
A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NA ENGENHARIA ELÉTRICA

Jancer Destro
João Dallamuta
Marcelo Granza
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Jancer Destro
João Dallamuta
Marcelo Granza
(Organizadores)

A produção do Conhecimento na Engenharia Elétrica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de
Oliveira Diagramação: Karine de Lima
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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a 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
Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	A produção do conhecimento na engenharia elétrica [recurso eletrônico] / Organizadores Jancer Destro, João Dallamuta, Marcelo Granza. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-365-1 DOI 10.22533/at.ed.651192905 1. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Destro, Jancer. II. Dallamuta, João. III. Granza, Marcelo. CDD 623.3
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A engenharia elétrica tornou-se uma profissão há cerca de 130 anos, com o início da distribuição de eletricidade em caráter comercial e com a difusão acelerada do telégrafo em escala global no final do século XIX. Na primeira metade do século XX a difusão da telefonia e da radiodifusão além do crescimento vigoroso dos sistemas elétricos de produção, transmissão e distribuição de eletricidade, deu os contornos definitivos para a carreira de engenheiro eletricitista que na segunda metade do século, com a difusão dos semicondutores e da computação gerou variações de ênfase de formação como engenheiros eletrônicos, de telecomunicações, de controle e automação ou de computação.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica é portando pesquisar em uma gama enorme de áreas, subáreas e abordagens de uma engenharia que é onipresente em praticamente todos os campos da ciência e tecnologia.

Neste livro temos uma diversidade de temas, níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos, científicos e humanos. Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

Jancer Destro
João Dallamuta
Marcelo Granza

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	
Frank Wesley Rodrigues Joel Adelaide Medeiros Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque Diego Henrique da Silva Cavalcanti Rafael Pereira de Medeiros Jean Torelli Cardoso Hugo Rojas Espinoza	
DOI 10.22533/at.ed.6511929051	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO ENERGÉTICA PREDIAL DO BLOCO I DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS	
Bruna Maria Pereira de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.6511929052	
CAPÍTULO 3	30
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM ESTABELECIMENTO DE ENSINO LOCALIZADO EM TERESINA-PI	
Cristiana de Sousa Leite Emerson Ribeiro Rodrigues Hericles Araújo Lima Marcus Vinicius Sampaio de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.6511929053	
CAPÍTULO 4	40
TARIFA BINÔMIA PARA CONSUMIDORES DO GRUPO B: UMA PROPOSTA ADERENTE AO ATUAL ARCABOUÇO REGULATÓRIO BRASILEIRO	
Lorena Cardoso Borges dos Santos Cristiano Silva Silveira Rafael de Oliveira Gomes Carlos Cesar Barioni de Oliveira Denis Antonelli Jairo Eduardo de Barros Alvares	
DOI 10.22533/at.ed.6511929054	
CAPÍTULO 5	52
NOSTANDBY – ELIMINAÇÃO DO CONSUMO STAND BY EM APARELHOS ELETRÔNICOS	
Tiago Terto de Oliveira Marcony Esmeraldo de Melo Odailton Silva de Arruda Lucas Félix Magalhães Eveni Pereira Cosme	
DOI 10.22533/at.ed.6511929055	

CAPÍTULO 6	65
RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS CARIMBO DO TEMPO COMO FERRAMENTA PARA MITIGAÇÃO DO RISCO DE TRANSGRESSÃO DE PRAZOS REGULADOS	
Alex Calvo Vieira Neiva Beatriz Ferreira Silva Vicentin	
DOI 10.22533/at.ed.6511929056	
CAPÍTULO 7	72
PROJETO DE OUVIDORIA DA DISTRIBUIÇÃO DA EDP SÃO PAULO – ANÁLISE DE DEMANDA DE MAIOR IMPACTO	
Márcia Lúcia Lopes de Souza Jesus	
DOI 10.22533/at.ed.6511929057	
CAPÍTULO 8	80
SOOA – SISTEMÁTICA OTIMIZADA DE OPERAÇÃO DE ATIVOS	
Edcarlos Andrade Amorim Lorenzo Zandonade Carnielli Mikaelle Lucindo do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.6511929058	
CAPÍTULO 9	89
SISTEMA GESTOR DE AJUSTES DE MEDIÇÕES DE FRONTEIRA – COPEL DISTRIBUIÇÃO	
Frank Toshioka	
DOI 10.22533/at.ed.6511929059	
CAPÍTULO 10	102
FERRAMENTA PARA AUXILIAR EQUIPE DE CAMPO NA LOCALIZAÇÃO DE ESTRUTURAS DE LINHAS DE ALTA TENSÃO	
Mariana Spadetto Leão Helion da Silva Porcari	
DOI 10.22533/at.ed.65119290510	
CAPÍTULO 11	111
APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA PRÉ-FABRICADA EM SUBESTAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO COMPACTAS DA ELEKTRO	
José Augusto Ferraz Gabriel Vinicius Caciatore de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.65119290511	
CAPÍTULO 12	119
EFICIÊNCIA DAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO LIMITES AOS PESOS PARA DEA E REA	
Lorena Cardoso Borges dos Santos Rafael de Oliveira Gomes Luana Medeiros Marangon Lima Anderson Rodrigo de Queiroz Giulia Oliveira Santos Medeiros José Wanderley Marangon Lima	
DOI 10.22533/at.ed.65119290512	

CAPÍTULO 13	133
ANÁLISE E PROPAGAÇÃO DAS INCERTEZAS NA ESTIMAÇÃO DO TEMPO DE TRÂNSITO ULTRASSÔNICO BASEADO NO MÉTODO DE SIMULAÇÃO MONTE CARLO VISANDO A MEDIÇÃO DE VELOCIDADE DO VENTO	
Felipe Augusto Oliveira dos Santos Juan Moises Mauricio Villanueva	
DOI 10.22533/at.ed.65119290513	
CAPÍTULO 14	149
DIVERSIDADE E INCLUSÃO: GESTÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO AMBIENTE DO TRABALHO	
Ana Paula Pinheiro de Azambuja Amaral Ligia Regina Pauli Regina Maria Joppert Lopes Yvy Karla Bustamante Abbade	
DOI 10.22533/at.ed.65119290514	
CAPÍTULO 15	161
ROTAS INTELIGENTES - UTILIZAÇÃO DE GPS DE NAVEGAÇÃO PARA GEOLOCALIZAÇÃO DE ATIVOS E CONSUMIDORES DA ENERGISA A PARTIR DE PONTOS DE INTERESSE _POI_	
Cleyson Cloves do Carmo	
DOI 10.22533/at.ed.65119290515	
CAPÍTULO 16	164
ENGAJAMENTO DE ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NA ÁREA DAS GRANDES ENGENHARIAS: UMA PROPOSTA DE MOTIVAÇÃO E REDUÇÃO DA DISPARIDADE NA PRESENÇA DE ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NO ENSINO SUPERIOR	
Anyelle Keila F. de Queiroz Rayanna Maria de O. Francklim Raimundo Carlos S. Freire	
DOI 10.22533/at.ed.65119290516	
SOBRE OS ORGANIZADORES	174

A TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Frank Wesley Rodrigues

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

Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque

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

Jean Torelli Cardoso

Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Elétrica
Campina Grande – Paraíba

Hugo Rojas Espinoza

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

demanda de energia e a preocupação com o meio ambiente, surgiu à necessidade de desenvolver tecnologias de geração de energia elétrica, principalmente renováveis, com menor índice de emissão de poluentes, como as fontes eólicas, maremotriz, solar entre outras. Inserido nessa linha de pesquisa, a energia solar fotovoltaica apareceu como uma boa opção, tendo em vista que é considerada uma fonte de energia inesgotável e que possui um baixo potencial poluidor em sua geração. Logo, nos últimos anos, esta fonte de energia vem apresentando crescimentos constantes, o que vêm a destacando entre as fontes de energias renováveis. Em alguns países como China, Alemanha, Estados Unidos da América e Japão esta já se encontra como realidade, devido aos altos investimentos tecnológicos neste tipo de geração e das políticas de incentivos adotadas nestes países. Já no Brasil, a energia solar fotovoltaica começa a crescer de maneira relevante, devido ao surgimento dos seus primeiros leilões e do conceito de geração distribuída, estimando, assim, que em 2020 o país assuma a 9º colocação mundial entre os países com maior capacidade instalada desta forma de energia.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar Fotovoltaica. Crescimento. Capacidade Instalada.

RESUMO: No cenário de crescimento da

ABSTRACT: In the scenario of growing energy demand and concern for the environment, there was a need to develop electricity generation technologies, mainly renewable, with a lower rate of emission of pollutants, such as wind, tidal, solar and other sources. Inserted in this line of research, photovoltaic solar energy appeared as a good option, considering that it is considered an inexhaustible source of energy and has a low polluting potential in its generation. Therefore, in recent years, this source of energy has been showing steady growth, which has come to stand out among the sources of renewable energy. In some countries such as China, Germany, the United States of America and Japan this is already a reality due to the high technological investments in this type of generation and the incentive policies adopted in these countries. In Brazil, photovoltaic solar energy begins to grow significantly, due to the appearance of its first auctions and the concept of distributed generation, thus estimating that in 2020 the country will assume the 9th position among the countries with the highest installed capacity of this form of energy.

KEYWORDS: Photovoltaic Solar Energy. Growth. Capacity Installed.

1 | INTRODUÇÃO

A geração de energia solar é um termo que se refere à energia proveniente da luz e do calor do sol. A forma mais simples de aproveitar essa energia é através de soluções de arquitetura que privilegiem a iluminação solar ou o controle natural da temperatura. Há também a possibilidade de utilizar sistemas de captação dessa energia para convertê-la em energia térmica e depois utilizá-la para aquecer outro meio, geralmente a água. Hoje são três os principais tipos de sistema de energia solar: Sistema Solar Térmico, Sistema Solar Fotovoltaico e Sistema Termosolar (GUST, MOORE e MOORE, 2009).

Dentre os tipos de geração de energia solar se destaca a solar fotovoltaica, como fonte de energia alternativa e renovável, esse tipo de geração está sendo cada vez mais difundido no Brasil e no mundo. Porém temos que a sua contribuição ainda é de pouca expressão, menos de 1% de toda a energia gerada no mundo (IRENA, 2018).

Em países como China, Alemanha, Estados Unidos da América (EUA) e Japão esse tipo de geração já se encontra como realidade e com maiores perspectivas de crescimento para o futuro, isso devido ao avanço tecnológico e as políticas e ações adotadas por esses países, o que vem melhorando a eficiência e diminuindo o custo relacionado à implementação dessa fonte energética.

No Brasil este mercado vem crescendo de forma expressiva nos últimos anos, chegando a uma representação de 1,4% da matriz energética nacional (ANEEL, 2018), através das novas normas e resoluções adotadas para a produção de geração

distribuída fotovoltaica e pelos primeiros leilões de energia fotovoltaica de grande porte. Mesmo com este crescimento é possível notar que o Brasil está bem atrás dos países com maior geração.

Dentre as características que foram apresentadas a respeito da energia fotovoltaica é possível observar que esse tipo de produção de energia elétrica esta em constante crescimento desde tecnologias associadas a sua fabricação às políticas públicas adotadas para a sua inserção na matriz energética. Neste contexto, pretende-se expor ao longo deste trabalho a tendência de crescimento associado a este tipo de geração.

2 | ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semicondutor, a unidade fundamental desse processo de conversão (PINHO e GALDINO, 2014).

Os sistemas fotovoltaicos podem ser implantados em qualquer localidade desde que esta possua radiação solar suficiente. Uma das vantagens dos sistemas fotovoltaicos é que não utilizam combustíveis fósseis, não possui partes móveis, e por serem dispositivos de estado sólido, requerem menor manutenção. A sua alta confiabilidade faz com que possam ser instalados em locais inóspitos como: regiões desertas, selvas, regiões remotas, espaço, etc.

Segundo Reis (2015), os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em dois tipos principais de aplicações: Sistemas Fotovoltaicos Isolados e Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede.

2.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ISOLADOS

Os sistemas isolados são os sistemas que não estão conectados à rede de distribuição de eletricidade das concessionárias. São utilizados na maioria das vezes em lugares remotos ou de difícil acesso a energia elétrica. Esse tipo de sistema funciona armazenando a energia excedente em baterias e não na rede elétrica. Essas baterias garantem o abastecimento em período noturno ou com baixa incidência solar (GAZOLLI e VILLALVA, 2015). Na Figura 1 possível observar os componentes do sistema fotovoltaico isolado.

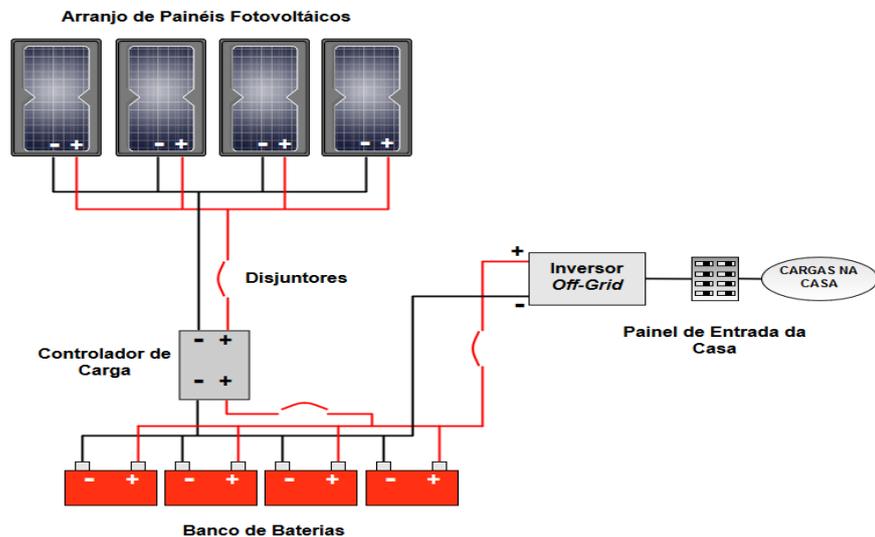


Figura 1 – Sistema *off grid*.

2.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede são aqueles que trabalham juntamente com a rede elétrica da distribuidora de energia. De forma sucinta, o painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica (PEREIRA e OLIVEIRA, 2011). Na Figura 2 é possível notar os componentes de um sistema fotovoltaico conectado a rede.

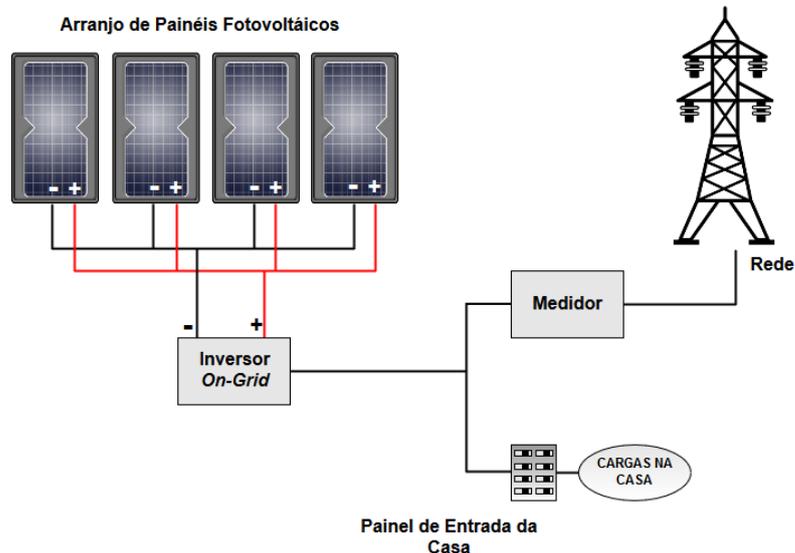


Figura 2 – Sistema *on grid*.

Este pode ser dividido em duas configurações distintas: os sistemas fotovoltaicos distribuídos e os sistemas fotovoltaicos centralizados (RÜTHER, 2005). Este primeiro pode ser chamado de geração distribuída, no qual se divide em microgeração e minigeração distribuída.

A geração distribuída é definida como a geração realizada por unidades geradoras de pequeno porte conectadas ao sistema de distribuição localizado próximo a unidade

de consumo. Já os sistemas centralizados conectados à rede 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.

3 | EVOLUÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

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. Por isso, é importante conhecer as tendências de crescimento desta.

3.1 INDÚSTRIAS

O setor industrial tem vindo a evoluir a um ritmo muito acelerado, acompanhando ou mesmo antecipando o mercado. Atualmente, praticamente todas as semanas surgem notícias de novas fábricas. No início, apenas as grandes empresas energéticas (como a BP e a Shell) ou as de electrónica (Sharp, Kyocera e Sanyo) marcavam presença no mercado.

Embora a produção continue a concentrar-se maioritariamente na China, Japão, Alemanha, EUA, países como a Espanha, Coreia do Sul, Egito, Arábia Saudita e outros têm visto a sua importância aumentar consideravelmente, fazendo com que o negócio assuma proporções mundiais. O China produz 50% das células do mundo, sendo que a sua produção é destinado ao seu mercado interno e externo. Nos EUA, a exportação continua a ser o destino da maioria dos produtos, com um mercado interno ainda pouco significativo. A Europa tem uma balança comercial equilibrada, com as exportações a igualarem sensivelmente as importações. No diagrama da Figura 3 é possível verificar as etapas industriais do processo de construção dos sistemas fotovoltaicos.



Figura 3 - Etapas indústrias da produção dos sistemas fotovoltaicos.

Os fabricantes do setor podem ser divididos em duas categorias: aqueles que compram células já feitas e constroem módulos, e os que controlam todo o processo produtivo, por integração vertical. No caso específico dos fabricantes de silício amorfo, as linhas de produção são quase sempre integradas verticalmente, visto que as células e os módulos são montados no mesmo processo (SINTON, 1985).

Pode-se verificar na Tabela 1, os dez principais fabricas de módulos fotovoltaicos do mundo. O posto de maior fabrica de módulos painéis fotovoltaicos é da Chinesa Jinko Solar.

Nome do Fabricante	Sede Principal	Início da Produção
JinkoSolar	China	2006
TrinaSolar	China	1997
Canadian Solar	Canadá	2001
JA Solar	Xangai	2001
Hanwha Q-CELLS	Correia do Sul	1999
GCL	China	1996
LONGI Solar	China	2000
Risen Energy	China	2002
Shufeng	China	2005
Yingli Green	China	1998

Tabela 1 - Principais fabricantes de painéis fotovoltaicos (SOLAR, 2018).

Nos últimos anos o Brasil tem anunciado o recebimento de muitas fábricas de módulos fotovoltaicos, como as que estão a ser instalada no Ceara, Piauí, Alagoas e entre outros estados. O que nota que estas fábricas utilizam tecnologias desenvolvidas internacionalmente, o que fica evidente a falta tecnologia brasileiro a respeito dessa geração. Mas uma das etapas para o financiamento destas é justamente que com o passar os anos a tecnologia empregada no processamento de fabricação dos módulos e dos componentes sejam todo brasileiro.

3.2 CAPACIDADE INSTALADA

A tecnologia fotovoltaica conquistou seu espaço a tal ponto que a capacidade total instalada deste tipo de energia no mundo superou 404,5 GW em 2017. Na Figura 4 é possível observar a evolução do crescimento da capacidade instalada de energia fotovoltaica no mundo, desde os anos 2000 até 2017.

Em 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 PV aumentou em mais de 4.300% - de 9.2 GW em 2007 para 404.5 GW em 2017.

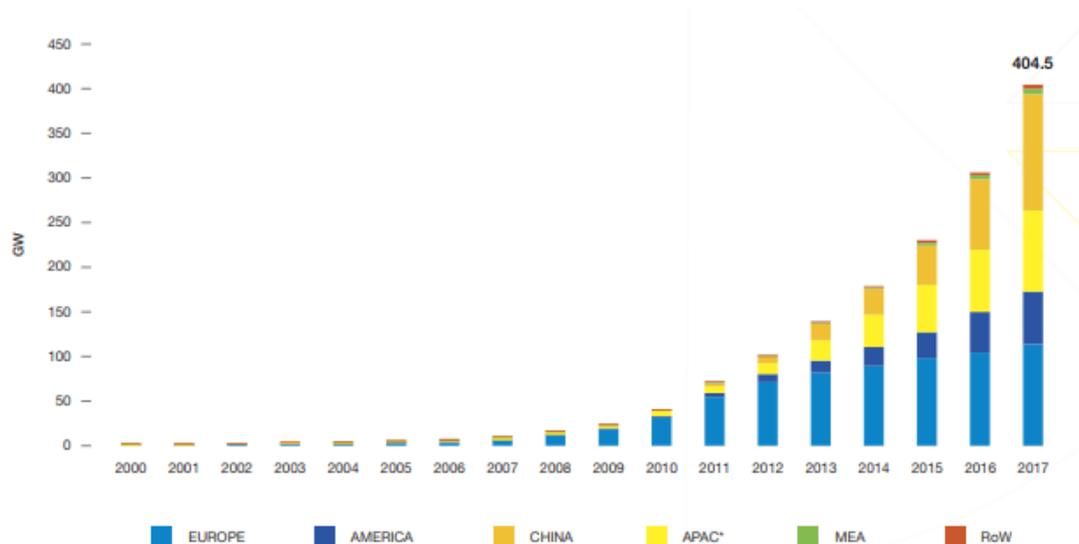


Figura 4 – Evolução da capacidade de energia fotovoltaica instalada no mundo 2000-2017 (Global Market Outlook, 2018).

No ano de dos de capacidade instalada, os países da Ásia-Pacífico (APAC) representam mais do que da capacidade fotovoltaica. Os pioneiros, os países Europeus ainda estão em segundo lugar, mas a sua parcela caiu para com base na capacidade fotovoltaica acumulada de Já o continente americano permaneceu na terceira posição com uma capacidade total instalada de e de da parcela mundial.

Com relação aos países com maior capacidade instalada a China representa quase 1/3 da capacidade de geração de energia solar do mundo. Este é um forte aumento de , quando a participação da China foi de e tinha tomado conta da posição como o país que hospeda maior frota de geração de energia solar do mundo. Como no ano , a China foi seguida pelo EUA e Japão. Enquanto os EUA ultrapassaram o Japão, ambos perderam quotas de mercado em .

Já o Brasil vem apresentando bastante crescimento com relação à capacidade fotovoltaica instalada, em 2017 alcançou de capacidade instalada. Esse número histórico indica o vasto potencial da energia solar fotovoltaica no país, bem como a crescente competitividade da tecnologia entre fontes de eletricidade disponíveis. Até o final de 2018, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) projeta que a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica vai mais do que duplique e que possa atingir de capacidade instalada. A ABSOLAR estima que um total de 1,25 GW será instalado em 2018, com 1.100 MW provenientes de centrais fotovoltaicas centralizadas e de 150 MW de projetos distribuídos.

Na Tabela 2 é possível observar os 10 países com maior potência instalada de energia fotovoltaica, pela primeira vez o Brasil figura nesta lista.

	País	Produção Solar
1	China	53 GW
2	USA	10,6 GW
3	Índia	9,1 GW

4	Japão	7 GW
5	Turquia	2,6 GW
6	Alemanha	1,8 GW
7	Austrália	1,25 GW
8	Coreia do Sul	1,2 GW
9	Reino Unido	0,9 GW
10	Brasil	0,9 GW

Tabela 2 - Top 10 de países com maior potência instalada em 2017 (SAUAIA, 2018).

3.3 CUSTO DE PRODUÇÃO

Impulsionado pelos avanços da tecnologia e o aumento da escala de produção, os custos da energia fotovoltaica tem diminuído de forma constante ano após ano. Em 2015 esta forma de geração atingiu os seus menores preços históricos chegando ao patamar de U\$ 0,30/Watt.

Uma das formas que fizeram com que o preço da energia solar fotovoltaica apresente a característica observada na Figura 5 foi à queda do preço dos módulos fotovoltaicos. Isso se deu por conta do aperfeiçoamento das técnicas de produção e descobertas de novas células e tecnologias na fabricação destas. O mercado de módulos solares é dominado pela China e Taiwan, que correspondem a mais de 80% dos módulos do mercado.

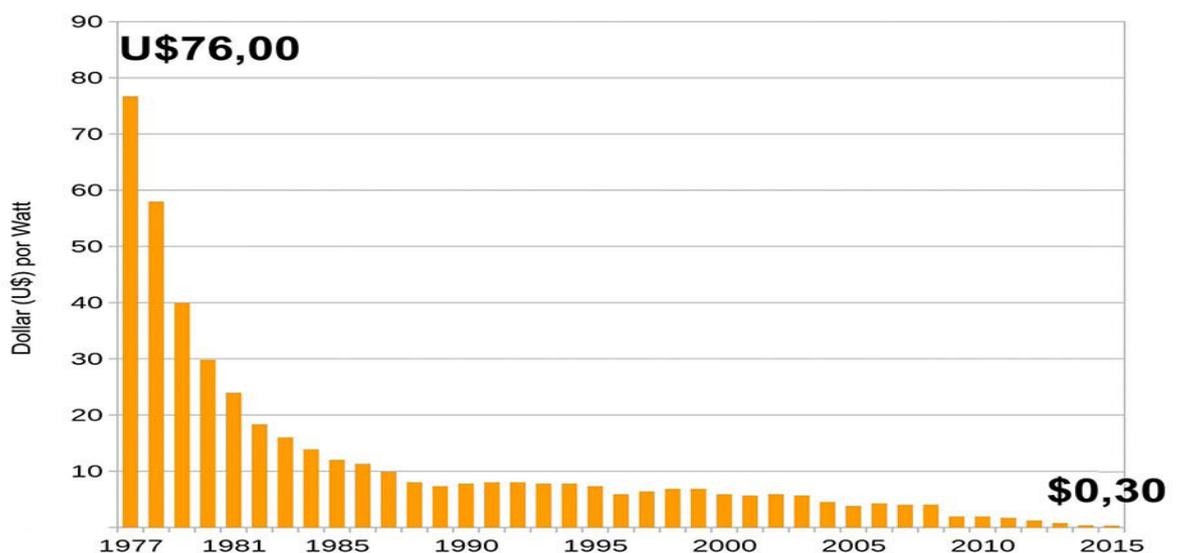


Figura 5 – Queda do preço da energia fotovoltaica de 1977 a 2015 (FINANCE, 2013).

São duas as razões que tem impulsionado a redução dos preços de oferta para a energia solar fotovoltaica: o avanço da sua tecnologia e a concorrência criada pelos leilões. Pode-se ver na Figura 6 a evolução dos preços da energia solar fotovoltaica em escala industrial no mundo.

É possível verificar que em países como: EUA, México, Peru, Chile, Arábia Saudita, Argentina e Emirados Árabes Unidos o preço da energia fotovoltaica em

escala industrial já e menor que , nota-se que esse gráfico é descendente o que indica que novos países podem acrescentar esta lista em breve.

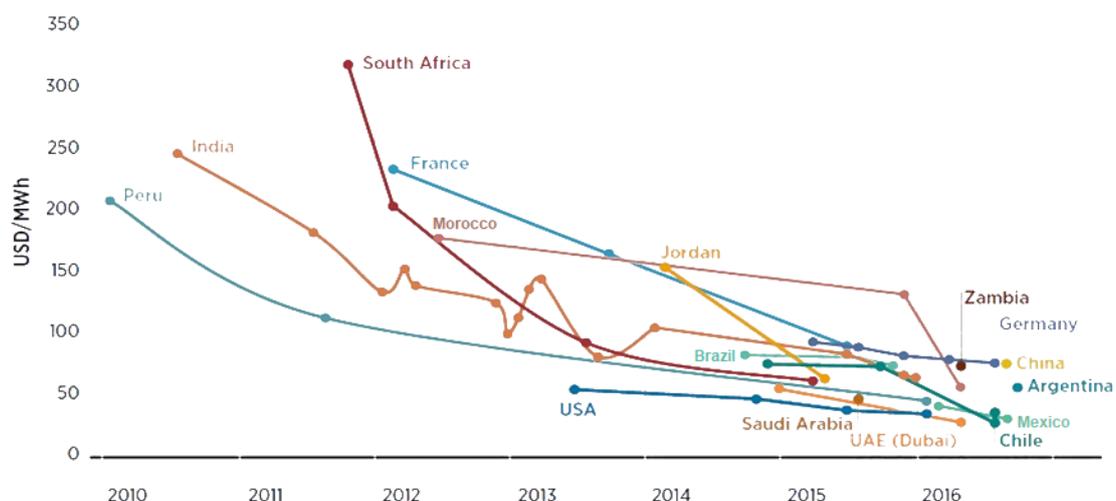


Figura 6 – Evolução do preço da energia fotovoltaica em escala industrial no mundo (SAUAIA, 2018).

Já no Brasil o preço do MWh de energia fotovoltaica vêm diminuindo de acordo com as realizações de leilões, como mostra a Tabela 3. No ultimo leilão realizado em 2018 o preço da energia fotovoltaica foi de 38US\$/MWh.

Leilão	Preço-Médio (US\$ / MWh)	Redução de Preço (%)
Leilão 2014	88,0	-
1º LER 2015	85,0	4,6
2º LER 2015	78,0	8,3
LEN A-4 2017	44,3	43,3
LEN A-4 2018	35,2	20,5

Tabela 3 – Evolução do preço da energia fotovoltaica com a realização dos leilões (SAUAIA, 2018).

3.4 GERAÇÃO DE EMPREGO

Como se pode observar na Figura 7, a fonte de energia renovável que gerar o maior número de emprego no mundo é a solar. Até , ela foi responsável pela geração de 3,1 milhões de empregos no mundo, dos 9.8 milhões que as energias renováveis geraram o que representa uma fração de da geração de empregos, ou seja, em cada três empregos gerados pelas energias renováveis um está relacionado com a solar fotovoltaica.

No Brasil em 2017 foram gerados mais de 20 mil novos empregos diretor e indiretos, e a expectativa é de que este número se repita até o fim de 2018, sendo que a cada MW de energia solar fotovoltaica instalados, são gerados de 25 a 30 postos de

trabalho.

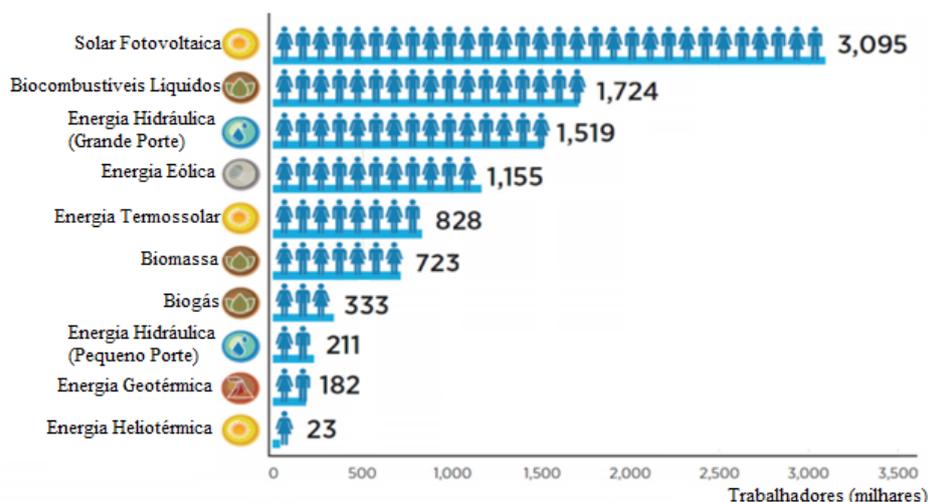


Figura 7 – Número de emprego por fonte de geração (SAUAIA, 2018).

3.5 FUTURO

Com base nos dados anteriores, observa-se que os mercados de todo o mundo estão crescendo, como se pode verificar nos gráficos de capacidade instalada, custo de produção e na geração de emprego. Projeta-se que a energia solar fotovoltaica se consolidará juntamente à eólica, como fonte renovável barata e eficiente. Para isto, a energia fotovoltaica ainda precisa vencer algumas barreiras, como o custo de produção e sua eficiência.

Já na Figura 8 pode-se ver a projeção de crescimento da capacidade instalada no mundo, de 2018 a 2022. Em 2017 foi registrada uma capacidade de 404,5 GW de potência instalada, se observar o gráfico no ano de 2017, esperava-se que no melhor cenário essa capacidade seria em torno de 400GW o que se aproxima bastante do valor atualmente registrado. Se o gráfico se comportar nos próximos anos assim como se comportou para o ano de , pode-se esperar que em a capacidade instalada se triplique.

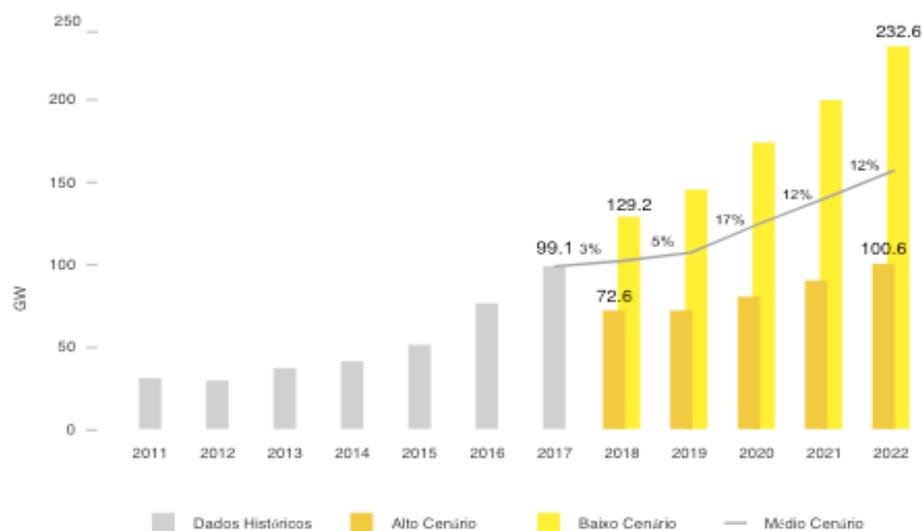


Figura 8 – Projeção da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica 2018-2022. (Global Market Outlook, 2018)

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi observada a tendência de crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil e no mundo com base na evolução do seu mercado ao longo dos últimos anos, onde se pôde notar este crescimento por meio das projeções da sua capacidade instalada, custo e a geração de emprego.

Fica evidente que nos países ricos os incentivos fiscais e as políticas públicas adotadas visam desenvolver e consolidar a penetração da energia fotovoltaica na matriz energética e sustentar suas indústrias de células.

Percebe-se que o crescimento da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica no mundo nos últimos anos, foi motivado principalmente pelo crescimento da China, que tem investido bastante neste tipo de fonte de geração. Já o continente europeu vem apresentando taxa de crescimento baixa, isso devido à crise enfrentada na Europa.

Constata-se com a queda dos custos internacionais dos sistemas fotovoltaicos, o Brasil vem apresentando decréscimo quanto ao seu custo, chegando a apresentar um preço mínimo de leilão, . O que se espera é que esse preço continue seguindo as projeções e diminuído fazendo com que a energia solar se torne mais competitiva com as outras fontes de energia renováveis.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Calendário e resultado dos processos tarifários de distribuição**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2018.

FINANCE, B. N. E. **Sustainable Energy in America**. Factbook. [S.l.]. 2013.

GAZOLLI, J. R.; VILLALVA, M. G. **Energia Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações - Sistemas Isolados**

e Conectados à Rede. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

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: 18 mar. 2019.

GUST, D.; MOORE, T. A.; MOORE, A. L. **Solar fuels via artificial photosynthesis**. [S.l.]: Accounts of chemical research, v. 42, 2009. 1890-1898 p.

IRENA. Renewable Energy Topic, 2018. Disponível em: <<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/index.html?topic=4&subTopic=17>>. Acesso em: 13 Agosto 2018.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. [S.l.]: Porto: Publindústria, 2011.

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

REIS, L. B. D. **Geração de energia elétrica**. 2. ed. Barueri: Editora Manole, 2015. 482 p.

RÜTHER, R. E. A. Avaliação do impacto da geração distribuída utilizando sistemas solares fotovoltaicos integrados à rede de distribuição. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, São Leopoldo, 2005.

SAUAIA, R. L. ABSOLAR, 2018. Disponível em: <<http://ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/02-Setor-Dr.RodrigoLopesSuaia-Absolar.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

SINTON, R. A. E. A. Silicon point contact concentrator solar cells. **Proceedings 18th IEEE PVSC**, Las Vegas, 1985. 61.

SOLAR, P. Os 10 maiores fabricantes de painel solar do mundo, 2018. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/os-10-maiores-fabricantes-de-celulas-fotovoltaicas-no-mundo-2018.html>>. Acesso em: 17 Agosto 2018.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jancer Destro: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro Eletricista com ênfase em Eletrônica e Telecomunicações pelo INATEL Mestre em Engenharia Industrial pela UNESP Campus de Bauru. Doutorando em Energia Aplicada a Agricultura pela UNESP Campus de Botucatu Coordenador do curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho na UTFPR Campus de Cornélio Procópio. Trabalha com temas: Sistema de Telecomunicações, Segurança do trabalho e Energia Solar.

João Dallamuta: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com Gestão da Inovação, Empreendedorismo e Inteligência de Mercado.

Marcelo Henrique Granza: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro Eletrônico. Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Doutorando em Engenharia Elétrica. Trabalha com os temas: conversores estáticos com alto fator de potência, acionamento e controle de motores e geradores elétricos de indução.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-365-1



9 788572 473651