EPE,2018).

De acordo com o estudo realizado pela consultoria MRTS, há uma boa complementariedade entre as fontes eólica e solar tornando a geração híbrida entre essas fontes mais *flat* (Figura 15). Entretanto, um dos problemas que precisa ser avaliado para este tipo de combinação é o corte de energia quando as usinas eólica e fotovoltaica compartilham uma capacidade limitada de escoamento de energia. De acordo com a Nota Técnica Nº. EPE-DEE-NT-025/2017-r0, após avaliar 60 casos de usinas eólico-fotovoltaica em diferentes localidades e configurações eólicas/solares os cortes de energia apresentaram uma grande variabilidade, entre 0,05% e 33,99%. Entre os fatores que explicam essa variância estão o recurso eólico de diferentes localidades, diâmetro do rotor, potência do aerogerador e uso de rastreamento em plantas fotovoltaicas.

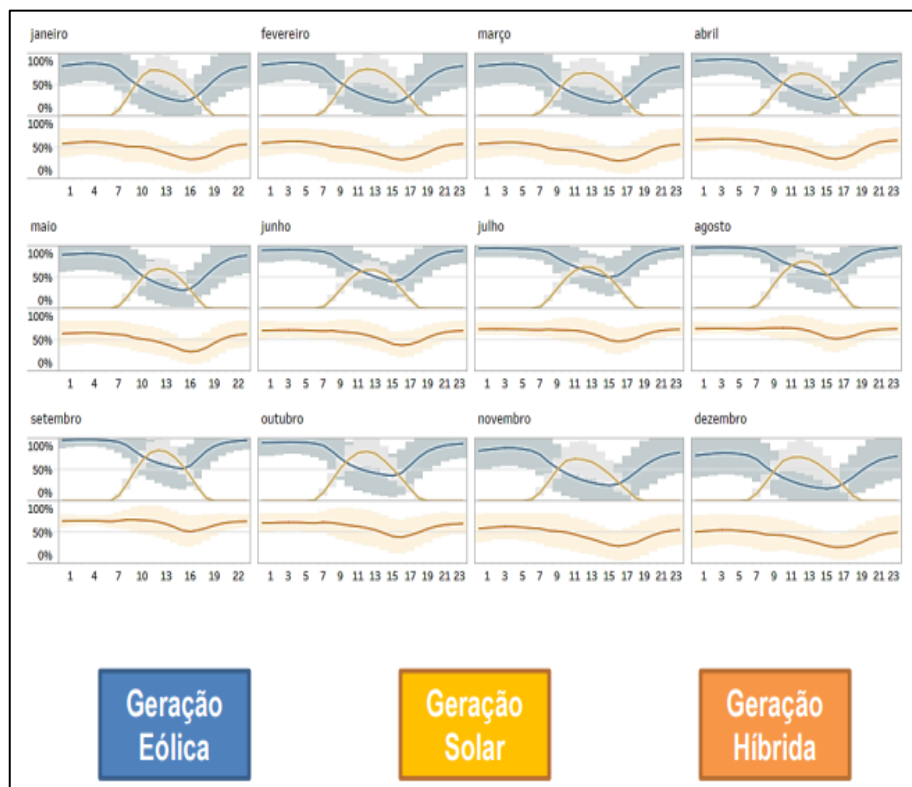
É importante destacar que a avaliação da complementariedade dos recursos energéticos eólicos e solares, dependem não só dos mesmos, mas como também do dimensionamento técnico de cada usina (EPE, 2017).

Figura 15 - Componentes de um sistema híbrido conectado à rede



Fonte: Adaptado de Solar Wind M.E. (2018)

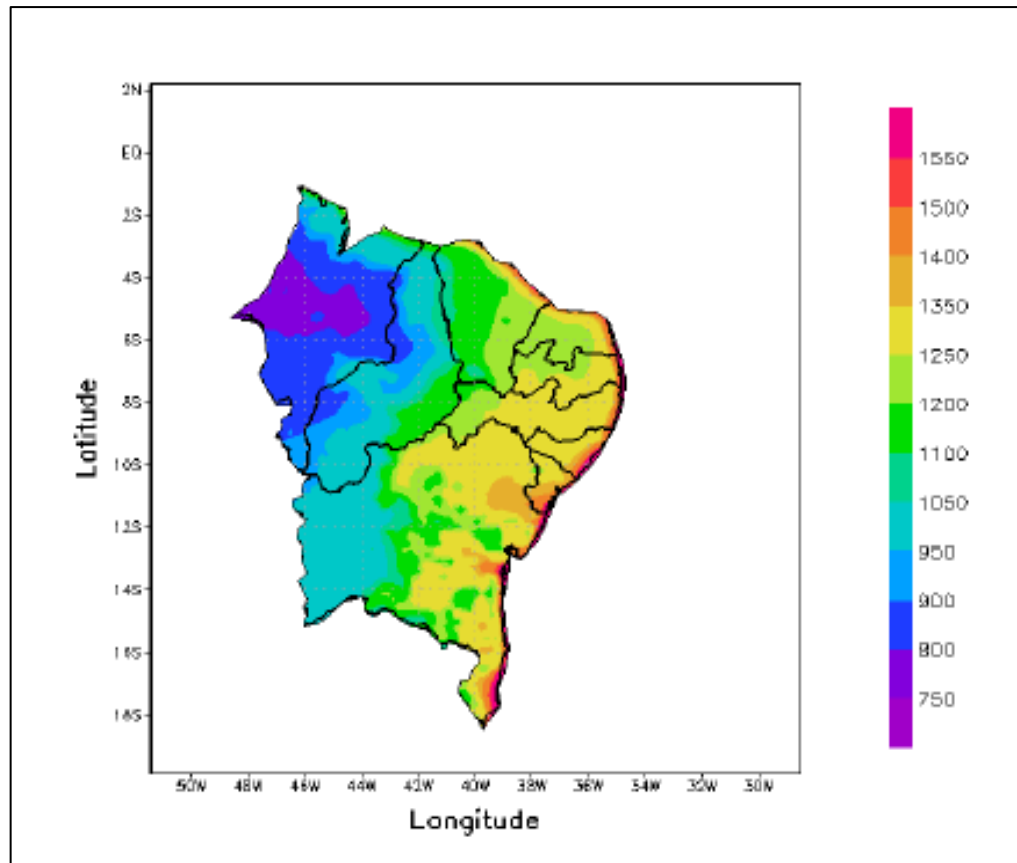
Figura 14- Complementariedade eólico-solar



Fonte: MRTS, 2019

A região brasileira que se destaca no potencial eólico e solar é o Nordeste. No trabalho de *Juaceli et al. (2016)*, foi elaborado o mapa de complementariedade energética solar e eólica do Nordeste. Na figura 16 fica claro a extensão da região de complementariedade sobre a qual há diversos parques eólicos instalados.

Figura 16- Mapa da Complementariedade da Radiação Solar Incidente e da Velocidade do Vento (kWm²/h-1)



Fonte: Lima, 2016

2.3.2 Experiências com Geração Híbrida

Historicamente, a combinação de diferentes fontes energéticas no formato híbrido já vem sendo utilizada em pequenos sistemas elétricos, especialmente em ilhas ou localidades de baixa densidade demográfica pouco povoadas e distantes de um sistema elétrico principal. Nos tradicionais sistemas elétricos, que em geral são maiores, a vantagem da geração híbrida é reduzida pelo fato da existência de um portfólio mais diversificado de fontes. As redes de transmissão permitem que os

recursos disponíveis sejam acessados pelo operador, estejam eles localizados no mesmo ponto físico ou não (EPE, 2019).

A busca por reduzir a intermitência das fontes eólicas e solares, tornando-as mais constantes e controláveis está trazendo o interesse por produção híbrida. Além disso, os benefícios econômicos decorrentes do uso compartilhado de recursos nas etapas de desenvolvimento, construção, manutenção e operação trazem maior interesse por esta forma de geração.

Nacionais

O primeiro parque híbrido de energia solar e eólico do Brasil foi inaugurado em 25 de setembro de 2015, em Tacaratu, na Região do São Francisco de Pernambuco (Figura 17). Segundo reportagem do site eCycle, o empreendimento é formado por duas usinas fotovoltaicas com potência instalada de 11 MW e um parque eólico de 80 MW. Juntos, são capazes de gerar 340 GWh por ano, volume suficiente para abastecer 250 mil residências.

Figura 17- Parque Híbrido Tacaratu



Fonte: Globo

Divulgado no Canal Energia, outro complexo de destaque que está em fase de construção é o da subsidiária brasileira da desenvolvedora de soluções em energias renováveis Qair que prevê a instalação de 49 aerogeradores de capacidade instalada total de 205,8MW em sua primeira fase (2010). Estão previstas ainda mais duas etapas, sendo a segunda eólica e uma última Solar PV, o que permitirá atingir a capacidade instalada de 405MW no Complexo Híbrido Eólico e Solar PV do Serrote, no município do Trairi, no Ceará.

Internacionais

Na Austrália há o projeto Kennedy Energy Park, anunciado em 2017, que combinará 15 MW de fotovoltaica, 43,2 MW de eólica e 2MW/4MWh de baterias de íon-lítio (2017) com capacidade total de geração, de 60,2 MW (Petronoticias, 2017). Nos EUA, no deserto de Mojave, na Califórnia há diversos parques solares e eólicos como o Projeto Catalina Solar de 140 MW e vários projetos eólicos que variam de 20 a 170 MW que estão conectados entre as matrizes solares (AECOM, 2016).

A China possui um dos maiores parques solares e eólicos integrados do mundo, com um dos mais significativos no Projeto Nacional de Demonstração de Transmissão e Armazenamento de Energia de Zhangbei. O projeto foi colocado em operação em 2011 e inclui 100 MW de geração eólica, 40 MW de energia solar fotovoltaica e 20 - 36 MW de bateria armazenamento. O projeto relatou ter suavizado e equilibrado significativamente a produção de energia, embora o uso de o armazenamento de energia em grande escala pode muito bem ter contribuído para esta afirmação, em vez da natureza complementar dos recursos solares e eólicos (AECOM, 2016).

2.3.3 Benefícios da combinação Eólica-Fotovoltaica

Usinas eólicas e solares apresentam geração variável e incerta no tempo em escalas temporais curtas. Nos casos em que há complementariedade entre essas fontes, com um dimensionamento adequado é possível acomodar mais de uma usina no mesmo sistema de transmissão ou distribuição tornando-o menos ocioso. A

intermitência reduzida e a contratação compartilhada do uso da rede podem tornar o ativo de geração mais atraente para compradores e desenvolvedores devido ao risco de volume reduzido.—Todavia, estes benefícios podem ser reduzidos pela necessidade de *curtailment** para a tipologia B e C levando em consideração a necessidade de corte de energia para que um certo nível de geração simultânea não exceda a capacidade da instalação (EPE, 2018).

A implantação das plantas no mesmo local traz vários benefícios na fase de desenvolvimento dos projetos. Para projetos *brownfield*, espera-se economia de tempo e custos nos projetos fotovoltaicos relacionados a estudos de impacto ambiental e de condições meteorológicas feitos previamente durante o desenvolvimento do parque eólico. No caso da construção das usinas ocorra de maneira paralela (projeto *greenfield*), custos fixos como levantamento topográfico e estudos geotécnicos etc. podem ser compartilhados (AECOM, 2016).

Outra vantagem está no compartilhamento dos custos durante a etapa de construção. A utilização ou adaptação de subestação pré-existente podem reduzir substancialmente os custos com conexão. Projetos *brownfield* podem se beneficiar do uso de infraestrutura construída previamente como estradas, proteções contra raios, drenagem etc. (AECOM, 2016).

Por fim, o compartilhamento dos custos de operação e manutenção, pelo uso da mesma mão de obra especializada pode trazer sinergia e ganhos econômicos quantificados na Tabela 2.

Tabela 2 – Economia estimada em projetos solares construídos em áreas com eólicas pré-existent

Custos	Economia estimada
CAPEX	3%-13%
OPEX	3%-16,5%

Fonte: Adaptado de AECOM, 2016

2.3.4 Problemas da combinação Eólica-Fotovoltaica

A combinação híbrida de energia eólica e solar também traz alguns desafios que podem limitar os benefícios descritos acima. Segundo a Nota Técnica Nº EPE-DEE-NT-011/2018-r0, destacam-se as seguintes limitações físicas e operativas:

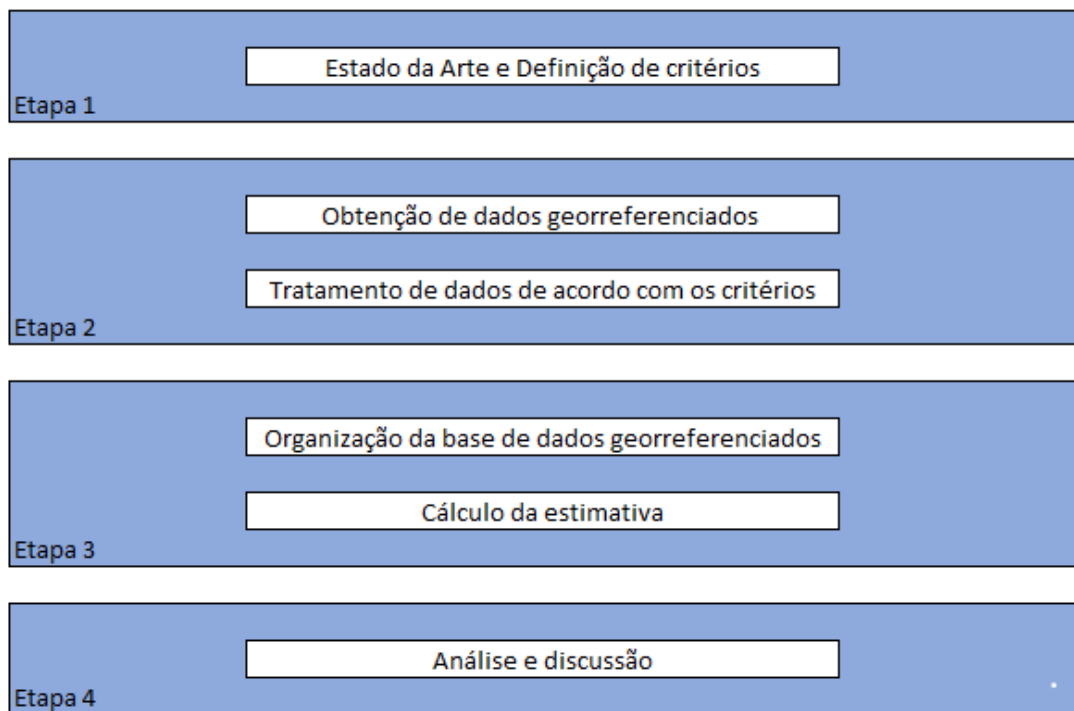
- *Curtailement*: Como já foi mencionado anteriormente, o corte de energia se faz presente quando há elevada produção simultânea em sistemas híbridos cujos equipamentos de uso da rede são subdimensionados, afetando a tipologia das usinas Associadas. Por outro lado, a tipologia híbrida não sofre este tipo de corte de energia porque a combinação das fontes ocorre antes da conversão em energia elétrica. Assim como a tipologia Adjacente na qual os equipamentos de conexão são dimensionados para as somas das potências nominais de cada fonte.
- Interferência entre fontes de geração: A instalação de uma usina fotovoltaica nas proximidades de uma eólica pode interferir na rugosidade do terreno afetando o recurso eólico. Além disso a sombra das torres e das pás sobre os módulos fotovoltaicos pode provocar perdas de geração solar.

3 METODOLOGIA

Este capítulo trata dos aspectos do método utilizado e do conjunto de fatores que influenciaram o processo de estimativa do potencial de instalação de usinas fotovoltaicas. Também será apresentado os critérios e processamento dos dados que serão analisados.

As etapas abordadas na figura 18 explicitam os levantamentos, tratamentos e análises dos dados que podem ser vistas abaixo.

Figura 18 - Organograma das etapas



Fonte: Elaborado pelo Autor

A primeira etapa estuda e analisa diversas referências bibliográficas relacionadas com os critérios que serão adotados referente à estimativa de potencial fotovoltaico, de modo que levem em consideração as limitações e potenciais das áreas favoráveis à implementação das plantas solares.

Na segunda etapa há obtenção dos dados georreferenciados das subestações que serão analisadas de acordo com os seguintes critérios:

- Subestações com parques eólicos conectados;

- Subestações com capacidade disponível.

Na Tabela 3 são expressos os dados e suas origens para a realização deste estudo.

Tabela 3- Dados utilizados no estudo

Dados	Fonte
Parques Eólicos	SIGEL
Subestações	SIGEL
Irradiação Solar	CRESESB

Fonte: Autor

Nesta etapa aplicou-se os critérios para tratar e filtrar os dados que foram utilizados na execução do estudo.

Na etapa seguinte, tem-se a organização dos dados tratados que serão utilizados e aplicação da metodologia de estimativa do potencial solar, com o auxílio do programa *Sun Data V3*. Desta forma, outro conjunto de dados é gerado e preparado para ser analisado.

Por fim, há análise final dos dados baseados em outros estudos previamente realizados e verificação de desvios e factibilidade dos valores encontrados.

3.1 Delimitação da área de estudo

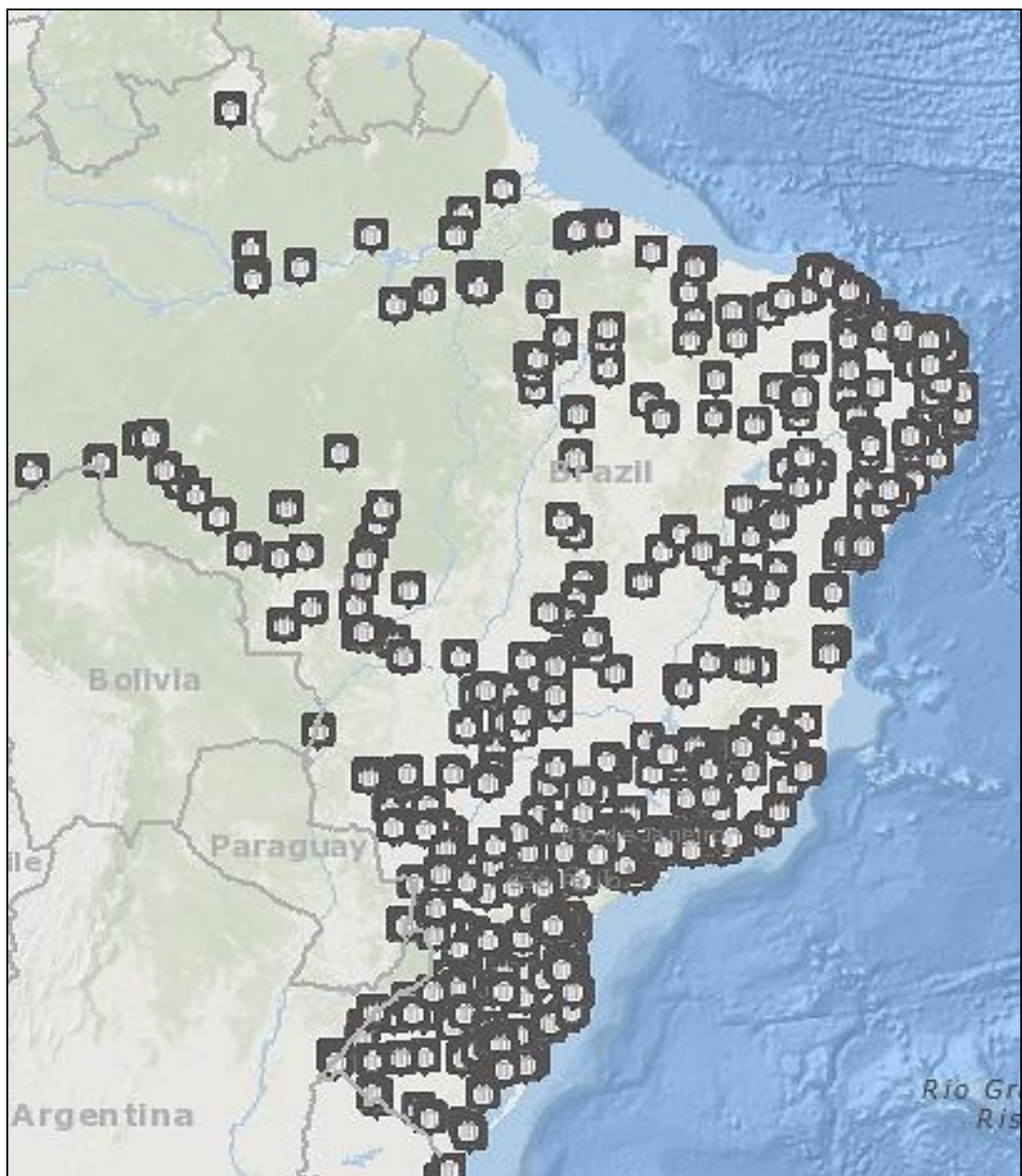
O estudo realizado propõe-se a estimar o potencial de geração de fotovoltaica nas proximidades das subestações do sistema elétrico brasileiro com parques eólicos conectados.

Os dados georreferenciados das subestações (Figura 19) e capacidade instalada dos parques eólicos foram obtidos no SIGEL – Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico, onde é possível obter mapas com empreendimentos em geração, transmissão e distribuição presentes no território nacional.

De acordo com o objetivo do estudo, as regiões estudadas são as que se destacam na produção eólica brasileira (Figura 20).

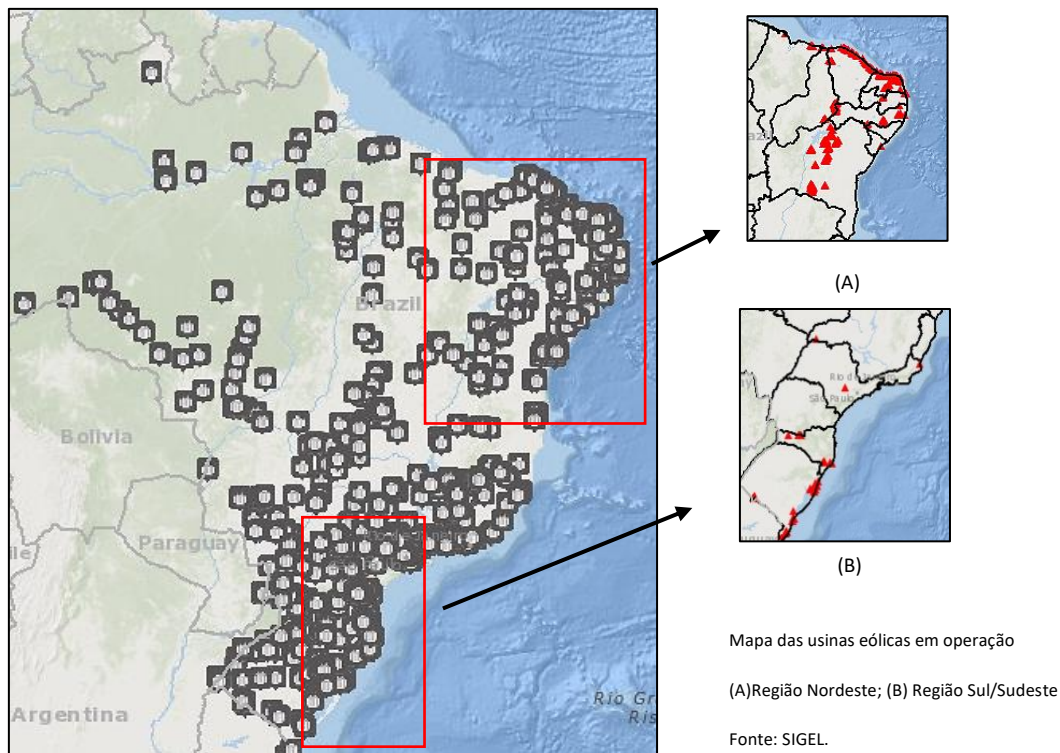
No intuito de aproveitar o potencial de geração híbrida eólico-fotovoltaico, as regiões avaliadas foram as que estão nas proximidades de subestações com parques eólicos conectados. Como já foi discutido no capítulo 2, a produção energética híbrida ainda não possui regulação e necessita de uma análise profunda da questão do *curtailment*. Levando em consideração estas questões, o estudo realizado baseou-se na configuração em que há menos restrições, a tipologia adjacente.

Figura 19- Mapa das subestações



Fonte: SIGEL.

Figura 20 - Delimitação da área contemplada pelo estudo

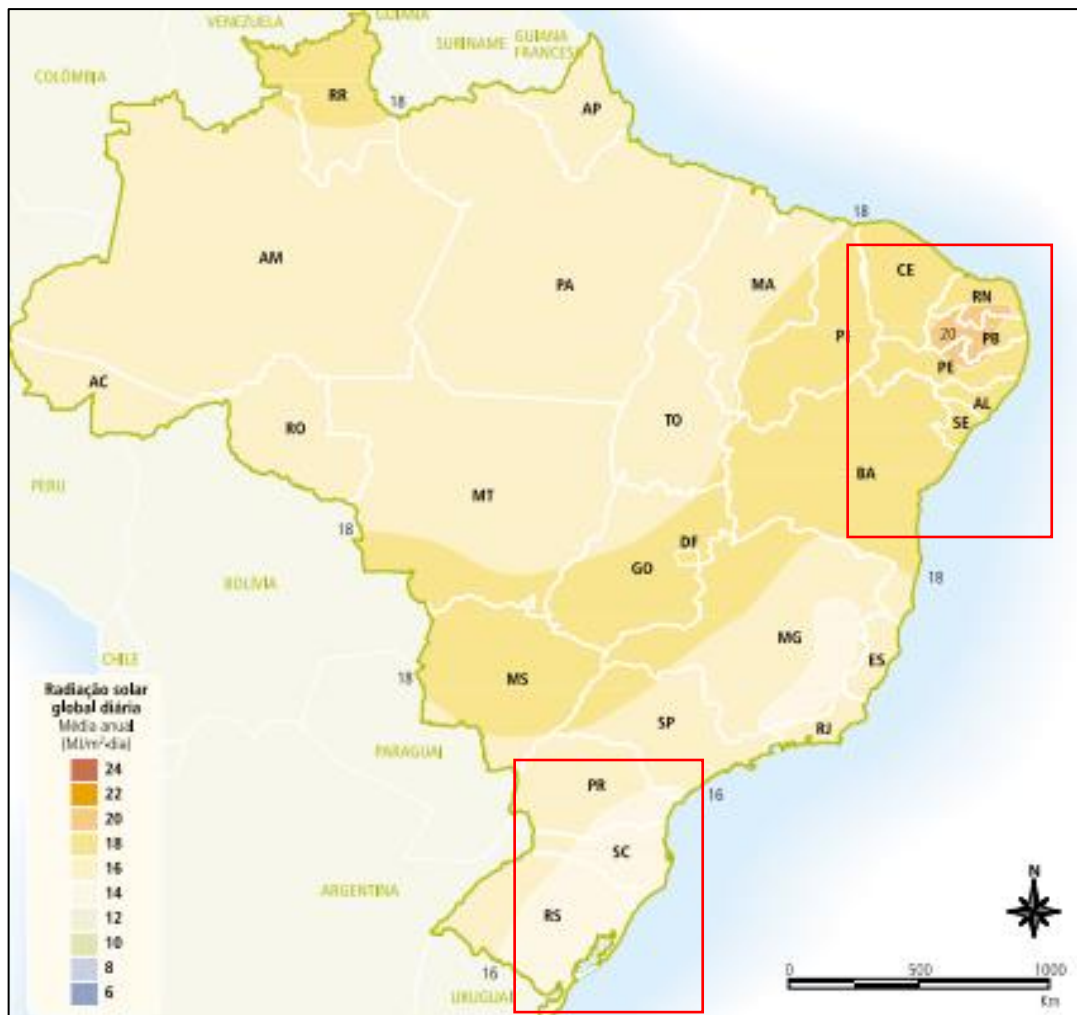


A tipologia escolhida foi a de Usinas Adjacentes, na qual pode haver o compartilhamento de terreno, equipe de manutenção e operação, porém cada usina deve contratar uma capacidade de uso da rede compatível com a sua potência instalada nominal sendo tratada como duas usinas distintas. Para esta configuração, a prospecção deve buscar subestações com capacidade ociosa para que a geração de uma planta não interrompa a da outra.

Tem se na Figura 21 a irradiação solar nas regiões que atendem aos critérios citados para a delimitação da área de estudo. Fica evidente que a região Nordeste apresenta valores mais expressivos de irradiação do as demais. Por outro lado, esta mesma região possui diversos parque eólicos o que pode dificultar a busca por sobras de capacidade

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 21 - Radiação solar global - média anual típica (MJ/m².dia)



Fonte: Adaptado de ANEEL

3.2 Potencial Solar

3.2.1 Programa Utilizado

O programa *SunData* desenvolvido pelo CRESESB – Centro de Referência para a Energia Solar e Eólica Sérgio de S. Brito foi utilizado para a obtenção da irradiação solar diária média mensal nos pontos do território nacional selecionados pelos critérios do estudo. Neste programa há valores de irradiação solar diária média mensal no plano horizontal para cerca de 350 pontos no Brasil e em países limítrofes que foram atualizados com o banco de dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª

Edição, que foi produzido pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do seu Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN) (CCST/LABREN/INPE, 2017). O Atlas Brasileiro de Energia Solar disponibiliza uma base de dados de radiação solar produzida a partir de um total de 17 anos de imagens de satélite - desde 1999 até 2015.

O programa fornece os dados de irradiação solar, em kWh/m².dia no plano horizontal, correspondentes às diárias médias mensais para os 12 meses do ano para 3 localidades disponíveis próximas do ponto de interesse. Para cada uma delas, fornece também três localidades com três diferentes ângulos de inclinação em relação ao plano horizontal:

- o ângulo igual à latitude;
- o ângulo que fornece o maior valor médio diário anual de irradiação solar;
- o ângulo que fornece o maior valor mínimo diário anual de irradiação solar.

Os dados são apresentados da seguinte forma:

Estação: Joao Camara
Município: Joao Camara, RN - BRASIL
Latitude: 5,401° S
Longitude: 35,849° O
Distância do ponto de ref. (5,38° S; 35,88° O): 4,2 km

Tabela 4 - Irradiação Solar no Plano Inclinado – Joao Câmara, RN - BRASIL

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,90	5,83	5,82	5,51	5,14	4,80	4,99	5,71	6,06	6,19	6,27	5,89	5,68	1,47
✓	Ângulo igual a latitude	5° N	5,71	5,73	5,81	5,61	5,32	5,01	5,19	5,87	6,10	6,11	6,09	5,68	5,69	1,10
✓	Maior média anual	4° N	5,75	5,75	5,81	5,59	5,29	4,97	5,15	5,84	6,09	6,13	6,13	5,73	5,69	1,16
✓	Maior mínimo mensal	13° N	5,36	5,50	5,73	5,70	5,55	5,29	5,45	6,04	6,09	5,91	5,73	5,30	5,64	,80

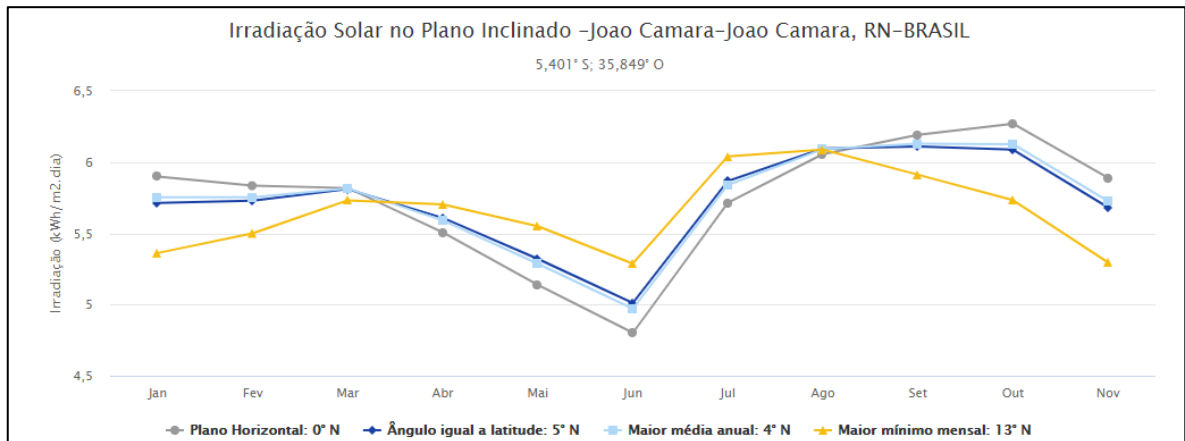
Fonte: CRESESB

No título da tabela acima é mostrado o nome da localidade, o Estado da Federação, suas coordenadas geográficas, e a distância (km) em linha reta do ponto de interesse pesquisado. Os dados da tabela mostram a irradiação solar diária média mensal (kWh/m².dia) para todos os meses do ano, além da menor irradiação diária média mensal (Mínimo), da maior irradiação diária média mensal (Máximo), da

irradiação diária média anual (Média) e da diferença entre a máxima e a mínima (Delta).

Adicionalmente são mostrados os valores das irradiações para cada inclinação ao longo dos meses, desde janeiro de forma gráfica (Figura 22).

Figura 22- Irradiação Solar no Plano Inclinado – Joao Câmara, RN - BRASIL



Fonte: CRESESB

Os valores de irradiação solar servem para o dimensionamento do sistema fotovoltaico, pois são valores consolidados de um histórico de medições que varia ao longo dos anos. O valor de irradiação solar depende da localidade onde se deseja instalar o sistema. No presente estudo foram utilizados os valores referentes ao ângulo com a maior média diária anual de irradiação solar, pois deseja-se a maior geração anual de energia.

3.2.2 Estimativa do Potencial Energético Solar

O cálculo da estimativa da geração de energia elétrica em determinado local inclui os seguintes passos (CRESESB):

- i) Escolha da região a ser avaliada o potencial solar e obtenção de suas coordenadas.
- ii) Uso do programa *Sundata* a partir dos dados de latitude e longitude. De acordo com que foi citado anteriormente, nesta etapa são gerados valores

de irradiação solar diária média mensal, H_t [kWh/m².dia]. Matematicamente a variável H_t pode ser interpretada como Hora de Sol Pico (HSP) de acordo com a equação 1.

$$HSP = \frac{H_t}{1} \left[\frac{\frac{kWh}{m^2.dia}}{\frac{kWh}{m^2h}} \right] = H_t \left[\frac{h}{dia} \right] \quad (1)$$

Em outras palavras, a HSP é uma unidade de medida da irradiação solar, definida como a energia por unidade de área (metros quadrados) que seria recebida com uma hipotética irradiação solar constante (watts), de 1000 W/m²/dia ou HSP/dia. Desta forma, multiplicando-se o índice HSP pela potência de pico, encontra-se a energia que um painel fotovoltaico fornece desconsiderando as perdas.

- iii) Dados climatológicos da área escolhida. A operação das placas solares é influenciada pela temperatura do ambiente em que estão inseridas impactando o potencial do painel fotovoltaico de acordo com a equação 2.

$$PMP = PMP_o \frac{G_t}{G_{ref}} [1 + \gamma_{mp}(T_c - T_{cref})] \quad (2)$$

onde,

T_c [°C] temperatura da célula;

T_{cref} [°C] temperatura da célula nas condições STC = 25 °C;

G_t [W/m²] radiação solar média no plano de célula = 1000 W/m²;

G_{ref} [W/m²] radiação solar nas condições STC = 1000 W/m²;

γ_{mp} [°C⁻¹] coeficiente de temperatura para potência máxima;

P° MP [W] Potência nominal do Painel Fotovoltaico;

PMP [W] Potência do Painel Fotovoltaico

e

$$T_c = T_a + \frac{G_t}{800} [T_{noc} - 20] \times 0,9 \quad (3)$$

onde,

T_c [°C] temperatura da célula;T_{amax} [°C] temperatura ambiente média anual máxima;T_{noc} [°C] temperatura nominal de operação da célula;G_t [W/m²] radiação solar média no plano de célula = 1000 W/m²

iv) Escolha do painel fotovoltaico

O modelo de placa adotado no presente estudo foi o *Yingli Solar 60 Cell series 2; modelo: YL280P-29b 1500V*.

Tabela 5 - Dados técnicos da placa

STC	P°mp(W)	V°mp(V)	I°mp(A)	V°oc(V)	I°sc(A)	
	260	31,3	8,95	38	9,45	
NOCT	P*mp(W)	V*mp(V)	I*mp(A)	V*oc(V)	I*sc(A)	T*noct(°C)
	206,5	28,8	7,16	35,4	7,64	20
Ymp(%/°C)	Yoc(%/°C)	Ysc(%/°C)				
-0,39	-0,3	0,05				

v) Cálculo da energia gerada de acordo com a equação 4

$$E_{gfv} = \varepsilon \times P_{fv} \times HSP \times N \times TD \quad (4)$$

onde,

E_{gfv} energia diária média anual a ser fornecida pelo gerador fotovoltaico;

(HSP) [h] horas de Sol Pleno média diária anual;

P_{fv} [W/painel] potência máxima de um painel fotovoltaico na temperatura de célula TC [°C];

N número de painéis fotovoltaicos que compõe o gerador;

TD taxa de desempenho do gerador, recomendado no Brasil 0,7 a 0,8;

ε eficiência do seguidor do ponto de máxima potência.

A potência adotada para cada localidade corresponde à capacidade ociosa no ponto de conexão, ou seja,

$$Co = N \times P_{fv} \quad (5)$$

Co Capacidade ociosa nos pontos de conexão.

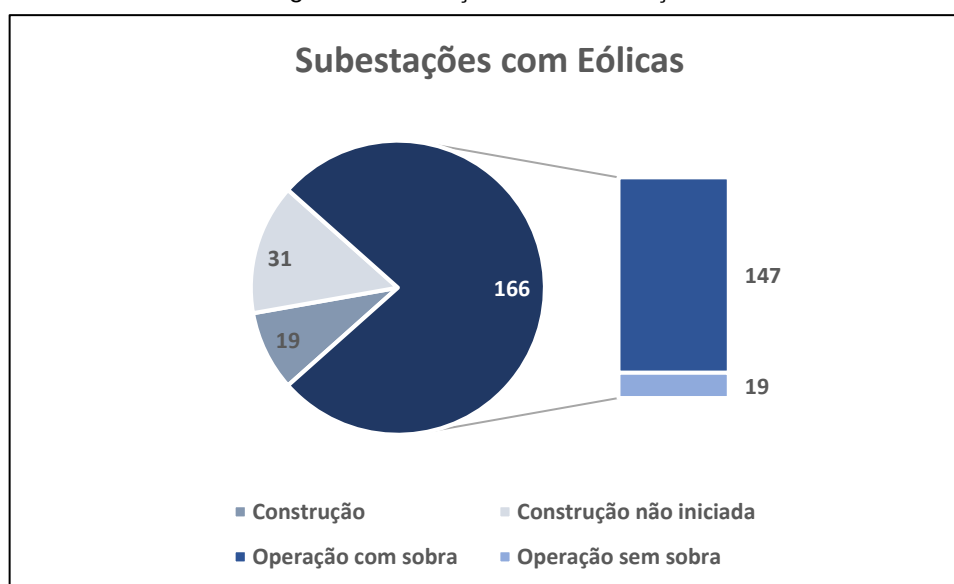
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da metodologia descrita foi possível identificar as regiões mais promissoras na expansão da energia fotovoltaica adjacente a usinas eólicas conectadas em subestações com capacidade ociosa, as quais serão apresentadas e discutidas a seguir.

4.1 Subestações avaliadas

De acordo com o arquivo extraído do SIGEL há 216 subestações no território brasileiro conectadas a parques eólicos. O presente estudo buscou avaliar somente as que estão em operação e com sobras de capacidade. A situação das subestações encontra-se de acordo com a Figura 23.

Figura 23- Situação das Subestações



Fonte: Adaptado de SIGEL

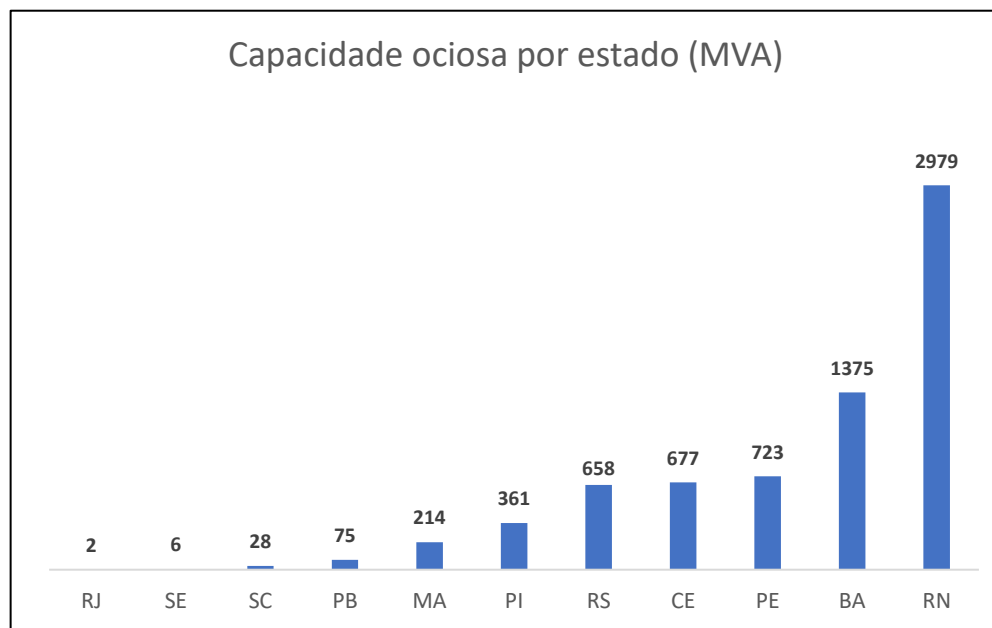
É importante destacar que cerca de 68% das subestações possuem capacidade para receber outras plantas energéticas. No anexo A há os dados de potência e fase de cada subestação. No mesmo arquivo foi possível contabilizar a capacidade de usina eólica instalada em cada subestação, e consequentemente, a capacidade ociosa (Figura 25). Os estados que lideram o ranking desta variável são Rio Grande do Norte e Bahia (Figura 24), que são os mesmos que possuem maior capacidade de parque eólico instalado.

Figura 24 - Capacidade de Eólica Instalada e Nº de Parques por estado

UF	Potência (MW)	Parques
RN	4.777,1	170
BA	4.506,4	176
CE	2.179,3	84
PI	1.979,4	69
RS	1.835,9	80
PE	798,4	34
MA	426,0	15
SC	238,5	14
PB	157,2	15
SE	34,5	1
RJ	28,1	1
PR	2,5	1
TT	16.963,1	660

Fonte: ABEEOLICA

Figura 25 – Capacidade ociosa por Estado (MVA)



Fonte: Adaptado de SIGEL

Além da quantidade de subestações conectadas à parques eólicos, que justifica a posição dos estados maiores estados produtores de energia eólica na lista de

capacidade ociosa em subestações, há a o destaque para a presença de empreendimentos com elevada sobra de capacidade em cada estado. O grande motivo da liderança do Rio Grande do Norte deve-se à subestação João Câmara III. O Rio Grande do Sul, que não está entre os 5 maiores produtores eólicos, aparece em destaque devido às subestações Osório 2 e Lagoa dos Barros. Na tabela 6 estão ordenadas as 10 maiores capacidades ociosas em subestações em operação.

Tabela 6 Capacidade Ociosa por Estado (Top 10)

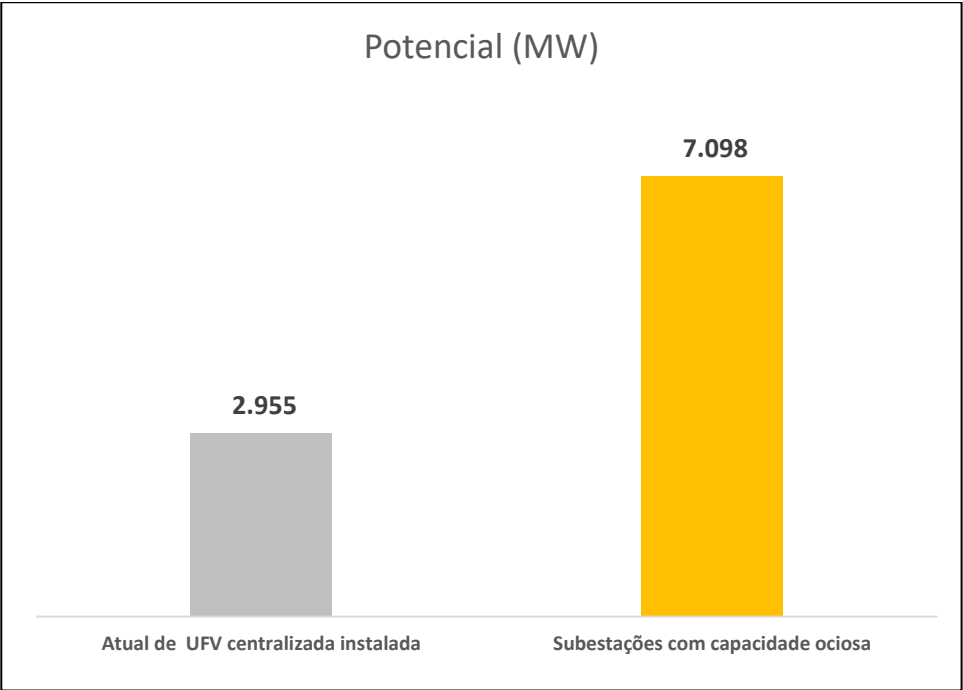
Subestação	Estado	Capacidade Ociosa (MVA)
SE João Câmara III	RN	1.650.000
SE São Clemente	PE	383.910
SE Osório 2	RS	221.400
SE Lagoa dos Barros	RS	218.100
SE Pindaí	BA	190.200
SE Pedra Cheirosa	CE	171.700
SE Elevadora	MA	166.800
SE Pau Ferro	PE	151.650
SE BW I	BA	129.800

Fonte: Elaborado pelo Autor

A capacidade ociosa total nas subestações conectadas a parques eólicos totaliza 7098 MW, que corresponde a 1,4 vezes o que há de potência instalada de geração fotovoltaica centralizada triplicando a participação deste tipo de usina na matriz energética brasileira (Figura 26 e 27).

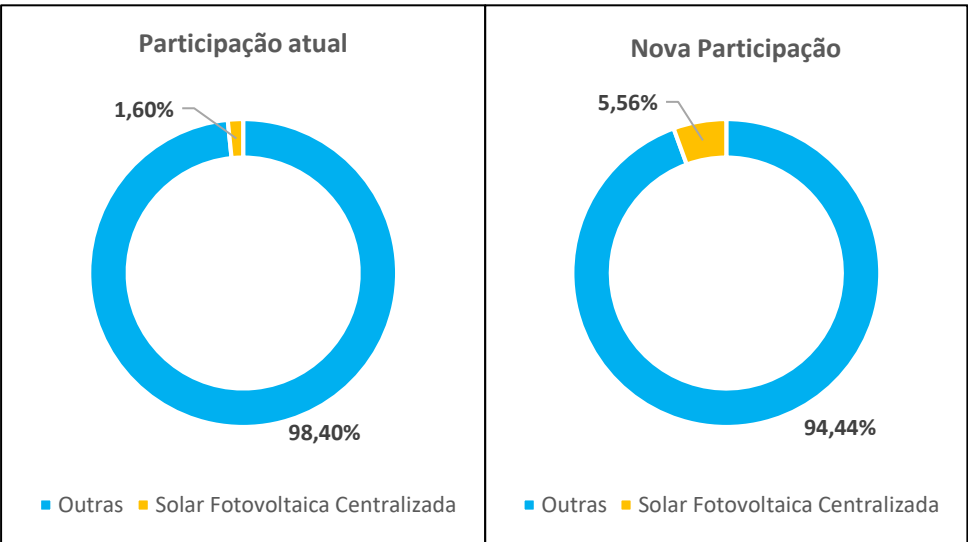
No Apêndice A está a tabela de dados das capacidades ociosas por subestações.

Figura 26- Potencial Instalado x Expansão



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 27 Participação na Matriz Elétrica Brasileira

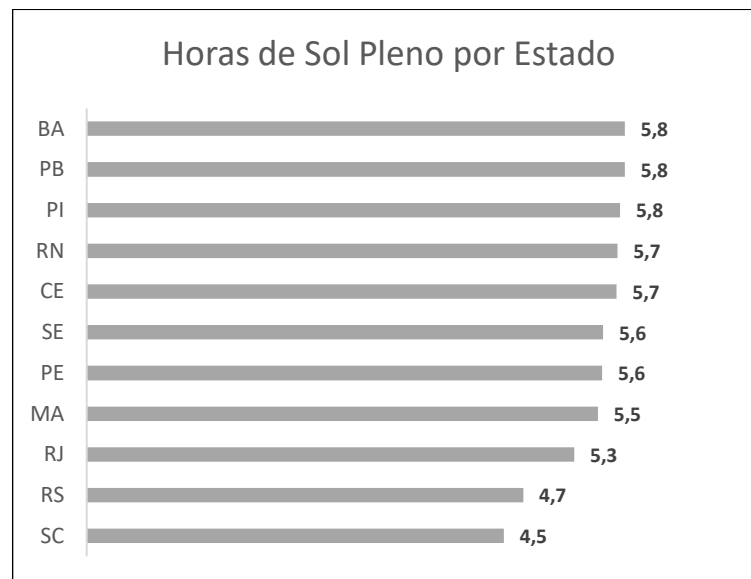


Fonte: Elaborado pelo Autor

4.2 Potencial Solar

A irradiação solar nas subestações selecionadas dos estado da Bahia e Paraíba apresentam maiores índices no território brasileiro, com pode ser verificado na Figura 28, o qual contém os dados de médias anuais da irradiação solar no plano inclinado na latitude em MJ/m².dia.

Figura 28– Horas de Sol pleno por Estado



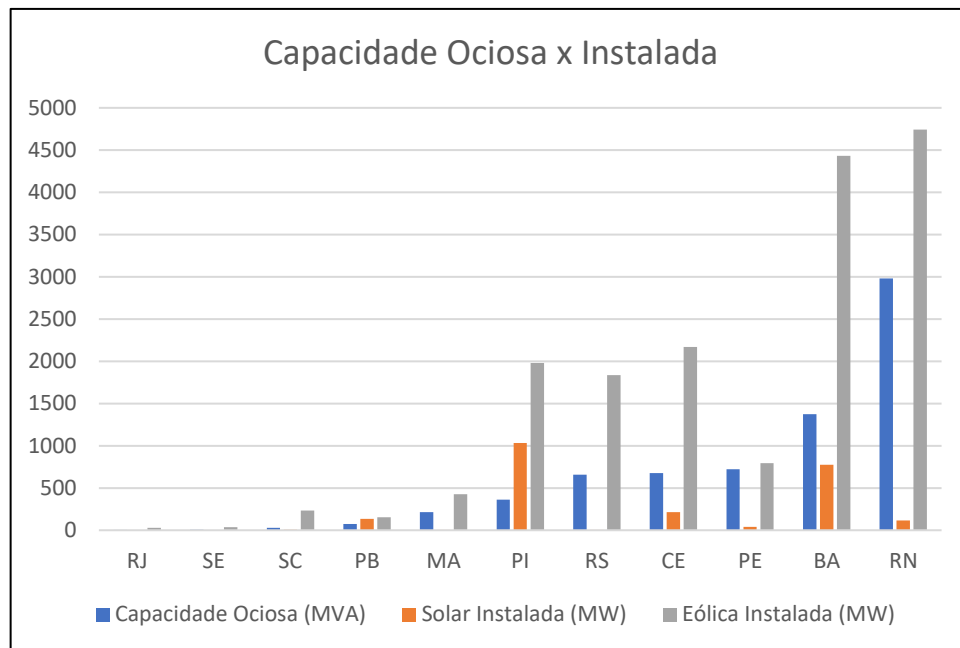
Fonte: Elaborado pelo Autor

A irradiação solar média anual nas subestações (Apêndice B) varia pouco entre os estados nordestinos sendo os do Sul os que apresentaram maior desvio em relação aos demais. Este fato sugere que o potencial solar nas configurações híbridas eólica-fotovoltaicas sofre pouca alteração entre os estados, principalmente os nordestinos.

Além da irradiação, outro fator determinante foi a capacidade ociosa de subestações conectadas a parques eólicos, o que pode ser interpretado como o potencial máximo de instalação de plantas solares.

Observa-se na Figura 29 o comparativo da capacidade solar instalada em estado que possuem parques eólicos com o potencial de instalação solar.

Figura 29 - Capacidade ociosa x instalada por estado



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na figura anterior fica claro que os estados com maior capacidade para hibridização fotovoltaica-eólica seguem a mesma ordem dos que possuem maior capacidade eólica instalada. Apesar deste potencial, estados como Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte, que possuem bons índices de irradiação e capacidade ociosa ainda possuem baixa presença de usinas solares nas suas matrizes (Tabela 7).

Tabela 7 - Participação das fontes eólicas e solares por Estado

Estado	Part. Eólica (%)	Part. Solar (%)
PI	60%	31%
PB	17%	15%
BA	52%	9%
CE	48%	5%
RN	88%	2%
PE	19%	1%
RJ	0%	0%
SE	1%	0%
SC	5%	0%
MA	11%	0%
RS	20%	0%

Fonte: Adaptado da CCEE

Aplicando a metodologia de estimativa de geração solar baseada o modelo de Horas de Sol Pleno (HSP), obtidas pelo programa *SunData* a partir dos dados georreferenciados das subestações, obtêm-se uma tabela com a média anual produzida de energia elétrica de plantas fotovoltaicas dimensionadas para a capacidade ociosa de cada subestação que poder vista no Anexo C. Através desta tabela é possível estimar a geração solar anual média para ca estado, como pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8 Energia Anual Média Produzida

Estado	Média Anual Produzida (MWh)	Nº de Subestações com capacidade ociosa
RN	1915,6	42
BA	1539,9	34
PE	367,0	11
CE	353,1	23
RS	352,9	14
PI	191,6	11
MA	105,9	2
PB	39,9	2
SC	11,6	2
SE	2,8	1
RJ	0,9	1
Total	4881	143

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 9 – Geração anual Solar em 2018 e 2019

Ano	Geração Anual de Energia Solar (GWh)
2018	2917
2019	4979

Fonte: Adaptado de ONS

A geração anual estimada corresponde a pouco menos de 0,1% da gerada por plantas solares ao longo de 2019 (Tabela 9). O baixo valor deve-se muito às premissas adotadas pelo estudo que ao optar por uma tipologia híbrida, que o potencial solar é limitado pela capacidade ociosa das subestações, e por empreendimentos que estão na fase de operação reduzem o potencial nos locais selecionados e em outros que não foram escolhidos, como subestações em fase de construção.

Entretanto, o potencial estimado no estudo está bem próximo dos 7000 MW de oferta de usina solar fotovoltaica centralizada que o PDE 2029 planeja que será adicionado à matriz no próximo decênio.

Considerando que a fonte eólica mantenha sua tendência de ter maior participação na expansão, o potencial solar atrelado à empreendimentos eólicos atende ao planejamento de expansão solar atribuído pela EPE e as sinergias com as usinas eólicas pode facilitar o cumprimento do planejamento.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo, com intuito de apresentar as regiões de maior potencial a exploração de energia elétrica a partir da energia solar conjuntamente a parques eólicos instalados, através de sistemas de informações geográficas em conjunto ao modelo de irradiação de Horas de Sol Pleno apresentou-se como uma ferramenta capaz de auxiliar a localização de áreas com potencial de instalação de usinas solares.

A região do Nordeste, com base nos dados obtidos neste trabalho, apresentou um potencial considerável a instalação desses sistemas híbridos fotovoltaicos-eólicos do tipo adjacentes, visto que 82% dos parques eólicos se encontram nesta área.

O critério de seleção de subestações em operação e com capacidade ociosa excluiu o potencial de áreas que estão com parques em construção. Além disso, a opção pelo modelo híbrido adjacente reduziu o potencial de aproveitamento solar por área selecionada. Isto significa que alterações nestes critérios poderia trazer resultados mais expressivos em outros estudos e alterações no mapa das regiões com potencial.

Os mapas gerados através da metodologia do estudo utilização da técnica de mostrou-se útil e objetiva, sendo capaz de auxiliar prospecções de terrenos a receber instalações de parques solares. O mapa final produzido é capaz de auxiliar a tomada de decisão de um empreendedor que queira escolher uma região do Estado para alocar sua usina solar.

Recomenda-se que, não deve ser descartada a necessidade de simulações de geração de energia e estudos comparativos entre as áreas em que se vise a instalação das usinas solares, pois este estudo é de suma importância para estimar a capacidade de geração de energia e o custo. Logo, aconselha-se estudar a variabilidade da radiação solar ao longo dos anos para estimar a variação da energia elétrica produzida.

Além disso, a metodologia aplicada, utilizou dados georreferenciados e software disponíveis gratuitamente o que facilita a aplicabilidade do estudo a outras regiões de interesse. Entretanto, de maneira a avaliar a qualidade desta metodologia, propõem-se que seja realizado estudos comparativos com aplicação de metodologias com critérios semelhantes e utilização de ferramentas de software diferentes para

mesma área de estudo. Além disso, a utilização de dados com maior resolução em maiores escalas a fim de obter resultados mais precisos.

REFERÊNCIAS

- ABEEOLICA, **Contribuições para a consulta pública Nº 014/2019**. ABEEOLICA, 2019. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/pt/consultas-publicas-antigas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=38393&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp >. Acesso em: 29 abr. 2020.
- ABEEOLICA. **InfoVento nº 17**, 2020. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/>> Acesso em 20 de set. 2020
- ABSOLAR, **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**, 2020. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/infografico-absolar.html>> Acesso em 01 out. 2020
- ADECE (2008). Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. **Atlas Solarimétrico do Ceará 1963-2008**, 2008. Disponível para download em <http://www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads/category/5-energia?start=20>. Acesso em 18 set. 2020.
- ALDABÓ, R. **Energia Eólica**. São Paulo: Artliber, 2002.
- ALENCAR, M. P.; TAVARES, C. V. C. C. **Importância e vantagens da tecnologia de energia solar no Brasil e o que dificulta o seu desenvolvimento: percepção de atores públicos e privados de municípios no semiárido cearense**. II CONIDIS II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2017.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.
- ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019.
- ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000
- BARROS, R. (2018). Apresentação da ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar fotovoltaica: Leilões A-6 e realização de LER 2018. Disponível em https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoespermanentes/cme/audiencias-publicas/2018/20-06-2018-esclarecer-a-nao-inclusaoda-energia-solar-fotovoltaica-no-leila-a-6-2018-1/apresentacoes/3_ABSOLAR%20%20Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20-%20Ricardo%20Barros_rev02.pdf Acesso em 01 out. 2020
- BRAGA, Renata Pereira et al. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. In: BRAGA, Renata Pereira et al. ESTIMATIVA DE IRRADIAÇÃO SOLAR DIRETA ~ NORMAL MEDIANTE SATELITE: UM ESTUDO PARA O NORDESTE BRASILEIRO. Orientador: Jorge Luiz do Nascimento. 2008. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

CANALENERGIA, PLS 232 é aprovado em votação no Senado, 2020. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53128366/pls-232-e-aprovado-em-primeiravotacao-no-senado>>. Acesso em: 29 set. 2020.

CLIMATESCOPE 2018. BNEF, 2018.

COMO FUNCIONA A GERAÇÃO EÓLICA? CBIE, 2020. Disponível em: <<https://cbie.com.br/como-funciona-a-geracao-eolica/#:~:text=A%20gera%C3%A7%C3%A3o%20el%C3%A9trica%20funciona%20convertendo,turbina%20e%C3%B3lica%2C%20tamb%C3%A9m%20denominadas%20aerogeradores.>> Acesso em 20 set. 2020

DIÁRIO DO NORDESTE, IBIAPABA É A REGIÃO DO CEARÁ DE MAIOR POTENCIAL DE GERAÇÃO HÍBRIDA. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/ibiapaba-e-a-regiao-do-ceara-de-maior-potencial-de-geracao-hibrida-1.2188377>>. Acesso em 29 set. 2020

DIÓGENES, JRF, Claro, J. & Rodrigues, JC (2019). **Barreiras à implantação de parques eólicos em terra no Brasil**. Política Energética, 128, 253-266. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518308681#s0070>

ENERGIA SOLAR. CRESESB e Atlas Solarimétrico do Brasil. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf

EPE, **Usinas Híbridas no contexto do Planejamento Energético**. Junho de 2019. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-386/EPE_DEE_NT_029_2019_r0_%20Usinas%20h%C3%ADbridas.pdf

EPE. **Estudos de planejamento da expansão de geração: Avaliação da geração de usinas híbridas eólico-fotovoltaicas**. Abril de 2017. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-232/topico-214/Metodologia%20para%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20usinas%20h%C3%ADbridas%20e%C3%B3lico-fotovoltaicas.pdf>

EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2029**. Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética: MME/EPE, 2019. Disponível em <www.epe.gov.br> Acesso em 20 set. 2020

EPE. **Uma análise qualitativa de temas regulatórios e comerciais relevantes ao planejamento**. Junho de 2018. Disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-232/topico-393/NT%20EPE-DEE-NT-011-2018-r0%20\(Usinas%20h%C3%ADbridas\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-232/topico-393/NT%20EPE-DEE-NT-011-2018-r0%20(Usinas%20h%C3%ADbridas).pdf)

FEITOSA, E. A. N. et al. **Panorama do potencial eólico no Brasil**. Brasília: ANEEL, 2003.

MRTS Consultoria, 2019. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/sala-deimprensa/noticias/Documents/MRTS%20_%20Projetos%20Hibridos%20_%20Workshop%20EPE%2015_05_2019.pdf>.

LEVELIZED. **Cost of Energy and Levelized Cost of Storage** 2018. Lazard, [s.l.], nov/8/2018. Disponível em: <<http://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2018/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

LIMA. J. A. **Análise da viabilidade da geração híbrida de energia solar e eólica no nordeste brasileiro**. 2016. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

MAHESH, A.; SANDHU, K. S. **Hybrid wind/photovoltaic energy system developments: Critical review and findings**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 52, p. 1135-1147, 2015. ISSN 1364-0321.

MME [Ministério de Minas e Energia]. **Resenha Energética Brasileira** - edição 2020. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/resenha-energetica-brasileira>

MOTA S. M. et al, **Análise do Potencial Eólico da Região Norte do Paraná**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

PEREIRA, Enio, B et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. Instituto nacional de pesquisas espaciais, 2 ed- São José dos Campos -SP, 2017.

PERNAMBUCO INAUGURA PRIMEIRO PARQUE HÍBRIDO DE ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL. Ambiente Energia, 2015. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/3861-pernambuco-inaugura-primeiro-parque-hibrido-de-energia-renovavel-do-brasil.html#:~:text=Parque%20vai%20gerar%20340%20GWh,no%20dia%2025%20de%20setembro>>. Acesso em 29 set. 2020.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marcos Antonio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel-cresesb, 2014. 580 p.

PONTE. G. (2018). **Projetos fotovoltaicos nos leilões de Energia**. Apresentação no Primeiro workshop de geração fotovoltaica na NOS. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-deimprensa/noticias/Documents/Gera%C3%A7%C3%A3o%20UFV_EPE_v3.pdf> Acesso em 20 set. 2020.

PORFIRIO, Anthony Carlos Silva et al. **Estimativa de irradiação solar direta normal mediante satellite: um estudo para o nordeste brasileiro**. In: porfirio, anthony carlos silva et al. Estimativa de irradiação solar direta ~ NORMAL MEDIANTE SATELITE: UM ESTUDO PARA O NORDESTE BRASILEIRO. 2012. Dissertação (Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia) - INPE, [S. l.], 2012.

QAIR BRASIL CONCRETA PRIMEIRO AEROGERADOR DE COMPLEXO HÍBRIDO NO CEARÁ. Canal Energia, 2020. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53132263/qair-brasil-concreta-primeiro-aerogerador-de-complexo-hibrido-noceara#:~:text=A%20iniciativa%20prev%C3%AA%20a%20instala%C3%A7%C3%A3o,a%20capacidade%20instalada%20de%20405MW>> Acesso em 20 set. 2020

SANTIAGO J. V. A. et al. **O Mercado emergente de energia solar fotovoltaica no Brasil entre 2012 e 2018: avanços, desafios e perspectivas**. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

SANTOS, Afonso Henrique. **Vulnerabilidade dos sistemas elétricos de potência face a ameaças climáticas: fundamentos e propostas para o sistema interligado nacional**. XXV SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, [s. l.], 11 nov. 2019.

SIGEL [Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico]. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>> Acesso em: 17 nov. 2020

SIMAS, M., & Pacca, S. (2013). **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. Estudos avançados, 27(77), 99-116. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100008> Acesso em 18 set. 2020

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica** / Mauricio Tiomno. Rio de Janeiro: Epe, 2016. 452 p. (ISBN 978-85-60025-06-0).

VALLIM, A. N., DUTRA, R., & JÚNIOR, A. (2016). **Perspectivas da geração eólica no Brasil: a questão da transmissão com enfoque nas instalações compartilhadas de geração** (Dissertação de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro). Disponível em: <http://antigo.ppe.ufri.br/ppp/production/tesis/avallim.pdf>

VIANA, M.B; TAVARES, W.M. LIMA, C.R. **Sustentabilidade e as principais fontes de energia**. Câmara dos Deputados, 2015.

WINDLAB E VESTAS FAZER PARCERIA PARA PROJETO INOVADOR DE GERAÇÃO DE ENERGIA NA AUSTRÁLIA. Petronoticias, 2017. Disponível em: <<https://petronoticias.com.br/windlab-e-vestas-fazer-parceria-para-projeto-inovador-de-geracao-de-energia-na-australia>> Acesso em 20 de setembro de 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Capacidade ociosa por subestação

Nome da subestação	Total (MW)	Conexão (MW)	Sobra (MW)
Arizona	93.555	183.000	89.445
Arizona	214.830	360.000	145.170
Costa das Dunas	69.450	80.000	10.550
Cumaru	205.800	230.000	24.200
Delfina	180.000	200.000	20.000
Lagoa dos Ventos III	396.000	440.000	44.000
Morro do Chapéu Sul II	298.800	395.000	96.200
Mundo Novo	72.765	120.000	47.235
SE 11 1	142.200	200.000	57.800
SE 11 2	161.100	200.000	38.900
SE 12 1	177.150	200.000	22.850
SE 16 1	92.100	200.000	107.900
SE 5 3	60.000	100.000	40.000
SE A16 1	78.000	100.000	22.000
SE Acaraú II	42.000	70.000	28.000
SE Alegria	151.650	200.000	48.350
SE Aquibatã e Agua Doce – Linha Três Pinheiros	129.000	150.000	21.000
SE Aracati II	92.000	160.000	68.000
SE Aratuá	14.400	25.000	10.600
SE Areia Branca	50.400	60.000	9.600
SE Asa Branca IV a VIII	160.000	200.000	40.000
SE Assuruá	27.500	62.000	34.500
SE Atlântica I	120.000	140.000	20.000
SE Babilônia	109.200	180.000	70.800
SE Baixa do Feijão	218.700	300.000	81.300

SE Barra dos Coqueiros	34.500	40.000	5.500
SE Bons Ventos da Serra I	39.900	48.000	8.100
SE BW I	170.200	300.000	129.800
SE BW II	81.400	150.000	68.600
SE Cabeço Preto	19.800	50.000	30.200
SE Cabeço Preto II	146.200	210.000	63.800
SE Caetité	54.400	80.000	25.600
SE Caetité 1,2 e 3	90.000	100.000	10.000
SE Caiçara	67.200	75.000	7.800
SE Cajucoco	30.000	33.200	3.200
SE Calango 1,2 e 3	60.000	70.000	10.000
SE Calango 245	174.000	200.000	26.000
SE Camarave	27.300	66.000	38.700
SE Canoa Quebrada	13.730	15.000	1.270
SE Carcará II	379.535	400.000	20.465
SE Carnaúbas	108.000	120.000	12.000
SE Casa de Força Eólic Xavante	4.950	4.950	-
SE Casa de Força Eólica Pirauá	4.950	4.950	-
SE Casa dos Ventos I	108.000	130.000	22.000
SE Casa dos Ventos II	21.150	80.000	58.850
SE Casa Nova	88.100	180.000	91.900
SE Cerro Chato	217.000	250.000	33.000
SE Chafariz 6	31.185	100.000	68.815
SE Chapada I	180.000	240.000	60.000
SE Chapada II	205.100	240.000	34.900
SE Chapada III	231.600	240.000	8.400
SE Chapada IV	357.900	360.000	2.100
SE Coletora	180.000	240.000	60.000

SE Coletora	176.400	240.000	63.600
SE Coletora	193.200	240.000	46.800
SE Coletora Cacimbas	63.000	100.000	37.000
SE Coletora Caldeirão Grande	386.100	425.000	38.900
SE Coletora Chuí	142.000	190.000	48.000
SE Coletora Igaporã (ICG)	270.400	300.000	29.600
SE Coletora Santa Brígida	181.900	240.000	58.100
SE Coletora Ventos da Bahia 1	138.000	140.000	2.000
SE Costa Branca	57.500	100.000	42.500
SE Cristal	59.800	60.000	200
SE Cristalândia	90.000	90.000	-
SE Curupira	52.500	56.000	3.500
SE Cutia	289.800	360.000	70.200
SE Da Prata	167.700	200.000	32.300
SE Da Prata	167.700	200.000	32.300
SE de Interesse Restrito	115.400	160.000	44.600
SE Delta	70.000	80.000	10.000
SE Dunas de Paracuru	42.000	50.000	8.000
SE Elebrás Cidreira 1	70.000	82.000	12.000
SE Elevadora	150.000	240.000	90.000
SE Elevadora	193.200	360.000	166.800
SE Elevadora	144.000	200.000	56.000
SE Elevadora Parque Eólico Gravatá	14.850	15.000	150
SE Elevadora Ventos da Bahia 2	216.800	250.000	33.200
SE Elevaroda	27.675	30.000	2.325
SE Eólico Damascena	30	30.000	29.970
SE Eólico Esperança	28.000	30.000	2.000
SE Eurus II	30.000	40.000	10.000

SE Folha Larga Sul	25.200	200.000	174.800
SE Foz do Rio Choro	25.200	33.000	7.800
SE Galinhos	118.570	118.570	-
SE Gargaú	28.050	30.000	1.950
SE Gpexpan	189.900	200.000	10.100
SE Hermenegildo	162.890	210.000	47.110
SE Icapuí	84.000	100.000	16.000
SE Icaraí	16.800	20.000	3.200
SE Icaraí I	140.700	150.000	9.300
SE Icaraizinho	54.600	60.000	5.400
SE Jandaira	58.800	250.000	191.200
SE João Câmara II	153.500	210.000	56.500
SE Lagoa	63.000	100.000	37.000
SE Lagoa do Barro 01	195.000	240.000	45.000
SE Lagoa do Quintão	48.300	60.000	11.700
SE Lagoa dos Barros	317.900	536.000	218.100
SE Lanchinha	28.000	60.000	32.000
SE Laranjeiras	25.000	80.000	55.000
SE Macaúbas	95.190	100.000	4.810
SE Mangue Seco	104.000	132.000	28.000
SE Mel 02	20.000	25.000	5.000
SE Miassaba 3	68.470	78.000	9.530
SE Modelo II	30.550	32.000	1.450
SE Morro dos Ventos	205.200	300.000	94.800
SE MVII	234.360	300.000	65.640
SE Osório 2	27.600	249.000	221.400
SE Papagaios	147.000	166.000	19.000
SE Pau Ferro	148.350	300.000	151.650

SE PE-A1.1	52.800	66.600	13.800
SE PE-A1.2	73.600	99.900	26.300
SE PE-A1.3	38.400	66.600	28.200
SE PE-A6	76.800	99.900	23.100
SE PE-A8	52.800	66.600	13.800
SE Pedra Branca	214.550	300.000	85.450
SE Pedra Cheirosa	48.300	220.000	171.700
SE Pedra do Reino	84.000	85.000	1.000
SE Pedra do Sal	18.000	20.000	2.000
SE Pedra Rajada	40.000	73.000	33.000
SE Pindaí	109.800	300.000	190.200
SE Pitombeira	98.700	150.000	51.300
SE Potiguares	62.400	75.000	12.600
SE Praia Formosa	105.000	120.000	15.000
SE Quixaba	25.500	30.000	4.500
SE REB Cassino	64.000	80.000	16.000
SE Renascença V	30.000	40.000	10.000
SE Riachão	145.800	150.000	4.200
SE Rio do Ouro	93.000	100.000	7.000
SE Rio Do Vento II	67.200	520.000	452.800
SE Santa Edwiges	89.100	125.000	35.900
SE Santa Mônica	71.400	93.000	21.600
SE Santa Rosália	130.130	160.000	29.870
SE Santa Verônica	118.800	150.000	31.200
SE Santo Amaro	118.800	150.000	31.200
SE Santo Inacio	170.100	240.000	69.900
SE São Clemente	216.090	600.000	383.910
SE São Martinho	128.100	180.000	51.900

SE São Miguel	60.375	120.000	59.625
SE Senandes	108.000	127.000	19.000
SE Serra da Babilônia	146.200	300.000	153.800
SE Serra da Babilônia	223.250	300.000	76.750
SE Serra das Almas II	420.000	450.000	30.000
SE Serra de Santana I	50.000	78.000	28.000
SE Serra de Santana III	30.000	80.000	50.000
SE Serra do Seridó	509.355	650.000	140.645
SE Serra I&II	68.000	82.000	14.000
SE Serra III	108.000	158.000	50.000
SE Serra Verde	117.300	140.000	22.700
SE Serrote	327.600	360.000	32.400
SE SET 13 1	167.700	200.000	32.300
SE SET 13 2	117.600	200.000	82.400
SE SET 5 1	58.800	66.600	7.800
SE SET 5 2	42.000	66.600	24.600
SE Taiba	30.200	40.000	9.800
SE Taíba	56.700	75.000	18.300
SE Testa Branca	44.000	75.000	31.000
SE Umburanas	360.000	399.000	39.000
SE União dos Ventos	40.000	50.000	10.000
SE União dos Ventos 13	65.100	90.000	24.900
SE Vale dos Ventos	9.600	48.000	38.400
SE Valência I	27.600	33.000	5.400
SE Valência II	23.000	33.000	10.000
SE Valência III	20.700	33.000	12.300
SE Ventos de São Benedito	84.000	93.000	9.000
SE Vila Amazonas	219.300	300.000	80.700

SE_A12_1	81.000	750.000	669.000
SE-1	207.000	210.000	3.000
SE-2	48.000	52.000	4.000
Subestação Acauã	109.200	120.000	10.800
Subestação Eletrosul	27.675	30.000	2.325
Subestação Eólica Beberibe	25.600	33.000	7.400
Subestação João Câmara III	150.000	1.800.000	1.650.000
Subestação Monte Verde	455.845	550.000	94.155
Subestação Unitária SE02	-	1.600	1.600
Subestação Unitária SE03	-	1.600	1.600
Terra Santa	92.300	100.000	7.700
Tucano	483.600	600.000	116.400
Ventos da Bahia III	94.300	240.000	145.700
Ventos de Santa Eugênia	300.000	450.000	150.000

Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE B - Energia Produzida por subestação

Nome da subestação	Longitude (GMS)	Latitude (GMS)	Inclinação	Maior média anual	Média Anual Produzida (MWh)
Delfina	40° 58' 43,250" W	10° 3' 27,032" S	8° N	5,59	10201,75
SE Acaraú II	39°57'57"W	2°51'5"S	2° N	5,63	14384,65
SE Alegria	36°21'47"W	5°5'39"S	3° N	6,03	26603,98
SE Aquibatã e Agua Doce – Linha Três Pinheiros	51° 45' 12.150" W	26° 35' 5.760" S	22° N	4,61	8833,91
SE Aracati II	37° 45' 34.134" W	4° 26' 48.98" S	4° N	5,67	35182,35
SE Aratuá	36° 24' 26,65" W	05° 04' 57,27" S	3° N	5,53	5348,89
SE Areia Branca	36° 54' 52.991" W	4° 57' 50.311" S	4° N	5,77	5054,52
SE Asa Branca IV a VIII	35° 59' 29.721" W	5° 19' 44.635" S	4° N	5,69	384217,25
SE Assuruá	42°42'4,455"W	11°12'42,32"S	12° N	6,09	19172,08
SE Atlântica I	50°18'57,9"W	30°19'7,68"S	23° N	4,69	8559,25

SE Babilônia	41°13'11,818"W	10°58'34,027"S	9° N	5,7	36824,85
SE Baixa do Feijão	36° 1' 54,046" W	5° 22' 11,171" S	4° N	5,7	42286,16
SE Barra dos Coqueiros	-10,81	-36,93	7° N	5,57	2795,44
SE Bons Ventos da Serra I	-40,88	-3,92	4° N	5,33	3939,54
SE BW I	42° 37' 43,393" W	14° 25' 11,600" S	14° N	5,96	70591,73
SE BW II	42° 38' 27,584" W	14° 27' 10,087" S	14° N	5,96	37308,11
SE Cabeço Preto	35°57'21"W	5°26'54,5"S	4° N	5,71	15735,33
SE Cabeço Preto II	35°59'10,319"W	5°25'5,836"S	4° N	5,71	33242,19
SE Caetité	42°28'41,402"W	14°8'29,885"S	14° N	5,7	13315,20
SE Caetité 1,2 e 3	42° 29' 4.165" W	14° 9' 47.581" S	13° N	5,65	5155,63
SE Caiçara	35°50'23,41"W	5°4'38,64"S	3° N	5,58	3971,57
SE Cajucoco	-39,95	-2,91	2° N	5,63	1643,96
SE Calango 1,2 e 3	36° 32' 38.400" W	6° 2' 2.000" S	5° N	5,79	5283,38
SE Calango 245	36° 29' 0.591" W	6° 0' 59.857" S	5° N	5,85	13879,13
SE Camarave	36°0'52,241"W	5°4'5,203"S	3° N	5,6	19775,70
SE Canoa Quebrada	37° 41' 43.000" W	4° 32' 9.000" S	4° N	6,05	701,12
SE Carcará II	36°54'52,952"W	4°59'51,794"S	4° N	5,94	11092,54
SE Carnaúbas	35°41'19,485"W	5°7'41,348"S	3° N	5,87	6427,65
SE Casa de Força Eólic Xavante	35° 23' 20.000" W	8° 10' 30.000" S	5° N	5,17	0,00
SE Casa de Força Eólica Pirauá	35°29'44"W	7°29'44"S	5° N	5,28	0,00
SE Casa dos Ventos I	35° 49' 35,795" W	5° 13' 56,455" S	4° N	5,66	11362,45

SE Casa dos Ventos II	35° 35' 44.039" W	8° 17' 40.846" S	5° N	5,13	27548,42
SE Casa Nova	41°3'0,34"W	9°16'13,982"S	8° N	6,04	50650,69
SE Cerro Chato	55° 43' 30.398" W	30° 50' 26.378" S	24° N	5,03	87207,63
SE Chapada I	40° 42' 11,432" W	7° 34' 10,855" S	8° N	5,86	32083,50
SE Chapada II	40°44'38,878"W	7°27'5,982"S	8° N	5,83	18566,36
SE Chapada III	40° 40' 17,503" W	7° 25' 25,170" S	8° N	5,81	4453,37
SE Chapada IV	40° 37' 46,683" W	7° 44' 53,425" S	7° N	5,83	1117,17
SE Coletora	40°41'8,89"W	10°37'42,82"S	8° N	5,57	30495,75
SE Coletora	40°39'30,687"W	8°1'2,363"S	7° N	5,85	33950,48
SE Coletora	42°39'51,481"W	2°37'40,111"S	2° N	5,66	24171,03
SE Coletora Cacimbas	41°1'12,80"W	3°52'2,05"S	4° N	5,73	19345,91
SE Coletora Caldeirão Grande	40°31'48,05"W	7°18'16,98"S	8° N	5,84	20729,81
SE Coletora Chuí	53° 23' 36.856" W	33° 39' 23.465" S	26° N	4,78	20936,40
SE Coletora Igaporã (ICG)	42° 39' 26,5" W	13° 51' 38" S	13° N	6,01	16233,01
SE Coletora Santa Brígida	36°44'55,453"W	8°48'35,461"S	5° N	5,56	29477,04
SE Coletora Ventos da Bahia 1	41°26'46,544"W	12°0'56,098"S	9° N	5,43	990,98
SE Costa Branca	35° 50' 46,574" W	5° 23' 23,316" S	4° N	5,69	22066,53
SE Cristal	41° 22' 22.800" W	11° 44' 0.100" S	9° N	5,6	102,20
SE Cristalândia	41° 33' 39,119" W	13° 55' 52,420" S	11° N	5,54	0,00
SE Cutia	35°54'11,283"W	5°6'12,068"S	3° N	5,64	36128,43

SE Da Prata	42° 38' 17.442" W	13° 56' 59.741" S	13° N	5,94	17507,41
SE Da Prata	42° 38' 17.442" W	13° 56' 59.741" S	13° N	5,94	17507,41
SE de Interesse Restrito	39° 17' 24.000" W	3° 13' 18.000" S	2° N	5,67	23075,48
SE Delta	41° 42' 26,502" W	2° 50' 13,704" S	3° N	5,49	5009,63
SE Dunas de Paracuru	-38,98	-3,4367	3° N	5,53	4036,90
SE Elebrás Cidreira 1	50° 10' 19.402" W	30° 4' 44.613" S	23° N	4,61	5047,95
SE Elevadora	35°52'9,246"W	5°18'15,563"S	4° N	5,69	46729,13
SE Elevadora	42°39'51,481"W	2°37'40,111"S	2° N	5,37	81734,09
SE Elevadora	41°23'23,254"W	11°45'38,302"S	9° N	5,45	27849,50
SE Elevadora Parque Eólico Gravatá	35°35'47"W	8°16'44,2"S	5° N	5,13	70,22
SE Elevadora Ventos da Bahia 2	41°31'19,691"W	11°58'29,064"S	9° N	5,41	16389,60
SE Elevaroda	50°4'24,94"W	29°46'36,189"S	23° N	4,61	978,04
SE Eólico Damascena	-41,45	-11,89	9° N	5,54	15150,58
SE Eólico Esperança	41° 24' 58,119" W	11° 51' 41,832" S	9° N	5,54	1011,05
SE Eurus II	35° 49' 59.004" W	5° 23' 30.918" S	4° N	5,69	5192,13
SE Foz do Rio Choró	38° 9' 1,000" W	4° 7' 32,000" S	3° N	5,84	4156,62
SE Galinhos	36°12'7,4"W	5°6'3,23"S	3° N	5,76	0,00
SE Gargaú	41° 4' 21.900" W	21° 33' 55.100" S	19° N	5,26	935,95
SE Gpexpan	42° 39' 35,791" W	14° 24' 45,992" S	14° N	5,96	5492,89
SE Hermenegildo	53°18'35,256"W	33°38'20,97"S	26° N	4,76	20462,23
SE Icarai	39° 37' 10.896" W	3° 1' 36.231" S	2° N	5,76	1681,92
SE Icarai I	39° 35' 41.500" W	3° 4' 52.261" S	2° N	5,56	4718,36
SE Icaraizinho	39° 40' 26.657" W	3° 1' 4.314" S	2° N	5,72	2818,53
SE Igapora III	42° 39' 15,455" W	14° 2' 38,602" S	14° N	5,98	806725,92
SE João Câmara II	40° 55' 52,041" W	4° 5' 56,669" S	4° N	5,73	29541,73

SE Lagoa	36°46'7,442"W	6°53'11,883"S	5° N	5,8	19582,25
SE Lagoa do Barro 01	41°38'8,598"W	8°41'53,855"S	9° N	5,96	24473,25
SE Lagoa do Quintão	50° 23' 26.305" W	30° 27' 28.659" S	23° N	4,64	4953,78
SE Lagoa dos Barros	50° 17' 0.000" W	29° 57' 30.000" S	23° N	4,63	92144,52
SE Lanchinha	36° 43' 19,182" W	6° 8' 7,119" S	5° N	5,73	16731,60
SE Laranjeiras	42°37'4,807"W	11°4'52,422"S	11° N	6,12	30714,75
SE Macaúbas	42°21'3,811"W	12°18'44,643"S	12° N	5,95	2611,53
SE Mangue Seco	36°24'25,145"W	5°10'3,01"S	4° N	5,73	14640,15
SE Mel 02	36°57'51"W	4°56'48"S	4° N	6	2737,50
SE Miassaba 3	36° 26' 59" W	05° 07' 46"S	3° N	5,53	4808,96
SE Modelo II	35°53'35,044"W	5°25'50,907"S	4° N	5,69	752,86
SE Morro dos Ventos	35° 52' 5.700" W	5° 22' 27.700" S	4° N	5,69	49221,35
SE MVII	35° 52' 5.700" W	5° 22' 27.700" S	4° N	5,69	34081,11
SE Osório 2	50° 15' 7.200" W	29° 57' 12.600" S	23° N	4,63	93538,73
SE Papagaios	39° 59' 2" W	2° 53' 7" S	2° N	5,63	9761,01
SE Pau Ferro	38° 8' 41.219" W	9° 4' 1.895" S	5° N	5,66	78323,43
SE PE-A1.1	42° 38' 28.999" W	14° 13' 8.093" S	13° N	5,97	7517,72
SE PE-A1.2	-43	-14	13° N	6,02	14447,25
SE PE-A1.3	-42,53	-14,05	13° N	5,88	15130,71
SE PE-A6	42° 39' 26,5" W	13° 51' 38" S	13° N	5,94	12520,78
SE PE-A8	-43	-14	15° N	6	7555,50
SE Pedra Branca	41°5'44,416"W	9°52'28,609"S	9° N	5,94	46316,04
SE Pedra Cheirosa	39°44'1,297"W	2°59'51,256"S	2° N	5,61	87895,38
SE Pedra do Reino	40°53'11"W	9°31'3"S	8° N	5,92	540,20
SE Pedra do Sal	41° 42' 25.508" W	2° 49' 34.489" S	2° N	5,49	1001,93

SE Pedra Rajada	36°18'33,211"W	5°54'51,15"S	5° N	5,87	17676,04
SE Pindaí	42°35'0,8"W	14°28'7,898"S	13° N	5,74	99622,01
SE Pitombeira	37° 42' 50.210" W	4° 35' 31.566" S	3° N	5,92	27712,26
SE Potiguares	35° 47' 52.800" W	5° 5' 25.229" S	3° N	5,7	6553,58
SE Praia Formosa	41° 2' 21.292" W	2° 54' 18.350" S	2° N	5,46	7473,38
SE Quixaba	-37,68	-4,56	3° N	5,92	2430,90
SE REB Cassino	52°12'14,271"W	32°13'0,788"S	24° N	4,7	6862,00
SE Renascença V	35° 51' 32.061" W	5° 16' 11.348" S	4° N	5,69	5192,13
SE Riachão	35° 25' 42.703" W	5° 31' 22.818" S	4° N	5,65	2165,36
SE Rio do Ouro	49°34'14,14"W	28°26'28,97"S	24° N	4,39	2804,11
SE Santa Edwiges	40°31'48,05"W	7°18'16,98"S	8° N	5,84	19131,11
SE Santa Mônica	35° 48' 2,011" W	5° 16' 47,388" S	4° N	5,69	11214,99
SE Santa Rosália	41°11'0,288"W	3°51'10,396"S	3° N	5,75	15672,42
SE Santa Verônica	40°32'34,77"W	7°20'18,93"S	8° N	5,84	16626,48
SE Santo Inacio	37°19'28,965"W	4°44'6,118"S	4° N	5,99	38206,47
SE São Clemente	36°41'59,738"W	8°43'34,781"S	5° N	5,52	193375,47
SE São Martinho	35°49'23,6"W	5°12'25,7"S	4° N	5,66	26805,05
SE São Miguel	35°44'47,72"W	5°17'39,162"S	4° N	5,68	30903,64
SE Senandes	52° 19' 37.200" W	32° 23' 10.350" S	24° N	4,74	8217,98
SE Serra da Babilônia	41°18'20,622"W	11°5'43,678"S	9° N	5,8	40619,94
SE Serra de Santana I	36°34'49,616"W	6°3'23,288"S	5° N	5,68	14512,40
SE Serra de Santana III	36°30'42,852"W	6°1'29,345"S	5° N	5,79	26416,88
SE Serra I&II	36° 33' 18,479" W	6° 2' 46,675" S	5° N	5,79	7396,73
SE Serra III	36°30'42,852"W	6°1'29,345"S	5° N	5,79	26416,88
SE SET 13 1	42°36'51,004"W	14°7'10,906"S	13° N	5,99	17654,78

SE SET 13 2	42° 40' 57,749" W	14° 5' 18,633" S	13° N	5,98	44963,62
SE SET 5 1	42°35'0,8"W	14°28'7,898"S	13° N	5,74	4085,45
SE SET 5 2	42°35'11,977"W	14°30'30,062"S	13° N	5,75	12907,31
SE Taiba	38° 56' 2.000" W	3° 29' 43.000" S	2° N	5,67	5070,40
SE Taíba	38°53'17,84"W	3°32'53,25"S	3° N	5,78	9651,88
SE Testa Branca	41°46'59,596"W	2°48'57,374"S	2° N	5,49	15529,84
SE Umburanas	41°31'15,977"W	10°40'45,115"S	9° N	5,95	21174,56
SE União dos Ventos	35° 53' 16.800" W	5° 4' 21.635" S	3° N	5,58	5091,75
SE União dos Ventos 13	35°51'11,936"W	5°6'15,966"S	3° N	5,64	12814,79
SE Vale dos Ventos	34°58'19,523"W	6°33'27,662"S	4° N	5,81	20358,24
SE Ventos de São Benedito	35°47'25,253"W	5°14'1,817"S	4° N	5,66	4648,28
SE Vila Amazonas	36°54'52,952"W	4°59'51,794"S	4° N	5,94	43741,42
SE-1	52°50'15,416"W	33°5'2,1"S	25° N	4,75	1300,31
SE-2	52°53'34,459"W	33°7'59,329"S	25° N	4,75	1733,75
Subestação Eletrosul	50°4'24,94"W	29°46'36,189"S	23° N	4,61	978,04
Subestação Eólica Beberibe	38°4'35,6"W	4°11'37,1"S	3° N	5,86	3956,97
Subestação João Câmara III	35°52'9,246"W	5°18'15,563"S	4° N	5,69	856700,63

Fonte: Elaborado pelo autor

ANEXOS

ANEXO A – Subestações e parques eólicos

Nome da subestação	Potência (MVA)	Compartilhamento	Fase Subestação
Arizona	183	Serra do Vento, Morro Branco II e Serra do Vento	Construção
Arizona	360	Umburana de Cheiro, Serra Do Fogo, Serra do Vento, Baraúnas XX, Baraúnas XV, Baraúnas IV	Construção
Costa das Dunas	80	Farol de Touros, Gameleira, Figueira Branca, Costa das Dunas	Construção não iniciada
Cumaru	230	Cumaru I, II, III, IV e V	Construção não iniciada

Delfina	200	Delfina I, II, III, IV, V, VI, VII	Operação
Jandaia	140	Jandaia I, São Clemente, São Januário, Nossa Senhora de Fátima	Construção
Lagoa dos Ventos III	440	Ventos de São Roque 01, 02, 04, 08, 11, 16, 17, 18	Construção não iniciada
Morro do Chapéu Sul II	395	Ventos de Santa Esperança 08, 13, 15, 16, 17, 21, 22, 25, 26	Construção não iniciada
Mundo Novo	120	Mundo Novo V, Mundo Novo VI, Mundo Novo VII	Construção não iniciada
SE 11 1	200	Acacia, Angico, Imburana Macho, Ico, Macambira, Taboquinha, Tamboril, Canjoão e Cansação	Construção não iniciada
SE 11 2	200	Amescla, Barbatimão, Caliandra, Ipê Amarelo, Juazeiro, Putumuju, Alcaçuz, Carrancudo, Cabeça de Frade, Cansança, Jataí	Construção
SE 12 1	200	Angelim, Jequitiba, Embirucu, Imburana de Cabão, Manineiro, Jurema Preta, Saboeiro, Umbuzeiro, Mandacaru, Ting, Sabiu, Tingui, Anísio Teixeira, Quina	Construção não iniciada
SE 16 1	200	Jabuticaba, Abil, Tabua, Vaqueta, Cedro, Unha D'Água	Construção
SE 5 3	100	Jacaranda, Folha da Serra, Pau D'Água	Construção não iniciada
SE A16 1	100	Madeira Nova, Pau d'Água, Vellozia, Unha d'Anta, Cedro, Coco Raposa, Vaq, Mulungu e Jabuticaba	Construção não iniciada
SE Acaraú II	70	Volta do Rio	Operação
SE Afonso Bezerra	140	Afonso Bezerra I, Afonso Bezerra II, Afonso Bezerra III, Afonso Bezerra IV, Angicos I, Angicos II	Construção
SE Água Doce	0,7	Água Doce, de Palmas	Operação
SE Alegria	200	Alegria I e Alegria II	Operação
SE Aquibatã e Agua Doce – Linha Três Pinheiros	150	Amparo, Aquibatã, Campo Belo, Cascata, Cruz Alta, Salto	Operação
SE Aracati II	160	Bons Ventos, Enacel e Canoa Quebrada	Operação
SE Aratuá	25	Miassaba II	Operação
SE Areia Branca	60	Areia Branca, Mar e Terra	Operação
SE Asa Branca IV a VIII	900	Asa Branca IV, V, VI, VII, VIII	Operação
SE Assuruá	62	Curral de Pedras II	Operação
SE Atlântica I	140	Atlântica I, Atlântica II, Atlântica IV, Atlântica V.	Operação
SE Babilônia	180	Ventos de Santa Aurora, Ventos da Santa Beatriz, Ventos de Santa Emília, Ventos do São Gabriel	Operação
SE Baixa do Feijão	300	Baixa do Feijão I, Baixa do Feijão II, Baixa do Feijão III, Baixa do Feijão IV, Umbuzeiros, Jericó, Aroeira	Operação
SE Barra dos Coqueiros	40	Eólica Barra dos Coqueiros	Operação
SE Bons Ventos da Serra I	48	Bons Ventos da Serra I, Malhadinha I	Operação

SE BW I	300	Coqueirinho, Tamanduá Mirim, Angical, Teiu, Caititú, Corrupião e Inhambu	Operação
SE BW II	150	Caititu, Coqueirinho e Tamanduá Mirim	Operação
SE Cabeço Preto	50	Cabeço Preto IV	Operação
SE Cabeço Preto II	210	Cabeço Preto III, Cabeço Preto V, Cabeço Preto VI, Boa Esperança I, Cabeço Vermelho I, Cabeço Vermelho II e Cabeço Vermelho III	Operação
SE Caetité	80	Caetité A, Caetité B e Caetité C	Operação
SE Caetité 1,2 e 3	100	Caetité 1, Caetité 2, Caetité 3	Operação
SE Caiçara	75	União dos Ventos 1, União dos Ventos 2 e União dos Ventos 3	Operação
SE Cajucoco	33,2		Operação
SE Calango 1,2 e 3	70	Calango 1 e Calango 3	Operação
SE Calango 245	200	Calango 2, Calango 4, Calango 5, Calango 6, Santana II, Santana I	Operação
SE Camarave	66	GE Maria Helena	Operação
SE Campo Largo	710	Complexo Campo Largo	Operação
SE Campo Largo	710	Complexo Campo Largo	Operação
SE Campo Largo	175	Campo Largo VIII, Campo Largo IX, Campo Largo X, Campo Largo XI, Campo Largo XII, Campo Largo XIII, Campo Largo XIV, Campo Largo XVII, Campo Largo XIX, Campo Largo XX, Campo Largo XXII	Construção
SE Campos dos Ventos II	93	Campos dos Ventos I, Campos dos Ventos III, Campos dos Ventos IV, Campos dos Ventos V	Operação
SE Canoa Quebrada	15	Canoa Quebrada e Lagoa do Mato	Operação
SE Carcará II	400	Caiçara I, Caiçara II, Junco I, Junco II, Vila Amazonas V, Vila Pará I, Vila Pará II, Vila Pará III e Vila Acre I, Vila Acre II, Carcará I, Carcará II, Terral, Filgueira I	Operação
SE Carnaúbas	120	UEE Reduto, UEE Santo Cristo, UEE Carnaúbas, UEE São João	Operação
SE Casa de Força Eólic Xavante	4,95		Operação
SE Casa de Força Eólica Pirauá	4,95	Pirauá	Operação
SE Casa dos Ventos I	130	Asa Branca I, II, III e Eurus IV	Operação
SE Casa dos Ventos II	80	Santa Maria, Santo Uriel	Operação
SE Casa Nova	180	Casa Nova II, Casa Nova III e Casa Nova A	Operação
SE Cerro Chato	250	Cerro Chato, Cerro Chato Entorno I e II	Operação
SE Chafariz 2	100	Chafariz 1, Chafariz 2, Chafariz 3, Chafariz 4, Chafariz 5	Construção não iniciada
SE Chafariz 6	100		Construção não iniciada

SE Chapada I	240	Ventos de Santa Joana II, Ventos de Santa Joana VI, Ventos de Santa Joana XIV, Ventos de Santo Onofre I, Ventos de Santo Onofre II e Ventos de Santo Onofre III	Operação
SE Chapada II	240	Ventos de Santa Joana IX, Ventos de Santa Joana X, Ventos de Santa Joana XI, Ventos de Santa Joana XII, Ventos de Santa Joana XIII, Ventos de Santa Joana XV e Ventos de Santa Joana XVI.	Operação
SE Chapada III	240	Ventos de Santa Joana I, Ventos de Santa Joana III, Ventos de Santa Joana IV, Ventos de Santa Joana V, Ventos de Santa Joana VII, Ventos de Santo Augusto III, Ventos de Santo Augusto IV e Ventos de Santo Augusto V.	Operação
SE Chapada IV	360	Ventos do Araripe 3, Ventos de Santo Estevão I, II, III, IV e V, Ventos de São Virgílio 01, 02 e 03, Ventos de Santo Augusto I, II, VI, VII e VIII, Ventos de Santo Onofre IV.	Operação
SE CMP-Taíba	0,8		Operação
SE Coletora	240	Ventos de Campo Formoso I, Ventos de Campo Formoso II, Ventos da Andorinha, Ventos de Morrinhos, Ventos do Sertão e Ventos de Guarás I	Operação
SE Coletora	240	Ventos de São Vicente 09, Ventos do São Vicente 10, Ventos de São Vicente 11, Ventos de São Vicente 12, Ventos de São Vicente 13, Ventos de São Vicente 14	Operação
SE Coletora	240	Delta 3 II, Delta 3 III, Delta 3 IV, Delta 3 V, Delta 3 VI, Delta 3 VII e Delta 3 VIII	Operação
SE Coletora Cacimbas	100	Bons Ventos Cacimbas 3, Bons Ventos Cacimbas 4, Bons Ventos Cacimbas 5, Bons Ventos Cacimbas 7	Operação
SE Coletora Caldeirão Grande	425	Ventos de Santa Angelina, Ventos de Santa Edwiges, Ventos de Santa Bárbara, Ventos de Santa Fátima, Santa Veridiana, Santo Amaro do Piauí, São Basílio, Santo Anastácio, São Félix, São Moisés, Santa Verônica, Ventos de Santo Adriano, Ventos de Santo Alban	Operação
SE Coletora Chuí	190	Parques Chuí 1,2,4,5,6,7	Operação
SE Coletora Igaporã (ICG)	300	Igaporã, Porto Seguro, Ilhéus e Nossa Senhora da Conceição, Candiba, Serra do Salto, Guanambi, Rio Verde, Alvorada, Pindaí, Guirapá, Pajeú do Vento, Planaltina.	Operação
SE Coletora Santa Brígida	240	Ventos de Santa Brígida I, Ventos de Santa Brígida II, Ventos de Santa Brígida III, Ventos de Santa Brígida IV, Ventos de Santa Brígida V, Ventos de Santa Brígida VI e Ventos de Santa Brígida VII	Operação
SE Coletora Ventos da Bahia 1	140	Colina, Boa Vista, Alto do Bonito, Ventos da Bahia II, Ventos da Bahia IV, Ventos da Bahia VIII	Operação

SE Costa Branca	100	Juremas, Macacos e Pedra Preta	Operação
SE Cristal	60	Primavera, São Judas	Operação
SE Cristalândia	90	Cristalândia I, Cristalândia II, Cristalândia III	Operação
SE Curupira	56	Curupira, Fazenda Vera Cruz, Povo Novo	Construção
SE Cutia	360	Cutia, Guajiru, Potiguar, Paraíso dos Ventos do Nordeste, Esperança do Nordeste, GE Maria Helena, GE Jangada, São Miguel I, II e III, São Bento do Norte II e III	Operação
SE Da Prata	200	Da Prata, Vento do Nordeste, Araçás, Tanque, Maron e Pilões	Operação
SE Da Prata	200	Da Prata, Vento do Nordeste, Araçás, Tanque, Maron e Pilões	Operação
SE de Interesse Restrito	160	Trairi, Guajiru, Fleixeiras I, Mundau	Operação
SE Delta	80	Delta do Parnaíba, Porto das Barcas e Porto Salgado	Operação
SE Dunas de Paracuru	50		Operação
SE Elebrás Cidreira 1	82	Elebrás Cidreira 1	Operação
SE Elevadora	240	Renascença I, Renascença II, Renascença III, Renascença IV e Ventos de São Miguel	Operação
SE Elevadora	360	Delta 3 II, Delta 3 III, Delta 3 IV, Delta 3 V, Delta 3 VI, Delta 3 VII e Delta 3 VIII	Operação
SE Elevadora	200	Boa Vista Lagoinha, Ventos de Santa Dulce, Ventos de Santa Esperança, Ventos de São Paulo, Ventos de São Mário e Ventos do Santo Abraão	Operação
SE Elevadora Parque Eólico Gravatá	15	Gravata Fruitrade, Mandacaru, Santa Maria	Operação
SE Elevadora Ventos da Bahia 2	250	Ventos da Bahia III, IX, XIII, XIV, XVIII, XXIII, XXVII	Operação
SE Elevaroda	30		Operação
SE Emiliana	50	Joana	Operação
SE Eólico Damascena	30		Operação
SE Eólico Esperança	30		Operação
SE Eurus II	40		Operação
SE Faísas	162,5	Embuaca, Faísas I, II, III, IV e V, Mundaú, Fleixeiras, Trairi, Guajiru	Operação
SE Folha Larga	165	Ventos de São Januário 01, 03, 04, 05, 06, 10, 11, 13 e 14	Construção
SE Folha Larga Sul	200	Ventos de São Januário 20, Ventos de São Januário 21, Ventos de São Januário 22	Construção
SE Foz do Rio Choró	33	Foz do Rio Choró	Operação
SE Galinhos	118,57	Rei dos Ventos 1, Rei dos Ventos 3	Operação
SE Gargaú	30	Gargaú	Operação

SE Gentio do Ouro I	175	Assuruá II, Assuruá IV, Assuruá V, Assuruá VII, Capoeiras II, Assuruá III, Diamante III, Diamante II, Curral de Pedras I, Laranjeiras I, II e V	Operação
SE Gpexpan	200	Acauã, Angical 2, Arapapá, Caititu 2, Caititu 3, Carcará, Corrupião 3, Teiú 2, Coqueirinho 2, Papagaio e Tamanduá Mirim 2, Ararinha Azul, Corrupião 2, Teiú 3, Inhambú 2	Operação
SE Hermenegildo	210	Verace 24, Verace 25, Verace 26, Verace 27, Verace 28, Verace 29, Verace 30, Verace 31, Verace 34, Verace 35 e Verace 36	Operação
SE Icapuí	100	São Felício, Ventos de Icapuí, João de Barro	Construção não iniciada
SE Icarai	20	Icarai	Operação
SE Icarai I	150	Icarai I, Icarai II, Ilha Grande, Boca do Córrego, Ribeirão	Operação
SE Icaraizinho	60		Operação
SE Igapora III	1.500,00	CHESF	Operação
SE Itarema V	240	Itarema I, Itarema II, Itarema III, Itarema IV, Itarema V, Itarema VI, Itarema VII, Itarema VIII, Itarema IX, Itarema A e Itarema B	Operação
SE Jandaira	250	AW Nova Arizona, AW Cruzeiro, AW Olho Dagua I, AW Olho Dagua II, AW São João, Aw São Miguel, AW Santa Regia	Construção não iniciada
SE Jerusalém	190,11	Jerusalém II, Jerusalém III, Jerusalém IV, Jerusalém V, Jerusalém VI, Boqueirão I, Boqueirão II	Construção não iniciada
SE João Câmara II	210	Santa Clara I, Santa Clara II, Santa Clara III, Santa Clara IV, Santa Clara V, Santa Clara VI, Eurús VI	Operação
SE Lagoa	100	Canoas, Lagoa 2	Operação
SE Lagoa do Barro 01	240	Aura Lagoa do Barro 01,02,03,04,05,06,07 e Aura Queimada Nova 03.	Operação
SE Lagoa do Quintão	60	Palmares, Fazenda Rosário 2 e Fazenda Rosário 3	Operação
SE Lagoa dos Barros	536	OS, IN,IN2, IN3, SG, SG2, SG3, OS2, OS3	Operação
SE Lagoa dos Ventos 500 kV	811	Ventos de Santa Angela 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, Ventos de São Roque 01, 02, 04, 08, 11, 16, 17, 18	Construção
SE Lanchinha	60	Lanchinha I, Lanchinha II	Operação
SE Laranjeiras	115	Laranjeiras III, Laranjeiras IX, Curral de Pedras III, Capoeiras I, Capoeiras II, Assuruá VI e Curral de Pedras IV	Construção
SE Laranjeiras	80	Laranjeiras IX	Operação
SE Macaúbas	100	Parque Eólico Macaúbas, Parque Eólico Novo Horizonte, Parque Eólico Seabra	Operação
SE Mangue Seco	132	Mangue Seco 1, Mangue Seco 2, Mangue Seco 3, Mangue Seco 4.	Operação

SE Mel	600	Ventos de Vila Ceará I e II, Ventos de Vila Paraíba I e II, Vila Espírito Santo I, II, III, IV e V, Vila Alagoas II, Vila Sergipe I, II e III, Vila Rio Grande do Norte I e II, Vila Piauí I, II e III, Potiguar B31,B32 e B33, Toda Energia do Brasil	Operação
SE Mel 02	25	Mel 02	Operação
SE Mel 2	300	Vila Espírito Santo I, II, III, IV e V, Vila Alagoas II, Vila Sergipe I, Vila Rio Grande do Norte I, Vila Rio Grande do Norte II, Vila Piauí III, Vila Sergipe II, Vila Sergipe III, Vila Piauí I, Vila Piauí II, Ventos de Vila Ceará I (antiga EOL Vila Paraíba)	Construção não iniciada
SE Miassaba 3	78	SE Miassaba 3	Operação
SE Millennium	10,2		Operação
SE Modelo II	32	Modelo I	Operação
SE Monte do Ronca	185	São Fernando 1, 2, 4	Construção
SE Morro do Chapéu Sul Coletora	172	Boa Vista da Lagoinha, Ventos de São Abraão, Ventos da Santa Dulce, Ventos da Santa Esperança, Ventos do São Paulo e Ventos do São Mário	Operação
SE Morro dos Ventos	300	Morro dos Ventos I, III, IV, VI e IX, Eurus I e III.	Operação
SE MVII	300	WF Morro dos Ventos I, III,IV,VI E IX (bay 69kV); Eurus I, III e Morro dos Ventos II (bay 138kV)	Operação
SE Norte	100	Lagoa 3, Lagoa 4, Canoas 2, Canoas 4	Construção
SE Oitis I	230	Oitis 1, Oitis 3, Oitis 4, Oitis 5, Oitis 6, Oitis 7, Oitis 8, Oitis 9, Oitis 10, Oitis 21, Oitis 22	Construção não iniciada
SE Osório 2	249		Operação
SE Papagaios	166	Araras, Buriti, Coqueiros, Garças e Cajucoco	Operação
SE Paracuru	25		Operação
SE Parajuru	28,8		Operação
SE Paranatama	120	Serra das Vacas I, Serra das Vacas II, Serra das Vacas III, Serra das Vacas IV, Serra das Vacas V, Serra das Vacas VII	Operação
SE Pau Ferro	300	Pedra do Gerônimo, Tacaicó, Tacaicó II, Pau Ferro II	Operação
SE PE-A1.1	66,6	Guiripá e Pindaí	Operação

SE PE-A1.2	99,9	Candiba, Guanambi, Licinio de Almeida e Serra do Salto	Operação
SE PE-A1.3	66,6	Rio Verde e Alvorada	Operação
SE PE-A6	99,9	Igaporã, Ilhéus, Nossa Senhora Conceição e Porto Seguro	Operação
SE PE-A8	66,6	Pajeú do Vento e Planaltina	Operação
SE Pedra Branca	300	Pedra Branca, São Pedro do Lago, Sete Gameleiras, Mussambê, Banda de Couro, Baraúnas I, Baraúnas II	Operação
SE Pedra Cheirosa	220	Pedra Cheirosa e Pedra Cheirosa II	Operação
SE Pedra do Reino	85	Pedra do Reino I, Pedra do Reino III, Pedra do Reino IV, Pedra do Reino V	Operação
SE Pedra do Sal	20		Operação
SE Pedra Rajada	73	Pedra Rajada, Pedra Rajada II e Pedra Rajada III	Operação
SE Pindaí	300	Caetité, Espigão, Serra do Espinhaço, Borgo, Pelourinho e Jabuticaba	Operação
SE Pitombeira	150	Goiabeira, Ventos de Horizonte, Santa Catarina, Pitombeira e Ubatuba	Operação
SE Potiguares	75	União dos Ventos 4, União dos Ventos 5, União dos Ventos 6 e União dos Ventos 7	Operação
SE Praia do Morgado	28,8	Praia do Morgado	Operação
SE Praia Formosa	120	Praia Formosa	Operação
SE Prainha	0,4	Taíba	Operação
SE Prainha	0,4	Taíba	Operação
SE Quixaba	30		Operação
SE REB Cassino	80	REB Cassino I, REB Cassino II, REB Cassino III	Operação
SE Renascença V	40		Operação
SE Riachão	150	Riachão I, Riachão II, Riachão IV, Riachão VI, Riachão VII	Operação
SE Rio do Fogo	32	Arizona 1, EOL Rio do Fogo	Operação
SE Rio do Ouro	100	Bom Jardim, Pulpito, Rio do Ouro, Santo Antonio	Operação
SE Rio Do Vento II	520	Ventos de Santa Martina 01, 09, 10, 11, 12, 13, 14 e Ventos de São Januário 23	Construção não iniciada

SE Santa Edwiges	125	Ventos de Santa Angelina, Ventos de Santa Edwiges, Ventos de Santa Bárbara	Operação
SE Santa Mônica	93	Santa Mônica, Ventos de São Martinho e Santa Úrsula	Operação
SE Santa Rosália	160	Vento Formoso, Ventos de Tianguá, Ventos de Tianguá do Norte, Ventos do Morro do Chapéu e Ventos do Parazinho	Operação
SE Santa Verônica	150	São Moisés, Santa Verônica, Ventos de Santo Adriano, Ventos de Santo Albano	Operação
SE Santo Amaro	150	Santa Veridiana, São Basílio, Santo Anastácio, São Félix	Construção
SE Santo Inacio	240	Garrote, Santo Inácio IV, Santo Inácio III, São Raimundo, Gravier	Operação
SE São Clemente	600	Ventos de São Clemente 1 à 8	Operação
SE São Martinho	90	São Domingos, Ventos de Santo Dimas, Ventos de São Benedito, Santa Mônica e Ventos de São Martinho	Operação
SE São Miguel	120	União dos Ventos 15 e 16	Operação
SE Senandes	127	Corredor do Senandes II, Corredor do Senandes III, Corredor do Senandes IV e Vento Aragano I	Operação
SE Serra da Babilônia	300	Serra da Babilônia A, B, C, D, E e F	Construção não iniciada
SE Serra da Babilônia	300	Serra da Babilônia II, Serra da Babilônia VI, Serra da Babilônia VII, Serra da Babilônia VIII, Serra da Babilônia IX, Serra da Babilônia X, Serra da Babilônia XI, Serra da Babilônia XII	Operação
SE Serra das Almas II	450	Serra das Almas I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII e XIV	Construção não iniciada
SE Serra de Santana I	78	Serra de Santana I e Serra de Santana II	Operação
SE Serra de Santana III	80		Operação
SE Serra do Seridó	650	Serra do Seridó I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII e XIV	Construção não iniciada
SE Serra I&II	82	Macambira I, Serra dos Santana 1 e Serra dos Santana 2	Operação
SE Serra III	158	Serra do Santana 3, Pelado, Macambira II, Serra do Santana 4, Pedra Rajada, Pedra Rajada II, Pedra Rajada III, Serra III	Operação
SE Serra Verde	140	Serra Verde I, II, III, IV, V	Construção não iniciada
SE Serrote	360	Serrote I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII, Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI	Construção
SE SET 13 1	200	Ventos do Nordeste, Tanque, Da Prata, Araças, Maron, Pilões	Operação
SE SET 13 2	200	Morrão, Seraíma, Dourados e Ametista	Operação
SE SET 5 1	66,6	Caetité, Espigão, Serra do Espinhaço	Operação
SE SET 5 2	66,6	Borgo e Pelourinho	Operação
SE Sul I	100	Chafariz 4, Chafariz 5, Ventos de Arapuá 2 e Ventos de Arapuá 3	Construção não iniciada

SE Sul I	100	Chafariz 5, Ventos de Arapua 1, Ventos de Arapua 2, Ventos de Arapua 3	Construção não iniciada
SE Sul II	100	Chafariz 2, Chafariz 3, Chafariz 6, Chafariz 7, Chafariz 1, Chafariz 5, Ventos de Arapua 1, Ventos de Arapua 2, Ventos de Arapua 3	Construção
SE Taíba	20	Taíba, Pecem	Operação
SE Taíba	75	Taíba Águia, Taíba Andorinha e Taíba Colônia	Operação
SE Testa Branca	75	Testa Branca I, Testa Branca III	Operação
SE Umburanas	399	Umburanas 01, 02, 03, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23 e 25	Operação
SE União dos Ventos	50	União dos Ventos 8, União dos Ventos 9 e União dos Ventos 10	Operação
SE União dos Ventos 13	90	União dos ventos 12, 13 e 14.	Operação
SE Unitária SE01	1,6		Operação
SE Vale dos Ventos	48	Camurim, Presidente	Operação
SE Valência I	33		Construção não iniciada
SE Valência II	33		Construção não iniciada
SE Valência III	33		Construção não iniciada
SE Ventos de São Benedito	93	Ventos de Santo Dimas, Ventos de São Benedito e São Domingos	Operação
SE Vila Amazonas	300	Caiçara I, Caiçara II, Junco I, Junco II, Vila Amazonas V, Vila Acre I, Vila Pará I, Vila Pará II e Vila Pará III	Operação
SE_A12_1	750	Angelim, Umbuzeiro, Anísio Teixeira, Tinguí, Jequitibá, Jurema Preta	Construção
SE-1	210	Aura Mangueira IV, Aura Mangueira VI, Aura Mangueira XVII, Aura Mangueira XII, Aura Mangueira XIII, Aura Mirim VI, Aura Mirim VIII, Aura Mangueira XI, Aura XV, Aura Mirim IV, Aura Mangueira VII e Aura Mirim II	Operação
SE-2	52	Aura Mangueira XII, Aura Mangueira XIII, Aura Mirim VI, Aura Mirim VIII	Operação
SE-3	70	Aura Mangueira IV, Aura Mangueira VI, Aura Mangueira XVII, Aura Mirim VI e Aura Mirim VIII	Operação
Subestação Acauã	120	Acauã I, Acauã II, Acauã III, Baixa do Sítio	Construção não iniciada
Subestação Eletrosul	30		Operação
Subestação Eólica Beberibe	33	NÃO	Operação
Subestação João Câmara III	1.800,00	Renascença I, Renascença II, Renascença III, Renascença IV e Ventos de São Miguel	Operação
Subestação Monte Verde	550	Jerusalém I, Jerusalém II, Jerusalém III, Jerusalém IV, Jerusalém V, Jerusalém VI, Monte Verde II, Monte Verde III, Monte Verde IV, Monte Verde V, Monte Verde VI, Catanduba RN I	Construção não iniciada
Subestação Unitária SE02	1,6		Operação

Subestação Unitária SE03	1,6		Operação
Terra Santa	100	Terra Santa I, Terra Santa II	Construção
Tucano	600	Tucano II, Tucano III, Tucano IV, Tucano V, Tucano VI, Tucano VII, Tucano VIII, Tucano IX, Tucano X, Tucano XI, Tucano XIII, Tucano XVI, Tucano XVII	Construção não iniciada
Ventos da Bahia III	240	Ventos da Bahia XIV, XXIII, XXVII	Construção não iniciada
Ventos de Santa Eugênia	450	Ventos de Santa Eugênia 01, 02, 03, 05, 06, 07, 08, 09, 12, 13	Construção não iniciada

Fonte: SIGEL