

# Energia Solar e Eólica 2

Paulo Jayme Pereira Abdala  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Paulo Jayme Pereira Abdala**  
(Organizador)

# Energia Solar e Eólica 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de 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  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E56 Energia solar e eólica 2 [recurso eletrônico] / Organizador Paulo Jayme Pereira Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Energia Solar e Eólica; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-067-4

DOI 10.22533/at.ed.674192201

1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia eólica. 3. Energia solar. I. Abdala, Paulo Jayme Pereira.

CDD 621.042

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

As chamadas energias renováveis, também conhecidas como energias alternativas ou ainda energias limpas são três denominações possíveis para qualquer forma de energia obtida por meio de fontes renováveis, e que não produzem grandes impactos ambientais negativos. Atualmente, com a grande preocupação mundial em compensar as emissões de CO<sub>2</sub>, o consumo deste tipo de energia tem sido o foco de governos e empresas em todo globo.

Neste sentido, o Brasil possui uma matriz energética bastante limpa, onde predomina o uso de hidrelétricas, apesar do crescimento do uso de termelétricas, as quais são abastecidas por combustível fóssil. No Brasil, o setor energético é responsável por grande parte das emissões de CO<sub>2</sub>, ficando atrás somente do setor agrícola que reapresenta a maior contribuição para o efeito estufa brasileiro.

A energia proveniente do sol é a alternativa renovável mais promissora para o futuro e, por este motivo tem recebido maior atenção e também mais investimentos. A radiação solar gratuita fornecida pelo sol pode ser captada por placas fotovoltaicas e ser posteriormente convertida em energia elétrica. Esses painéis usualmente estão localizados em construções, como indústrias e casas, o que proporciona impactos ambientais mínimos. Esse tipo de energia é uma das mais fáceis de ser implantada em larga escala. Além de beneficiar os consumidores com a redução na conta de energia elétrica reduzem as emissões de CO<sub>2</sub>.

Com relação à energia eólica, o Brasil faz parte do grupo dos dez países mais importantes do mundo para investimentos no setor. As emissões de CO<sub>2</sub> requeridas para operar esta fonte de energia alternativa são extremamente baixas e é uma opção atrativa para o país não ser dependente apenas das hidrelétricas. Os investimentos em parques eólicos vem se tornando uma ótima opção para neutralização de carbono emitidos por empresas, indústrias e etc.

Neste contexto, este EBOOK apresenta uma importante contribuição no sentido de atualizar os profissionais que trabalham no setor energético com informações extremamente relevantes. Ele está dividido em dois volumes contendo artigos práticos e teóricos importantes para quem deseja informações sobre o estado da arte acerca do assunto.

Paulo Jayme Pereira Abdala

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>10</b>
ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NOS CAMPI IFG ITUMBIARA E URUAÇU	
Sergio Batista da Silva Olívio Carlos Nascimento Souto Fernando Nunes Belchior Ghunter Paulo Viajante Elias Barbosa Macedo Vera Ferreira Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>24</b>
ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PLANTA FOTOVOLTAICA INTEGRADA EM UM SHOPPING CENTER DE FORTALEZA - CE	
Sofia da Costa Barreto Paulo Cesar Marques de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>41</b>
ESTUDO DO COMPORTAMENTO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO ABACAXI SECADO EM SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO	
Raphaela Soares da Silva Camelo Juliana Lobo Paes Milena Araujo Silva Madelon Rodrigues Sá Braz Dhiego Santos Cordeiro da Silva Camila Lucas Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>54</b>
ESTUDOS TEÓRICOS E EXPERIMENTAIS SOBRE O CUIINSE <sub>2</sub> E SUA APLICAÇÃO EM DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS	
Yuri Hamayano Lopes Ribeiro Denis Gilbert Francis David Marcus Vinícius Santos da Silva Jailton Souza de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>66</b>
EXPERIÊNCIA DE CURSO GRATUITO DE INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE OFERECIDO PELO IFTO CAMPUS PALMAS	
Claudio Silva dos Santos Abimael Ribeiro Martins Adail Pereira Carvalho Brunno Henrique Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>78</b>
IMPACTO DA LEI PALMAS SOLAR NA ANÁLISE FINANCEIRA DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM PALMAS - TO	
Isamara Quirino de Castro Carlos Brunno Henrique Brito	

Felipe Tozzi Bittencourt  
DOI 10.22533/at.ed.6741922016

**CAPÍTULO 7 ..... 91**

IMPACTOS DOS INCENTIVOS DOS GOVERNOS DO ESTADO E DO MUNICÍPIO NA MICROGERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA EM PALMAS - TO

Allan Carlos do Nascimento Silva  
Brunno Henrique Brito

DOI 10.22533/at.ed.6741922017

**CAPÍTULO 8 ..... 104**

IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE DOIS GERADORES FOTOVOLTAICOS CONECTADOS DIRETAMENTE NO BARRAMENTO C.C. DO LABORATÓRIO DE SISTEMAS HÍBRIDOS/MINIRREDES (GEDAE/UFPA)

Jorge Augusto Leal Corrêa  
Claudomiro Fábio de Oliveira Barbosa  
Marcos André Barros Galhardo  
João Paulo Alves Veríssimo  
Israel Hidai Lobato Lemos  
Edinaldo José da Silva Pereira  
João Tavares Pinho

DOI 10.22533/at.ed.6741922018

**CAPÍTULO 9 ..... 121**

INFLUÊNCIA DA SUJEIRA NA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Elismar Ramos Barbosa  
Merlim dos Santos Ferreira de Faria  
Fabio de Brito Gontijo

DOI 10.22533/at.ed.6741922019

**CAPÍTULO 10 ..... 132**

INFLUÊNCIA DO ESPECTRO SOLAR EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS SOB CÉU LIMPO, CÉU PARCIALMENTE NUBLADO E CÉU NUBLADO

Guilherme Marques Neves  
Waldeir Amaral Vilela  
Enio Bueno Pereira  
Luiz Angelo Berni

DOI 10.22533/at.ed.67419220110

**CAPÍTULO 11 ..... 146**

INTENSIFICAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA ATRAVÉS DE GERADOR DE VÓRTICE LONGITUDINAL DO TIPO DELTA

Felipe Augusto Santos da Silva  
Leandro Oliveira Salviano

DOI 10.22533/at.ed.67419220111

**CAPÍTULO 12 ..... 161**

METODOLOGIA COMPUTACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DE DADOS DE IRRADIÂNCIA SOLAR

Marcus Vinícius Contes Calça  
Matheus Rodrigues Raniero  
Alexandre Dal Pai  
Carlos Roberto Pereira Padovani  
Domingos Mario Zeca Fernando

**CAPÍTULO 13 ..... 174**

PROJETO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABRIGOS DE PONTOS DE ÔNIBUS NA AV. ALMIRANTE BARROSO – BELÉM/PA

Ana Laura Pinheiro Ruivo Monteiro  
Edinaldo José da Silva Pereira  
Everton Leandro Santos Amaral  
Ítalo de Sousa  
Magda Tayane Abraão de Brito

**DOI 10.22533/at.ed.67419220113**

**CAPÍTULO 14 ..... 191**

PROJETO PRELIMINAR DE UM RADIÔMETRO ABSOLUTO PARA MEDIR A IRRADIÂNCIA SOLAR TOTAL

Franciele Carlesso  
Jenny Marcela Rodriguez Gomez  
Luiz Angelo Berni  
Graziela da Silva Savonov  
Luis Eduardo Antunes Vieira  
Waldeir Amaral Vilela  
Edson Luiz de Miranda

**DOI 10.22533/at.ed.67419220114**

**CAPÍTULO 15 ..... 200**

PROJETO, DESENVOLVIMENTO E TESTE DE FOGÕES SOLARES

Diego Lopes Coriolano  
Erico Diogo Lima da Silva  
Iraí Tadeu Ferreira de Resende  
Vanina Cardoso Viana Andrade  
Denilson Pereira Gonçalves  
Renan Tavares Figueiredo  
Odélsia Leonor Sanchez de Alsina

**DOI 10.22533/at.ed.67419220115**

**CAPÍTULO 16 ..... 213**

PROPOSTA DE RETROFIT NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E ESTUDO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM UM DOS BLOCOS DA UTFPR EM CURITIBA

Larissa Barbosa Krasnhak  
Jair Urbanetz Junior

**DOI 10.22533/at.ed.67419220116**

**CAPÍTULO 17 ..... 229**

PROPOSTA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA OTIMIZAÇÃO DO GASTO PÚBLICO COM O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIDADE DE ENSINO FEDERAL IMPLANTADA NA REGIÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Adriano Moraes da Silva  
Rebeca Lorena Santos Maia e Silva  
Danielle Bandeira de Mello Delgado

**DOI 10.22533/at.ed.67419220117**

**CAPÍTULO 18 ..... 246**

PLATAFORMA PORTÁTIL E DE BAIXO CUSTO PARA A AQUISIÇÃO DA CURVA CARACTERÍSTICA

DE CÉLULAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Júlio César Madureira Silva  
Augusto César da Silva Bezerra  
Claudinei Rezende Calado  
Ana Luiza F. Maia  
Amanda Ribeiro Amorim

**DOI 10.22533/at.ed.67419220118**

**CAPÍTULO 19 ..... 255**

SISTEMA DE AQUISIÇÃO PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM ARMAZENAMENTO DE DADOS EM SERVIDOR REMOTO UTILIZANDO PLATAFORMAS OPEN SOURCE RASPBERRY PI E ARDUINO

José Ilton de Oliveira Filho  
Wilk Coelho Maia

**DOI 10.22533/at.ed.67419220119**

**CAPÍTULO 20 ..... 263**

SUJIDADE DEPOSITADA SOBRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS EM GOIÂNIA: MORFOLOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Pedro Victor Valadares Romanholo  
Bernardo Pinheiro de Alvarenga  
Enes Gonçalves Marra  
Sérgio Pires Pimentel

**DOI 10.22533/at.ed.67419220120**

**CAPÍTULO 21 ..... 275**

TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS SOLARIMÉTRICOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA EMC/UFG

Jéssica Alice Alves da Silva  
Bernardo Pinheiro de Alvarenga  
Sérgio Pires Pimentel  
Enes Gonçalves Marra

**DOI 10.22533/at.ed.67419220121**

**CAPÍTULO 22 ..... 290**

TESTES DE SENSIBILIDADE PARA DIFERENTES PARAMETRIZAÇÕES CUMULUS DO MODELO WRF PARA MELHORAR AS ESTIMATIVAS DE VENTO

Lucia Iracema Chipponelli Pinto  
Francisco Jose Lopes de Lima  
Fernando Ramos Martins  
Enio Bueno Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.67419220122**

**CAPÍTULO 23 ..... 303**

O ENSINO SOBRE ENERGIAS RENOVÁVEIS NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA NAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

André Barra Neto  
Ana Paula Pinheiro Zago  
Márcia Helena da Silva  
Mirian Sousa Moreira  
José Eduardo Ferreira Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.67419220123**

<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>317</b>
POTENCIALIDADE DO BIOGÁS GERADO PELA CODIGESTÃO ENTRE DEJETO BOVINO E SUÍNO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Juliana Lobo Paes</li> <li>Camila Ferreira Matos</li> <li>Gabriel Araújo e Silva Ferraz</li> <li>Giancarlo Bruggianesi</li> <li>Camila Kelly de Queiroz</li> <li>Caroline Stephanie Gomes de Castro Soares</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67419220124</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>333</b>
SIMULAÇÃO DE UMA PLANTA OTEC DE CICLO FECHADO OPERANDO NO BRASIL	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Marcus Godolphim de Castro Neves</li> <li>Hélio Henrique Rivabene Ferreira Dias</li> <li>Cassio Roberto Macedo Maia</li> <li>Ricardo Alan Verdú Ramos</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67419220125</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>344</b>
ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE 24 MESES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE NO ESTADO DO TOCANTINS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Brunno Henrique Brito</li> <li>Thálisson Câmara Belém</li> <li>Márcio Serafim de Almeida</li> <li>Felipe Tozzi Bittencourt</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67419220126</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>359</b>
ESTUDO TECNOLÓGICO DE SISTEMAS DE CULTIVO DE MICROALGAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Robson de Souza Santiago</li> <li>Bruno Lindbergh Sousa</li> <li>Yordanka Reyes Cruz</li> <li>Estevão Freire</li> <li>Suely Pereira Freitas</li> <li>Gisel Chenard Díaz</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67419220127</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>376</b>
INFLUÊNCIA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM AEROPORTOS SOBRE A SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES AERONÁUTICAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Francisco Wilson Falcão Júnior</li> <li>Paulo Cesar Marques de Carvalho</li> <li>Wilson Cabral de Sousa Júnior</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67419220128</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>390</b>

## EXPERIÊNCIA DE CURSO GRATUITO DE INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE OFERECIDO PELO IFTO CAMPUS PALMAS

### **Claudio Silva dos Santos**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Tocantins – IFTO - Campus Palmas  
Palmas - Tocantins

### **Abimael Ribeiro Martins**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Tocantins – IFTO - Campus Palmas  
Palmas - Tocantins

### **Adail Pereira Carvalho**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Tocantins – IFTO - Campus Palmas  
Palmas - Tocantins

### **Brunno Henrique Brito**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Tocantins – IFTO - Campus Palmas  
Palmas - Tocantins

**RESUMO:** Este artigo tem como principal objetivo apresentar a primeira experiência do Campus Palmas do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) com um curso de qualificação profissional na área de sistemas fotovoltaicos. Através do Projeto Social de Inclusão Digital (PSID), que atua a vários anos com cursos de capacitação profissional, observou-se a necessidade e foi possível lançar o curso instalador de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR) gratuitamente. O objetivo específico é atender uma deficiência por profissionais nessa área de mercado, já que as

várias empresas instaladas nas proximidades e na capital do Tocantins. As mesmas estão encontrando dificuldades em encontrar mão de obra qualificada para execução de projetos de SFCR. A procura por esse curso superou as expectativas oportunizando o aumento na quantidade de vagas devido ao tamanho da demanda, o curso foi composto por com mais de 50% da carga horária de atividades prática. Os resultados mostram que a faixa de idades e graduações escolares das pessoas é bem diversificada e que cerca de 90% dos alunos entendem que o curso atendeu às suas expectativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curso, Energia Solar, Mão de obra Qualificada.

FREE TRAINING EXPERIENCE OF  
INSTALLER OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS  
CONNECTED TO THE NETWORK OFFERED  
BY THE IFTO CAMPUS PALMAS

**ABSTRACT:** This article has as main objective to present the first experience of Campus Palmas of the Federal Institute of Tocantins (IFTO) with a professional qualification course in the area of photovoltaic systems. Through the Social Inclusion Digital Project (PSID), which has been working for several years with professional training courses, it was observed the need and it was possible to launch the installer course of

grid-connected photovoltaic systems (SFCR) free of charge. The specific objective is to address a deficiency by professionals in this market area, since the various companies located nearby and in the capital of Tocantins. They are finding it difficult to find qualified workforce for SFCR projects. The demand for this course exceeded expectations, giving rise to the increase in the number of places due to the size of the demand, the course was composed of more than 50% of the hours of practical activities. The results show that the range of ages and graduation rates of people is well diversified and that about 90% of students understand that the course met their expectations.

**KEYWORDS:** Course, Solar Energy, Qualified Labor.

## 1 | INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de energia elétrica e a crescente preocupação ambiental no mundo abrem espaço para a inserção de fontes mais limpas e renováveis na matriz energética do nosso País. Entre as alternativas existentes, destaca-se a energia solar, originária de uma fonte praticamente inesgotável e cuja utilização tem se acentuado nos últimos anos. No Brasil, além do alto índice de radiação solar, o histórico de aumento de eficiência, a queda dos custos e a regulação favorável à instalação de sistemas fotovoltaicos conectados a rede, tanto em centros urbanos quanto no meio rural, têm impulsionado as pessoas, instituições públicas e privadas no desenvolvimento do setor.

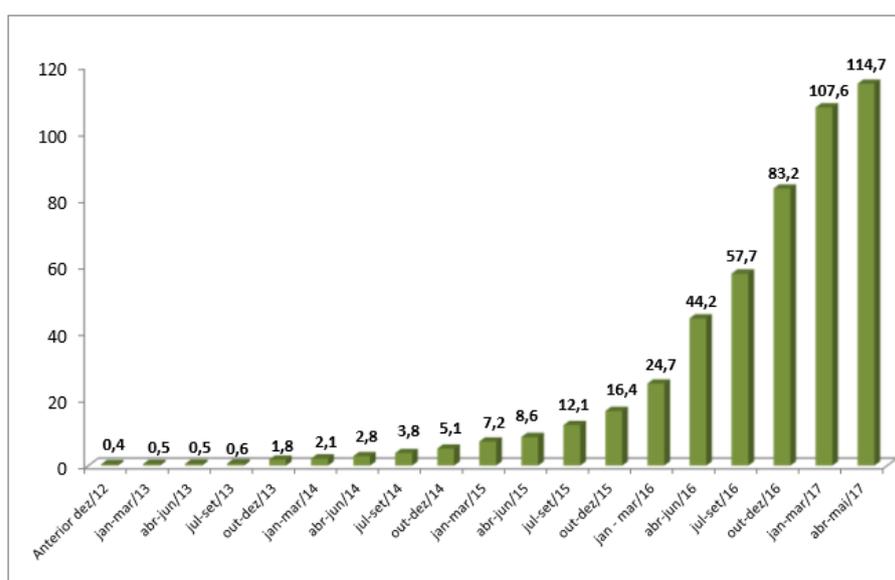
Sendo assim, diversas pesquisas acadêmicas relacionadas à análise de iniciativas de eletrificação com sistemas fotovoltaicos no Brasil permitiram analisar o processo de implementação e dispuseram a respeito das dificuldades encontradas para a consolidação da opção no País. Entre essas pesquisas encontra-se a escassez de mão de obra qualificada para instalação e, sobretudo se pensado em longo prazo, para a manutenção dos sistemas fotovoltaicos. Uma das piores consequências da falta de conhecimento é que ela pode levar projetos de eletrificação a serem mal projetados e mal executados, influenciando negativamente na reputação do sistema e fazendo com que as aplicações sejam menos absorvidas pelo mercado no território nacional.

O empecilho apontado por tais pesquisas revela a falta de investimento em formação de mão de obra para atuar em projetos de eletrificação com sistemas fotovoltaicos, ocasionando a falta de profissionais qualificados para trabalhar em todas as etapas de um processo de implantação, execução e gestão. Isso tem acarretado alguns insucessos que afetam a difusão e levam ao descrédito na eficácia do sistema fotovoltaico, causando graves obstáculos à sua expansão na matriz energética no País (ZILLES ET AL., 2009).

O problema referente à qualificação de profissionais pode ser observado do ponto de vista da instalação, acompanhamento e manutenção dos sistemas, mas igualmente do desenvolvimento de uma cadeia nacional de suprimentos fundamentais para sua

consolidação da tecnologia fotovoltaica no País. Esse cenário justifica a existência de um amplo espaço para iniciativas de qualificação dos recursos humanos que estarão conectados diretamente e indiretamente, pois o conhecimento a respeito da tecnologia solar ainda está restrito a poucos especialistas e pesquisadores. Além disso, são poucos os locais que promovem a produção e a divulgação de conhecimentos sobre essa tecnologia a preço acessível e competitivo.

A resolução nº 482, de 17 de abril de 2012, estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e as regras para o sistema de compensação das concessionárias, com esta resolução começa os avanços ocorridos na esfera normativa. Após a regulamentação da microgeração e minigeração distribuída, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR) têm se destacado por serem de fácil instalação e manutenção para clientes de pequeno e grande porte. Além disso, as frequentes diminuições nos custos dos sistemas, e os ótimos índices de radiação no Brasil os frequentes aumentos nas tarifas de energia têm proporcionado um crescimento exponencial deste sistema, como pode ser visto na Figura 1 (ANEEL, 2017).



**Figura 1-** Evolução dos SFCR's no Brasil/FONTE: ANEEL (2017)

Uma vez estabelecidas essas regras que viabilizam a implantação em larga escala da tecnologia fotovoltaica, tornou-se fundamental que os sistemas fotovoltaicos sejam instalados adequadamente, comprovando sua viabilidade para as que pessoas que estarão utilizando o sistema. Para que isso ocorra em um cenário de crescimento tão rápido, torna-se evidente a necessidade de mão de obra qualificada, sendo necessário, para tanto, que a transmissão do conhecimento se efetive e se expanda na mesma rapidez a custo acessível. Esta é uma problemática cuja resolução é a criação de iniciativas para a formação de profissionais especializados em sistemas fotovoltaicos.

A implementação de projetos em diversos lugares do Brasil e do mundo tem

evidenciado a necessidade de formar pessoas tecnicamente capacitadas nas aplicações fotovoltaicas, com a finalidade de garantir a sua sustentabilidade. Ainda, é possível observar que a formação desses recursos humanos deveria levar em conta alguns estágios fundamentais (Morante et al., 2006).

O presente trabalho se propõe então a abarcar essas duas necessidades: a estruturação de pesquisa do IFTO e a qualificação de recursos humanos a preço acessível, que no caso foi ofertado gratuitamente. Tais finalidades foram atendidas por meio de um projeto social de inclusão digital ofertado pela instituição a mais de 14 anos, que visa qualificação mão de obra da cidade por intermédio de estudantes dos cursos de graduação do campus como monitores e colaboradores externos.

## **2 | CURSO DE INSTALADOR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE**

### **2.1 Projeto Social de Inclusão Digital - PSID**

O Projeto Social de Inclusão Digital é realizado a mais de 14 anos no Campus Palmas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTO). Esse projeto visa à capacitação profissional da comunidade da cidade de Palmas-TO. Todos semestres são ofertados cursos em diferentes modalidades de conhecimento aos finais de semana, tendo como espinha dorsal os estudantes do campus que possuem habilidade em alguma área, ou que estão precisando cumprir as horas de estágio supervisionado que se prontificam via edital para serem monitores dos cursos ofertados. A comunidade, com 2 kg de alimento, realiza sua inscrição. Excedendo o número de vagas, é realizado um sorteio entre os inscritos. Ao longo de 14 anos, o projeto já capacitou mais de 14 mil pessoas em diferentes cursos, contribuindo diretamente para a qualificação profissional da mão de obra local a um custo benefício, pois, os cursos são ministrados aos finais de semana, oportunizando as pessoas a trabalharem durante a semana, e estudarem aos finais de semana.

No segundo semestre de 2017 foi incorporado o curso instalador de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, ministrado por dois estudantes do curso de engenharia elétrica, um estudante do curso subsequente técnico em eletrotécnica, um colaborador externo e dois professores da área da indústria como orientadores dessa equipe. O curso teve 100 inscritos para 40 vagas. Foi necessário realizar o sorteio das vagas. Após uma readequação do projeto por conta da alta demanda, decidiu-se por aumentar o quantitativo de vagas para 50. Para melhor atender a comunidade, o curso é ministrado aos finais de semana pela manhã.

## 2.2 Demanda de mão obra especializada local

Os SFCR têm crescido exponencialmente em todo País. Analisando esse cenário através do seu corpo docente, o IFTO vislumbrou a implantação do curso em um projeto social, com o intuito principal de ofertar capacitação profissional para as pessoas que querem o conhecimento e que tem como barreira o investimento inicial em cursos pagos.

A capital do Tocantins atualmente conta com 12 empresas cadastradas na prefeitura atuando na área de energia solar. A deficiência em mão de obra qualificada para a instalação de sistemas fotovoltaicos trás dificuldades para as empresas em estarem ofertando um serviço de qualidade e, conseqüentemente, atender a demanda crescente em projetos.

O curso ofertado pelo IFTO Campus Palmas estará formando 50 novos instaladores, que estarão capacitados a estarem trabalhando no mercado de forma individual, empreendendo o seu próprio negócio, e podendo os mesmos ser contratados pelas empresas existentes.

## 2.3 Otimizando os Recursos

A capacidade estrutural do IFTO em ofertar o curso de instalador de sistemas fotovoltaicos conectados à rede ocorreu após dois eventos. O primeiro diz respeito à compra por meio de licitação, de uma usina fotovoltaica com 260 painéis de 270 Wp, totalizando 70,2 kWp de potência instalada. Tal instalação foi realizada estrategicamente sobre os blocos laboratoriais da área de indústria no Campus Palmas do IFTO. O segundo evento, que possibilitou a compra dos materiais e a construção do telhado baixo para a realização do treinamento, foi a participação de um dos professores da área de indústria em um programa de apoio à pesquisa interno.

Devido à crise que o Brasil enfrenta, foi necessário otimizar os recursos da pesquisa da melhor forma possível. Por isso, inicialmente surgiu a ideia de abrir apenas uma turma do curso de instalador de sistemas fotovoltaicos conectados à rede para instalar o sistema adquirido com as verbas do programa de pesquisa. Com a alta demanda pelo curso, agora a coordenação da área indústria já toma como certo a oferta semestral de mais turmas.

## 2.4 Metodologia do curso

O curso é ministrado aos finais de semana, sendo cada dia composta por 4 horas de aula, totalizando uma carga horária de 60 horas. Destas 60 horas de curso, 28 horas são destinadas às aula teórica e 32 horas às aulas práticas, seguindo a ementa da Tabela 1.

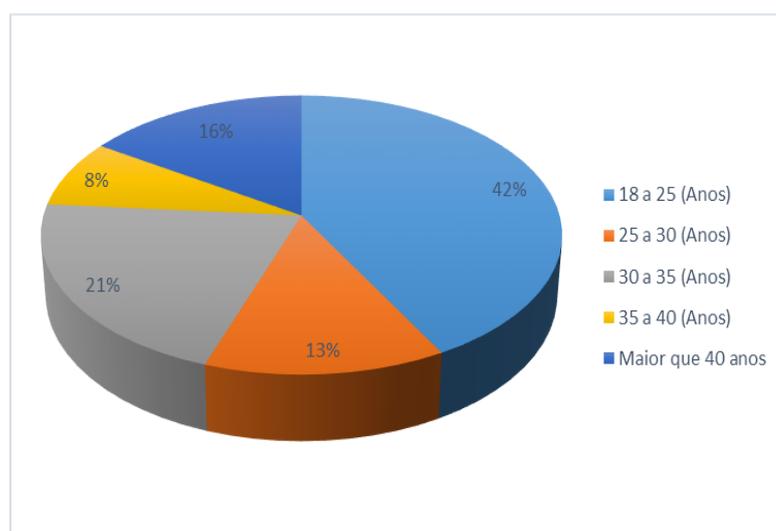
Ementa do curso Instalador Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede.	
Conteúdo	Carga horária (horas)
Ciclo Teórico – 28 horas.	
Conhecendo o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede	8
Dimensionamento básico de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede	8
Análise do Retorno Financeiro de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede	8
Análise de Projetos de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede	4
Ciclo Prático – 32 horas.	
Montagem da Estrutura	8
Instalação dos Painéis Fotovoltaicos	8
Instalação dos Inversores Grid -Tie	8
Conexão à Rede e Análise da Geração	8

**Tabela 1-** Ementa do curso ministrado no IFTO Campus Palmas.

### 3 | RESULTADOS DO PROJETO

Ao longo de 8 finais de semana, foi realizado o curso instalador sistema fotovoltaico conectado à rede, e aplicado um questionário no *google* com algumas perguntas, conforme as figuras.

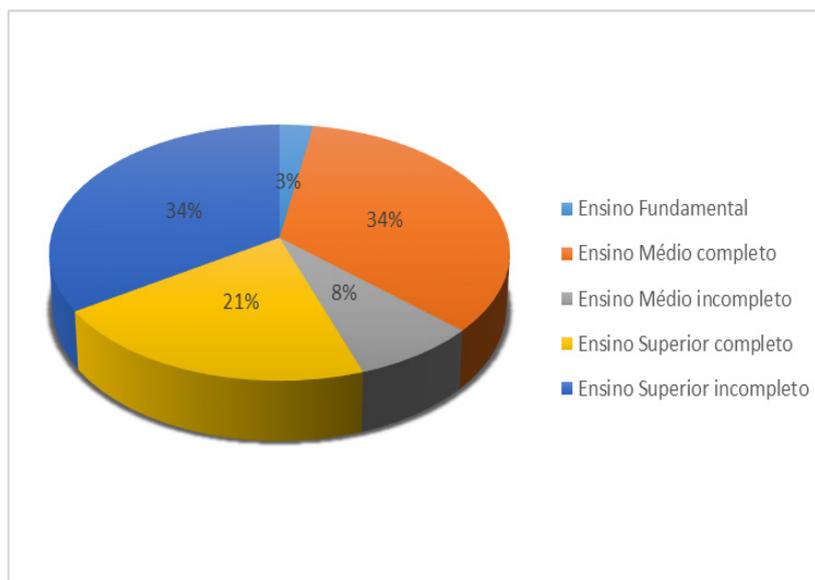
A Figura 2 apresenta o perfil de idade dos estudantes que fizeram o curso, onde é possível perceber que a maioria é de jovens, entre 18 e 25 anos, apresentando uma tendência do mercado, que cada vez mais mostra que os jovens enxergam a capacitação profissional como caminho para crescerem profissionalmente, bem como acompanham os assuntos que estão em pauta no momento, como é o caso do crescimento atual dos SFCR.



**Figura 2-** Faixa etária dos participantes do curso.

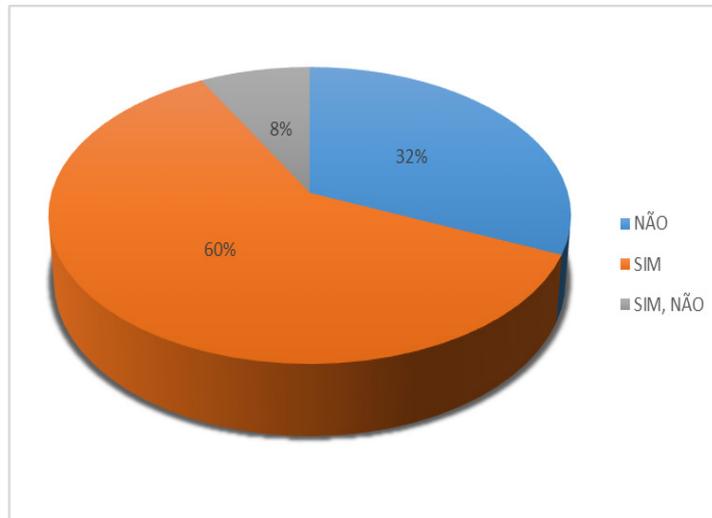
A Figura 3 apresenta dados bem significantes enquanto ao grau de instrução dos estudantes, apresentando uma tendência em acesso ao conhecimento, pois, temos

todos os estudantes acima dos 18 anos, e temos 34% apenas com ensino fundamental e 34% com ensino superior incompleto. Esses dados justificam o papel da instituição de ensino em ofertar cursos de capacitação de uma outra modalidade. Através de um projeto social, temos uma turma bem heterogênea em grau de instrução, aumentando o desafio dos monitores em repassar o conhecimento, de forma linear, para que todos entendam e aprendam o conteúdo ministrado. Com esses dados em mãos, prospecta-se que o conhecimento em energia solar, foi difundido em todos os ramos de instrução da comunidade que participou do curso, não limitando a inclusão, mas levando oportunidades para todos.



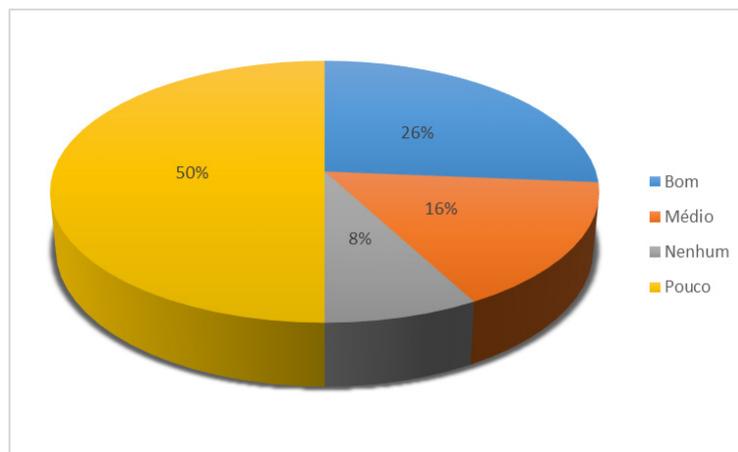
**Figura 3-** Escolaridade dos participantes do curso.

A Figura 4 traz um questionamento da equipe que ministrou o curso em validar se a quantidade de horas foi suficiente, pois, o mercado local apresenta inúmeros cursos voltados para energia solar, porém com carga horária inferior a 60 horas. O IFTO, sendo pioneiro no Estado do Tocantins implantando uma usina solar no campus Palmas, oportunizou pela primeira vez um curso na área, e conforme os estudantes a quantidade de horas ministradas é satisfatória para aprendizagem do foco do curso.



**Figura 4-** A carga horária do curso foi suficiente

A Figura 5, demonstra que antes de começar o curso 50% dos que começaram, sabiam pouco sobre o assunto energia solar, e só 26% consideram que tinha um conhecimento bom na área.



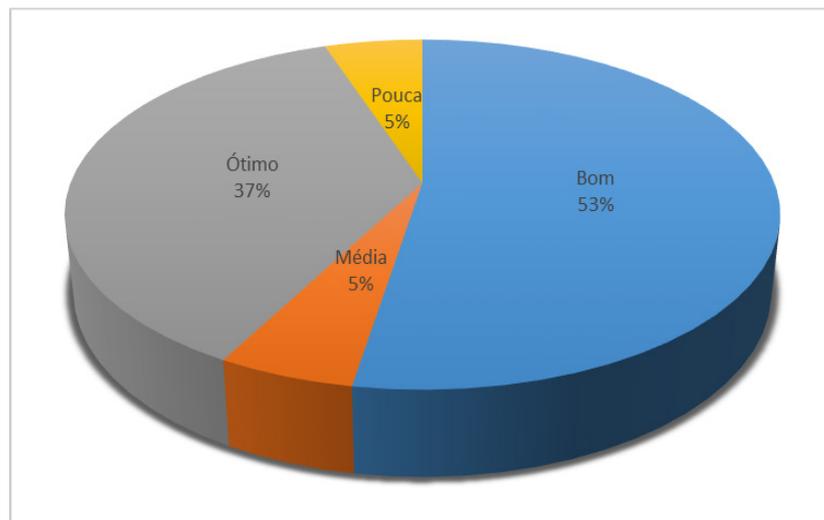
**Figura 5-** Conhecimento adquirido antes do curso

A Figura 6, exemplifica o objetivo das pessoas que estavam fazendo o curso após terminarem, e 50% estavam se capacitando profissionalmente para atuar na área, logo teremos no mínimo 25 instaladores no mercado.



**Figura 6-** Razão para estarem fazendo o curso.

Por fim a Figura 7, apresenta a avaliação dos estudantes sobre a qualidade do curso ofertado. Mais da metade classificou o curso como bom, mostrando que a instituição está no caminho certo, e por ser o primeiro curso ministrado por estudantes com o auxílio dos professores, o desempenho é satisfatório.



**Figura 7-** O curso atendeu a expectativa.

O curso se desenvolveu a teoria alinhada com a prática. As figuras 8 a 13 mostram como foi o andamento da primeira turma do curso de Instalador de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede oferecido pelo IFTO Campus Palmas.



**Figura 8** - Visita técnica de alguns projetos sistemas fotovoltaicos no IFTO e apresentação do curso em sala de aula.



**Figura 9**- Ministração das aulas teóricas e medidas de seguranças.



**Figura 10**- Demonstração de conexões e fixações dos módulos fotovoltaicos os trilhos.



**Figura 11**- Repassando as instruções técnicas para realização da aula prática.



**Figura 12-** Realização prática da montagem das estruturas de fixação dos módulos fotovoltaicos.



**Figura 13-** Estudantes do curso de instalações de sistemas fotovoltaicos conectados à rede.

#### 4 | CONCLUSÃO

Com a capacitação técnica, os estudantes puderam colocar em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula nas estruturas preparadas para o desenvolvimento deste curso, como o apoio de editais de pesquisa. As respostas obtidas pelo questionário demonstram que a criação do curso de Instalador de Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede foi válida, e atende à necessidade das pessoas que procuraram o curso.

A faixa etária dos estudantes é bem diversificada, demonstrando que independentemente da idade, existe oportunidade de emprego nesse novo nicho de mercado. Quanto ao nível de instrução dos alunos, percebe-se que há uma grande procura por essa área de estudantes que tem ensino médio completo e estudantes do ensino superior. A grande maioria ainda tem com pouco conhecimento nesta nova área que está em ascensão e fizeram o curso com propósito de capacitação profissional. A pesquisa mostra também que o curso atendeu às expectativas dos alunos.

Portanto o curso de Instalador de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede

está sendo bem aceito na primeira experiência e poderá atender a esse novo nicho de mercado com profissional treinado e capacitado para execução de projetos de sistemas fotovoltaicos na capital do Estado do Tocantins.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. 2017. **Nota Técnica nº 0056/2017, de 24 de maio de 2017** – Brasil, Brasília.

Morante, F., A. Mocelin e R. Zilles (2006). **Capacitación y Transferencia Tecnológica: su importancia en la sostenibilidad de los proyectos basados en tecnología solar fotovoltaica. AVERMA, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Edición especial de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, ASADES, Volumen 10, Tema 12, artículo 12-02, pp. 12-01/12-08.**

ZILLES, R.; MOCELIN, A.; MORANTE, F. **Programa brasileiro de formação e certificação de instaladores de sistemas fotovoltaicos de pequeno e médio porte.** Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.

## **SOBRE O ORGANIZADOR:**

**Paulo Jayme Pereira Abdala** possui graduação em Engenharia Eletrônica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - RJ (1988), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e pós-graduação em Gestão de Aviação Civil pela Universidade de Brasília (2003). Entre 1989 e 2008 foi Chefe do Laboratório de Ruído Aeronáutico e Emissões de Motores do DAC/ANAC, tendo desenvolvido centenas de estudos sobre poluição sonora e atmosférica oriundas da atividade aeronáutica. Foi representante oficial do Brasil em diversos Fóruns Internacionais sobre meio ambiente promovidos pela Organização de Aviação Civil Internacional OACI - Agência da ONU. Foi Coordenador dos Cursos de Engenharia de Produção, Elétrica, Civil e Mecânica na UNOPAR/PG entre 2013 e 2018. Atualmente é Consultor Independente para a AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, OACI e INFRAERO. Tem experiência na área de Engenharia Eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: acústica, meio ambiente e pedagogia (metodologia TRAINAIR/OACI).

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-067-4

