UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS

ANTONIO RAFAEL MOREIRA CAMILO

ENERGIA SOLAR NO BRASIL:
UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA

REDENÇÃO
2018

ANTONIO RAFAEL MOREIRA CAMILO

ENERGIA SOLAR NO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof. Dr. Aluísio Marques da Fonseca

REDENÇÃO
2018

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

Camilo, Antonio Rafael Moreira.

C19e

Energia solar no Brasil: uma breve revisão de literatura / Antonio Rafael Moreira Camilo. - Redenção, 2018.
34f: il.

Monografia - Curso de Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais eEnergéticos - 2017.1, Coordenação de Pós-graduação, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Aluísio Marques da Fonseca.

1. Energia solar. 2. Sistemas de energia fotovoltaica. 3. Geração de energia fotovoltaica. I. Título

CE/UF/BSP CDD 621.473

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA

ANTONIO RAFAEL MOREIRA CAMILO

ENERGIA SOLAR NO BRASIL – UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data:____/____/____

Nota:_____

Banca Examinadora:

_____

Prof. Dr. Aluísio Marques da Fonseca (Orientador)

_____

Me. Ana Kátia de Sousa Braz (UNILAB)

_____

Prof.ª Dra. Regilany Paulo Colares (UNILAB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus,

Aos meus pais e minha família,

A minha esposa, Aline Andrade,

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aluísio Marques da Fonseca,

Aos professores participantes da banca examinadora, Me. Ana Kátia de Sousa Braz e Prof.ª Dra. Regilany Paulo Colares.

Meu obrigado a todos!

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte.....22

GRÁFICO 2: Implantação de Usinas de Energia Solar – 2011/2017.....28

GRÁFICO 3: Potências Instaladas.....29

GRÁFICO 4: Capacidade Instalada em MW.....30

GRÁFICO 5: Capacidade Instalada em %.....30

GRÁFICO 6: Projeção 2024.....30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Célula Fotovoltaica.....18

FIGURA 2: Mapa de radiação solar brasileiro (Atlas Brasileiro de Energia Solar)....21

FIGURA 3: Planta Solar (Campus das Auroras, UNILAB).....32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Principais usinas solares Fotovoltaicas.....27

TABELA 2: Usinas em construção.....27

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanço Energético Nacional
BNB	Banco do Nordeste
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAMEX	Secretaria-Executiva da Câmara de Comércio Exterior
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CP	Chamada Pública
ENEL	Ente Nazionale Per L'energia Elettrica (em tradução livre do italiano: “Autoridade Nacional de Eletricidade”).
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GW	Gigawatts
GWp	Gigawatts-Pico
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
MWp	Megawatt-Pico

IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
TUST	Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
FV	Fotovoltaica
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RN	Resolução Normativa
PIS	Programas de Integração Social

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....14

2 METODOLOGIA.....15

3 REVISÃO DE LITERATURA.....16

3.1 Histórico e Conceito Da Energia Solar Fotovoltaica.....16

3.2 O Efeito Fotovoltaico.....17

3.3 Benefícios Ambientais e Socioeconômicos da Utilização de Energia Solar Fotovoltaica.....19

3.4 Potencial Brasileiro de Geração de Fotovoltaica.....19

3.5 Desafios Encontrados para Implantação das Usinas de Geração de Energia Solar Fotovoltaica.....22

3.6 Incentivos Existentes para Implantação de Usinas de Geração de Energia Solar Fotovoltaica.....23

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....25

4.1 Iniciativas e Investimentos.....25

4.2 Maiores Usinas de Geração de Energia Solar Fotovoltaica do Brasil.....27

4.3 Projeções.....30

4.4 Implantação de Painéis Solares Fotovoltaico na Universidade De Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Campus das Auroras na cidade de Redenção, Ceará.....31

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....33

6 REFERÊNCIAS.....34

ENERGIA SOLAR NO BRASIL – UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Antonio Rafael Moreira Camilo[1]

Aluísio Marques da Fonseca[2]

RESUMO

Esta pesquisa consiste em realizar uma breve revisão de literatura sobre o potencial brasileiro na geração de Energia Solar Fotovoltaica e sua evolução. Dessa forma, este trabalho visa investigar como está ocorrendo as implantações, produção, distribuição e utilização da Energia Solar Fotovoltaica, como também, busca enfatizar os benefícios e os desafios encontrados para a implantação dessa tecnologia. Dessa forma, discutir seu conceito, sua importância e como ela pode influenciar o desenvolvimento e enriquecimento da matriz energética brasileira. Outro fato abordado na pesquisa revela como a falta de chuva, embora tenha prejudicado a produção de energia a partir das hidrelétricas, foi essencial para adoção de sistemas alternativos. O Brasil é um país que tem sua matriz energética amplamente renovável com 68,1% da oferta interna proveniente de hidrelétrica. As fontes renováveis representam 81,7% da oferta interna, sendo este o resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações. A irradiação solar média anual brasileira varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m²/ano, bem superior ao de países da Europa, por outro lado soma menos de 1% de capacidade instalada para a geração de Energia Solar Fotovoltaica.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica. Matriz Energética. Potencial Energético.

1 Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo Redenção-Ceará.

2 Doutor em Química (Conceito CAPES 5) pela Universidade Federal do Ceará, UFC, Brasil.

ABSTRACT

This research consists of a brief review of the literature on the Brazilian potential in the generation of Solar Photovoltaic Energy and its evolution. Thus, this work aims to investigate how the implantation, production, distribution and use of Photovoltaic Solar Energy is occurring, as well as, it seeks to emphasize the benefits and challenges encountered for the implementation of this technology. In this way, to discuss its concept, its importance and how it can influence the development and enrichment of the Brazilian energy matrix. Another fact addressed in the research reveals how the lack of rainfall, although damaging the production of energy from hydroelectric dams, was essential for the adoption of alternative systems. Brazil is a country that has a broadly renewable energy matrix with 68.1% of the domestic supply from hydroelectric power. Renewable sources represent 81.7% of domestic supply, which is the result of the sum of the amounts referring to domestic production plus imports. The average annual solar irradiation in Brazil varies between 1,200 and 2,400 kWh / m² / year, well above that of European countries, on the other hand it adds less than 1% of installed capacity for the generation of Solar Photovoltaic Energy.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy. Energy matrix. Energy Potential.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma revisão bibliográfica que busca identificar fatores que estão contribuindo para o avanço da Energia Solar no Brasil. Portanto, para melhor entendê-lo comecemos por definir o que é fonte energia. Fontes de energias são recursos disponíveis natureza na forma de matéria-prima que são capazes de gerar energia diretamente (primários) ou indiretamente (secundários) sendo utilizados pela sociedade para a produção de algum tipo de energia.

As fontes de energia primárias são aquelas que estão disponíveis na natureza e podem ser classificas em renováveis (Hidrelétrica, Solar, Eólica, Geotérmica, Biomassa, Mares e Oceanos) e não renováveis (Combustíveis Fósseis e Energia Nuclear). Já as fontes de energias secundárias são aquelas obtidas a partir das fontes primárias (eletricidade, gasolina, dísel, etc.).

Fontes de energia renováveis são aquelas que se mantêm disponíveis durante um logo período, ou seja, contam com recursos que podem se reconstruir e também existem aquelas que se mantêm ativas permanentemente. Um caso em particular, adotado por esta pesquisa, é a radiação solar, que é uma fonte de energia inesgotável e que pode ser utilizada pela humanidade. Fontes de energia não renováveis também estão disponíveis na natureza, mas diferentemente das renováveis, uma vez esgotada, não será mas possível sua utilização, podemos citar o petróleo como exemplo, que levou milhões de anos para se formar e sua utilização ainda traz diversos danos ao meio ambiente.

Dessa forma, as fontes de energias renováveis são atualmente contexto de diversas pesquisas e implantação vários países do planeta, o uso delas é uma forma diminuir a emissão de gases que aceleram o efeito estufa liberados na queima de combustíveis fósseis, consequentemente diminuindo a emissão de dióxido de carbono, principal gás do efeito estufa. Países como a China, EUA e Alemanha estão a frente na geração energias renováveis, entre elas, a Energia Solar.

Seguindo essa tendência, o Brasil vem especializando sua infraestrutura para produzir mais energias de fontes renováveis. O país já possui uma matriz energética amplamente renovável, onde cerca de 81,7% da eletricidade é de origem renovável, porém devido as irregularidades das chuvas principalmente nos últimos

anos e o aumento do consumo, fez-se necessário a busca por fontes de energias alternativas renováveis que, por sua vez, teve um aumento significativo. Pode-se destacar a Região Nordeste do país. Esta região é mais castigada pela falta de chuvas, mas, por outro lado, é rica em recursos energéticos alternativos, como por exemplo, ventos e luz solar (BEN, 2017, p 17).

A implantação de parques e usinas de energias de geração de solar já vem acontecendo há alguns anos no país e devido ao seu grande potencial energético já tem alcançado bons resultados. Atualmente a região Nordeste tem a maior produção de energia alternativa solar do país.

Dessa forma, este trabalho visa investigar como está ocorrendo as implantações, produção, distribuição e utilização da Energia Solar Fotovoltaica, como também, busca enfatizar os benefícios e os desafios encontrados para a implantação dessa tecnologia, considerando os aspectos geofísicos, geográficos, geopolíticos e socioeconômicos.

É sabido que a Energia Solar Fotovoltaica é uma fonte de energia renovável, inesgotável e segura, podendo ajudar a solucionar os problemas energéticos vividos atualmente no país.

Dessa forma, toma-se como uma pesquisa necessária, pois aborda diversos pontos importantes do desenvolvimento nacional, regional e local, como também, poderá servir de ponte para estudo de implantações de novas usinas geradoras de Energia Solar Fotovoltaica.

2 METODOLOGIA

Para execução desta pesquisa foi realizada uma breve revisão bibliográfica, que por meio de análises de livros, revistas, sites, artigos e periódicos, foi desenvolvida uma síntese quantitativa discursiva com elaboração de tabelas e gráficos para a demostração do processo de evolução e expansão na captação da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Como também, buscou-se entender esse setor tomou impulso no processo de crescimento, levando em consideração, fatores como

geolocalização, como é distribuída a radiação solar no território brasileiro, destacar algumas politicas importantes de incetivos, entre outros.

Neste sentindo, apresentar-se também os efeitos socioeconômicos nas comunidades onde são implantas as usinas de geração de Energia Solar Fotovoltaica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Histórico e Conceito Da Energia Solar Fotovoltaica

Os registros mais antigos que se tem conhecimento sobre a Energia Solar Fotovoltaica, se dá das antigas civilizações: Arquimedes utilizou espelhos para direcionar raios solares e atacar uma frota hostil em 212 a.C, incendiando suas velas a uma distância de algumas centenas de pés. Segundo Marques *et al,*

> No século V a.C deu-se início à utilização da energia solar com fins de aquecimento e refrigeração de habitações, utilizando-se princípios básicos de arquitetura solar. Existem evidências de que já no século I d.C os romanos conheciam o efeito estufa: partes das habitações, como pisos e paredes especialmente fabricadas, tinham a propriedade de armazenar a energia solar. Nos séculos XVII e XVIII, cientistas concentraram os raios solares com espelhos ou lentes para derreter metais. Antoine Lavoisier (1743-1794), frequentemente chamado pai da química moderna, atingiu temperaturas próximas a 1700°C usando o Sol, temperatura mais alta jamais foi conseguida por qualquer um naquela época. Aquecedores de vapor solares foram desenvolvidos no final do século XIX a fim de produzir vapor para movimentar motores (MARQUES *et al*, 2009. p. 153).

Ver-se que a utilização da Energia Solar Fotovoltaica esteve presente desde registros de civilizações antigas, mesmo que com objetivos diferentes dos atuais. Segundo o Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL), foi somente 1839 que o efeito fotovoltaico foi relatado pela primeira vez por Edmond Becquerel, e que por longas décadas, a Energia Solar Fotovoltaica era vista como uma tecnologia futurista, dessa forma, seu uso se restringiria exclusivamente à cientistas e suas pesquisas. Os materiais possuíam um alto custo inicial, por isso, acreditava-se que a energia proveniente dos raios solares não chegaria a ser utilizada para geração de energia elétrica em grande escala. A partir de então, foi só em 1956 que os estudos avançaram e surge o primeiro

aparato fotovoltaico em estado sólido, e então, iniciou-se a produção industrial, seguindo o desenvolvimento da microeletrônica (PINHO, GALDINO, 2014, p. 103).

Dessa forma, a Energia Solar Fotovoltaica é a energia que chega até a Terra na forma de luz e calor irradiadas pelo Sol, nossa estrela mais próxima, produzida a partir fusão de núcleos átomos de Hidrogênio em núcleos de átomos de Hélio liberando neste processo uma enorme quantidade de energia. Sendo esta, uma energia limpa, renovável e ilimitada. Ela também é a responsável pela manutenção da vida no planeta, podendo ser captada através de tecnologias e aproveitada de diversas formas em benefício da humanidade, sem provocar grandes danos a natureza.

Segundo a Aneel, quase todas as fontes de energia conhecidas atualmente, como a hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos, são formas secundárias de Energia Solar. Sendo que a radiação solar pode também ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica e geração de potência mecânica ou elétrica. Outra maneira de se utilizar está energia é conversão diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, nos quais se destacam o térmico e a fotovoltaico (ANEEL, 2005. p 29).

A Energia Solar Térmica é mais usada nas regiões Sul e Sudeste devido as condições climáticas para o aquecimento de água. Já a Energia Solar Fotovoltaica é mais utilizada nas regiões Norte, Nordeste e também na região Sudeste, para a geração de energia elétrica, que vão desde grandes usinas até produções independentes em residências de comunidades isoladas da rede de energia elétrica (ANEEL, 2005, p.29).

A Energia Solar Elétrica é obtida através de sistemas de células fotovoltaicas que são capazes de gerar energia elétrica através do chamado efeito fotovoltaico. Atualmente, o material mais difundido para este uso é o silício.

3.2 O Efeito Fotovoltaico

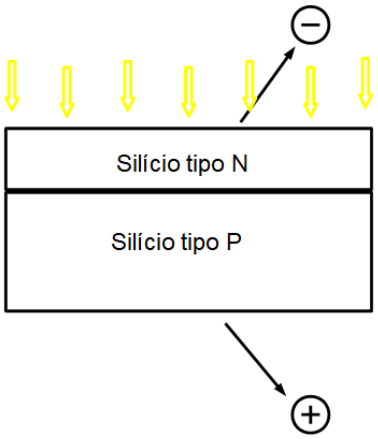
O efeito fotovoltaico acontece quando os fótons que compõem a luz solar atingem os módulos compostos de células solares de silício. Essas células são

semicondutores, pois o silício é um material que possui características intermediárias entre um condutor e um isolante.

Por sua vez, o silício é um material muito abundante no planeta e se apresenta na forma de areia, que através de processos se adquire o silício puro. O silício puro passa pelo processo de dopagem, onde é acrescentado o elemento fósforo para se obter elétrons livres, esse novo material é denominado silício tipo N. Novamente o silício puro passa pelo mesmo processo, mas desta vez é acrescentando o elemento Boro, e esse novo material possui défice de elétrons e passa a ser um material com cargas positivas livres, denominado silício tipo P. Esses processos se fazem necessário por que o silício puro não é um condutor(MARTINS, RODRIGUES, 2002, p. 8).

Dessa forma, uma célula solar é composta de uma camada fina de material tipo N e outra com maior espessura de material tipo P, exemplificada na Figura 1 abaixo:

FIGURA 1: Célula Fotovoltaica



Quando separadas, essas as placas de silício modificadas são eletricamente neutras. Mas em uma célula fotovoltaica quando são unidas, postas na posição P-N, passam a gerar um campo elétrico devido aos elétrons do silício tipo N que ocupam os vazios da estrutura do silício tipo P (MARTINS, RODRIGUES, 2002, p. 8).

Dessa forma, os fótons ao atingirem as placas tipo N interagem com elétrons dando-lhes energia e transformando-os em condutores. Esses são transportados por fios que ligam as duas partes, gerando assim uma corrente eléctrica. Quando mais intensa e duradora for a luz solar mais energia elétrica será gerada. (MARTINS, RODRIGUES, 2002, p. 8)

3.3 Benefícios Ambientais e Socioeconômicos da Utilização de Energia Solar Fotovoltaica

Os benefícios ambientais da Energia Solar Fotovoltaica são nítidos em comparação a obtenção de outros tipos de energias. Pois se trata de uma energia limpa, renovável e sustentável, tem baixo impacto ambiental, é energia inesgotável, a manutenção é mínima, pode ser utilizado em áreas remotas, não produz resíduos e nem ruídos. Nesse sentido, ela pode ser considerada uma fonte de energia limpa ecologicamente (TSURUDA *et al.* 2017).

Os benefícios socioeconômicos da Energia Solar Fotovoltaica em regiões onde usinas de geração de energia solar são instaladas, entre os mais comuns, estão: a geração de emprego, renda, desenvolvimento local, como também pode servir de solução para levar energia elétrica a famílias e pequenos produtores que vivem em áreas afastadas dos centros urbanos e que não possuem eletricidades em suas residências. Com a instalação de painéis fotovoltaicos autossuficiente em telhados de casas ou penas indústrias resulta numa operação de econômica de energia vinda das redes elétricas.

3.4 Potencial Brasileiro de Geração de Fotovoltaica.

Segundo o relatório final do Balanço Energético Nacional (BEN) 2017, ano base 2016, o Brasil é um país que se destaca na produção de energia renovável, estando entre os países com maior potencial energético da atualidade, sua matriz energética é composta principalmente por hidrelétricas que, correspondem a 68,1% da oferta interna. As fontes renováveis representam 81,7%

da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável (BEN, 2017. p 16, 17).

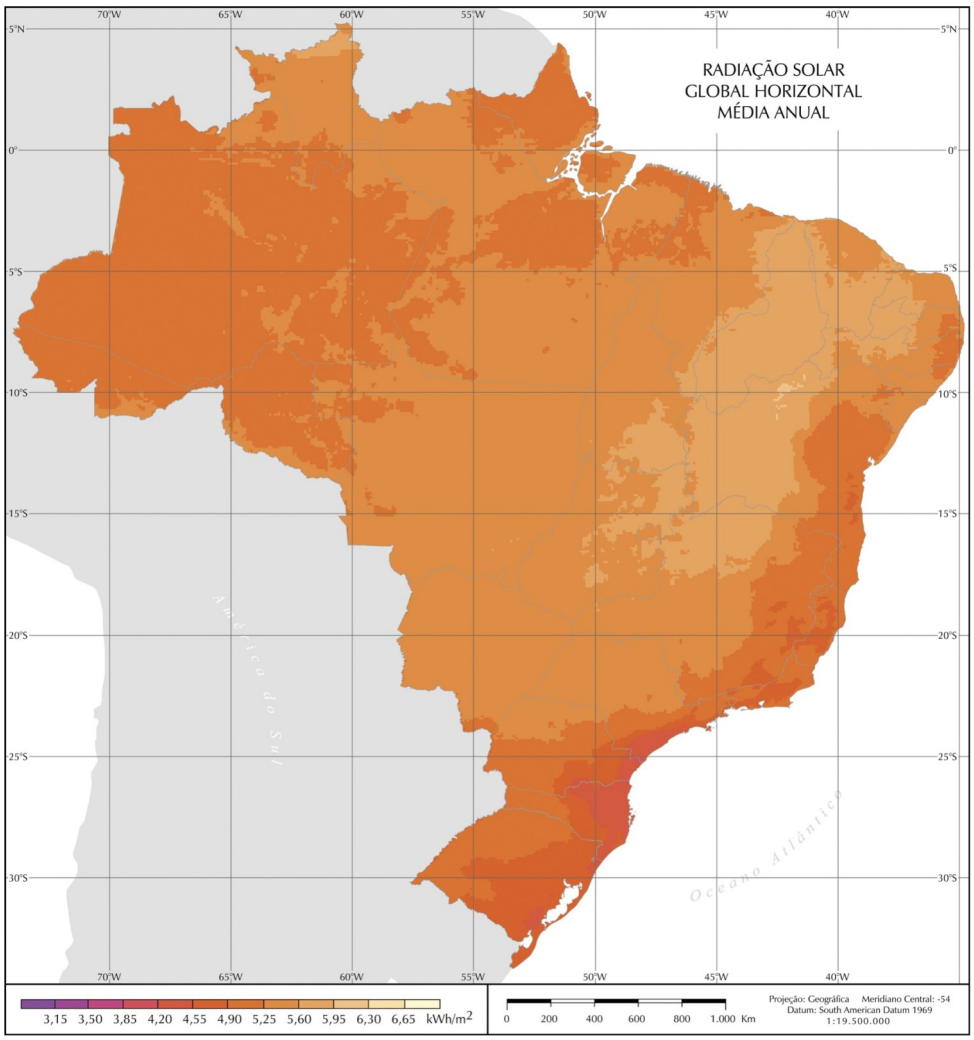
Nascimento 2017, relata que aproveitamento da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes decorre da penetração ou absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo-se, com isso, as necessidades de iluminação e aquecimento. Dessa forma, um melhor aproveitamento da radiação solar pode ser feito com o auxílio de técnicas mais sofisticadas de arquitetura e construção. (NASCIMENTO, 2017)

O Brasil se destaca em potencial de Energia Solar Fotovoltaica por está localizado em uma área privilegiada do planeta, próximo a linha do Equador, o que determina um tempo maior de irradiação solar, conhecida como horas de sol, principalmente na região Nordeste, pois segundo MME,

> que apresenta os maiores valores de irradiação solar global, com a maior média e a menor variabilidade anual entre todas as regiões geográficas. Os valores máximos de irradiação solar no país são observados na região central da Bahia (6,5kWh/m²/dia), incluindo, parcialmente, o noroeste de Minas Gerais. Há, durante todo o ano, condições climáticas que conferem um regime estável de baixa nebulosidade e alta incidência de irradiação solar para essa região semiárida (MME, 2015).

Abaixo o mapa de radiação solar brasileiro com média anual retirado do Atlas Brasileiro de Energia Solar

FIGURA 2: Mapa de radiação solar brasileiro (Atlas Brasileiro de Energia Solar)



O mapa acima mostra a radiação solar no Brasil, onde percebe-se que há lugares que o total de horas médias de sol chegam a 6,30 kWh/m². Também é possível determinar as áreas de maior incidência dos raios solares, neste caso vemos o centro do Nordeste, norte de Minas Gerais, parte de Tocantins e Goiás com média de radiação solar de cerca de 5,60 kWh/m².

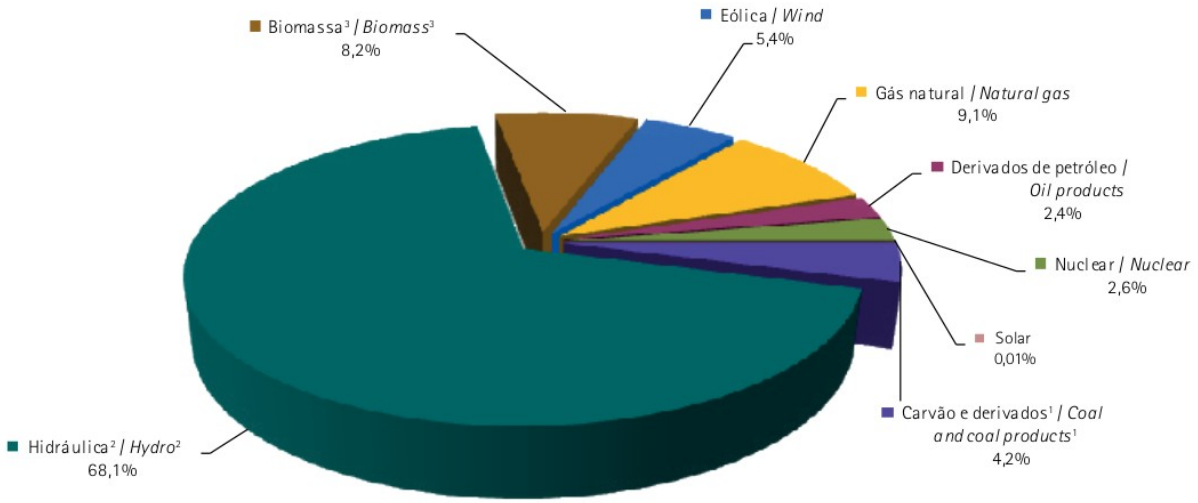
Ainda segundo Ministério de Minas e Energias, a irradiação média anual brasileira varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m²/ano, se mostrando acima da média europeia, porém existe regiões no planeta onde esses valores atingem a marca superior a 3.000 kWh/m²/ano, neste caso podemos citar como exemplo a Austrália, norte e sul da África, Oriente Médio, parte da Ásia Central, parte da Índia, sudoeste

dos USA, além de México, Chile e Perú (MME, 2015), (MARQUES, KRAUTER, LIMA, 2009. p. 153).

3.5 Desafios Encontrados para Implantação das Usinas de Geração de Energia Solar Fotovoltaica

Partindo da observação no gráfico acima, adaptado do BEN 2017, que representa a oferta interna de energia elétrica por fonte vemos que a oferta de Energia Solar Fotovoltaica no país ainda é muito pequena, representando apenas 0,01% da oferta interna. Dessa forma, para que se tenha um melhor entendimento, analisaremos quais e como foram as formas de implantação das usinas solares no país e na região Nordeste. Como podemos ver no gráfico abaixo.

GRÁFICO 1: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte.



(Figura adaptada do relatório do Balanço Energético Nacional 2017, ano base 2016, p. 16.)

Segundo o artigo publicado no Nexo Jornal, intitulado “As dificuldades para a expansão da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil”, revela que o país está cerca de 15 anos atrasado em relação ao setor fotovoltaico em outros países, é o que diz o presidente da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), Rodrigo Sauaia, em entrevista ao Nexo. Ainda é destacado que

> “O primeiro programa federal de energias renováveis, o Proinfa, lançado em 2002, deixou de fora a solar, selecionando apenas projetos referentes a biomassa, eólica e pequenas centrais hidrelétricas. Apenas em 2014 foi realizado o primeiro leilão que contemplou iniciativas na área da geração fotovoltaica” (NEXO, 2018).

Portanto, é visível a falta de politicas públicas que visassem o avanço da implantação da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil, foi apenas a partir do ano de 2014 que o senário começou a virar a favor da produção de Energia Solar Fotovoltaica.

3.6 Incentivos Existentes para Implantação de Usinas de Geração de Energia Solar Fotovoltaica

Nascimento (2015), afirma que políticas construídas relacionadas ao uso de Energia Solar Fotovoltaica tem funcionado em países considerados potências, entre esses estão países como Estados Unidos, Canadá, Alemanha, China e Austrália. Países como estes entram em consenso quando concordam que a utilização de Energia Solar Fotovoltaica pode ser uma medida viável de minimizar prejuízos causados ao meio ambiente como também minimizar problemas relacionados a própria saúde humana, prejuízos originários de exploração de outras fontes de energias não renováveis (NASCIMENTO, 2015, p. 55).

Nos últimos anos o Brasil tem vivido dificuldades no setor elétrico devido as chuvas irregulares que têm provocado diminuição na vazão de rios e hidrelétricas diminuindo assim o fluxo de água nas turbinas e da geração de energia. Esse e outros fatores fez com que o governo começasse a incentivar a geração de energias alternativas, entre elas a solar.

Dessa forma, podemos mencionar o crescimento da implantação de usinas de captação de Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Segundo Neto *et al*,

> Na região Nordeste do Brasil é abundante a quantidade de energia solar e sua conversão em energia elétrica deve ser estimulada, o que certamente contribuirá para poupar a água armazenada nos reservatórios das usinas hidroelétricas, permitindo o seu uso para fins mais nobres, já que a região citada sofre bastante com problemas de escassez de água (NETO *et al*, 2009).

Não só a região Nordeste como também todo o país tem recebido incentivos para a produção de Energia Solar Fotovoltaica. Dentre estes pode-se destacar segundo MME, e que também são apontados por Silva 2015:

1. Chamada Pública (CP) ANEEL – De 2014 a 2016 entraram em operação as plantas FV da CP nº 013/2011 – Projetos Estratégicos: “Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira” (24,6 MW contratados, ao custo de R$ 396 milhões).

2. Isenção de IPI – De acordo com o Decreto nº 7.212, de 15/06/2010, são imunes à incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados, a energia elétrica, derivados de petróleo, combustíveis e minerais.

3. Isenção de ICMS – Pelo Convênio ICMS 101/97, celebrado entre as secretarias de Fazenda de todos os estados, há isenção do imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) para as operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica, válido até 31/12/2021.

4. Desconto na TUST/TUSD – A RN ANEEL 481/2012, ampliou para 80% o desconto na tarifa de uso do sistema de transmissão/distribuição (TUST/TUSD) para empreendimentos com potência inferior a 30 MW.

5. Isenção de ICMS, PIS e Cofins na Geração Distribuída – Praticamente todos os estados isentam o ICMS sobre a energia que o consumidor gera. O tributo se aplica apenas sobre o excedente que ele consume da rede, e para instalações inferiores a 1 MW. O mesmo vale para o PIS e Cofins (Lei 13.169, de 6/10/2015).

6. Redução do Imposto de Importação – A Resolução CAMEX 22, de 24/03/2016, prorroga até 31/12/2017 a manutenção de 2% para a alíquota incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica.

7. Inclusão no programa “Mais Alimentos” - A partir de novembro de 2015, os equipamentos para produção de energia solar e eólica passaram a fazer parte do programa “Mais Alimentos”, o que possibilita financiamentos a juros mais baixos.

Apoio BNDES: pela Lei 13.203, de 8/12/2015, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, foi autorizado a financiar, com taxas diferenciadas, os projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas.

Plano Inova Energia – Fundo de R$ 3 bilhões, criado em 2013, pelo BNDES, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ANEEL, com foco na empresa privada e com o objetivo de pesquisa e inovação tecnológica nas áreas de: redes inteligentes de energia elétrica, linhas de transmissão de longa distância em alta-tensão; energias alternativas, como a solar; e eficiência de veículos elétricos.

Nota-se portanto que o mercado brasileiro de geração de energia começa a investir mais na geração de energias alternativas, promovendo o avanço tecnológico e socioeconômico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Iniciativas e Investimentos

O país passou por grandes mudanças principalmente nos últimos 7 anos, o que permitiu maior avanço na produção de energia solar através da mediação de órgãos governamentais e não governamentais.

Com objetivo, fomentar o mercado, derrubar as barreiras do setor de energia solar no Brasil e defender o interesse desta indústria foi criada a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), criada em janeiro de 2013, na forma de uma pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos que congrega empresas de toda a cadeia produtiva do setor fotovoltaico. Este órgão representa e promove o setor fotovoltaico brasileiro no País e no exterior, perante o governo brasileiro, as demais entidades do setor elétrico brasileiro, a imprensa, ONGs, empresas e a sociedade civil, possibilitando e facilitando o crescimento no mercado brasileiro no setor solar (ABSOLAR, 2013).

Outro órgão também importante no setor é SOLcial que foi o primeiro programa social no Brasil a apoiar os interesses das indústrias do ramo. Além disso, as politicas públicas favorecer o financiamento através do BNDS de fábricas de painéis fotovoltaicos para trazer a tecnologia para o Brasil e gerar empregos.

ANAEEL, BNDS e MME implementam realizando em 2014, o primeiro leilão de energia solar no Brasil, sendo a primeira contratação de energia solar de geração pública centralizada, de 890 MW. Em 2015, mais dois leilões foram realizados, totalizando 2.653 MW contratados, com início de suprimento em 2017 e 2018. Os leilões foram realizados na modalidade de “energia de reserva”, e com o objetivo de promover o uso e o desenvolvimento da indústria solar no Brasil.

Nascimento 2017, afirma que a tendência mundial é aumentar a produção de Energia Solar Fotovoltaica, como já acontece na América do Norte, os Estados Unidos líder mundial em capacidade instalada, com expressivo aumento de 7,3 GWp em 2015 contra 6,2 GWp em 2014 e 4,7 GWp em 2013. Na América do Sul, o Chile vem se destacando com um acréscimo em sua capacidade instalada de aproximadamente 450 MWp em 2015, mesmo valor de 2014. (NASCIMENTO, 2017)

Essas ações permitiram que empresas estrangeiras atuarem no país, como é o caso da multinacional Enel, distribuidora e geradora de energia elétrica. A Enel é a responsável pelo Parque Solar Nova Olinda em Ribeira-PI o maior do ramo no país atualmente. A companhia também conquistou o direito de firmar contratos de fornecimento de energia de 20 anos no país com um novo projeto solar de 388 MW, após o leilão A-4 organizado pelo governo brasileiro por meio da ANEEL. O Grupo Enel investirá cerca de 355 milhões de dólares na construção da planta, em linha com os investimentos previstos no Plano Estratégico da companhia.

O BNB também lançou uma linha de financiamento para sistemas de energia fotovoltaica para as empresas Nordestinas. O programa foi nomeado de FNE Sol, apresentado no dia 31 de maio de 2016, destinado a clientes que queiram produzir energia solar no Nordeste Brasileiro, segundo o Portal Solar.

Segundo o BEN 2017, não foi apenas as grandes instalações que foram destaques,

> […] à micro e mini geração distribuída de energia elétrica, cujo crescimento foi incentivado por ações regulatórias, tais como a que estabelece a possibilidade de compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte (net metering). Em 2016, a micro e mini geração distribuída atingiu 104,1 Gwh com uma potência instalada de 72,4 MW, com destaque para a fonte solar fotovoltaica, com 53,6 GWh e 56,9 MW de geração e potência instalada respectivamente.(BEN, 2017, p. 14).

Sítios na internet para divulgar e promover o crescimento da energia solar no Brasil, como é o caso do Portal Solar entre outros.

Mesmo com todo o investimento Brasil de estímulo à geração de energia solar, aproveitando sua condição natural de país tropical e ensolarado. O país ainda se encontra pelo menos uns 15 anos atrasados em relação a países como a China e Alemanha.

4.2 Maiores Usinas de Geração de Energia Solar Fotovoltaica do Brasil

Após vários incentivos do Governo em busca de beneficiar o crescimento da produção de Energia Solar Fotovoltaica, o país começa a ampliar de forma mais agressiva a produção de Energia Solar Fotovoltaica através de construções de usinas produtoras de Energia Solar Fotovoltaica, abaixo está a Tabela 1 com as principais usinas de Energia Solar Fotovoltaica:

TABELA 1: Principais usinas solares Fotovoltaicas

	USINA – ANO DE INAUGURAÇÃO	LOCAL	CAPACIDADE DE GERAÇÃO INSTALADA
1	Usina Solar de Tauá – 2011	Tauá-CE	5 MW
2	Usina Solar Fotovoltaica de Tanquinho – 2012	Tanquinho-SP	1,1 MW
3	Usina Solar do Estádio Mineirão – 2013	Belo Horizonte-MG	1,6 MW
4	Usina Cidade Azul – 2014	Tubarão-SC	3 MW
5	Megawatt Solar – 2014	Florianópolis-SC	1 MWp
6	Tacaratu – 2015	Tacaratu-PE	11 MW
6	Parque Solar Bom Jesus da Lapa – 2017	Solar Bom Jesus da Lapa-BA	158 MW
7	Parque Solar Nova Olinda – 2017	Ribeira-PI	292 MW
8	Parque Ituverava – 2017	Ituverava-BA	254 MW

TABELA 2: Usinas em construção

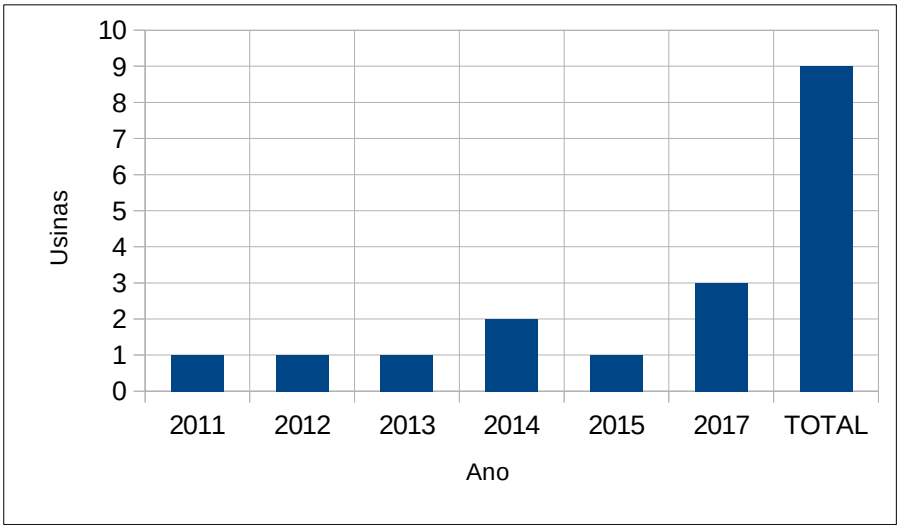
	USINA – ANO DE INAUGURAÇÃO	LOCAL	CAPACIDADE DE GERAÇÃO A SER INSTALADA
1	Usina Solar de Pirapora 2	Pirapora-MG	120 MW
2	Parque Solar Horizonte	Tabocas do Brejo Velho-BA	103 MW

A segunda tabela mostra usinas em construção que iram acrescentar certa de 223 MW de potência instalada.

A primeira usina de Geração de Energia Solar do Brasil foi implantada na cidade Tauá, pela empresa MPX Energia S/A, em meio ao sertão cearense 2011, inicialmente sua capacidade instalada era de 1MW de potência instalada, passando para 5 MW ainda na primeira fase. A segunda fase prever um aumento de 5 MW para 50 MW de capacidade de produção instalada (RIMA TAUA, 2011, p. 28).

A usina Solar de Tauá foi a pioneira e a partir dela abriu possibilidades para outras serem implantadas. Como podemos ver no gráfico abaixo, gerado a partir dos dados coletado nesta pesquisa, a evolução de 2011 até o presente momento das capacidades instaladas no país.

GRÁFICO 2: Implantação de Usinas de Energia Solar – 2011/2017



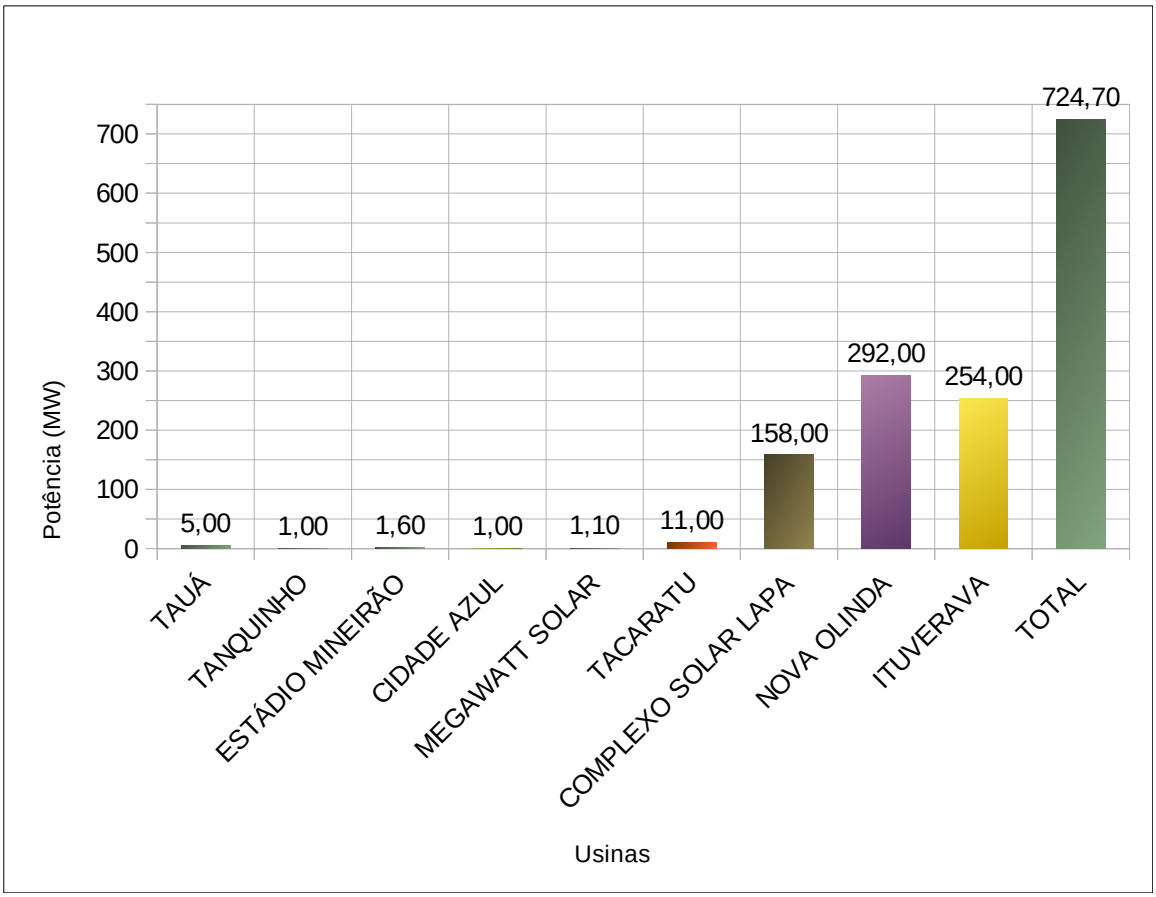
O gráfico acima mostra a quantidade de usinas construídas entre os anos de 2011 a 2017, ver-se que tinha-se apenas uma grande usina em operação, atualmente tem-se 9 grandes usinas em operação. Uma das possíveis explicações pra esse aumento na implantação de usinas solares, é que de acordo com o Atlas Solamétrico da Cepel, a radiação solar média que incide sobre a superfície do país é de até 2300 quilowatt-hora por metro quadrado (kWh/m²), propiciando uma ótima geração de energia solar.

Segundo o Portal Solar, o Brasil acaba de alcançar a marca histórica de 1 gigawatt de potência instalada em usinas de fonte solar fotovoltaica conectadas à matriz elétrica nacional. Esta potência é suficiente para atender o consumo de 2

milhões de brasileiros, cerca de 500.000 residências. A informação foi divulgada pela ABSOLAR e este resultado faz com que o Brasil esteja entre os 30 países, de 195. A ABSOLAR ainda afirma que o Brasil entrou em 2018 com quase 1,1 gigawatt em instalações fotovoltaicas, o que representou um crescimento gigantesco de 1.153 frente aos apenas 87,7 megawatts ao final de 2016.(ABSOLAR, 2018).

O gráfico a seguir mostra, a partir dos dados coletados, a evolução desse processo de implantação relacionado a potências instaladas.

GRÁFICO 3: Potências Instaladas



De apenas 1 usina e 1 MW em 2011 produzidos pela Usina Solar de Tauá, passa-se a ter 9 usinas de grande porte, com uma potência instalada de 724 MW.

Os gráficos a seguir mostram a relevância da Região Nordeste na produção de energia solar.

GRÁFICO 4: Capacidade Instalada em MW

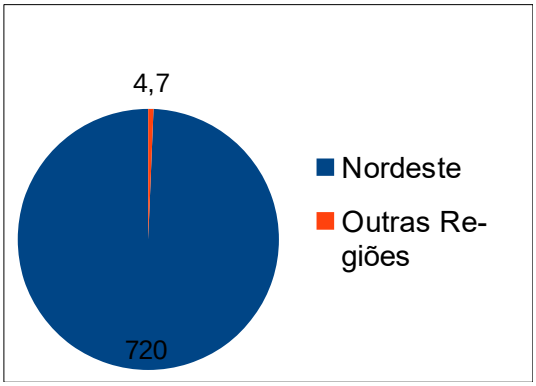
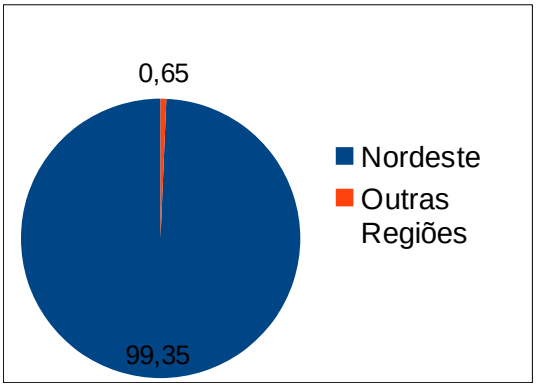


GRÁFICO 5: Capacidade Instalada em %

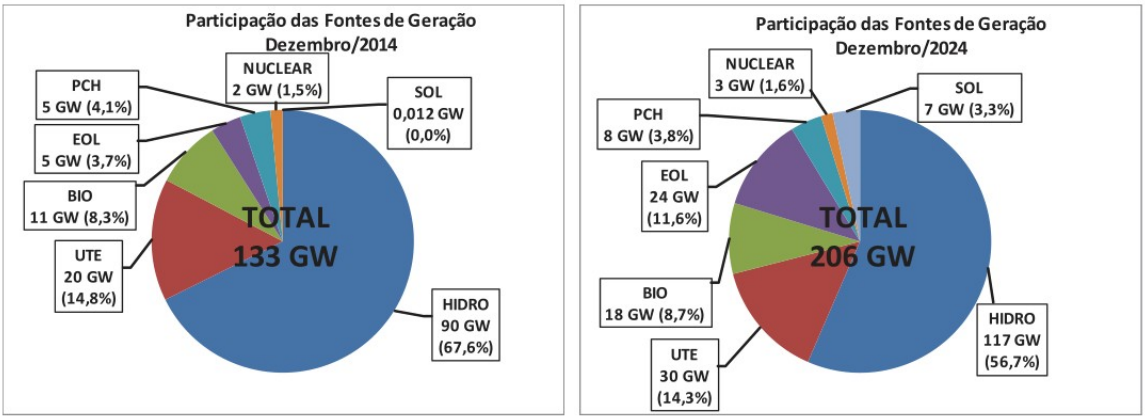


Dessa forma, nota-se que os investimentos no Nordeste, surtiram resultados proveitosos, uma vez que toda a energia gerada é interligada ao sistema de abastecimento elétrico melhorando a qualidade do serviço prestado.

4.3 Projeções

Gráfico a seguir mostra projeções feitas EPE nas participações das fontes de geração de 2014 até 2024:

GRÁFICO 6: Projeção 2024



(Adaptado do MME/EPE 2015)

Esta projeção demostra uma projeção otimista em relação a produção Energia Solar Fotovoltaica, que sai 0,012 GW para 7 GW de potência instalada. Representando 3,3% da matriz energética brasileira. Isto retoma a ideia que o país é

amplamente favorável a produção de energia solar (BEZERRA E SANTOS, 2016, p. 36).

4.4 Implantação de Painéis Solares Fotovoltaico na Universidade De Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Campus das Auroras na cidade de Redenção, Ceará.

A UNILAB foi uma das Universidades beneficiadas da chamada pública da Aneel nº 01/2016, realizada em maio de 2017, no âmbito do Projeto Prioritário de Eficiência Energética (EE) e Estratégico que tem o objetivo de iniciar à implementação de projetos de EE e de geração própria de energia (Minigeração) por meio da implantação de projetos pilotos em Instituições Públicas de Educação Superior (IPES). Das 27 propostas apresentadas, 11 foram aprovadas, 11 aprovadas com recomendações e cinco reprovadas (ANEEL, 2017).

Segundo a Aneel, os projetos representam R$ 310 milhões de investimentos e a capacidade estimada é de 10,9 MWp em plantas de Geração divida pelas Universidades selecionadas, sendo 94,2 GWh/ano de energia economizada, além de 17,0 MW de redução de demanda de ponta. O limite para início da execução do projeto é 28/8/17, já o término de execução está marcado para 12/8/20 (ANEEL, 2017).

A implantação já teve inicio e encontra-se em fase avançada, além disso, segundo o Plínio Maciel, Pró-reitor de Planejamento da UNILAB:

> […] sua proposta foi bem avaliada despontando como uma das melhores apresentadas em todo o país, a Unilab passa a figurar entre as instituições públicas de ensino superior como uma universidade de vanguarda no tocante a sustentabilidade, eficiência energética e na promoção do desenvolvimento sustentável. Contribuindo, assim, com o desenvolvimento regional, fomentando a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, catalisando investimentos para o setor, com possibilidade de gerar mercado regional e mitigar o grave problema dos recursos de custeio que nossa instituição e as demais estão passando no momento. (UNILAB, 2017).

A figura abaixo demostra o andamento da implantação das placas solares no dia 11 de julho de 2018:

FIGURA 3: Planta Solar (Campus das Auroras, UNILAB)

Como observa-se, a planta solar do Campus das Auroras em Redenção-CE encontra-se em finalização, representando um enorme ganho em sustentabilidade para a região.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo dos dados coletados neste trabalho, observa-se que o potencial energético solar do Brasil que é superior à de países da Europa, a irradiação média anual brasileira varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m²/ano, podemos afirmar que a energia solar começa a caminhar a passos largos, principalmente, nestes últimos 7 anos, embora ainda esteja muito atrasado em relação a outros países como a Alemanha e China, pois em nossa matriz energética a energia solar ainda representa menos de 1%, o país ampliou de forma expressiva sua capacidade geradora de energia solar instalada, principalmente na Região Nordeste, que possui 5 das maiores usinas de captação de Energia Solar Fotovoltaica representando atualmente, a partir dos dados coletado nesta pesquisa, cerca de 99% da produção Nacional.

Os incentivos do governo brasileiro (Subseção 3.6), para a produção de Energia Solar Fotovoltaica abrindo portas para empresas estrangeiras atuarem aqui surtiu efeito, e o mercado abre as portas para implantação dessa tecnologia que traz diversos benefícios a população como energia limpa e sustentabilidade, além disso, a promove o enriquecimento da matriz energética brasileira trazendo estabilidade para o sistema interligado de energia elétrica. Nesse sentido, é valido notar que mesmo indiretamente a produção de energia fotovoltaica ajuda na diminuição na queima de combustíveis fósseis, uma vez que, se houver estiagem por longos períodos, a utilização desses combustíveis para o suprimento da rede elétrica começa a ser desnecessário.

Portanto, conclui-se que a utilização da energia solar integrada a rede convencional de energia, seja ela residencial ou em grande escala, traz diversas vantagens, que vão desde a redução da tarifa na conta de energia elétrica até a geração de empregos e desenvolvimento nacional e regionais, como é o caso do Nordeste brasileiro que sofre com a estiagem quase o ano todo. Em 7 anos, a produção de Energia Solar Fotovoltaica no Brasil aumentou mais de 700%.

Com esta ascensão a geração de Energia Solar Fotovoltaica, o país entra lugar de destaque neste ramo estando entre os 30 países com capacidade instalada acima de 1 GW, potência suficiente para atender o consumo de 2 milhões de brasileiros.

6 REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **BRASIL ULTRAPASSA 1 GW EM USINAS SOLARES EM OPERAÇÃO, DIZ ASSOCIAÇÃO DO SETOR.** 2018. Acesso em: <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-ultrapassa-1-gw-em-usinas-solares-em-operacao-diz-associacao-do-setor.html>. Acesso em: 17/05/2018.

ANEEL. **ENERGIA SOLAR**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf>. Acesso em: 16/05/2018

BRASIL. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN**. Ministério de Minas e Energia – MME, Empresa de Pesquisa Energética-EPE. 2017.

BRASIL. **Fonte solar será responsável por 7 mil MW na matriz elétrica até 2024**. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 2016. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=2910292&_101_type=content&_101_urlTitle=fonte-solar-sera-responsavel-por-7-mil-mw-na-matriz-eletrica-ate-2024&redirect=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fpagina-inicial%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3Dsolar%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252F&inheritRedirect=true>. Acesso em: 16/05/2018.

Conheça as principais usinas solares de nosso país. Disponível em: < http://hellius.com.br/conheca-as-principais-usinas-solares-de-nosso-pais/>. Acesso em: 16/05/2018.

O QUE É ENERGIA SOLAR? Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar-.htmlf>. Acesso em: 16/05/2018.

MARQUES, R. C. KRAUTER, S. C. W. LIMA, L. C DE. **Energia Solar Fotovoltaica e Perspectivas de Autonomia Energética para o Nordeste Brasileiro.** Disponível em: <http://periodicos.unifor.br/tec/article/download/1049/4494>. Acesso em: 16/05/2018.

NASCIMENTO, S. A. Energia Solar Fotovoltaica: **Estudo e Viabilidade no Nordeste Brasileiro.** Disponível em <http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/8153/2/arquivototal.pdf>. Acesso em: 16/05/2018.

Nascimento, R. L. **ENERGIA SOLAR NO BRASIL: SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS.** Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16/05/2018.

NETO, O. L. DE M; COSTA, A. A; RAMALHO, F. P. **ESTIMATIVA DE RADIAÇÃO SOLAR VIA MODELAGEM ATMOSFÉRICA DE MESOESCALA APLICADA À REGIÃO NORDESTE DO BRASIL**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v24n3/a07v24n3.pdf>. Acesso em: 16/05/2018.

PINHO, J. T. GALDINO M. A. **Manual de Engenharia Para Sistemas Fotovoltaicos.** Edição Revisada e Atualizada. CEPEL-CRESESB. 2014.