

# Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e  
seu Desenvolvimento

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Rennan Otavio Kanashiro  
(Organizadores)



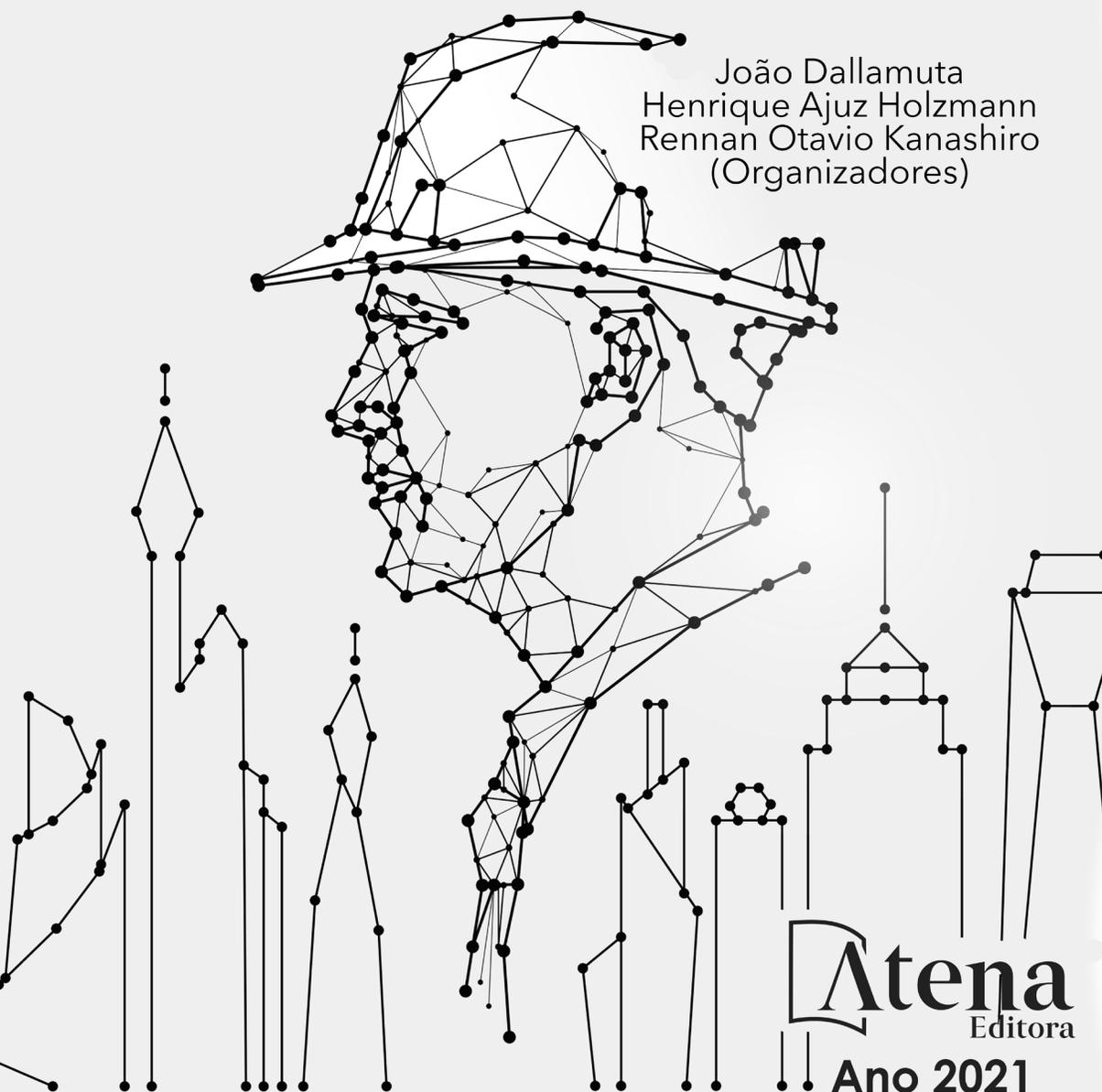
**Atena**  
Editora

Ano 2021

# Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e  
seu Desenvolvimento

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Rennan Otavio Kanashiro  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora

Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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 Internazionale 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  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª 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  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª 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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
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  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
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 Miraniide 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. 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  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
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/UFGA  
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Livia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
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  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
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

## Engenharias: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Rennan Otavio Kanashiro

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-071-8  
DOI 10.22533/at.ed.718211205

1. Engenharia. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

Neste livro optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A realidade é que não se consegue mais compartimentar áreas do conhecimento dentro de fronteiras rígidas, com a mesma facilidade do passado recente. Se isto é um desafio para trabalhos de natureza mais burocrática como métricas de produtividade e indexação de pesquisa, para os profissionais modernos está mescla é bem-vinda, porque os desafios da multidisciplinariedade estão presentes na indústria e começam a ecoar no ambiente mais ortodoxo da academia.

Aos pesquisadores, editores e aos leitores para quem, em última análise todo o trabalho é realizado, agradecemos imensamente pela oportunidade de organizar tal obra.

Boa leitura!

João Dallamuta

Henrique Ajuz Holzmann

Rennan Otavio Kanashiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANALYSIS OF ELEVATOR HINGE MOMENT IN AN UNMANNED AERIAL VEHICLE DESIGNED FOR SAE AERODESIGN COMPETITION USING CFD SIMULATION**

Bruno Santos Junqueira  
Daniel Coelho de Oliveira  
Turan Dias Oliveira  
Vinícius Carneiro Rios Machado

**DOI 10.22533/at.ed.7182112051**

### **CAPÍTULO 2..... 10**

#### **ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE UM AEROMODELO ATRAVÉS DO SOFTWARE XFLR5**

Marcos Paulo Azevedo  
Igor Felice Souza Mosena  
Renato de Sousa Maximiano  
Erika Peterson Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.7182112052**

### **CAPÍTULO 3..... 18**

#### **IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATRIBUTOS PARA O PROJETO DE UMA REDE CICLOVIÁRIA**

Taiany Richard Pitilin  
Luciana Mação Bernal  
Otavio Henrique da Silva  
Suely da Penha Sanches

**DOI 10.22533/at.ed.7182112053**

### **CAPÍTULO 4..... 32**

#### **ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA UTILIZANDO AS FERRAMENTAS DE ECOEFICIÊNCIA**

Filipe Batista Ribeiro  
Bruno Guida Gouveia  
Filipe Almeida Corrêa do Nascimento  
Marcelino Aurélio Vieira da Silva  
Antônio Carlos Rodrigues Guimarães  
Priscila Celebrini de Oliveira Campos

**DOI 10.22533/at.ed.7182112054**

### **CAPÍTULO 5..... 49**

#### **DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PASSAGEM EM JORNADA de SERVIÇO DE MAQUINISTAS**

Marina Donato  
Caio Almeida Arêas Reis  
Paulo Roberto Borges  
Mayara Souza Gomes  
Débora Dávila Cruz Santos

Ana Flávia Moraes de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.7182112055**

**CAPÍTULO 6..... 63**

**PROJETO DE UM SISTEMA AUTÔNOMO PURO CC DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Eliamare Alves da Silva

Danilo Medeiros de Almeida Cardins

Lizandra Vitória Gonçalves dos Santos

Kelvonn Henrique Matos de Oliveira Xavier

Jalberth Fernandes de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.7182112056**

**CAPÍTULO 7..... 75**

**APLICABILIDADE DE GEOSSINTÉTICOS EM OBRAS DE ENGENHARIA**

Marcus Gabriel Souza Delfino

Juliângelo Kayo Sangi de Oliveira

Gabriela Callegario Santolin

**DOI 10.22533/at.ed.7182112057**

**CAPÍTULO 8..... 87**

**ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO PLÁSTICO COM O USO DO RESÍDUO DE GESSO ACARTONADO DA INDÚSTRIA DE DRYWALL PARA APLICAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO**

Lourena Ferreira Uchôa

Lilian Medeiros Gondim

**DOI 10.22533/at.ed.7182112058**

**CAPÍTULO 9..... 102**

**POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ALTERNATIVAS E SUSTENTABILIDADE**

Aline Viancelli

Antônio Cristiano Lara Sampaio

Christian Antônio dos Santos

Daniel Celestino Fornari Bocchese

Denilson Lorenzatto

Helton Araujo Couto Carneiro

Luiz Fernando Broetto

Patrícia Aparecida Zini

Paula Roberta Silveira Málaga

Robison Ranieri Martins

Thiago Demczuk

William Michelin

**DOI 10.22533/at.ed.7182112059**

**CAPÍTULO 10..... 109**

**THE PILOTIS AS SOCIOSPATIAL INTEGRATOR: THE URBAN CAMPUS OF THE CATHOLIC UNIVERSITY OF PERNAMBUCO**

Andreyra Raphaella Sena Cordeiro de Lima

Maria de Lourdes da Cunha Nóbrega

Robson Canuto da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.71821120510**

**CAPÍTULO 11..... 124**

**DESAFIOS DO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO PARA PROMOÇÃO DO DIREITO AO SANEAMENTO BÁSICO SOB A ÓTICA DA POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL**

Amanda dos Santos Carteado Silva

Luiz Roberto Santos Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.71821120511**

**CAPÍTULO 12..... 132**

**DEGRADAÇÃO DE FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO EM BRASÍLIA: ESTUDO DE CASO**

Lukas Augusto Moreira

Nathaly Sarasty Narváez

Vanessa Nupán Narváez

**DOI 10.22533/at.ed.71821120512**

**CAPÍTULO 13..... 151**

**EFEITO DE VARIÁVEIS-CHAVE DA MISTURA SOLO-CIMENTO NA DOSAGEM FÍSICO-QUÍMICA E COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA BASE DE PAVIMENTOS**

José Wilson dos Santos Ferreira

Diego Manchini Milani

Michéle Dal Toé Casagrande

Raquel Souza Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.71821120513**

**CAPÍTULO 14..... 165**

**SERENS: DISCUTINDO O PRESENTE PARA TRAÇAR O FUTURO**

Rosângela de Araújo Santos

Teresinha de Quadros Guilherme dos Santos

Jarbas Cordeiro Sampaio

Ernando Ferreira

Elisa Cristina de Barros Casaes

Aline Rita Pereira Hohenfeld

Eleilson Santos Silva

**DOI 10.22533/at.ed.71821120514**

**CAPÍTULO 15..... 175**

**DIRT AND ABSORPTION TESTS IN PROTECTIVES FILMES APPLIED TO PHOTOVOLTAIC PANELS: A SYSTEMATIC REVIEW**

Luciano Teixeira dos Santos

Alex Álisson Bandeira Santos

Joyce Batista Azevedo

Paulo Roberto Freitas Neves

**DOI 10.22533/at.ed.71821120515**

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>183</b>
<b>DISPOSITIVOS PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CRISTAIS DE GELO EM SOLUÇÃO DE GELO LÍQUIDO</b>	
Ricardo Santos Nascimento	
Rennan Yie Yassu Nishimori	
Vivaldo Silveira Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71821120516</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>196</b>
<b>VISÃO GERAL DOS INIBIDORES BIFUNCIONAIS A BASE DE TERRAS RARAS E SUAS APLICAÇÕES</b>	
Célia Aparecida Lino dos Santos	
Fabiana Yamasaki Vieira Martins	
Rafael Augusto Camargo	
Zehbour Panossian	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71821120517</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>211</b>
<b>VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE <i>Parkia platycephala</i> Benth</b>	
Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva	
Séfora Gil Gomes de Farias	
Lucas Ferraz dos Santos	
Romário Bezerra e Silva	
Moema Barbosa de Sousa	
Graziele Nunes Lopes dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71821120518</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>224</b>
<b>LAPSUS TRÓPICUS E A DIALÉTICA DO ANTROPOCENO</b>	
Karen Aune	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71821120519</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>240</b>
<b>TESTES DE CISALHAMENTO SIMPLES PARA ANÁLISE DA INTERFACE ADESIVA CONCRETO/ PRF ATRAVÉS DE ESTUDOS NUMÉRICOS</b>	
Maicon de Freitas Arcine	
Nara Villanova Menon	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71821120520</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>259</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>260</b>

## PROJETO DE UM SISTEMA AUTÔNOMO PURO CC DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

*Data de aceite: 03/05/2021*

### **Eliamare Alves da Silva**

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande, Paraíba

### **Danilo Medeiros de Almeida Cardins**

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande, Paraíba

### **Lizandra Vitória Gonçalves dos Santos**

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande, Paraíba

### **Kelvonn Henrique Matos de Oliveira Xavier**

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande, Paraíba

### **Jalberth Fernandes de Araújo**

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande, Paraíba

**RESUMO:** Neste trabalho apresentam-se as etapas do desenvolvimento de um produto que objetiva ser uma solução para a falta de iluminação interna em residências que não possuem energia elétrica ou que possuem, porém de forma inadequada. O produto consiste no desenvolvimento de um sistema de iluminação de baixo custo, como uma alternativa mais ecológica e financeiramente viável para substituição dos candeeiros, velas, ligações elétricas clandestinas, entre outros meios não seguros de se iluminar o interior das casas. Sendo uma alternativa para evitar a exposição diária à fumaça tóxica proveniente dos candeeiros, aos acidentes

com velas e outros dispositivos que utilizam fogo com o objetivo de iluminação, e à própria utilização de ligações elétricas clandestinas que também podem provocar incêndios e choques elétricos. Para o desenvolvimento do sistema, foi utilizada uma tecnologia econômica utilizando energias renováveis. O sistema permite que os usuários executem suas atividades cotidianas que necessitam de luz de forma mais segura e saudável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Solar Fotovoltaica. Sistemas Autônomos Puros CC. LED.

### DESING OF AN AUTONOMOUS PURE CC SYSTEM USING SOLAR PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY

**ABSTRACT:** This report presents the steps for the development of a device that presents itself as a solution to the lack of internal lighting in homes that do not have electricity or which have, however, inadequately. The product consists of the development of a low cost lighting system, being a more ecological and financially viable alternative in the replacement of petroleum lamps, candles, clandestine electrical connections, among other unsafe means of interior lighting. Therefore, the present alternative was developed to avoid direct human contact with the toxic smoke from the petroleum lamps, the accidents with candles and other devices that use fire for the purpose of lighting, and the very use of clandestine electrical connections that can cause fires and shocks. Furthermore, the device is a cheap technology consisting of plastic bottles, batteries, solar panels and LED lamps. The system allows users to perform their day-to-day

activities, which mostly require light, in a safe and healthy way.

**KEYWORDS:** Photovoltaic Solar Energy. Pure Autonomous CC Systems. LED

## 1 | INTRODUÇÃO

O acesso à energia elétrica está intimamente ligado ao desenvolvimento e bem-estar da população, pois por meio dela é possível determinar um novo ritmo de vida para a sociedade, permitindo a realização de atividades durante a noite, além de trazer diversos avanços sociais. No Brasil, no entanto, ainda existe um número considerável de pessoas que vivem sem o devido acesso à energia elétrica, um déficit de 555 mil domicílios, segundo o Relatório Luz da Agenda 2030 (2018). O que expõe que apesar dos avanços vistos no país nesse sentido, ainda existe uma acentuada exclusão energética.

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (2018), a utilização de lâmpadas a querosene para iluminar os ambientes por pessoas sem acesso adequado a energia ainda é comum, expondo as residências a níveis muito altos de partículas finas criando riscos para a saúde e bem-estar dos membros da residência, pois pequenas partículas e outros poluentes da fumaça inflamam as vias aéreas e os pulmões, impedem a resposta imunológica e reduzem a capacidade de oxigenação do sangue.

Outro problema grave, é o grande número de casas com instalações clandestinas, caso muito presente em comunidades urbanas. Em 2005 as perdas de energia elétrica no Brasil, reconhecidas pelas 64 concessionárias de energia elétrica, foram da ordem de 15% do total de energia que circulou no país, sendo 32% desse percentual correspondente a perdas geradas por fraude (FOIATTO, 2009).

Diante dos sérios problemas observados pela necessidade simples de ter iluminação dentro de casa e visando contribuir ao alcance dos objetivos propostos pela Agenda 2030 e os princípios da Carta das Nações Unidas, se baseando nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, visando contribuir com o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia elétrica para todos, esse trabalho foi desenvolvido.

Logo, o produto final deste trabalho é um sistema de iluminação utilizando energia solar fotovoltaica que consiga ser de baixo custo e de baixa complexidade, porém apresente um funcionamento adequado e seguro.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A energia elétrica obtida por fonte solar é resultado da conversão direta da luz solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico: os sistemas fotovoltaicos captam diretamente a radiação solar, produzindo corrente elétrica. Na Figura 1 é apresentado um diagrama de blocos do sistema proposto pelo autor, composto por quatro componentes básicos: painel solar fotovoltaico, controlador de carga e, por fim, o banco de baterias. Compondo

um sistema isolado puro de tensão contínua segundo a classificação determinada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT na NBR 11704:2018 como representado na Quadro 1.

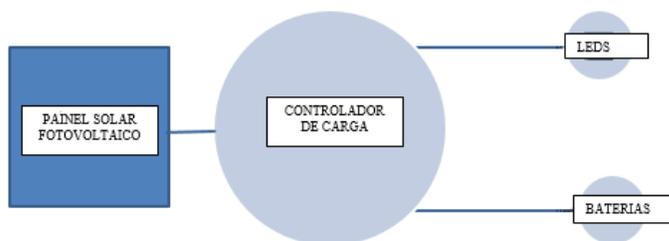


Figura 1 – Representação de Sistema Isolado Puro CC.

Fonte: Autor, 2018.

Tipos de Sistemas		Alimentação dos Consumidores	Acumulação de Energia Elétrica	Componentes Básicos	Aplicações Típicas
Sistemas Isolados	Puros	Tensão Contínua	Não	Seguidor de Potência Máxima (Desejável)	Bombeamento, Produção de Hidrogênio, etc.
			Sim	Controlador de Carga e Acumulador	Iluminação, Telecomunicações, sinalização náutica, cerca elétrica, proteção catódica, etc.

Quadro 1 – Classificação dos Sistemas Fotovoltaicos.

Fonte: NBR 11704, 2018.

A determinação da quantidade de LED que deve ser empregada é de grande importância no dimensionamento do sistema de iluminação proposto. O dimensionamento tanto dos painéis solares fotovoltaicos, quanto do banco de baterias, depende deste fator. Como base para o projeto foi escolhida uma residência localizada no bairro do Mutirão, em Campina Grande-PB. A escolha da casa foi motivada pela indicação do Projeto Litro de Luz. No Quadro 2 estão as dimensões aproximadas de cada cômodo da residência.

<b>Cômodos</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Sala	10
Cozinha	10
Quarto 1	10
Quarto 2	10
Banheiro	5
<b>Total</b>	<b>45</b>

Quadro 2 – Dimensões dos Cômodos da Residência Proposta.

Fonte: Autor, 2018.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A forma mais comum de se especificar uma carga para o projeto de um Sistema Fotovoltaico é através do seu consumo diário de energia elétrica. A primeira tarefa consiste em identificar a quantidade, a potência e o tempo de funcionamento do conjunto de equipamentos que é necessário para alimentar a residência. Como o trabalho se destina a solucionar o problema de falta de iluminação, foram utilizadas para tal, lâmpadas do tipo LED. E para a determinação da quantidade de LED necessários para iluminar a residência de forma satisfatória, foi utilizado como base a norma NBR 5413, responsável por determinar os níveis de iluminância ideal para interiores. No Quadro 3 estão destacados os níveis ideais indicados pela norma para os cômodos da residência proposta.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância (Lux)</b>
Sala de Estar	100-150-200
Cozinha	100-150-200
Quarto 1	100-150-200
Quarto 2	100-150-200
Banheiro	100-150-200

Quadro 3 - Iluminância Ideal Dos Cômodos.

Fonte: NBR 5413, 2018.

De posse dos valores necessários de iluminância, pode-se fazer uma relação com a área a ser iluminada, especificada no Quadro 2. Utilizando o cálculo simplificado para determinação da iluminância dos ambientes, pode-se encontrar a quantidade de LED que devem ser utilizados para cada cômodo utilizando a Equação (1).

$$Lux = \frac{\text{Fluxo Luminoso (lm)}}{\text{Área (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Sabendo dos valores de iluminância em lux que se deseja atingir, a área dos

ambientes e os lúmens fornecidos por cada luminária, foi possível construir o Quadro 4.

Cômodos	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminância (Lux)	Lúmens	Lúmens por Luminária	Quantidade de Luminárias
Sala	10	100	1000	100	10
Cozinha	10	100	1000	100	10
Quarto 1	10	100	1000	100	10
Quarto 2	10	100	1000	100	10
Banheiro	5	100	500	100	5
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>500</b>	<b>4500</b>	<b>450</b>	<b>45</b>

Quadro 4 - Iluminância Ideal Dos Cômodos.

Fonte: Autor, 2018.

Pela quantidade de LED a ser empregada utilizando esse método, inviabilizaria o trabalho. Devido a isso, foi estipulado um valor de uma luminária a cada 5 m<sup>2</sup>, que apesar de não ser o ideal, consegue possibilitar uma iluminância razoável de 20 a 30 lux, que do ponto de vista de utilização, para o fim que se destina o trabalho, é suficiente. Sendo assim, no Quadro 5 está mostrada a quantidade de luminárias que de fato serão empregadas no projeto.

Cômodos	Área (m <sup>2</sup> )	Área por Luminária	Quantidade de Luminárias
Sala	10	5	2
Cozinha	10	5	2
Quarto 1	10	5	2
Quarto 2	10	5	2
Banheiro	5	5	1
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

Quadro 5 – Quantidade de Luminárias por Área,

Fonte: Autor, 2018.

Para o tempo de funcionamento das luminárias foi determinada uma estimativa média de tempo de funcionamento, tendo em vista que dificilmente as luminárias estarão ligadas simultaneamente e por longos períodos de tempo. Logo, considerou-se 6h/dia como um tempo de utilização coerente para cada luminária.

Com a quantidade de luminárias determinada e o tempo diário de utilização, pode-se determinar a carga diária que o sistema demanda, o qual será chamado a partir de agora de Ps. Como pode-se ver na Equação (2).

$$P_s = Qtd * t * P_{LED} \quad (2)$$

- $P_s$  - Potência Demandada pelo sistema (Wh)
- $Qtd$  - Quantidade de LED
- $t$  - Tempo de utilização (h)
- $P_{LED}$  - Potência do LED (W)

No Quadro 6, determinou-se o valor de .

Quantidade de Luminárias	Tempo (h)	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	Demanda diária do Sistema (Wh)
9	6	1,00	12,00	0,08	54

Quadro 6- Carga Demandada Pelo Sistema

Fonte: Autor, 2018.

Para o projeto, foram utilizados módulos LED com potência de 1,0 W, 100 lm/mod e temperatura de 6000 K.

### 3.1 Dimensionamento do Painel Fotovoltaico

Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico é necessário obter a irradiação solar na localidade onde será instalado o sistema. Neste trabalho foi considerada a irradiação solar da cidade de Campina Grande– PB. Utilizando o Método no Mínimo Mês, pode-se garantir que o sistema irá funcionar de forma adequada durante todos os meses do ano, pois todos os outros meses possuem maior valor de irradiação solar que o mês que se obteve o menor valor de irradiação.

Por meio do SunData v 3.0, ferramenta online que se destina ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional, oferecida pelo Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito - CRESESB, como um apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, pôde-se obter os valores do Quadro 7 que representam a irradiação em um plano horizontal. Pode-se perceber que o menor valor médio de irradiação acontece no mês de junho como mostrado na Figura 2, e possui valor igual a 4,06 kWh/m<sup>2</sup>. Considerando o recurso solar, é necessário realizar uma relação com o valor constante de 1 kW/m<sup>2</sup>, pois assim, pode-se obter em horas o valor médio do mínimo mês que se obteve valor constante e igual a 1 kW/m<sup>2</sup>, que a partir de agora será chamado de  $I_s$ , que representam as horas de sol pleno que ocorrem durante um dia.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
5,55	5,67	5,77	5,23	4,63	<b>4,06</b>	4,16	4,9	5,49	5,75	5,99	5,76

Quadro 7 - Irradiação Solar na Cidade de Campina Grande- PB.

Fonte: SUNDATA V 3.0, 2018.

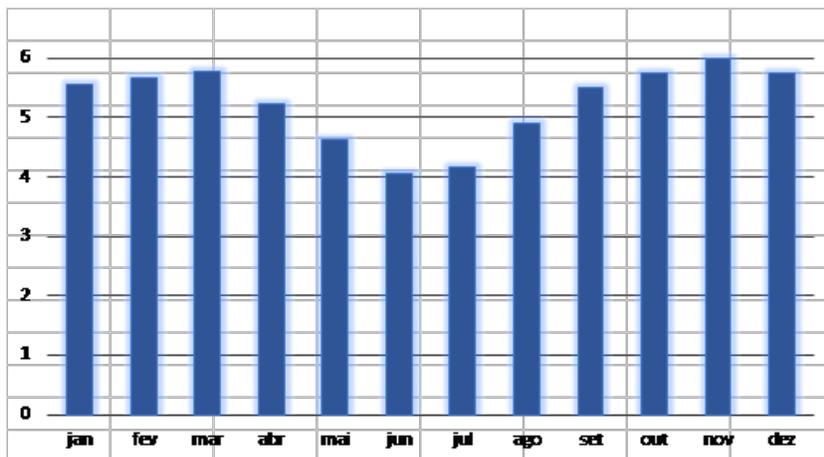


Figura 2 – Representação de Sistema Isolado Puro CC.

Fonte: SUNDATA V 3.0, 2018.

Com a determinação dos valores de irradiação para a localidade desejada, pode-se determinar a potência gerada pelo gerador fotovoltaico. Bem como, determinar a quantidade de placas necessárias para suprir a demanda de energia diária da residência. O painel fotovoltaico que será empregado no projeto tem suas características apresentadas no Quadro 8. A partir das especificações mostradas, pode-se calcular a capacidade de geração do painel, determinada pela Equação (3):

$$P_G = P_{Max} * I_S * F_C \quad (3)$$

- $P_G$  – Potência máxima de geração do gerador
- $P_{Max}$  – Potência Máxima do Painel
- $I_S$  – Irradiação Solar do Mínimo Mês
- $F_C$  – Fator de correção de eficiência do sistema

<b>Potência Máxima</b>	20 W
<b>Tensão Máxima</b>	17,56 Vcc
<b>Corrente Máxima</b>	1,14 A
<b>Vida Útil Aproximada</b>	25 Anos
<b>Dimensões LxCxE (mm)</b>	350 x 500 x 28

Quadro 8- Especificações do Painel Solar

Fonte: DataSheet Komaes, 2018.

O Fator de Correção será determinado de acordo como as perdas inerentes aos fios, ao controlador e outras perdas do sistema como um todo. Que para este trabalho será considerando uma perda de 10%, ou seja, configurando um  $F_c$  de 90%. Com a determinação da Potência do gerador, pode-se verificar a quantidade de painéis que o sistema necessita para suprir a demanda diária de energia. Por meio da equação a baixo pode-se determinar esse número. Pois, relaciona a demanda de energia diária, com a potência que o gerador fotovoltaico fornece, dado pela Equação (4).

$$N = \frac{P_s}{P_G} \quad (4)$$

- $P_s$  – Potência Demandada pelo sistema (Wh)
- $P_G$  – Potência máxima de geração do gerador (Wh)

No Quadro 9 podemos ver a quantidade de painéis necessários para o sistema de acordo com as Equações (3) e (4).

<b>Fator de Correção (Fc)</b>	<b>Irradiação Solar (Is)</b>	<b>Potência do Gerador (Pg)</b>	<b>Demanda Diária do Sistema (Ps)</b>	<b>Quantidade de Painéis (N)</b>
0,90	4,09	73,62	54,00	<b>1</b>

Quadro 4 - Quantidade de Paineis.

Fonte: Autor, 2018.

Como o valor encontrado é menor que um, será utilizado apenas um painel. Ele será suficiente para suprir o sistema.

### 3.2 Dimensionamento do Banco de Baterias

As baterias podem ser classificadas como o componente mais sensível de um sistema fotovoltaico autônomo, uma vez que se não for utilizada de forma correta, podem apresentar uma vida útil reduzida. Para determinação da quantidade de baterias necessárias para atender o sistema é necessário relacionar a demanda do sistema com a

disponibilidade de carga da bateria. Sendo assim, como a bateria utilizada no sistema têm as seguintes especificações: 9 Ah e 12 V e deseja-se ter uma profundidade de descarga de no máximo 40%, considerando a eficiência da bateria de pelo menos 36 h de garantia de suprimento do sistema utilizando apenas a bateria, pode-se determinar a capacidade de carga que o sistema necessita utilizando a Equação (5):

$$C = \frac{P_s * ND}{V * K_{bat} * K_d} \quad (5)$$

- $C$  – Capacidade da Bateria (Ah)
- $P_s$  – Potência Demandada pelo sistema (Wh)
- $ND$  – Número de dias que o sistema consegue suprir apenas com a bateria (Unidade)
- $V$  – Tensão da bateria (V)
- $K_{bat}$  – Eficiência da Bateria (%)
- $K_d$  – Profundidade de descarga (%)

Com a determinação da capacidade que o sistema demanda, foi possível determinar a quantidade de baterias necessárias para alimentar o sistema, como pode-se ver na Quadro 9.

$P_s$ (Wh)	Tensão (V)	( $K_d$ ) (%)	( $K_{bat}$ ) (%)	(n)	Capacidade Exigida (Ah)	Capacidade Unitária (Ah)	Quantidade de Baterias (Unid)
54,00	12,00	40	95	1,5	17,76	9	2

Quadro 5 - Quantidade de Baterias

Fonte: Autor, 2018.

Logo, são necessárias duas baterias ligadas em paralelo para suprir o sistema.

### 3.3 Controlador de Carga

O controlador de carga e descarga de baterias funciona como uma central elétrica do sistema solar fotovoltaico. Controla carga/flutuação e possui a função corte por mínima tensão, que desliga a saída automaticamente quando a bateria está com pouca carga (11,1 Vcc), religando-a novamente quando a bateria atinge 12,6 Vcc. Essa função evita danos que podem reduzir drasticamente a vida útil da bateria. O controlador utilizado utiliza a tecnologia Modulação por Largura de Pulso - PWM possui como referência tensão de 12 V e corrente máxima de carga de 5 A. O que atende com folga os requisitos do projeto.

## 4 | RESULTADOS

Com base no dimensionamento realizado até essa seção, foi determinado o diagrama elétrico do sistema a ser implantado. Na Figura 3, está o esquemático do sistema. Com isso, pôde-se determinar a posição dos equipamentos do sistema, como será sua instalação determinar a quantidade de material necessário para instalação. Para as luminárias do sistema, determinou-se uma altura de instalação ideal de 2,10 m de altura, o que propicia um melhor Aproveitamento da iluminância dos LED. O material necessário para execução do projeto e orçamento está determinado no Quadro 10.

O valor final do projeto ficou em torno de R\$ 450,00, comparando com o valor do salário mínimo em 2018 no Brasil (R\$ 954,00) é possível perceber que o sistema completo custa aproximadamente 47% desse valor. Considerando a baixa manutenção e duração prolongada, o sistema mostra-se bastante acessível do ponto de vista financeiro. Cumprindo com os objetivos geral e específicos propostos.

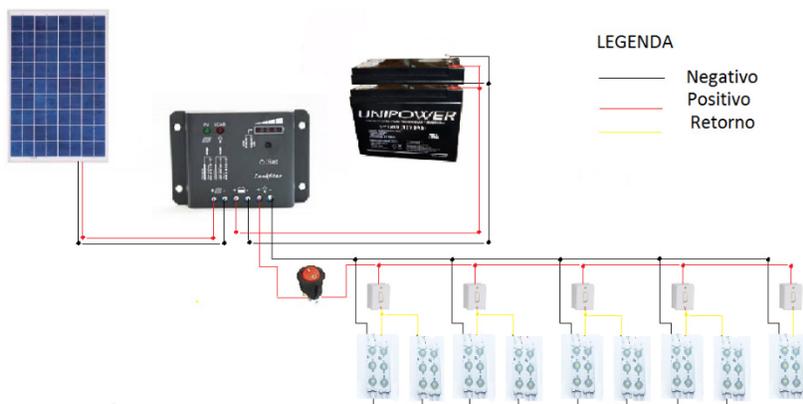


Figura 3 - Esquemático Elétrico.

Fonte: Autor, 2018.

Quantidade	Material	Preço Unitário (R\$)	Preço Final (R\$)
2	Bateria Chumbo-Ácido Unipower 9Ah – 12 V	80,50	161,00
1	Botão Liga/Desliga de 2T	1,60	1,60
20	Cabo Branco 1mm <sup>2</sup>	0,45	9,00
35	Cabo Preto 1mm <sup>2</sup>	0,45	15,75
40	Cabo Vermelho 1mm <sup>2</sup>	0,45	18,00
1	Caixa Hermética	17,50	17,50
20	Conector tipo torção para cabos	0,34	6,80

1	Controlador LS052R 12 V 5 A EPSOLAR	83,79	83,79
	Elementos de Fixação	53,95	53,95
2	Garrafa PET	-	-
5	Interruptor Externo Simples Luster	3,00	15,00
9	LED- 3 Diodos com Lente Branco 1 W Starlux	2,60	23,40
1	Painel Solar Komaes 20 W – 12 V	50,00	50,00
	<b>Total</b>		<b>448,99</b>

Quadro 6 – Orçamento.

Fonte: Autor, 2018.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um sistema de iluminação interna para uma residência utilizando energias renováveis e componentes reciclados foi desenvolvido e apresentado no decorrer deste trabalho. O sistema foi desenvolvido com base em um dimensionamento que garante um funcionamento ideal durante todo o dia, bem como, confiabilidade para sua utilização durante todos os meses do ano. Buscou-se que o sistema tivesse poucos componentes e uma fácil compreensão para o público geral, para facilitar sua instalação e aceitação

Da mesma maneira que o sistema foi desenvolvido para a residência proposta, utilizando a mesma metodologia, pode-se expandir o dimensionamento para sistemas de maior ou menor necessidade de LED, considerando esse mesmo dimensionamento e verificando a corrente máxima do controlador de carga.

A partir desse ponto, o projeto pode expandir de várias formas, agregando mais funcionalidades, como uma tomada USB ou mesmo um inversor que alimente outros equipamentos, como uma TV ou rádio. Permitindo que o sistema se expanda e consiga agregar mais funcionalidades e mais qualidade para os usuários. Como próximos passos, é relevante fazer uma análise aprofundada sobre o funcionamento do sistema com relação a suas grandezas elétricas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Organização Litro de Luz Brasil e a Universidade Federal de Campina Grande por contribuir e apoiar esse trabalho.

## REFERÊNCIAS

DALLA COSTA, M. A. et al. Autonomous street lighting system based on solar energy and LEDs. In: **2010 IEEE International Conference on Industrial Technology**. IEEE, 2010. p. 1143-1148.

DE ALMEIDA, Agnaldo Mariano; RIOS, Erika Carolina dos Santos Vieira; DE OLIVEIRA, Patricia Gonçalves. SAÚDE HUMANA E A POLUIÇÃO DO AR. **Conhecimento em Destaque**, v. 4, n. 10, 2018.

DIAS, Daniela Sofia Oliveira. Avaliação de risco para a saúde humana associado a partículas inaláveis. **Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro**, 2008.

FOIATTO, N. **Sistematização do reconhecimento de irregulares que caracterizam fraude em medidores de energia elétrica**. 2009. f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2009.

DA SOCIEDADE CIVIL, Grupo de Trabalho et al. Relatório luz da Agenda 2030 de desenvolvimento sustentável: síntese III. In: **Relatório luz da Agenda 2030 de desenvolvimento sustentável: síntese III**. 2019. p. 58-58.

GTES, CEPEL-CRESESB. Grupo de Trabalho de Energia Solar. **Edição Especial PCRPRODEEM**, 2004.

PEREIRA, E. B. et al. 2ª Edição Atlas Brasileiro de Energia Solar, **INPE**, São José dos Campos, Brazil. 2017.

LITRO DE LUZ BRASIL. Disponível em: <https://www.litrodeluz.com>. Acesso em: 21 de ago. 2018.

MACHADO, E. S. **Programa Luz para Todos: uma política pública inovadora para o meio rural de Cachoeira do Sul**. 2013. 41f. Trabalho de conclusão de curso - Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Cachoeira do Sul, 2013.

FRANCO, M. **Energia para mover a roda da justiça social**. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php/index.php?item=noticias&cod=1167704> . Acesso em: 21 de ago. de 2018.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. **Rio de Janeiro**, v. 1, p. 47-499, 2014.

SCHUCH, Luciano et al. Sistema autônomo de iluminação pública de alta eficiência baseado em energia solar e LEDs. **Eletrônica de Potência**, v. 16, n. 1, p. 17-27, 2011.

SILVA, M. **Prevenção de acidentes nas instalações elétricas**. 2016. 110f . Trabalho de Conclusão de curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

V MODELO INTERCOLEGIAL DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - OMS – Organização Mundial da Saúde. Os Impactos da Poluição do Ar na Saúde Humana, 2000.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aerodesign 1, 2, 3, 9

Aeronave 10, 11, 12, 14, 16

Análise CFD 1

Articulação 1, 168

### C

Construção sustentável 103

### D

Degradação 36, 103, 126, 132, 133, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 149, 150, 175, 243

Direito ao saneamento básico 124, 125, 126, 128, 129, 130

Dosagem físico-química 151, 152, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Drywall 87, 88, 89, 100

### E

Eficiência energética 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173

Energia solar fotovoltaica 63, 64, 174, 180

Energias renováveis 63, 73, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173

Estabilidade 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 35, 36, 78, 79, 81, 152, 186

Estabilização 78, 84, 86, 87, 88, 94, 96, 97, 100, 101, 152, 159, 160, 161, 162, 163, 199, 205

### F

Fachada 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 232

### G

Geossintéticos 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Geotecnia 17, 75, 76, 82, 84

Gesso 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 105

Gestão 35, 44, 103, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 172, 259

### H

Headcount 49, 53, 55, 57, 60, 61

## **L**

LED 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 73

Logística ferroviária 49

## **M**

Melhoramento de solos 75

Momento 1, 13, 16, 50, 171, 227

## **P**

Passagem em jornada 49, 51

Pavimento 20, 22, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 45, 46, 48, 76, 81, 84, 105, 151, 152, 163, 164

Plasticidade 78, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 99, 100, 101, 154, 242

Projeto 1, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 76, 79, 85, 126, 127, 130, 133, 136, 163, 168, 169, 209, 221, 224

## **R**

Resíduo de construção civil 151, 154

Resíduos 56, 58, 59, 60, 83, 87, 88, 89, 102, 103, 104, 105, 106, 205, 206

Resíduos plásticos 102, 103, 104, 105, 106

Resistência à compressão simples 151, 152, 157, 161, 162, 163

Revestimento cerâmico 132, 133, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 147

## **S**

Saneamento básico em São Desidério 124

SERENS 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Serviços públicos de saneamento básico 124, 125, 127, 128, 130, 131

Simulação numérica 1, 240

Sistemas autônomos puros CC 63

Solo-cimento 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Solos 35, 46, 47, 75, 76, 78, 80, 85, 87, 89, 90, 91, 93, 96, 97, 101, 151, 153, 154, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164

Sustentabilidade 30, 33, 34, 48, 102, 106, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 180

## **T**

Transporte hidroviário 32

## **V**

Volume de cargas 49

## **X**

XFLR5 10, 11, 12, 16

# Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e  
seu Desenvolvimento

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

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

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e  
seu Desenvolvimento



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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

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

 **Atena**  
Editora

Ano 2021