



# ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica



Lilian Coelho de Freitas  
(Organizadora)



Atena  
Editora  
Ano 2023



# ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica



Lilian Coelho de Freitas  
(Organizadora)



Atena  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>o</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof<sup>o</sup> Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



# Engenharia elétrica e de computação: docência, pesquisa e inovação tecnológica

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Lilian Coelho de Freitas

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
E57	<p>Engenharia elétrica e de computação: docência, pesquisa e inovação tecnológica / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0946-5 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.465231601">https://doi.org/10.22533/at.ed.465231601</a></p> <p>1. Energia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 623.3</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book intitulado “Engenharia elétrica e de computação: Docência, pesquisa e inovação tecnológica” está organizado em 12 capítulos e reúne importantes trabalhos científicos desenvolvido por pesquisadores de Norte a Sul do Brasil, que atuam em renomadas instituições de ensino e pesquisa.

Cada capítulo apresenta uma experiência única, com resultados práticos, consistentes e didáticos. Dessa forma, ao ler este livro, o leitor poderá aprofundar seus conhecimentos em desenvolvimento e teste de softwares, jogos digitais, aprendizagem de máquina, automação, geração de energia, entre outros assuntos relacionados à engenharia elétrica e de computação.





Além de uma base teórica aprofundada, nota-se que os autores de cada capítulo adotaram uma linguagem pedagógica e educativa. Assim, acredito que este livro é um excelente referencial teórico, especialmente para alunos de engenharia elétrica e de computação que estejam desenvolvendo trabalhos de conclusão de curso e que buscam exemplos de aplicações práticas para os conhecimentos teóricos estudados durante o curso. Através da reprodução dos resultados apresentados, é possível por exemplo propor melhorias, apresentar soluções alternativas para os problemas propostos ou desenvolver estudos comparativos. Assim o conhecimento científico avança.

Registro meus sinceros agradecimentos aos autores deste e-book, pelas significativas contribuições e pela parceria com a Atena Editora para tornar o conhecimento científico acessível de forma gratuita.

Aos nossos leitores, desejo um ótimo estudo, repleto de *insights* criativos e inovadores.

Lilian Coelho de Freitas



<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA O PROCESSO DE REVISÃO EM HOMOLOGAÇÕES DE RELEASES ANDROID	
Pedro Ivo Pereira Lancellotta	
Heryck Michael dos Santos Barbosa	
João Gabriel C. Santos	
Klirssia M. Isaac Sahdo	
Janisley Oliveira De Sousa	
Abda Myrria De Albuquerque	
Roger Porty Pereira Vieira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316011">https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316011</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>11</b>
ENGENHARIA DE REQUISITOS E SUA IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE <i>SOFTWARE</i>	
Henderson Matsuura Sanches	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316012">https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316012</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>21</b>
ALGORITMOS NÃO SUPERVISIONADOS E <i>WEB SCRAPING</i> PARA DESCOBERTA DE CONHECIMENTO DE CONHECIMENTO EM REDES SOCIAIS	
Carlos Daniel de Sousa Bezerra	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316013">https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316013</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>38</b>
MODELOS MENTAIS DIFUSOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O CRESCIMENTO POPULACIONAL EM CIDADES INTELIGENTES USANDO TÉCNICAS COGNITIVAS	
Márcio Mendonça	
Caio Ferreira Nicolau	
Fabio Rodrigo Milanez	
Vicente de Lime Gonogora	
Luiz Henrique Geromel	
Marcio Aurélio Furtado Montezuma	
Rodrigo Henriques Lopes da Silva	
Marcos Antônio de Matos Laia	
Marco Antônio Ferreira Finocchio	
Renato Augusto Pereira Lima	
Edson Hideki Koroishi	
Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin	
André Luís Shiguemoto	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316014">https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316014</a>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>57</b>
CUSTOMIZED EXPERIENCE: DIGITAL GAMES POSSIBILITIES BEYOND	

**THEIR MECHANICS**

Paula Poiet Sampedro  
 Nicholas Bruggner Grassi  
 Isabela Zamboni Moschin  
 Vânia Cristina Pires Nogueira Valente  
 Emilene Zitkus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316015>


**CAPÍTULO 6 .....73****O USO DA AUTOMAÇÃO DIGITAL PARA AGILIZAR PROCESSOS E SUPRIMIR ERROS NA EXECUÇÃO DE ROTINAS**

Geovane Griesang  
 Pedro Henrique Giehl  
 Mateus Roberto Algayer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316016>


**CAPÍTULO 7 .....80****HOSPITAL INTELIGENTE: UMA SIMULAÇÃO DE MONITORAMENTO DE PACIENTES UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS**

Júlia Borges Santos  
 Vinicius da Rocha Motta  
 Saymon Castro de Souza  
 Ciro Xavier Maretto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316017>

**CAPÍTULO 8 .....87****DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO NO AMBIENTE *APP DESIGNER* DO *SOFTWARE* MATLAB® PARA PLANEJAMENTO DE TRAJETÓRIA DO ROBÔ PUMA 560**


Eber Delgado de Souza  
 Flávio Luiz Rossini  
 Luiz Fernando Pinto de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316018>

**CAPÍTULO 9 .....110****ANÁLISE DE MOTIVAÇÃO E SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS POR MEIO DE MAPAS COGNITIVOS FUZZY**

Márcio Mendonça  
 Angelo Feracin Neto  
 Carlos Alberto Paschoalino  
 Matheus Gil Bovolenta  
 Emerson Ravazzi Pires da Silva  
 Marcio Aurelio Furtado Montezuma  
 Kazuyochi Ota Junior  
 Marcos Antonio de Matos Laia  
 Augusto Alberto Foggiato  
 Vicente de Lima Gongora


Andre Luis Shiguemoto  
Francisco de Assis Scannavino Junior  
Nikolas Catib Boranelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316019>

**CAPÍTULO 10..... 126**

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM CONTROLADOR PREDITIVO  
NÃO-LINEAR BASEADO EM MODELO QUASILINEAR MODIFICADO


Manoel de Oliveira Santos Sobrinho  
Adhemar de Barros Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160110>

**CAPÍTULO 11 ..... 140**

IMPLEMENTAÇÃO DE ATERRAMENTO EM UMA RESIDÊNCIA COM DR  
PARA ELIMINAR O CHOQUE ELÉTRICO


Eliandro Marquetti  
Elielton Christiano de Oliveira Metz  
Luciana Paro Scarin Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160111>

**CAPÍTULO 12..... 156**

PANORAMA DAS FONTES TÉRMICAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA  
ELÉTRICA NO BRASIL

Bruno Knevez Hammerschmitt  
Felipe Cirolini Lucchese  
Marcelo Bruno Capeletti  
Renato Grethe Negri  
Leonardo Nogueira Fontoura da Silva  
André Ross Borniatti  
Fernando Guilherme Kaehler Guarda  
Alzenira da Rosa Abaide

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160112>

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 171**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 172**

## CAPÍTULO 9

# ANÁLISE DE MOTIVAÇÃO E SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS POR MEIO DE MAPAS COGNITIVOS FUZZY

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Márcio Mendonça**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Mecânica (PPGEM)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

### **Angelo Feracin Neto**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Departamento de Engenharia Eletrica  
(DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/0580089660443472>

### **Carlos Alberto Paschoalino**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/0419549172660666>

### **Matheus Gil Bovolenta**

Acadêmico - Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/1518815195539638>

### **Emerson Ravazzi Pires da Silva**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/0797649979829091>

### **Marcio Aurelio Furtado Montezuma**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Mecânica (DAMEC)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/2487283169795744>

### **Kazuyochi Ota Junior**

Mestrando - Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Mecânica (PPGEM)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

### **Marcos Antonio de Matos Laia**

Departamento De Ciência Da Computação  
– UFSJ  
São João Del Rey - MG  
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

### **Augusto Alberto Foggiato**

Departamento de Odontologia – UENP  
Jacarezinho-PR  
<http://lattes.cnpq.br/5947790201939557>



**Vicente de Lima Gongora**

Faculdade da Industria Senai

Londrina - PR

<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

**Andre Luis Shiguemoto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)

Cornélio Procópio – PR

<http://lattes.cnpq.br/924365653421182>

**Francisco de Assis Scannavino Junior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)

Cornélio Procópio – PR

<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

**Nikolas Catib Boranelli**

Acadêmico - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)

Cornélio Procópio – PR

<http://lattes.cnpq.br/4632175422834777>

**RESUMO:** O uso de energias limpas e renováveis reduz a emissão de gases poluentes que contribuem para a destruição da camada de ozônio, provocado o chamado efeito estufa. Essas formas de energia também são uma medida que tornam o mundo menos dependente de fontes esgotáveis. Entre eles, destacamos o solar, eólica e a piezoelétrica. O crescente desenvolvimento da tecnologia de captura e conversão de energia solar em eletricidade está favorecendo cada vez mais a instalação de painéis solares. Fatores relevantes que afetam a decisão de compra e o nível de satisfação apresentado pelos clientes na instalação de painéis solares fotovoltaicos instalados em suas residências foram identificados e modelados. Utilizando-se da lógica fuzzy, mais especificamente mapas cognitivos fuzzy, quantificou-se o grau de satisfação desses clientes. Segundo o modelo cognitivo desenvolvido, verificou-se que os principais motivos para a demanda e instalação de painéis solares são a economia de longo prazo e a independência da rede elétrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapas Cognitivos Fuzzy, Energia solar, Satisfação do Cliente, Energia Eólica, Painéis fotovoltaicos.

## ANALYSIS OF MOTIVATION AND SATISFACTION IN SOLAR PANELS PHOTOVOLTAIC INSTALLATION THROUGH MAPS FUZZY COGNITIVE

**ABSTRACT:** Using clean and renewable energies reduces the emission of polluting gases that contribute to the destruction of the ozone layer, causing the so-called greenhouse effect. These forms of energy are also a measure that makes the world less dependent on exhaustible sources. Among them, we highlight solar, wind, and others. The growing development of

technology and the consequent need for energy generation through the conversion of solar, wind, and tidal energy, among others, are in a growing phase, also considering the appeal of the need for environmental impact. All relevant factors that affect the purchase decision and customer satisfaction with the photovoltaic solar panels installed in their homes and/or commercial areas were identified and mapped. Using one of the fuzzy logic divisions, more specifically fuzzy cognitive maps, through qualitative and quantitative posterior analysis of related concepts through specialists, the satisfaction of these customers was quantified. According to the developed FCM, it is concluded that the main reasons for the demand and installation of solar panels are the long-term savings and growing independence from the electrical network. This work ends with a conclusion and addresses future work.

**KEYWORDS:** Fuzzy Cognitive Maps, Solar Energy, Customer Satisfaction, Wind Energy, Photovoltaic Panels.

## 1 | INTRODUÇÃO

A necessidade do uso de fontes de energia limpa está aumentando devido as previsões de disponibilidade em longo prazo, significando que devemos ter consciência de que nossos recursos energéticos são limitados. O conceito de energia limpa é frequentemente associado a fontes renováveis, isso ocorre porque não produzem resíduos e não possuem limitações quantitativas em comparação com os combustíveis fósseis, minerais e nucleares.

Nenhum tipo de exploração de energia é completamente limpa. Segundo Villalva, a instalação de geradores eólicos causa a morte de aves, produz ruídos audíveis e modifica a paisagens. Na fabricação de aerogeradores e células fotovoltaicas são utilizados componentes tóxicos (VILLALVA, 2017). Usinas térmicas solares usam alguns fluidos tóxicos durante a instalação. As usinas hidrelétricas também não são totalmente limpas, pois a sua instalação exige uma grande quantidade de matéria-prima, além das inundações que altera de forma irreversível o meio ambiente.

No entanto, enquanto toda a exploração de energia provoca mudanças no ambiente, as fontes renováveis são de longe as menos prejudiciais. O investimento em fontes renováveis de eletricidade reduz significativamente as emissões de poluentes, reduzindo também o efeito estufa. Existem várias aplicações para essas fontes de energia, mas o maior interesse fica concentrado na geração de eletricidade que possui uma demanda cada vez mais crescente em todo o mundo.

Países mais desenvolvidos estão apostando alto em fontes de energia limpa. Na Europa, o percentual de energia gerada por fontes renováveis praticamente dobrou nos últimos anos, de 8,5% em 2004 para aproximadamente 17% em 2016 (ESE, 2018). Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade e os benefícios que o investimento fotovoltaico da energia solar pode proporcionar para o Brasil.

## 1.1 Instalação de Painéis Solares Fotovoltaicos

O maior benefício da energia solar para as casas é diminuir a conta de luz, isso é economizar energia. A instalação de um gerador solar residencial pode reduzir a conta ou mesmo dar a possibilidade de vender de energia elétrica excedente à rede. A energia solar é abundante e gratuita, por esse motivo o número de pessoas que instalam painéis fotovoltaicos em suas casas é cada vez maior.

A energia solar é aplicável em várias circunstâncias: *i)* como fonte de calor no aquecimento residencial e industrial, por exemplo. *ii)* como fonte de energia elétrica pode ser aplicado em diversas situações, como dessalinização de água, iluminação pública, sinalização marítima, entre outras.



Figura – 1: Exemplo de um conjunto de painéis solares instalados em uma residência.

A instalação de painéis solares residenciais é simples, portanto, não há necessidade de assistência técnica especializada. Os módulos solares normalmente não sofrem nenhum tipo de desgaste a curto e médio prazo e não apresenta consumo no processo de captura e transformação de energia solar. Portanto, basicamente a manutenção é restrita a limpeza somente quando há incrustação de material devido à poeira que pode afetar a transparência do vidro dos módulos e sua sensibilidade. A durabilidade média do sistema de coleta de energia solar é de aproximadamente 25 anos, garantindo um bom tempo para a recuperação do investimento da implantação do sistema. Assim, os investimentos iniciais para a instalação do sistema são amortizados ao longo de alguns anos, dependendo do nível de consumo e custo da tarifa do kW/h, resultando na economia futura para o usuário. A

Figura 1 mostra um exemplo de uma instalação solar amplamente utilizada em residências, na qual os painéis solares são montados no telhado, a fim de obter-se a maior incidência possível da radiação solar.

No entanto, existem algumas restrições, como a diminuição ou ausência de radiação solar direta em dias nublados, tornando necessário dimensionar uma bateria capaz de armazenar a energia elétrica necessária para ser usada nesses momentos, algo que pesa no custo do investimento para a instalação dos sistemas solares residenciais.

Instalação em residências rurais pode compensar mais a instalação solar do que uma extensão da rede elétrica. Isso pesa muito positivamente no quesito independência da rede elétrica. São esse os casos que é necessário dimensionar uma bateria capaz de armazenar energia para os períodos de baixa produção e da noite.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade e os benefícios que o investimento em energia solar pode proporcionar para as residências brasileiras. Primeiro, devemos entender o motivo pelo qual a instalação de painéis solares residenciais e industriais vem crescendo tanto no Brasil quanto no mundo. Também serão apresentadas algumas tendências de fontes de energia renováveis.

Esse trabalho está dividido da seguinte forma. Na seção 2 aborda fontes alternativas no Brasil

## **2 | FONTES DE ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA O BRASIL**

A energia eólica refere-se à transformação da energia cinética do vento em energia útil, uma forma de obter energia renovável e limpa, uma vez que não produz poluentes. A energia eólica é transformada em energia elétrica através de um equipamento chamado aerogerador (ou turbina eólica), que inclui hélices que se movem com a velocidade do vento.

As energias renováveis estão crescendo, somente a energia eólica proporcionou mais da metade do crescimento das renováveis, enquanto a energia solar contribuiu com mais de um terço. Locais com alta densidade de nuvens, como Londres na Inglaterra, apresentam variações na produção de energia solar de acordo com seu grau de nebulosidade. Ao referenciar a energia solar deve-se considerar alguns fatores, como a média da radiação solar, captação e tecnologias na conversão de eletricidade. Embora as condições climáticas de muitos países não sejam favoráveis à captação de energia solar, no Brasil o cenário é bastante favorável.

### **2.1 Radiação Solar no Brasil**

Em países tropicais, como o Brasil, o uso de energia solar é viável em praticamente todo o território, mesmo em lugares distantes dos centros de produção de energia. Seu uso ajuda a reduzir a demanda de energia e consequentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão. Na Figura 2 são apresentados os índices de radiação média



segundo o Atlas Solarimetrico do Brasil.

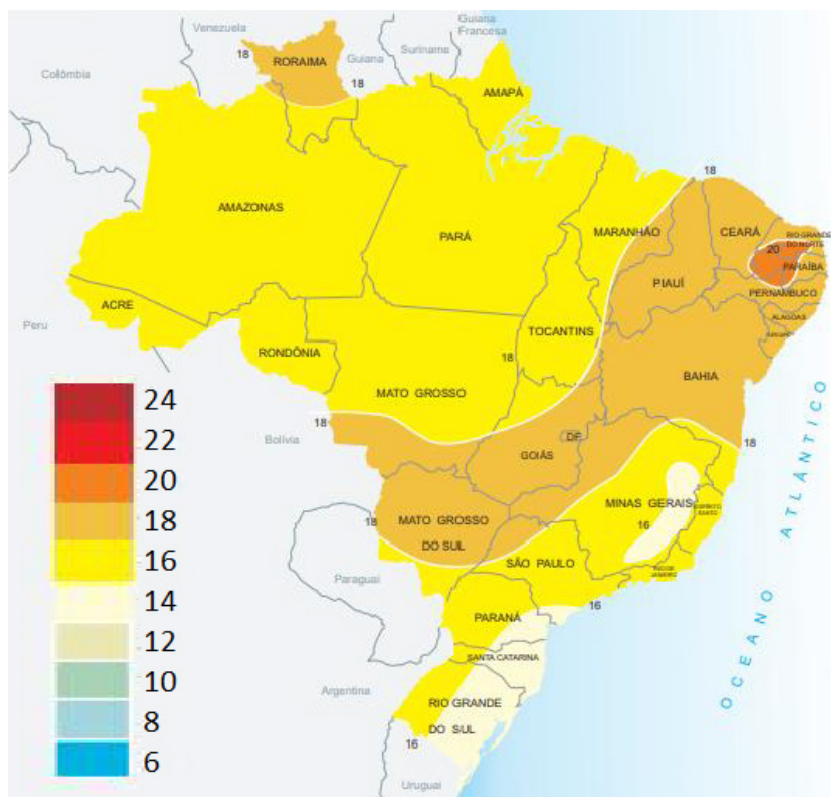


Figura - 2: Radiação solar global diária, média anual no Brasil [kW / m<sup>2</sup>].

As condições atmosféricas, como nebulosidade e umidade relativa, afetam a disponibilidade de radiação solar, bem como a latitude e posição local no tempo. A duração solar do dia varia muito em algumas regiões e períodos do ano. Já as variações mais intensas acontecem nas regiões polares e em períodos de solstício. Os maiores índices de radiação são observados na região nordeste, especialmente no Vale do São Francisco.

É importante enfatizar que mesmo em regiões com taxas de radiação mais baixas têm grande potencial para uso de energia. A maior parte do território brasileiro está localizada relativamente próxima da linha do Equador, de modo que não observa-se grandes variações na duração solar do dia. No entanto, a maior parte da população brasileira e as atividades socioeconômicas estão concentradas em regiões mais distantes do Equador.

Em Porto Alegre, a capital do Rio Grande do Sul no Brasil, a duração solar do dia varia de 10h 13m a 13h 47m, aproximadamente, entre 21 de junho e 22 de dezembro, respectivamente. Assim, para maximizar o uso da radiação solar, podemos ajustar a posição do coletor ou painel solar de acordo com a latitude local e o período do ano em que

mais energia é necessária. No Hemisfério Sul, por exemplo, um sistema fixo de captura solar deve ser orientado para o norte, com um ângulo de inclinação próximo à latitude local.

De acordo com os dados coletados pelo Atlas Solarimétrico do Brasil (2000), a região nordeste apresenta uma radiação global média de 5,9 kWh/m<sup>2</sup>. A região centro-oeste aparece em segundo lugar com uma radiação global média de 5,7 kWh/m<sup>2</sup>. Em seguida, estão a região sudeste com uma radiação global média de 5,6 kWh/m<sup>2</sup> e a região Norte com 5,5 kWh/m<sup>2</sup>. Finalmente, a região sul aparece como a região com a pior radiação solar (5,2 kWh/m<sup>2</sup>). No entanto, a diferença entre a região mais ensolarada (nordeste) é de apenas 0,7 kWh/m<sup>2</sup>, evidenciando o potencial da radiação solar brasileira.

## 2.2 Desenvolvimento da Tecnologia de Captação Solar

A eficiência dos painéis solares vem aumentando constantemente nas últimas décadas, nesse contexto, um dos principais fatores que definem a qualidade dos painéis solares são seus índices de eficiência. Esses índices estão em constante evolução, por exemplo, o Soitec & Fraunhofer Institute alcançou uma eficiência de 46%. Essas células solares de categoria de junção compósita são extremamente caras, usadas pela agência espacial da NASA (FRAUNHOFER, 2014).

Existem outras junções de células fotovoltaicas menos eficientes, como Sharp, Soitec & Fraunhofer, SunPower e Q-Cells. O tipo de material também influencia na célula solar, existem vários tipos de células solares como o cristal único, concentrado, silício policristalino e amorfo. Há menos desenvolvimento científico em painéis solares do que em células solares, devido ao fato da célula solar ser o núcleo de todo o processo de captura de radiação solar.

Para a geração de eletricidade em escala comercial, o principal obstáculo tem sido o custo das células solares. Atualmente, os custos de capital variam entre 5 e 15 vezes os custos unitários de uma usina de gás natural de ciclo combinado. Embora nos últimos anos tenha havido uma redução nos custos de capital, os valores estão na faixa de US\$ 200 a US\$ 300 por MW/he entre US\$ 3 mil e US\$ 7 mil por kW instalados. Uma visão global mais detalhada da distribuição dos sistemas fotovoltaicos instalados em todo o país é dificultada pelos seguintes fatores: a natureza desses projetos; sua localização, espalhada por localidades pequenas e remotas no território nacional e; a multiplicidade de empresas e instituições envolvidas em sua implementação e operação.

Uma das principais restrições técnicas à difusão de projetos de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para captação de energia em quantidade suficiente para viabilizar economicamente a empresa. No entanto, em comparação com outras fontes, como a energia hidrelétrica, por exemplo, que muitas vezes exige grandes áreas alagadas, observa-se que a restrição de espaço não é tão restritiva ao uso de energia solar. A tendência é que o contínuo desenvolvimento tecnológico e a pesquisa científica tornem a energia solar melhor e mais

lucrativa.

Segundo a ABSOLAR, o Brasil já investiu mais de R\$ 5,2 bilhões em projetos de geração de energia elétrica com painéis de células fotovoltaicas. Além disso, espera-se que até 2022 o investimento total seja de R\$ 21,3 bilhões, com grande parte desse montante aplicado em painéis solares residenciais, possibilitando a uma diminuição no preço da energia solar, tornando-a mais competitiva. De 2013 a 2018, o preço médio caiu de US\$ 103 por MWh para US\$ 33,25 por MWh de acordo com o relato pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Tal fato torna evidente que o crescimento modular de grandes e pequenos projetos, devido ao avanço da tecnologia, reduz cada vez mais os custos da instalação residencial de painéis solares.

## **2.3 Energia Eólica**

Um sistema eólico pode ser usado em três sistemas diferentes: sistema isolado que são privados de eletricidade da rede pública; sistema híbrido que são sistemas produtores de eletricidade simultaneamente com mais de uma fonte, por exemplo, painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas e; sistema interligado à rede que inserem a energia produzida por eles na rede elétrica pública.

O Brasil tem grande potencial eólico, especialmente nas regiões nordeste, sudeste e sul do país. Infelizmente seu potencial é pequeno, mas representa uma importante fonte de suplementação de energia hidrelétrica. No entanto, devido ao alto custo de instalação de uma turbina eólica, muitos acabam optando pela energia solar.

Apesar da alta tendência de crescimento e uso de energia eólica e piezelétrica, este trabalho concentra-se na energia solar. Isso porque a geração de energia solar está se desenvolvendo mais rapidamente no Brasil, devido a alta incidência de radiação, fazendo com que a energia solar seja vista como um interessante investimento.

# **3 | DECISÃO E SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO RESIDENCIAL DE PAINÉIS SOLARES ATRAVÉS DA FCM**

## **3.1 Custos de uma instalação solar residencial**

O custo de um sistema de energia solar fotovoltaica depende principalmente da potência instalada e demandada na instalação. Uma pesquisa de mercado realizada pelo Portal Corporativo Solar em janeiro de 2018 descobriu que o custo final de um sistema de energia solar fotovoltaica depende principalmente do tamanho e da complexidade da instalação

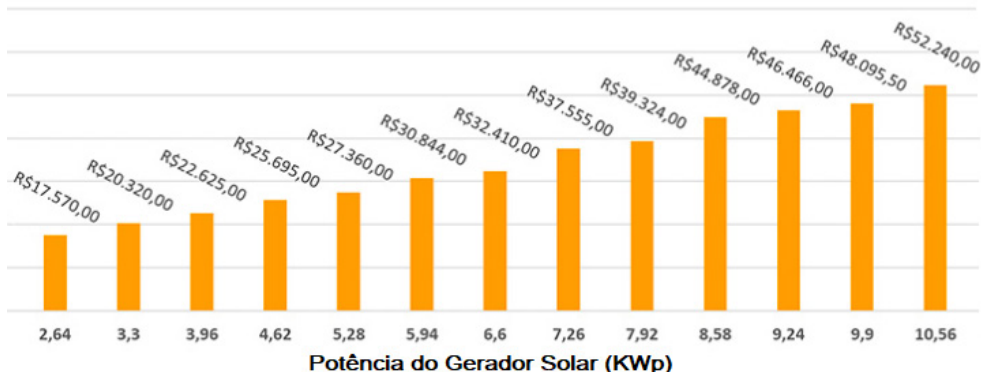


Figura - 5: Preços médios residenciais da energia do gerador solar.

A grande variação de preços entre os fornecedores está relacionada à qualidade dos componentes utilizados, ao tamanho da empresa, pois empresas maiores têm maior poder de compra e conseqüentemente economias de escala.

A Figura 5, tirada do Portal Corporativo Solar, mostra a relação média entre o custo e a potência do gerador solar.

O custo de investimento em energia solar de uma residência em um prazo 25 anos é mais barato do que o preço da rede elétrica. Isso dividindo o valor da energia gerada pelo sistema fotovoltaico pelo preço da energia solar (ANNEL, 2017).

Em Minas Gerais, assim como em todos os estados brasileiros, a energia solar fotovoltaica é mais barata do que a energia comprada das concessionárias elétricas, atualmente custando em torno de R\$ 0,70 por kWh, segundo dados do Portal Solar. Isso torna o investimento vantajoso já que a energia solar fotovoltaica rende entre 8% e 18% ao ano. Sem dúvidas é um o investimento atrativo, porém, quando lidamos com a decisão de compra e o nível de satisfação de alguém que instalou um sistema fotovoltaico em sua casa, o preço não é o único fator envolvido.

### 3.2 Mapas Cognitivos Fuzzy

O Mapa Cognitivo Fuzzy (FCM) é usado em muitos campos de pesquisa e aplicação, utilizado como um sistema de processamento de software para sistemas complexos. A principal razão para seu uso é inferir decisões aplicando métodos como o raciocínio humano em ambientes incertos. Vários campos de pesquisa estão sendo investigados usando FCM, como o campo industrial, logística, médica e outros.



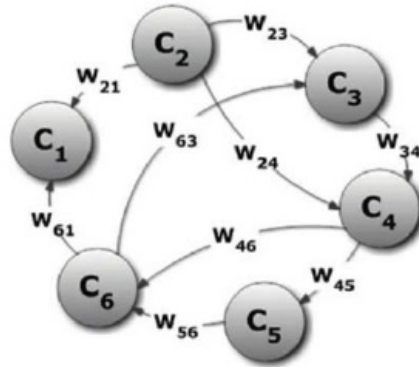


Figura - 6: Exemplo de FCM.

Na abordagem FCM, são identificados os conceitos como os principais contribuintes para o problema sob investigação. Assim é possível descrever o sistema em termos desses conceitos expressando uma relação positiva ou negativa entre eles, sendo pontuado sua influência mútua. Modelos de sistemas complexos podem ser feitos por especialistas ou construídos a partir dos dados históricos do próprio FCM obtidos a partir dos dados coletados pelo desempenho do sistema. A Figura 6 mostra um exemplo de um FCM.

Um FCM possui diversas variáveis que simbolizam os conceitos linguísticos conectados a outros conceitos por meio de conexões difusas. Essas conexões moldam as relações entre os conceitos através dos níveis de causalidade, o que significa que todos têm um «peso» que é quantificado com um valor numérico.

A representação formal do FCM adotada neste trabalho está no formato da tupla  $(C, W, S, f)$ :  $C$  é o conjunto de conceitos utilizados para construir o FCM, adotando valores que variam de -1 a 1. Seguinte (i) e (ii) em coerência com as equações (1) e (2).

- $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ : conjunto de conceitos  $n$  do FCM;
- $W: (C_i, C_j) \rightarrow w_{ij}$  é o peso (relação causal) que liga os conceitos de entrada e saída.

Em (1) e (2),  $f_c$  é a função de ativação do conceito,  $x_j$  é o valor do conceito  $j$ ,  $w_{ij}$  representa a relação causal entre os conceitos  $i$  e  $j$ , e  $\lambda$  é a taxa de aprendizagem (2), utilizado 1 nessa pesquisa. Existem outras funções de ativação, entretanto, optou-se pela presente função por conta de sua menor complexidade computacional e ser bastante empregada na literatura, como por exemplo o trabalho de Mendonça e colaboradores (2013).

$$f(x_i) = f_c\left(\sum_{j=1}^n w_{ij} \times x_j\right) \quad (1)$$

$$f_c = \frac{1}{1+e^{-\lambda u}} \quad (2)$$

### 3.3 FCM

Como mostrado em Papageorgiou e Salmeron (2013) e Felix *et al.* (2017), existem cerca de quinze extensões de FCM na literatura. Suas aplicações estão dentro dos diversos campos, como vida artificial, agricultura, assistência médica, controle, jogos e robótica.

No presente trabalho, foram desenvolvidos dois FCMs, um com quinze conceitos e outro com oito. O primeiro FCM quantifica a motivação média que um indivíduo apresentaria para comprar e instalar uma microgeração solar em sua residência. Os conceitos possuem um relacionamento casual, pesos e influências positivas e negativas. Eles foram definidos de acordo com as necessidades e motivação das pessoas em instalar painéis solares em suas residências por meio de uma pesquisa disponível no seguinte link: (<https://www.cognitofrms.com/UTFPRcp/PesquisaDeInteresseNaInstalaçãoDePainéisSolares>).

Conceitos	Descrição
C1	Nível de motivação para realizar sua instalação solar.
C2	Custo total de instalação.
C3	Investimento Inicial.
C4	Economia de Energia.
C5	Possíveis dificuldades na instalação.
C6	Espaço Físico necessário.
C7	Cuidado estrutural.
C8	Tempo de Amortização.
C9	Valor médio da Conta de Energia Elétrica.
C10	Sustentabilidade (uso de uma energia limpa).
C11	Informações sobre as vantagens da instalação solar.
C12	Permanência do Imóvel (saber que a instalação solar valoriza mais o imóvel).
C13	Suporte da Empresa (ter a garantia dos componentes adquiridos).
C14	Melhora da qualidade de vida (poder gastar mais energia elétrica).
C15	Vida útil dos painéis solares.

Tabela 1 - Conceitos inseridos no FCM da Motivação.

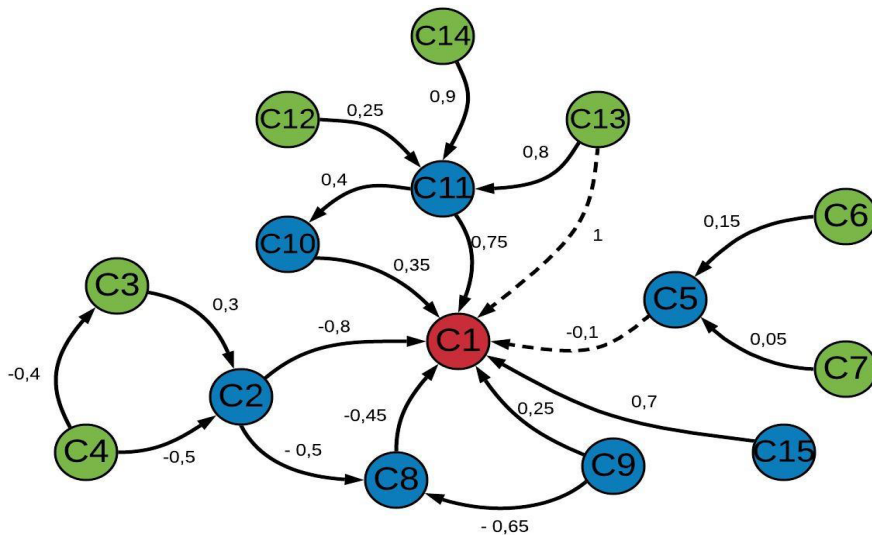


Figura - 7: A satisfação da FCM com a instalação residencial solar.

Tendo estabelecido os conceitos do mapa cognitivo, foram construídas suas respectivas relações de acordo com o modelo fuzzy clássico. Então o valor de suas relações foi quantificado de acordo com os dados da pesquisa somados aos dados de especialistas na área. A Figura 7 mostra o FCM do nível de satisfação da instalação de painéis solares junto aos valores de suas relações.

Conceitos	Descrição
C1	Nível de satisfação com a sua instalação solar.
C2	Retorno Financeiro/ Economia de Energia Elétrica.
C3	Investimento Inicial.
C4	Tempo de Amortização.
C5	Aumento da Tarifa.
C6	Valorização do Imóvel.
C7	Sustentabilidade.
C8	Aumento da qualidade Vida.

Tabela 2 - Conceitos inseridos no FCM da Satisfação.

O segundo FCM quantifica a satisfação dos clientes que já haviam comprado e instalado um conjunto de painéis fotovoltaicos. A Tabela 2 mostra os conceitos inseridos e a Figura 8 mostra o FCM desenvolvido. Os pesos de cada um dos conceitos desse FCM foram quantificados da mesma maneira que o anterior.

As linhas tracejadas mostram ligações condicionais entre os conceitos. O conceito

C5 é condicional pois só tem influência caso o indivíduo more em um apartamento ou conjunto habitacional, pois nesse caso a instalação solar não seria tão simples em uma residência.

O conceito C13 está ligado a motivação (C1) de forma condicional, pois não são todas as empresas que fornecem suporte aos seus clientes.

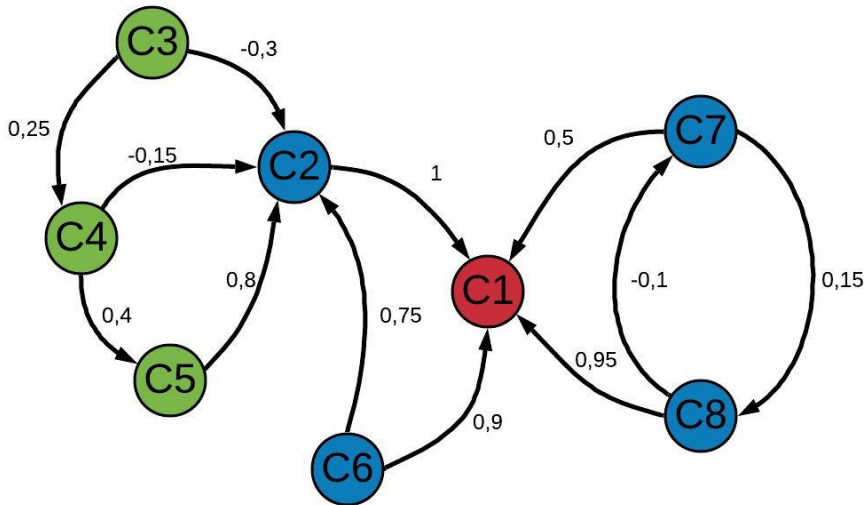


Figura - 8: A satisfação da FCM com a instalação residencial solar.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim, foi possível identificar um nível médio de motivação para instalar os painéis e a satisfação das pessoas que investiram na instalação de um sistema solar fotovoltaico residencial. Não há como prever exatamente qual seria o critério definitivo para a decisão de compra e a plena satisfação do cliente, pois cada um tem um critério pessoal que considera mais relevante. No entanto, tais variáveis não escapam ao controle do FCM, já que todos os fatores que podem ser considerados relevantes para o cliente foram mapeados.

Com o emprego do software Matlab®, constatou-se que o nível de motivação para realizar a instalação solar é cerca de 57%, isso sabendo-se bem das informações pertinentes como por exemplo as vantagens adquiridas. Já a satisfação dos clientes que já instalaram é de 80%. A partir das funções calculadas, construiu-se um modelo cognitivo por meio de um gráfico mostrando a resposta do nível de motivação e satisfação da instalação do painel solar residencial mostrado respectivamente nas Figuras 9 e 10.

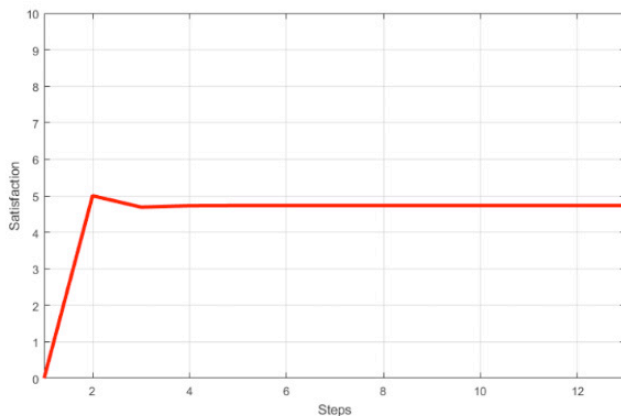


Figura – 9: Nível de Motivação.

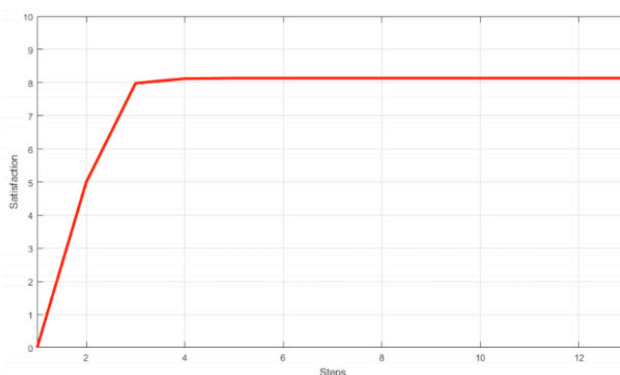


Figura - 10: Nível de satisfação.

Através de cálculos empíricos iniciais foi possível identificar os laços internos e estabelecer uma hipótese numérica inicial para o algoritmo. Treze ciclos foram necessários para atingir o ciclo limite do FCM. É possível visualizar no gráfico das Figuras 9 e 10 os treze passos necessários para a estabilização do FCM.

Segundo levantamento de satisfação do SEBRAE/BA (2017) a média de satisfação apresentada pelos empresários com seus fornecedores é de 4,4. Isto é em uma escala onde 1 é “muito insatisfeito” e 5 é “muito satisfeito”. No entanto, a pesquisa não se expandiu no campo da avaliação do cliente devido à constante dificuldade de acompanhamento, visto também que muitas empresas de instalação solar não oferecem o serviço de pós-venda, não registrando assim a satisfação de seus clientes.

## 5 | CONCLUSÃO

Segundo a ANEEL (2019), no ano de 2016 a energia solar cresceu 407% em relação ao ano anterior e até 2024 estima-se que 886,7 mil unidades consumidoras receberão

créditos dessa energia, totalizando 3,2 GW. Apesar desse crescimento, a energia solar ainda tem uma presença fraca na matriz elétrica brasileira, dominada por grandes hidrelétricas. A eletricidade produzida por fontes solares responde atualmente por cerca de 1% no país (ANEEL, 2019).

Segundo a ABSOLAR (2019), o Brasil já investiu mais de R\$ 5,2 bilhões em projetos de geração de energia elétrica com painéis de células fotovoltaicas. Além disso, espera-se que até 2022 o investimento total seja de R\$ 21,3 bilhões, com grande parte desse montante aplicado em painéis residenciais, tal fato acarreta uma diminuição no preço da energia solar, tornando-a mais competitiva. De 2013 a 2018, o preço médio caiu de US\$ 103 por MWh para US\$ 33,25 por MWh, segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, o que torna evidente o crescimento modular de grandes e pequenos projetos, devido ao avanço da tecnologia, reduzindo cada vez mais os custos da instalação residencial de painéis solares.

Conforme observado nesta pesquisa, a tendência é que o nível de satisfação na instalação residencial de painéis solares aumente, uma vez que o constante desenvolvimento da tecnologia solar está a tornando mais barata.

## REFERÊNCIAS

ANNEE. *Energia solar*. National Electrical Energy Agency. 18 mar. 2019 < <http://www2.aneel.gov.br> >. 2017.

BANDEIRA, F. P. M. *O aproveitamento da energia solar no Brasil – situação e perspectiva*. Câmara dos Deputados. Brasília. 2012.

BEEBY, S. P., Torah, T. N., Tudor, M. J., Glynne-Jones, P., O' Donnell, T., Saha, C. R., Roy, S. **A micro electromagnetic generator for vibration energy harvesting**, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, v.17, p 1257-1265. 2007.

BUDYNAS, R. G., Nisbett, J. K. **Elementos de máquinas de Shigleyde Shigley**. AMGH Editora. 8<sup>th</sup> edition. 2009.

CHEN, S. N., Wang, G. J., Chien, M. C. **Analytical modeling of piezoelectric vibration induced micro power generator**. *Mechatronics*, v.16, p. 387-397. 2006.

COPETTI, J. B., Macagnan, M. H. **Baterias em sistemas solares fotovoltaicas**. In / CBENS-I Congresso Brasileiro de Energia Solar. 29 pages. 2007.

CORNELIUS, R. G. **Otimização de sistemas de geração fotovoltaicas através da reflexão de espelhos**. In Proceedings of the 8<sup>th</sup> Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – SIEPE 2016. Pampa, Brasil. 2016.

DUTRA, R.M., Mariano, J.B. Rovere, E. L. L., Soares, J. B., Trigo, A. G., Vieira, T. L. **Planejamento energético da oferta de energia a partir de energia renováveis: uma proposta de indicadores para avaliação integrada**. In Proceedings of the 9<sup>th</sup> Congresso Brasileiro de Energia – CBE 2006. Rio de Janeiro, Brasil. 2006.

ESSE, 2018. **Estadísticas de energia renovable**. Eurostat Statist Explained. 18 mar. 2019 <[https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/es)>.

FRAUNHOFER, 2014. **New world record for solar cell efficiency at 46%**. 19 mar. 2019. <<https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2014/new-world-record-for-solar-cell-efficiency-at-46-percent.html>>.

GALDINO, M. A., Souza, H. M. **The solar house of CRESESB / CEPEL seven years of success**. Coletânea de Artigos – Energia Solar e Eólica. Rio de Janeiro, Brasil, Vol. 2. Pp 29-36. 2005.

GREEN, M. A. **Solar cell efficiency tables: Progress in photovoltaics**. Research and Applications. Vol. 8. Pp 1-377. 2000.

KABIR, S., Papadopoulos, Y. **A review of applications of fuzzy sets to safety and reliability engineering**. *International Journal of Approximate Reasoning*. Elsevier, 100, pp. 29-55. 2018.

KOSKO, B. **Fuzzy cognitive maps**. *International Journal of Man-Machine Studies*, v. 24, n. 1, p. 65–75, 1986.

MAZZUTO, G., Ciarapica, F. E., Stylios, C., & Georgopoulos, V. C. **Fuzzy Cognitive Maps designing through large dataset and experts' knowledge balancing**. In 2018 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE) (pp. 1-6). IEEE. 2018.

MENDONÇA, M., Angelico, B., Arruda, L.V.R., Neves, F., 2013. **A dynamic fuzzy cognitive map applied to chemical process supervision**. *Eng. Appl. Artif. Intell.* 26, 1199–1210.

PAPAGEORGIU, E. I., 2014. **Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering: from fundamentals to extensions and learning algorithms**. Vol. 54. Springer Science & Business Media, 2013.

PAPAGEORGIU, E. I., & Salmeron, J. L. **A review of fuzzy cognitive maps research during the last decade**. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 21(1), 66-79. 2013.

PORTAL SOLAR, 2019. **Quanto custa a energia solar fotovoltaica**. 17 mar. 2019 <<https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-a-energia-solar-fotovoltaica.html>>.

SEBRAE/BA, 2017. **Encadeamento Produtivo: Energia Fotovoltaica**. 27 abr. 2019 <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Encadeamento%20produtivo%20-%20energia%20fotovoltaica.pdf>>.

SOLAR PRIME, 2018. **Instalação de energia solar: Tudo o que você precisa saber**. 18 mar. 2019 <<http://solarprime.com.br/blog/instalacao-de-energia-solar-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>.

SOLARVOLT, 2018. **Entenda em detalhes a energia solar**. 18 mar. 2019 <<https://www.solarvoltenergia.com.br/como-funciona/>>.

TIBA, C. Fraindenraich, N., Moszkowicz, M. Cavalcant, E., Lyra, F., Nogueira, A., Gallegos, H. **Atlas solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2000.

VILLALVA, M. G. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. Saraiva, São Paulo. 2<sup>nd</sup> edition. 2017.

**A**

Algoritmo doc2vec 30, 34, 35

Aterramento 140, 141, 142, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 154

**C**

Choque elétrico 140, 141, 142, 143, 144, 149, 152, 155

Cidades inteligentes 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 48, 53

Clusterização 37

Controle preditivo não-Linear 127

**D**

Design 40, 56, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 71, 72, 138

Digital games 57, 58, 68, 69, 70

Dispositivo residual 140

Dispositivos móveis 1

**E**

Energia eólica 111, 114, 117, 157

Energias não renováveis 157

Energia solar 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 123, 124, 125

Energias renováveis 114, 157, 158, 167

Energia térmica 157, 158, 159

Engenharia de requisitos 11, 12, 13, 16, 17, 20

**F**

Fontes térmicas 156, 157, 158, 159, 160, 163, 167, 168

Fuzzy cognitive maps 39, 40, 49, 53, 54, 55, 56, 112, 125

**G**

Game customization 58

Garantia de qualidade 1, 8, 14

**H**

Homologação de releases Android 1

Hospital inteligente 80, 82, 85



**I**

Inserção automática 73

Interligação de programas 73

ISO/IEC 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20

**L**

Layout de inclusão facilitada 73

**M**

Mapas cognitivos fuzzy 39, 110, 111, 118

Matlab 87, 88, 95, 108, 109

Modelos bilineares 126, 127, 128

**P**

Painéis fotovoltaicos 111, 113, 117, 122

Processos 2, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 47, 73, 75, 88, 89, 90, 127, 137, 159, 161, 162, 164, 166

Puma 560 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 99, 100, 107, 108

**Q**

Qualidade de software 1, 4, 17, 20

**R**

Robô 49, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 99, 101, 102, 104, 107, 108, 109

Robótica 87, 88, 89, 90, 93, 107, 108, 109, 120

**S**

Satisfação do cliente 111, 122

Sistemas inteligentes de computação 39

Software 1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 41, 54, 61, 73, 74, 76, 77, 78, 83, 87, 89, 90, 95, 96, 99, 107, 118, 122

**T**

Teste de software 1

**U**

UML 11, 12, 18, 19, 20

User experience (UE) 58, 59, 61, 62, 64, 70, 72

**V**

Virtual things 80

**W**

Web of things 80, 81, 83, 86

Web scraping 21, 22, 37

# ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica

-  [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)

# ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)