

**NELSON DE SOUZA AMORIM  
FERNANDO MANUEL ARAÚJO MOREIRA  
CARLOS CÉLIO SOUSA DA CRUZ  
UBIRAEALSON DE LIMA RUELA  
PAULA RENATHA NUNES DA SILVA  
JOSÉ ROBERTO BRANCO RAMOS FILHO  
VICENTE MOREIRA RODRIGUES  
THIAGO AUGUSTO DE SOUSA MOREIRA  
GILSON FERNANDES BRAGA JUNIOR  
ESTEFANY COUTO MILÉO  
(ORGANIZADORES)**

# **ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA FÍSICA**



**Atena**  
Editora

Ano 2020

NELSON DE SOUZA AMORIM  
FERNANDO MANUEL ARAÚJO MOREIRA  
CARLOS CÉLIO SOUSA DA CRUZ  
UBIRAEELSON DE LIMA RUELA  
PAULA RENATHA NUNES DA SILVA  
JOSÉ ROBERTO BRANCO RAMOS FILHO  
VICENTE MOREIRA RODRIGUES  
THIAGO AUGUSTO DE SOUSA MOREIRA  
GILSON FERNANDES BRAGA JUNIOR  
ESTEFANY COUTO MILÉO  
(ORGANIZADORES)

# ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA FÍSICA



**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

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. 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  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
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  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
S612a	<p>           Simpósio Brasileiro de Engenharia Física (14 : 2019 : Santarém)            Anais [...] / XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física, 23-25            outubro 2019, Santarém, PA; organizadores Nelson de Souza            Amorim... [et al.]. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.         </p> <p>           Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            ISBN 978-65-86002-15-7            DOI 10.22533/at.ed.157200203         </p> <p>           1. Engenharia física – Congressos. I. Título.         </p> <p style="text-align: right;">CDD 573.724</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O curso de Engenharia Física da Universidade Federal de São Carlos foi criado no ano 1999 e foi pioneiro nesta área no Brasil. No ano de 2019, o curso de engenharia física no Brasil completou 20 anos. Nesse contexto, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPa) promoveram o XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física que foi realizado na cidade de Santarém-PA no período de 23 a 25 de Outubro de 2019 na Universidade Federal do Oeste do Pará – Campus Tapajós com o tema “Jubileu de 20 anos da Engenharia Física no Brasil”.

Com a proposta de promover o conhecimento científico e inovação tecnológica bem como a integração entre especialistas, docentes e discentes da área, foram discutidos os 20 anos de existência do curso no Brasil e o intercâmbio de informações técnicas-científicas através de minicursos e palestras relacionados as diferentes temáticas da Engenharia Física e suas perspectivas futuras.

A coleção Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física é uma obra que tem como objetivo divulgar os diversos trabalhos que participaram do evento através de trabalhos acadêmicos que abordaram diferentes temas, tais como: termodinâmica, propriedades dielétricas de materiais, ciência dos dados e machine learning, internet das coisas, deep learning, processos oxidativos avançados, energia solar, gerenciamento de projetos, física quântica e automação. Deste modo a obra contribui para disseminar os resultados obtidos pelos acadêmicos e fortalecer a diversidade científica no país, de forma multidisciplinar.

Comitê Organizador

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA DO REALIMENTADOR NA EFICIÊNCIA DE UM CICLO DE RANKINE UTILIZANDO O EES	
Muller Gabriel da Silva Chaves Carlos Eduardo Ribeiro Silva Vitor Azevedo Pinto Carlos Célio Sousa da Cruz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
ANÁLISE TEÓRICA DAS PROPRIEDADES DIELÉTRICAS DA MACAÚBA ( <i>Acrocomia acuelata</i> )	
Alex Torres da Silva Nelson de Souza Amorim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DATA SCIENCE E MACHINE LEARNING EM UM PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE UM DATASET DE MARKETING BANCÁRIO	
Yasmin Braga Teixeira João Vitor Rebelo Viana Josecley Fialho Góes Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>28</b>
AQUISIÇÃO DE DADOS DO CONSUMO ELÉTRICO EM UMA EDIFICAÇÃO DA UFOPA UTILIZANDO CONCEITOS DE IOT	
Leonardo Paz Amoêdo Dalton Felipe Silva Varão João Elias Brasil Bentes Júnior Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
DEEP LEARNING PARA REGRESSÃO DE POTÊNCIA ELÉTRICA DE UMA USINA DE ENERGIA DE CICLO COMBINADO	
Mauro Sérgio dos Santos Moura Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>46</b>
DEGRADAÇÃO DE CORANTES EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO DIÓXIDO DE TITÂNIO NA FORMA DE FILMES FINOS PREPARADOS SOBRE SUBSTRATO CERÂMICO COMERCIAL	
Graziele Daiana Sena de Sousa Adriano Cesar Rabelo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002036</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>59</b>
FATORES CRÍTICOS QUE INTERFEREM NO GERENCIAMENTO DO TEMPO EM PROJETOS DE ENGENHARIA: ESTUDO DE CASO EM SANTARÉM – PA	
Raíssa Coelho Almeida Kevin de Matos Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002037</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>70</b>
OBTENÇÃO DA EQUAÇÃO DE KLEIN-GORDON-FOCK EM COORDENADAS DO CONE DE LUZ	
Jorge Kysnney Santos Kamassury Damião Pedro Meira Filho Sérgio Antônio de Souza Farias Natalie Von Paraski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002038</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>83</b>
RÁPIDO RECONHECIMENTO DE MODULAÇÕES ANALÓGICAS E DIGITAIS VIA REDES RESIDUAIS PROFUNDAS	
Jorge Kysnney Santos Kamassury Vinícius Felipe de Oliveira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002039</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>98</b>
REVISÃO DE LITERATURA SOBRE A AUTOMAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL	
Davi Henrique da Silva Pedroso Gabriel Gonçalves da Silva Gilson Fernandes Braga Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.15720020310</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>109</b>
DIAGNÓSTICO DOS MICROSSISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO INSTALADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM	
Fabiane da Conceição Almeida Manoel Roberval Pimentel Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.15720020311</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>119</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>121</b>

## DIAGNÓSTICO DOS MICROSSISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO INSTALADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM

Data de aceite: 27/01/2020

### **Fabiane da Conceição Almeida**

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/3857707361453131>

### **Manoel Roberval Pimentel Santos**

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/4389055765529053>

**RESUMO:** Este trabalho objetivou o levantamento dos microssistemas de energia solar fotovoltaica instalados nas comunidades rurais de Santarém, de modo particular nos centros comunitários, bem como avaliação das condições de funcionamento dos microssistemas e identificar os principais problemas existentes. Muitas dessas comunidades, por conta de seu isolamento geográfico, encontram-se, também, isoladas do ponto de vista do abastecimento elétrico e, conseqüentemente, estão desprovidas de todos os benefícios que se pode ter através da utilização de energia elétrica, desde o simples acesso aos principais meios de comunicação, passando pela precariedade da educação, até mesmo à falta das mínimas condições de moradia necessárias a todo cidadão. Em algumas destas comunidades, foram instalados nos últimos anos microssistemas

de energia solar fotovoltaica para atender, principalmente, às necessidades das escolas e postos de saúde. Muitos dos microssistemas foram instalados de maneira inapropriada e os responsáveis pelos microssistemas na comunidade não receberam o treinamento necessário para identificar as falhas nos equipamentos, ocasionando a paralisação dos microssistemas e um funcionamento ineficiente. Diante disso, a ausência de manutenção foi a principal falha diagnosticada nos sistemas. Outro problema excessivo, foi o armazenamento e dimensionamento incorreto dos componentes do sistema, destacando-se a alta falta de atenção ao banco de baterias. Por fim, inúmeras falhas humanas, dentre elas destaca-se o uso indevido do sistema através do uso excessivo de energias com cargas acima das previstas no dimensionamento e furto de componentes de armazenamento e de controle e condicionamento de potências essenciais ao funcionamento do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar, comunidades rurais, falhas

**DIAGNOSIS OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY MICROSYSTEMS INSTALLED IN THE RURAL COMMUNITIES OF THE MUNICIPALITY OF SANTARÉM**

**ABSTRACT:** This study aimed to survey the

photovoltaic solar energy microsystems installed in the rural communities of Santarém, particularly in the community centers, as well as to evaluate the operating conditions of the microsystems and identify the main existing problems. Many of these communities, because of their geographical isolation, are also isolated from the point of view of electricity supply and, consequently, are deprived of all the benefits that can be obtained through the use of electricity, from simple access. the main means of communication, including the precariousness of education, even the lack of minimum living conditions necessary for every citizen. In some of these communities, solar photovoltaic microsystems have been installed in recent years to meet mainly the needs of schools and health posts. Many of the microsystems were improperly installed and those responsible for the microsystems in the community did not receive the necessary training to identify equipment failures, causing the microsystems to stop and inefficient operation. Given this, the lack of maintenance was the main failure diagnosed in the systems. Another excessive problem was the incorrect storage and sizing of the system components, highlighting the high lack of attention to the battery bank. Finally, numerous human failures, including the misuse of the system through the excessive use of energies with loads higher than expected in the design and theft of storage components and control and conditioning of power essential to the system operation.

**KEYWORDS:** Solar energy, rural communities, failures

## INTRODUÇÃO

O município de Santarém, localizado na região Oeste estado do Pará, possui uma área territorial de 22.886,76 km<sup>2</sup> segundo o Censo de 2010. Além de sua sede, o município é composto por inúmeras comunidades rurais e grande parte destas, encontra-se nas margens dos rios que atravessam o município, dos quais se destacam o Amazonas, o Tapajós, o Arapíuns e o Curuá-úna.

Muitas dessas comunidades, por conta de seu isolamento geográfico, encontram-se, também, isoladas do ponto de vista do abastecimento elétrico e, conseqüentemente, estão desprovidas de todos os benefícios que se pode ter através da utilização de energia elétrica, desde o simples acesso aos principais meios de comunicação, passando pela precariedade da educação, até mesmo à falta das mínimas condições de moradia necessárias a todo cidadão (PINHO et al.,2008).

O acesso a fontes de energia tem sido visto, cada vez mais, como fundamental para uma existência digna. Al-Nasser, Ex-Presidente da Assembleia Geral da ONU, afirmou em entrevista que quanto mais energia disponível para as comunidades, maior o impacto sobre a segurança alimentar, saúde, educação, transportes, comunicações, água e saneamento (ONU BRASIL, 2012).

A energia solar 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. O efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar (ou outras formas apropriadas de energia). A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25% (CRESESB/CEPEL, 2014).

Um sistema fotovoltaico é constituído por um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, opcionalmente, um bloco de armazenamento. O bloco gerador contém arranjos fotovoltaicos, constituídos por módulos fotovoltaicos de diferentes associações, o cabeamento elétrico que os interliga e a estrutura de suporte. O bloco de condicionamento de potência pode ter conversores corrente contínua – corrente alternada, seguidor de ponto de potência máxima, inversores, controladores de carga (se houver armazenamento) e outros dispositivos de proteção, supervisão e controle. Finalmente, o bloco de armazenamento é constituído por acumuladores elétricos (baterias) e/ou outras formas de armazenamento (BESSO, 2017).

## **METODOLOGIA**

### **I – Embasamento teórico e prático**

A compreensão detalhada do processo de conversão de energia solar em elétrica, composição, montagem e manutenção de sistemas fotovoltaicos isolados e a familiarização com todos os aspectos de funcionamento de um microssistema de geração fotovoltaico isolado, tais como aqueles que estão instalados nas comunidades a serem estudadas.

### **II – Levantamento dos microssistemas instalados nas comunidades**

Levantamento junto aos órgãos da Prefeitura Municipal de Santarém e organizações não governamentais sobre os microssistemas e as comunidades onde estes foram instalados.

### **III – Visita as comunidades**

Nesta etapa foram feitas visitas a estas comunidades para fazer um diagnóstico das condições de funcionamento dos microssistemas. Para isso, foi realizado um treinamento a operação de equipamentos de teste de geração dos microssistemas. Com este levantamento foi possível identificar e classificar com relação às condições de funcionamento e as necessidades de cada microssistema. O apoio logístico da Prefeitura e da ONG Saúde e Alegria foi fundamental para o cumprimento desta etapa do trabalho.

## RESULTADOS

A Comunidade de Anã , localiza-se às margens do rio Arapiuns. A comunidade foi beneficiada em 2014, com um sistema composto inicialmente por 10 módulos de 140 Wp (Figura 1), 10 baterias de 165 Ah/12V, 1 inversor de 1500 W, 2 controladores de carga de 45 A, para abastecer a pousada turística. O sistema de 1400 Wp foi instalado e entregue a comunidade pela ONG Saúde e Alegria. Após instalado, em apenas alguns meses de funcionamento o sistema apresentou problemas ocasionados pelo uso indevido do sistema com consumo superior a capacidade produzida.

A falta de manutenção capacitada ocasionou a paralização do sistema. Posteriormente , o sistema voltou a funcionar após uma manutenção realizada por profissionais enviados pela ONG Saúde e Alegria. O sistema foi todo readaptado e atualmente funciona com 4 baterias de 165 Ah/12v , 1 inversor de 1500 W, 1 controlador de carga de 45 A como mostrado na figura 3 e 10 módulos de 140 Wp mostrado na (Figura 1).



Figura 1- Gerador Fotovoltaico do Sistema de Anã

Fonte: Autoria Própria.

No sistema de armazenamento, foram indentificadas baterias com contínuo estado de carga baixa. A causa dessa anomalia se dá em decorrência do uso excessivo de energia, cargas acima das previstas no dimensionamento do sistema, cargas ligadas por tempo superior ao previsto no dimensionamento e cargas muito potentes instaladas a grandes distâncias. Como consequência ocorreu a redução da vida útil da bateria. A ação de correção é reduzir as potências das cargas (manter as cargas previstas no dimensionamento), explicar aos usuários as limitações do sistema em termo de potências e tempo de utilização , desligar as cargas e trocar as baterias.

Foram identificadas baterias com elevada taxa de auto descarga, ocasionando a redução da vida útil do item, ocasionando a trocar das baterias. A princípio conjunto

operava com 10 bateria, que foram substituídas porque apontaram os distúrbios descritos anteriormente. A (Figura 2) mostra como o sistema funciona no momento atual com apenas 4 baterias, que representa menos de 50% da capacidade inicial.



Figura 2 - Banco de baterias

Fonte: Aatoria Própria

No Sistema de controle e condicionamento de potência, foi identificado a queima do fusível colocado no circuito que alimenta o gerador, proveniente da corrente da corrente de saída do gerador ser muito elevada para o controlador de carga. Inicialmente o sistema contava com 2 controladores de carga, porém devidos aos problemas, um dos equipamentos parou de funcionar e o sistema foi readaptado para trabalhar apenas com 1 controlador, como mostra Figura 3.

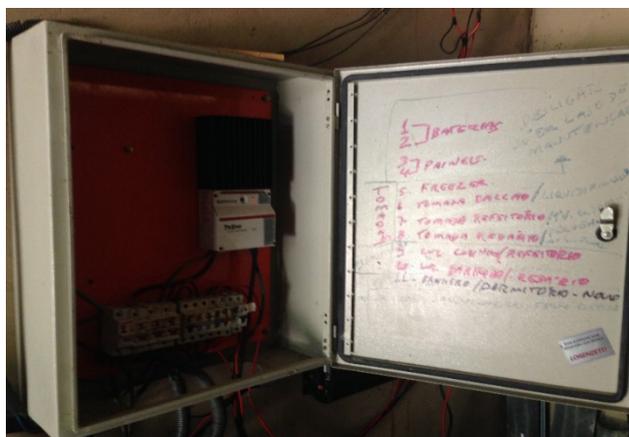


Figura 3 - Quadro de disjuntores do Sistema de Anã

Fonte: Aatoria Própria

Na (Figura 4), é possível observar o armazenamento incorreto dos componentes do sistema. Os componentes de controle e condicionamento de potencia não devem estar instalados no mesmo compartimento das baterias, pois estas podem produzir um ambiente corrosivo (líquidos e gases). Além disso, dispositivos elétricos e eletrônicos podem produzir centelhas que podem causas explosões em contato com gases desprendidos pelas baterias.



Figura 4 - Banco de baterias, controlador de carga e quadro de disjuntores do Sistema de Anã  
Fonte: Aatoria Própria

O sistema da comunidade Tapará Grande foi instalado em 2016 para atender as necessidades do posto de saúde da comunidade, e encontra-se em funcionamento .

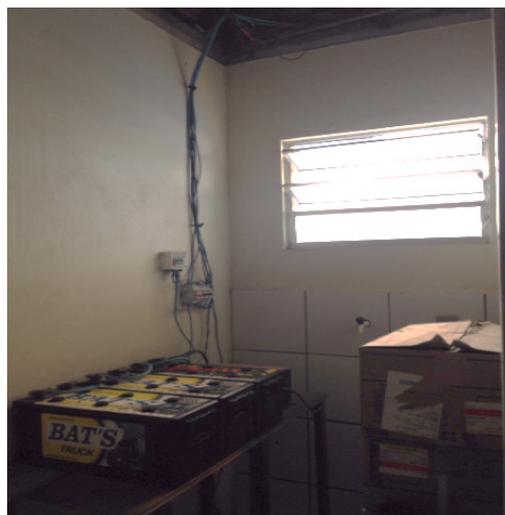


Figura 6 - Controlador de carga e banco de baterias do sistema  
Fonte: Aatoria Própria

A instalação ficou a cargo da parceria entre a Prefeitura Municipal de Santarém e a comunidade local. Os principais componentes do sistema são: 8 módulos de 60 Wp, Inversor de 300 W e 3 baterias de 150 Ah e 1 controlador de carga de 24 A, no posto de saúde conforme mostrado na (Figura 6 e Figura 7).

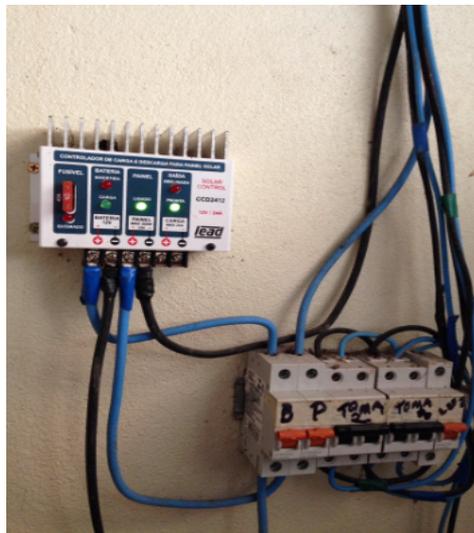


Figura 7 - Controlador de Carga e Disjuntores

Fonte: Autoria Própria

A (Figura 8 ) mostra o banco de baterias do sistema do posto de saúde, que estão com sintomas de elevada perda de água. A causa dessa falha se dá em decorrência de baterias operando com altas temperaturas e manutenção pouco frequente, ocasionando baixos níveis de água e danos a bateria. A ação corretiva apropriada a esse tipo de falha, é o isolamento do compartimento das baterias e/ou fornecimento de ventilação adequada e diminuição do tempo entre os intervalos de manutenção.

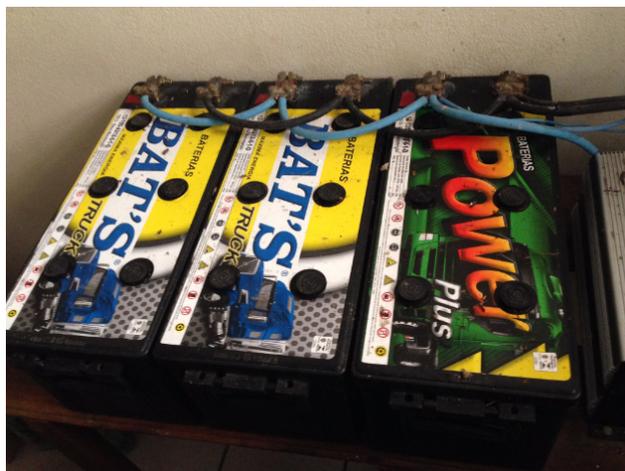


Figura 8 - Banco de baterias

Fonte: Autoria Própria

No sistema da Escola São Jorge, localizada na comunidade foram indentificadas falhas no armazenamento e instalação incorreta dos componentes, conforme a (Figura 9) . As baterias não devem ser montadas diretamente sobre o solo ou em locais umidos para não elevar a taxa de autodescarga e comprometendo sua eficiência;

A (Figura 9) mostra também que os componentes de condicionamento de potência estão instalados no mesmo compartimento que as baterias, o que não pode ocorrer, pois estas podem produzir um ambiente corrosivo (líquidos e gases). Além disso, dispositivos elétricos e eletrônicos podem produzir centelhas que podem causar explosões em contato com gases desprendidos pelas baterias.

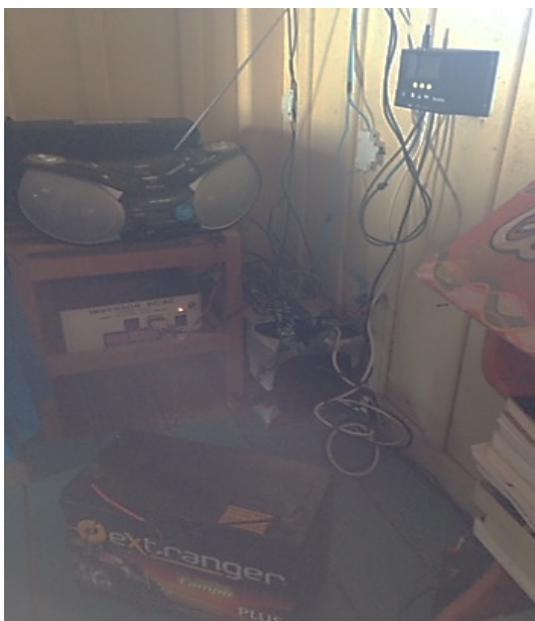


Figura 9 - Agrupamento dos componentes do sistema da Escola São Jorge

Fonte: Autoria Própria

O compartimento de baterias não está lacrados, não evitando o contato casual por pessoas não autorizadas, também não estão utilizadas telas ou gadres para evitar a entrada de insetos. O sistema não possui aterramento elétrico nas instalações, dos equipamentos e das estruturas metálicas.

O indevido do sistema, através do uso excessivo de energia, cargas acima das previstas no dimensionamento do sistema, cargas ligadas por tempo superior ao previsto no dimensionamento.

O sistema foi instalado pela Operadora Oi, em 2014, para garantir o acesso ao sistema de comunicação de orelhões na comunidade. Atualmente o sistema encontra-se abandonado, sem manutenção. O sistema possui 12 módulos de 135 Wp e 2 controladores de carga, os demais componentes do sistema (bateria e inversor) foram furtados. O sistema foi instalado mas nunca funcionou. As principais falhas diagnosticadas desse sistema foram falhas humanas: furto de componentes de armazenamento e controle e condicionamento de potência essenciais ao funcionamento do sistema e ausência de manutenção.

A comunidade foi contemplada com um sistema da Operadora Oi, em 2014. O sistema não funciona pois os itens do conjunto fotovoltaico foram furtados, ficando apenas os módulos fotovoltaicos que encontram-se guardados na cozinha da

comunidade Escola São Benedito.

Para os sistemas fotovoltaicos isolados recomenda-se que as cargas tenham a mesma quantidade, potência e tipo das que foram especificadas originalmente. Um problema comum a todos os sistemas visitados, foi o mau uso do sistema provocados por acréscimo indevidos de cargas, cargas ligadas durante mais horas por dia que o originalmente previsto, ou ainda ligadas incorretamente. É sempre importante informar aos usuários os benefícios do consumo eficiente e racional da energia elétrica, especialmente nos sistemas individuais com disponibilidade mais restrita de energia e potência.

A falta de atenção especial ao banco de baterias é notória, o componente de menor vida útil e de maiores necessidades de manutenção do sistema, as baterias geralmente são o principal causas de problemas ocorridos em SFI's.

Outro problema presente em todos os sistemas é a falta de manutenção, todo sistema fotovoltaico deve passar por inspeção e manutenção regularmente, de forma a garantir uma operação eficiente e impedirá ocorrência de problemas futuros. Para isso recomenda-se elaborar e seguir um plano de operação e manutenção, baseando-se nas recomendações feitas pelos fabricantes dos equipamentos utilizados no sistema e nas normas pertinentes à segurança e a utilização dos equipamentos envolvidos na instalação fotovoltaica.

## CONCLUSÃO

Foi possível concluir com a realização deste trabalho que :

- Todos os sistemas instalados nas comunidades visitadas apresentam falhas;
- Precisa-se elaborar um plano de operação e manutenção para os sistemas das comunidades.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto Saúde e Alegria pelo apoio na hospedagem na Comunidade Anã.

Os autores agradecem a Prefeitura Municipal de Santarém pelo apoio no transporte as comunidades de várzea.

## REFERÊNCIAS

BESSO, R. **Sistema solar fotovoltaico conectado à rede – Estudo de caso no centro de tecnologia da UFRJ**. Rio de Janeiro, 2017.

Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL) - **“Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos”**, 2014.

**IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, acessado em 29/04/19.

PINHO, João Tavares, et al, **Sistemas híbridos - soluções energéticas para a Amazônia Híbrido.** Programa Luz Para Todos, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2008

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Fernando Manuel Araújo Moreira** - Professor Titular (Full Professor of Physics) do Departamento de Física da UFSCar. Colaborador do Núcleo de Estudos Estratégicos do Comando Militar do Sudeste (CMSE). Pesquisador colaborador do Instituto Meira Mattos (Ciências Militares, na área de Gestão de Defesa) da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME). Sócio efetivo da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ABEDef). Docente e Pesquisador no PPG-Biotecnologia da UFSCar. Engenheiro de Materiais (UFSCar, 1988); Mestre (UFSCar, 1990) e Doutor em Física (UFSCar, 1995); Pós-Doutorado em Física (na posição de Visiting Professor) e Research Scientist (NSF/National Science Foundation e USAF-OSR/United State Air Force-Office for Scientific Research) no Center for Superconductivity Research, University of Maryland/USA (1995-1998).

**Carlos Célio Sousa da Cruz** - Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará (2003), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará (2007) e doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará (2015). Atualmente é professor adjunto II da Universidade Federal do Oeste do Pará. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Transferência de Calor e Massa e Mecânica dos Fluidos. Atua também na área de geração de energia com biomassa.

**Ubiraelson de Lima Ruela** - Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Pará (2006). Possui especialização em Matemática elementar pela Universidade Federal do Pará (2006). Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Oeste do Pará (2013). Atualmente é professor Assistente da Universidade Federal do Oeste do Pará.

**Paula Renatha Nunes da Silva** - Professora Assistente na Universidade Federal do Oeste do Pará na disciplina de Sinais e Sistemas. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2003) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2007). De Novembro de 2013 a Março de 2014 ocupou o cargo de Diretora do Instituto de Engenharia e Geociências da UFOPA. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Instalações Elétricas Prediais e Industriais, Automação, Controle e Supervisão de Processos, atuando principalmente nos seguintes temas: Diagnóstico de Falhas, Automação de Sistemas e Processos, Eficiência Energética e Qualidade de Energia.

**José Roberto Branco Ramos Filho** - Possui graduação em Engenharia, áreas Elétrica e Mecânica, habilitação em Controle e Automação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2007) e graduação em Administração pela Universidade do Estado de Santa Catarina (2004). É Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2009). É Doutor em Ciências na linha de pesquisa Gestão

do Conhecimento e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Oeste do Pará e em Engenharia Electrotécnica e Computadores pela Universidade Nova de Lisboa (co-tutela).

**Vicente Moreira Rodrigues** - Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1995) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2013), atuando principalmente nos seguintes temas: resfriamento, aletas, ventilação, fotovoltaico e pv-t. Possui experiência de 12 anos em chão de fábrica atuando como engenheiro industrial nas áreas de manutenção, elaboração de projetos e execução de obras de utilidades industriais.

**Nelson de Souza Amorim** - Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará (2006), Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará (2009) e Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais (2016). Atualmente é Professor Assistente da Universidade Federal do Oeste do Pará. Desenvolve trabalhos na área de modelagem e simulação de processos, usando métodos híbridos numéricos-analíticos, métodos de computação simbólica e utilização de simuladores de processos químicos.

**Thiago Augusto de Sousa Moreira** - Professor Assistente na Universidade Federal do Oeste do Pará - Campus Santarém, mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) - Rede Temática Engenharia de Materiais (REDEMAT), graduado em Engenharia de Materiais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Belém. Desenvolve pesquisas em Processamento de materiais de fontes renováveis, reaproveitamento de resíduos para desenvolvimento de novos materiais.

**Gilson Fernandes Braga Junior** - Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação pela Faculdade Estácio de Belém (Antigo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia) (2010) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2013) na área de concentração Sistemas de Energia Elétrica e linha de pesquisa Controle e Automação. Atualmente é professor da Universidade Federal do Oeste do Pará, coordenador do curso de Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação e coordenador do laboratório de Sinais e Sistemas.

**Estefany Couto Milléo** - Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade da Amazônia (2009). Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Patrimônio Histórico. Atualmente concursada na Universidade Federal do Oeste do Pará como Professora de Magistério Superior na disciplina de desenho técnico.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acompanhamento do consumo 28, 30  
Aprendizado de máquina 19, 20, 21, 22, 37, 38, 83  
Aprendizagem profunda 37

### C

Campo eletromagnético clássico 70, 72, 79, 81  
Ciclo de rankine 1, 4  
Ciência de dados 19, 20  
Comunidades rurais 109, 110  
Constante dielétrica 11, 12, 13, 14, 15, 17  
Coordenadas do cone de luz 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81  
Cronogramas 59, 60, 61, 62, 67

### E

Ees 1, 2, 4, 5, 9  
Eficiência 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 46, 50, 56, 84, 111, 115, 119  
Eficiência energética 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 119  
Energia 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 44, 49, 50, 75, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120  
Energia elétrica 2, 3, 28, 29, 36, 37, 41, 44, 109, 110, 111, 117, 120  
Energia solar 109, 110, 111, 117  
Engenharia 7, 10, 11, 18, 36, 37, 44, 46, 58, 59, 62, 69, 103, 107, 108, 117, 119, 120  
Ensino-aprendizado 98  
Equação de klein-gordon-fock 70  
Experimento 98, 100, 102, 104, 107

### F

Falhas 61, 109, 115, 116, 117, 119  
Fator de perda 11, 12, 13, 15, 16, 17  
Filmes finos 46, 50, 51  
Fotocatálise heterogênea 46, 47, 48

### G

Gerenciamento 28, 29, 33, 59, 60, 61, 62, 63, 68, 69

### I

Interdisciplinaridade 98, 102, 103, 106  
Internet das coisas 26, 28, 30, 36, 44

## **K**

K-nearest neighbors 19, 20, 21

## **M**

Macaúba 11, 12, 13, 17, 18

Marketing bancário 19

Ms project 63

## **P**

Potência elétrica 37

Processos oxidativos avançados 46, 47, 48, 57, 58

Projetos 30, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 100, 103, 106, 120

Propriedades dielétricas 11, 12, 18

## **R**

Realimentador 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9

Reconhecimento automático de modulações 83

Redes neurais 19, 21, 25, 38, 83, 84, 85, 87

Regressão 20, 37, 38, 43, 44, 89

Resnet 89, 90, 91

## **S**

Substrato cerâmico 46

## **T**

Tecnologia 1, 29, 36, 56, 57, 69, 70, 84, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 117, 120

Tempo de treinamento 83, 85, 92, 94

Tratamento de águas residuais 46, 57

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**