



A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável

**Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)**

Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)

A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	<p>A importância da energia solar para o desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadora Jaqueline Oliveira Rezende. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-616-4 DOI 10.22533/at.ed.003190309</p> <p>1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia solar. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Oliveira, Jaqueline Rezende.</p> <p style="text-align: right;">CDD 621.47</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A matéria-prima para a geração de energia elétrica, no cenário mundial, ainda é constituída predominantemente pelos combustíveis fósseis, os quais são compostos pelo gás natural, carvão mineral e petróleo. Segundo a Agência Internacional de Energia, em 2016, esses combustíveis foram responsáveis por 65,1% da matriz energética mundial. O emprego desses é notoriamente preocupante, pois são fontes finitas e causam elevados impactos ambientais, como a chuva ácida e a destruição da camada de ozônio, devido liberarem para a atmosfera gás carbônico durante seu processo de queima.

Dessa forma, a energia solar apresenta como principais características a utilização de uma matéria-prima inesgotável, o sol, e não causa impactos ao meio ambiente durante a conversão da energia solar em energia elétrica. Portanto, sendo o desenvolvimento sustentável caracterizado pela utilização dos recursos naturais necessários para o desenvolvimento de diversos setores, como o social, energético e econômico, sem comprometer esses recursos para atender as próximas gerações, a energia solar tem se consolidado como uma fonte de energia alternativa e renovável que contribuí para atender a demanda de eletricidade de modo sustentável.

Nesse contexto, esse *e-book* apresenta artigos que discorrem sobre as principais características da energia solar, destacando suas vantagens e desvantagens, aplicações e desenvolvimento dessa tecnologia no Brasil. Também são descritos estudos sobre a implementação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica e análise de um sistema em operação.

Em seguida, esse exemplar contempla estudos sobre a influência da associação de módulos fotovoltaicos e o sombreamento sobre esses sistemas, é apresentado uma pesquisa sobre um sistema fotovoltaico híbrido e são discutidos os fundamentos e validação de um sistema arrefecedor para usinas fotovoltaicas.

Além disso, são apresentados trabalhos que relatam as características da sujidade acumulada sobre módulos fotovoltaicos, o desenvolvimento de um *software* para projeto e simulação de sistemas solares e a geração de dados de irradiação solar nas condições brasileiras, imprescindíveis nos estudos sobre energia solar fotovoltaica.

Jaqueline Oliveira Rezende

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES	
Frank Wesley Rodrigues Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque Joel Adelaide Medeiros Jonathan Jefferson Pereira Moura Diego Henrique da Silva Cavalcanti Rafael Pereira de Medeiros Hugo Rojas Espinoza	
DOI 10.22533/at.ed.0031903091	
CAPÍTULO 2	10
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA ARCELOR MITTAL TUBARÃO	
Bruna Machado Christ Stefanie Lievore Cruz Warley Teixeira Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.0031903092	
CAPÍTULO 3	22
ANÁLISE DE MERCADO DE TECNOLOGIA SOLAR FOTOTÉRMICA E PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO	
Ricardo Alberto Rodríguez-Carvajal Rafael García Gutierrez Paula C. Isiordia-Lachica Martín Picón Nuñez Jesús Hernández Ruíz German Eduardo Devora-Isiordia	
DOI 10.22533/at.ed.0031903093	
CAPÍTULO 4	36
ANÁLISES DE EFEITOS EXTERNOS SOBRE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TAIS COMO ASSOCIAÇÃO E SOMBREAMENTO POR MEIO DO ATP	
Leonardo Rosenthal Caetano Silva Jaqueline Oliveira Rezende Geraldo Caixeta Guimarães Raul Vitor Arantes Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.0031903094	
CAPÍTULO 5	50
ANÁLISE 2E DE UM SISTEMA SOLAR PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO ÓPTICA ANIDÓLICA	
Eduardo González-Mora Eduardo Armando Rincón-Mejía	
DOI 10.22533/at.ed.0031903095	
CAPÍTULO 6	64
DISEÑO DE SISTEMAS HIBRIDOS FV-H ₂	
Fernando Gutiérrez-Martín	
DOI 10.22533/at.ed.0031903096	

CAPÍTULO 7	74
FUNDAMENTOS E MEIOS DE UNIDADE FOTOVOLTAICA ARREFECIDA CONTENDO ASPECTOS TÉCNICOS E GEOGRÁFICOS	
<ul style="list-style-type: none"> André Luiz Veiga Gimenes Pascoal Henrique da Costa Rigolin Angélica Luana Linhares Vinícius Oliveira da Silva Stefania Gomes Relva Miguel Edgar Morales Udaeta 	
DOI 10.22533/at.ed.0031903097	
CAPÍTULO 8	91
ACEPÇÃO E VALIDAÇÃO PROCEDIMENTAL DE SISTEMA ARREFECEDOR MODULAR PARA USINA FOTOVOLTAICA	
<ul style="list-style-type: none"> André Luiz Veiga Gimenes Pascoal Henrique da Costa Rigolin Angélica Luana Linhares Vinícius Oliveira da Silva Diego Biaseto Bernhard Miguel Edgar Morales Udaeta 	
DOI 10.22533/at.ed.0031903098	
CAPÍTULO 9	105
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA SUJIDADE DEPOSITADA SOBRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS EM ZONAS CLIMÁTICAS DE MINAS GERAIS	
<ul style="list-style-type: none"> Suellen Caroline Silva Costa Amanda Mello Faria Veloso Abreu Marcelo Machado Viana Pedro Paiva Brito Cristiana Brasil Maia Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz Lawrence Lee Kazmerski 	
DOI 10.22533/at.ed.0031903099	
CAPÍTULO 10	119
SIMVR-SOLAR: FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE REALIDADE VIRTUAL PARA PROJETO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	
<ul style="list-style-type: none"> Cleber Onofre Inácio Hugo Tavares Vieira Gouveia Ismael Humberto Ferreira dos Santos Luiz Fernando Almeida Fontenele Paulo Henrique Fernandes Ferreira Rodrigo Guido Araújo 	
DOI 10.22533/at.ed.00319030910	
CAPÍTULO 11	133
GERAÇÃO DE SÉRIES SINTÉTICAS DE IRRADIAÇÃO DIÁRIA PARA AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS BRASILEIRAS	
<ul style="list-style-type: none"> Cleber Onofre Inácio Hugo Tavares Vieira Gouveia Luiz Fernando Almeida Fontenele Paulo Henrique Fernandes Ferreira 	
DOI 10.22533/at.ed.00319030911	

CAPÍTULO 12 147

GERENCIAMENTO DE REDES DE ENERGIA INTELIGENTES (REI) EMPREGANDO ANÁLISE POR MODELO PREDITIVO ATRAVÉS DE REDES MODULARES EXPANSÍVEIS DE INSTRUMENTAÇÃO

Elói Fonseca

José Francisco Resende da Silva

Victor Hugo Paezane dos Anjos

Diego Henrique do Amaral

Gabriel de Souza Cordeiro

Naiara de Souza Lima

Bruna Malaguti

Felipe Emanuel Sales

DOI 10.22533/at.ed.00319030912

SOBRE A ORGANIZADORA 154

ÍNDICE REMISSIVO 155

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES

Frank Wesley Rodrigues

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica João Pessoa – Paraíba

Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica João Pessoa – Paraíba

Joel Adelaide Medeiros

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica João Pessoa – Paraíba

Jonathan Jefferson Pereira Moura

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica João Pessoa – Paraíba

Diego Henrique da Silva Cavalcanti

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica João Pessoa – Paraíba

Rafael Pereira de Medeiros

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica João Pessoa – Paraíba
Campina Grande – Paraíba

Hugo Rojas Espinoza

Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mecánica y Mecánica Eléctrica
Rímac – Lima

RESUMO: Com o aumento gradativo da população e dos padrões de consumo da sociedade atual, os debates envolvendo as questões energéticas estão sendo cada vez mais frequentes. A base energética do Brasil gira em torno das hidrelétricas, visto que o país possui uma ótima disponibilidade hídrica. Com os

constantemente períodos de secas e pela escassez dos recursos não renováveis causado pelo consumo desenfreado, voltam-se os olhos para fontes de energias renováveis. Neste contexto, a energia solar fotovoltaica surge com destaque entre as fontes de energia renováveis, devido a mesma ser considerada uma fonte de geração inesgotável, necessitar de manutenção mínima e manifestar constantes avanços tecnológicos. Este trabalho possui como objetivo apresentar o desenvolvimento dessa forma de geração no Brasil, dando ênfase a evolução da sua potência instalada e suas principais aplicações, além de enfatizar as vantagens e desvantagens da sua utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar Fotovoltaica. Desenvolvimento. Aplicações.

PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY: DEVELOPMENT AND APPLICATIONS

ABSTRACT: With the gradual increase in population and consumption patterns of today's society, debates on energy issues are becoming more and more frequent. Brazil's energy base revolves around hydroelectric dams, as the country has an excellent water availability. With the constant droughts and the scarcity of nonrenewable resources caused by uncontrolled consumption, the focus is on renewable energy sources. In this context,

photovoltaic solar energy emerges with prominence among renewable energy sources, due to it being considered a source of inexhaustible generation, requiring minimal maintenance and manifesting constant technological advances. This work aims to present the development of this form of generation in Brazil, emphasizing the evolution of its installed power and its main applications, besides emphasizing the advantages and disadvantages of its use.

KEYWORDS: Photovoltaic Solar Energy. Development. Applications.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente a demanda energética de abastecimento é cada vez maior, principalmente, quando falamos no aumento populacional e na ampla utilização dos recursos tecnológicos. Observando esse cenário, a necessidade de se investir em novas formas de energia e tecnologia torna-se cada vez mais indispensável, visto que a adoção da geração alternativa possibilite um baixo impacto ambiental e que apresente uma boa solução. Assim, ainda que as hidrelétricas sejam uma fonte limpa e renovável, a geração é influenciada pelo nível dos reservatórios e ocorrência de chuvas ao longo dos anos, tornando a geração dependente desse fator climático (GALDINO, 2016).

Dentre as fontes de energia alternativas, a geração solar fotovoltaica vem ganhando destaque graças a sua baixa emissão de poluentes, a necessidade de pouca manutenção e principalmente por gerar energia localmente, ou seja, não necessita de linhas de transmissões que provocam perdas e impactos ambientais (IMHOFF, 2007). Além do que, agregada a uma redução de custos, vem apresentando grande crescimento mundial.

Além da contribuição de redução da utilização de recursos derivados do petróleo, a energia solar fotovoltaica também pode ser utilizada em sistemas de irrigação de culturas, de refrigeração de alimentos, vacinas e remédios, aquecimento e iluminação artificial, conforto térmico e iluminação natural em projetos de construção civil entre outros (MARTINS *et al*, 2004), logo fica claro a importância da energia solar fotovoltaica ser estudada e de ser ampliada nos diversos tipos de setores contribuindo com o meio ambiente e a economia do país (OLIVEIRA, 2017).

Com base no exposto acima, o presente estudo tem por objetivo fazer um relato da situação brasileira perante a utilização e implantação de projetos de aproveitamento de energia solar fotovoltaica, além de realçar as suas principais aplicações.

2 | ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade por intermédio de materiais semicondutores, esse fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico (PINHO, 2012).

O efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839 pelo francês Edmond Becquerel, que observou através de um experimento muito simples, que quando placas metálicas, de platina ou cobre são mergulhadas em um eletrólito (solução condutora de eletricidade) produzem uma diferença de potencial que aumentava com a presença da luz solar (VALLERA, 2006).

Os materiais utilizados para produzir esse efeito são chamados de células solares ou fotovoltaicas. O principal material utilizado para fabricação das células solares é o silício. Porém, inúmeras pesquisas têm sido realizadas com o intuito de desenvolver células com boa durabilidade e alta eficiência, entre esses materiais se destacam as células de Telureto de Cádmio na forma de filme fino, as de Heterojunção (HTJ) e as células de Arsenieto de gálio.

Com relação a sua classificação os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos de acordo com a forma de distribuição da energia elétrica. Sendo assim, estes sistemas são classificados em dois grupos: Sistemas Isolados (*off grid*) e Sistemas Conectados à Rede (*on grid*). Esse último apresentam duas configurações distintas: os sistemas fotovoltaicos distribuídos e os sistemas fotovoltaicos centralizados (RUTHER *et al*, 2005).

3 | PANORAMA MUNDIAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Na última década a energia solar fotovoltaica vem ganhando cada vez mais destaque no cenário mundial, com uma alta taxa de crescimento que deverá manter-se devido ao apelo mundial por energias limpas, sendo essa uma das formas de geração mais eficientes e menos nocivas ao meio ambiente (SILVA, 2015).

Um aspecto que tem contribuído bastante para esse crescimento acelerado é a redução nos preços dos equipamentos necessários para geração dessa forma de energia. Essa redução é consequência dos altos investimentos do setor privado e público é também pela busca de novas formas de geração de energia devido aos constantes aumentos no preço da energia elétrica.

Na Figura (1) é possível observar a evolução da capacidade de energia solar fotovoltaica instalado no mundo. No ano de 2017 foram instalados 99,1 GW isso levou a uma capacidade de energia solar global total de mais de 400 GW. A capacidade de energia solar fotovoltaica acumulada cresceu em 32% em 2017. Em apenas 10 anos, a capacidade mundial total de energia solar fotovoltaica aumentou em mais de 4.300% - de 9.2 GW em 2007 para 404.5 GW em 2017.

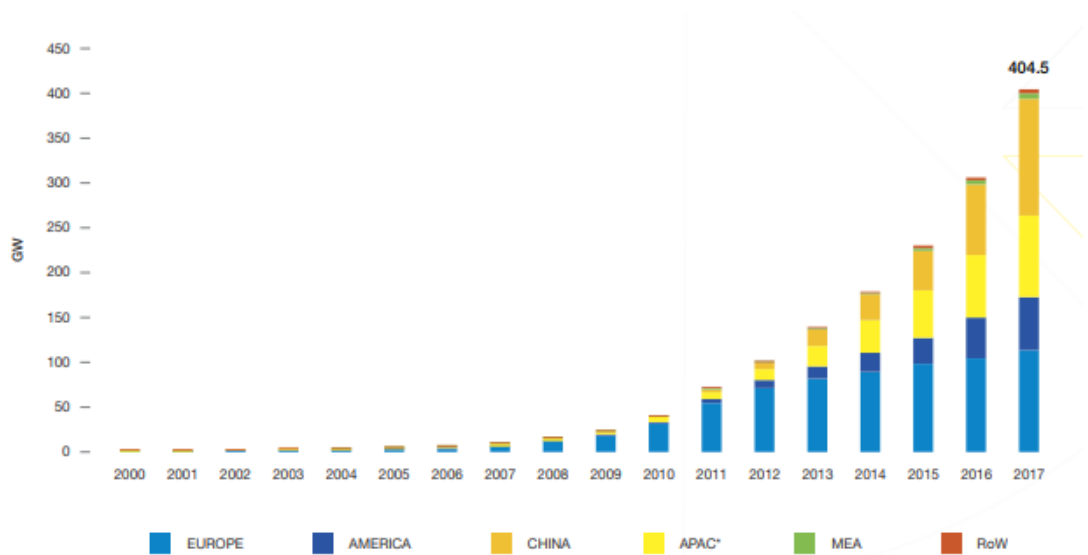


Figura 1: Evolução da capacidade de energia fotovoltaica instalada no mundo 2000-2017 (Global Market Outlook, 2018).

Entre os países com maior capacidade instalada merece destaque a China, esse país concentra 32% de toda a carga instala no mundo. Na Figura (2) é ilustrada a participação dos 10 países com maior capacidade instalada em 2017, segundo a Global Market Outlook.

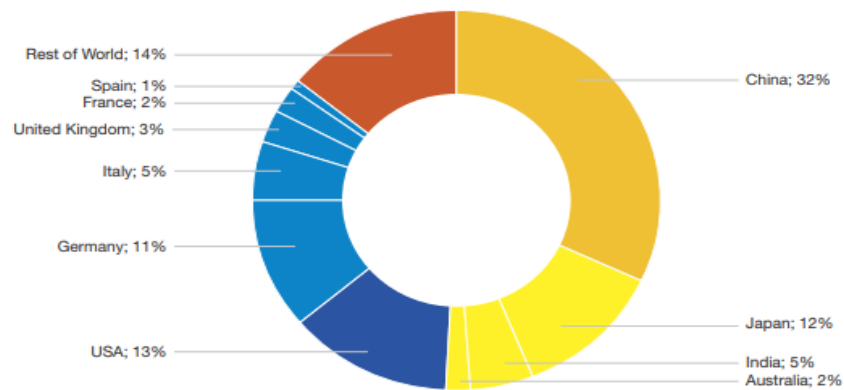


Figura 2: Os 10 países com maior capacidade instalada de energia fotovoltaica em 2017 (Global Market Outlook, 2018).

3.1 Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

O Brasil é um dos países com maior potencial para geração de energia solar fotovoltaica, isso por que a maior parte de seu território é localizado próximo a linha do equador o que faz com que o tempo de incidência de luz solar não varie muito e a média anual pode variar entre 5 a 8 horas diárias (ANEEL, 2005).

A partir de 2012, o Brasil apresentou um avanço significativo de crescimento de geração de energia solar fotovoltaica, um dos motivos foi à criação da Resolução Normativa - REN nº 482, de 17/04/2012, onde estabeleceu as condições gerais para

o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e criou o sistema de compensação de energia elétrica correspondente. Na Figura 3, é possível observar o crescimento da potência instalada no Brasil e sua projeção para o ano de 2019.

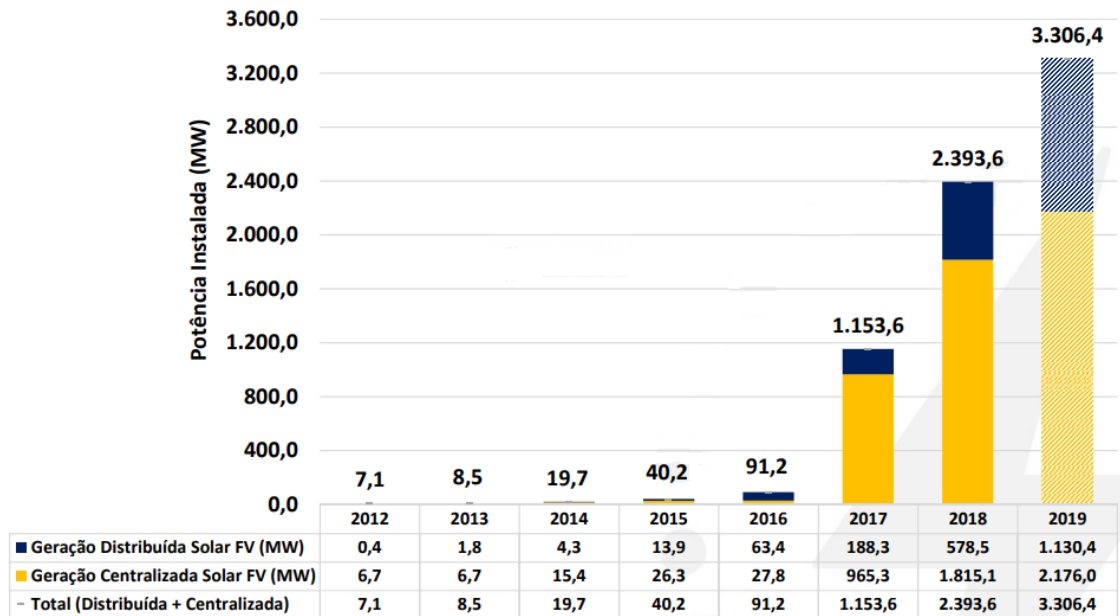


Figura 3: Potência instalada da energia solar fotovoltaica no Brasil e sua projeção para 2019 (SAUAIA, 2019).

Em relação a sua representação na matriz energética brasileira a energia solar fotovoltaica ainda possui uma pequena participação, como se verifica na Figura (4). Porém, segundo a projeção da *Bloomberg New Energy Finance* em 2040 a energia solar fotovoltaica possuirá 32% de participação na matriz energética brasileira (SAUAIA, 2019).

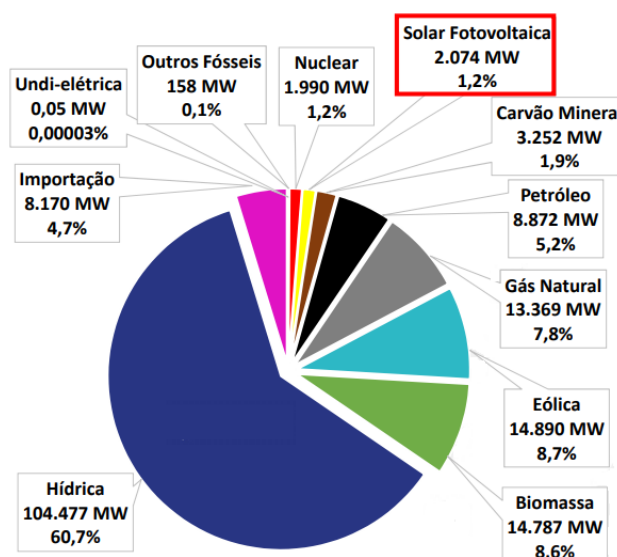


Figura 4: Matriz elétrica brasileira – potência em MW (SAUAIA, 2019).

4 | APLICAÇÕES DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICAS

Energia solar fotovoltaica é um tipo de energia alternativa que vem se expandindo ao redor do mundo. Existe uma predisposição para que surjam cada vez mais dispositivos de captação e armazenamento, com preços mais acessíveis como forma de estímulo ao comércio e ao uso consciente dessa energia. Nesta seção serão apresentadas algumas formas de aplicação dessa tipo de geração.

4.1 Sistemas Fotovoltaicos Residenciais

A utilização de sistemas fotovoltaicos no setor residencial tem impulsionado o mercado desse tipo de geração. Esses sistemas têm sido instalados tanto em áreas urbanas como em localidades de difícil acesso a energia elétrica.

Em residências urbanas a energia solar esta sendo empregada com o princípio de melhorar a conta de energia elétrica, tendo em vista, que no Brasil o excesso da geração de energia solar fotovoltaica é injetado na rede elétrica, no qual esse montante pode ser compensado na conta de energia elétrica.

Nas residências rurais isoladas situadas principalmente nas regiões norte do Brasil, as quais sofrem com a ausência de energia elétrica já que a região é considerada não rentável economicamente, são utilizados sistemas autônomos (*off grid*), de pequeno porte, com o objetivo básico de atender principalmente a demanda de iluminação (OLIVEIRA, 2016).

4.2 Centrais Elétricas Fotovoltaicas

As centrais elétricas fotovoltaicas executam a função de estações centralizadas de energia. A fonte de alimentação desse sistema não é associada com um cliente particular da eletricidade. Estes sistemas são tipicamente instalados em terrenos ou campos e funciona normalmente a certa distância do ponto de consumo, necessitando de sistema de transmissão e distribuição até o ponto de consumo.

Apesar das grandes centrais fotovoltaicas terem potência muito inferior em comparação às grandes centrais hidroelétricas, nucleares, etc., não há nenhuma barreira técnica ou qualquer restrição quanto à confiabilidade desses sistemas (RODRIGUES, 2017).

4.3 Sistema de Telefonia

Os sistemas de telefonia muitas às vezes precisam ser instalados em lugares remotos e de difícil acesso a energia elétrica. Logo, os sistemas de energia fotovoltaica surgem como uma boa aplicação para solução desse problema, tendo em visto, que esses empecilhos não impedem a implementação dessa forma de geração e

apresentam um bom desempenho.

4.4 Satélites

Os primeiros satélites com placas solares foram construídos na década de 60, estas placas erram vistas como uma fonte de energia inesgotável para os satélites além de possuírem baixo peso e flexibilidade. Esta alternativa se mostrou mais viável que a utilização de pilhas convencionais, até nos dias de hoje os veículos espaciais são equipados com células solares (VALLERA, 2006).

Os painéis utilizados no espaço são constituídos por células solares, que em geral usam Arsênio e Gálio em sua composição, o que garante maior eficiência na produção de energia elétrica. Em testes realizados na superfície da Terra, esse tipo de painel chegou a ter eficiência de 33,9%, praticamente o dobro das placas comuns de silício. O que limita a produção comercial de painéis a base de Arsênio e Gálio ainda é seu alto custo (GOMES, 2016).

4.5 Sistema de Bombeamento de Água

Sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água são umas das principais e mais vantajosas aplicação da energia solar fotovoltaica. Alguns exemplos da utilização de sistemas fotovoltaicos para o bombeamento de água são: irrigação de campos através de do bombeamento de água dos reservatórios; abastecimento residencial; esgotamento de águas de poços artesanais, minas, de garagens e subestações alagadas pelo excesso de chuva (PEREIRA, 2010).

5 | VANTAGENS E DESVANTAGENS

A energia solar fotovoltaica apesar de ser considerada uma energia limpa, possui vantagens e desvantagens em relação a sua utilização.

Como principais vantagens:

- A tecnologia de geração de energia fotovoltaica apresenta qualidades ecológicas, pois o produto final é não poluente, silencioso e não perturba o ambiente;
- O custo de operação é baixo, não necessita de combustível ou transporte;
- Não utiliza peças móveis, o que facilita a sua utilização em locais isolados;
- Permite aumentar a potência instalada através de incorporações de módulos adicionais.
- Enquanto, como desvantagens têm-se:
- Ainda possui um custo de fabricação dos módulos fotovoltaicos bastante elevados, embora cada vez mais barato;
- O rendimento real de conversão de um módulo é reduzido face ao custo do investimento;

- Exigir um alto investimento inicial para sua geração.

6 | CONCLUSÃO

Com o crescimento do consumo de combustíveis fósseis, tem-se adotado a procura por sistema de produção de energia que seja totalmente e ou parcialmente limpo, representando soluções para a crescente demanda energética mundiais visando minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, dentre tais soluções destacam-se aquelas baseadas em fontes inesgotáveis de energia, tal como a energia solar, que aumenta gradativamente devido a consciência ambiental das pessoas como a economia que a mesma trás possibilitando um melhor aproveitamento financeiro e energético.

Para que a energia solar fotovoltaica continue nesse processo de crescimento é necessário um maior investimento e incentivo a inovação com objetivo de torna os sistemas fotovoltaicos mais eficientes e consequentemente mais baratos.

No Brasil, a energia elétrica gerada a partir da geração solar fotovoltaica pode ser uma das soluções para a demanda de energia, sendo que o país possui uma localização privilegiada, o qual fornece uma grande incidência solar. Espera-se que nos próximos anos o Brasil apresente um grande acréscimo nesse tipo de geração e que no futuro possa configurar entre os países considerados como referência.

Por ultimo, nota-se que além de colaborar no crescimento, a sua utilização é considerada altamente estratégica para os países em desenvolvimento já que podem auxiliar na desaceleração do fluxo migratório, ajudar em atividades do campo, levar energia elétrica as regiões mais remotas, entre outros.

REFERÊNCIAS

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil. 2. ed.** Brasília: ANEEL, 2002. 243 p.

GALDINO, J. C. **Análise crítica entre dois software de dimensionamento e simulação fotovoltaico.** 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

GLOBAL Market Outlook. **Solar Power**, 2018. Disponível em: <<http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf>>. Acesso em: 06 Jul. 2019.

GOMES, Mario. **A Energia Solar na Conquista do Espaço.** Disponível em: <<http://greenbras.com/energia-solar/energia-fotovoltaica/a-energia-solar-na-conquista-do-espaco/>>. Acesso em: 07 Jul. 2019.

IMHOFF, Johninon. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos,** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

MARTINS R. F., et al **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário - o Projeto Swera.** Rev. Bras. Ensino Fis. v. 26, n. 2, São Paulo, 2004.

OLIVEIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. H.; GOMES, R. O. Energia solar: um passo para o crescimento. **REGRAD-Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM-ISSN 1984-7866**, v. 10, n. 01, p. 377-389, 2017.

PEREIRA, D. A. **Sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água**. 2010. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PINHO, J.; GALDINO, M. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb, 2014.

RODRIGUES, F. W. **A tendência de crescimento da energia solar fotovoltaico**. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

RUTHER, R. et al. **Avaliação do impacto da geração distribuída utilizando sistemas solares fotovoltaicos integrados à rede de distribuição**. 2005.

SAUAIA, R. L. ABSOLAR, 2018. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/images/Painel-2-RODRIGO-SUAIA-ABSOLAR.pdf>> . Acesso em: 01 Jun. 2019.

SILVA, Rutelly Marques da. **Energia solar no Brasil: dos incentivos ao desafios**. 2015.

VALLERA, Antônio M.; BRITO, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta de Física**, v. 1, n. 2, 2006.

SOBRE A ORGANIZADORA

JAQUELINE OLIVEIRA REZENDE Possui graduação em Engenharia Elétrica, com certificado de estudos em Engenharia de Sistemas de Energia Elétrica e mestrado em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é aluna de doutorado em Engenharia Elétrica, no Núcleo de Dinâmica de Sistemas Elétricos, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atuou como professora nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Tem realizado pesquisas em Sistemas de Energia Elétrica, dedicando-se principalmente às seguintes áreas: Energia Solar Fotovoltaica; Curvas Características de Painéis Fotovoltaicos; Dinâmica de Sistemas Elétricos; Geração Distribuída; Simulação Computacional; Algoritmo Genético.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aplicações 1, 2, 20, 32, 49, 79, 83, 121, 122, 150

Armazenamento de energia 147, 148, 149

Associação de módulos 5, 36

ATP 36, 43, 44, 48

C

Caracterização da sujidade 105

Células Fotovoltaicas 36, 41, 42, 78, 148

Condições Meteorológicas 105, 107, 109, 111

CPC 50, 51, 53, 54, 55, 56, 61, 62

D

Desenvolvimento 1, 8, 12, 23, 24, 28, 31, 32, 33, 34, 74, 75, 76, 86, 88, 89, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 119, 121, 122, 123, 131, 133, 147, 148, 150, 151, 153

E

Efeitos externos 36, 37

Electrolisis 64, 65

Energia 2, 5, 8, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 49, 50, 74, 75, 78, 79, 83, 86, 88, 89, 91, 92, 93, 95, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 118, 120, 121, 122, 130, 133, 134, 135, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154

Energia Fotovoltaica 4, 6, 7, 10, 36, 121

Energia Solar 2, 5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 32, 33, 34, 37, 38, 49, 74, 79, 88, 89, 91, 104, 134, 145, 146, 154

Energia Solar Fotovoltaica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 19, 20, 24, 37, 49, 154

F

Fotovoltaico/Térmico 75, 86, 91

G

Geração distribuída 9, 36, 134, 148, 153

H

Hidrógeno 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72

I

Inovação Industrial 22

M

Matrizes de Markov 133
Modelo Preditivo 8, 147, 148, 149

P

Projeto de Sistema Fotovoltaico 119
Propriedade Intelectual 22, 31

R

Radiação Solar 2, 10, 11, 50, 75, 79, 83, 84, 92, 106, 112, 133, 134, 135, 137, 145
Realidade Virtual 119, 121, 132
Redes Inteligentes 147, 148

S

Séries Sintéticas 133, 135, 137, 138, 141, 142, 143, 144
SFV 74
Simulação computacional 44, 45, 119, 154
Sistema de arrefecimento de FV 91
Sistemas Fotovoltaicos 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 19, 20, 36, 37, 79, 105, 106, 108, 109, 111, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 131, 133, 135, 136
Sistemas Híbridos 64, 66, 72
Sombreamento 6, 10, 13, 15, 16, 19, 36, 41, 42, 46, 47, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 128, 129

T

Tolokatsin 50, 51
Tratamento de águas residuais 50

U

UFV 74, 75, 76, 84, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 101, 102, 103

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-616-4



9 788572 476164