



# Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias 2

Henrique Ajuz Holzmann  
Micheli Kuckla  
(Organizadores)

Atena  
Editora

Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann  
Micheli Kuckla  
(Organizadores)

# Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P856 Possibilidades e enfoques para o ensino das engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Micheli Kuckla. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias; v. 2)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-273-9  
DOI 10.22533/at.ed.739192204

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Kuckla, Micheli.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

## APRESENTAÇÃO

As obras Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias Volume 1 e Volume 2 abordam os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino-aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

O Volume 1 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados a relações ensino-aprendizado, envolvendo temas atuais com ampla discussão nas áreas de Ensino de Ciência e Tecnologia, buscando apresentar os assuntos de maneira simples e de fácil compreensão.

Já o Volume 2 apresenta uma vertente mais prática, sendo organizado em 24 capítulos, nos quais são apresentadas propostas, projetos e bancadas, que visam melhorar o aprendizado dos alunos através de métodos práticos e aplicados as áreas de tecnologias e engenharias.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

Micheli Kuchla

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA PRODUTIVO NO ENSINO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	
Daniel Antonio Kapper Fabricio Lisiane Trevisan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
CULTURA DE SEGURANÇA – FATOR DETERMINANTE PARA A SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	
Lucass Melo Renata Evangelista Alexandre Bueno Débora Vasconcelos Carla Souza André Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ABORDAGEM DE SUSTENTABILIDADE NOS CURSOS BRASILEIROS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Gabriella Cavalcante de Souza Isadora Cristina Mendes Gomes Gustavo Fernandes Rosado Coêlho Ciliana Regina Colombo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO NUMA EMPRESA RECUPERADA POR TRABALHADORES: UMA EXPERIÊNCIA PARA O EXERCÍCIO DA INDISSOCIABILIDADE ENSINO-PESQUISA-EXTENSÃO	
Beatriz Mota Castro de Abreu Alice Oliveira Fernandes Tarcila Mantovan Atolini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
PROTÓTIPO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE BUSCA E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS PARA FINS DIDÁTICOS	
Walber Márcio Araújo Moraes Wesley de Almeida Souto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 58**

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DE ROBÓTICA BÁSICA APLICADA NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Márcio Mendonça  
Lucas Botoni de Souza  
Rodrigo Henrique Cunha Palácios  
Paulo Henrique Arizono Lima  
Marília Gabriela de Souza Fabri  
José Augusto Fabri

**DOI 10.22533/at.ed.7391922046**

**CAPÍTULO 7 ..... 71**

ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ENGENHARIA – SUMÔ DE ROBÔS

Alessandro Bogila  
Denis Borg  
Fernando Deluno Garcia  
Ivan Luiz de Camargo Barros Moreira  
Joel Rocha Pinto  
Thales Prini Franchi  
Thiago Prini Franchi

**DOI 10.22533/at.ed.7391922047**

**CAPÍTULO 8 ..... 84**

BR.INO: UMA FERRAMENTA PARA ENSINO DE PROGRAMAÇÃO EM ARDUINO PARA APLICAÇÕES EM ROBÓTICA USANDO LINGUAGEM NATIVA

Gabriel Rodrigues Pacheco  
Mateus Berardo de Souza Terra  
Rafael Mascarenhas Dal Moro  
Víctor Rodrigues Pacheco  
Carlos Humberto Llanos

**DOI 10.22533/at.ed.7391922048**

**CAPÍTULO 9 ..... 94**

RELATO DE EXPERIÊNCIA: USO DE TÉCNICAS GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS

Caio Sanches Bentes  
Ronaldo de Freitas Zampolo

**DOI 10.22533/at.ed.7391922049**

**CAPÍTULO 10 ..... 105**

LABORATÓRIO DE SISTEMAS HIDRELÉTRICOS APLICADO À FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE ENERGIA – GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E CONTROLE DE SISTEMAS DINÂMICOS

Kariston Dias Alves  
Rudi Henri Van Els

**DOI 10.22533/at.ed.73919220410**

**CAPÍTULO 11 ..... 117**

A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS E FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Francisco Jeandson Rodrigues da Silva  
Douglas Aurélio Carvalho Costa  
Obed Leite Vieira  
Fellipe Souto Soares  
Paulo Cesar Marques de Carvalho  
Magna Livia Neco Rabelo  
Pollyana Rodrigues de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.73919220411**

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

AValiação DO USO DA TECNOLOGIA SOFTPLC PARA APRENDIZAGEM DE TÉCNICAS DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Deliene Costa Guimarães  
Reberth Carolino de Oliveira  
Renata Umbelino Rêgo

**DOI 10.22533/at.ed.73919220412**

**CAPÍTULO 13 ..... 140**

CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE BAIXO CUSTO PARA ENSINO DE SISTEMAS DE CONTROLE

Everton Machado  
Alexsandro dos Santos Silveira  
João Artur de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.73919220413**

**CAPÍTULO 14 ..... 152**

PAINEL DIDÁTICO PARA ENSINO-APRENDIZAGEM DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA APLICADA À MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Priscila Ribeiro Amorim de Almeida  
Pablo Rodrigues Muniz

**DOI 10.22533/at.ed.73919220414**

**CAPÍTULO 15 ..... 165**

PROPOSTA DE KIT DIDÁTICO PARA ESTUDO DE INTEGRIDADE DE SINAL EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Pablo Dutra da Silva  
Giovane Rodrigues de Oliveira  
Gustavo Melsi Floriani

**DOI 10.22533/at.ed.73919220415**

**CAPÍTULO 16 ..... 177**

ANÁLISE E ATENUAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIOS E CHOQUE ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM MORÁDIAS DE BAIXA RENDA

Márcio Mendonça  
Lucas Botoni de Souza  
Rodrigo Henrique Cunha Palácios  
Giovanni Bruno Marquini Ribeiro  
Marco Antônio Ferreira Finocchio  
José Augusto Fabri

**DOI 10.22533/at.ed.73919220416**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>190</b>
SIMULADOR COMPUTACIONAL PARA ENSINO DE PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA	
Luiz Guilherme Riva Tonini Oureste Elias Batista Augusto César Rueda Medina Andrei Carlos Bastos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>203</b>
CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA CARACTERIZAÇÃO DE COMPRESSORES	
Alexsandro dos Santos Silveira João Artur de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>215</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM PÓRTICO INSTRUMENTADO DIDÁTICO	
Matheus Berghetti Albino Moura Guterres Alexsander Furtado Carneiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>226</b>
AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS DE VERIFICAÇÃO DE PERFIS DE AÇO LAMINADO SOLICITADOS À FLEXÃO NORMAL SIMPLES E AXIALMENTE CONFORME CRITÉRIOS DA ABNT NBR 8800:2008	
Lucas Tarlau Balieiro Marcelo Rodrigo de Matos Pedreiro Roberto Racanicchi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>241</b>
ENSAIO DE FLEXÃO DE UMA VIGA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE TRANSFORMAÇÕES DE TENSÕES	
Bruno Eizo Higaki Fernando Cesar Dias Ribeiro Marcello Cherem	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>251</b>
UTILIZAÇÃO DE PROJETOS DE DIMENSIONAMENTO DE ADUTORAS E CANAIS NA DISCIPLINA HIDRÁULICA DO CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL	
Kelliany Medeiros Costa José Leandro da Silva Duarte Maria Leandra Madeiro de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>259</b>
MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO ATRAVÉS DA INOVADORA METODOLOGIA SIX SIGMA: UM ESTUDO EMPÍRICO	
André Luis Martins de Souza Pedro de Freitas Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220423</b>	

<b>CAPÍTULO 24 .....</b>	<b>287</b>
UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA O ESTUDO DE DEFORMAÇÕES EM PAINÉIS DE MADEIRA DE <i>PINUS OCCARPA</i>	
Eduardo Hélio de Novais Miranda	
Rodrigo Allan Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.73919220424	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>295</b>

## A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS E FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

### **Francisco Jeandson Rodrigues da Silva**

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará - UFC, Centro Universitário 7 de Setembro, Departamento de Engenharia Elétrica  
Fortaleza – CE

### **Douglas Aurélio Carvalho Costa**

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará - UFC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus de Cedro  
Cedro – CE

### **Obed Leite Vieira**

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará - UFC, Departamento de Engenharia Elétrica  
Fortaleza – CE

### **Fellipe Souto Soares**

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará - UFC, Departamento de Engenharia Elétrica  
Fortaleza – CE

### **Paulo Cesar Marques de Carvalho**

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de Paderborn, Departamento de Engenharia Elétrica  
Fortaleza – CE

### **Magna Lívia Neco Rabelo**

Engenheira Eletricista pelo Centro Universitário Unifanor Wyden -(UNIFANOR)  
Núcleo de Engenharias  
Fortaleza – Ceará

### **Pollyana Rodrigues de Carvalho**

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)  
Fortaleza – CE

**RESUMO:** O presente artigo objetiva verificar a opinião de estudantes sobre a importância do Laboratório de Energias Alternativas (LEA) para o desenvolvimento de pesquisas e a formação acadêmica dos cursos de engenharia da Universidade Federal do Ceará. De certa forma, é considerável a lacuna existente entre a absorção do conhecimento científico por meio de aulas teóricas e experimentais. Assim, o LEA tem por objetivo diminuir essa lacuna para aquisição de conhecimentos, sendo fonte de diversas pesquisas e trabalhos acadêmicos ligados à geração de energia elétrica através de fontes de energia renováveis descentralizadas. Para avaliar a influência do LEA, foi utilizado um questionário feito na plataforma Google Forms, respondido por alunos de graduação e pós-graduação. Diante dos dados obtidos, um percentual maior que 80% confirmou uma resposta positiva à finalidade de fomento do aprendizado dos alunos pelo LEA e às necessidades dos alunos em ter um laboratório disponível para desenvolver suas pesquisas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energias alternativas.

Geração fotovoltaica. Pesquisa. Ensino.

**ABSTRACT:** The present paper aims to verify the students' opinion about the importance of the Laboratory of Alternative Energies (LEA) for the development of researches and academic formation of the engineering courses of the Federal University of Ceará. In a way, there is a considerable gap between the absorption of scientific knowledge through theoretical and experimental lectures. Thus, the purpose of the LEA is to reduce this gap in knowledge acquisition, being the source of several researches and academic works related to the generation of electric energy by renewable energies sources. For this, a questionnaire was used in the Google Forms platform, answered by undergraduate and graduate students. In view of the obtained data, a positive response to the purpose of LEA students' learning and to the students' needs to have a laboratory available to carry out their research was verified with a percentage greater than 80%

**KEYWORDS:** Alternative energies. Photovoltaic Generation. Search. Teaching.

## 1 | INTRODUÇÃO

Todo desenvolvimento tecnológico que visa o aproveitamento da energia solar, é oriundo de pesquisas acadêmicas intensas, que acabam sendo aplicadas em contextos comerciais. No Brasil, vários núcleos universitários estudam o tema a fundo, e desenvolvem projetos muito interessantes sobre a área (PORTAL ENERGIA, 2018).

O Laboratório de Energias Alternativas (LEA), da Universidade Federal do Ceará (UFC), tem foco na pesquisa em fontes alternativas de geração de energia elétrica, buscando a descentralização e diversificação da matriz energética local, regional e nacional. O LEA trabalha também na pesquisa de novos sistemas de aquisição e transmissão de dados para análise das variáveis de temperatura, irradiância, potência e energia elétrica.

O LEA é destaque nas produções de artigos científicos, dissertações e teses de doutorado na UFC, tendo em 2016 instalado a primeira planta fotovoltaica (FV) conectada à rede de distribuição da UFC, sendo este projeto aprovado pela concessionária local, Enel Distribuição Ceará (ENEL), atendendo à norma NT-Br 010/2016 R-01, que estabelece os critérios técnicos aplicáveis à conexão de micro e minigeradores difundidos ao sistema de distribuição.

A instalação fez parte de um curso de capacitação de instaladores de sistemas FV conectados à rede, o primeiro nesse setor a ser realizado sem nenhum custo para uma comunidade carente do Ceará, atendendo 33 pessoas do município de Horizonte, na região metropolitana de Fortaleza. O curso foi parte do projeto Centro de Produção Sustentável de Alimentos, do Instituto Joazeiro de Desenvolvimento Sustentável, ONG com sede em Fortaleza, com patrocínio da Petrobras e apoio do Centro de Ciências Agrárias da UFC (CARVALHO, 2016).

A motivação dada ao setor de geração FV vem crescendo no País, parte por causa aprovação da resolução normativa nº 482/2012 pela Agência Nacional de Energia

Elétrica (Aneel) sobre geração distribuída de pequeno porte que posteriormente foi alterada para a Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. A norma cria o Sistema de Compensação de Energia, que permite ao consumidor instalar pequenos geradores em sua unidade consumidora e trocar energia com a distribuidora local, reduzindo sua conta de eletricidade.

Assim, o presente estudo se torna relevante, pois, no caso do Engenheiro, é de suma importância que o profissional tenha uma das principais competências durante sua carreira: a capacidade de resolver problemas. Diante deste contexto, surgiu a necessidade de verificar a concepção dos alunos em relação à utilização do LEA como fonte de pesquisa e a percepção de sua importância na agregação das aulas teóricas com a aplicação de aulas práticas sobre energias alternativas dos cursos de pós-graduação e graduação em engenharia da UFC.

Por essa razão, esse estudo tem como principal objetivo analisar a importância do uso do LEA no desenvolvimento de pesquisa e na formação dos engenheiros da UFC através de um questionário de perguntas sobre o laboratório e realizando um levantamento dos trabalhos já desenvolvidos em seu espaço físico.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Energia solar no Brasil e no Mundo

O Brasil, conforme Ministério de Minas e Energia (MME) (2017), possuía uma capacidade FV instalada de 81 MWp, o que representa cerca de 0,05% da capacidade instalada total no país. Sendo 24 MWp correspondentes à geração centralizada e 57 MWp à geração distribuída.

A baixa utilização da geração FV no Brasil chama mais atenção quando verifica-se as condições favoráveis ao desenvolvimento da fonte no país. O Brasil, de acordo com EPE (2012), possui altos níveis de irradiação. A média anual de irradiação global apresenta uma boa uniformidade no Brasil, com médias relativamente altas em todo o território. Os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro (1500-2.500 Wh/m<sup>2</sup>) são superiores aos da maioria dos países europeus, como Alemanha (900-1250 Wh/m<sup>2</sup>), França (900-1650 Wh/m<sup>2</sup>) e Espanha (1200-1850 Wh/m<sup>2</sup>), locais onde projetos de aproveitamentos solares são amplamente disseminados.

O mercado mundial FV vem crescendo exponencialmente nos últimos anos, atingindo, em 2015, conforme IEA (2016), a capacidade total instalada de 227 GWp. A capacidade de geração FV vem crescendo significativamente desde 2003. Apenas em 2015, foram implementados no mundo cerca de 50 GW de capacidade instalada de geração, um aumento de 25% em relação a 2014. A taxa de crescimento anual composta da capacidade instalada de geração FV entre 2000 e 2015 foi de aproximadamente

41% (NASCIMENTO, 2017).

Na maioria dos países, a intensidade energética (razão da energia consumida para os bens e serviços fornecidos) tem se reduzido, apesar de não ser em nível suficiente para compensar o crescimento econômico geral e reduzir o consumo. Estima-se que em 2030, cerca de 40% da eletricidade mundial será proveniente de usinas nucleares e combustíveis renováveis, tendo níveis crescentes em relação ao consumo energético através de fontes renováveis (EXONMOBIL, 2010).

Assim, está cada vez mais comum em muitos países as políticas governamentais motivadas pelas mudanças climáticas e preocupações com a segurança energética têm desempenhado um papel importante no estímulo aos recentes investimentos em energia renovável.

## **2.2 Perspectivas das Energias Alternativas**

Assim como ocorre nos demais países, as principais vertentes de utilização da energia solar no Brasil são para o aquecimento de água e para a geração FV de energia elétrica.

As fontes de energias renováveis, como a solar FV, têm servido de base energética para diversas formas de geração elétrica; destacam-se os benefícios ambientais e de saúde pública; benefícios de segurança energética e no desenvolvimento e benefícios econômicos, os quais as mesmas proporcionam (LOPES, 2011).

A maioria das tecnologias de energia renovável esbarra no alto custo de implantação/manutenção, ou ainda a densidade disponível do recurso solar e eólico, o que inviabiliza sua instalação. Sem sinalização de mudanças de custos, muitas opções de energias alternativas continuam a ser mais caras do que as alternativas convencionais, embora algumas tecnologias, como geração FV, estejam rapidamente se aproximando da competitividade comercial em algumas configurações.

Conseguir novas reduções no custo da geração FV provavelmente exigirá aperfeiçoamentos tecnológicos adicionais e pode eventualmente envolver novas tecnologias inovadoras, sendo que as oportunidades para reduções de custo no curto prazo incluem o aperfeiçoamento do sistema utilizado, o que envolve possíveis substituições dos sistemas utilizados (LOPES, 2011).

## **2.3 O papel das atividades práticas na construção do conhecimento**

As atividades experimentais, em sala de aula ou em laboratórios, têm sido consideradas como essenciais para a aprendizagem científica. É durante a atividade prática que o aluno consegue interagir muito mais com seu professor, elaborando hipóteses, discutindo com os colegas e professor os resultados obtidos através das práticas e observações realizadas. Isso tudo, sem dúvida, resulta numa melhor compreensão do conteúdo.

Ensinar e aprender, utilizando a atividade prática é importante, mas não se pode

desconsiderar a importância das aulas teóricas. É utilizando os conhecimentos teóricos que se torna possível elaborar hipóteses e maneiras de testá-las. Assim, fica evidente que não existe prática sem teoria e nem teoria sem prática. O ideal é uma atuação pedagógica bem contrabalançada, unindo teoria e prática na medida certa.

Utilizar atividades práticas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma forma passiva e assim agir sobre o seu objeto de estudo, podendo relacioná-lo com acontecimentos, buscando as causas e efeitos dessa relação (GARCIA, 2011).

### 3 | O LABORATÓRIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

O LEA foi idealizado pelo Professor Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho, que pertence ao corpo docente do Departamento de Engenharia Elétrica da UFC, a fim de realizar pesquisas que favoreçam a inserção das fontes alternativas descentralizadas de energia e, assim, buscar o fortalecimento de uma matriz energética mais diversificada, descentralizada e confiável. A Figura 1 mostra vista frontal do LEA - UFC.



Figura 1 - Laboratório de Energia Alternativas (LEA) - UFC

Fonte: Paulo Carvalho (2018).

No teto do LEA está instalada uma planta FV composta de seis módulos de 250 Wp de tecnologia policristalino (potência total de 1,5 kWp) e um inversor do fabricante PHB Eletrônica, modelo PHB1500-SS, necessário para conexão à rede. Como mencionado, a planta FV do LEA foi instalada por jovens de baixa renda, como atividade prática de um curso de capacitação de instaladores de sistemas FV conectados à rede realizado em parceria com o Instituto Joazeiro de Desenvolvimento Sustentável, ONG com sede em Fortaleza, com patrocínio da Petrobras e apoio do Centro de Ciências Agrárias da UFC (DINIZ et al., 2016). Figura 2 mostra a instalação dos módulos FV no teto do LEA

pelos participantes.



Figura 2 - Instalação dos módulos FV no teto do LEA

Fonte: Paulo Carvalho (2016).

A localização do LEA é próximo à Av. Mister Hull, entrada oeste da cidade de Fortaleza, dentro do Campus do Pici da UFC, conforme mostra a Figura 3.



Figura 3 – Localização do LEA no campus do Pici da UFC, Fortaleza-CE

Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

A partir da instalação da planta FV, o LEA tem realizado pesquisas relacionadas à GD FV conectada à rede. Entre estas se destacam:

Rabelo *et al.* (2017) estudaram sobre a sujidade de uma GD FV no LEA e conectada à rede elétrica da UFC. Após as limpezas, foram comparados os valores de energia elétrica gerada e observou-se um acréscimo em seu desempenho de 4,2% para o caso da primeira limpeza, mostrando que mesmo com intensas chuvas a limpeza manual das placas FV ainda se justifica e 9,1% para a segunda limpeza, período sem chuvas na região.

Távora *et al.* (2017) analisaram dados coletados de temperatura de operação

de um módulo FV de uma GD FV no LEA. Três equações são utilizadas para calcular a temperatura de operação do módulo FV, propostas por diferentes autores, através de parâmetros coletados: temperatura ambiente e irradiação global. Estas equações foram analisadas e comparadas entre si, a fim de determinar qual delas melhor consegue determinar a temperatura de operação do painel FV, com erros na previsão entre 5,20% a 8,45%.

Costa *et al.* (2017) apresentaram um estudo sobre características de uma GD FV no LEA e conectada à rede elétrica do Campus do Pici/UFC. A coleta de dados desta GD FV é realizada de julho a dezembro de 2016. O fator de capacidade no período estudado atingiu valor máximo de 25,63% em setembro e valor mínimo de 20,13% em dezembro, mostrando um grande potencial de geração. O CVP (coeficiente de variação de Pearsom) atingiu seu valor máximo de 0,1443 em dezembro, devido ao período chuvoso, mas ainda sendo um valor que é considerado de baixa dispersão. Costa (2018), expandiu o estudo anterior para o Campus do Pici da UFC, estimando-se um potencial FV no Campus de 12,25 GWh/ano, com capacidade de potência instalada de 6,67 MWp, sendo o sistema de GD FV capaz de compensar R\$ 5.047.425,79 do valor do consumo de energia elétrica do Campus e tem tempo de retorno do investimento estimado entre quatro a seis anos.

Dupont (2017) desenvolveu um sistema de aquisição de dados e monitoramento online via nuvem, aplicado a um sistema FV no LEA, possibilitando o sensoriamento e o controle de plantas de microgeração descentralizadas com comunicação a um banco de dados e servidor online via Sistema Embarcado Linux, sendo permitida neste sistema a conexão de sensores analógicos e digitais.

Na Tabela 1 estão listadas as dissertações de mestrado e teses de doutorado desenvolvidas no espaço do LEA-UFC entre os anos de 2011 e 2016. Em 2011 foram desenvolvidos quatro dissertações. Em 2014 foi desenvolvida uma dissertação e uma tese. Em 2015 foram feitas duas dissertações e uma tese e no ano de 2016 foram feitas quatro dissertações. Os trabalhos mais recentes desenvolvidos no ano de 2017 e 2018 também podem ser encontrados na Tabela 1.

Teses		
Autor	Título	ano
Elissandro Monteiro do Sacramento	Modelo elétrico-térmico para representar o comportamento de módulos fotovoltaicos flutuantes em água a partir das condições climáticas do semiárido brasileiro	2015
Sandro César Silveira Jucá	Desenvolvimento de sistemas de aquisição de dados sem fio aplicados à microgeração descentralizada	2014
Dissertações		
Autor	Título	ano
Douglas Aurélio Carvalho Costa	Estimativa do Potencial de Geração Fotovoltaica do Campus do Pici da UFC	2018

Ivonne Montero Dupont	Sistema embarcado Linux para monitoramento em nuvem aplicado a bombeamento fotovoltaico	2017
José Itanor do Couto Rocha Filho	Sistema de seguimento solar de um eixo com diferentes estratégias de seguimento para módulos fotovoltaicos	2016
Márcio Leal Macedo Luna	Desenvolvimento e validação de traçador de curva IxV para módulos fotovoltaicos	2016
Doglasse Ernesto Mendonça	Planta de osmose reversa acionada por módulos fotovoltaicos com MPPT e válvula autoreguladora de pressão	2016
Danielle Alves Barbosa	Análise energética e financeira de um dispositivo de seguimento solar para a geração fotovoltaica	2016
Marcelo Ferreira de Arruda	Desempenho técnico-financeiro de sistema híbrido eólico-solar aplicado ao bombeamento de água	2015
Ronne Michel da Cruz Corrêa	Modelagem e validação do uso de módulo fotovoltaico flutuante em água	2015
Rosa Jacob Chilundo	Sistema fotovoltaico aplicado à irrigação de uma unidade agrícola de produção familiar	2014
André Pimentel Moreira	Controle de vazão de biogás com baixa pressão para produção descentralizada de eletricidade	2011
Fábio Timbó Brito	Sistema de aquisição de dados e controle de plantas descentralizadas de energias renováveis	2011
Luiz Carlos Nascimento Lopes	Avaliação de sistema eólico-elétrico de bombeamento de água	2011
Renato Sampaio Holanda de Oliveira	Planta laboratorial de dessalinização via osmose reversa alimentada por energia solar fotovoltaica com ou sem baterias	2011

Tabela 1 – Dissertações e Teses desenvolvidas no LEA- UFC Fonte: Autor (2018).

#### 4 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma abordagem quantitativa e descritiva com aplicação de um questionário. No primeiro momento realizou-se uma pesquisa bibliográfica do estado da arte sobre energia solar no Brasil, no mundo, suas perspectivas e o papel das atividades práticas na construção do conhecimento. Foram utilizadas diversas fontes, como artigos, livros, sites de internet, visando que o trabalho obtivesse o embasamento teórico científico necessário. No segundo momento foi realizado um levantamento de dados através de um questionário com seis perguntas, conforme mostra a Tabela 2. Na pesquisa a população estudada é composta por 25 indivíduos dos cursos de pós-graduação e graduação em engenharia, com trabalhos em energias renováveis que usam ou usaram o LEA para pesquisa com a orientação do Professor Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho.

Nº	Perguntas Elaboradas para o Questionário
1	O Laboratório de energias alternativas – LEA é importante nos planos de ensino para o desenvolvimento dos estudantes do curso de engenharia?
2	O entendimento do conteúdo fica mais claro com as aulas no laboratório?
3	Você considera o laboratório um ambiente que fomenta as pesquisas no segmento de energia solar?
4	As aulas no laboratório deveriam ser mais intensificadas nos cursos da engenharia?
5	Você considera a metodologia de aulas teóricas e práticas mais motivadora para aprender o assunto?
6	O laboratório é uma ferramenta que prepara melhor o engenheiro para o mercado de trabalho?

Tabela 2 – Questionário aplicado aos alunos

Fonte: Autor (2018).

Para isso utilizou-se um questionário feito na plataforma Google Forms, tendo sido gerado um link que foi disponibilizado por e-mail e nos grupos de WhatsApp da disciplina de geração FV. Vale lembrar que o preenchimento foi realizado de forma voluntária e anônima. O link do formulário enviado aos alunos, está disponível em: <[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfxJ4Lv5WYwBO8SC\\_7maP82t4JwuEI6RuGxrU9wtG6\\_4R9IsA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfxJ4Lv5WYwBO8SC_7maP82t4JwuEI6RuGxrU9wtG6_4R9IsA/viewform?usp=sf_link)>.

O questionário foi fechado para respostas e o participante não poderá mais visualizar as perguntas. Após fechado o período da pesquisa que ficou disponível entre o período de 10 de abril e 9 de maio de 2018, foram gerados gráficos das perguntas elaboradas e as análises e discursões serão mostradas no próximo capítulo.

## 5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Aplicando a metodologia exposta no tópico anterior, apresentaram-se os resultados expostos na Figura 4. Observando o contexto geral das respostas do questionário, é possível perceber uma grande concordância (respostas “concordo totalmente” e “concordo parcialmente”) de forma geral às perguntas elaboradas (mais de 80% em quase todas as perguntas), indicando uma resposta positiva à finalidade de fomento do aprendizado dos alunos pelo LEA e às necessidades dos alunos em ter um laboratório disponível para desenvolver suas pesquisas.

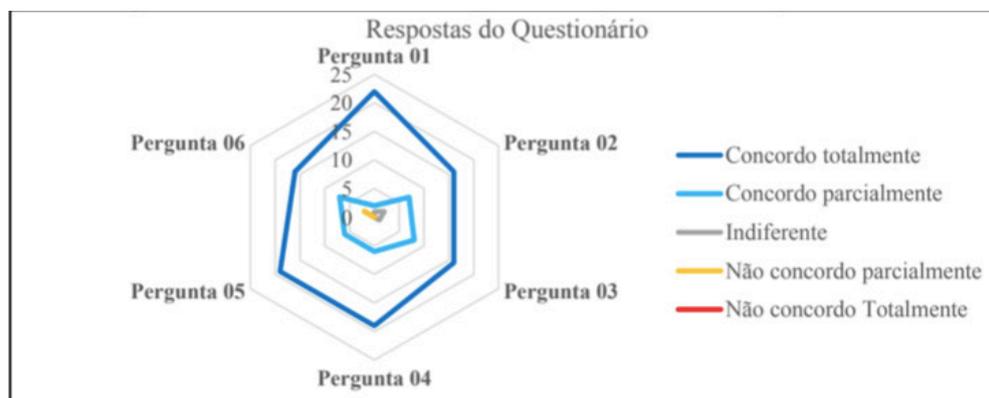


Figura 4 - Gráfico radar com a visão geral das respostas fornecidas pelos alunos

Fonte: Autor (2018).

Com base na pesquisa e nos resultados das perguntas de 1 a 3, é possível inferir as seguintes conclusões sobre o LEA:

- Insere-se estrategicamente no plano de ensino do programa de pós-graduação de Engenharia da UFC;
- Proporciona maior entendimento dos alunos, aliando a prática à teoria;
- Proporciona um ambiente de suporte para que as pesquisas dos alunos possam se desenvolver, em especial, às relacionadas ao ramo da energia solar.

Considerando as perguntas de 4 a 6, as seguintes conclusões podem ser obtidas, sob a percepção dos alunos:

- Apesar de já fomentar diversas pesquisas e obter êxito, o LEA ainda precisa se inserir mais no conhecimento do corpo discente dos cursos de Engenharia da UFC (graduação e pós-graduação de áreas afins);
- Os entrevistados percebem e demandam por uma maior aproximação da prática (representada pelo laboratório) e a teoria (representada pelas aulas em salas de aula);
- Há um consenso sobre a utilidade das aulas de laboratório em possíveis situações no mercado de trabalho, servindo de facilitadoras em experiências para serem aplicadas após a formação, já no exercício da profissão.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atividades experimentais têm sido consideradas essenciais para a aprendizagem científica. É durante a prática que o aluno consegue criar um senso crítico e tirar suas próprias conclusões, elaborar hipóteses, discutir com colegas e professor os resultados obtidos através das práticas e observações realizadas.

Para diminuir a distância entre o conhecimento adquirido em aulas teóricas e a prática, e realizar pesquisas científicas ligadas as fontes alternativas de energia, o LEA foi idealizado pelo Professor Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho, docente

do Departamento de Engenharia Elétrica da UFC. Assim, o LEA tem auxiliado vários alunos no desenvolvimento de pesquisas e trabalhos acadêmicos.

Necessitando verificar a concepção dos alunos em relação à utilização do laboratório como fonte de pesquisa e apurar sua importância na agregação das aulas teóricas com a aplicação de aulas práticas, o presente estudo teve como principal objetivo analisar a importância do uso do LEA no desenvolvimento de pesquisa e na formação dos engenheiros da UFC.

Um questionário online, na plataforma Google Forms, foi utilizado, sendo respondido por alunos de graduação e pós-graduação da UFC. Analisando os dados obtidos, foi constatado um percentual maior que 80% com uma resposta positiva à finalidade de fomento do aprendizado dos alunos pelo LEA e às necessidades dos alunos em ter um laboratório disponível para desenvolver suas pesquisas no âmbito da geração renovável descentralizada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LEA-UFC e a todos os alunos e alunas da UFC que participaram do questionário utilizado neste artigo.

A todos os financiadores de pesquisa que possibilitaram a construção do LEA – UFC.

A CAPES e a FUNCAP pelas bolsas de fomento à pesquisa fornecidas aos autores deste artigo.

## REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.

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

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico – dezembro de 2016**. Brasília: MME, 2017.

BRASIL. Portal Energia. **Energia Solar: Pesquisas e Artigos**. Disponível em: <http://portaldaenergia.com/energia-solar-pesquisas-e-artigos/>. Acesso em: 27 de abr. 2018.

CARVALHO, P. C. M. **Primeira planta de energia solar conectada à rede elétrica da UFC entra em operação**. 2016. Disponível em: <http://www.ufc.br/noticias/noticias-de-2016/8214-primeira-planta-de-energia-solar-conectada-a-rede-eletrica-da-ufc-entra-em-operacao>. Acesso em: 28 de abr. 2018.

COSTA, D. A. C.; CARVALHO, P. C. M.; CAVALCANTE, A. P. H.; SOARES, F. S.; VIEIRA, O. L.; SILVA, F. J. R.; BARROSO, G. C. Performance de uma Geração Distribuída Fotovoltaica Instalada na Zona Urbana de Fortaleza. **2º Congresso Brasileiro de Geração Distribuída**. Fortaleza. 2017.

COSTA, D. A. C. **Estimativa do Potencial de Geração Fotovoltaica do Campus do Pici da UFC**.

Dissertação para obtenção do título de Mestre – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2018.

DUPONT, I. M. **Sistema embarcado Linux para monitoramento em nuvem aplicado a bombeamento fotovoltaico**. Dissertação para obtenção do título de Mestre – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2017.

EXONMOBIL. **Panoramas Energético Perspectivas para 2030**. Sede Corporativa 5959 Las Colinas Blvd. Irving, Texas 75039-2298. EUA. 2010.

LOPES, L. F. da R. **Importância da energia renovável para o meio ambiente**. 63 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2011.

DINIZ, M. M. N.; SCARIOT, E.; CARVALHO, P. C. M.; CANAFISTULA, F. J. F. **Experiência do instituto joazeiro na promoção de cursos técnicos na área de sistemas fotovoltaicos**; VI Congresso Brasileiro de Energia Solar – Belo Horizonte, 04 a 07 de abril de 2016.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**, in: C.d. Deputados (Ed.), Câmara Dos Deputados, Consultoria Legislativa, Brasília, Brazil, 2017, p.46.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: INPE, 2006. 60p.

GARCIA, B. L. G. **A importância do uso do laboratório nas aulas de Ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Medianeira. 2011.

RABELO, A. D. S.; COSTA, D. A. C.; CARVALHO, P. C. M.; TAVORA, V. P. Estudo sobre Sujidade em Planta Fotovoltaica Localizada em Zona Urbana. **2º Congresso Brasileiro de Geração Distribuída**. Fortaleza. 2017.

TAVORA, V. P.; COSTA, D. A. C.; CARVALHO, P. C. M.; RABELO, A. D. S.; SOARES, F. S. Monitoramento de Temperatura de Pannel Fotovoltaico Instalado no Laboratório de Energias Alternativas da UFC. **2º Congresso Brasileiro de Geração Distribuída**. Fortaleza. 2017.

## SOBE OS ORGANIZADORES

**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**MICHELI KUCKLA** Professora de Química na Rede Estadual do Paraná - Secretaria de Estado de Segurança do Paraná. Graduada em Licenciatura Química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Especialista em Educação do Campo pela Faculdades Integradas do Vale do Ivaí. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Doutoranda em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Trabalha com os temas relacionados ao Ensino de Ciência e Tecnologia e Sociedade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-273-9

