



UNILAB

**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.**

WALISSON SILVA GOMES

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO NA
REGIÃO NORDESTE**

REDENÇÃO

2018

WALISSON SILVA GOMES

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO NA
REGIÃO NORDESTE

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. Raphael Amaral de Câmara.

REDENÇÃO
2018

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

Gomes, Walisson Silva.

G612e

Energia solar fotovoltaica: desenvolvimento na região nordeste /
Walisson Silva Gomes. - Redenção, 2019.
31f: il.

Dissertação - Curso de Especialização em Gestão De Recursos
Hídricos, Ambientais E Energéticos, Instituto De Engenharias E
Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração
Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2019.

Orientador: Prof. Raphael Amaral de Câmara.

1. Energia solar. 2. Energias renováveis. 3. Potencial
energético. 4. Radiação solar. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 621.47

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA

WALISSON SILVA GOMES

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO NA
REGIÃO NORDESTE

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. Raphael Amaral de Câmara.

Prof. Hermínio Miguel de O. Filho

Prof.^a. Lígia Maria Carvalho Sousa Cordeiro

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo amor e apoio constantes nos momentos difíceis, que me incentivaram sempre desde o início...

Aos amigos, grandes companheiros e incentivadores, na vida profissional e pessoal de todas as horas...

Agradeço a Deus por todas as coisas que me foram concedidas...

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Radiação Direta, Radiação Difusa e Radiação Refletida. Fonte: http://www.fcsolar.eco.br	13
Figura 2: Representação do fluxo de elétrons no efeito Fotoelétrico.	13
Figura 3: Módulo Fotovoltaico.....	14
Figura 4: Sistema Fotovoltaico. Fonte: www.neosolar.com.br	15
Figura 5: - Crescimento da Geração Distribuída no Brasil por unidades consumidoras entre 2012 e março de	20
Figura 6: Produção de energia solar no Brasil e Nordeste. Fonte: Balanço Energético Nacional.	22
Figura 7: Parque Solar Bom Jesus da Lapa (BA). Fonte: Enel Soluções.	24

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL – Agência Nacional De Energia Elétrica

BEN - Balanço Energético Nacional

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

EPE – Empresa de Pesquisa energética

FV – Fotovoltaica

GEE - Gases de efeito de estufa

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas.

LISTA DE SÍMBOLOS

GWh – Gigawatt hora

kW - Quilowatt

MW - Megawatt

W/m² - Watt por metro quadrado

SUMÁRIO

RESUMO	9
1.0 INTRODUÇÃO	10
2.0 REVISÃO DA LITERATURA	12
3.0 MÉTODO DE PESQUISA.....	17
4.0 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS	18
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
7.0 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	27

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO NA REGIÃO NORDESTE

Walisson Silva Gomes¹

Raphael Amaral de Câmara²

RESUMO

A energia elétrica é um dos produtos mais utilizados no mundo. A cada instante aumenta o consumo de energia, logo, é necessário que haja um aumento na sua produção. No Brasil a energia elétrica é produzida em maior parte a partir de hidroelétricas e termoelétricas. Mas essa realidade está sofrendo mudanças, devido à escassez de chuvas nas regiões das barragens das hidroelétricas, ou a grande quantidade de poluentes emitidos pelos gases liberados pelas termoelétricas, entre outros fatores. Por esses motivos o Brasil vem investindo na produção de energia alternativa. Existem diversas formas de produção de energias alternativas, como a partir de ondas do mar, vento, sol, entre outras. Neste trabalho será abordado como a energia solar está sendo importante nessa produção de energia. Será feita uma discussão histórica, desde o surgimento da energia solar no Brasil, até hoje, comentando sobre a região que mais produz e seu grande potencial. Por fim será discutido as principais dificuldades enfrentadas pelo setor.

Palavras Chaves: Energia solar. Energias renováveis. Potencial energético. Radiação solar.

ABSTRACT

Electricity is one of the most used products in the world. Every moment increases energy consumption, so there needs to be an increase in production. In Brazil, the electricity is produced mostly from hydroelectric and thermoelectric power plants. But this reality is changing, due to the lack of rainfall in the regions of the dams of hydropower, or the large amount of pollutants emitted by gases released by power plants, among other factors. For these reasons Brazil is investing in alternative energy production. There are various forms of production of alternative energies, such as from waves of the sea, wind, sun, among others. In this work we will discuss how solar energy is important in this energy production. There will be a historical discussion, from the emergence of solar energy in Brazil, until today, commenting on the region that produces the most and its great potential. Finally discussed the main difficulties faced by the sector.

Keywords: Solar energy.; Renewable energies. Potential energy. Solar radiation.

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.

² Doutor em Engenharia Elétrica

1.0 INTRODUÇÃO

A energia é um recurso muito importante para o desenvolvimento de um país. Para atender as necessidades do mercado, que consome cada vez energia, alguns países escolheram utilizar fontes energéticas que geram grande quantidade de poluição. Nas últimas décadas tivemos um aumento significativo na demanda por energia elétrica, no Brasil e no mundo. As fontes de energia poluidoras, num primeiro momento, podem ser mais atrativas, pois estão mais acessíveis em termos tecnológicos e financeiros, contudo, vem sendo observado, ao longo prazo, que essa é uma péssima escolha, uma vez que se baseia em recursos não renováveis. (Goldemberg, 1998).

O consumo desenfreado de energia está gerando consequências, onde a principal delas é o aquecimento global. O aquecimento global corresponde ao aumento da temperatura média terrestre, causado pelo acúmulo de gases poluentes na atmosfera e como consequência observamos uma mudança no clima do Planeta. Lugares onde existia um bom regime de chuvas estão virando desertos; regiões inteiras estão sendo inundadas por causa das grandes tempestades; espécies animais e vegetais estão desaparecendo. (Pearce, 2002). O mundo como um todo está sendo afetado. No Brasil, a principal fonte de emissão de gases do efeito estufa é originária da queimada e derrubada de florestas, especialmente na Amazônia e Cerrado, tornando ele um dos países mais poluidores do mundo.

Energia é muito importante para o desenvolvimento, pois sem energia não há produção. Contudo, é necessário produzi-la sem causar grande impacto à natureza. A solução para isso é, relativamente, simples e se fundamenta na utilização das energias renováveis, que são aquelas que possuem a capacidade de serem repostas naturalmente. Os incentivos à utilização de energias renováveis e o grande interesse que este assunto levantou nestes últimos anos deve-se principalmente à consciencialização da possível escassez dos recursos fósseis (como o petróleo) e da necessidade de redução das emissões de gases nocivos para a atmosfera, os GEE (Gases de efeito de estufa).

A energia renovável substitui os combustíveis convencionais. Existem vários tipos de fontes renováveis de energia, das quais podemos citar a solar, a eólica, a hídrica, a biomassa, a geotérmica, a das ondas e a das marés (Vecchia, 2010).

A energia solar fotovoltaica é uma fonte energética que apresenta diversas vantagens tornando ela bastante atraente, como: é limpa, pois não emite poluição na

geração de eletricidade; contribui para a diminuição da demanda por fontes geradoras de poluição; é economicamente viável e competitiva, desde que receba estímulos tributários e mercadológicos por parte do governo; não há necessidade de manutenção constante; os sistemas fotovoltaicos têm uma vida útil muito elevada; ela – energia solar – pode ser gerada em qualquer local do território brasileiro, pois onde há luz solar é possível produzir eletricidade; não é, obrigatoriamente, preciso linhas de transmissão, pois a energia pode ser gerada no próprio local de consumo. Mas, embora seja uma fonte de energia abundante, tem a desvantagem de ser de difícil captação em comparação com a energia hidroelétrica e possui oferta inconstante na medida em que está sujeita à variabilidade climática, principalmente devido às nuvens e aos ciclos diurno e sazonal. Portanto, para ser aproveitada, são demandados estudos que possibilitem conhecer melhor sua disponibilidade regional, variabilidade temporal e previsibilidade (De Lima, 2015).

Várias nações adotaram-na como fonte principal de energia, contudo, o Brasil ainda está dando seus primeiros passos na utilização da luz do sol para a geração de energia, quando comparado com países da Europa e da Ásia, por exemplo. O Nordeste brasileiro se destaca, diante as outras regiões do país, pois possui altos níveis de radiação favorecendo a implantação de projetos de produção de energia solar. O Brasil tem um grande potencial na indústria fotovoltaica. O presente estudo teve por objetivo mostrar que a energia solar fotovoltaica é uma realidade, perfeitamente viável, que pode ser uma das fontes mais utilizadas na Região Nordeste e até mesmo no resto do Brasil. Será abordado também a situação, dificuldades e expectativas da energia solar no Brasil e na Região Nordeste.

2.0 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Energia Solar

A energia solar que incide sobre o planeta pode ser utilizada de forma direta como fonte de energia térmica (para aquecimento de ambientes e fluidos) ou convertida diretamente em energia elétrica, por meio do efeito fotovoltaico. A energia proveniente do Sol é uma forma de energia renovável e praticamente inesgotável que pode ser aproveitada pela sociedade para suprir suas necessidades energéticas (Colle; Pereira, 1998). A energia que esta estrela irradia, em forma de luz e calor, sobre a superfície terrestre, no período de um ano, é capaz de suprir milhares de vezes o consumo mundial, no mesmo intervalo de tempo.

Para a produção de energia elétrica são usados dois sistemas: o heliotérmico, em que a irradiação é convertida primeiramente em energia térmica e posteriormente em elétrica; e o fotovoltaico, em que a irradiação solar é convertida diretamente em energia elétrica (Eduardo; Moreira, 2010).

Outra forma de aproveitamento de radiação solar é o aquecimento térmico, onde a partir da energia solar pode ser feito um processo de absorção da luz solar por meio de coletores, que são normalmente instalados nos telhados das edificações e residências (conhecidos como painéis solares). Se a incidência de radiação solar sobre a superfície terrestre é baixa, é necessário instalar alguns metros quadrados de coletores (Eduardo; Moreira, 2010).

2.2 Tipos de Radiação

A radiação solar sofre diversas interferências antes de chegar à superfície da Terra. Os raios solares sofrem difração ao passarem pela atmosfera. Nuvens, partículas em suspensão, gases do efeito estufa, cada um desses elementos, desviam a trajetória da luz; refletindo-a em diversas direções (Magarreiro; Freitas; Brito, 2012). A radiação solar que atinge os módulos fotovoltaicos pode ser dividida em três espécies:

- Radiação Direta: representada por raios solares que chegam à superfície com pouca, ou sem nenhuma, interferência;
- Radiação Difusa: é resultado da difração que os raios solares sofrem ao atravessar a atmosfera, desta forma eles chegam de diversas direções e nos mais variados valores de ângulos;

- Radiação Albedo / Refletida: é a relação entre a quantidade de radiação refletida e a quantidade de radiação incidente sobre um corpo. A luz solar ao ser refletida pelo solo, pode, dependendo da inclinação do painel, recair sobre um módulo, influenciando na produção de energia. Exemplos dos tipos de radiações podem ser observadas na Figura 1.

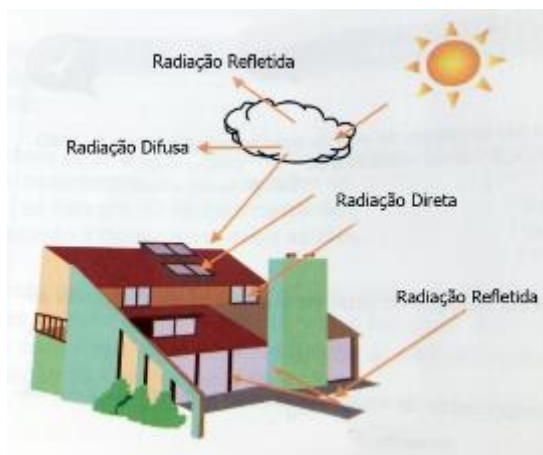


Figura 1: Radiação Direta, Radiação Difusa e Radiação Refletida. Fonte: <http://www.fcsolar.eco.br>

A radiação total que chega ao Planeta corresponde ao somatório das três espécies de radiação.

2.3 Efeito Fotovoltaico

No efeito fotovoltaico, o raio solar é transformado em eletricidade em uma célula fotovoltaica, fabricada com materiais chamados de semicondutores. A luz solar é composta de pequenos elementos denominados fótons. Quando os fótons atingem a célula fotovoltaica, parte deles é absorvida. Esses fótons despertam os elétrons do material semicondutor, o mais utilizado é o de silício, gerando assim eletricidade. Quanto maior a intensidade da luz solar, maior o fluxo da eletricidade (Do Nascimento, 2004). Na Figura 2 pode-se observar o fluxo de elétrons no efeito fotoelétrico.

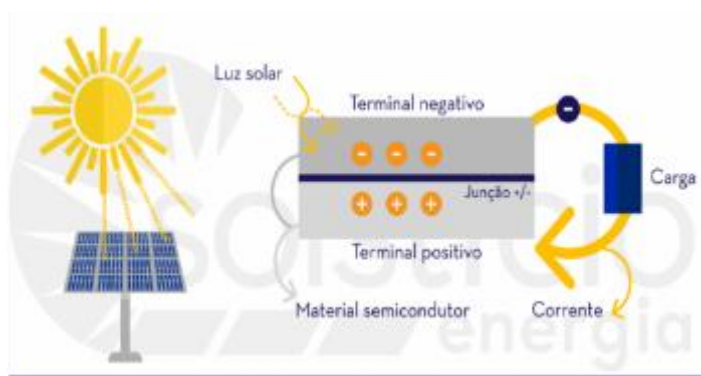


Figura 2: Representação do fluxo de elétrons no efeito Fotoelétrico. Fonte: www.solsticioenergia.com.

Ao contrário do sistema heliotérmico, o sistema fotovoltaico não requer alta irradiação solar para funcionar, porém a quantidade de energia gerada depende de alguns fatores, como da densidade das nuvens, de forma que um número alto de nuvens pode resultar em uma menor produção de eletricidade em comparação a dias de céu completamente aberto (Do Nascimento, 2004).

2.4 Sistemas Fotovoltaicos

Alguns equipamentos são comuns a todos os sistemas fotovoltaicos, os quais têm inúmeros componentes, cada um com uma função específica para que possa haver a produção de energia elétrica.

O módulo fotovoltaico é um equipamento constituído por várias células fotovoltaicas conectadas eletricamente. É necessário o agrupamento de várias células solares, pois sozinha ela produz pouca energia, como pode ser observado na Figura 3. Esse agrupamento é feito em serie ou em paralelo. O módulo solar é essencial para o sistema fotovoltaico, pois é ele quem “converte” a luz do sol em eletricidade (Machado; Miranda, 2015).



Figura 3: Módulo Fotovoltaico.

Fonte: <https://pt.solar-energia.net/definicoes/modulo-ou-painel-fotovoltaico.html>

Em sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica e em alguns sistemas autônomos se faz necessária à transformação da corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), para isso utiliza-se um inversor. A função do inversor é pegar tensão e corrente CC e transformá-las em tensão e corrente CA. Em sistemas autônomos o inversor funciona como fonte de tensão; já em sistemas conectados à rede funciona como fonte de corrente (Machado; Miranda, 2015).

As baterias são elementos indispensáveis nos sistemas fotovoltaicos autônomos. Elas permitem que a energia elétrica produzida seja armazenada. Se durante

o dia a produção de energia é grande, é possível armazená-la para usar a noite – horário que não há produção.

No sistema fotovoltaico também é utilizado o controlador de carga. Esse equipamento possui várias funções, pois é responsável por proteger a bateria ou o banco de baterias contra as sobrecargas; também impede que a bateria continue a receber energia, uma vez que já tenha alcançado seu limite máximo de carga; e também este equipamento evita que a bateria sofra uma descarga excessiva (Machado; Miranda, 2015). Um exemplo de um típico sistema fotovoltaico pode ser observado na Figura 4.



Figura 4: Sistema Fotovoltaico. Fonte: www.neosolar.com.br

2.5 Produção da Energia Solar

Como observado anteriormente, para produzir e utilizar a energia solar são necessários diversos equipamentos. De início a luz solar incide no painel fotovoltaico ocorrendo o efeito fotovoltaico e gerando uma tensão nos polos do módulo solar. Se houver um caminho elétrico entre os terminais do módulo, surgirá uma corrente elétrica (Braga, 2008). Os painéis solares são conectados uns aos outros e então conectados no inversor.

Na sequência o inversor converte a energia solar dos painéis, de corrente contínua para corrente alternada, podendo ser utilizada em qualquer equipamento ligado na rede de energia. A energia convertida pelo inversor passa pelo “quadro de energia” e na sequência é distribuída para ser utilizada (Machado; Miranda, 2015).

O excesso de eletricidade volta para a rede elétrica através do medidor de energia bidirecional. Esse equipamento mede a energia que chega da companhia de fornecimento de energia elétrica que é consumida quando não tem sol e a energia solar gerada em excesso quando tem muito sol e é injetada na rede da distribuidora. A energia

solar que vai para a rede vira "créditos de energia" para serem utilizados a noite ou nos próximos meses. Em alguns casos, as baterias são utilizadas para armazenar a energia.

3.0 METÓDO DE PESQUISA

A metodologia empregada será a pesquisa bibliográfica, pois a partir dela será discutido a importância da produção da energia solar fotovoltaica, uma breve discussão histórica e finalizando com as principais dificuldades enfrentadas pelo setor. Pesquisa bibliográfica consiste na etapa inicial de um trabalho científico ou acadêmico, com o objetivo de reunir as informações e dados que servirão de base para a construção da investigação proposta a partir de determinado tema. A pesquisa será do tipo descritiva, onde as informações serão classificadas, explicadas e interpretadas.

O levantamento bibliográfico foi realizado nas principais produções textuais nacionais relacionados à energia solar fotovoltaica. Além de livros, foi realizado consultas em documentos eletrônicos, artigos e revistas que abordam o assunto.

A abordagem será de forma qualitativa, pois os dados coletados nessas pesquisas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada.

4.0 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados em diversas produções textuais nacionais, relacionados à energia solar fotovoltaica, que foi desenvolvido da seguinte forma:

1. Realizar pesquisa sobre Energia Fotovoltaica;
2. Energia Fotovoltaica no Brasil;
3. Energia Fotovoltaica na Região Nordeste.

Será realizado uma abordagem histórica sobre o tema principal e na sequência será discutido sobre o nível de desenvolvimento da produção desse tipo de energia, a nível nacional e na região Nordeste.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir será feita uma breve abordagem sobre a evolução histórica da energia solar no Brasil, a região que mais produz e seu grande potencial, e por fim serão discutidas as principais dificuldades enfrentadas pelo setor.

5.1 Energia Solar fotovoltaica no Brasil – Evolução histórica

Poucos são os registros literários de ações no Brasil em termos de desenvolvimento tecnológico no aproveitamento da luz solar como fonte de energia. Algumas universidades realizaram, de forma isolada, e ainda realizam pesquisas nesta área, porém não há por parte do Governo Federal, uma política impactante que forneça os recursos financeiros e tecnológicos para acelerar o desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica nacional.

Na década de 1970, pós crise do petróleo, foram surgindo alguns investimentos em energia fotovoltaica no Brasil, mais voltado para as telecomunicações. Nessa década ainda, iniciou-se as atividades de produção de módulos fotovoltaicos, onde a Fone-Mat, era a empresa responsável por essa atividade (Tolmasquim, 2003).

Os primeiros sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil foram viabilizados através do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), criado no ano de 1994, viabilizando a aquisição de sistemas fotovoltaicos, que foram distribuídos por cerca de 7.000 comunidades espalhadas pelo país, totalizando assim, uma capacidade instalada de 5 MW.

Os sistemas instalados pelo PRODEEM eram isolados, pois não eram conectados à rede de distribuição elétrica, onde o consumo era realizado no local da produção. Até hoje, esse sistema é predominante no Brasil, pois são utilizados de diversas formas, como para bombeamento de água, eletrificação de comunidades isoladas, entre outras (Brito, 2016).

Entre os anos de 2004 e 2009 foram implementados cerca de 2046 sistemas fotovoltaicos. Isso se tornou possível porque o PRODEEM foi incorporado ao programa Luz para Todos, criado em 2003, que tinha o objetivo de levar eletricidade a localidades onde a construção de rede de distribuição elétrica era inviável (Brito, 2016).

Apesar de grande parte de aplicações fotovoltaicas serem isoladas, essa realidade está sofrendo profundas transformações. Até 2012 99,99% dos painéis

fotovoltaicos no Brasil eram usados em regiões isoladas onde não se tem acesso a rede elétrica. Porém, além do barateamento da tecnologia, em 2012 a ANEEL publicou a Resolução Normativa N° 482/2012, que estabelece condições para o acesso de micro e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica bem como a os sistemas de compensação para essa produção. De acordo com a Resolução ficaram adotadas as seguintes definições:

- Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa.

Com a Resolução Normativa, qualquer pessoa, desde que atendas as exigências previstas na legislação, poderá possuir um sistema conectado à rede. Uma pessoa que possui um sistema fotovoltaico instalado na sua casa, no final do mês pagará apenas a diferença entre a energia produzida e consumida. No caso em que a produção for maior do que o consumo, o usuário ficará com créditos que poderão ser utilizados em um prazo de 36 meses após o faturamento.

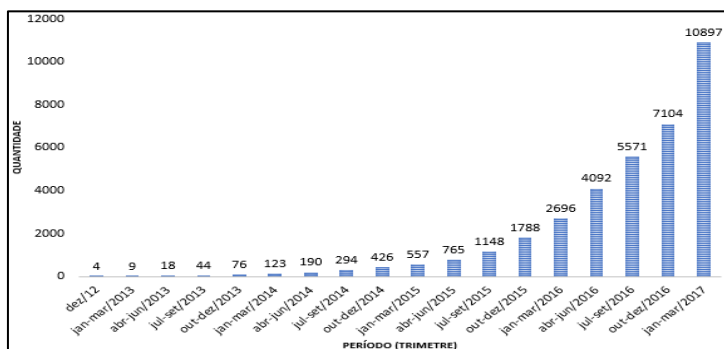


Figura 5: - Crescimento da Geração Distribuída no Brasil por unidades consumidoras entre 2012 e março de 2017 (ABGD, 2017).

Alterando e aprimorando a ANEEL publicou, em 24 de novembro de 2015, a Resolução Normativa nº 687, de acordo com as contribuições recebidas na Audiência Pública nº 026/2015, a Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012. Essa nova resolução, que entra em vigor a partir de março de 2016, tem como principais alterações, em relação à 482:

- Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica com instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- Fica permitido a instalação de sistemas para abastecer múltiplas unidades consumidoras de responsabilidade do condomínio, da administradora ou do proprietário, para o consumo das áreas de uso comum;
- O prazo máximo para o resgate dos créditos gerados na rede passa de 36 meses para 60 meses;
- O prazo máximo para a conexão de microgeradores, que era de 82 dias, fica reduzido para 34 dias;

Diante dessas alterações, a partir de novembro de 2015, houve um aumento significativo na implantação de geração distribuída no Brasil, como pode ser observado na Figura 5. O Brasil conseguiu avançar na regulamentação da micro e minigeração de energia elétrica utilizando sistemas fotovoltaicos, contudo acabou excluindo a matriz solar do Plano Nacional de Energia 2030.

5.2 Energia Solar no Nordeste Brasileiro

O Brasil é um país continental, que necessita de grande produção de energia para suprir as necessidades econômicas, e para produzir energia suficiente é necessário que sejam realizados investimentos em novas fontes de produção de energia (FREITAS; DATHEIN, 2013). Maior parte da energia elétrica produzida no país vem de hidroelétricas. Mas isso está mudando com o passar dos anos, pois diversos fatores,

principalmente climáticos, têm interferido nessa produção de energia (AZEVEDO, 2013).

A cada ano aumenta a produção de energia por fontes alternativas, e uma das que mais se destacam é a energia solar. Conforme informações do Balanço Energético Nacional – BEN, a produção de energia solar no Brasil aumentou, no ano 2016 para o ano de 2017, de 85 GWh para 832 GWh, e mais da metade dessa energia foi gerada na Região Nordeste, como pode ser observado na Figura 6.

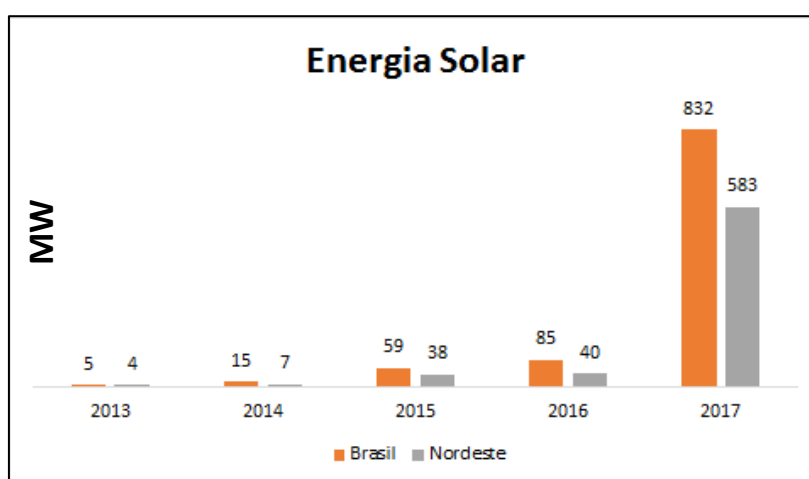


Figura 6: Produção de energia solar no Brasil e Nordeste. Fonte: Balanço Energético Nacional.

Nos últimos anos, o Nordeste brasileiro tem investido muito na produção de energia fotovoltaica. Isso vem acontecendo porque é nessa região onde há maior incidência do sol em todo o ano, o que a torna um local de grande potencial para o sistema de energia solar. O Nordeste recebe um alto índice de insolação, chegando a uma incidência média diária entre 4,5 a 6 kWh /m². Por si só estes números colocam o país em destaque no que se refere ao potencial solar. Esses valores são superiores aos da maioria dos países europeus, como Alemanha (2,5 a 3,5 kWh /m²) e França (2,5 a 4,5 kWh /m²), locais onde projetos de aproveitamentos solares são amplamente disseminados (NASCIMENTO, 2017).

As melhores condições para a implementação do sistema em termos de viabilidade econômica encontram-se no estado do Piauí (que tem o maior índice de insolação do país) e São Luís. Porém, em toda a extensão do Nordeste o potencial é favorável para a utilização da energia fotovoltaica (Dantas, 2018).

Outra vantagem que viabiliza essa produção de energia é que existem linhas de financiamento para implementação desse projeto. O Banco do Nordeste (BNB),

desde 2016, vem contribuindo para disseminação de geração de energia solar fotovoltaica. O BNB lançou uma linha exclusiva de financiamento para implementação de micro e minigeração de energia, chamado de FNE Sol. Esse tipo de financiamento vem se destinando à comércios, agroindústrias e indústrias, bem como àquelas de prestação de serviços. Também inclui as cooperativas, produtores rurais e as associações que pretendem investir na produção própria de energia (Bezerra, 2016).

Uma forma de incentivar a produção de energia solar é a isenção de pagamento de ICMS na geração dessa energia. Todos os nove estados da região Nordeste estão incluídos no convênio de isenção de ICMS para energia solar. Isso contribui para que residências e estabelecimentos comerciais possam optar por um sistema de energia solar na região (Dantas, 2018).

A geração de energia solar está em processo de crescimento no país, seja para as empresas de grande, médio ou de pequeno porte. Converter luz solar em eletricidade é tema de interesse nacional, porém as condições climáticas da região Nordeste fazem com que o local apresente um enorme e diferenciado potencial de desenvolvimento.

Algumas multinacionais estão investindo na região para a construção de grandes usinas. A multinacional italiana Enel Green está construindo três usinas na Bahia e uma no Piauí. No Piauí, o mais importante plano de construção é daquela que será considerada a maior usina solar da América Latina, instalada no município de São Gonçalo do Gurgueia, o parque solar São Gonçalo terá 475 MW de capacidade. A previsão é de que a usina entre em operação em 2020 (Collet, 2018).

O Parque Solar Ituverava (BA), localizado em Tabocas do Brejo Velho, ocupa a segunda posição entre os maiores parques solares do Brasil. O projeto entrou em operação em setembro de 2017 e possui hoje uma capacidade instalada de geração de energia de 254 MW. O Parque Solar de Bom Jesus da Lapa (BA), situado na cidade de Bom Jesus da Lapa, possui uma capacidade instalada de geração de energia de 158 MW (ENEL, 2017). A Figura 7 mostra o Parque Solar de Bom Jesus da Lapa (BA). Estes são exemplos dos investimentos recentes na produção de energia limpa a partir do sol.



Figura 7: Parque Solar Bom Jesus da Lapa (BA). Fonte: Enel Soluções.

Outros investimentos estão sendo feitos, a partir da implantação dessas usinas, pois empresas de fabricação de equipamentos fotovoltaicos também projetam se fixar na região Nordeste, visando atender à demanda do mercado. Com a implantação de fábricas produtoras de equipamentos fotovoltaicos na região nordeste, os custos com a instalação dos equipamentos em residências ou em indústrias reduz muito.

5.3 Dificuldades enfrentadas pelo Setor

O primeiro programa federal de energias renováveis, o Proinfa, lançado em 2002, deixou de fora a energia 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 (Othero, 2017).

Apesar do Brasil ter investido nesse seguimento de produção de energia, o setor ainda enfrenta algumas dificuldades, como a falta de linhas de transmissão e problemas de infraestrutura são os principais empecilhos enfrentados pelas empresas que produzem a energia na hora de distribuí-la. Atualmente, a região Nordeste possui 16 projetos de usinas solares em operação, porém outras novas usinas deverão ser instaladas nos próximos anos. Os Estados da Bahia e Rio Grande do Norte são dois dos que mais sofrem com essa escassez da rede de transmissão (Fontes, 2017).

Já quando a questão é a geração de energia pelo próprio cliente, a falta de incentivos, mais precisamente linhas de financiamento com taxas de juros acessíveis, é o ponto que mais esbarra a expansão da tecnologia entre a população da região. O

problema está em a Região Nordeste ter uma renda relativamente baixa, o custo inicial dessa tecnologia ser relativamente alto e com isso muitas pessoas não tem tanto acesso (Bezerra, 2017).

Outras dificuldades enfrentadas são a insegurança política, que causa um desconforto regulatório; o baixo número de leilões de energia de reserva para a energia solar no Brasil; o plano do governo de requerer equipamentos de conteúdo nacional, geralmente mais caros e menos competitivos que os fabricados na China.

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil possui boas condições de produção de energia a partir de fontes renováveis. As fontes naturais (maré, vento, sol, entre outras) podem ser utilizadas para produzir boa parte da energia que o país consome, com um grande benefício ao meio ambiente, pois são recursos limpos.

No presente trabalho foi feita uma abordagem histórica da energia solar no Brasil, quais os equipamentos necessários para a implantação da produção de energia, da forma como vem se ampliando os investimentos nesse setor e também financiamentos para aquisição dos equipamentos.

Conforme discutido no trabalho, a energia fotovoltaica possui um grande potencial de exploração no país, principalmente na Região Nordeste, devido aos seus grandes índices de insolação.

Um marco importante para a política de ampliação de investimentos em fontes solares foi a publicação da Resolução N° 482/2012 da ANEEL, regulamentando a micro e a minigeração e também o sistema de compensação de energia produzida pelo sistema fotovoltaico.

Uma dificuldade enfrentada para essa geração de energia é o alto custo em instalação/manutenção, fazendo com que o acesso ainda seja limitado. Aos poucos a ampliação nos investimentos em energia solar vem fazendo com que seja mais acessível as condições de produção.

Muitas empresas estão investindo em alguns estados que possuem grande potencial para geração de energia solar, sejam em usinas ou em indústrias produtoras de equipamentos, barateando os custos de instalação. Devido a isso, faz-se necessário também investir em linhas de transmissão, para que a energia produzida possa escoar para locais mais distantes.

A realização de leilões específicos para a fonte solar fotovoltaica, anualmente, seria um estímulo para atrair investimentos em projetos e fomentar o desenvolvimento de uma cadeia produtiva nacional.

A partir do que foi discutido, é fácil observar os benefícios de implantação desse meio de produção de energia. É uma fonte renovável, limpa e que com o passar dos anos seus custos de instalação e manutenção estão sendo reduzidos, tornando acessíveis para todos, desde indústrias, pessoas que moram em cidades e até pessoas que moram em locais isolados que não possuem acesso a rede de energia.

7.0 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Agência Nacional de Energia Elétrica, Ministério de Minas e Energia. Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012.

Agência Nacional de Energia Elétrica, Ministério de Minas e Energia. Resolução Normativa N° 687, de 24 de novembro de 2015.

AZEVEDO, P.J.S. Uma análise dos efeitos da crise econômico-financeira sobre as políticas de incentivo às energias renováveis. [Dissertação] Universidade do Porto, 2013.

Bezerra, F. D, Energia solar no Nordeste. Brasil, 2016

Brasil, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. São Paulo, SP, 2012.

Braga, R. P. Energia solar fotovoltaica: fundamentos e aplicações. Rio de Janeiro, 2008.

Brito, L. I. L. Estudo teórico da legislação para geração distribuída da tecnologia fotovoltaica na Alemanha e no Brasil. Fortaleza, 2016

Colle, S.; Pereira, E. B. Atlas de irradiação solar do Brasil (primeira versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície). Brasília: INMET, 1998.

Dantas, S. G; Pompermayer, F. M. Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. Rio de Janeiro, 2018.

De Lima, F. J. L. Previsão de irradiação solar no nordeste do Brasil empregando o Modelo WRF ajustado por Redes neurais artificiais (RNAs). Tese (Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia) – INPE – São José dos Campos. 2015.

De Souza, V. B.; Cerqueira, N. A.; Leite, V. P. Os Desafios da Implantação da Energia Solar no PAC II (Programa de Aceleração do Crescimento), janeiro de 2015.

Do Nascimento, C. A. Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica. Minas Gerais, 2004

Eduardo, C.; Moreira, S. Fontes alternativas de energia renovável, que possibilitam a prevenção do meio ambiente. Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense, 2010.

ENEL. Disponível em: < <https://www.enel.com.br/pr/historias/a201710-parque-ituverava-energia-solar-renova-a-esperanca-de-moradores-da-bahia.html>>. Acesso em 22/10/2018.

ENEL. Disponível em: < <https://www.enel.com.br/pr/midia/news/d201709-enel-inaugura-complexo-solar-de-158-mw-na-bahia.html>>. Acesso em 22/10/2018.

Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: < <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>. Acesso em 05/11/2018.

F. Felipe. Share Energy. Disponível em: <<http://shareenergy.com.br/energia-solar-no-brasil-independencia-ou-morte/>>. Acesso em 29/09/2018.

FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Revista Nexos Econômicos, 2013.

Fontes, R. BlueSol Energia Solar. Disponível em: < <https://blog.bluesol.com.br/os-desafios-da-energia-solar-no-nordeste-brasileiro/>>. Acesso em 20/10/2018.

G 1. Disponível em:<<https://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/dois-maiores-parques-de-energia-solar-da-america-do-sul-entram-em-operacao-no-brasil.ghtml>>
Acesso em 30/09/2018.

Goldemberg, J. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. São Paulo: EDUSP, 1998.

Collet, Luciana. Italiana Enel Green inicia construção de usina solar de R\$ 1,4 bi no Piauí. Disponível em: < <https://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,italiana-enel-green-inicia-construcao-de-usina-solar-de-r-1-4-bi-no-piaui,70002558535>>. Acesso em 22/10/2018.

M. Lana. Toda Matéria. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/energia-solar/>>. Acesso em 08/09/2018.

Machado, C. T.; Miranda, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. Revista Virtual de Química, 2015.

Magarreiro C.; Freitas, S.; Brito, M. C. Radiação e energia solar. Lisboa, 2012.

Martin, Jaume Riboti i. Curso de Energia Solar. 4. ed. Barcelona: Imprimeix, 2001.

Nascimento, R. L. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. Brasil, 2017.

Oliveira, Maria Marly de. Como Fazer Pesquisa Qualitativa. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

Othero, T. INSTITUTO EKOS BRASIL. Disponível em: <<https://ekosbrasil.org/com-potencial-gigantesco-em-energia-solar-brasil-avanca-pouco-no-setor-entenda/>>. Acesso em 20/10/2018.

Pearce, F. Global Warming. 2002.

Pereira, E. B.; Colle, S. A energia que vem do Sol. Revista Ciência Hoje, 22, 130, 25-35, 1997

Pereira, Filipe Alexandre de Sousa; OLIVEIRA, Manuel Ângelo Sarmiento. Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica. 1. ed. Porto: Publindústria, 2011.

Portal Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar-.html>>. Acesso em 08/09/2018.

Portal Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/sistema-fotovoltaico--como-funciona.html>>. Acesso em 08/09/2018.

Tavares, M. Aprendendo sobre o sol. Revista brasileira de ensino de física. Rio de Janeiro, ano 2000, v. 22, 12 maio 1999.

Todo Estudo. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/energia-solar>. Acesso em 08/09/2018.

Tolmasquim, M. T. Fontes Renováveis de Energia no Brasil. Rio de Janeiro: CENERGIA, 2003.

Toda Matéria. Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/aquecimento-global/>>. Acesso em 08/09/2018.

Vecchia, R. O meio ambiente e as energias renováveis: instrumentos de liderança visionária para a sociedade sustentável. Editora Manole, 2010.

Villalva, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. Energia solar fotovoltaica, conceitos e aplicações: Sistemas Isolados e Conectados à Rede. 1. ed. São Paulo: Érica, 2012.