



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL  
DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA – UNILAB  
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS**

**ARISTÓTELES DE ALMEIDA DIOGO**

**PANORAMA DA ENERGIA FOTOVOLTAICA:  
ANÁLISE COMPARATIVA BRASIL-ANGOLA**

**REDENÇÃO**

**2023**

**ARISTÓTELES DE ALMEIDA DIOGO**

**PANORAMA DA ENERGIA FOTOVOLTAICA:  
ANÁLISE COMPARATIVA BRASIL-ANGOLA**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energias.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rejane Felix Pereira.

**REDENÇÃO**

**2023**

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Diogo, Aristóteles de Almeida.

D591p

Panorama da energia fotovoltaica: análise comparativa Brasil-Angola / Aristóteles de Almeida Diogo. - Redenção, 2023.  
45fl: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rejane Felix Pereira.

1. Energias renováveis. 2. Energia solar. 3. Angola. I. Pereira, Rejane Felix. II. Título.

CE/UF/BSCA

CDD 621.47

---

## **ARISTÓTELES DE ALMEIDA DIOGO**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energias.

Aprovado em: \_\_/\_\_/\_\_

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rejane Felix Pereira (Orientadora)  
Universidade Da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Alencar Firmo de Araújo  
Universidade Da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

---

Dr. Eduardo de Sousa Lemos  
Procurador de Contas do Ministério Público junto ao TCE-CE

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e por tudo que tem feito por mim.

Agradeço a excelente mãe que tenho, Guiomar Malheiros Dias de Almeida da Luz, por se dedicar até os dias de hoje por mim, e me apoiar durante esta minha trajetória acadêmica.

Agradeço aos meus irmãos, Jó da Luz, Betinha da Luz, Weza Jandira, Yuri Matoso, aos meus primos Elizandro Soares, Rossano Paixão, e ao meu cunhado Nelo Mateus.

Agradeço a minha professora e orientadora Rejane Felix Pereira, pela excelente orientação, dedicação, suporte, e conselhos, na qual agregaram exponencialmente para realização deste trabalho.

Agradeço a todos os professores e técnicos de laboratórios que fizeram parte desta minha trajetória acadêmica.

Agradeço aos meus familiares e amigos que direta ou indiretamente contribuíram para esta conquista, em especial cito o Alexandre Olímpio, Horiecel dos Santos, Simão Bernardo e Filipe Pinto, Gaspar da Silva, Onésimo Semedo, Graça Belo, Verónica da Silva, Ulamba Jorge.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal explorar o panorama da energia fotovoltaica no Brasil e Angola, por intermédio da verificação da capacidade instalada desde a implementação das primeiras usinas fotovoltaicas, e projeções atuais. Este estudo, se justifica pela demanda energética global e pela importância de um olhar clínico nas fontes renováveis, dado que as fontes de energias não renováveis aumentam a emissão de gases poluentes na atmosfera e possuem um alto custo de investimento. Por meio de uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico, este trabalho se iniciou com levantamento bibliográfico nos *sites* ANEEL, ABSOLAR, ONS, MINEA e ALER, bem como em artigos e revistas, e prosseguiu com a análise e discussão desses dados, em que se observou a capacidade da energia solar fotovoltaica do Brasil e Angola, associada ao número de empreendimentos em operação, em construção e projetados. No caso do Brasil destacou-se o estado de Minas gerais, Piauí, e Bahia, com a capacidade de geração muito produtiva. No caso de Angola, falta mais exploração da energia solar fotovoltaica, mas a província com maior destaque é a província de Benguela com um total de 285 MW e é a maior da África subsaariana. Em suma, com avanço da tecnologia fotovoltaica, a sociedade está cada vez mais capacitada para gerar energia limpa e sustentável para um futuro próspero do planeta.

**Palavras-chave:** Energias renováveis. Energia solar. Angola.

## ABSTRACT

This work had as main objective to explore the panorama of photovoltaic energy in Brazil and Angola, through the examination of the installed capacity since the implementation of the first photovoltaic plants, and current projections. This study is justified by the global energy demand and the importance of a clinical look at renewable sources, given that non-renewable energy sources increase the emission of pollutant gases to the atmosphere and have a high investment cost. This paper presents a qualitative bibliographical research. The work was organized in the following steps: bibliographic research in the *sites* ANEEL, ABSOLAR, ONS, MINEA and ALER, as well as in articles and magazines; and data analysis and discussion. With the data collected it was observed the capacity of photovoltaic solar energy in Brazil and Angola, the number of projects in operation, under construction and those in construction not yet started. In the case of Brazil the states of Minas Gerais, Piauí, and Bahia stand out, with a very productive generation capacity. In the case of Angola more exploration of photovoltaic solar energy is lacking, but the province with the greatest prominence is the province of Benguela with a total of 285 (MW) and is the largest in sub-Saharan Africa. In summary, with the advancement of photovoltaic technology in the world, we are very close to generate more and more, clean and sustainable energy for the prosperous future of the planet.

Keywords: Renewable energy. Photovoltaic solar energy. Angola.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Produção de energia elétrica por fonte, 1973-2019.....	11
Figura 2 - Linha do tempo da energia solar 1839-2015.....	15
Figura 3 - Engenheiro da Bell Labs testando bateria solar em 1954.....	16
Figura 4 - Geração de eletricidade solar fotovoltaica, mundo 1990-2020.....	17
Figura 5 - Mapa de localização do Brasil.....	17
Figura 6 - Mapa solar do potencial de energia fotovoltaica do Brasil entre 1999 e 2018...	18
Figura 7 - Usina solar de Tauá.....	19
Figura 8 - Parametrização no sistema da NOS.....	20
Figura 9 - Evolução da Capacidade de Energia Solar Instalada no Brasil.....	21
Figura 10 - Crescimento da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.....	22
Figura 11 - África lidera o mundo em potencial de energia solar.....	23
Figura 12 - Mapa de localização de Angola.....	24
Figura 13 - Mapa solar do potencial de energia fotovoltaica de Angola entre 1994 e 2018.	25
Figura 14 - Mapa de localização da aldeia de Cabiri.....	27
Figura 15 - Aldeia solar de Cabiri.....	27
Figura 16 - Resumo das etapas desta Pesquisa em Fluxograma.....	29
Figura 17 - Módulos fotovoltaicos - Volume de importações em [MWp].....	30
Figura 18 - Inversores fotovoltaicos - Volume de importações em [MWp].....	31
Figura 19 - Potencial instalado por Estado.....	32
Figura 20 - Mapa do Brasil com a quantidade de usinas instaladas por estado.....	33
Figura 21 - Potencial instalado por cada região.....	34
Figura 22 - Mapa do Brasil com potencial previsto em (GW) - Construção não iniciada...	34
Figura 23 - Quantidade de instalações em construção não iniciada.....	36
Figura 24 - Quantidade do potencial previsto em construção, período 2019-2054.....	36
Figura 25 - Total de infraestruturas em construção por região.....	37
Figura 26 - Total de infraestruturas com a construção não iniciada.....	37
Figura 27 - Implementação de Sistemas Solares Fotovoltaicos Autônomos.....	39
Figura 28 - Wintech luminária led poste exterior 50w + painel solar.....	39
Figura 29 - Central Solar por Província em Angola.....	40
Figura 30- Mapa de Angola com a distribuição das centrais solares fotovoltaicas.....	42



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ADM	Administração
ALER	Associação Lusófona de Energia Renováveis
ANEEL	Agência nacional de energia
BEM	Balanço Energético Nacional
EREDA	Energías Renovables y Desarrollos Alternativos S.L.U
IEA	Agência Internacional de Energia
UNEP	Programa Ambiental das Nações Unidas
MINEA	Ministério da Energia e Águas
ICSM	Imposto sobre circulação de mercadorias e serviço

## LISTA DE SÍMBOLOS

GW	Gigawatt
kWh	Kilowatts hour em inglês (quilowatt-hora)
kWp	Kilowatts peak em inglês (quilowatt-pico)
MW	Megawatt
MWp	Megawatt-pico

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Objetivos da Pesquisa .....	12
1.1.1 Objetivo geral .....	12
1.1.2 Objetivos específicos .....	12
1.2 Justificativa .....	12
1.3 Organização do trabalho .....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
2.1 Breve histórico da energia fotovoltaica no mundo .....	14
2.2 Evolução da energia fotovoltaica no Brasil .....	17
2.3 Energia fotovoltaica no continente Africano .....	22
2.3.1 Energia fotovoltaica em Angola .....	24
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
4.1 Evolução dos custos dos sistemas fotovoltaicos no Brasil .....	30
4.2 Evolução da geração fotovoltaica no Brasil .....	31
4.2.1 <i>Potencial instalado</i> .....	31
4.2.1.1 <i>Por Estado</i> .....	32
4.2.1.2 <i>Por Região</i> .....	33
4.2.2 <i>Potencial previsto</i> .....	34
4.2.2.1 <i>Por Estado</i> .....	35
4.2.2.2 <i>Por Região</i> .....	37
4.3 Evolução da geração fotovoltaica em Angola .....	38
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>

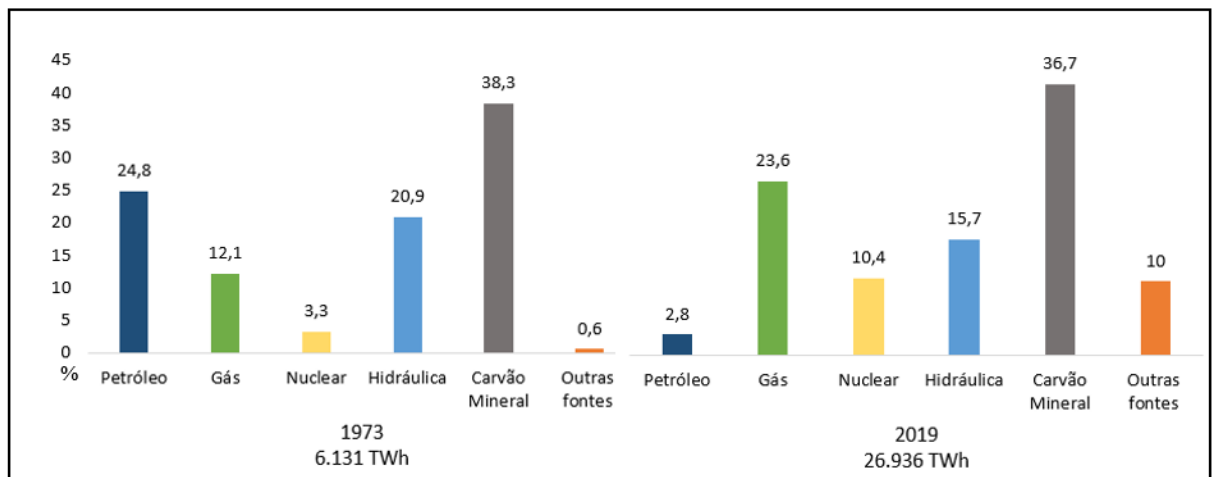
## 1 INTRODUÇÃO

Por vários séculos, a humanidade sentiu-se obrigada a usar os meios naturais que o planeta oferecia, para remediar suas necessidades diárias energéticas, sem analisarem os danos que poderiam surgir depois de várias décadas. Este trabalho busca fazer um levantamento bibliográfico, e uma análise metódica do panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil e Angola. Deste modo é necessário definir o que são fontes renováveis e não renováveis.

As fontes de energia não renováveis são aquelas que a sua reposição na natureza é feita de forma prolongada, enquanto as energias renováveis são aquelas cuja sua reposição na natureza é feita de forma mais rápida. As fontes não renováveis são: carvão mineral, petróleo, gás natural entre outras. Já as renováveis são: solar, eólica, hidrelétrica, biomassa, entre outras.

A Figura 1 ilustra, com base no Balanço Energético Nacional – BEN (2022), a Produção de energia elétrica por fonte entre 1973 e 2019, na qual é possível observar o crescimento das energias renováveis mundialmente.

**Figura 1-** Produção de energia elétrica por fonte, 1973-2019.



Fonte: Adaptado de BEM (2022)

As fontes de energia renováveis já comprovaram que podem suportar a economia mundial de diversas maneiras, porém os combustíveis fósseis e a eletricidade continuam sendo a base sólida para o funcionamento do modelo tecnológico atual das sociedades (BARROS, 2007).

Porém, é importante observar que as questões envolvendo o impacto ambiental devem ser empregadas com cautela, pois deve-se considerar não apenas os impactos durante a

operação das fontes, mas também o impacto e as emissões ainda na fase de produção (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015, p. 75).

## **1.1 Objetivos da Pesquisa**

### 1.1.1 Objetivo geral

Explorar o panorama da energia fotovoltaica no Brasil e Angola, por intermédio da examinação da capacidade instalada desde a implementação das primeiras usinas fotovoltaicas, e projeções atuais.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Traçar um panorama histórico da energia fotovoltaica no mundo, no Brasil e Angola;
- Descrever os principais motivos que proporcionam o crescimento da fonte fotovoltaica no Brasil e em Angola;
- Apresentar os empreendimentos fotovoltaicos, em operação, e em construção no Brasil e em Angola.

## 1.2 Justificativa

Diante do cenário mundial atual das energias renováveis, a energia solar fotovoltaica se mostra como peça fundamental para o desenvolvimento sustentável do meio ambiente, e recurso indispensável para o desenvolvimento da sociedade.

Este trabalho se justifica pela demanda energética global e a importância de um olhar clínico nas fontes renováveis, dado que as fontes de energias não renováveis aumentam a emissão de gases poluentes na atmosfera e possuem um alto custo de investimento.

A presente pesquisa possui importância social e acadêmica, na medida em que, a energia solar fotovoltaica é uma energia limpa e inesgotável e possui previsões de grande crescimento em Angola e já se encontra em grande destaque no Brasil.

### 1.3 Organização do trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos organizados da seguinte forma:

- No Capítulo 1 foi apresentado a introdução do trabalho e contextualização da pesquisa, incluindo os objetivos gerais e específicos, bem como a justificativa e a organização do trabalho;
- No Capítulo 2 foi tratado a da fundamentação teórica, onde foram abordados os principais conceitos do tema, e um breve histórico da energia solar fotovoltaica no mundo, apresenta também a evolução da energia fotovoltaica no Brasil no continente africano e em Angola.
- No Capítulo 3 apresentou-se a metodologia utilizada para a realização deste trabalho, de forma minuciosa, e os caminhos para a realização de cada etapa dessa pesquisa;
- No capítulo 4 foram discutidos os resultados da pesquisa, e para isso, utilizados mapas coropléticos tabelas e gráficos.
- ❖ O capítulo 5, tratou das considerações finais e recomendações para trabalhos futuros, levando em conta as informações obtidas nos capítulos anteriores, e assim concluindo este trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Breve histórico da energia fotovoltaica no mundo

A energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia limpa e renovável que usa radiação solar para produzir eletricidade, e tem como base o efeito fotoelétrico, ou seja, partículas luminosas, que alguns materiais são capazes de absorver fótons e gerar corrente elétrica. A energia solar fotovoltaica é conceituada como a energia ocasionada pela conversão da radiação solar em eletricidade, por meio de um dispositivo chamado de célula fotovoltaica que opera pelo princípio fotoelétrico.

A energia solar fotovoltaica vem demonstrando sua qualidade e diferencial no cenário mundial, e isso se deve à sua eficiência e à taxa elevada de crescimento que vai continuar mediante ao apelo mundial para o desenvolvimento de mais energias limpas no mundo (SILVA, 2015).

Existem vários fatores que contribuem para o crescimento das energias limpas, no caso da energia solar fotovoltaica, um desses fatores é o custo reduzido dos equipamentos fundamentais para sua produção, ocasionado por intermédio do incremento do capital no setor privado e público. Porém um dos fatores que contribui de forma negativa é o encarecimento dos preços da energia elétrica, criando antagonismo no mercado global (SILVA, 2015).

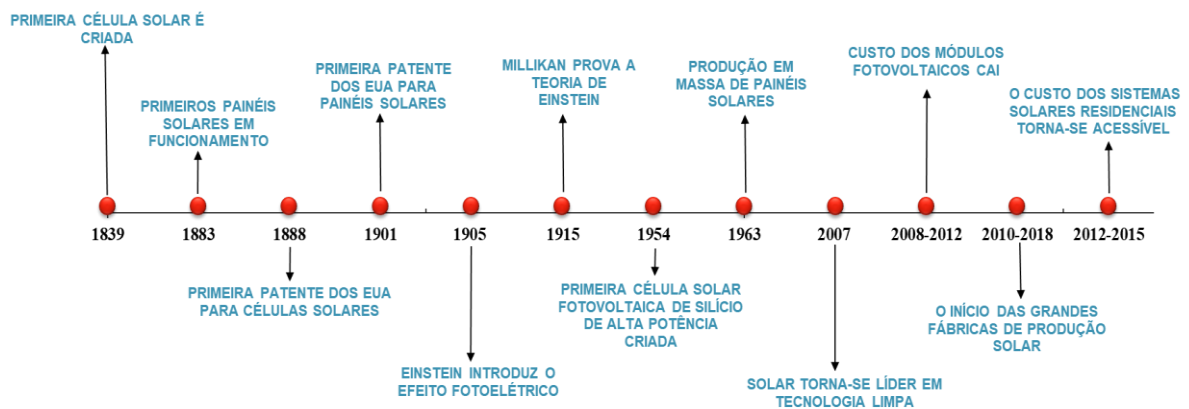
Segundo Marques, Krauter e Lima (2009, p. 154) a energia solar remonta às origens das antigas civilizações: Arquimedes utilizou espelhos para direcionar raios solares e atacar uma frota hostil em 212 a.C n, incendiando as suas velas a uma distância de algumas centenas de pés”. A energia fotovoltaica teve seu pontapé de início em 1839, depois das pesquisas do físico francês Alexandre Edmond Becquerel.

Vallêra e Brito (2006, p. 10), afirma que aspectos da primeira célula fotovoltaica moderna, “tinha apenas dois centímetros quadrados de área e uma eficiência de 6%, gerando 5 MW de potência elétrica. Cinquenta anos depois das primeiras células fotovoltaicas, em 2004, foram produzidas cerca de 1 bilhão de células, com eficiências da ordem dos 16%”. Segundo Marques, Krauter e Lima (2010, p. 154), “o aproveitamento da energia solar como fonte alternativa de energia elétrica começou em 1959 nos Estados Unidos. O objetivo principal era aproveitá-la como geradora de energia elétrica para satélites. Daquele ano até hoje, o preço das células solares caiu mais de 1000%”.

Na Figura 2, observar-se a linha do tempo dos principais acontecimentos da energia solar no mundo, desde a idealização até a produção e os acontecimentos mais marcantes

historicamente. No primeiro ponto tem-se as primeiras células solares, elaboradas pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel que teve como base fazer testes em eletrodos de metal em uma solução ácida, e originou a primeira célula solar, conhecida como célula fotovoltaica com a capacidade de transportar uma corrente elétrica da luz. No segundo ponto referente ao ano de 1883, o inventor Charles Fritts projeta os primeiros painéis solares que entram em funcionamento, esses painéis foram construídos de selênio em uma base de ouro.

**Figura 2** - Linha do tempo da energia solar 1839-2015.



Fonte: Elaboração própria a partir de Almerini (2022).

A primeira célula tinha apenas 1% de eficiência, o rendimento baixo das células solares deu-se em grande parte pelo selênio, que não conduz eletricidade perfeitamente e não é forte o suficiente para produzir energia, contudo, tal experimento abriu o caminho magnífico para grandes avanços nas décadas seguintes.

Em 1888, Edward Weston registou a primeira patente nos EUA para célula solar, o desenvolvimento dessa célula ajudou a gerar mais interesse de pesquisas e financiamentos para criar painéis solares eficientes. Treze anos depois, em 1901, Nikola Tesla registou a patente nos EUA relativamente ao aparelho e método de utilização de energia radiante, atualmente conhecido como painel solar.

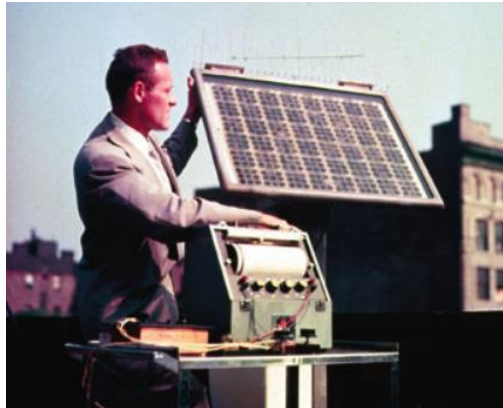
A Figura 2, apresenta, ainda, outros eventos que marcaram o desenvolvimento da energia solar, como a publicação do artigo de Albert Einstein sobre a teoria por trás do efeito fotoelétrico, que comprovou oficialmente o processo de como o sol gera energia através de células solares. Em 1915, Robert Millikan realizou um experimento relacionado à teoria de Einstein sobre o efeito fotoelétrico, e conseguiu resultados satisfatórios.

Em 1954, físicos do Bell Labs, composto por Gerald Pearson, Daryl Chapin e Calvin Fuller, mostraram a primeira célula fotovoltaica solar de silício de elevada potência que



aumenta a eficiência da conversão de energia, substituindo o silicógeno pelas pastilhas de selênio. A Figura 3 ilustra, engenheiro da Bell Labs testando a bateria solar em 1954, conhecida atualmente como painéis fotovoltaicos.

**Figura 2-** Engenheiro da Bell Labs testando bateria solar em 1954.



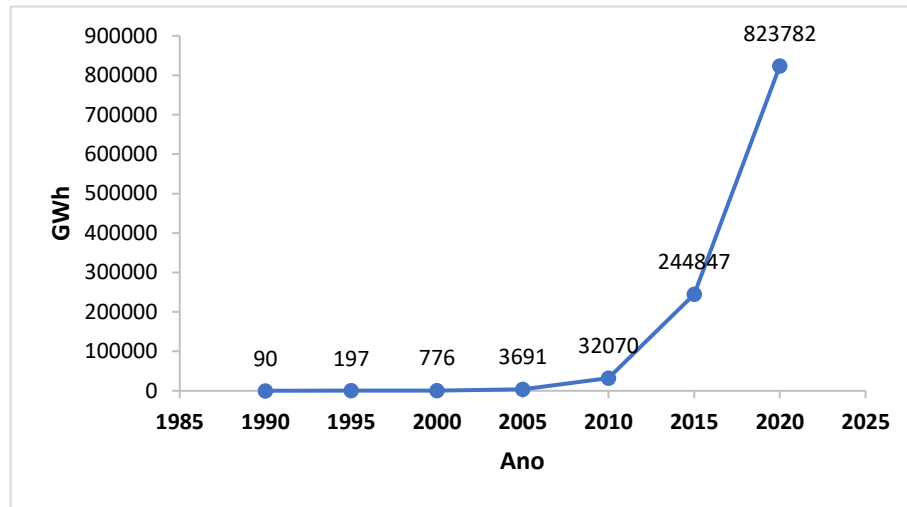
Fonte: Bell Labs (1954).

Em 1963, a empresa japonesa Sharp Corporation fabricou um módulo fotovoltaico de células solares de silício gerando uma produção em massa de painéis solares. Assim, devido a investimentos globais em 2007, a energia solar se tornou líder em tecnologia limpa, que pode ser caracterizado como um conjunto de métodos ou práticas ecologicamente adequadas e sustentáveis para geração de energia.

No período de 2008 a 2012, os custos dos módulos fotovoltaicos caíram, devido aos subsídios constantes da Alemanha e aos programas novos em países como Austrália, Itália e Espanha. De 2010 a 2018, as empresas de manufatura chinesas começam a construir grandes fábricas automatizadas de produção de células solares e módulos solares que reduzem ainda mais o custo dos módulos. Entre 2012 e 2015 o custo dos sistemas solares residenciais se tornou mais viável e as instalações de sistemas solares residenciais se tornaram mais econômicas.

A Figura 4, ilustra a geração de eletricidade solar fotovoltaica no mundo no período de 1990 a 2020, em que de 1985 até 2005, a geração da energia no mundo não era expressiva, mas de 2005 até 2010 o crescimento começou a ser significativo, mas de 2010 até 2020 o crescimento foi exponencial, corroborando com o que foi explanado anteriormente.

**Figura 4** - Geração de eletricidade solar fotovoltaica mundo 1990-2020.



Fonte: Adaptado a partir IEA (2022).

## 2.2 Evolução da energia fotovoltaica no Brasil

O Brasil está localizado, no continente sul-americano, e possui uma área de 8.516.000 km<sup>2</sup>. Relativamente a hemisférios, situa-se totalmente no hemisfério ocidental, a maior parte de sua extensão está no hemisfério sul e uma pequena parte situa-se no hemisfério norte. A Figura 5 ilustra o mapa de localização do Brasil.

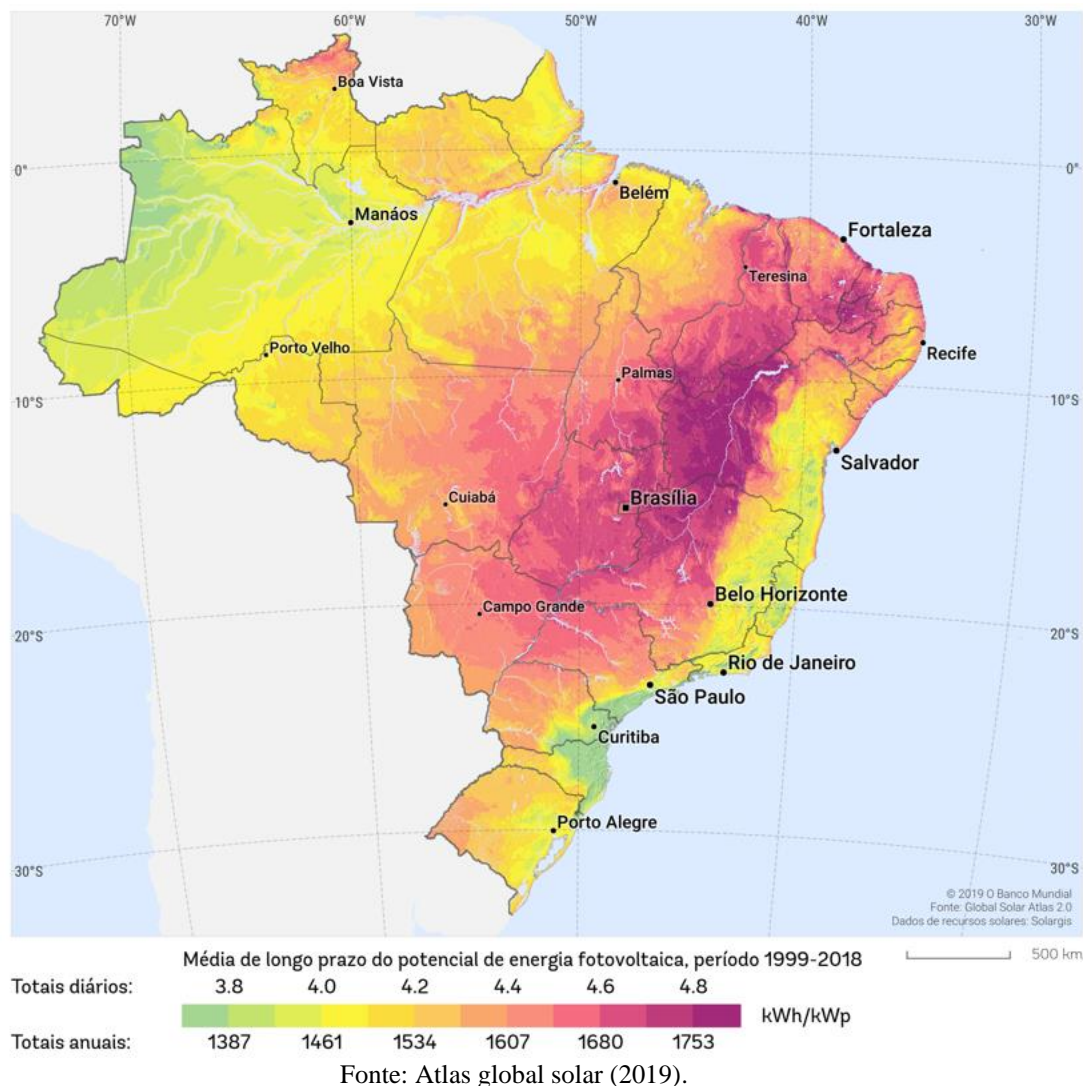
**Figura 5** - Mapa de localização do Brasil



Fonte: Acervo próprio.

A Figura 6 ilustra o mapa solar do Brasil. Este mapa fornece um resumo do potencial estimado de produção de energia solar fotovoltaica, e representa os totais médios diários/anuais da produção de eletricidade de uma central solar fotovoltaica ligada à rede de 1 kW de potência, calculados para um período de 20 anos, entre 1999 e 2018. O mapa especifica as principais regiões brasileiras que possuem maior vantagem na produção de energia solar.

**Figura 6** - Mapa solar do potencial de energia fotovoltaica do Brasil entre 1999 e 2018.



A energia solar no Brasil teve seu início em agosto de 2011 com a construção da usina de energia solar de Tauá, que está localizada no estado do Ceará, município de Tauá, distante 337 km de Fortaleza. Essa usina foi construída pela empresa MPX e atualmente é dirigida pela empresa ENEVA, a qual projeta expandir o ativo solar existente, o que elevará a capacidade de geração da usina solar, que hoje possui uma disponibilidade de 1 MW gerados

por cerca de 4.680 painéis fotovoltaicos instalados em uma área de... (equivalente à 10 piscinas olímpicas), para chegar ao pico de 65 MW (TAUÁ, 2022).

A escolha da cidade de Tauá foi porque ela possui bons indicadores de radiação solar ao longo do ano. Martins (2015) diz que “a usina solar está conectada ao sistema elétrico brasileiro. A Companhia Energética do Ceará-Coelce, recebe e distribui o equivalente a 1 megawatt, o suficiente para abastecer 1,5 mil famílias”. Na Figura 7 observa-se as instalações da usina solar de Tauá.

**Figura 7** - Usina solar de Tauá.



Fonte: Eneva (2020).

No ano de 2012, houve no Brasil um grande marco histórico referente a produção de energias alternativas com a chegada da resolução 482/2012, definida pela Agência Nacional de Energia (ANEEL), com a entrada dessa resolução foi possível criar alternativas para geração de energia elétrica própria, conseguindo créditos energéticos que poderiam ser descontados nas contas de energia.

Essa regulamentação trouxe para o cidadão brasileiro liberdade para fazer parte da geração distribuída, pois seu objetivo é “estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica” (ANEEL, 2012, p. 1).

Em 2015, a ANEEL lançou a resolução normativa N° 687, que chegou com o objetivo de realizar o aperfeiçoamento da resolução 482/2012, e trouxe pontos importantes a serem citados, tais como: autoconsumo remoto e geração compartilhada; compensação de

créditos entre matrizes e filiais de empresas; aumento do limite da minigeração distribuída de 1 MW para 5 MW, ou seja, reduzir os custos e o tempo de conexão das micro e minigerações.

Segundo os dados encontrados no Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2022) foi feita uma parametrização da evolução da capacidade instalada desde o ano de 2015 com a entrada da resolução nº 687, e constatou-se um enriquecimento, em grande escala, do potencial de geração de energia solar fotovoltaica.

A Figura 8 mostra o sistema de parametrização usado no filtro para obter os dados com precisão e efetuar uma busca consistente da capacidade de geração comercial de 2015 a 2022.

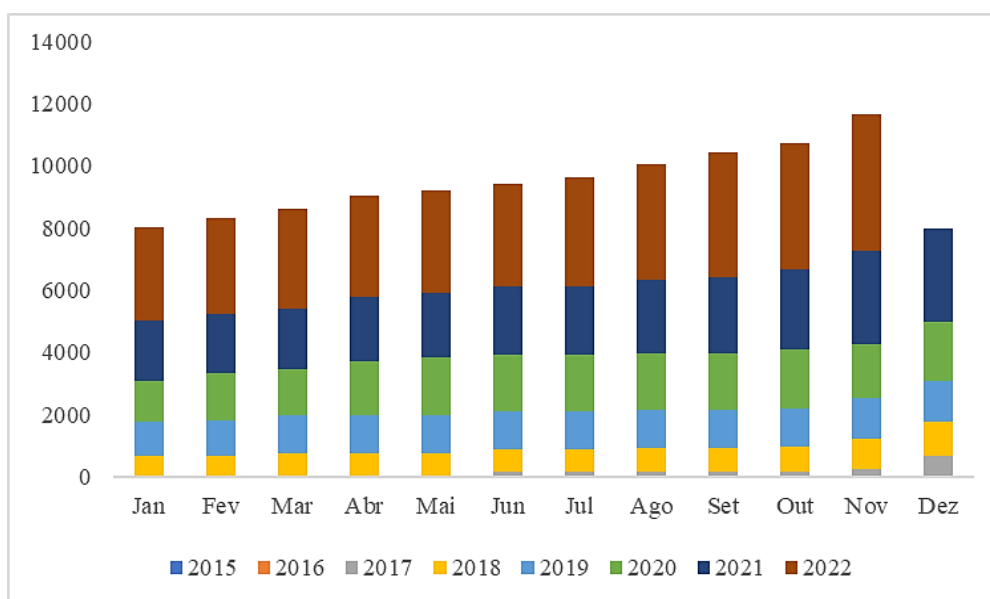
**Figura 8** - Parametrização no sistema da ONS.

The image shows a web-based filter interface titled "Filtros:". It contains several input fields and a date range selector:

- Tipo de Usina:** A dropdown menu with "Solar" selected.
- Período (Anos):** A date range selector with "2.015" on the left and "2.022" on the right.
- Tipo de Capacidade:** A dropdown menu with "Comercial" selected.
- Localização:** A dropdown menu with "(Tudo)" selected.
- Subsistema:** A dropdown menu with "(Tudo)" selected.
- Estado:** A dropdown menu with "(Tudo)" selected.
- Ponto de Conexão:** A dropdown menu with "(Tudo)" selected.
- Usina:** A dropdown menu with "(Tudo)" selected.

Fonte: Elaboração própria a partir de ONS (2022).

A Figura 9 surgiu depois da parametrização no sistema da ONS, considerando o tipo de usina solar, objeto deste estudo com capacidade comercial instaladas em todos os Estados brasileiros em um período de 2015 a 2022.

**Figura 9** - Evolução da Capacidade de Energia Solar Instalada no Brasil.

Fonte: Elaboração própria a partir de ONS (2022).

A Figura 9 apresenta o desdobramento da capacidade instalada de geração das usinas solares, o qual pode-se perceber que do mês de janeiro até dezembro de 2017, o índice da capacidade era baixo, já de janeiro a dezembro de 2018 – 2019 o crescimento já era bem visível. De janeiro a dezembro dos anos de 2020 – 2021, o crescimento foi ainda maior e bem destacado, por fim em de janeiro a outubro de 2022 o crescimento foi maior em relação aos outros anos. Ressalta-se que as resoluções e a redução dos custos dos módulos fotovoltaica contribuíram significativamente para o crescimento da geração fotovoltaica no Brasil.

Em 7 de Dezembro de 2021, a ANEEL lançou a resolução normativa nº 1.000 (Ren1000/2021) que estabelece as “Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010, nº 470, de 13 de dezembro de 2011, e a nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências”. (ANEEL, 2021, p. 1).

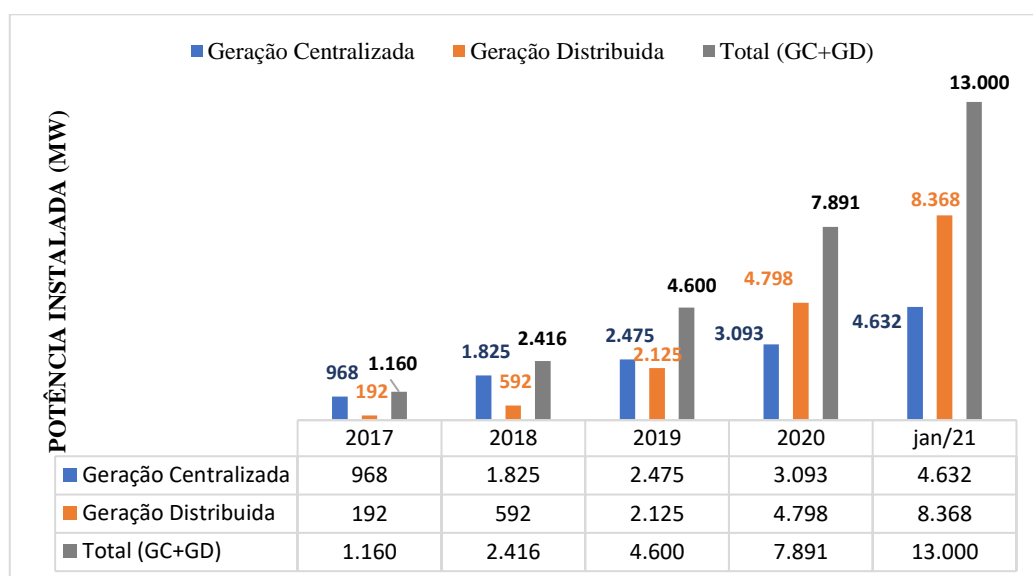
O objetivo dessa resolução é melhorar os procedimentos para a conexão das instalações do consumidor e aos mais variados usuários, o que está incluído nas unidades consumidoras com a geração distribuída, e fortifica as principais regras para a prestação de serviço público de distribuição de energia elétrica.

Em 6 de janeiro de 2022 foi lançada a lei 14.300/2022, que implanta o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, e trouxe uma redução da potência instalada para projetos de energia solar que antes era 5MW para 3MW. Nesse contexto, a ANEEL viabiliza meios para uma análise dos benefícios da energia solar fotovoltaica para o Brasil.

Com o objetivo de assegurar a restituição do período para os consumidores que pretendem produzir a própria energia, as associações do setor solar discutem o projeto de lei 2703/2022, que recomenda prologar até 12 meses o prazo para acompanhar os pedidos de solicitações dos consumidores mediante as regras tarifárias atuais, visto que a entrada das novas regras a questão tarifária contém poucas vantagens para as unidades de microgeração e de minigeração distribuída.

Com base na Figura 10 de 2017 a 2019, a geração centralizada mostrou-se em maiores proporções em relação a geração distribuída, mas em 2020 e no princípio de 2021 o quadro foi totalmente diferente, pois observou-se um crescimento na energia gerada pelos consumidores.

**Figura 10** - Crescimento da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.



Fonte: Adaptado de ANEEL/ABSOLAR (2022).

### 2.3 Energia fotovoltaica no continente Africano

O crescimento da economia na África cria desafios energéticos peculiares ajustados à probabilidade crescente e de maior resistência à sustentabilidade. Por esse motivo, procurar métodos para maior sustentabilidade e para as diversas necessidades energéticas está cotado como um dos indispensáveis desafios para o engrandecimento exponencial do continente.

O meio ambiente natural Africano proporciona riquezas em fontes de energia renováveis tais como: hídrica, solar, eólica, biomassa e outras, e este é o momento propício para

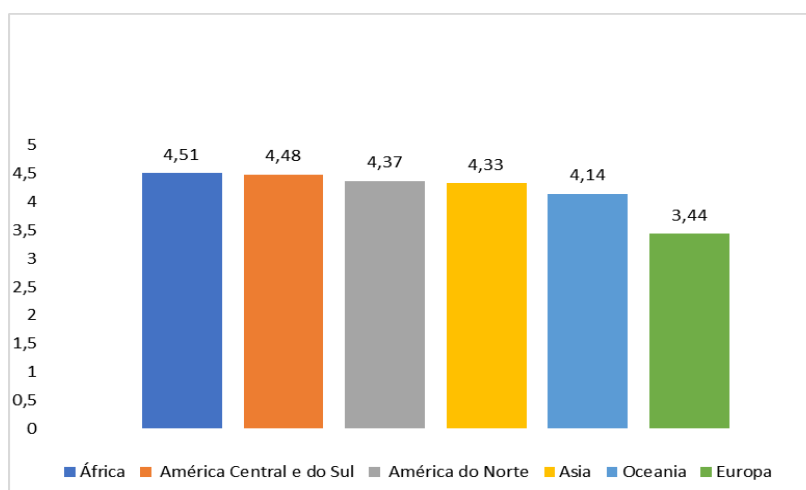


fazer planejamentos visando melhorar a distribuição energética no continente. O continente africano possui uma abundante fauna e recursos naturais, o continente desfruta de uma grande unidade de recursos naturais do mundo, recursos esses para não renováveis e renováveis (UNEP, 2022).

De acordo com Ehl (2022), a África se mostra com excelentes quadros para o desenvolvimento da energia solar, mas somente 1% de todos os sistemas fotovoltaicos instalados do mundo se encontra lá. Ainda assim, mesmo com esse índice bom gerando um prospecto de um futuro risonho, existe uma grande escassez de eletricidade, porém, existe um potencial enorme para ser explorado. “A eletricidade irá sustentar o futuro económico da África, com a energia solar a liderar o caminho a eletricidade é a espinha dorsal dos novos sistemas energéticos da África, cada vez mais alimentados por energias renováveis” (IEA, 2022, p. 5).

Os dados analisados pela STATISTA, plataforma online perito em análise de dados de mercado e consumidores, mostra o potencial médio da energia solar em todo o mundo e, percebe-se que o continente africano lidera esse potencial. Ao combinar o rendimento prático médio de longo prazo de uma instalação de energia solar em escala de utilidade em cada país por cada continente, tem-se como resultado: os 4,51 kWh/kWp/dia da África liderando, os 4,48 kWh/kWp/dia da América Central e do Sul, enquanto América do Norte está mais atrás em 4,37 kWh/kWp/dia. A Figura 11 mostra a produção média de energia solar potencial por instalação de longo prazo, por região global (em kWh/kWp/dia).

**Figura 11** - África lidera o mundo em potencial de energia solar.



Fonte: Elaboração própria a partir de STATISTA (2022).

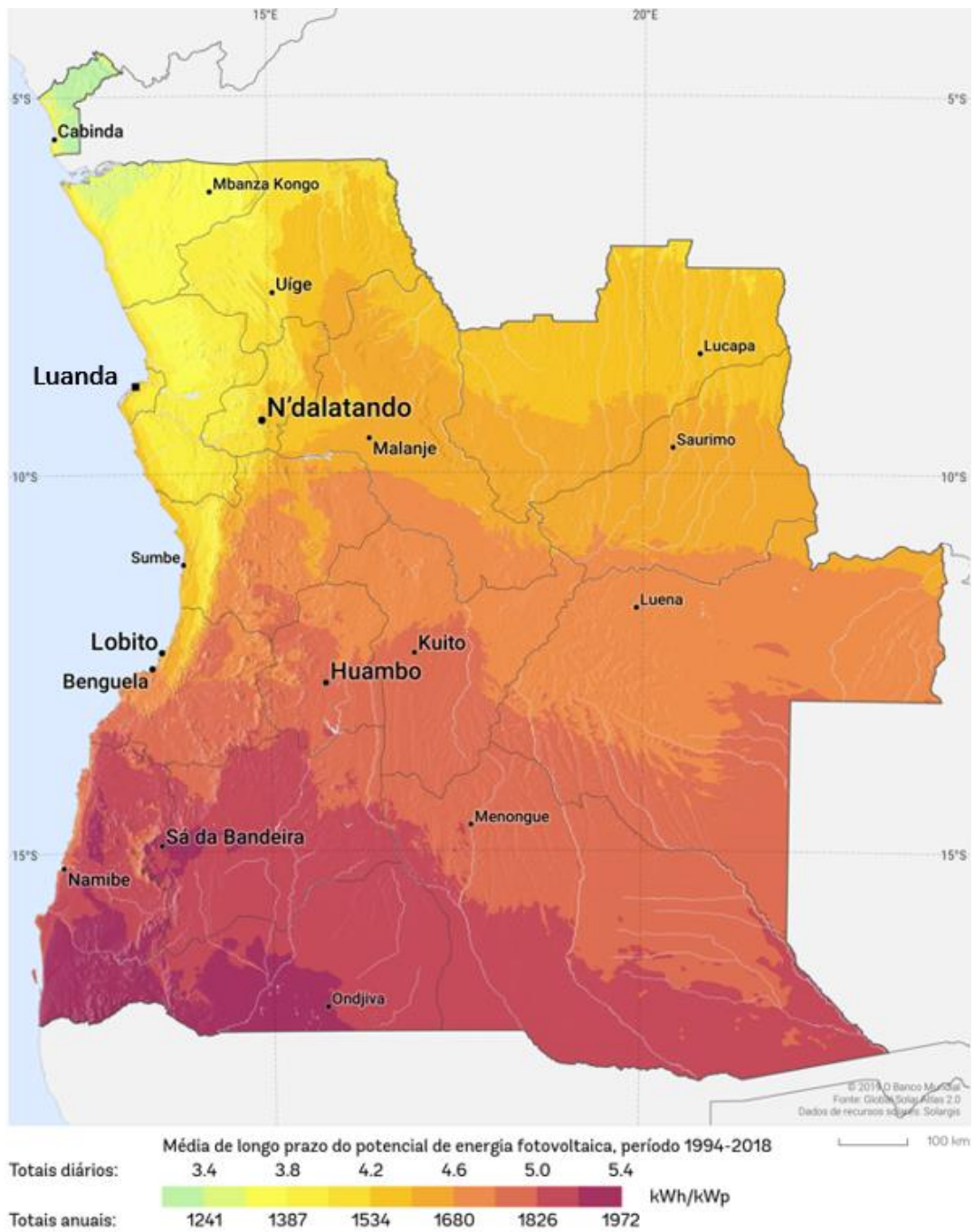
De acordo com IEA (2019, p. 4), “a África tem os maiores recursos solares do mundo, mas só tem instalados 5 Gigawatts (GW) de painéis fotovoltaicos, ou seja, menos de 1% da





médios diários/anuais da produção de eletricidade de uma central solar fotovoltaica ligada à rede de 1 kW de potência, calculados para um período de 25 anos, entre 1994 e 2018. O mapa apresenta as melhores regiões Angolanas que possuem maiores vantagens na produção de energia solar.

**Figura 13** - Mapa solar do potencial de energia fotovoltaica de Angola entre 1994 e 2018.



Fonte: Atlas global solar (2019).

De acordo com o relatório nacional do ponto de situação, em termos de recursos renováveis disponíveis o país possui uma rica disponibilidade o que gera um meio de exploração abrangente em várias áreas:

Em termos de recursos renováveis disponíveis, o “**Atlas de Energias Renováveis de Angola**” (2015) indica que o país dispõe de um espectro teórico diversificado que perfaz um total de 80,6 GW, sendo a energia solar a fonte de energia mais abundante (55 GW), seguida da hídrica (18 GW), eólica (3,9 GW), biomassa (3,7 GW) (ALER, 2022, p. 25).

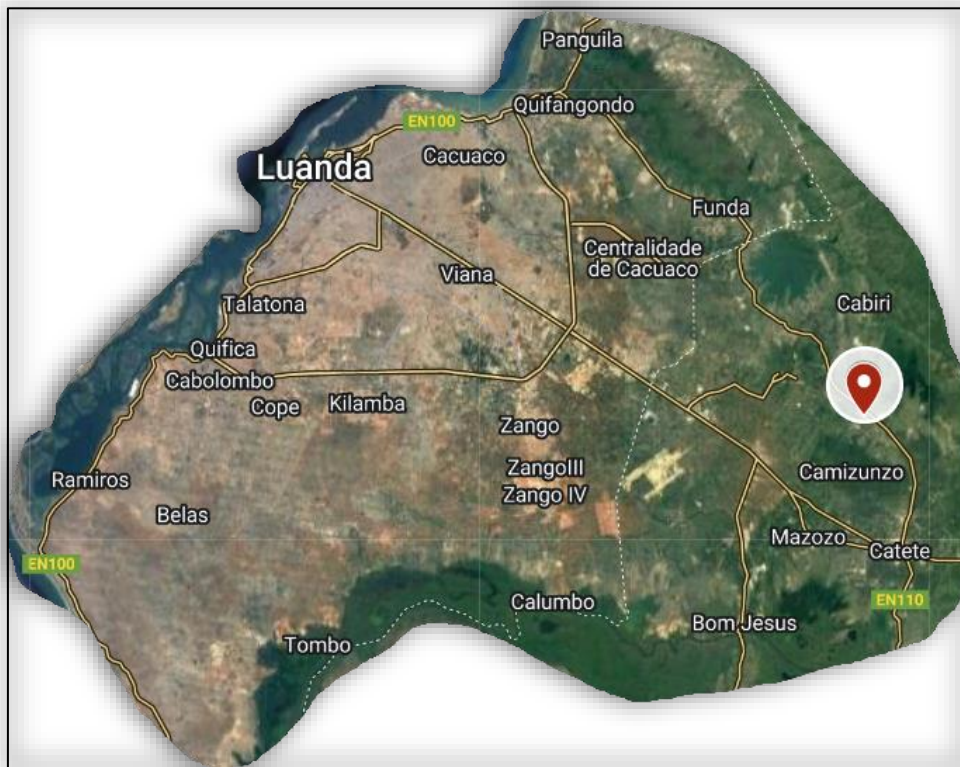
O sistema de eletrificação de Angola adota quatro modelos: Rede nacional de Distribuição; Concessões de distribuição rural; Sistemas insulados; Aldeias solares. Onde a rede nacional é responsável pela distribuição de energia da capital, de cada Província, e suas diversas áreas de extrema relevância, e grandes indústrias locais.

As concessões de distribuição rural são responsáveis pela distribuição das sedes de cada Município e as redes interligadas e mediante as concessões ligadas à RNT (Rede Nacional de Transporte de Eletricidade), os sistemas isolados são sistemas fora de rede com objetivo de eletrificar sedes dos Municípios. As aldeias solares correspondem a eletrificar as zonas de difícil acesso, como em sedes de comunas que ficam fora da rede nacional. Visando o desenvolvimento rural no país, o programa das aldeias solares veio para melhorar os conceitos sobre sistemas isolados e distribuição da energia solar no país:

O Programa Aldeia Solar tem como principal objectivo a electrificação, através da instalação de sistemas solares fotovoltaicos autónomos (isolados) em infra-estruturas sociais, nomeadamente: Escolas; Postos médicos; Postos Policiais; Edifícios Administrativos; e, Jangos Sociais, incluindo Postos de Iluminação Pública (MINEA, 2017, p. 1).

Em Angola uma das grandes e primeiras infraestruturas lançadas sobre energia solar, foi a Aldeia Solar de Cabiri lançada em 2014, localizada na comuna de Cabiri, no município de Ícolo e Bengo com uma distância de 50 km da capital Luanda, assim como mostra a Figura 14.

**Figura 14** - Mapa de localização da aldeia de Cabiri.



Fonte: Google Maps.

Esse projeto constitui aproximadamente 500 moradias, cada uma equipada com energia solar fotovoltaica, conforme ilustra a Figura 15.

**Figura 15** - Aldeia solar de Cabiri.



Fonte: Correia (2014).

## Ainda sobre as energias renováveis em Angola.

Em relação ao aumento das energias renováveis, Angola é um País privilegiado. Energeticamente, [...] em energia solar, grande parte do seu extenso território chega a atingir as duas mil horas anuais de recurso solar, sendo está uma energia que o Governo pretende desenvolver (SEFORALL, 2016 p. 18).

### 3 METODOLOGIA

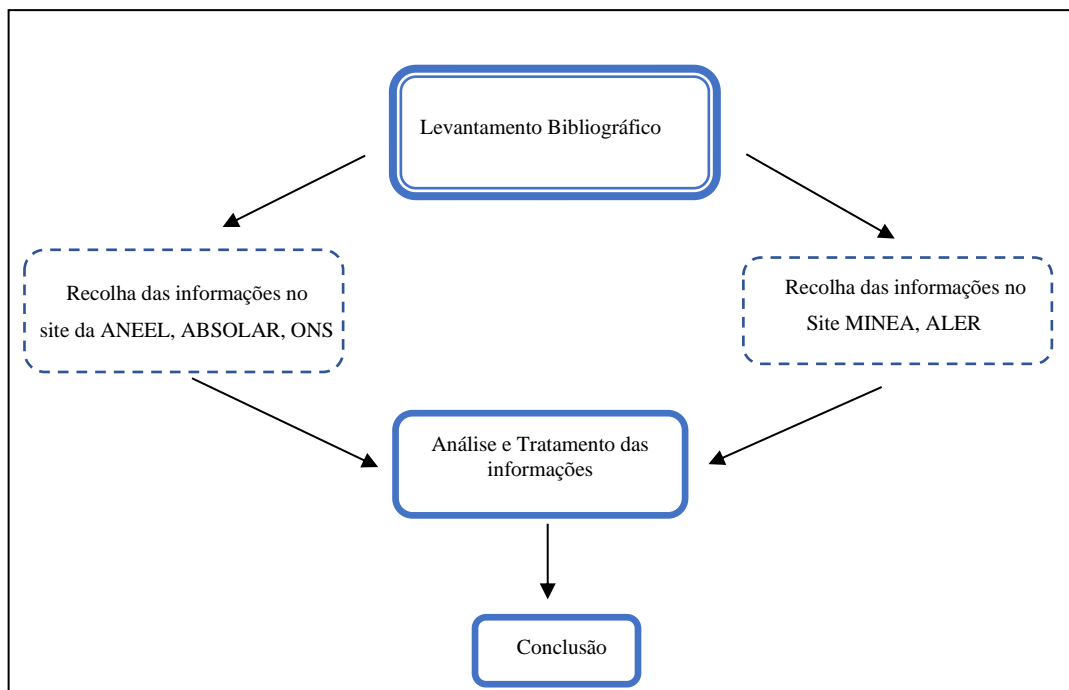
Este trabalho apresenta uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico. Tendo como alicerce trabalhos acadêmicos, artigos científicos, revistas e sites credíveis, e relatórios governamentais de Angola e Brasil. A coleta de dados das informações teve como base as fontes primárias, e as fontes secundárias.

As principais fontes primárias foram Publicações da ANEEL, ABESOLAR, ALER, IEA, ONS, MINEA, e relatórios semestral da GREENER.

Os dados da ANEEL, foram de extrema importância para essa pesquisa principalmente os dados do Sistema de Informações de Geração – SIGA, disponíveis no site oficial da ANEEL. Nele foi possível analisar os dados da energia solar fotovoltaica, relativamente a capacidade de geração, a análise dos empreendimentos em operação com também os de construção não iniciadas, e aqueles que já estão em construção.

Os dados do MINEA foram bastante úteis porque ajudou nos dados de Angola com propriedades e bases sólidas. A figura 16 apresenta um fluxograma que resume as etapas desta pesquisa.

**Figura 16** - Resumo das etapas desta Pesquisa em Fluxograma.



Fonte: Elaboração Própria.



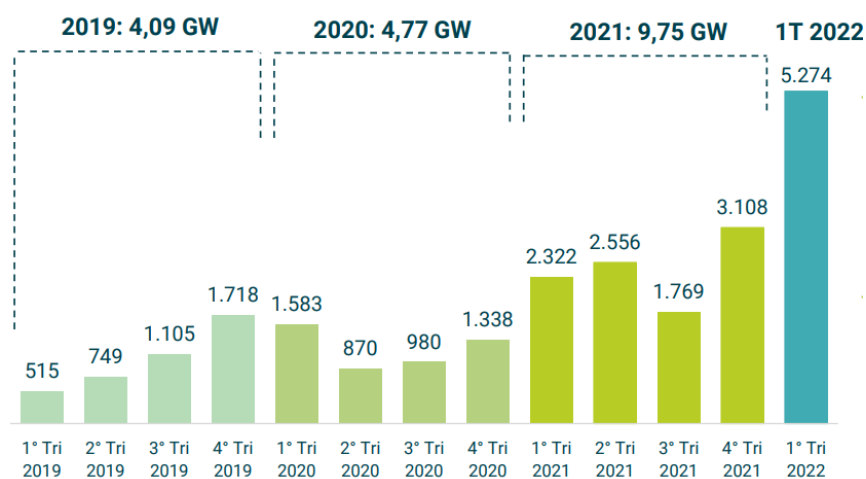
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Evolução dos custos dos sistemas fotovoltaicos no Brasil

Os sistemas fotovoltaicos no Brasil tiveram seu pontapé de saída em 2011, e sua popularização e fortalecimento um ano depois, com a normativa 482 da Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), com o crescimento significativo no setor, isso gerou uma redução de custos dos componentes dos sistemas fotovoltaicos no Brasil. Esses componentes são: painéis fotovoltaicos, controlador de carga, banco de baterias, e inversor.

Com base na Figura 17 consegue-se observar volume de importações em (MWp), de geração distribuída e geração centralizada, dos módulos fotovoltaicos entre os anos de 2019, 2020, 2021, e o 1º trimestre de 2022, observou-se que o no ano de 2019 houve uma crescente significativa no volume de importações, porém a tendencia no ano seguinte foi um decrescimento, mas o volume de importação foi superior com uma margem de aproximadamente 0,68 GW, no ano de 2021 houve um crescimento exponencial e com margem de diferença de 4,98 GW, e por fim temos o 1º trimestre de 2022 que mostra uma tendência muito forte ao volume de importação.

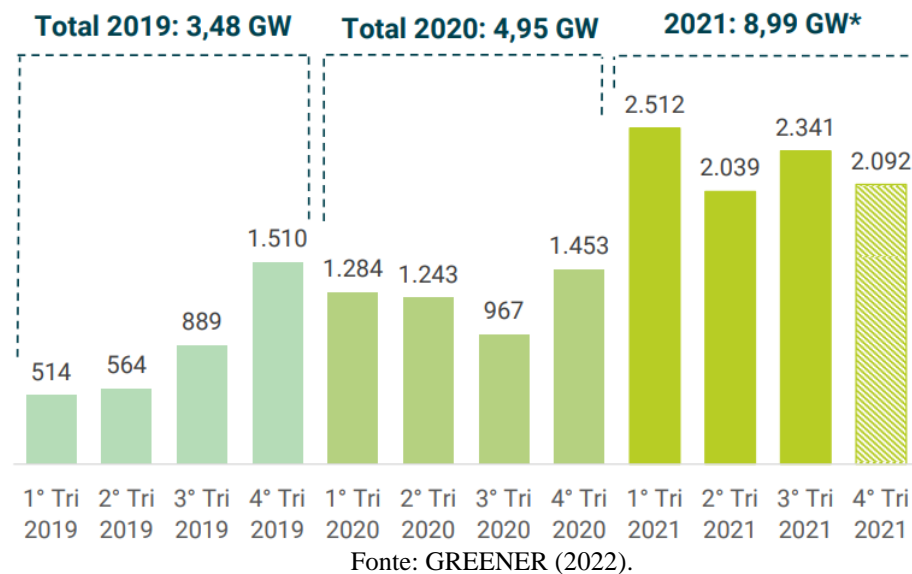
**Figura 17 - Módulos fotovoltaicos - Volume de importações em [MWp].**



Fonte: GREENER (2022).

A Figura 18, apresenta o volume de importação dos inversores em (MWp), de geração distribuída e geração centralizada, dos inversores fotovoltaicos, entre 2019 e 2021, e enxerga-se uma crescente muito alta no ano de 2021. No 1º trimestre de cada ano, é notável o nível de importação de 2021 é de aproximadamente 5x maior em relação ao ano de 2019.

**Figura 18** - Inversores fotovoltaicos – Volume de importações em [MWp].



## 4.2 Evolução da geração fotovoltaica no Brasil

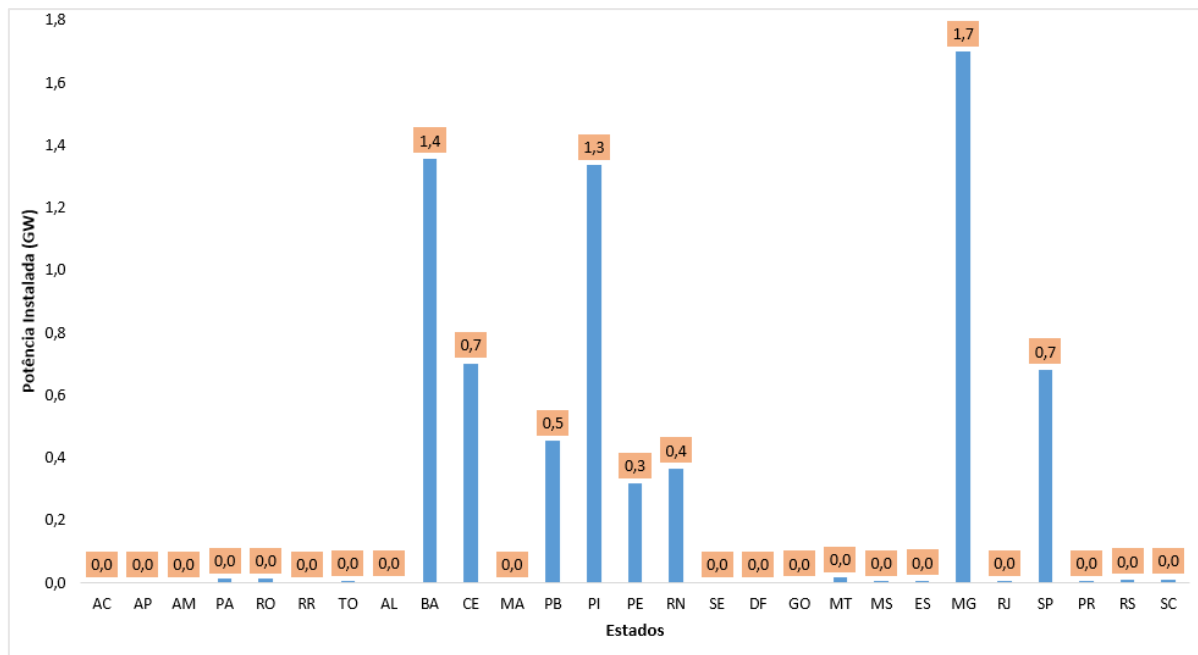
### 4.2.1 Potencial instalado

Minas gerais encontra-se em grande destaque e liderando os outros estados devidos os incentivos fiscais proporcionados pelo governo estadual com a lei nº 22.549, de 30 de junho de 2017 e o decreto Estadual nº 47.231/2017. Os benefícios fiscais dessas leis concedem a isenção de ICMS para o consumidor que geram a sua própria energia, por meio da energia solar fotovoltaica com potência instalada de até 5 MW, enquanto os outros estados existem uma delimitação onde as isenções é só aplicada as usinas de até 1 MW.

A Figura 19 mostra a quantidade de potência fiscalizada por estado em (GW), e os três estados que mais se destacam são: Minas Gerais (MG) com um total de 1,7 (GW) de potência; Bahia (BA) com um potencial de 1,4 (GW), e Piauí com um total de 1,3 (GW).



**Figura 19 -** Potencial instalado por Estado.



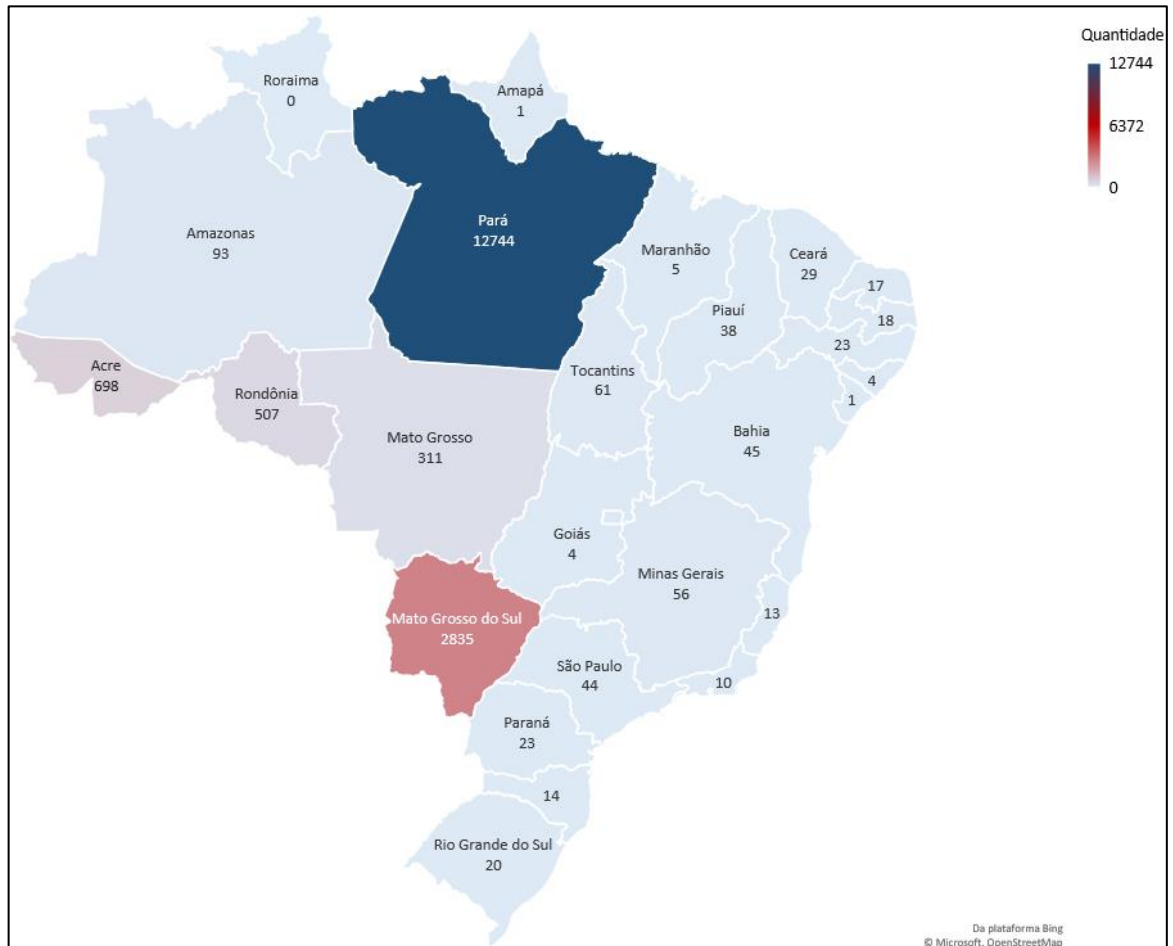
Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

#### 4.2.1.1 Por Estado

A Figura 20 mostra a quantidade de usinas em cada estado brasileiro. Aplicando um filtro com objetivo de extrair os cinco estados com maior quantidade de instalações em operação, tem-se: O estado do Pará (PA), em 1º lugar com total de 12.744 da quantidade de instalações em operação, porém a incidência não é proporcional a geração fotovoltaica. Em 2º lugar está o estado de Mato Grosso do Sul (MS), com total de 2.835 de instalações, em 3º lugar está o estado do Acre (AC), com um total de 689 unidades em operação, em 4º lugar está Rondônia (RO) com um total de 507 unidades e em 5º lugar está Mato Grosso (MT) com um total de 311 unidades instalados.

Levando em consideração que a Figura 20, está demonstrando os dados da geração centralizada, o estado de Roraima mostra que não possui nenhuma central instalada. Segundo os dados da ABSOLAR (2022), sobre geração distribuída mostra que, Roraima possui aproximadamente 16 (MW) do potencial instalado, isso mediante as instalações de empreendedores e consumidores na região local.

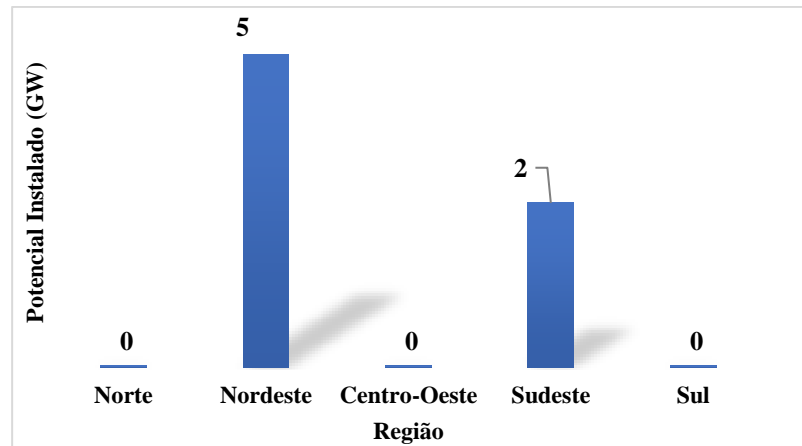
**Figura 20** - Mapa do Brasil com a quantidade de usinas instaladas por estado.



Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

#### 4.2.1.2 Por Região

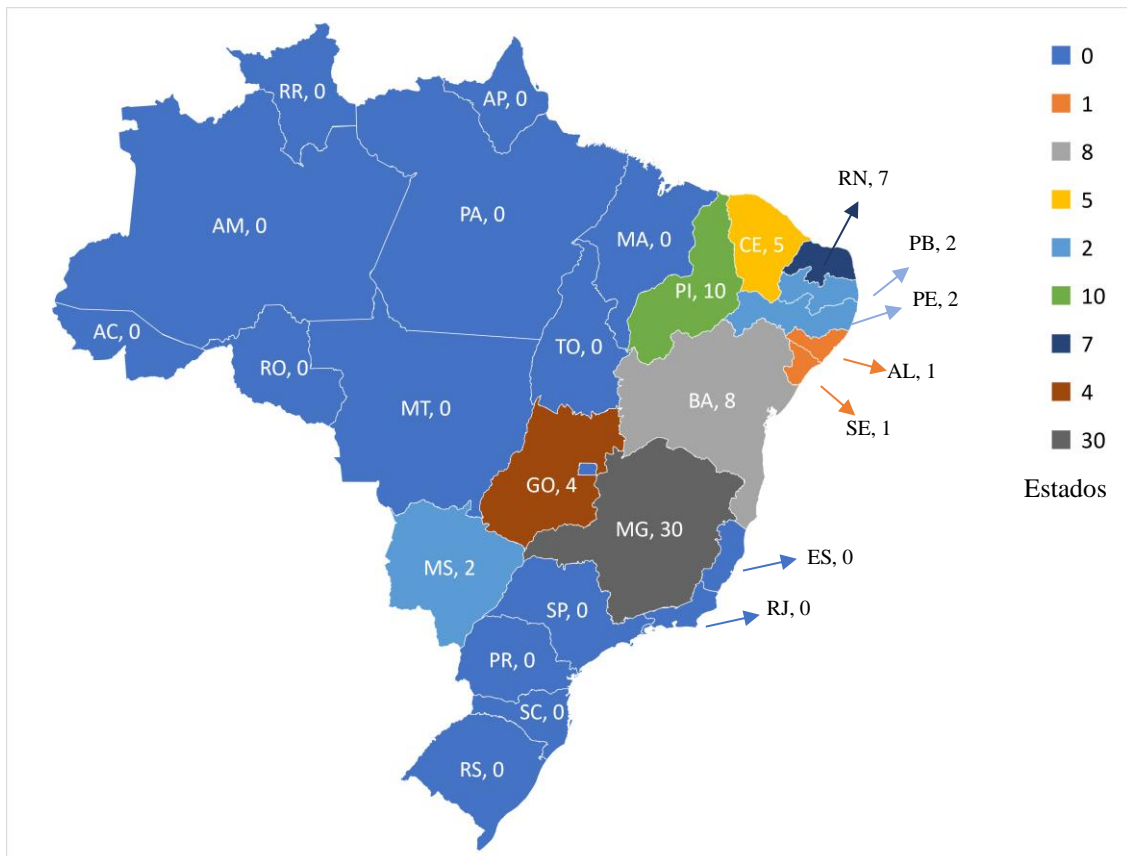
A Figura 21 ilustra o somatório do potencial instalado por cada região do Brasil. O Nordeste sai liderando as regiões com um total de 5 (GW) do potencial instalado, logo seguindo está a região Sudeste com um total de 2 (GW) do potencial instalado por região. As regiões Norte, Centro-Oeste, Sul estão muito próximas umas das outras.

**Figura 21** - Potencial instalado por cada região.

Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

#### 4.2.2 Potencial previsto

A Figura 22 ilustra o potencial previsto de cada estado, levando em consideração as construções não iniciadas em cada local, observando o gráfico, os estados que mais se destacam são: Minas Gerais, Piauí, Bahia.

**Figura 22** - Mapa do Brasil com Potencial Previsto em (GW) - Construção não iniciada.

Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

De acordo GREENER (2022), entre as principais empresas focadas no desenvolvimento da energia solar em cada estado, e empresas envolvidas no desenvolvimento de operações, estruturas e gestão de usinas de geração distribuída no Brasil, o estado de Minas Gerais está em 1º lugar do Top 10 dos estados que mais atraem investimentos de geração distribuída remota, assim como ilustra a tabela 1.

**Tabela 1** - Top 10 estados que mais atraem investimentos de GD Remota.

Top 10 Estados	
1º	Minas Gerais
2º	Rio de Janeiro
3º	São Paulo
4º	Ceará
5º	Goiás
6º	Pernambuco
7º	Bahia
8º	Paraná
9º	Rio Grande do Sul
10º	Mato Grosso

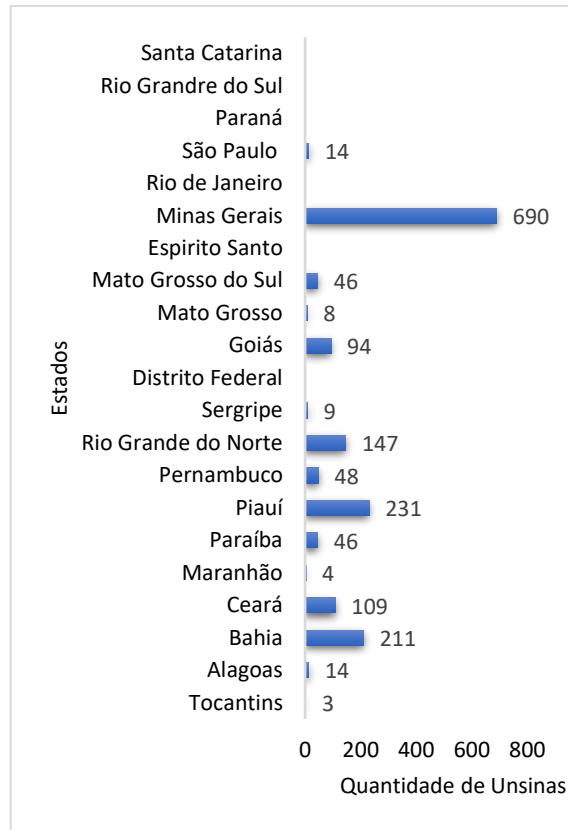
Fonte: Adaptado a partir da GREENER (2022).

De acordo a ABSOLAR (2022), hodiernamente, esse estado possui incentivos para o melhoramento e ampliação da fonte fotovoltaica no território, entre eles destaca-se o projeto Sol de Minas, que tem como meta impulsionar a liderança do estado no setor de energia solar.

#### 4.2.1.1 Por Estado

A Figura 23 de barras agrupadas ilustra de forma clara e coerente a quantidade de estados que possuem instalações em construções que ainda não foram iniciadas. Liderando, observa-se o estado de Minas Gerais com um total de 690 unidades, o segundo maior é o estado do Piauí com um total de 231 unidades, e o terceiro maior é o estado da Bahia com um total de 211.

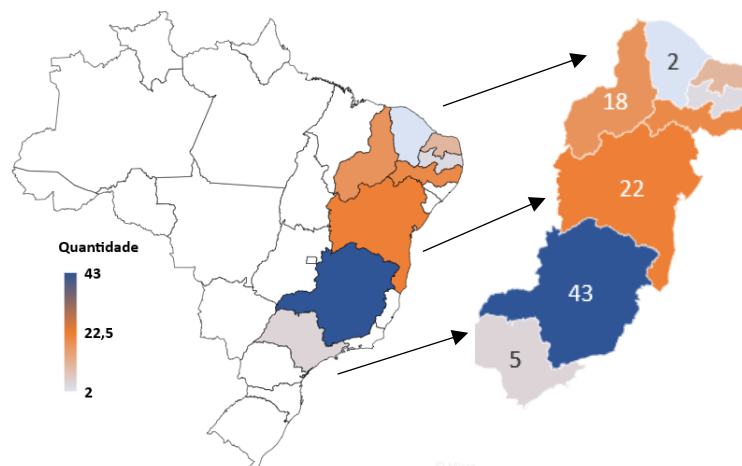
**Figura 23** - Quantidade de instalações em construção não iniciada.



Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

A Figura 24 apresenta o mapa coroplético com a quantidade do potencial previsto em construção de cada estado, com 43 unidades em construção temos o estado de Minas Gerais, com 22 unidades em construção temos o estado da Bahia, com 18 unidades em construção Piauí, com 5 unidades em construção temos o estado de São Paulo, e com somente 2 unidades em construção temos o estado do Ceará.

**Figura 24** - Quantidade do potencial previsto em construção, período 2019-2054

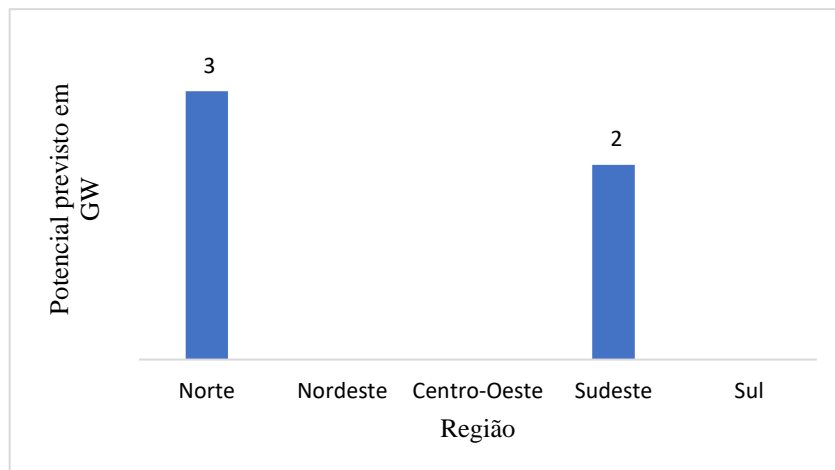


Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

#### 4.2.1.2 Por Região

A Figura 25, ilustra o total de infraestruturas em construção por região, e as regiões destacadas são a região norte e a região sudeste, porém observa-se que as regiões do nordeste, centro-oeste e sul não possuem infraestruturas em construção.

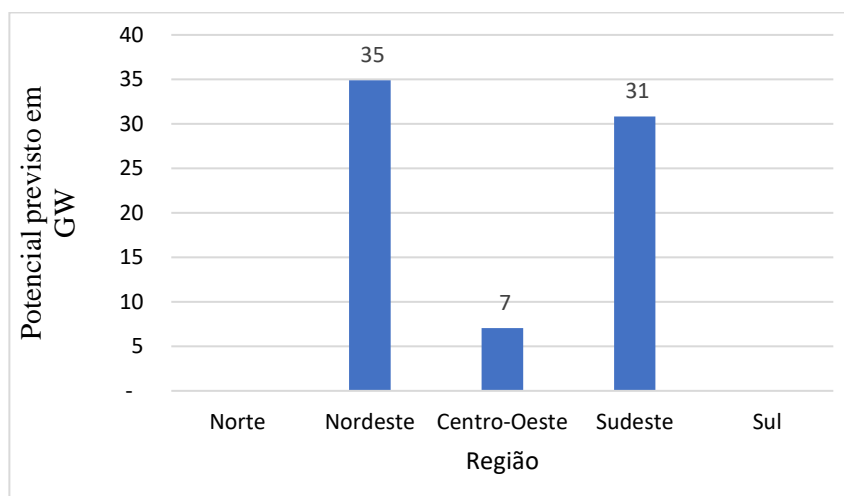
**Figura 25** - Total de infraestruturas em construção por região.



Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

A Figura 26 ilustra o total de infraestruturas em construção não iniciada por região no Brasil, em grande destaque está o Nordeste e o Sudeste, e por último vem o Centro-oeste.

**Figura 26** - Total de infraestruturas com a construção não iniciada.



Fonte: Elaboração Própria a partir da ANEEL (2022).

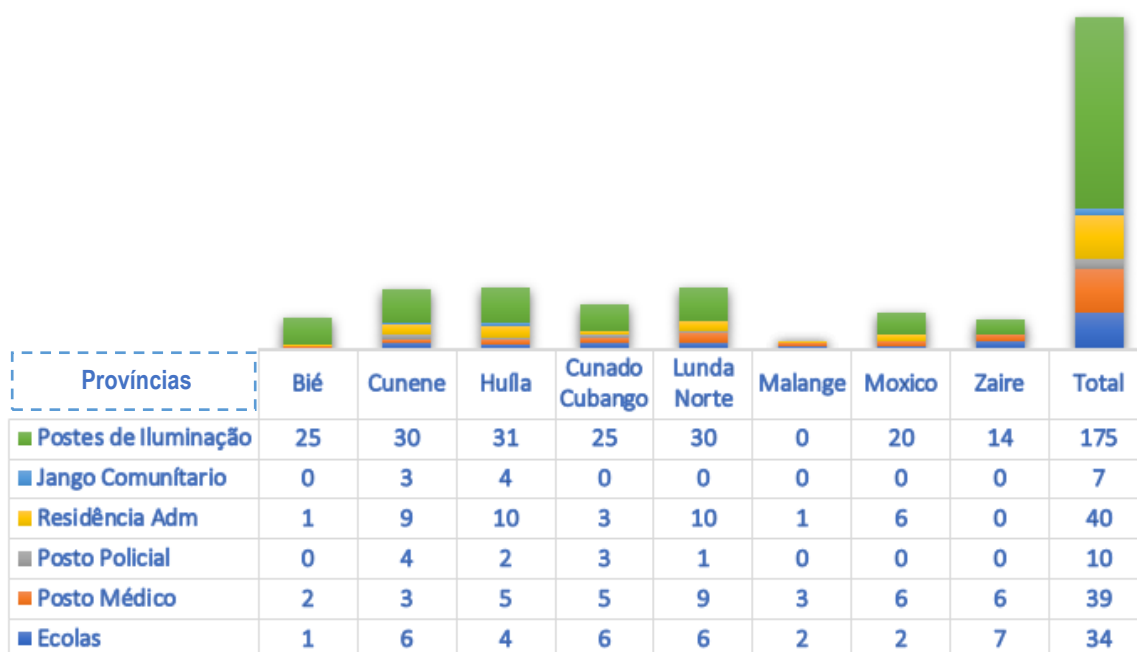
### 4.3 Evolução da geração fotovoltaica em Angola

Angola é agraciada de enormes riquezas e recursos naturais, sua matriz energética é bastante diversificada. Por possuir bons níveis de radiações solares, o país busca formas de melhorar os sistemas fotovoltaicos, elevando assim seu nível da produção de energia renováveis.

Segundo ALER (2022, p. 133) Angola tem um elevado potencial de recurso solar, com uma média anual de irradiação global em plano horizontal compreendida entre 1.355 e os 2.068 kWh/m<sup>2</sup>/ano e com uma baixa variação da disponibilidade do recurso ao longo do ano. De acordo MINEA (2019, p. 9) “A tecnologia mais adequada para aproveitar o recurso solar em Angola é a produção de eletricidade, Energia Solar Fotovoltaica”.

A Figura 27 ilustra a implementação de sistemas fotovoltaicos autônomos nas Províncias de Angola, e o maior destaque vai para os postes de iluminação, devido à falta de iluminação em algumas regiões principalmente nas estradas e em zonas de difícil acesso à rede elétrica.

**Figura 27** - Implementação de Sistemas Solares Fotovoltaicos Autônomos.



Fonte: Elaboração Própria a partir do MINEA (2019).

A Figura 28, ilustra uns dos modelos de poste mais o painel solar comercializados em Angola, cujas características relevantes são: capacidade da bateria 12000mA / 6.4V e potência painel 25w/10V.

**Figura 28** - Wintech luminária led poste exterior 50w + painel solar.



Fonte: NCR-Angola (2023).

Angola tem apresentado ótimas radiações assim como afirma ALER.

Para além dos elevados níveis de irradiação solar, Angola possui também a particularidade de dispor de vastas e amplas planícies, reunindo as condições ideais para o desenvolvimento de projetos solares. O potencial nacional global é estimado em 55 GW e, mais concretamente, o Atlas das Energias Renováveis identificou 367 locais adequados para produzir até 17,3 GW de eletricidade a partir da energia solar ALER (2022, p. 134).

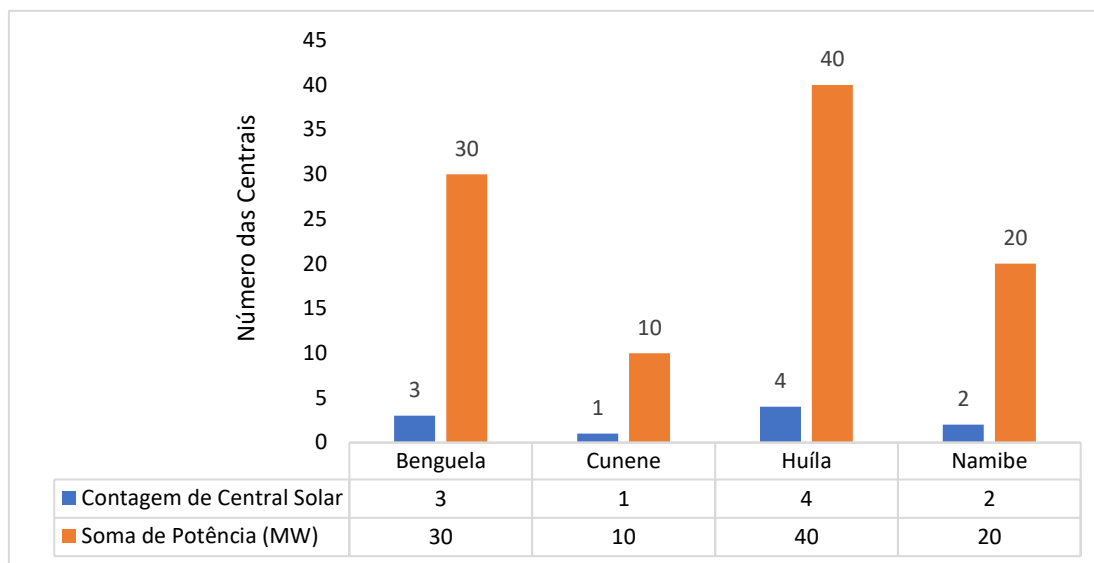
Para melhor aproveitamento da radiação solar o governo Angolano está estabelecendo parcerias com objetivo de fazer o melhor aproveitamento dos recursos solares. Segundo LÓPEZ (2016), com base nos estudos da empresa EREDA, foi identificado vários locais para a implementação de projetos solares com o potencial de 10MW, a partir do mapeamento eólico e solar. A tabela 2 e a Figura 29 mostram os locais para futuras centrais solares em Angola.

**Tabela 2** - Locais para futuras centrais solares.

Central Solar	Província	Potência (MW)
Caraculo	Namibe	10
Matala	Huíla	10
Namacunde	Cunene	10
Ganda/Alta Catumbela	Benguela	10
Lubango	Huíla	10
Benguela	Benguela	10
Cambonge	Namibe	10
Quipungo	Huíla	10
Lobito/Catumbela	Benguela	10
Techamutete	Huíla	10

Fonte: Adaptado a partir do López (2016).



**Figura 29** - Central Solar por Província em Angola

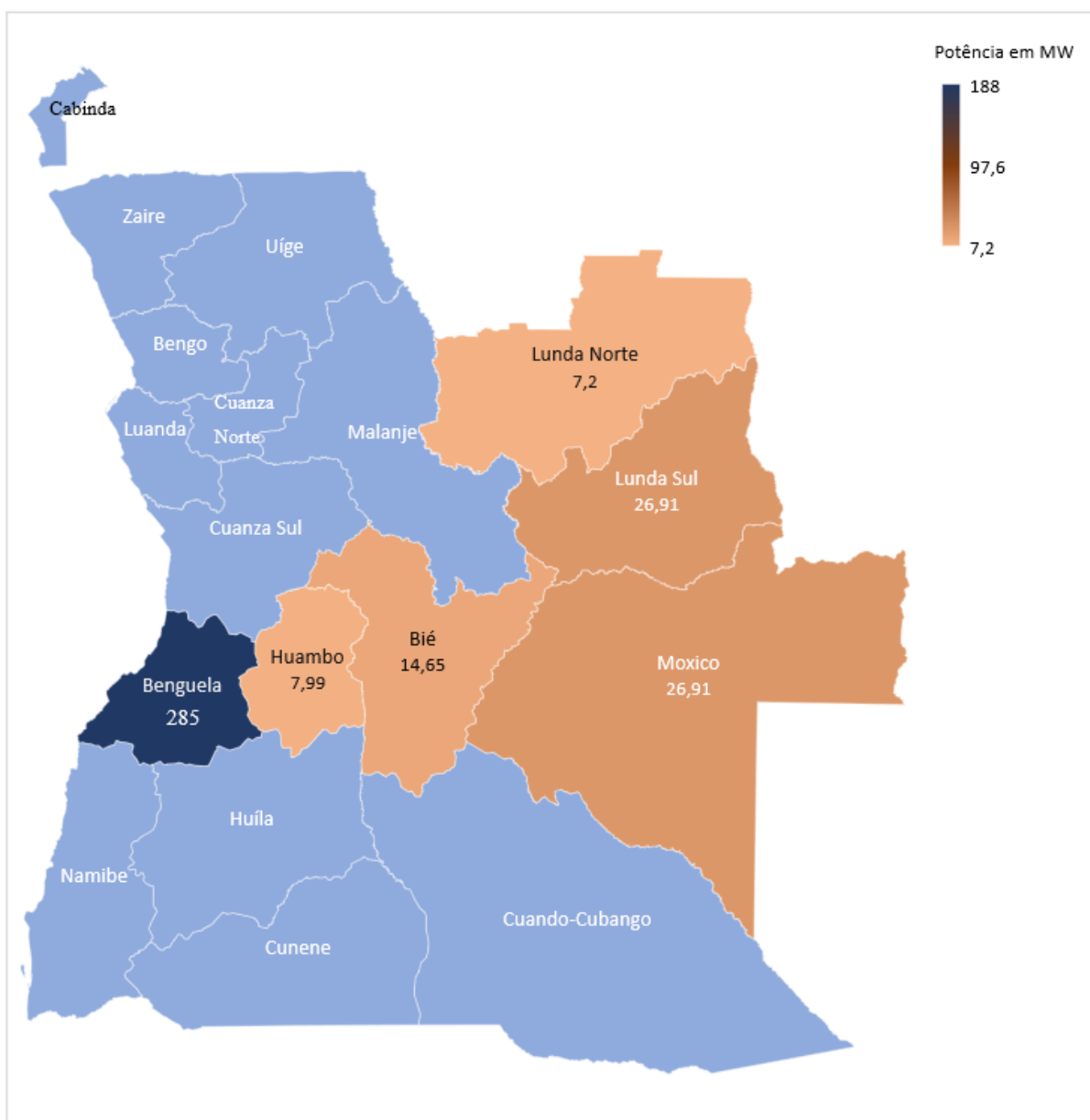
Fonte: Elaboração Própria adaptado a partir do López (2016).

O programa de Governo estabelece uma meta de 500MW para energias novas e renováveis. A aposta maior será na energia solar, quer para substituição de combustíveis fósseis, quer na instalação de centrais de grande escala (MINEA, 2017, p. 6). Atualmente, Angola vai produzir 285 megawatts (MW) por meio de duas centrais solares no município do Biópio e Baía Farta, na Província de Benguela, inaugurados no dia 20 de julho de 2022 (ALER, 2022).

Segundo Fragoso (2022), a central fotovoltaica do Biópio, município de Catumbela, é o maior da África subsaariana, e é considerada como a maior construída entre as seis das 18 províncias/estados do país, possuindo uma capacidade de produção de 188,8 megawatts de energia. A energia gerada nesse município vai ser interligada à rede nacional. Além das unidades do Biópio e da Baía Farta com capacidade de 96,7 (MW) que já foram inauguradas, estão igualmente a ser construídas as centrais fotovoltaicas de Saurimo (26,91 MW), Luena (26,91 MW), Cuito (14,65 MW), Bailundo (7,99 MW) e Lucapa (7,2 MW).

Estas centrais vão fornecer ao país, a redução de emissão de gases de efeito estufas, diferentes das fontes não renováveis que produzem vários poluentes ao meio ambiente. A Figura 30, apresenta Mapa de Angola com a distribuição das centrais solares fotovoltaicas.

**Figura 30** – Mapa de Angola com a distribuição das centrais solares fotovoltaicas.



Fonte: Elaboração própria a partir de Fragoso (2022).

Segundo MINEA (2015, p. 52) em Angola prevê-se a electrificação rural em 3 modelos de implementação: 1. Electrificação rural por extensão da rede 2. Electrificação por sistemas isolados 3. Electrificação por sistemas individuais. As energias renováveis em Angola possuem um futuro promissor, principalmente a energia solar fotovoltaica, que chega para dar maior qualidade e resistência ao sistema eléctrico interligado, para fornecer maior alívio as constantes alterações climáticas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou uma breve abordagem geral sobre o panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil e Angola. A evolução desta energia gerou impactos significativos na matriz energética mundial. As fontes de energia renováveis já comprovaram que podem suportar a economia mundial de diversas maneiras, porém os combustíveis fósseis e a eletricidade continuam sendo a base sólida para o funcionamento do modelo tecnológico atual das sociedades.

Como parte da estratégia mundial para assegurar a conservação das energias fotovoltaicas, é importante observar que as questões envolvendo o impacto ambiental devem ser empregadas com cautela, pois deve-se considerar não apenas os impactos durante a operação das fontes, mas também o impacto e as emissões ainda na fase de produção.

Os aportes governamentais do Brasil e Angola apresentam contribuições plausíveis, tornando ambos os países em posições de destaques na evolução das suas matrizes energéticas em seus continentes. A região geográfica da localização de cada país ajuda bastante no potencial energético fotovoltaico. No caso do Brasil segundo o atlas global entre o período de 1999 e 2018, o Brasil apresentou as médias diárias de radiação solar na faixa de (3,8 e 4,8) kwh/kwp, enquanto de Angola no período de 1994-2018 as médias diárias foram superiores na faixa de (3,4 a 5,4) kwh/kwp.

Com a excussão deste trabalho, observou-se os principais estados do Brasil com o índice muito forte da geração fotovoltaica, assim como em Angola as províncias com maior geração fotovoltaica atualmente. No caso do Brasil destaca-se o estado de Minas gerais, Piauí, e Bahia, com a capacidade de geração muito produtiva, observou-se que Minas gerais encontra-se em grande destaque e liderando os outros estados devido os esforços estaduais e os benefícios fiscais de ICMS. No caso de Angola falta mais exploração da energia solar fotovoltaica, mas a província com maior destaque é a província de Benguela com um total de 285 (MW) e a maior da África subsaariana.

Em suma, com avanço da tecnologia fotovoltaica no mundo, estamos muito próximos de gerar cada vez mais, energia limpa e sustentável para o futuro próspero do planeta. Assim, como sugestão de trabalhos futuros, o estudo aprofundando da distribuição da energia fotovoltaica em ambos os países: Uma análise dos sistemas on-grid e off-grid, e sistemas híbridos.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil, 2022.** Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2022/01/2022.01.11-Infografico-ABSOLAR-n%C2%B0-39.pdf>. Acessado em: 15 Nov. 2022.

ABSOLAR. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil, 2022.** Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2022/09/2022.06.13-Infografico-ABSOLAR-no-44.pdf>. Acessado em: 16 Jan. 2023.

ABSOLAR. **Minas Gerais lidera geração de energia solar no Brasil.** Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/minas-gerais-lidera-geracao-de-energia-solar-no-brasil/>. Acessado em: 16 Jan. 2023.

ALER. **Energias Renováveis em Angola - Relatório Nacional do Ponto de Situação.** 2022. Disponível em: <https://www.aler-renovaveis.org/pt/actividades/publicacoes/relatorio-energias-renovaveis-em-angola-2022/>. Acessado em: 12 Nov. 2022.

ALMERINI, Ana. **A HISTÓRIA DA ENERGIA SOLAR.** Solar Reviews, 2022. Disponível em: <https://www.solarreviews.com/blog/the-history-of-solar-energy-timeline>. Acesso em: 11 Nov. 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012.** Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em 12 Nov. 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de Novembro de 2015.** Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em 12 Nov. 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa aneel nº 1.000, de 7 de Dezembro de 2021(\*).** Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em 12 Nov. 2022.

ARMSTRONG, MARTIN. **África lidera o mundo em potencial de energia solar.** Disponível em: <https://www.statista.com/chart/27722/practical-potential-solar-energy-output-by-global-region/>. Acessado em 12 Nov. 2022.

APARECIDA, Maria. **Chegada da empresa de energia solar Eneva deverá gerar mais de 300 empregos diretos e indiretos no município de tauá,** 2022. Disponível: <https://www.taua.ce.gov.br/informa.php?id=869>. Acessado em: 20 Nov. 2022.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN) 2022: **Ano base 2021.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>. Acesso em 26 Jan, 2023.

BARROS, Evandro Vieira, **A matriz energética mundial e a competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica.** 2007. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8802>. Acessado em: 20 Jan. 2023.

BELO HORIZONTE. **Lei nº 22549, de 30/06/2017.** Institui o Plano de Regularização de Créditos Tributários, altera as Leis nº 6.763, de 26 de dezembro de 1975, nº 14.699, de 6 de agosto de 2003, nº 14.937, de 23 de dezembro de 2003, nº 14.941, de 29 de dezembro de 2003, nº 15.273, de 29 de julho de 2004, nº 19.971, de 27 de dezembro de 2011, nº 21.016, de 20 de dezembro de 2013 e nº 21.735, de 3 de agosto de 2015, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: Palácio Tiradentes, 2017. Disponível em : <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/22549/2017/>. Acessado em: 04 Jan. 2023.

BELO HORIZONTE. **Decreto nº 47.231, de 4 de Agosto de 2017.** Altera o Regulamento do ICMS - RICMS -, aprovado pelo Decreto nº 43.080, de 13 de dezembro de 2002, 2017, Belo Horizonte, MG: Palácio Tiradentes, 2017. Disponível em: [http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao\\_tributaria/decretos/2017/d47231\\_2017.html](http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/decretos/2017/d47231_2017.html). Acessado em: 04 Jan. 2023.

CORREIA, MANUEL, **Aldeia Solar / Costa Lopes**, 2014. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/806479/aldeia-solar-costa-lopes>. Acessado em: 12 Dez 2022.

ONS. EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO EÓLICA E FOTOVOLTAICA, 2022. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: [http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/evolucao\\_capacidade\\_instalada.aspx](http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/evolucao_capacidade_instalada.aspx). Acessado em: 12 Nov. 2022.

IEA. Africa Energy Outlook 2022. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/9eaff698-9f19-4ce5-b073-53a91429c432/PortugueseSummary-AfricaEnergyOutlook2019.pdf>. Acessado em 15 Nov. 2022.

IEA. **Explorador de dados renováveis.** 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables>. Acessado em: 26 Dez. 2022.

DW. Qual é o potencial da energia solar em África?. 2022. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-002/qual-%C3%A9-o-potencial-da-energia-solar-em-%C3%A1frica/a-63386510>. Acessado em 12 Nov. 2022.

Google, Maps. **Aldeia Solar**, 2023. Disponível em: <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1jvEqUHg0VlzAKXm62fW4bRlmg-I9AKU&ll=-8.93738886275468%2C13.36309008509212&z=10>. Acessado em: 23 Jan. 2023.

GREENER. **Estudo Estratégico Geração Distribuída Mercado Fotovoltaico.** Disponível em: <https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategicogeracao-distribuida-2021-mercado-fotovoltaico-2-semester/>. Acessado em: 14 de Jan. 2023.

GREENER. **Estudo Estratégico GD Remota Panorama de Mercado.** Disponível em: <https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-gd-remota-panorama-de-mercado-2022/>. Acessado em: 16 de Jan. 2023.

HISTÓRIA E ORIGEM DA ENERGIA SOLAR. Portal Solar, Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/historia-e-origem-da-energia-solar>. Acesso em: 11 Nov. 2022.

LÓPEZ, CRISTÓBAL. **Projeto de Mapeamento dos Ventos (Angola)**. 2016. Disponível: <https://www.minea.gov.ao/index.php/projectos-3/category/25-dnerer-direccao-nacional-de-energias-renovaveis-e-electrificacao-rural>. Acesso em: 20 Jan. 2023.

MARTINS, ANGÉLICA. Usina localizada em tauá é pioneira na geração de energia fotovoltaica. Arce, 2015. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/2015/10/16/usina-localizada-em-taua-e-pioneira-na-geracao-de-energia-fotovoltaica/>. Acessado em: 11 Nov. 2022.

DUPONT, Fabrício Hoff; GRASSI, Fernando; ROMITTI, Leonardo. **Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 19, n. 1, Ed. Especial, p. 70– 81, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas –UFSM, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/19195>. Acessado em: 20 Jan. 2023.

MARQUES, R. C; Krauter. S. C. W; Lima. L. C, **Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro**. 2010.

MINEA. **Projectos concretos e oportunidades de negócios no sector de energias renováveis**. 2019. Disponível em: <http://www.ucm.minfin.gov.ao/cs/groups/public/documents/document/zmlu/mjij/~edisp/minfin222663.pdf>. Acessado em: 10 Dez. 2022.

MINEA. **Angola Energia 2025**. Disponível em: <https://gestoenergy.com/wp-content/uploads/2018/04/ANGOLA-POWER-SECTOR-LONG-TERM-VISION.pdf>. Acessado em: 10 Dez. 2022.

NCR-ANGOLA. **Energias Renováveis**. 2023. Disponível em: <https://www.ncrangola.com/loja/particulares/pt/luminaria/18328-luminaria-led-poste-exterior-50w.html>. Acessado em: 18 Jan. 2023.

VALLÊRA; BRITO. **meio século de história fotovoltaica**. Artigo, 2006.

UNEP. **Nosso trabalho na África**. Disponível em: <https://www.unep.org/regions/africa/our-work-africa>. Acessado em: 15 Nov. 2022.

MINEA. **PROGRAMA ALDEIA SOLAR**, 2017. Disponível em: <http://www.minea.gov.ao/index.php/projectos-3/category/25-dner-direccao-nacional-de-energias-renovaveis#>. Acessado em: 12 Dez 2022.

SE4ALL, **sustainable energy for all – action agenda – angola**, 2016. Disponível em: [https://www.se4all-africa.org/fileadmin/uploads/se4all/Documents/Country\\_AAs/Angola\\_SEforALL\\_Agenda\\_Ac%C3%A7%C3%A7o\\_PT\\_-\\_Action\\_Agenda.pdf](https://www.se4all-africa.org/fileadmin/uploads/se4all/Documents/Country_AAs/Angola_SEforALL_Agenda_Ac%C3%A7%C3%A7o_PT_-_Action_Agenda.pdf). Acessado em: 12 Dez 2022.

SILVA R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº166). Disponível em: [www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos). Acesso em 28 Out. 2022.