

A close-up photograph of a hand holding a grey probe, testing a component on a printed circuit board (PCB). The background is blurred, showing other electronic components and a glowing light source. The image is overlaid with a diagonal brown textured pattern.

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica e de computação: atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 4 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-459-7

DOI 10.22533/at.ed.597200610

1. Engenharia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Atena Editora apresenta o *e-book* “*Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico 3*”. O objetivo desta obra é mostrar aplicações tecnológicas da Engenharia Elétrica e de Computação na resolução de problemas práticos, com o intuito de facilitar a difusão do conhecimento científico produzido em várias instituições de ensino e pesquisa do país.

O *e-book* está organizado em dois volumes que abordam de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas e relatos de casos que transitam nos vários caminhos da Engenharia Elétrica e de Computação.

O Volume III tem como foco aplicações e estudos de atividades relacionadas à Computação, abordando temas variados do *hardware* ao *software*, tais como automação e robótica, arquitetura de redes, Internet, computação em névoa, modelagem e simulação de sistemas, entre outros.

O Volume IV concentra atividades relacionadas ao setor elétrico e eletrônico, abordando trabalhos voltados para melhoria de processos, análise de desempenho de sistemas, aplicações na área da saúde, entre outros.

Desse modo, temas diversos e interessantes são apresentados e discutidos, de forma concisa e didática, tendo como base uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos por professores e acadêmicos.

Boa leitura!

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESEMPENHO DE ISOLADORES SOB CHUVAS INTENSAS Darcy Ramalho de Mello DOI 10.22533/at.ed.5972006101	
CAPÍTULO 2	15
TRAVESSIA DO RIO AMAZONAS E SUPERAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA: PROJETO ESTRUTURAL E DESAFIOS CONSTRUTIVOS Juliana Nobre de Mello Motta Roberto Luís Santos Nogueira Luiz Carlos Mendes Mariana Souza Rechtman Renata Cristina Jacob de Jesus DOI 10.22533/at.ed.5972006102	
CAPÍTULO 3	27
PIRTUC: 15 ANOS DEPOIS - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DE INSERÇÃO REGIONAL DA UHE TUCURUÍ Sílvia Maria Frattini Gonçalves Ramos Rosana dos Santos Brandão DOI 10.22533/at.ed.5972006103	
CAPÍTULO 4	41
PLANO DE CORTE MANUAL DE CARGA Anderson Siqueira Nogueira Rodrigo Damasceno Souza Marcelo de Calazans Barcelos Suellen Karine Braga Vieira Walmir de Oliveira Campos DOI 10.22533/at.ed.5972006104	
CAPÍTULO 5	53
PROCEL RELUZ – ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EFICIENTES Adjeferson Custódio Gomes Adi Neves Rocha Fabiano Rodrigues Soriano Luís Ricardo Cândido Cortes Taís Mirele Fernandes da Silva Thiago Luís Campos Rodrigues DOI 10.22533/at.ed.5972006105	
CAPÍTULO 6	66
PRODUÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM CUSTO OPERACIONAL REDUZIDO Igor Ferreira do Prado	

Taís Mirele Fernandes da Silva
Marcelo Bento Pisani
Rodrigo Dórea da Silva
DOI 10.22533/at.ed.5972006106

CAPÍTULO 7..... 77

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM: BREVE PANORAMA

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Fábio Alexandre Martins Monteiro
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.5972006107

CAPÍTULO 8..... 88

REPRESENTAÇÃO DE MODELOS RACIONAIS NO PROGRAMA ATP

Sergio Luis Varricchio

DOI 10.22533/at.ed.5972006108

CAPÍTULO 9..... 100

**UMA PROPOSTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DOS FENÔMENOS
VTCDS EM INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS SUPRIDAS POR
TRANSFORMADORES DELTA-ESTRELA ATERRADA**

Adrian Ribeiro Ferreira
José Carlos de Oliveira
Paulo Henrique Oliveira Rezende

DOI 10.22533/at.ed.5972006109

CAPÍTULO 10..... 113

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO ESTADO DA
BAHIA**

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Giovanna Buscatti Gonçalves
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.59720061010

CAPÍTULO 11..... 129

**ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO HIDRO-SOLAR AUXILIADO POR UM SISTEMA DE
ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NA FORMA DE HIDROGÊNIO JUNTO À USINA
HIDROELÉTRICA DE MANSO**

Juarez Corrêa Furtado Júnior
Ennio Peres da Silva
Vitor Feitosa Riedel
Demóstenes Barbosa da Silva

Diogo Oliveira Barbosa da Silva
Ana Beatriz Barros Souza
Hélio Nunes de Souza Filho

DOI 10.22533/at.ed.59720061011

CAPÍTULO 12..... 146

ANÁLISE DE METODOLOGIAS PARA DETECÇÃO DE PERDA DE EXCITAÇÃO EM GERADORES SÍNCRONOS

Mateus Camargo Franco
Eduardo Machado dos Santos
Alex Itczak
Arian Rodrigues Fagundes
Artur Henrique Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.59720061012

CAPÍTULO 13..... 160

DESENVOLVIMENTO DE FUNCIONALIDADES COMPUTACIONAIS PARA ATENDIMENTO DOS NOVOS PROCEDIMENTOS DE REDE PARA ESTUDOS DE DESEMPENHO HARMÔNICO

Cristiano de Oliveira Costa
Sergio Luis Varricchio
Franklin Clement Véliz
Fabiano Andrade Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.59720061013

CAPÍTULO 14..... 174

EXTRAÇÃO DE PARÂMETROS DE MÁQUINAS SÍNCRONAS POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE ENSAIO DE CURTO-CIRCUITO

Guilherme Gomes dos Santos
Paulo Sérgio Zanin Júnior

DOI 10.22533/at.ed.59720061014

CAPÍTULO 15..... 188

APRENDIZADO AUTODIDATA DA LÍNGUA INGLESA

Lucas Eid Ramire Gonçalves
Luiz Eduardo Vieira Montanha
Marco Antonio Nagao

DOI 10.22533/at.ed.59720061015

CAPÍTULO 16..... 193

MODELAGEM DE PROCESSOS: UMA PROPOSTA DE MELHORIA PARA A ATUAÇÃO DAS EQUIPES DE SAÚDE DA ATENÇÃO BÁSICA

Ana Carla do Nascimento Santos
Jislane Silva Santos de Menezes
Almerindo Nascimento Rehem Neto
Adriana de Melo Fontes
Gilson Pereira dos Santos Júnior
Jean Louis Silva Santos

Cristiane Oliveira de Santana

DOI 10.22533/at.ed.59720061016

SOBRE A ORGANIZADORA.....	206
ÍNDICE REMISSIVO.....	207

PRODUÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM CUSTO OPERACIONAL REDUZIDO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/07/2020

Igor Ferreira do Prado

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6971326406673954>

Taís Mirele Fernandes da Silva

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/4472904843564273>

Marcelo Bento Pisani

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/1003717727759886>

Rodrigo Dórea da Silva

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9263375088976937>

RESUMO: Atualmente é comum a prática de instalação de placas fotovoltaicas com inclinação fixa seguindo o perfil dos telhados das residências ou através de estruturas que proporcionam inclinação igual ao grau da latitude. Com a motivação de melhorar a eficiência do sistema de geração fotovoltaica, foi proposta uma metodologia de alocação variável da angulação ao longo do ano, com o objetivo de maximizar a geração de energia com um custo operacional reduzido. O presente trabalho propõe um dimensionamento eficiente do

sistema de geração fotovoltaica com o intuito de determinar os equipamentos necessários para atendimento de uma unidade residencial padrão. Foi considerado também o projeto de um sistema armazenador de energia capaz de alimentar a mesma carga por um período de um dia sem geração.

PALAVRAS-CHAVE: Geração distribuída, Energia solar fotovoltaica, Eficiência energética.

EFFICIENT PRODUCTION OF ELECTRIC ENERGY USING PHOTOVOLTAIC PANELS WITH REDUCED OPERATIONAL COST

ABSTRACT: Currently, the practice of installing photovoltaic panels with fixed inclination, following the profile of the roofs of homes or through structures that provide inclination equal to the degree of latitude, is commonly used. In order to improve the efficiency of the photovoltaic generation system, a variable allocation methodology for the angulation was proposed throughout the year, with the objective of maximizing energy generation with a reduced operational cost. The present work proposes an efficient dimensioning of the photovoltaic generation system in order to determine the necessary equipment to serve a standard residential unit. It was also considered the design of an energy storage system capable of supplying the same load for a period of one day without generation.

KEYWORDS: Distributed generation, Photovoltaic solar energy, Energy efficiency.

1 | INTRODUÇÃO

A procura por fontes de energias alternativas tem crescido em muitos países, buscando-se uma forma eficiente para suprir suas demandas internas. No que tange à captação da energia solar, o Brasil recebe uma irradiação média de 5 kWh/m²/dia (PEREIRA *et. al* 2006). Essa fonte alternativa de energia renovável converte diretamente a luz solar em energia elétrica, e, após a conversão, a mesma é coletada, armazenada e processada por dispositivos eletrônicos. Sabe-se que quanto maior a radiação solar maior será a quantidade de eletricidade produzida. Tal irradiância mostra o espetacular potencial de utilização dessa fonte de energia dentro da matriz energética brasileira.

Um desafio existente além da produção da energia é a sua distribuição para os locais de consumo. Nesse aspecto, a Geração Distribuída tem fundamental importância, pois é uma fonte de energia ligada diretamente à rede de distribuição ou ao local de medição do cliente, podendo ser instalada próximo aos centros de carga, minimizando as perdas e atendendo, também, as regiões onde o potencial de expansão dos sistemas de transmissão ou distribuição é limitado, além de ter um aumento da eficiência energética global.

Com o desenvolvimento do conceito de *Smart Grid*, cujo objetivo é tornar o sistema elétrico de potência mais interligado e eficiente, surgiu a proposta de utilização de diversas fontes de energia, sendo que esses sistemas incluem geradores baseados em biomassa, turbinas de combustão, microturbinas, sistemas de concentração de energia solar térmica e fotovoltaica, pequenas centrais hidrelétricas, turbinas eólicas, entre outros, os quais apresentam características de serem compostos por redes renováveis.

Este trabalho apresenta um estudo voltado para a caracterização de sistemas de geração de energia elétrica fotovoltaica, evidenciando também a importância e a relação otimizada de uso entre fontes renováveis de energia. Além disso, dimensionou-se a quantidade de carga necessária para alimentar uma residência padrão, constatando a necessidade de um sistema de armazenamento de energia, composto por 4 baterias, para armazenar a carga a ser consumida pela família.

2 | METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar os aspectos que influenciam no rendimento global da instalação, foi proposto um dimensionamento eficiente do sistema de geração fotovoltaica, bem como novas formas de alocação variável da angulação do painel solar ao longo do ano através de cálculos precisos que levam em conta a inclinação do sol no decorrer dos meses. Em seguida, propôs-se a divisão do ano em duas partes, com diferentes angulações, a fim de aumentar a potência máxima gerada.

Outro fator avaliado que influencia na capacidade de geração de energia elétrica é o aumento de temperatura.

O trabalho foi desenvolvido em etapas: 1ª etapa: Dimensionamento do sistema de geração e armazenamento de energia; 2ª etapa: Cálculos de posicionamento; 3ª etapa: Teste de eficiência.

2.1 Dimensionamento do sistema

Este projeto teve início com o estudo de assuntos relacionados com o aproveitamento da energia solar para geração de energia elétrica, bem como nos aspectos gerais do funcionamento de sistemas fotovoltaicos isolados e as características que influenciam no seu rendimento (como o posicionamento do painel fotovoltaico e efeito da temperatura), além do dimensionamento do sistema. A Figura 1 mostra um sistema solar fotovoltaico OFF-GRID ou autônomo (ANEEL,2005).

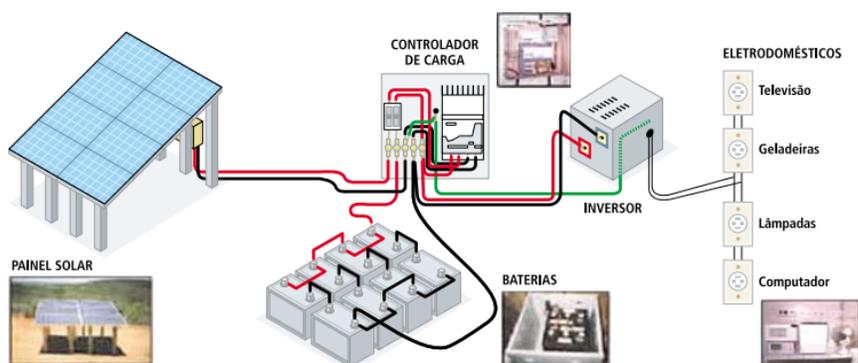


Figura 1. Ilustração de um sistema de geração fotovoltaica OFF-GRID de energia elétrica

Fonte: Atlas de energia elétrica (ANEEL,2005).

Analisou-se o dimensionamento do sistema fotovoltaico, calculando a energia consumida por uma casa com três pessoas, como é apresentado na Tabela 1, podendo, assim, dimensionar a capacidade do banco de baterias para o sistema que será montado, ou seja, a quantidade de baterias necessárias para alimentar uma casa (com consumo médio de aproximadamente 2500 Wh diariamente). Há uma dada importância nesses cálculos, pois na queda ou falta de energia (em decorrência do tempo nublado, chuvoso ou sombreamento), o banco de baterias entra em ação, alimentando assim a residência. Para calcular a energia consumida diariamente (E_c) multiplicou-se a quantidade de eletrodomésticos (X) pela potência média de cada um (P) e pelo tempo de uso diário (T), obtendo assim o consumo diário, conforme (1) Para obter o consumo mensal (E_{cm}), basta multiplicar o consumo

diário (E_c) pelos dias de uso mensal (Y), conforme (2). (ver Tabela 1)

$$E_c = X * P * T \quad (1)$$

$$E_{cm} = E_c * Y \quad (2)$$

A partir disso, pode-se calcular a energia produzida pelos módulos fotovoltaicos, a potência através do método da insolação, o dimensionamento do banco de baterias, bem como a quantidade de painéis fotovoltaicos a serem usados no sistema.

Eletrodomésticos	Quant.: X	Potência média: P [W]	Dias de uso mensal: Y	Tempo de uso diário: T [hrs]	Consumo diário: E_c [Wh]	Consumo mensal: E_{cm} [kWh]
Geladeira	1	100	30	8,00*	800	24
Fogão	1	60	30	0,17	10,2	0,306
Ferro	1	1000	8	0,28	280	2,24
Televisão 32"	1	55	30	4,9	269,5	8,085
Ventilador	1	120	28	1,6	192	5,376
Liquidificador	1	300	28	0,03	9	0,252
Lâmpadas	6	5	30	4,9	147	4,41
Carregador de celular	3	1,5	30	2	9	0,27
Carregador de notebook	1	300	30	2,5	750	22,5
Aparelho de som pequeno	1	20	25	1	20	0,5
Total:	17	1961,5	269	25,38	2486,7	67,939

* Considerando que o compressor funciona apenas oito horas diárias.

Tabela 1. Dimensionamento da energia consumida por uma residência padrão

Na Tabela 2, calculou-se a energia produzida (E_p) pelos módulos fotovoltaicos, adotando o método da insolação, através da potência já estabelecida pelo módulo, com um valor prévio de 205 W, e área de 1,455 m², obtendo assim uma eficiência

(η_m) de 14,09%, conforme (3). Utilizando a insolação diária da região do Sul da Bahia, valor obtido com o auxílio do Atlas de energia elétrica do Brasil fornecido pela ANEEL (2005), encontrou-se a energia produzida pelo painel (E_p), conforme (4). (ver Tabela 2).

$$\eta_m = \frac{P_{max}}{A_m * 1000} * 100 \quad (3)$$

$$E_p = E_s * A_m * \eta_m \quad (4)$$

Potência máxima- $P_{m\acute{a}x}$ [W]	Área do módulo - A_m [m ²]	Eficiência - η_m	Insolação diária - E_s [Wh/m ² .dia]	Energia produzida - E_p [Wh]
205	1,455	0,14089	5100	1046290

Tabela 2. Cálculo da energia produzida pelos módulos fotovoltaicos.

Na Tabela 3, foi dimensionado o banco de baterias, encontrando o número de baterias em série (valores necessários caso essas sejam utilizadas em série no sistema). Conforme (5), a capacidade do banco de baterias (C_{banco}) é calculada através da energia armazenada (E_a) multiplicando-se pela tensão do banco (V_{banco}), conforme (6). A energia armazenada foi obtida utilizando o valor encontrado na Tabela 3 (2486,7 Wh) multiplicado pela profundidade de descarga da bateria, correspondente a 50%, conforme a (7). Assim como se calculou o número de baterias em série, foi calculado o número de baterias para um conjunto em paralelo, dividindo a capacidade de carga do banco de baterias (C_{banco}) pela capacidade do banco de cada bateria (C_{bat}), conforme (8).

$$N_{bs} = \frac{V_{banco}}{V_{bat}} \quad (5)$$

$$C_{banco} = \frac{E_a}{V_{banco}} \quad (6)$$

$$E_a = \frac{E_c}{P_d} \quad (7)$$

$$N_{bp} = \frac{C_{banco}}{C_{bat}} \quad (8)$$

$V_{\text{banco}} [V]$ 12	$V_{\text{bat}} [V]$ 12	Número de baterias em série – N_{bs} 1
Energia armazenada [Wh] – E_a 4973,4	$V_{\text{banco}} [V]$ 12	Capacidade do banco de baterias [Ah] – C_{banco} 414,45
Energia consumida – E_c [Wh] 2486,7	Profundidade de descarga permitida (20%, 50%, 80%) – P_d 0,5	Energia armazenada – E_a [Wh] 4973,4
Capacidade de carga do banco de baterias – C_{banco} [Ah] 414,45	Capacidade de carga de cada bateria – C_{bat} [Ah] 200	Número de conjuntos paralelos – N_{bp} 2,072

Tabela 3. Dimensionamento do banco de baterias

Na Tabela 4, obteve-se a quantidade de módulos fotovoltaicos que serão necessários para o sistema. Para encontrar o número de painéis empregados dividiu-se a energia diária consumida no sistema (E_c), valor encontrado na Tabela 3, pela energia diária produzida por cada módulo (E_p), valor encontrado na Tabela 4, conforme (9).

$$N = \frac{E_c}{E_p} \quad (9)$$

Energia diária consumida no sistema – E_c [Wh]	Energia diária produzida por cada módulo E_p [Wh]	Números de módulos empregados no sistema - N	
		Calculado	Utilizado
2486,7	1046,29	2,38	3

Tabela 4. Quantidade de módulos fotovoltaicos necessários para o sistema

Partindo do pressuposto de que existe um consumo de 2486,7 Wh diariamente, dois módulos não seriam suficientes para gerar energia para a residência, logo, serão utilizados três módulos, havendo uma sobra de energia referente a 652,17 Wh. Tendo em vista os constantes avanços tecnológicos, essa sobra de energia pode ser utilizada, e se faz necessária, quando houver a compra de novos eletrodomésticos.

Ao longo do desenvolvimento do projeto foram analisados aspectos necessários para ter um maior aproveitamento do sistema de geração de energia.

Dentre esses aspectos, podem ser citados o posicionamento e o ângulo de inclinação da placa.

2.2 Cálculos de Posicionamento

Na análise do ângulo de inclinação da placa houve, primeiramente, uma análise local/regional do posicionamento do sol e das taxas de radiação solar incidente para localização adequada das placas, com o intuito de maximizar a produção de energia elétrica e melhorar a eficiência da placa solar.

Atualmente o posicionamento de placas fotovoltaicas é realizado de modo prático, através de tabelas que relacionam a posição geográfica (latitude/longitude), para se obter uma angulação média de inclinação da placa fotovoltaica. Para tal situação, a placa é instalada de forma fixa ao longo do ano. Para região sul da Bahia utiliza-se uma inclinação fixa igual a 14° , referente à latitude local. Com isso, a melhor maneira de instalar um módulo solar fixo é orientá-lo com sua face voltada para o norte geográfico, que corresponde ao ângulo azimutal.

Com a motivação de se melhorar a eficiência global do sistema, o projeto prossegue com a análise dos ângulos de inclinação da placa solar. Como o ângulo de altura do Sol possui grande variação ao longo das estações do ano, sendo a altura do Sol maior nos dias de verão, determinaram-se dois ângulos para a inclinação do painel, observando sua variação no período de verão-primavera e outono-inverno, e obtendo os ângulos para o horário de maior incidência de luz solar. Esses fatores são importantes e imprescindíveis para uma melhor eficiência das placas solares. O ângulo alfa calculado (ângulo de inclinação) é responsável por fazer os raios solares incidirem perpendicularmente à superfície do módulo, maximizando a captação da radiação solar direta.

Através do *site* Solar Topo (SOLAR TOPO, 2015), obteve-se o ângulo zenital correspondente à altura solar para todos os meses do ano em um dia fixo e em horários em que os picos de incidência de luz são maiores, por volta de meio dia, e a latitude local. Devido à grande variação do ângulo de inclinação nos meses, calculou-se uma média para o ano, como é apresentado na Tabela 5: Latitude e inclinação para épocas específicas do ano para a Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Além da média anual, calculou-se a inclinação dividindo o ano em duas partes: verão-primavera e outono-inverno, obtendo, assim, a inclinação para os meses de abril a setembro, correspondente ao período do outono-inverno, e de outubro a março, ao período do verão-primavera, ver Tabela 5.

Média anual			
Anual (jan – dez)	Outono - Inverno (abr – set)	Primavera - Verão (out – mar)	Latitude
18,715833°	30,303333°	7,128333°	14°

Tabela 5. Latitude e inclinação para duas épocas específicas do ano para a UESC

Em seguida, utilizaram-se quatro ângulos, que foram parametrizados para simulação em bancada de laboratório, sendo o ângulo zero referente à média anual calculada de 18,72°, o ângulo de cinco graus foi referente à diferença entre a média anual e o ângulo de inclinação da latitude local (UESC: 14°), o ângulo aproximado de sete graus foi referente à diferença entre o ângulo de inclinação calculado para o ano e a média verão-primavera e o ângulo aproximado de dezesseis graus foi referente à média outono-inverno.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estudos teóricos e a execução do projeto geraram alguns resultados para análise e comprovação do que foi estudado. Abaixo, seguem os gráficos plotados a partir dos resultados obtidos no experimento.

Após a execução das medidas de tensão, corrente e temperatura, foram plotados os gráficos a fim de analisar as curvas de corrente X tensão ($I \times V$) e potência X tensão ($P \times V$), e observar qual das angulações trouxe uma melhor eficiência para a placa solar e quais os parâmetros físicos que impossibilitaram determinadas angulações de obterem uma melhor eficiência.

Segundo VILLALVA (2012), o melhor aproveitamento da energia solar ocorre quando os raios incidem perpendicularmente ao módulo, ou seja, com um ângulo de inclinação igual a zero grau. Tendo em vista essa característica do módulo, foram utilizadas as medidas com inclinação de zero grau para analisar os efeitos de temperatura e irradiância sobre a placa solar.

No gráfico a seguir, têm-se todas as curvas de posicionamento (ângulos: 0°, 5°, 7° e 16°) para $I \times V$, a uma temperatura monitorada entre 25° e 30°C, ver Figura 2.

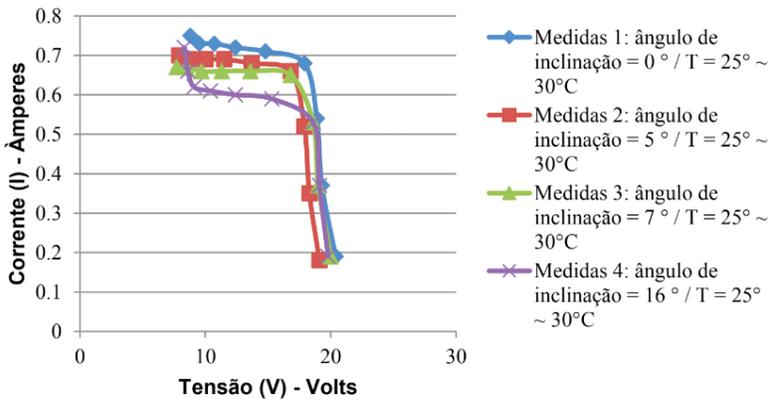


Figura 2. Gráfico com as curvas de I x V para os diferentes ângulos calculados

Esse gráfico apresenta as curvas de corrente X tensão para os diferentes ângulos de inclinação. Pode-se notar que a curva que apresenta um melhor rendimento se refere à inclinação de zero grau, ou seja, quando o Sol se posiciona perpendicularmente à placa solar. No experimento foi utilizada a placa composta por quinze lâmpadas incandescentes para simular o efeito de radiação solar.

O próximo gráfico apresenta a curva P x V para os diferentes ângulos calculados, ver Figura 3.

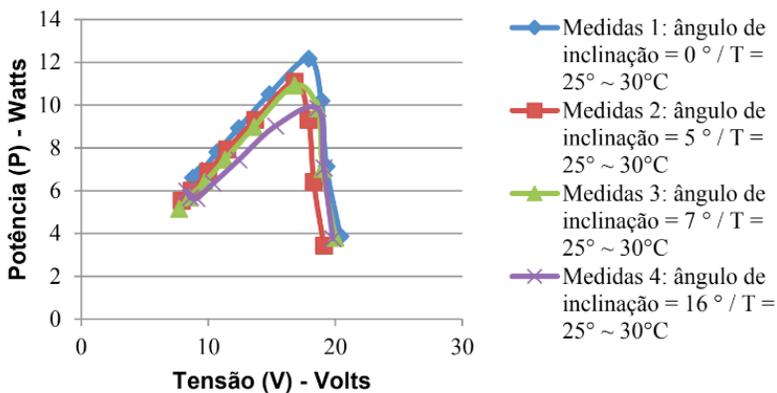


Figura 3. Gráfico com as curvas de P x V para os diferentes ângulos calculados

O gráfico da Figura 3 apresenta as curvas potência X tensão para esses mesmos ângulos, e nota-se que a curva que apresenta um melhor desempenho é a referente à inclinação de zero grau.

Nos gráficos a seguir são apresentadas as curvas de I x V (Figura 4) e de P

x V (Figura 5) para o ângulo de zero grau com temperaturas de monitoramento diferentes, sendo uma curva a 25° ~ 30°C e outra a 65°C. A temperatura tem influência na tensão que o módulo fornece em seus terminais e consequentemente na potência fornecida.

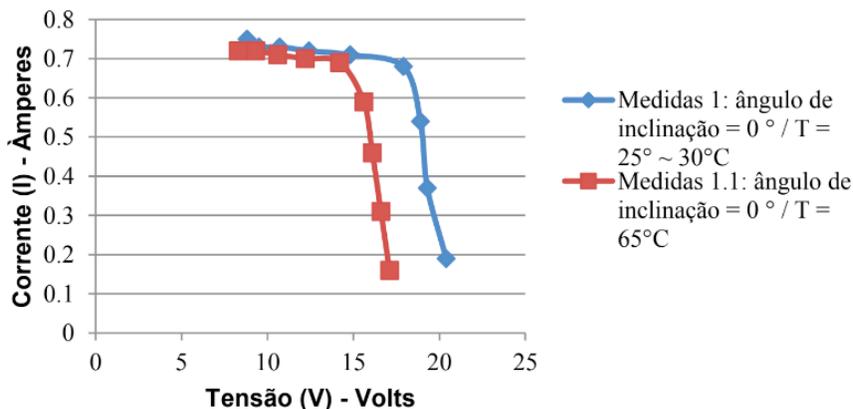


Figura 4. Gráfico com as curvas de I x V para as diferentes temperaturas

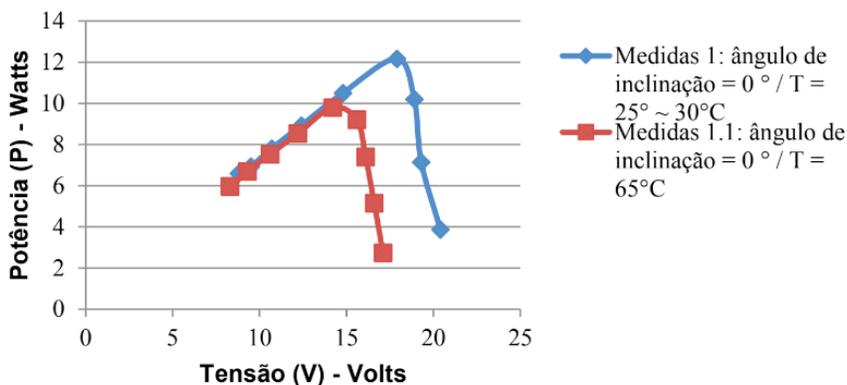


Figura 5. Gráfico com as curvas de P x V para diferentes temperaturas

As tensões são maiores para temperaturas mais baixas e em temperaturas mais altas as tensões são menores e a corrente fornecida pelo módulo não se altera com a temperatura. É o que pode ser observado no gráfico anterior, da Figura 5, haja vista que a potência é o produto da tensão e da corrente do módulo, pois quando a temperatura aumenta, a potência fornecida pelo módulo diminui (VILLALVA, 2012).

Os resultados deste trabalho indicam que o posicionamento do módulo solar apresenta forte influência nos resultados de rendimento e de eficiência que ele pode apresentar. As análises feitas anteriormente possibilitaram chegar a essa conclusão,

pois os fatores ambientais que influenciaram significativamente na eficiência do módulo foram a temperatura e as variações angulares.

4 | CONCLUSÃO

A relevância deste trabalho evidenciou-se através dos estudos feitos a fim de obter um melhor rendimento para o painel solar e, conseqüentemente, aperfeiçoar os estudos voltados para a implantação do sistema solar fotovoltaico *OFF-GRID* mais eficiente. Tal constatação se dá em razão da análise das curvas de eficiência para diferentes ângulos, avaliando assim o posicionamento do módulo solar.

Verificou-se que para o projeto de uma instalação *OFF-GRID* aspectos como o posicionamento e a temperatura de operação dos painéis fotovoltaicos influenciam na quantidade de energia produzida podendo ter um acréscimo de cerca de 20% na energia produzida durante o ano ao se adotar a metodologia proposta neste trabalho.

Portanto, foi validado em laboratório que o método de alocação de placas fotovoltaicas proposto se mostrou eficiente, visto que apresentou uma maior quantidade de energia gerada quando comparado com a técnica convencional de posicionamento utilizando apenas a latitude do local, proporcionando uma maior geração de energia aliada a um baixo custo operacional de posicionamento do sistema de geração.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica**. 2. Ed. – Brasília: ANEEL, 2005. 243 p.: il.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). “**Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira.**” Rio de Janeiro, maio/2012 (Nota Técnica).

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU S. L.; RUTHER R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. – São José dos Campos: INPE, 2006.

SOLAR TOPO. **Dom calculadora posição – Azimute e Zenith**. Disponível em: <http://www.solartopo.com/posicao-do-sol.htm>. Acesso em 04 de novembro de 2015.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. “**Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações**”. Editora: Érica. 2012. São Paulo.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação socioambiental 27

Alternative Transient Program (ATP) 88

Armazenamento de energia elétrica 129, 131, 138, 143, 144

Atenção básica de saúde 193, 201, 203

B

BPMN 193, 194, 195, 197, 198, 204, 205

C

Cálculo estrutural 16

Chuva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Compensações sociais 27

Custo operacional 66, 76

D

Descargas disruptivas 3

Desempenho dielétrico 1, 2, 13

Distribuição de energia 144

E

Eficiência energética 53, 54, 55, 56, 61, 62, 64, 66, 67, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 117, 127, 137, 144

Eletrobras 28, 33, 38, 39, 40, 58, 64, 65, 79, 86, 163

Eletronorte 27, 28, 31, 33, 38, 39, 40

Energia solar 66, 67, 68, 73, 76, 114, 115, 116, 127, 128, 136, 139, 141, 145

Energia solar fotovoltaica 66, 76, 127, 128, 136, 139, 141

Envoltórias 146, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 183

Extração de parâmetros 174, 183, 184, 186

F

Filtro morfológico 146, 151, 152, 154, 157, 159

Funções de transferência 88, 89

G

Geração de energia 61, 63, 66, 67, 68, 71, 76, 84, 87, 129, 130, 139, 140, 141

Gerador síncrono 146, 149, 150, 153, 159, 187

H

Harmônicos 160, 161, 163, 164, 165, 167, 171, 172

HarmZs 89, 90, 98, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Hidrogênio 129, 131, 132, 138, 139, 141, 142, 143, 144

I

Iluminação pública 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Isoladores 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17

M

Máquina síncrona 147, 148, 149, 152, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186

Modelagem de processos 193, 197

Modelo de acompanhamento 88, 93

Modelos racionais 88, 89, 90

O

Operador nacional do sistema elétrico 41, 133, 143, 161

P

Painéis fotovoltaicos 66, 69, 76, 84, 131, 136, 137, 142

Painéis solares flutuantes 129, 130

Perda de excitação 146, 147, 148, 152, 153, 154, 157, 158, 159

Plano de corte manual de carga 41, 42, 46, 48, 51

Potência ativa 47, 146, 148

Procedimentos de redes 160

Procel Reluz 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Programa brasileiro de etiquetagem 56, 77, 78, 82, 86, 87

Q

Qualidade da energia 100, 103

R

Reatância 174, 175, 177, 178, 180, 183, 186

S

Sistema interligado nacional 15, 41, 119, 138, 161, 162, 171

U

UHE Tucuruí 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4