

Aurea Messias de Jesus – Ana Paula Santos da Silva  
Daniela de Freitas Borges – Agaone Donizete Silva  
Rildo Afonso de Almeida – Perseu Aparecido Teixeira de Brito

# ENGENHARIA EM FOCO

Vol. 01

São José dos Pinhais

BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA

2021



**Aurea Messias de Jesus - Ana Paula Santos da Silva  
Daniela de Freitas Borges - Agaone Donizete Silva  
Rildo Afonso de Almeida - Perseu Aparecido Teixeira de Brito**



# **Engenharias em foco**

Vol. 01

**Brazilian Journals Editora  
2021**

2021 by Brazilian Journals Editora  
Copyright © Brazilian Journals Editora  
Copyright do Texto ©2021 Os Autores  
Copyright da Edição ©2021 Brazilian Journals Editora  
Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim  
Diagramação: Sabrina Binotti  
Edição de Arte: Sabrina Binotti  
Revisão: Os Autores

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

#### Conselho Editorial:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fátima Cibele Soares - Universidade Federal do Pampa, Brasil.

Prof. Dr. Gilson Silva Filho - Centro Universitário São Camilo, Brasil.

Prof. Msc. Júlio Nonato Silva Nascimento - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Msc. Adriana Karin Goelzer Leining - Universidade Federal do Paraná, Brasil.

Prof. Msc. Ricardo Sérgio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

Prof. Esp. Haroldo Wilson da Silva - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.

Prof. Dr. Orlando Silvestre Fragata - Universidade Fernando Pessoa, Portugal.

Prof. Dr. Orlando Ramos do Nascimento Júnior - Universidade Estadual de Alagoas, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela Maria Pires Caniato - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Genira Carneiro de Araujo - Universidade do Estado da Bahia, Brasil.

Prof. Dr. José Arilson de Souza - Universidade Federal de Rondônia, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Msc. Maria Elena Nascimento de Lima - Universidade do Estado do Pará, Brasil.

Prof. Caio Henrique Ungarato Fiorese - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvana Saionara Gollo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariza Ferreira da Silva - Universidade Federal do Paraná, Brasil.

Prof. Msc. Daniel Molina Botache - Universidad del Tolima, Colômbia.

Prof. Dr. Armando Carlos de Pina Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Msc. Juliana Barbosa de Faria - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil.



Ano 2021

Prof<sup>a</sup>. Esp. Marília Emanuela Ferreira de Jesus - Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Prof. Msc. Jadson Justi - Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alexandra Ferronato Beatrice - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Msc. Caroline Gomes Mâcedo - Universidade Federal do Pará, Brasil.

Prof. Dr. Dilson Henrique Ramos Evangelista - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil.

Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoletto - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Prof. Msc. Raphael Magalhães Hoed - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Msc. Eulália Cristina Costa de Carvalho - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.

Prof. Msc. Fabiano Roberto Santos de Lima - Centro Universitário Geraldo di Biase, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gabrielle de Souza Rocha - Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Prof. Dr. Helder Antônio da Silva, Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas Gerais, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Esp. Lida Graciela Valenzuela de Brull - Universidad Nacional de Pilar, Paraguai.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jane Marlei Boeira - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carolina de Castro Nadaf Leal - Universidade Estácio de Sá, Brasil.

Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes - Universidade do Vale do Rio do Sino, Brasil.

Prof. Dr. Richard Silva Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio Grandense, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Lídia Tonani Tolfo - Centro Universitário de Rio Preto, Brasil.

Prof. Dr. André Luís Ribeiro Lacerda - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

Prof. Dr. Wagner Corsino Enedino - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Msc. Scheila Daiana Severo Hollveg - Universidade Franciscana, Brasil.

Prof. Dr. José Alberto Yemal - Universidade Paulista, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Estela Sanjuan Montebello - Universidade Federal de São Carlos, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Msc. Onofre Vargas Júnior - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rita de Cássia da Silva Oliveira - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leticia Dias Lima Jedlicka - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Joseina Moutinho Tavares - Instituto Federal da Bahia, Brasil

Prof. Dr. Paulo Henrique de Miranda Montenegro - Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

Prof. Dr. Claudinei de Souza Guimarães - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Christiane Saraiva Ogrodowski - Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Celeide Pereira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Msc. Alexandra da Rocha Gomes - Centro Universitário Unifacvest, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Djanavia Azevêdo da Luz - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.  
Prof. Dr. Eduardo Dória Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Msc. Juliane de Almeida Lira - Faculdade de Itaituba, Brasil.  
Prof. Dr. Luiz Antonio Souza de Araujo - Universidade Federal Fluminense, Brasil.  
Prof. Dr. Rafael de Almeida Schiavon - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rejane Marie Barbosa Davim - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.  
Prof. Msc. Salvador Viana Gomes Junior - Universidade Potiguar, Brasil.  
Prof. Dr. Caio Marcio Barros de Oliveira - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ercilia de Stefano - Universidade Federal Fluminense, Brasil.



Ano 2021

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

J58e Jesus, Aurea Messias de

Engenharia em foco / Aurea Messias de Jesus, Ana Paula Santos da Silva, Daniela de Freitas Borges, Agaone Donizete Silva, Rildo Afonso de Almeida, Perseu Aparecido Teixeira de Brito. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2021. 263 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui: Bibliografia

ISBN: 978-65-86230-81-9

DOI: 10.35587/brj.ed.0001029

1. Engenharia. 2. Tecnologia. I. Jesus, Aurea Messias de. II. Silva, Ana Paula Santos da. III. Borges, Daniela de Freitas. IV. Silva, Agaone Donizete. V. Almeida, Rildo Afonso de. VI. Brito, Perseu Aparecido Teixeira de. VII. Título.

Brazilian Journals Editora  
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil  
[www.brazilianjournals.com.br](http://www.brazilianjournals.com.br)  
[editora@brazilianjournals.com.br](mailto:editora@brazilianjournals.com.br)



Ano 2021

## OS AUTORES

**Aurea Messias de Jesus** - Mestranda em Engenharia Química na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Especialização em 2014 de Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG). Complementação Pedagógica-Licenciatura Plena em Física no ano de 2012 pelo Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes - Universidade de Franca (UNIFRAN) e Bacharelada em Engenharia Elétrica em 2011 pelo Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba - ISEPI / Fundação Educacional de Ituiutaba – FEIT.

**Ana Paula Santos da Silva** - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Campus Ituiutaba-MG (2011). Especialista em Higiene e Segurança Alimentar pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro - IFTM, Campus Ituiutaba (2012). Especialista em Gestão Escolar pela Universidade Pitágoras Unopar, Campus Ituiutaba (2019). Especialista em Educação Especial pela Universidade Pitágoras Unopar, Campus Ituiutaba (2020). Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (2020). Atualmente graduanda do curso de Pedagogia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Tem experiência na área de alimento, com ênfase no controle da qualidade no setor industrial alimentício. É membro do Grupo de Pesquisa Laboratório de Meio Ambiente, Ciência e Educação – LAMACE, atuando com pesquisas na área da Educação Ambiental. É membro do Grupo Núcleo de Pesquisa e Extensão em Entomologia - NuPEEN, atuando com pesquisas na área de Entomologia, Agroecologia pela Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Campus Ituiutaba-MG e atua na Educação Especial como Educadora Social na Instituição Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais - APAE, na Instituição de Ituiutaba-MG.

**Daniela de Freitas Borges** - Engenheira Eletricista graduada em 1992 pelo Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba - ISEPI / Fundação Educacional de Ituiutaba - FEIT. Possui Mestrado em Engenharia Elétrica na área de Eletrônica de Potência, pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU (2004). Atualmente professora na Universidade do Estado de Minas Gerais / UEMG - Unidade Ituiutaba, nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação e Sistemas da Informação, onde atua desde 1994. Ministrando, ou tendo já ministrado anteriormente, as disciplinas Eletromagnetismo, Eletrônica de Potência, Circuitos Elétricos, Eletrônica II, Laboratório de Circuitos Lógicos, Álgebra linear e Geometria Analítica, entre outras. Esteve como Coordenadora do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Ituiutaba / UEMG - Unidade de Ituiutaba, no período de 2017 a 2019. Anteriormente, atuou como professora do ensino superior na Fundação Educacional de Ituiutaba FEIT/UEMG no período de 2004 até 2014. Professora de Física substituta na universidade Federal de Uberlândia - UFU no período de 2011 a 2012, e no ensino Médio e Fundamental, no Colégio GVC, desde 2011 até atualmente. É membro do Grupo de pesquisa GPTEX - Grupo de Pesquisas em Engenharia, Tecnologia e Ciências Exatas, atuando principalmente nos temas: Circuitos Fotométricos, Self-

healing e Smart Grid, Motores de Indução trifásica, Inversores, Circuitos Eletrônicos, Energia Fotovoltaica, Domótica e Comunicação Sem Fio.

**Agaone Donizete Silva** - Mestrando em Engenharia Química (2021); Pós-Graduação: em Engenharia de Segurança do Trabalho (2007-2009), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG; (Bacharel) Superior Engenharia Elétrica (concluído 1983-1990), Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba/ISEPI - Atualmente Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - Ituiutaba/MG; Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica (2019, 2020 e 2021) – Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Ituiutaba/ MG. Professor Ensino Superior no Curso de Engenharia Elétrica (2016, 2017, 2019, 2020 e 2021) - Universidade do Estado de Minas Gerais UEMG - Ituiutaba/MG; Superior: Graduação (Licenciatura (apostilamento) em Matemática 2002-2003) - Universidade Estadual de Montes Claros Unimontes/MG; Engenheiro RT (2016 atual) Coordenador Acsee - Ambrósio Consultoria, Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Elétrica/MEI. Instrutor de Cursos de Segurança do Trabalho 2010-2015), Senai CFP Bebê Martins Ituiutaba/MG; Engenheiro RT / Grupo Villares (2018 - 2019), área Eficiência Energética, Projetos e Execução.

**Rildo Afonso de Almeida** - Mestrando em Engenharia Elétrica - UFU; - Pós-Graduação: em Engenharia de Segurança do Trabalho / Universidade do Estado de Minas Gerais / UEMG / Unidade Ituiutaba / MG; - (Bacharel) - Superior: em Engenharia Elétrica / Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba / ISEPI / - Atualmente Universidade do Estado de Minas Gerais / UEMG / Unidade Ituiutaba / MG; - Professor Ensino Superior nos Curso de Engenharia Elétrica, Curso de Engenharia da Computação, Tecnologia em Produção Sucroalcooleira e Tecnologia em Agronegócio / Universidade do Estado de Minas Gerais / UEMG / Ituiutaba /MG. Períodos (2017, 2018, 2019, 2020 E 2021); - Engenheiro RT / Coordenador RAA Electronic (MEI) / CNPJ 15.294.065/0001-64; - Engenheiro RT / Empresa Eletromontes Montagens Elétricas Ltda. Período Set-2014 a Mar-2018. - Experiência como coordenador de manutenção e automação elétrica na empresa Nestlé Brasil Ltda., Período Mar-1994 a Mar- 2012.

**Perseu Aparecido Teixeira de Brito** - Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil (2019).

## APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “Engenharias em foco vol.1”, publicada pela Brazilian Journals Publicações de Periódicos e Editora, apresenta um conjunto de doze capítulos que visa abordar conhecimentos disciplinares ligadas à área temática das Engenharias. A seguir serão apresentados os capítulos que compõem este ebook. Dessa forma, agradecemos aos autores por todo esforço e dedicação que contribuíram para a construção dessa obra, e esperamos que este livro possa colaborar para a discussão e entendimento de temas relevantes para grande área da Engenharia, orientando docentes, estudantes, gestores e pesquisadores à reflexão sobre os assuntos aqui apresentados.

Aurea Messias de Jesus  
Ana Paula Santos da Silva  
Daniela de Freitas Borges  
Agaone Donizete Silva  
Rildo Afonso de Almeida  
Perseu Aparecido Teixeira de Brito

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 01</b> .....	<b>1</b>
VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO ACIONADO VIA WEB DOI: 10.35587/brj.ed.0001030	
<b>CAPÍTULO 02</b> .....	<b>25</b>
MANUTENÇÃO EM GERADORES SÍNCRONOS: COM ÊNFASE EM ASPECTOS ELÉTRICOS DOI: 10.35587/brj.ed.0001031	
<b>CAPÍTULO 03</b> .....	<b>47</b>
APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DE BAIXO CUSTO VOLTADAS PARA SAÚDE DOI: 10.35587/brj.ed.0001032	
<b>CAPÍTULO 04</b> .....	<b>65</b>
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: O USO DA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA PESSOAS COM DEFICIENCIAS DOI: 10.35587/brj.ed.0001033	
<b>CAPÍTULO 05</b> .....	<b>84</b>
AVALIAÇÃO QUALITATIVA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA EMPRESA NA CIDADE DE ITUIUTABA: EM CONFORMIDADE COM NR-10 DOI: 10.35587/brj.ed.0001034	
<b>CAPÍTULO 06</b> .....	<b>103</b>
PROTOTIPAGEM DE UM SISTEMA DE ALARME CONTROLADO PELO APLICATIVO BLYNK DOI: 10.35587/brj.ed.0001035	
<b>CAPÍTULO 07</b> .....	<b>124</b>
APLICAÇÃO DA DOMÓTICA UTILIZANDO BLUETOOTH, APLICATIVO E SMARTPHONE DOI: 10.35587/brj.ed.0001036	
<b>CAPÍTULO 08</b> .....	<b>147</b>
SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO PARA IRRIGAÇÃO DE UMA HORTA A PARTIR DA ENERGIA FOTOVOLTAICA DOI: 10.35587/brj.ed.0001037	
<b>CAPÍTULO 09</b> .....	<b>164</b>
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA NA CIDADE DE ITUIUTABA-MG DOI: 10.35587/brj.ed.0001038	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>187</b>
PARTIDA DE MOTOR CONTROLADO POR ARDUÍNO USANDO COMO EXEMPLO DE APLICAÇÃO UM PROTÓTIPO PARA IRRIGAÇÃO DE PEQUENA, MÉDIA E GRANDE PLANTAÇÕES DE HORTALIÇAS	

DOI: 10.35587/brj.ed.0001039

**CAPÍTULO 11 .....194**

UMA ANÁLISE ACERCA DA NECESSIDADE DE PROJETO ELÉTRICO E SUA  
INSPEÇÃO NAS CASAS FINANCIADAS PELA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL EM  
ITUIUTABA/MG

DOI: 10.35587/brj.ed.0001040

**CAPÍTULO 12 .....219**

DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE VIABILIDADE DO SISTEMA DE  
AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PARA CHUVEIRO EM UMA INSTITUIÇÃO DE  
CARIDADE NA CIDADE DE ITUIUTABA-MG

DOI: 10.35587/brj.ed.0001041

## CAPÍTULO 01

# VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO ACIONADO VIA WEB

### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG.

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

### **Felipe Rodrigues Parreira do Nascimento**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG.

E-mail: felipeparreirafelipe22@gmail.com

### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: julialambertduraes@gmail.com

### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelado em Engenharia Biomédica -(UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica - (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica - (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: lucasderosa23@gmail.com

### **Guilherme Amaral Ribeiro**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica - (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: guilherme-amaral0612@hotmail.com

**RESUMO:** Este trabalho abordou conceito de automação para implantação de um protótipo de um projeto de irrigação acionado via sistema operacional Android (web-aplicativo Blynk) controlado pelo dispositivo programável Esp8622-NodeMCU, cuja finalidade foi demonstrar uma configuração técnica simples de baixo custo que possa atender demanda da agricultura, jardins, hortaliças, estufas enfim tudo o sistema que necessitam de irrigação. No desenvolvimento deste trabalho foi observado que a dinâmica de construção deste protótipo de irrigação automatizada foi tecnicamente simples, e desde que as pessoas detentora do projeto tenham acesso a uma internet banda larga ou fibra ótica onde a velocidade de dados é fácil acesso, os dispositivos eletrônicos foram de baixo custo, a programação empregada e a dinâmica da ligação dos dispositivos eletrônicos foram de conhecimentos básicos, portanto conclui-se que a difusão desses conhecimentos dará em diversos setores oportunizando a implantação do sistema até mesmo em residências. Dessa forma a praticidade no manejo de irrigar seus jardins e hortas por meio de irrigação automatizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação automatizada; protótipo; Internet; custo/benefícios; dispositivos eletrônicos.

**ABSTRACT:** This work addressed the concept of automation to implement a prototype of an irrigation project driven via the Android operating system (Blynk web-application) controlled by the Esp8622- NodeMCU programmable device, whose purpose was to demonstrate a simple low cost technical configuration that can meet demand. from agriculture, gardens, vegetables, greenhouses at last all the system needing irrigation.

In the development of this work it was observed that the dynamics of construction of this automated irrigation prototype was technically simple, and as long as the project owners have access to a broadband or fiber optic internet where data speed is easy to access, electronic devices were low cost, the programming used and the dynamics of the connection of electronic devices were basic knowledge, so it is concluded that the diffusion of this knowledge will give in several sectors allowing the deployment of the system even in homes. Thus the practicality in the management of irrigating your gardens and gardens through automated irrigation.

**KEYWORDS:** Automated irrigation; prototype; Internet; cost/benefits; electronic devices.

## 1. INTRODUÇÃO

“A automação vem evoluindo de longas datas, se somando com conhecimentos antigos, e expandindo com as últimas conquistas da ciência. E ela está intimamente ligada ao desenvolvimento da humanidade” (ASSUNÇÃO E SILVA, 2015, p. 12).

A automatização de equipamentos eletrônicos surgiu, durante a Revolução Industrial, a partir de uma necessidade de aumentar os processos industriais realizando tarefas com precisão, rapidez e principalmente a qualidade, foi fundamental a criação de máquinas automatizadas capazes de diminuir o tempo de realização das tarefas. Com resultados da criação dessas máquinas, a automação ganhou espaço em diversos campos de produção, principalmente no setor industrial (ROSÁRIO, 2009). Guimarães Apud Barbosa (2011, p. 12), afirma que, “A irrigação moderna é bastante avançada e possui variados tipos de automação, entretanto o pequeno e médio agricultor, nem sempre têm total acesso a essas tecnologias, seja por problemas financeiros ou por falta de conhecimento.”. A automatização dos processos de irrigação é o tema do trabalho de conclusão de curso que se delimita na sua forma de acionamento via sistema operacional Android (usando aplicativo Blynk) sendo controlado pelo dispositivo programável ESP8622-NodeMcu, apresentando como propósito mostrar que há formas de projetar processos automatizados de irrigação com baixo custo. O desenvolvimento do trabalho ocorreu de acordo com os objetivos gerais e específicos, que iniciou com a pesquisa bibliográfica sobre os dispositivos e acessórios eletrônicos e aplicativo que foram utilizados processos de irrigação automatizados e aplicativo Blynk, e finalizou com a construção do protótipo que por sua vez confirmou a hipótese deste trabalho de conclusão de curso.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Origem e evolução dos processos automatizados

A utilização de máquinas iniciou na Revolução Industrial, no século 18, onde se utilizava para substituir tarefas que eram realizadas manualmente (SILVEIRA e LIMA, 2003). Desde então, máquinas e equipamentos utilizados foram constantemente se aprimorando de modo a se tornarem as tarefas cada vez mais

rápidas, precisa e confiável. Em 1978, alguns dispositivos mecânicos foram desenvolvidos, principalmente os que tinha funcionamento por sistemas hidráulicos e pneumáticos, passaram a serem aplicados em na linha de processos industriais, reduzindo esforços dos operadores e aumentando a precisão no controle do equipamentos (ROSÁRIO, 2009).

A automatização é fundamental em determinados processo. O idealizador da automatização, foi por Henry Ford. Que desenvolveu diversas aplicações para linha de produção da montadora Ford. O conceito de automação foi constituído em 1946, nos Estados Unidos, principalmente nas linhas das fábricas automotivas (SILEVIRA e LIMA, 2003). Onde foi necessário utilizar um sistema de computação para que a velocidade e qualidade de processos produtivos fossem aprimoradas e principalmente para seguranças dos funcionários. Na época, isso promoveu melhor controle, planejamento e flexibilidade da produção. A criação em 1947 com a construção do transistor, ajudou a impulsionar a evoluçãoda automação, pois se trata de componente eletrônico capaz de controlar a passagem da corrente elétrica em determinados sistemas. Com o uso do transistor da eletrônica, foi possívelo desenvolvimento dos computadores industriais, embora o microprocessamento tenha sido comecializados apenas em 1960 (GOEKING, 2010).

## 2.2 Sistemas de irrigação automatizados

Dentre as principais atividades agrícolas realizada a irrigação é uma das mais importantes atividades para o sucesso na produtividade. A irrigação é um método desenvolvido para fornecer a necessidade de água nos processos agrícolas, permitindo que cultivo de diversos tipos de cultura até mesmo em regiões considerados hostis (SILVA e ARAÚJO, 2005).

Apesar das técnicas de irrigação estão cada vez mais atualizadas, mas o uso desta técnica surgiu há mais de 5 mil anos no Egito, em culturas nas margens do Rio Nilo. Essa técnica foi criada pelo Faraó egípcio Ramsés III, em que desenvolveu um sistema de desviode água até as regiões que tinham plantações (SILVA e ARAÚJO, 2005).

Devido ao desenvolvimento do trabalho humano, hoje existem diferentes técnicas de irrigação automatizadas. Entre os principais tipos, se destacam a irrigação localizada, que consiste em uma dos métodos mais utilizados, onde a água

é liberada nas raízes da cultura para penetrar no solo. São utilizados os sistemas de irrigação por gotejamento ou de micro aspersão. A Irrigação por aspersão, simulação de chuva artificial, a pivot central, a irrigação feita por meio de uma torre. A Fertirrigação, irrigação que aplica fertilizantes na água, a irrigação de Superfície, a água é conduzida para infiltração pela superfície do solo (COELHO, FILHO E OLIVEIRA, 2005). De forma geral, a irrigação automática traz outros benefícios pertinentes, entre eles: a diminuição de trabalhos manuais, pois o mesmo não precisaria de contratação de mão de obra para acionar e desligar os irrigadores. Realização da atividade 24 horas por dia, ou seja, o sistema de irrigação pode ficar ligado no período noturno, sem necessidade de acompanhamento (PELLISON, 2001).

### 2.3 Internet das coisas

A internet das coisas do inglês Internet of Things (IoT), consiste em uma rede grande que conecta equipamentos, dispositivos e pessoas por meio da internet (SANTOS *et al.*, 2016). Partindo desse conceito, é necessário frisar de como surgiu a internet com intuito de tentar esclarecer aspectos importantes sobre a internet das coisas.

A internet é uma rede que liga pessoas a dados armazenados que surgiu na Arpanet na década de 50. A Advanced Research Projects Agency Network (Arpanet) se trata de uma rede de militares dos Estados Unidos, que interligava redes das universidades e centro de pesquisas (CARVALHO, 2006). Na época, a rede ligada apenas computadores de pequeno e médio porte, que permitia os pesquisadores de cada universidade compartilharem processamentos dos seus equipamentos. Com o tempo várias redes foram se interligando, se tornando até chegar à rede atual mundial que temos acesso. Os diversos avanços das tecnologias. Contudo, não só computadores convencionais estão conectados à grande rede, como também uma grande variedade de equipamentos eletrônicos. Dentre os principais equipamentos, tem os computadores pessoais, equipamentos comerciais eletrônicos, as redes sociais, automóveis, smartphones, entre outros. Em uma escala mais ampla, a IoT poder ser aplicada a redes de transportes, cidades inteligente, na prestação de serviços pra melhorar a eficiência no nosso dia a dia (SANTOS *et al.*, 2016).

No atual cenário em que vivemos, podemos observar que ocorre uma grande produção de dados e informações produzidos por um processo ou atividade, onde que entra a necessidades de sistemas automatizados para que as empresas e pessoas consiga armazenar, rastrear, analisar e organizar a enorme quantidade de dados que são gerados (SANTOS *et al.*, 2016).

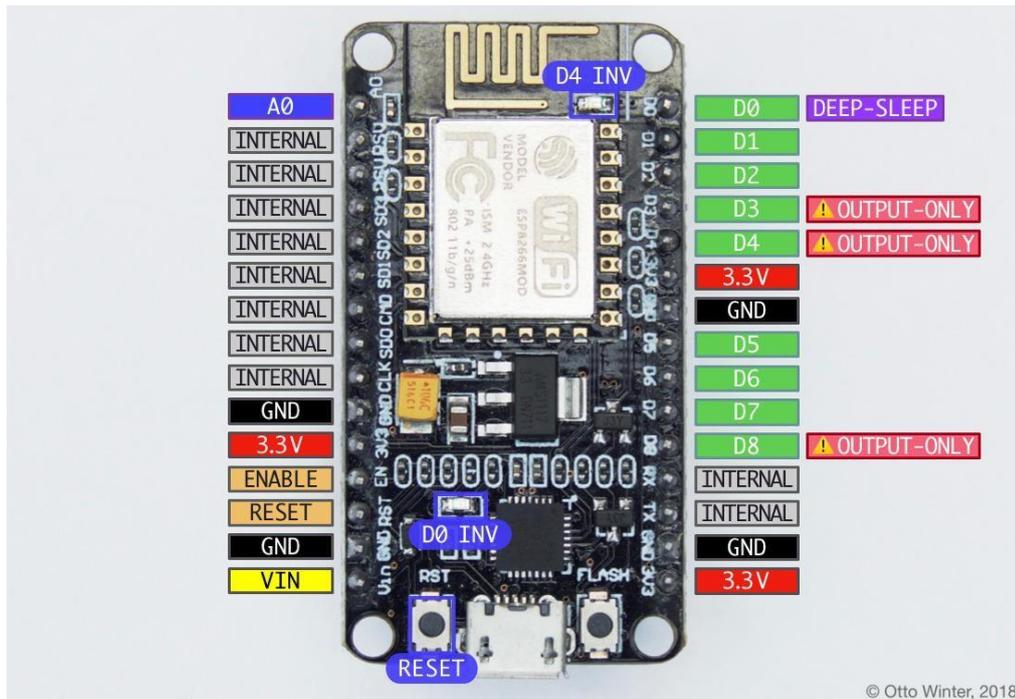
### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho de conclusão de curso expõe os resultados de uma abordagem qualitativa, onde foram analisadas diversas variáveis e fatores referentes às possibilidades da automação de sistema de irrigação. O desenvolvimento da metodologia do trabalho de conclusão foi realizado em três etapas. Onde a primeira etapa correspondeu ao estudo dos principais dispositivos eletrônicos e aplicativo utilizados no protótipo, a segunda etapa correspondeu a construção e configuração e protótipo e a terceira etapa correspondeu ao orçamentos dos materiais gastos para construção do protótipo.

#### **3.1 Seleção dos dispositivos eletrônicos utilizados no protótipo**

a) Dispositivo programável ESP8266-NodeMCU - A NodeMCU é uma pequena placa que apresenta um microcontrolador ESP8266, criada por Huang R, em 2014, logo após o lançamento do ESP8266 pela empresa chinesa Espressif. Já o ESP8266 é um microcontrolador do fabricante chinês Espressif que tem a competência de interação por Wi-F (SILVA, 2019). A figura abaixo mostra a pinagem do microcontrolador ESP8266 NodeMCU:

Figura 1 - NodeMcu- Esp8266-pinagem.



Fonte: Esphome, (2019).

De acordo com Silva (2019), a NodeMCU apresenta uma conexão USB para conectar ao computador, regulador de tensão para poder trabalhar com a placa acomplado em um ESP-12E, placa que facilita seu uso. Além do preço acessível, a NodeMCU é uma placa que apresenta vários pinos. Foi considerada um avanço na área da tecnologia, por apresentar um suporte integrado a redes WiFi, tamanho reduzido e baixo consumo de energia. A grande vantagem do ESP8266 se atribui ao seu preço que foi vendido a um valor inferior a 10 dólares nos EUA, valor igual a um microcontrolador sem interface de internet, além de apresentar uma memória de 4 mega (SILVA, 2019).

b) Módulo Relé 5V-4 canais - O relé é um dispositivo eletromecânico, com inúmeras aplicações possíveis em comutação de contatos elétricos, servindo para ligar ou desligar dispositivos (GOMES, 2016). Existem vários tipos de relés, a diferença está no tipo de acionamento ou aplicação, porém este grande grupo pode ser classificado em dois tipos relés eletromecânicos ou relés microprocessados.

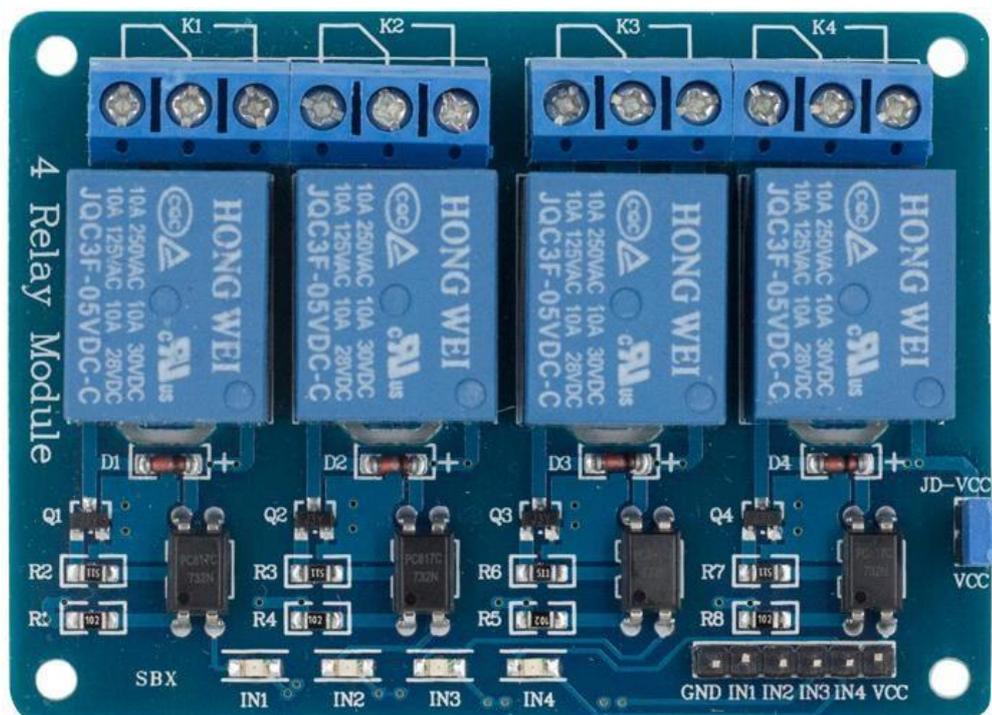
**Relés temporizadores** – permitem em função tempo ajustado comutar um sinal de saída de acordo com a sua função. São bastante utilizados em processos

industriais como partidas de motores, fornos industriais, quadros de comando e outros.

**Relés térmicos** – também conhecidos como relés de sobrecarga, eles são dispositivos de proteção de sobrecarga elétrica utilizados em motores elétricos, sua função é evitar o superaquecimento.

**Relés de proteção** – esse tipo de relé trabalha sob o funcionamento de correntes elétricas e podem criar campos eletromagnéticos que podem provocar mudanças de estados dos contatos para ligar ou desligar dispositivos. São de terceira geração e conseguem medir grandezas de tensão, isolamento, temperatura, sequência de fase e outros. Os relés podem ser ainda classificados como **abertos**, **fechados** ou **selados**. Em equipamentos fechados, que não estejam sujeitos a elementos que prejudiquem o componente, como umidade ou sujeira, podem ser utilizados os relés abertos. A maioria das aplicações comuns utilizam os relés fechados, que são normalmente cobertos por plástico. Os selados são utilizados em aplicações que ficam em atmosferas combustíveis, onde há o perigo de explosão (CENTRAL DA LAPA, 2019). A figura abaixo mostra a imagem de relé 5v com 4 canais:

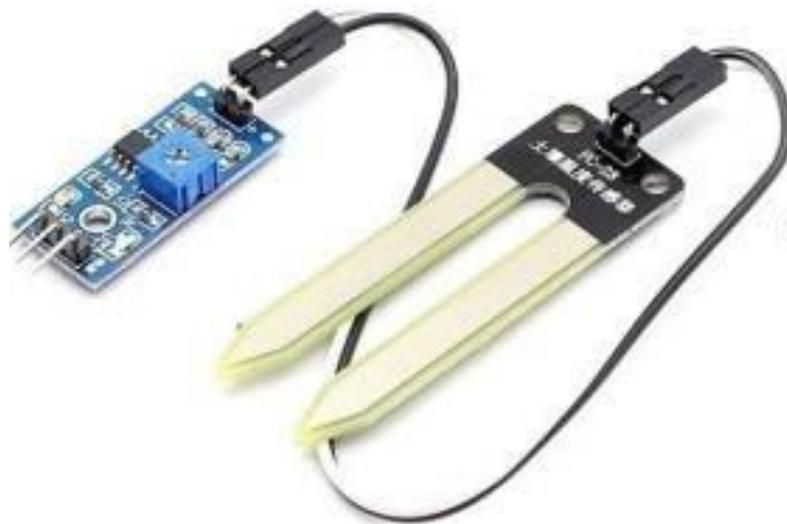
Figura 2 - Relé 5v -4 canais



Fonte: Mercado livre, (2019).

**c) Sensor Medidor de umidade do solo Higrômetro Arduino Esp8266 --** Sensores são dispositivos que trabalham com medidas de grandezas físicas, como: temperatura, pressão, presença, umidade, intensidade luminosa, entre outros. As grandezas medidas pelos sensores são combinadas a fim de obter informações sobre o meio físico, onde estão presentes. Em geral os sensores atuam transformando partes de uma grandeza física normalmente em um sinal elétrico, que por sua vez pode ser interpretado por certos equipamentos eletrônicos (BORGES & DORES, 2010). Em outras palavras, sensores são componentes eletrônicos que permitem que um equipamento eletrônico possa interagir com o mundo. Segundo Borges & Dores (2010), os sensores quando operam de forma direta, transformando uma forma de energia em outra são chamados de transdutores. Os sensores onde as operações ocorrem de forma indireta alteram suas propriedades, como a resistência, capacitância ou indutância, sob a ação da grandeza de forma que essa alteração ocorre mais ou menos proporcional. Podemos citar como exemplo os sensores de luz, mais especificamente o resistor dependente de luz, mais conhecido pela sigla do seu nome em inglês LDR (Light-dependent resistors), segundo Ozer & Blemings (2009), esses sensores variam sua resistência inversamente a quantidade de luz que incide sobre o mesmo, em outras palavras, quando há uma grande quantidade de luz incidindo sobre o sensor, eles têm uma resistência muito baixa o que permite o fluxo da corrente elétrica, enquanto que quando a pouca luz, apresentam uma resistência elevada, podendo atingir alguns mega ohms, evitando assim a passagem corrente. A figura mostra a imagem de sensor de solo:

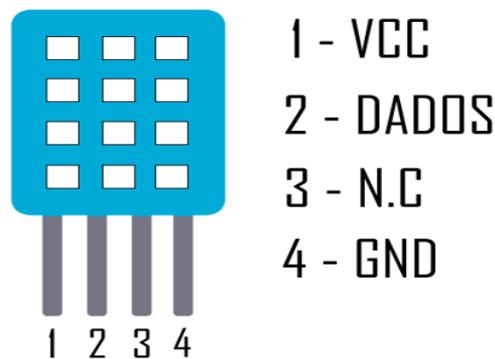
**Figura 3 -** Sensor de umidade do solo-Higrômetro.



**Fonte:** Mercado livre, (2019).

d) Sensor Umidade e temperatura DHT11 - Felipe Flop (2019), fala que o sensor de umidade e temperatura DHT11 é um sensor de temperatura e umidade de baixo custo que permite fazer leituras de temperaturas entre 0 a 50 Celsius e umidade entre 20 a 90 %, sendo um sensor extremamente rápido, pois o intervalo mínimo entre as leituras deve ser de 2 segundos. O elemento sensor de temperatura é um termistor do tipo NTC e o sensor de umidade é do tipo HR202, o circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador através de um sinal serial de uma via. A figura abaixo mostra a pinagem de um sensor de umidade e temperatura:

**Figura 4** - Sensor de Umidade e Temperatura DHT11



Fonte: Felipe Flop (2019).

e) Fonte ajustável para protoboard - A fonte ajustável protoboard pode ser diretamente conectada a uma fonte DC para converter sua tensão para a saída em 3,3 V e em 5 V, tendo a opção de saída USB. Essas tensões são a mais comum e usada por diversos componentes. Isto permite um fornecimento ideal para projetos dos mais variados, devido a sua estrutura feita para encaixar em um protoboard. A figura abaixo mostra a imagem de uma fonte ajustável para Protoboard:

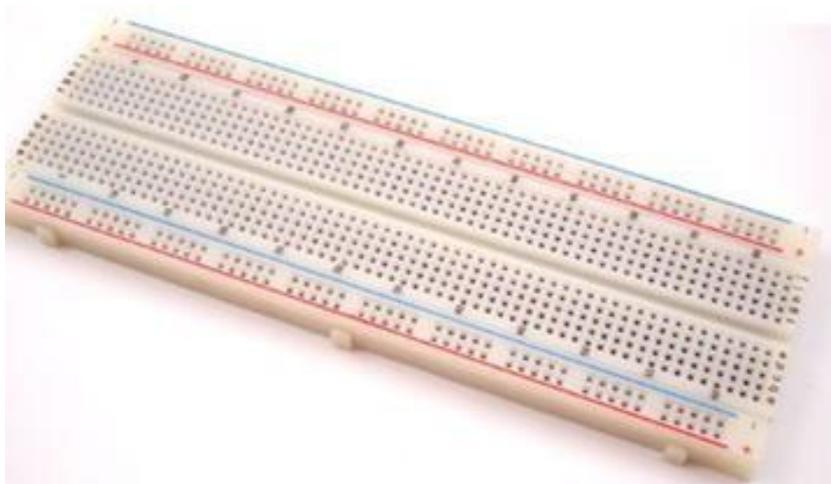
**Figura 5 - Fonte Ajustável Para Protoboard.**



Fonte: Felipe Flop (2019).

f) Protoboard - Consiste em uma placa com uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de solda, permitindo com rapidez e segurança desde uma alteração de posição de um determinado componente até sua substituição (FELIPE FLOP, 2019). A figura abaixo mostra a imagem de um Protoboard:

**Figura 6 - Protoboard.**



Fonte: Fronteira Tec, (2019).

g) Bomba Submersa Sarlo Beter 300 - S300 - 110v - De acordo com Marengoni *et al.*, (2010), a bomba Submersa Sarlo Beter são silenciosas e eficazes, a moto bomba produz intensa movimentação de água, com baixo consumo de energia elétrica. Seu desenho moderno a torna bastante versáteis e compactas. Como em todas as bombas Sarlobetter os componentes elétricos são totalmente imersos em resina epóxitornando-as seguras contrachoque elétrico mesmo trabalhando continuamente submersas. A figura abaixo mostra a imagem de uma bomba submersa Submersa sarlo Beter:

**Figura 7** - Bomba Submersa Sarlo Beter 300 - S300 - 110v.



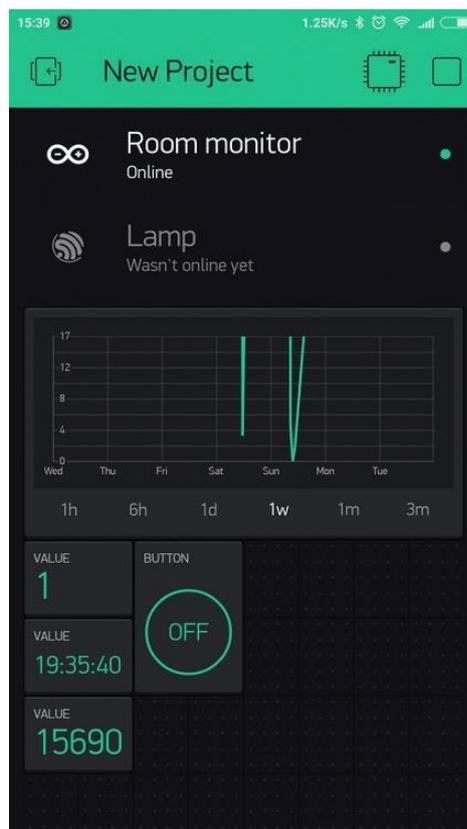
**Fonte** - Bixo d'água, (2019).

### 3.2 Aplicativo blynk

O App Blynk é um aplicativo disponível para Android e iOS que permite ao usuário criar aplicações que interagem com o hardware. Através de um espaço próprio para cada projeto, o usuário pode inserir *Widgets* que implementam funções de controle (como botões, sliders e chaves), notificação e leitura de dados do hardware (exibindo em displays, gráficos e mapas). Toda comunicação entre o aplicativo e o hardware do usuário se dá através da *cloud Blynk*. O servidor é responsável por transmitir os dados ao hardware, armazenar estados do aplicativo e do hardware e também armazenar dados de sensores lidos pelo hardware mesmo se o aplicativo estiver fechado. Vale ressaltar que os dados armazenados no server Blynk podem ser acessados externamente através de uma API HTTP, o que abre a possibilidade de

utilizar o Blynk para armazenar dados gerados periodicamente como dados de sensores de temperatura, por exemplo. bibliotecas Blynk para diversas plataformas de desenvolvimento. Essa biblioteca é responsável por gerir toda a conexão do hardware com o servidor Blynk e gerir as requisições de entrada e saída de dados e comandos. A forma mais fácil e rápida é utilizá-la como bibliotecas Arduino, no entanto, é possível obter versões da biblioteca para Linux (e Raspberry Pi!), Python, Lua, entre outras (SERRANO e NUNES, 2018). A figura abaixo mostra a tela inicial do aplicativo Blynk:

**Figura 8 -** Aplicativo Blynk



**Fonte:** Embarcados, (2019).

O aplicativo Blynk apresenta interface simples, que permite adicionar diversas funções online, no qual, o sistema (placa) pode estar quilômetros de distância mas pode ser observado e controlado todos os dados programados pelo celular android. Basicamente, o Blynk é composto de três partes: o Blynk App, o Blynk Server e a Blynk Library. O aplicativo demonstrou desempenho satisfatório no trabalho realizado por Santo Junior (2018), no qual, monitorou a temperatura e dióxido de carbono em silo piloto utilizando Arduino e Blynk.

### 3.3 Construindo, configurando protótipo e baixando IDE do Arduino

Uma IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) é um programa de computador que possui as ferramentas necessárias para desenvolvimento de software. Basicamente possui um editor de código fonte e compilador. Com a IDE Arduino podemos dar os primeiros passos com Arduino e desenvolver programas, instalar bibliotecas adicionais e realizar a compilação e gravação dos programas na placa. Para fazer o download da IDE Arduino entre no site oficial do Arduino na seção *Software -> Downloads* e escolha sua versão de sistema operacional (Windows, Linux, MacOS) (FILIPE FLOP, 2019). Trabalhos semelhantes como Altoé (2012), Barbosa (2019), Silva (2016), Reis (2015) e Gonsalves (2017), utilizaram esse programa, no qual, os mesmos obtiveram bons resultados na elaboração de seus protótipos. A figura abaixo mostra o IDE da Arduino iniciando.

Figura 9 - IDE Arduino.



Fonte: Filipe Flop, (2019).

### 3.4 Instalando código fonte dos dispositivos para memória do Arduino

Código fonte para instalação dos dispositivos:

1. `#include <Adafruit_Sensor.h>`
2. `#include <DHT.h>`
3. `#include <ESP8266WiFi.h>`
4. `#include`
5. `<BlynkSimpleEsp8266.h>`
- 6.

```

7.         #define DHTPIN      D3
8.         #define DHTTYPE
           DHT119.
12.        char auth[] = "l1LKnTNtlbBUWiqkltHIN4ZjI0Q3Ws4C";
13.        char ssid[] = "wf";
14.        char pass[] =
"misericordia12";15.
16. #define PIN_UPTIME V517.
18.        BLYNK_READ(PIN_UPTIME){
19.        Blynk.virtualWrite(PIN_UPTIME, millis() / 1000);
20. }
21.        DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
22.        BlynkTim
er timer;23.
24. void enviaDados(){25.
26.         float umidade = dht.readHumidity();
27.         float temperatura =
dht.readTemperature();28.
29.         if (isnan(temperatura) || isnan(umidade)) {
30.             Serial.println("Falha ao ler dados do sensor!");
31.             return;
32. }
33.         Blynk.virtualWrite(V7, temperatura);
34.         Blynk.virtualWrite(V6, umidade);
37. void setup() {38.
39.         Serial.begin(9600);
40.         pinMode(D2,OUTPUT);
41.         dht.begin();
42.         Blynk.begin(auth, ssid, pass);
43.         timer.setInterval(1000L, enviaDados);
46. void loop() {47.
48.         Blynk.run();
49.         tim
er.run();50.
51.}

```

Instalando o pacote ESP8266 na IDE do Arduino:

Acesse o menu Arquivo > Preferências. Na janela que abrir vá até a opção Adittional Boards Manager URL's e insira a URL [http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json). Em seguida clique no botão OK:

Importando as bibliotecas dos dispositivos que serão usados no circuito:

Disponível na IDE do Arduino existe um Gerenciador de Bibliotecas onde você pode adicionar rapidamente uma biblioteca que está compactada no formato .ZIP ou

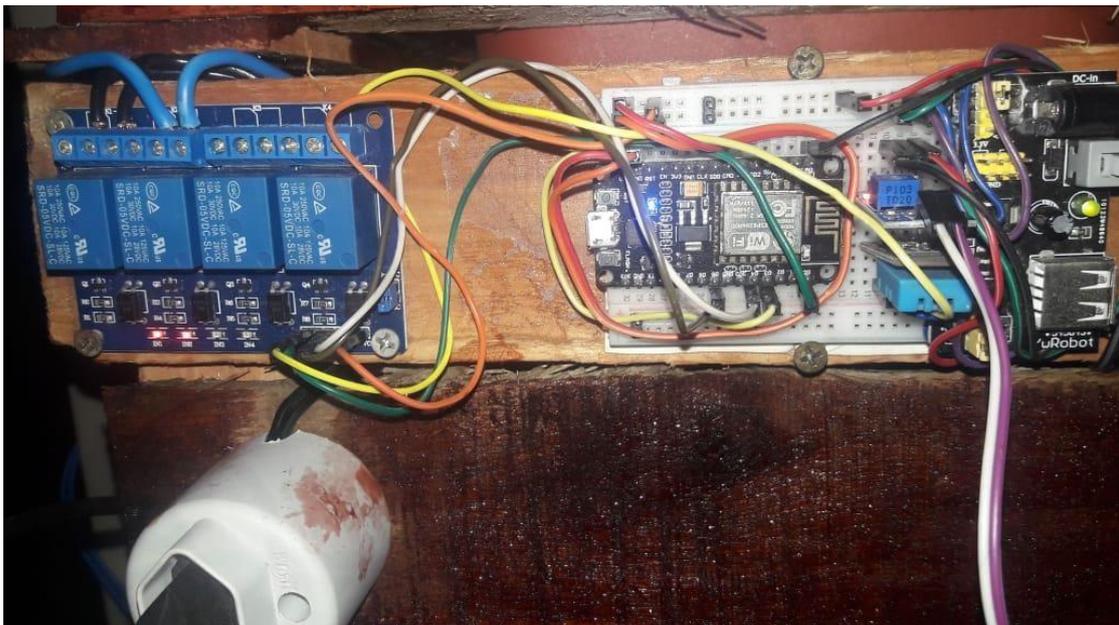
até mesmo a pasta. Para isso deve-se na IDE abrir o menu: *Sketch > Incluir Biblioteca (Include Library) > Adicionar Biblioteca .ZIP (Add .ZIP Library...)* conforme a imagem abaixo.

5. `#include <Adafruit_Sensor.h>`
6. `#include <DHT.h>`
7. `#include <ESP8266WiFi.h>`
8. `#include <BlynkSimpleEsp8266.h>`

Montando o circuito do protótipo:

A montagem do projeto de irrigação automatizado, foi realizado em um período de 6 meses de 2019. Para a elaboração do protótipo, foram necessários desenvolver habilidades e conhecimento tanto sobre os componentes eletrônicos como também sobre a programação e montagem circuito do projeto (figura 10) de irrigação automatizado. Para isso, foram necessários realizar diversos teste baseado em outros trabalhos semelhantes, no qual, foi realizado o teste em cada componente eletrônico durante a montagem do projeto.

**Figura 10** - Painel de controle dos dispositivos.



**Fonte:** Própria autoria, (2019).



O sensor de umidade do solo é um dos componentes eletônicos fundamentais para o funcionamento do projeto, pois ele fornece valores que varia de 0 a 1023 em relação a umidade do solo, ou seja, no projeto, quando o solo estava seco, o valor fornecido pelo sensor é próximo de 0, quanto mais umido o solo ficava, o valor fornecido pelo sensor era mais próximo de 1023. Não foi realizado um parâmetro do acionamento do sensor, o experimento não foi desenvolvido com plantas no solo, mas com plantas em cascalhos como mostra a figura 12.

### 3.5 Instalação do aplicativo Blynk

Para fazer a instalação do aplicativo será necessário fazer o download e instalação do app Blynk em seu dispositivo móvel (smartphone ou tablet), será necessário que acesse a loja de aplicativos do seu dispositivo. Utiliza-se um dispositivo com sistema operacional Android, então basta acessar a Play Store diretamente do seu aparelho, fazer o download e a instalação do app Blynk. Caso utilize um dispositivo com sistema operacional iOS (Apple), basta acessar a iTunes App Store e fazer o download e instalação do Blynk. A seguir, você pode acessar o link do Blynk para download na Play Store ou na iTunes App Store: [Blynk para Android](#). Após o download e instalação do Blynk em seu dispositivo móvel, abra o aplicativo e clique em “Create New Account” para que você possa criar suas credenciais de entrada no aplicativo: Insira um endereço de e-mail VÁLIDO, uma senha e clique em “Sign Up” para se registrar: Após o registro, você verá uma tela de criação do primeiro projeto.

### 3.6 Configuração do Blynk no dispositivo móvel

Nesta primeira tela de criação de projetos, você vai aprender a finalidade de cada um dos botões:

**A:** botão “Create New Project”. Neste botão você pode criar o seu primeiro projeto Blynk.

**B:** botão “My Apps”. Ao clicar neste botão você será direcionado para uma outra tela que possui o botão “Create App Preview” que permite você criar um app e dentro deste app disponibilizar um ou mais dos seus projetos Blynk. O app que você criar ficará disponível nas apps stores para que outros usuários possam fazer o download.

**C:** botão “Community”. Ao clicar neste botão você será direcionado para o fórum do Blynk.

**D:** botão para fazer logout da sua conta, ou seja, retornar para a tela de login.

**E:** possui a mesma função do botão “Create New Project”.

**F:** permite ler um QRcode e copiar um projeto já existente e que foi compartilhado por algum usuário do Blynk.

**G:** traz algumas informações do aplicativo.

### 3.7 Conectando circuito do protótipo ao Aplicativo blynk

Clique no botão “Create New Project” para criar um novo projeto. Em seguida, dê um nome ao seu projeto, em “CHOOSE DEVICE” selecione a plataforma que vai utilizar, em “CONNECTION TYPE” selecione o tipo de conexão que será utilizado (Ethernet), em “THEME” selecione a cor do tema (**se optar pelo DARK, o app manterá as cores padrão, contudo, se optar pelo LIGHT, o app mudará a cor preta para branca e vai manter a cor verde que é presente em ambos os temas**) e por último clique no botão “Create”: Após a criação do projeto será exibida uma mensagem, informando que o “Auth Token” do projeto foi enviado ao seu endereço de e-mail (**aquele e-mail VÁLIDO que você usou para se registrar**). Clique em OK:

Entrar na sua caixa de e-mail e confira (**na caixa de entrada e lixo eletrônico**) se recebeu uma mensagem do Blynk:

O “Auth Token” é uma chave de 32 caracteres alfanuméricos e ela possibilita que o servidor Blynk consiga direcionar as informações entre o aplicativo instalado no dispositivo móvel e a plataforma. Esta chave é única para cada projeto e não deverá ser fornecida a ninguém, exceto se desejar que alguém acesse o seu projeto. O “Auth Token” deverá ser inserido nos códigos que serão carregados na plataforma.

### 3.8 Orçamentos dos materiais gastos para construção do protótipo

**Quadro 1-** Orçamentos dos materiais gastos para construção do protótipo.

Quantidade	Dispositivos	Preço
1	ESP8266 -NodeMCU	R\$30,00
1	Sensor de unidade do solo	R\$15,00
1	Protoboard	R\$20,00
1	Sensor de Umidade e Temperatura DHT11	R\$30,00

1	Cabo Jumper	R\$15,00
1	Fonte Ajustável Para Protoboard	R\$15,00
1	Módulo Relé 5V-4 canais	R\$25,00
1	Lâmpada de Led	R\$10,00
1	Bomba Submersa Sarlo Beter 300 - S300 - 110v	R\$50,00
1	Placa da IOT	R\$40,00
	Soquete de lâmpada	R\$100,00
	Fiação 2,5mm	
	2 vasos de plantas	
	2-Tomadas de uso geral	
	Mangueira cristal de ½	
	Reservatório de água.	
	Outros materiais	
	<b>Total</b>	

**Fonte:** Próprio autor, (2019).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados obtidos, foi possível constatar neste trabalho a eficiência das premissas citadas na hipótese. A viabilidade e a aplicabilidade da plataforma do microcontrolador programável NodeMCU que é um ambiente de desenvolvimento de software e hardware livre da família ESP 8266 para controle de processo de irrigação e monitoramento de um sistema de irrigação automatizado, acionado via web(internet) através do aplicativo Blynk, na mensuração das variáveis como umidade do solo, temperatura e umidade do ar, acionamento da bomba a de água, etc. Estes controles podem ser monitorados próximos aos sistema de irrigação e até mesmo a longas distâncias. Mas a principal relevância desse projeto é fato de ser uma solução de baixo custo, capaz de suprir com eficiência as demandas da automação de um sistema de irrigação, tanto no controle e monitoramento dos sensores e atuadores quanto na interação com plataformas externas e serviços em nuvem para a troca e entrega de informações e ainda é capaz de conter o desperdício de água na irrigação, de energia, produção e principalmente otimizar o tempo nas atividades que empregamos para executar as irrigações nas plantações.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO – **SOFTWARE**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

ALTOÉ, Marco Antônio Caixeta. "**Sistema automatizado de irrigação para culturas específicas**." (2012).

BARBOSA, José Wilian; **Sistema de Irrigação Automatizado utilizando a plataforma Arduino**; Trabalho de conclusão de curso, Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA - Assis, 2013.

BORGES, L. P.; DORES, R. C., **Automação predial sem fio utilizando bacnet/zigbee com foco em economia de energia**. 2010, 76f. Trabalho de conclusão de curso - Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação – UNB, Brasília, 2010.

BRUGNARI, A.; MAESTRELLI, L. H. M., **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL viaWEB**. 2010, 36f. Trabalho de conclusão de curso - Curso de Graduação em Engenharia de Computação - PUC-PR, Curitiba, 2010.

CARVALHO, M. S. R. M. "A trajetória da Internet no Brasil: do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de **governança**." Unpublished Estudos de Ciência e Tecnologia no Brasil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (2006).

CONHECENDO O BLYNK. **Masterwalker Shop**. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/blynk/conhecendo-o-blynk>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

CENTRAL DA LAPA. **O que são relés - tipo e usos** - Disponível em: <https://www.centraldalapa.com/pagina/o-que-sao-reles-tipo-e-usos> Acesso em 5 de dezembro de 2019.

COELHO, Eugênio Ferreira, Maurício Antônio Coelho Filho, and SL de Oliveira. "**Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água**." Bahia Agrícola 7.1 (2005): 57-60.

CURTO CIRCUITO. **Módulo Rele 4 Canais - 5v/10ª**. Disponível em: <https://www.curtocircuito.com.br/modulo-rele-4-canais-5v-10a.html> acesso em 10 de dezembro de 2019.

DORF, Richard C.; Bishop, Robert. **Sistemas de Controle Moderno**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

FILIFE FLOP. **Sensor de Umidade e Temperatura DHT11**. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11> acesso em 10 de dezembro de 2019.

FONTE AJUSTÁVEL PARA PROTOBOARD - **Arduino Omega**. Disponível em: <https://www.arduinomega.com.br/fonte-ajustavel-para-protoboard> Acesso em 10 de dezembro de 2019.

Ferreira, Bruna Oliveira, et al. "**Irrigação automatizada com plataforma Arduino em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia.**" CONGRESSO TÉCNICO CIENTIFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC). 2016.

GOEKING, Weruska. "**Da máquina a vapor aos softwares de automação.**" Publicação online—O Setor Elétrico/Memória da Eletricidade.[Acessado em 20/08/2010]. URL: <http://www.osestoreletrico.com.br/web/automacao.html> (2010).

GONCALVES, et al. "**Sistema IoT para monitoramento e controle de irrigação.**" sbc 51: 3308-6835. 2017.

GOMES, Alcenir Campelo. "**Regulador eletrônico de TAP com controlador baseado na plataforma de prototipagem Arduino.**" (2016).

GUIMARÃES, Vinícius Galvão; **Automação e monitoramento de sistema de irrigação na agricultura**, Trabalho de Graduação, Engenharia Mecatrônica, Universidade de Brasília, 2011.

MERCADO LIVRE. **Relé 5v**. Disponível em: <https://eletronicos.mercadolivre.com.br/peças-componentes/rele-5v> > acesso em 10 de dezembro de 2019.

MERCADO LIVRE. **Sensor De Umidade**. Disponível em: <https://lista.mercadolivre.com.br/sensor-de-umidade> > acesso em 10 de dezembro de 2019.

MORAES, Cícero Couto de et. Al. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MOTO BOMBA SUBMERSA SARLO BETTER S300 110v **Bombas**. Disponível em: <https://lista.mercadolivre.com.br/.../moto-bomba-submersa-sarlo-better-s300-110v-bombas> Acesso em 10 de dezembro de 2019.

NodeMCU ESP8266 **ESPHome**. Disponível em: [https://esphome.io/devices/nodemcu\\_esp8266.html](https://esphome.io/devices/nodemcu_esp8266.html). Acesso em 10 de dezembro de 2019

OXER, J.; BLEMING, H. , **Practical Arduino - Cool Projects for OpenSource Hardware**, 1ª Edição, Apress , New York, 2009.

PORTAL DO SILÍCIO. **Sensor de umidade do solo com Arduino - Higrômetro**. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

SANTOS JUNIOR, Marcos Antonio dos. Monitoramento da temperatura e dióxido de carbono em silo piloto utilizando **Arduino e Blynk**. BS thesis. Brasil, 2018.

SANTOS, Bruno P., et al. "**Internet das coisas: da teoria à prática.**" Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (2016): 31.

SERRANO Tiago Medicci e NUNES Ronaldo. **Introdução ao Blynk App** (2018). Acesso em: <https://www.embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/>. Disponível em 10 de novembro de 2019.

SILVEIRA, Leonardo, and Weldson Q. Lima. "**Um breve histórico conceitual da Automação**

**Industrial e Redes para Automação Industrial.** Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2003).

SILVA, Rodrigo Ferretti. "**Sistema WEB de baixo custo aplicado à operação de dispositivos de irrigação.**" (2016).

SILVA, Matheus de Moraes, ASSUNÇÃO Ramon Bernades; **A HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**, Trabalho de Graduação, Engenharia Produção, 2011.

SOUTO, W. A., **APOSTILA DE COMANDOS ELÉTRICOS, CURSO TÉCNICO DE ELETROMECAÂNICA, CEFET-BA**. Disponível em: <[http://www.eletrodomesticosforum.com/cursos/eletricidade\\_eletronica/automacao/curso\\_tecnico\\_eletromecanica.pdf](http://www.eletrodomesticosforum.com/cursos/eletricidade_eletronica/automacao/curso_tecnico_eletromecanica.pdf)>. Acesso em dezembro de 2019.

SILVA, Davi José, and CA de S. Araújo. "**Agricultura irrigada: a importância da adubação.**" **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. Anais... Recife: SBCS; Embrapa Solos-UEP Recife; UFRPE, 2005., 2005.

ROSARIO, Joao Mauricio. **Automação industrial**. Editora Baraúna, 2009.

ROBOCORE - **Robótica e Automação**. Disponível em: <https://www.robocore.net>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

REIS, Jéssica Sarto dos. **Sistema de controle aplicado à automação de irrigação agrícola**. BS thesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

TAIRA, Daniel Passos, and Felipe Macedo Freitas Siqueira. "**Prototipagem utilizando plataforma arduino para sistema de controle de nível.**"

## CAPÍTULO 02

### MANUTENÇÃO EM GERADORES SÍNCRONOS: COM ÊNFASE EM ASPECTOS ELÉTRICOS

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **Kamila Matias Rodrigues**

Formação: Bacharelada em Engenharia Elétrica (UEMG)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: kmilamrodrigues@gmail.com

#### **Maria Clara Alves da Silva**

Formação: Bacharelada em Engenharia Elétrica (UEMG)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: malves54@outlook.com.br

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: lucasderosa23@gmail.com

#### **Iasmin Martin Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica - (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Rua Vereador Endereço:  
Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba –MG  
E-mail: joao.nil-ton@gmail.com

### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU) Av. João Naves de Endereço:  
Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia -MG  
E-mail: julialambertdu-raes@gmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

**RESUMO:** O gerador de energia elétrica é um dos principais equipamentos dentro do Sistema Elétrico de Potência. Ele é o responsável por transformar energia mecânica em energia elétrica. Manutenções são todas as ações voltadas para que um equipamento possa funcionar em perfeito estado. Essas manutenções são divididas em categorias. Por se tratar de um equipamento de suma relevância, que está ligado na maioria das vezes em ON GRID, ao Sistema Interligado Nacional, por vezes fornecendo o abastecimento de energia elétrica para usuários terceiros, é indispensável a sua confiabilidade. Neste contexto, o presente artigo apresenta as principais manutenções preventivas realizadas em máquinas geradoras de energia elétrica e a importância dessas manutenções. Com a finalidade de demonstrar e comparar dados de testes de Índice de Absorção e Índice de Polarização, resistência de isolamento, surge test e medição de resistência ôhmica. Os testes apresentados contribuíram significativamente na verificação da confiabilidade e disponibilidade em uma máquina geradora de energia elétrica, presente em uma usina com geração térmica ON GRID.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índice de Absorção; Índice de Polarização; Resistência de Isolamento; Surge Test; Medição de Resistência Ôhmica.

**ABSTRACT:** The electric power generator, is one of principal equipment in the Electric Power System, it's responsible for turning mechanical power into electrical power. The maintenances are all the actions which ensure the perfect operations of the equipment. These maintenances are divided into categories. Given the importance of this

equipment, which is mostly connected ON GRID at National Interconnected System, providing the electricity supply for many people, it's indispensable your reliability. In this context, this article introduces the most essential preventives maintenances, which are realized at electric power generators and the importance of these maintenances. With the propose to demonstrate and compare data tests of absorption index and polarization, and insulation resistance, appears the test of ohmic resistance. The tests presented in this work contributed significantly to the verification of reliability and availability in a electric power generator machine, presente in a power plant with termal generation ON GRID.

**KEYWORDS:** Absorption Index; Polarization Index; Insulation Resistance; Surge Test; Measurement of Ohmic Resistance.

## 1. INTRODUÇÃO

A engenharia elétrica possui campo de operação bastante ramificado. Uma de suas áreas consideradas de extrema importância é o Sistema Elétrico de Potência (SEP). Dentro deste sistema, uma das máquinas de relevante valor é o gerador, haja visto que ele é o principal responsável por transformar energia mecânica em energia elétrica e é considerado o coração da geração. “Obter energia renovável de pequenos aproveitamentos na forma de microgeração ou minigeração é uma realidade crescente no cenário mundial, devido à necessidade de disponibilidade da eletricidade de forma ininterrupta e estável” (PAIXÃO et al., 2021, p. 2)

A história da manutenção começa com o desenvolvimento de máquinas e avanços da indústria para a produção de bens de consumo. Logo, surge a necessidade de reparos, se fazendo necessário uma equipe para a realização destes, com agilidade e confiabilidade, garantindo o pleno funcionamento de equipamentos e linhas de produção.

Em seguida, observa-se que não bastava simplesmente a manutenção corretiva quando o ativo já estava quebrado, mas também a manutenção que previa a falha antes da avaria do mesmo, conhecida como manutenção preditiva.

Devido ao exposto, torna-se evidente o porquê de o setor de manutenção ser destaque dentro da indústria, o que torna a manutenção tão importante quanto a operação. Segundo uma pesquisa realizada pela revista eletrônica Exame (2018), este ramo de atuação tem sido um dos mais procurados e valorizados pelas indústrias. Camila Pati, colunista da revista Exame, confirma essa ideia: “[...] é um profissional que foi mais procurado com a crise já que as linhas de produção, em queda de produtividade, estavam livres para a manutenção de rotina. A redução na aquisição de novas máquinas também exige melhor gestão do parque fabril” (Pati, 2018). De acordo com (Oliveira *et al.*, 2021, apud Souza, 2018) expõem que para as empresas manterem -se competitivas no mercado tem que exigir o máximo de eficiência no setor produtivo sendo necessário que seja mínimo o tempo perdido no processo. Por esse motivo, se faz tão importante o estudo a respeito da área.

Este artigo tem como finalidade primordial mostrar quais são as principais manutenções elétricas que se fazem presentes em um gerador de energia elétrica em funcionamento dentro de usina de cogeração, com queima de bagaço e palha de cana-de-açúcar. Para conseguir alcançar este objetivo, utiliza-se de relatórios fornecidos por uma empresa que tem tal máquina instalada e em funcionamento.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

**Falhas:** De acordo com a NBR - 5462 1994 (Confiabilidade e Mantenabilidade), falha consiste no “término da capacidade de um item desempenhar a função requerida”. Entende-se por falhas, a diminuição parcial ou total da eficácia, ou capacidade de desempenho de um componente ou sistema. (NASCIF, 2009). Em outras palavras, as falhas estão altamente ligadas a confiabilidade de um equipamento. Quanto maior o número de falhas, menor é a confiabilidade de um componente ou sistema. Quanto maior for a confiabilidade, menor será o custo da manutenção, afetando diretamente as empresas.

**Causas das falhas:** Existe uma variedade diversa de falhas, acontecendo isoladamente ou simultaneamente a outras falhas. Essas causas podem ser divididas em três grupos: (falta de resistência; uso inadequado e manutenção inadequada). Conclui-se então, que uma falha acontece porque o esforço aplicado ao equipamento ultrapassa sua resistência (MORAES, 2004).

**Ocorrência das falhas:** A frequência de falhas em um equipamento pode ser classificada como crescentes e decrescentes aleatórias ou constantes e, normalmente, estão ligadas ao ciclo de vida da máquina (GAIANO, 2007). Os ciclos de vida de uns equipamentos podem ser divididos em: (falhas no início da vida útil do equipamento; falhas denominadas de vida normal ou fase de estabilidade de um equipamento e falhas de frequência).

**Manutenção:** Segundo TAVARES (1999, p.37), “manutenção são todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada”. A palavra manutenção se encaixa em todos os processos tecnológicos e tem o efeito de manter, sustentar e conservar algo. Atualmente, a manutenção é de suma importância para as companhias, pois, para que se tem uma linha de eficiência de operação alta é necessários equipamentos disponíveis o maior tempo possível e isso ocorre através da manutenção.

**Tipos de manutenção:** Os tipos de manutenção se diferem no modo que é feita a intervenção no equipamento e se classificam em: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção sensível e engenharia da manutenção.

**Engenharia de Manutenção:** De acordo com Kardec & Nascif (2009, p.50), a Engenharia de Manutenção significa “perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas

modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. *Benchmarks* é uma melhoria contínua de práticas. Esse processo visa a melhoria de disponibilidade de equipamentos e sistemas, eliminando problemas e solucionando-os a partir da tecnologia. Tais melhorias como evitar a quebra dos equipamentos, melhorar a gestão de mantenedores, disponibilizar materiais para reparos, criar novos projetos e executar da maneira como planejado, fazer análises de falhas de equipamentos, elaborar planos de manutenção e acompanhar indicadores. Várias companhias usam a engenharia da manutenção, melhorando cada vez seu controle sobre equipamentos da planta, realizando levantamento sobre histórico de equipamentos que irá permitir uma análise e estudos de melhoria para projetos futuros.

### 3. GERADORES SÍNCRONOS SEM ESCOVAS (BRUSHLESS)

Os motores síncronos são usados com frequência em indústrias e aplicações que exigem alto torque. Uma máquina síncrona opera com uma velocidade de rotação sincronizada com a frequência da tensão elétrica, ou seja, tem-se um sincronismo entre o campo girante e o estator.

O motor síncrono é constituído por três partes fundamentais: rotor, estator e sistema de excitação.

**Estator-** O estator é a parte estática de uma máquina síncrona, constituído por chapas laminadas e isolada entre si, por material dielétrico (poliéster) e com enrolamentos de fios circulares.

1) Carcaça: é a estrutura que suporta o conjunto, construído por aço e resistente a corrosão;

2) Núcleo de chapas: as chapas são de aços magnéticos;

3) Enrolamento: três conjuntos iguais de bobinas, uma para cada fase, ligando-se a rede de alimentação.

**Rotor-** O rotor acomoda o enrolamento de campo, cujos polos são formados por pacotes de chapas. Uma gaiola de amortecimento também é montada no rotor para compensação nos serviços em paralelo e variações de carga.

#### 3.1 Princípios básicos de funcionamento gerador sem escovas (*brushless*) com excitatriz principal e excitatriz auxiliar

Os geradores síncronos são as mais importantes máquinas de geração elétrica. Recebe esse nome porque a frequência da corrente elétrica gerada está diretamente

relacionada (sincronizada) com a frequência de rotação do motor. O gerador síncrono tem as mesmas características e princípios de funcionamento de um motor síncrono, tendo capacidade de funcionar a velocidade constante, independentemente da carga que atua sobre eles (MATHEW, 2014) e com a velocidade de rotação do eixo sendo a mesma da velocidade de rotação do campo magnético girante. Para entender o funcionamento de um gerador com excitação sem escovas (*brushless*), é necessário saber que todos os geradores independentemente do tamanho, dependem da ação de uma bobina cortando um campo magnético, desde que haja esse movimento entre bobinas e campo, será gerada uma tensão.

Nesses geradores sem escovas, a alimentação corrente contínua (cc) obtida no rotor do gerador principal, dar-se-á somente por indução magnética. Por este motivo, o gerador precisa da excitatriz principal. A excitatriz principal é um gerador trifásico de polos salientes, onde seu rotor (armadura) está montado sobre o eixo da máquina principal (MANUAL WEG DT-5) e deles saem dois fios para os retificadores girantes. O estator da excitatriz está fixado próximo a tampa traseira do gerador.

**Vantagens-** A principal vantagem desse tipo de gerador é que ele tem a ausência de escova, ou seja, não precisa de manutenções periódicas no conjunto de escovas e porta escovas, pode ser utilizado em cargas sensíveis e de telecomunicação, pelo fato de não ter as interferências que os contatos das escovas geram e também pode ser utilizado em atmosferas explosivas por não ter o faiscamento das escovas (MANUAL WEG DT-5).

Sua característica de sincronismo da velocidade do rotor e do campo girante, ocasionando que a frequência da corrente alternada permaneça fixa, independente da carga que o gerador está alimentando, dando uma maior estabilidade de frequência e tensão.

Outra vantagem está ligada a eficiência em grande escala se comparada ao gerador de indução, devido a um melhor fator de potência, pois os geradores de indução necessitam de banco de capacitores para fornecer corrente de magnetização, que em grande escala, aumenta significativamente o custo (STROSKI, 2019).

**Desvantagens-** Sua principal desvantagem é a necessidade de uma fonte de corrente contínua ligada ao seu rotor, a menos que esse seja de ímãs permanentes que são usados somente em baixa potência devido a carência de matérias para construção de ímãs fortes para o rotor. Outra desvantagem é que os geradores

assíncronos tem sua construção mais simples e robusta e a ausência de contatos mecânicos no rotor, reduz manutenções por desgastes.

**Aspectos elétricos** - Apresentamos abaixo os principais testes para verificação e solução de problemas elétricos em um gerador ou motor. Os procedimentos aqui descritos são baseados com procedimentos realizados nos manuais da WEG S.A, o manual utilizado foi o DT-6. A WEG S.A, é uma marca multinacional brasileira com fábricas em mais de 12 países e com fabricação anuais de 16 milhões de motores especializada na fabricação e manutenção. Exemplos de testes:

- Surge test, Teste de corrente em vazio , Resistência de isolamento, Índice de polarização e índice de absorção, Medição de resistência ôhmica.

#### **4. METODOLOGIA**

Esse artigo estuda e apresenta definições de manutenção de uma forma sucinta, objetiva e de fácil entendimento, mostrando os benefícios de uma manutenção bem feita e sincronizada para uma indústria que opera com um gerador, melhorando o rendimento da empresa. Como metodologia, utilizou-se fonte de pesquisas retiradas da internet e referências bibliográficas de livros, que tem como tema principal a manutenção, e também foram utilizadas algumas normas, entre elas: a norma NBR 5462 de novembro de 1994, que trata a respeito dos principais conceitos e terminologias que rodeiam a confiabilidade e manutenibilidade. Foram também utilizados relatórios dos anos de 2018 e 2020, fornecidos por uma usina de cana de açúcar da região do estado do Goiás, próximo a Caçu, para que se fizesse uma comparação entre os dados fornecidos dos dois anos, mostrando como funciona o planejamento de manutenções e quais as principais falhas que ocorrem no gerador.

#### **5. ANÁLISE E RESULTADOS**

Como metodologia, utiliza-se a comparação entre testes e ensaios elétricos realizados em um mesmo gerador. Este situado em uma empresa no estado de Goiás, próxima a cidade de Caçu. A indústria produz energia elétrica através da queima do bagaço da cana de açúcar em uma geração termoelétrica - o gerador WEG, 62.500 KVA, 13800 V com 04 polos. Nestes relatórios são descritos os principais testes e

ensaios elétricos realizados em um gerador. Esses testes estão presentes em manutenções preventivas, pois sua função é exatamente prever alguma possível falha elétrica no gerador. A comparação e conhecimentos de tais formas de manutenção elétrica se faz imprescindível para essa indústria que utiliza o gerador como forma de fornecimento de energia elétrica. São comparados quatro testes elétricos: resistência de isolamento, índice de absorção e índice de polarização, surge *test* e medição de resistência ôhmica. O teste de tensão aplicada não será analisado pois, não é considerado uma manutenção comum já que degrada a isolação.

**Figura 1**– Dados sobre o gerador analisado.

**DADOS DO EQUIPAMENTO:**

Fabricante:	WEG	
Potência:	62500 KVA	
Tensão:	13800V	
Corrente:	2615 A	
Nº Pólos:	04	
Classe de isolamento:	F	
Rotação	1800 rpm	
Ano de fabricação:	05/09	
Numero de serie	1003955646	
<b>Gerador Síncrono</b>		

Fonte: Relatórios.

**TESTE 1 – RESISTENCIA DE ISOLAMENTO**

Este ensaio é realizado logo no início dos ensaios e testes para o fim de determinar se o isolamento está em condições de suportar a tensão nominal ou de serviço, além de indicar se o isolamento pode ser submetido a ensaios de alto potencial (tensões superiores à nominal). Caso seja notado alguma irregularidade em relação aos índices aceitos pela tabela 1, há urgência em observar a necessidade de secagem ou limpeza antes do retorno à operação. Nos dois anos que são analisados, os valores são referidos a recomendações 40° C.

**TESTE 2 – ÍNDICE DE ABSORÇÃO E ÍNDICE DE POLARIZAÇÃO**

Uma vez realizado o ensaio de resistência de isolamento e constatado uma tendência de redução do valor ao longo do tempo, ou ainda tenha alguma dúvida da

real condição do bobinado como um complemento de avaliação, utiliza-se o ensaio de índice de absorção e índice de polarização, os quais estão ligados diretamente pela umidade e contaminação do enrolamento. Índice de absorção é o quociente entre o valor da resistência medida ao final de 1 minuto e o valor da resistência em 30 segundos e o Índice de polarização é o quociente entre o valor da resistência medida no final de 10 minutos e o valor ao final de 1 minuto. Esse ensaio analisa o comportamento das correntes de polarização no interior do isolante.

## RESULTADOS DOS TESTES 1 E 2 OBTIDOS DO RELATÓRIO 21/12/2018:

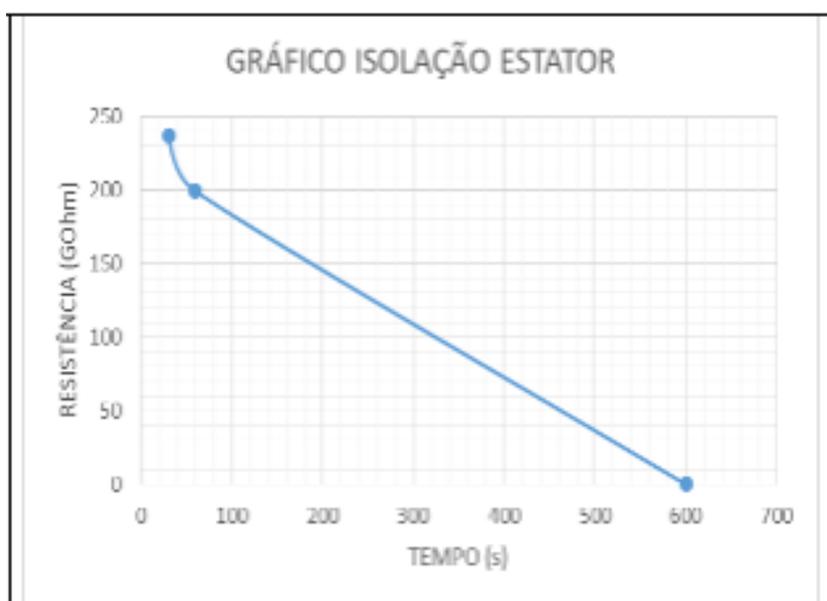
1) Estator Tensão: 5000 V por fase      10000 V    fechado em estrela

**Tabela 1** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento do estator 2018.

Tempo (s)	U x (V + W + terra)	V x (U +W+ terra)	Wx (U + V + terra)	(U +V+ W )x terra
30	92,7 G Ω	78,3 G Ω	87,3 G Ω	237,0 G Ω
60	81,6 G Ω	75,9 G Ω	76,0 G Ω	199,0 G Ω
600	76,7 G Ω	69,1 G Ω	72,2 G Ω	197,1 G Ω
IA	0,88	0,97	0,87	0,84
IP	0,94	0,91	0,95	0,99

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

**Figura 2-** Gráfico evolutivo da resistência – Estator (U + V +W) x terra 2018.



Fonte: Relatório 21/12/2018.

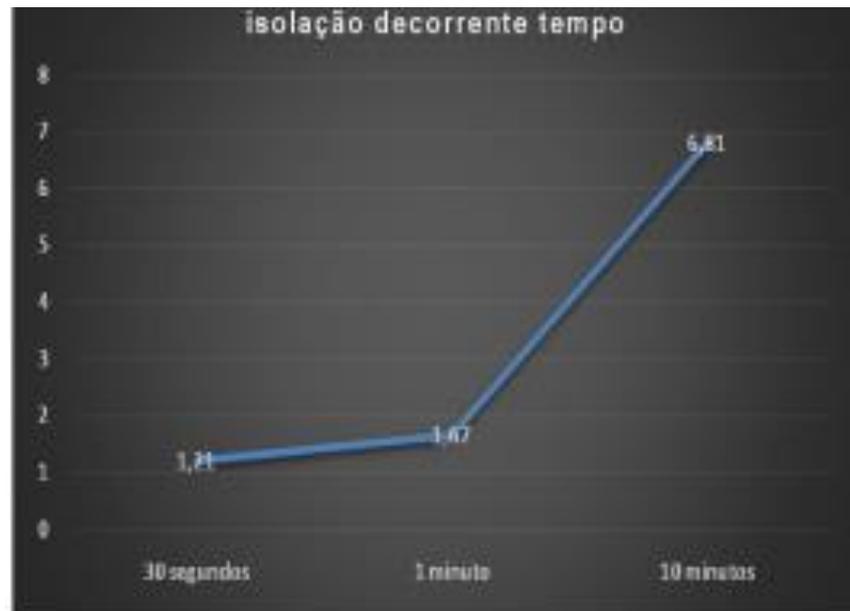
## 2) Rotor Tensão aplicada: 500v

**Tabela 2** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização do rotor 2018.

Tempo (s)	Rotor x terra
30	1,21 GΩ
60	1,67 GΩ
600	6,81 GΩ
IA	1,38
IP	4,06

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

**Figura 3** - Gráfico evolutivo da resistência - Rotor 2018.



Fonte: Relatório 21/12/2018.

## 3) Estator Excitatriz -Tensão : 500 V

**Tabela 3** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização do estator excitatriz 2018

Tempo (s)	(F1/F2) x terra
30	67,3 GΩ
60	92,0 GΩ
600	178,0 GΩ
IA	1,36
IP	1,94

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

**Figura 4** - Gráfico evolutivo da resistência - Estator Excitatriz 2018.



Fonte: Relatório 21/12/2018.

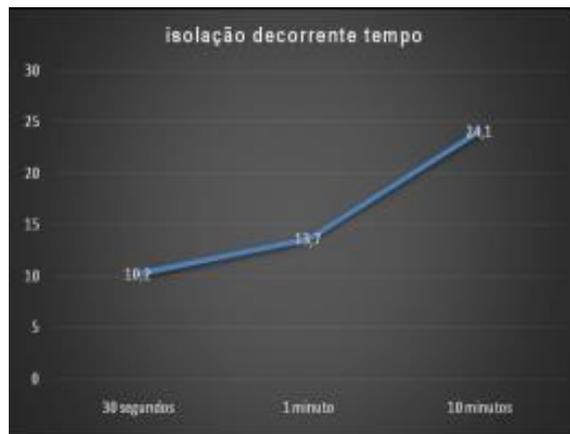
4) Rotor da excitatriz-Tensão : 500 V

**Tabela 4** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização do rotor excitatriz 2018.

Tempo (s)	$(R_{1/2} + S_{1/2} + T_{1/2}) \times \text{terra}$
30	10,2 GΩ
60	13,7 GΩ
600	24,1 GΩ
IA	1,34
IP	1,75

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

**Figura 5** - Gráfico evolutivo da resistência - Rotor da excitatriz 2018.



Fonte: Relatório 21/12/2018.

5) PMG- Tensão : 500 V

**Tabela 5** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização PMG 2018.

Tempo (s)	$(R_{1/2} + S_{1/2} + T_{1/2}) \times \text{terra}$
30	21,5 GΩ
60	13,7 GΩ
600	24,1 GΩ
IA	1,34
IP	1,75

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

**Figura 6** - Gráfico evolutivo da resistência - PMG 2018.



Fonte: Relatório 21/12/2018.

**RESULTADOS DOS TESTES 1 E 2 OBTIDOS A PARTIR DO RELATÓRIO DE 06/02/2020:**

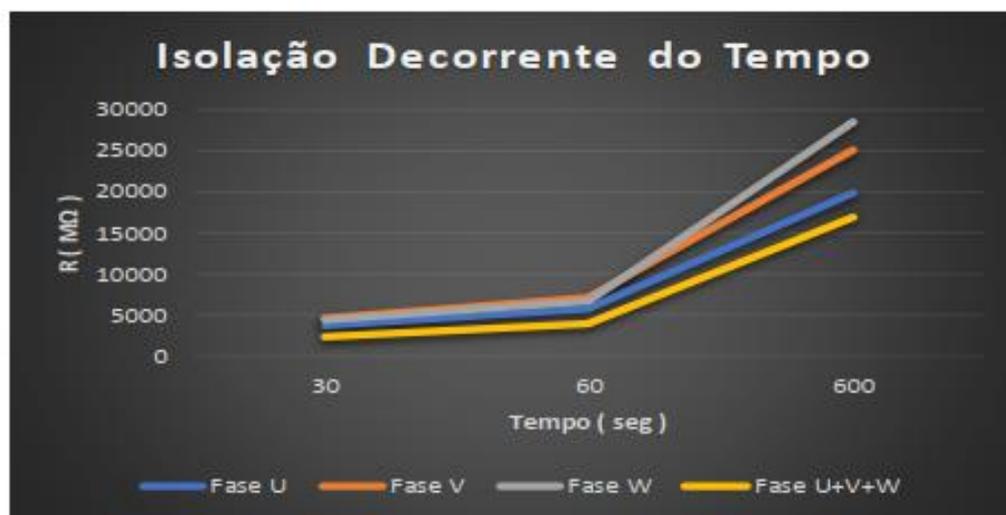
1) Estator-Tensão aplicada : 5000 v-UR: 55 %

**Tabela 6** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização do estator 2020.

Tempo (s)	U x (V + W + terra)	V x (U + W + terra)	W x (U + V + terra)	(U + V + W ) x terra
30	3796 M Ω	4757 MΩ	4492 MΩ	2524 MΩ
60	5757 MΩ	7221 MΩ	6758 MΩ	3982 MΩ
600	19875 MΩ	25175 MΩ	28488 MΩ	16984 MΩ
IA	1,52	1,52	1,5	1,58
IP	3,45	3,49	4,22	4,24

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

**Figura 7 - Gráfico** evolutivo da resistência – Estator 2020.



Fonte: Relatório 06/02/2020

## 2) Rotor -Tensão aplicada: 500v

**Tabela 7** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização do rotor 2020.

Tempo (s)	Rotor x terra
30	4638 MΩ
60	7851 MΩ
600	33054 MΩ
IA	1,69
IP	4,21

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

**Figura 8** - Gráfico evolutivo da resistência - Rotor 2020.



**Fonte:** Relatório 06/02/2020

### 3) Estator Excitatriz -Tensão : 500 V

**Tabela 8** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização do estator excitatriz 2020.

Tempo (s)	(F1/F2) x terra
30	33647 MΩ
60	52780 MΩ
600	133270 MΩ
IA	1,57
IP	2,53

**Fonte:** Adaptada do relatório 06/02/2020.

**Figura 9** - Gráfico evolutivo da resistência - Estator Excitatriz 2020.



**Fonte:** Relatório 06/02/2020

4) Rotor da excitatriz-Tensão : 500 V

**Tabela 9** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização do rotor excitatriz 2020.

Tempo (s)	$(R_{1/2} + S_{1/2} + T_{1/2}) \times \text{terra}$
30	18803 MΩ
60	29689 MΩ
600	122054 MΩ
IA	1,58
IP	4,11

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

Figura 10 - Gráfico evolutivo da resistência - Rotor da excitatriz 2020.



Fonte: Relatório 06/02/2020.

5) PMG-Tensão: 500 V

**Tabela 10** - Resultados obtidos na medição de resistência de isolamento e teste de índice de absorção e índice de polarização PMG 2020.

Tempo (s)	$(R_{1/2} + S_{1/2} + T_{1/2}) \times \text{terra}$
30	98963 MΩ
60	138548 MΩ
600	277097 MΩ
IA	1,40
IP	2,00

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

**Figura 11** - Gráfico evolutivo da resistência - PMG 2020.



**Fonte:** Relatório 06/02/2020.

### **COMPARATIVO ENTRE OS RELATÓRIOS TESTE 1**

Como pode ser observado, nos dois anos de comparação o ensaio de resistência de isolamento e o teste de índice de absorção e índice de polarização, apesar que no segundo ano possa ter ocorrido uma queda no valor da resistência de isolamento em relação ao primeiro ano, os relatórios comprovam que a máquina em questão apresenta valores de resistência altos, o que indica que a avaliação da resistência de isolamento é excelente e de acordo com a norma vigente IEE43-2000, o valor de isolação que em todas as medições está acima de 1000 MΩ dentro do recomentado, sendo assim a máquina está apta para operação.

### **COMPARATIVO ENTRE OS RELATÓRIOS TESTE 2**

Uma vez realizado o teste de resistência de isolamento, foi constatado uma tendência de redução ao longo do tempo, surgindo a dúvida sobre a real condição do bobinado. Comparando o resultado dos testes, pode-se notar que de fato houve algumas mudanças. No relatório de 2020, o índice de absorção e polarização no bobinado do estator do gerador está com valores mais altos, isso implica em uma melhora na condição do isolamento. Essa melhora está relacionada com a umidade dentro do bobinado ou contaminação. Já no rotor do gerador, nota-se uma diminuição dos dois índices. Portanto deve ser estudado os procedimentos que devem ser realizados, por exemplo, uma secagem no bobinado. Porém, nos dois anos os índices estão aceitáveis para um bom desempenho do gerador.

### TESTE 3 – SURGE TEST

Este teste é capaz de identificar defeitos nas bobinas do estator. É considerado o teste mais completo na avaliação de qualidade de bobinas elétricas. Com base na análise destas formas de onda, tem-se a confirmação ou não da presença de curtos parciais ou firmes entre espiras, entre bobinas, entre fases. É considerado um ensaio não destrutivo.

### RESULTADO OBTIDO SURGE TEST A PARTIR DO RELATÓRIO DE 21/12/2018:

**Figura 12**– Resultado obtido no surge test 2018.



**Fonte:** Relatório 21/12/2018v8.

**Tabela 11** - Taxa de área de erro.

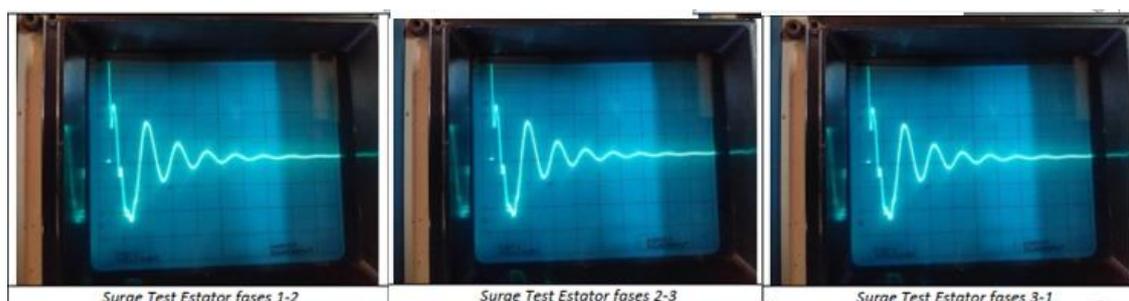
Fase	Diferença
U	1%
V	29%
W	28%

**Fonte:** Adaptado relatório 21/12/2018

Como pode ser observada na figura 12, para análise dos resultados, as formas de ondas já plotadas com as três fases uma sobre a outra, assim pode-se ver se há alguma bobina em curto.

### RESULTADO OBTIDO SURGE TEST A PARTIR DO RELATÓRIO DE 06/02/2020:

**Figura 13** – Resultado obtido no surge test 2020.



**Fonte:** Relatório 06/02/2020.

### COMPARATIVO ENTRE OS RELATÓRIOS TESTE 3

Conforme foi observado nos dados dos dois anos de comparação, teve-se uma pequena diferenciação em relação aos dados. No ano de 2018, o ensaio no gerador foi irregular de um modo geral. Como pode ser observado, a onda de geração das três fases está desalinhada, com uma diferença acima de 10 %. Usualmente é utilizada como padrão aceitável, mostrando uma onda parecida com um curto entre espiras. Contudo, a empresa que elaborou o relatório aceitou os parâmetros considerando que a variação tenha se dado devido ao rotor estar inserido no estator e provocando interferências. Recomendou, então, que um novo teste fosse feito, porém com o rotor desmontado ou que fossem feitos testes avançados para uma avaliação mais precisa. Já o ano de 2020, o resultado do surge test foi ideal como pode-se ver nas três fases. Elas estão totalmente alinhadas caracterizando que as fases encontram-se sem anormalidades.

### TESTE 4 – MEDIÇÃO DE RESISTENCIA ÔHMICA

Neste quarto e último teste, foi verificado a medição de resistência ôhmica dos enrolamentos a fim de detectar alguma falha no bobinado. Na medição de resistência ôhmica, a temperatura influencia, portanto deve ser realizado com temperatura ambiente.

#### RESULTADO OBTIDO NO TESTE DE MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA ÔHMICA A PARTIR DO RELATÓRIO DE 21/12/2018:

Temperatura ambiente:	33° C
Temperatura do enrolamento:	40° C
Umidade relativa do ar:	55 %

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

#### 1) Estator

U1 – U2	V1 – V2	W1 – W2
11,65 m Ω	11,52 m Ω	11,36 m Ω

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

#### 2) Rotor

T1	848,8 mΩ
----	----------

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

### 3) Estator da excitatriz

F1 – F2	6,856 $\Omega$
---------	----------------

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018

### 4) Rotor da excitatriz

Enrolamento	R – S	S – T	R – T
E1	23,48 m $\Omega$	24,21m $\Omega$	23,76 m $\Omega$

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

### 5) PMG

Enrolamento	1-2	2-3	1-3
E1	78,45 m $\Omega$	79,56 m $\Omega$	79,56 m $\Omega$

Fonte: Adaptada do relatório 21/12/2018.

## RESULTADO OBTIDO NO TESTE DE MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA ÔHMICA A PARTIR DO RELATÓRIO DE 06/02/2020

Temperatura ambiente:	36°C
Temperatura do enrolamento:	40°C
Umidade relativa do ar:	52%

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020

### 1) Estator

U1 – U2	V1 – V2	W1 – W2
37,05 m $\Omega$	37,98 m $\Omega$	36,63 m $\Omega$

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020

### 2) Rotor

T1	866,0 m $\Omega$
----	------------------

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

### 3) Estator excitatriz

F1 – F2	4,102 $\Omega$
---------	----------------

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

### 4) Rotor excitatriz

Enrolamento	R – S	S – T	R – T
E1	15,0 m $\Omega$	14,7 m $\Omega$	14,0 m $\Omega$

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

## 5) PMG

Enrolamento	1-2	2-3	1-3
E1	65,4 mΩ	65,0 mΩ	64,5 mΩ

Fonte: Adaptada do relatório 06/02/2020.

### Comparativo entre os relatórios teste 4

Conforme pode ser analisado, com o confronto de dados de dois anos, teve-se um aumento no desequilíbrio entre as fases do estator, porém o desequilíbrio não foi superior a 3 %. Conclui-se que as bobinas do gerador não apresentam nenhum ponto de contaminação ou sujidade e está em ótimas condições para uso.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente artigo possibilitou demonstrar as manutenções em um gerador síncrono sem escovas usados em uma indústria com geração termoelétrica. Usando os resultados obtidos nos relatórios das manutenções preventivas ligados a aspectos elétricos, conseguiu-se demonstrar quais são as principais manutenções relacionadas à parte elétrica desta máquina. O material desenvolvido ao final deste artigo demonstrou relevância, visto que não existe ainda muitas fontes de pesquisa no assunto específico sobre o conhecimento de quais procedimentos são utilizados na manutenção preventiva.

Com a comparação entre os relatórios fornecidos pela empresa de açúcar e álcool, conseguiu-se uma analogia dos dados bem distintos de um ano a outro, mostrando que a manutenção deve seguir uma linha constante de inspeções e montagem de banco de dados e de resultados.

Também foi possível observar possíveis falhas apontadas por estes testes elétricos realizados periodicamente, mostrando possíveis soluções para eliminar indesejáveis alterações.

Com foco em um dos objetivos propostos, ao comparar os dois anos de relatórios de uma máquina em específico, foi possível notar algumas diferenças em dados dos testes realizados, constatando assim que a manutenção preventiva periódica é fundamental para o adequado funcionamento do equipamento Gerador, trazendo confiabilidade e segurança a ele, bem como benefícios à empresa, tais como redução de custos e eliminação de paradas imprevistas.

Considerando os resultados obtidos com a pesquisa, bem como a existência de lacunas de informações e dados a respeito do tema “manutenção elétrica preventiva”, acredita-se que há uma gama de oportunidades de pesquisas a respeito dos aspectos elétricos com aprofundamento somente na resistência de isolamento que é usada em todos os motores elétricos, dos mais simples ao mais complexos, demonstrando sua importância dentro da manutenção preventiva.

Com o desenvolvimento deste artigo foi possível verificar que todo equipamento necessita de uma manutenção preventiva, portanto deve-se buscar uma evolução a cada testes de aspecto elétrico, em que se possa identificar com facilidade onde se encontra um provável defeito e degradação do equipamento através de técnicas de análise elaboradas com base nos resultados dos testes, e com isso se consiga reduzir ao mínimo a manutenção corretiva.

## REFERÊNCIAS

GAIANO, Daniel Zanetti. Redução de perdas de O.E.E e número de quebras em máquinas através de planejamento em engenharia de manutenção. 2007. Modelo de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Disponível em: <[http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-05042010-111946/publico/Gaino\\_Daniel\\_Zanetti.pdf](http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-05042010-111946/publico/Gaino_Daniel_Zanetti.pdf)> Acesso em: 16/09/2020.

MATHEW, Sabin. **Trabalho do motor síncrono**. 2014. Disponível em: <<https://www.learnengineering.org/working-of-synchronous-motor.html>>. Acesso em 28 de novembro 2020.

MORAES, P.H.A. **Manutenção Produtiva Total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. 2004. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional). Disponível em: <[http://www.ppga.com.br/mestrado/2003/moraes-paulo\\_henrique\\_de\\_almeida.pdf](http://www.ppga.com.br/mestrado/2003/moraes-paulo_henrique_de_almeida.pdf)>. Acesso em 11/10/2020.

PATI, Camila. **Estes engenheiros são mais procurados agora. E a carreira em longo prazo?** Revista Exame. 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/carreira/estes-engenheiros-sao-mais-procurados-agora-e-a-carreira-em-longo-prazo/> . Acesso em 28 de novembro 2020.

OLIVEIRA, Edyones Barros et al. Implantação de um novo layout de uma linha de montagem de motocicletas estruturado a partir da metodologia MASP e ferramentas Lean Manufacturing. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 37002-37024, 2021.

PATI, Camila. **Estes engenheiros são mais procurados agora. E a carreira em longo prazo?** Revista Exame. 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/carreira/estes-engenheiros-sao-mais-procurados-agora-e-a-carreira-em-longo-prazo/> . Acesso em 28. Agosto. 2019.

PAIXÃO, Joelson Lopes da; JUNIOR; José Oizimas e RODRIGUES, Mauro Fonseca. Estudo de Operação Ilhada de uma PCH com Checagem de Sincronismo Remoto através da Técnica de PLL. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, jan. 2021.

SOUZA, S. R. O.; DA LUZ, I. B. Proposta de redução de custo com avarias no tanque de combustível da motocicleta: um estudo de caso em uma empresa do Polo de Duas Rodas de Manaus. In1 Encontro de trabalhos científicos das Engenharias Mecânica e Produção

UNINORTE, 2018, Manaus. **Anais eletrônicos**, Manaus: UNINORTE/ LAUREATE. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos>. Acesso em 18 de setembro de 2020.

STROSKI, Pedro Ney. **Geradores assíncronos X síncronos**. 2019. Disponível em: <<https://www.electricalibrary.com/2019/11/02/geradores-assincrono-x-sincrono/>> . Acesso em: 13/11/2020.

WEG - Equipamentos Elétricos S/A. **DT-5 Características e especificações de geradores**. Disponível em: < <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h68/h68/WEG-curso-dt5-caracter-sticas-e-especifica-o-de-geradores-artigo-tecnico-portugues.pdf> >. Acesso em: 11/10/2020.

## CAPÍTULO 03

### APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DE BAIXO CUSTO VOLTADAS PARA SAÚDE

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Beatriz Vieira dos Santos**

Formação: Bacharelada em Engenharia Elétrica-(UEMG)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: beatrizvieiras12@gmail.com

#### **Thaissa Borges Dutra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Elétrica-(UEMG)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: thaissaborges28@gmail.com

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

#### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba –MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia -MG  
E-mail: julialambertduraes@gmail.com

### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: rildo.almeida@uemg.br

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: lucasderosa23@gmail.com

**RESUMO:** O tema deste artigo descreve as aplicações tecnológicas de baixo custo voltadas para a saúde implementada pelos conceitos da Internet das Coisas (IOT) e associado aos avanços eletrônicos dos sistemas embarcados. O objetivo foi estudar os princípios básicos que envolvem processos de tecnologias de baixo custo aplicados à saúde e desenvolver um protótipo associado a um aplicativo de smartphone para fazer demonstração da captação dos sinais vitais do corpo humano. O avanço tecnológico cresceu de forma exponencial em todas as áreas do conhecimento. A velocidade com que ocorreu o processo de automatização resultou na grande demanda de produtos e serviços que de alguma forma refletiu diretamente na qualidade de vida da população. Para o alcance do objetivo a metodologia utilizada foi a escrita do referencial teórico dos conceitos empregados no artigo e dos materiais utilizados na confecção do protótipo, preparação do protótipo bem como programação do mesmo. Nos resultados e discussão podemos falar que protótipo desenvolvido funcionou de maneira eficiente, conseguindo captar sinais e frequências do corpo humano, provando que pequenos dispositivos eletrônicos podem ser programados para realizar tarefas ligadas a prevenção e manutenção da saúde dos seres vivos. Assim concluímos que mesmo jogando 100 % do valor que foi gasto no protótipo para seu aperfeiçoamento, o valor final não se aproxima com os Eletrocardiograma mais baratos disponíveis no mercado.

**PALAVRA-CHAVE:** Internet das Coisas; Tecnologia de baixo custo; Avanço da tecnologia na área da saúde.

**ABSTRACT:** The theme of this article describes the low-cost technological applications focused on health implemented by the concepts of the Internet of Things (IOT) and associated with the electronic advances of embedded systems. The objective was to study the basic principles that involve processes of low-cost technologies applied to health and develop a prototype associated with a smartphone application to demonstrate the capture of vital signs of the human body. Technological advancement has grown exponentially in all areas of knowledge. The speed with which the automation process occurred resulted in the great demand for products and services that somehow reflected directly on the quality of life of the population. To achieve the objective, the methodology used was the writing of the theoretical framework of the concepts used in the article and the materials used in the preparation of the prototype, preparation of the prototype as well as programming of the same. In the results and discussion we can talk about which prototype developed worked efficiently, managing to capture signals and frequency of the human body, proving that small electronic devices can be programmed to perform tasks related to the prevention and maintenance of the health of living beings. Thus, we conclude that even playing 100 % of the amount that was spent on the prototype for its improvement, the final value is not close to the cheapest Electrocardiogram available on the market.

**KEYWORD:** Internet of Things; Low-cost technology; Advancement of technology in the health area.

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem auxiliado no desenvolvimento de dispositivos com menor custo e maior capacidade de processamento, o que propicia a combinação da tecnologia com a área de saúde e bem-estar do corpo humano. A automação de processos e a robótica vêm crescendo de forma exponencial nas aplicações da medicina.

A primeira vez em que foi utilizado um robô, foi em 1985, quando o robô PUMA 560, foi utilizado durante a realização de uma biópsia no cérebro para guiar a agulha. Em 1988, o PROBOT, desenvolvido no Colégio imperial de Londres, foi usado para realizar uma operação de próstata. Em 1992, o ROBODOC, da empresa "Sistemas cirúrgicos integrados", para esculpir com precisão encaixes em um fêmur durante uma operação para instalação de uma prótese de quadril. Antes da Intuitive ser a referência no mercado mundial, a Computer Motion (empresa não mais em atividade) desenvolveu o AESOP 1000, utilizado com uma central de comando, conjunto denominado ZEUS, foi o primeiro sistema robótica utilizado para cirurgias transcontinentais, onde o cirurgião Michel Gagner (em Nova Iorque) operou o robô Zeus em Estrasburgo, na França. Um grande avanço foi dado pela necessidade das Forças Armadas norte-americanas para fazerem cirurgias a distância na década de 1990, com expectativa de ter braços robóticos em hospitais próximos aos fronts, enquanto nos EUA ou em outra parte do mundo, o cirurgião principal, atuando num joystick, faria o procedimento, transmitidos por internet, esses dados iriam até o robô no campo de batalha, porém projeto não foi adiante, devido às limitações na velocidade de transmissão de dados e à impossibilidade de operar no campo de batalha sem que houvesse alguém que mexesse no robô in loco. (WIKIPEDIA, 2021)

O dispositivo eletrônico Arduino, é utilizado na programação de projetos na área de robótica, automação residencial, medicina, entre outros. A utilização do dispositivo programável Arduino em equipamento para a medicina vai muito além de pernas e braços robóticos, mas também projetos que envolvem o coração, a saúde e o bem-estar das pessoas.

Neste contexto o objetivo geral consiste em estudar os princípios básicos que envolvem processos de tecnologias de baixo custo aplicados à saúde, com os objetivos específicos de realizar um estudo nos conceitos, desenvolvendo o um protótipo e relacionando os conhecimentos adquirido no curso de engenharia elétrica.

A metodologia utilizada foi um estudo bibliográfico, bem como testes realizados em equipamentos. Os resultados alcançados nortearam em realizar testes de aplicações tecnológicas de baixo custo voltadas para a saúde implementada pelos conceitos da Internet das Coisas (IoT). No desenvolvimento do protótipo foi utilizado conceitos da IoT o Blynk, aplicativo que controla remotamente um hardware

programável e reporta os dados desse hardware ao aplicativo. O app foi configurado a partir da plataforma IDE do Arduino para programar a placa NodeMCU ESP8266. No final o protótipo desenvolvido funcionou de maneira eficiente provando que o Módulo ECG AD8232 e placa NodeMCU ESP8266 depois de programada é capaz de captar os sinais do corpo dos seres vivos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Inteligência Artificial**

Inteligência artificial (IA) é “uma máquina que pode fazer aquilo que achamos ser uma exclusividade do gênero humano: pensar e agir racionalmente, executando tarefas para as quais se supõe que a inteligência seja necessária” (TEXEIRA, 2019, p. 01). Para Lobo (2017, p188), “Inteligência Artificial (IA) é um ramo da Ciência da computação que se propõe a desenvolver sistemas que simulem a capacidade humana de percepção de um problema, identificando seus componentes”.

As ideias da inteligência artificial surgiram muito antes da própria tecnologia durante a Segunda Guerra Mundial com o surgimento da informatização. Isso ficou evidente em 1943, nos trabalhos desenvolvidos por Warren Mcculloch e Waltter Pittis, em que descrevem sobre redes neurais, estruturas de raciocínio artificiais em forma de modelo matemático que imita nosso sistema nervoso. Outro trabalho importante foi em 1950, desenvolvido por Claude Channon, no campo da Ciências da Computação, no qual, descreveu sobre como programar uma máquina para jogar xadrez utilizando cálculos de oposição simples. Em 1950, Alan Turing desenvolveu uma forma de avaliar se uma máquina consegue se passar por um humano em uma comunicação por escrito, que a mesma é lida por um avaliador. Essa pesquisa, ficou conhecida como teste de Turing originalmente conhecido como jogo da imitação.

Na contemporaneidade, essas pesquisas são desenvolvidas em vários campos do conhecimento humano: linguística, psicologia, filosofia, ciência da computação etc. O que os reúne é, entretanto, uma característica comum: a ideia de que é possível criar “máquinas pensantes” e que o caminho para isso é o estudo e a elaboração de sofisticados programas de computador (TEXEIRA, 2019, p. 01).

Segundo Russel (2004), denominamos homens sábios devidos as nossas capacidades mentais serem importantes para nós, mas sempre tentamos entender

como podemos perceber, compreender, prever e manipular um mundo tão grande e tão complicado que nós mesmos, o campo da inteligência artificial, ou IA, vai ainda mais além, ele tenta não apenas compreender, mas também constituir entidades inteligentes.

Segundo Russel (2004), a IA abrange uma enorme variedade de subcampos, desde áreas mais simples de uso geral, como aprendizado e percepção, até tarefas específicas como jogos de xadrez, demonstração de teoremas matemáticos, criação de poesia e diagnósticos de doenças. A IA sistematiza e automatiza tarefas intelectuais e, portanto, é potencialmente relevante para qualquer esfera da atividade intelectual humana. Nesse sentido, ela é verdadeiramente um campo universal.

## 2.2 Internet das coisas

A Internet das Coisas do inglês Internet of Things (IoT), consiste em uma rede grande que conecta equipamentos, dispositivos e pessoas por meio da internet (SANTOS et al., 2016). Para Massola e Pinto (2018, p.127), Internet das Coisas pode ser definida como “um novo mundo em que os objetos estarão conectados e passarão a realizar tarefas sem a interferência humana”. Partindo desse conceito, é necessário frisar de como surgiu a internet com intuito de tentar esclarecer aspectos importantes sobre a Internet das Coisas.

A internet é uma rede que liga pessoas a dados armazenados que surgiu na Arpanet na década de 50. A Advanced Research Projects Agency Network (Arpanet) se trata de uma rede de militares dos Estados Unidos, que interligava redes das universidades e centros de pesquisas (CARVALHO, 2006). Na época, a rede ligava apenas computadores de pequeno e médio porte, que permitia os pesquisadores de cada universidade que compartilhassem processamentos dos seus equipamentos. Com o tempo várias redes foram se interligando, se tornando até chegar à rede atual mundial que temos acesso.

Os diversos avanços das tecnologias, contudo, não só computadores convencionais estão conectados à grande rede, como também uma grande variedade de equipamentos eletrônicos.

De acordo com De Jesus (2021) a tecnologia aproxima a ciência exata apresentada dentro da sala de aula e a realidade vivencial do aluno, tornando possível

na prática a programação de dispositivos que envolve conceitos de engenharias, cujo objetivo é resolver problemas rotineiros de nosso cotidiano.

Dentre os principais equipamentos, tem os computadores pessoais, equipamentos comerciais eletrônicos, as redes sociais, automóveis, smartphones, entre outros. Em uma escala mais ampla, a IoT pode ser aplicada a redes de transportes, cidades inteligentes, na prestação de serviços para melhorar a eficiência no nosso dia a dia (SANTOS *et al.*, 2016).

No atual cenário em que vivemos, podemos observar que ocorre uma grande produção de dados e informações produzidos por um processo ou atividade, onde que entra a necessidade de sistemas automatizados para que as empresas e pessoas consigam armazenar, rastrear, analisar e organizar a enorme quantidade de dados que são gerados (SANTOS *et al.*, 2016).

Nesse sentido, vale ressaltar que, para melhor eficiência de uma cadeia produtiva independente do setor, se torna fundamental o uso de sistemas e equipamentos eletrônicos automatizados. De acordo com Santos *et al.*, (2016, p. 03), “neste novo cenário, a pluralidade é crescente e previsões indicam que mais de 40 bilhões de dispositivos estarão conectados até 2020”. Os autores Santos *et al.*, (2016, p. 05), ainda enfatizam que a “IoT será a nova revolução da tecnologia da informação. Sendo assim, a IoT possivelmente não deve ser entendida como um fim, mas sim um meio de alcançar algo maior como a computação ubíqua”.

### 2.3 Tecnologias na saúde: O futuro da medicina

O campo da saúde é uma grande área que valoriza as inovações tecnológicas que tem o intuito de evitar e diminuir o sofrimento de pacientes com doenças crônicas, além de oferecer um melhor diagnóstico, e conseqüentemente auxiliar em novas soluções de tratamento.

No Brasil, nos deparamos com muitas inovações em saúde e tecnologia. Temas em tecnologia como Telemedicina, Smart Hospitals, Assistência Médica Remota, Self-Care: Wearables, Dispositivos Conectados, Acessórios Clip-on e Plug-in em smartphone, Plataformas e aplicativos específicos para um problema de saúde, Sensores aplicados sobre o corpo, são alguns exemplos dos benefícios das tecnologias e informatização no campo da medicina (YOUNG, 2017; MASSOLA e PINTO, 2018). Esses conjuntos de tecnologias estão dando a nós o recurso de fazer

o monitoramento do nosso corpo do nosso perfil, no qual, são o histórico de doenças tanto na família como do paciente, que podem oferecer um melhor caminho para solucionar doenças e problemas de saúde que poderão surgir ao longo da vida do paciente.

## 2.5 IoT na Medicina

Convivemos em uma sociedade contemporânea em que o estilo de vida saudável é cada vez mais valorizado, principalmente no que desrespeito ao monitoramento e controle da nossa saúde e forma física. Habitualmente, utilizamos tecnologias para ter mais domínio do nosso cotidiano, como por exemplo, o controle da qualidade do sono, das calorias na alimentação, nos exercícios físicos, dos sinais vitais e de outros elementos fisiológicos (MARTINS, 2019).

Dentro deste contexto, entra a medicina, aliada aos conhecimentos Internet das Coisas como forma de atuar principalmente na medicina preventiva, promovendo melhor qualidade de vida e bem-estar aos pacientes, menos custos com medicamentos, consultas e demais procedimentos médicos. “A Internet das Coisas pode contribuir com os profissionais da saúde, com hospitais e centros de saúde, podendo estes, a concentrarem seus esforços e recursos em casos mais sérios e inevitáveis, como o combate ao câncer” (MASSOLA e PINTO, 2018, p.126).

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para desenvolvimento do presente artigo foi dividida em três partes:

**Primeira Etapa:** Consistiu no estudo dos dispositivos eletrônicos empregados na construção do protótipo.

a) **Microcontrolador NodeMCU Esp8266** - É uma plataforma open source da Internet das Coisas que foi criada para facilitar o desenvolvimento de aplicações para o módulo ESP8266 ESP-12. Sua criação ocorreu logo após o lançamento do ESP8266. Em 30 de dezembro de 2013, a empresa Espressif começou a produzir o ESP8266. A produção do NodeMCU começou em 13 outubro de 2014, quando Hong postou o primeiro arquivo do nodemcu-firmware no GitHub. O ESP8266 é uma placa (24mmx16mm) quem contem um microcontrolador de 32 Bits e um chip

de uma fabricante chinesa chamado Espressif, que revolucionou o movimento maker por seu baixo custo e rápida disseminação ou seja são microcontroladores que já possuem tudo que é necessário para se conectar a Internet. Essas placas são como um Arduino com integração Wi-Fi. Por seu tamanho reduzido, poder de processamento e conectividade com a internet, o ESP8266 pode ser utilizado para praticamente qualquer projeto de IoT que necessita um cérebro simples e compacto.

**O ship ESP8266 chegou** a cultura maker em agosto de 2014, com a criação do modelo ESP-01. Esta pequena placa permite que microcontroladores se conectem a uma rede sem fio fazendo conexões TCP/IP. O produto foi lançado inicialmente com quase nenhuma documentação no idioma inglês. Seu sucesso se atribui ao seu preço que foi lançado inicialmente a um valor inferior a 10 dólares, valor semelhante a um microcontrolador sem interface de internet.

No final de outubro de 2014, Espressif lançou um kit de desenvolvimento de software (SDK) que permitiu que o chip fosse programado diretamente, eliminando a necessidade de um microcontrolador. Desde então, foram lançados diversos SDK no site do Espressif. O fabricante mantém duas versões do SDK, um baseado em RTOS e outro em callback. Foi criado também uma iniciativa em código aberto de SDK, armazenado no github a partir de um conjunto de ferramentas GCC. O ESP8266 usa o microcontrolador Cadence Tensilica LX106.

**b) Max30102** - É um modulo de sensores integrado contendo um oxímetro de pulso e monitor da frequência cardíaca. Integra diodos, fotodetector, dispositivo ótico, e circuitos eletrônicos de baixo ruído. Permite a oximetria de pulso completa e frequência cardíaca, fornecendo uma solução completa do sistema para facilitar o processo de design para dispositivos móveis e portáteis. Inclui LEDs internos, fotodetectores, elementos ópticos e eletrônicos de baixo ruído com rejeição da luz ambiente. Também pode ser desligado através de software com corrente de espera zero, permitindo que os trilhos de força permaneçam ligado o tempo todo. Ele é utilizado em dispositivos vestíveis, dispositivos fitness, smartphones e tablets (ELETRODEX, 2021).

O sensor de taxa de batimento cardíaco e oxímetro MAX30102, podemos dizer que é plug-and-play no Arduino. Ele pode ser usado por estudantes, artistas, atletas, desenvolvedores de jogos e desenvolvedores de dispositivos móveis que querem incluir a taxa de batimento cardíaco e oximetria em seus projetos.

Os LEDs internos do sensor podem ser alimentados por uma fonte de 3,3 V, sendo esta rebaixada para 1,8 V para as demais funções do MAX30102. O protocolo de comunicação deve ser feito através de uma interface compatível com o padrão I2C. Dessa forma, o registrador de dados permite que o MAX30102 seja conectado a um microcontrolador ou processador por meio de um barramento compartilhado, onde os dados podem ser lidos continuamente a partir dos registradores. Ou seja, é a partir do MCU que vai ocorrer a configuração dos registradores do MAX30102 para ele operar da forma solicitada pelo programador (PASCOAL, 2020).

**c) Protoboard** - Consiste em uma placa com uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de solda, permitindo com rapidez e segurança desde uma alteração de posição de um determinado componente até sua substituição (CAPSISTEMA,2020).

**d) Módulo ECG AD8232 Monitor Cardíaco** - O AD8232 é um bloco de condicionamento de sinal integrado para aplicações de medição de ECG e monitoramento da frequência cardíaca. Ele é projetado para extrair, amplificar e filtrar pequenos sinais biopotenciais na presença de condições ruidosas, como aquelas criadas por movimento ou posicionamento de eletrodos remotos. Esse design permite que um conversor analógico-digital (ADC) de energia ultra baixa ou um microcontrolador incorporado adquira facilmente o sinal de saída (USINAINFO, 2021).

**e) Eletrodos Utilizados na Aquisição de ECG** – Eletrodos cardíacos são pequenos dispositivos que conectam o paciente ao monitor do aparelho de ECG. Os eletrodos são fundamentais no processo de aquisição do sinal de ECG, uma vez que eles realizam a interface entre o circuito de aquisição e a pele. Eles são importantes porque permitem a aquisição do sinal de forma maximizada reduzindo o ruído e possuem a função de realizar a conversão da corrente iônica em corrente elétrica (CARDOSO, 2010). Há dois tipos de eletrodos podem ser utilizados para aquisição de sinais de ECG, polarizáveis e não-polarizáveis. Os polarizáveis possuem baixa capacitância e baixa quantidade de carga elétrica na interface pele/eletrodo, enquanto os não-polarizáveis possuem elevada concentração de cargas elétricas na interface pele/eletrodo e também elevada capacitância (CARDOSO, 2010).

**f) Fonte Ajustável para Protoboard 3.3V e 5V com Interruptor** - É um dispositivo possibilita a criação de projetos diretamente na protoboard, fornecendo opção de tensões reguladas de 5V ou 3,3V (tensão muito comum usada por outros

componentes). Para maior comodidade, possui como diferencial um interruptor liga/desliga, que retira a necessidade de desligar os cabos durante a operação, contando ainda com um LED indicador de funcionamento. (FILIPEFLOP, 2021).

**g) Fonte de Tensão 9V e 1ª** - Fonte DC Chaveada 9V é uma fonte de tensão que converte tensões AC da rede elétrica 110/220V em uma tensão DC de 9V, podendo fornecer até 1A. Sendo ideal para alimentar as placas Arduino pois se encaixa perfeitamente e tem corrente de saída igual a 1A. A fonte é bivolt, ou seja, ajusta automaticamente a energia de entrada, podendo ser utilizada em 127V ou 220V. Muito leve, possui plug no padrão universal, o que evita a necessidade de utilização de adaptadores. (FILIPEFLOP, 2021)

#### **Segunda Etapa:**

- a) Instalando a plataforma IDE do Arduino;
- b) Configurando o Arduino IDE para programar a NODEMCU ESP8266;
- c) Construção do protótipo;
- d) Programação utilizada na comunicação entre os dispositivos do projeto;
- e) Conectando circuito do protótipo ao aplicativo Blynk.

**a) Instalando a plataforma IDE do Arduino** - Para fazer instalação do IDE do Arduino, basta entrar no site oficial do Arduino e fazer o download do software disponível para o sistema operacional Windows. Após a conclusão do download o próximo passo é executar o arquivo “arduino.exe” para carregar o IDE do Arduino, que após término dessa operação será criado um atalho do software na área de trabalho do seu computador. Neste momento o software está pronto para ser programado.

**b) Configurando o Arduino IDE para programar a NodeMCU ESP8266** - Para programar o NodeMcu Esp 8266 é necessário em primeiro lugar fazer configurações básicas na plataforma IDE do Arduino.

O primeiro passo para essa configuração é adicionar o endereço que contém as informações básicas de configuração da placa gerenciadora NodeMcu Esp 8266. Para adicionar o endereço na plataforma IDE do Arduino basta acessar o menu Arquivo>Preferência e ir em URLs Adicionais para Gerenciadores de Placas.

O endereço a ser adicionado corresponde ao URL: [http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json).

O segundo passo para configuração consiste em instalar no IDE do Arduino, as informações da placa NodeMcu Esp 8266, esta operação pode ser realizada através do menu Ferramentas> Placas>Gerenciador de Placas e na janela aberta digitar ESP 8266, entre os itens apresentados escolher “by ESP8266 Community” e selecionar a versão mais atualizada.

O terceiro passo consiste em escolher a placa gerenciadora da família Esp8266 que iremos utilizar em nosso projeto. Para realizar essa ação basta ir menu Ferramenta>Placas e logo em seguida selecionar a placa Esp8266 Boards/NodeMcu 1.0 (Esp-12E Module) é importante observar durante essa seleção se no menu Ferramenta-Porta tem uma porta qualquer selecionada. Caso nenhuma porta esteja selecionada significa que a placa gerenciadora não foi configurada, se isso ocorrer será necessário baixar os drives placa gerenciadora. Para essa operação, é necessário saber qual modelo de NodeMcu Esp8266 que esta sendo usado no projeto. Temos o drive CP210x que é usado para o modelo de placas NodeMCU V2 e ESP32 e o drive CH340G usado nas placas NodeMCU V3.

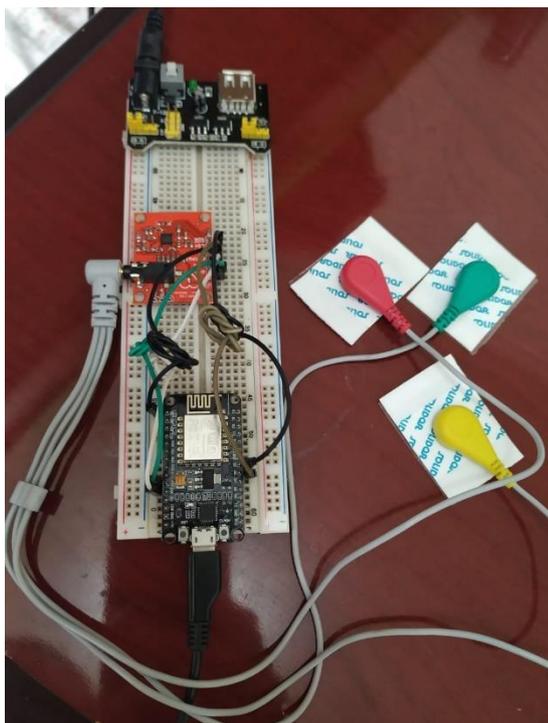
**c) Construção do protótipo** - Para a construção do protótipo foi necessário projetar e ligar os dispositivos eletrônicos, formando um circuito fechado conforme mostra as figura 1 e 2 abaixo:

**Figura 1:** Esquema de Ligação do Protótipo.



**Fonte:** Próprios Autores (2021).

**Figura 2:** Esquema de Ligação do Protótipo.



Fonte: Próprios Autores (2021).

#### **d) Programação utilizada na comunicação entre o dispositivo e o projeto**

```
1. // Protótipo de um eletrocardiograma //
2. #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
3.
4. // You should get Auth Token in the Blynk App.
5. // Go to the Project Settings (nut icon).
6. char auth[] = "lqwgXQcPonhU9H3ueYbjqq7CFn8oYitg";
7.
8. // Your WiFi credentials.
9. // Set password to "" for open networks.
10. char ssid[] = "Beatriz";
11. char pass[] = "bobi0465";
12.
13. void setup()
14. {
15.   Serial.begin(9600);
16.   pinMode(14, INPUT);
```

```

17.  pinMode(12, INPUT);
18.  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
19.  }
20.
21.  void loop() {
22.    if((digitalRead(14) == 1)||((digitalRead(12) == 1)){
23.      Serial.println('|');
24.    }
25.    else{
26.      Serial.println(analogRead(A0));
27.    }
28.    delay(10);
29.    Blynk.run();
}

```

**e) Conectando circuito do protótipo ao aplicativo Blynk** - Para fazer comunicação da placa gerenciadora com aplicativo Blynk, será necessário fazer o download do aplicativo no celular. Após a instalação completa do aplicativo Blynk no smartphone, abra o aplicativo e acesse “Create New Account” para que você possa criar suas credenciais de entrada no aplicativo e acessar as ferramentas do aplicativo. Para criar o acesso de entrada no aplicativo é necessário criar um novo projeto e no momento da criação desse novo projeto, o aplicativo vai enviar um código chamado Auth Token que será enviado para o email que você cadastrou no aplicativo. Esse código será a chave de comunicação entre o dispositivo móvel e a placa gerenciadora. A partir desse momento o aplicativo já estará apto a fazer comunicação com smatphone.

**Terceira Etapa:** Orçamentos dos materiais gastos para construção do protótipo.

**Quadro 1:** Planilha de Custos.

PLANILHA DE CUSTO			
EQUIPAMENTO/ MATERIAS	QUANT.	CUSTO UNIT (R\$).	CUSTO TOTAL
Placa NodeMCU Esp8266	1	R\$50,00	R\$50,00
AD8232 com eletrodos	1	R\$65,00	R\$65,00
Dispositivo Max 30102	1	R\$30,00	R\$30,00
Protoboard 830 pontos	1	R\$15,00	R\$15,00
Fonte 5V/1A	1	R\$15,00	R\$15,00
Fonte adaptável ao protoboard	1	R\$15,00	R\$15,00
Jumpers	1	R\$15,00	R\$15,00
Eletrodos descartáveis	50	R\$20,00	R\$20,00
Cabo USB	1	R\$10,00	R\$10,00
Frete dispositivos	1	R\$30,00	R\$30,00
<b>Custo Total =</b>			<b>R\$265,00</b>

Fonte: Próprios autores (2021).

**Quadro 2:** Orçamento de Eletrocardiograma.

Modelo de Eletrocardiograma	Descrição do modelo	Valor
	Eletrocardiógrafo – Marca 1	R\$ 2.625,00
	Eletrocardiógrafo -Marca 2 - 12 derivações	R\$3.500,00
	Eletrocardiograma eletrocardiógrafo + software- Marca 3.	R\$4.900,00

	<p>Eletrocardiógrafo portátil ECG 12 pc. Marca 4.</p>	<p>R\$ 5.922,58</p>
	<p>Eletrocardiógrafo ex-01- Marca 5.</p>	<p>R\$ 4.761,40</p>

Fonte: Próprios autores (2021).

#### 4. RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por objetivo estudar os princípios básicos que envolvem processos de tecnologias de baixo custo aplicados à saúde associados aos princípios básicos da IoT, dos microcontroladores e sistemas embarcados. Os resultados alcançados consistiram em realizar testes de aplicações tecnológicas de baixo custo voltadas para a saúde implementada pelos conceitos da Internet das Coisas (IoT).

Muito se fala das aplicações da IoT empregadas na medicina, apesar de ainda estar em evolução já é uma realidade nos hospitais, este conceito se baseia na conexão de dispositivos e equipamentos com a internet, que no caso dos hospitais servem para captar e armazenar dados dos pacientes, permitir o rastreamento de informações e ainda ter as atividades e condições de saúde dos pacientes monitoradas. No desenvolvimento do protótipo foi utilizado com relação aos conceitos da IoT, o Blynk, aplicativo que controla remotamente um hardware programável e reporta os dados desse hardware ao aplicativo. O app foi configurado a partir da plataforma IDE do Arduino para programar a placa NodeMCU ESP8266. Por fim, o protótipo desenvolvido funcionou de maneira eficiente, conseguindo captar sinais e frequências do corpo humano, provando que pequenos dispositivos eletrônicos podem ser programados para realizar tarefas ligadas a prevenção e manutenção da

saúde dos seres vivos. Assim conclui-se que mesmo jogando 100 % do valor que foi gasto no protótipo para seu aperfeiçoamento, o valor final não se aproxima com os Eletrocardiograma mais baratos disponíveis no mercado, conforme podemos observar nos quadros 1 e 2, disponíveis na metodologia deste artigo. comprovando assim que é possível fazer o uso das tecnologias de baixo custo na área da saúde.

## REFERÊNCIAS

Blog DA ROBOTICA. **Como programar a placa NodeMcu 8266 na Arduino IDE.** Disponível: <[HTTPS://www.blogdarobotica.com/2020/05/28/Como\\_programar\\_a\\_placa\\_NODEMCU\\_ESP8266 no Arduino IDE](https://www.blogdarobotica.com/2020/05/28/Como_programar_a_placa_NODEMCU_ESP8266_no_Arduino_IDE) – Blog da Robótica (blogdarobotica.com)> Acesso 01 de mar.2021

CAPSISTEMA. **Como e para que serve um ProtoBoard e como utilizá-lo!.** Disponível: <https://capsistema.com.br/index.php/2020/04/27/como-e-para-que-serve-um-protoboard-e-como-utiliza-lo/> Acesso 20 de fev. 2021.

CARDOSO, A. S. V. **Instrumentação e Metodologia de Medição de Biopotenciais.** Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

CHAVES, P. C.; MOREIRA, A. L. **Eletrocardiografia.** Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. Porto, 2001.

CREMMEL, M.; VERMEULEN, R. **Elektorcardioscope.** Elektor, v. 39, n. 440, Agosto 2013.

DE JESUS, Aurea Messias et al. Robótica escolar como recurso fomentador de Ciência exatas e Tecnologia para o letramento científico de estudantes da educação básica no município de Ituiutaba-MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 27595-27609, 2021.

FILIFELOP. **Fonte de Alimentação 9V e 1A.** Disponível: <<https://www.filifelep.com/produto/fonte-dc-chaveada-9v-1a-plug-p4/>> Acesso 09 de março 2021.

LOBO, Luiz Carlos. Inteligência artificial e medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 41, n. 2, p. 185-193, 2017.

MASSOLA, Silze Cristina; PINTO, Giuliano Scombatti. O uso da Internet das Coisas (IoT) a favor da saúde. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 124-137, 2018.

MARTINS, Joana Castel-Branco Saldanha. **A Internet das Coisas em serviços de saúde.** 2019. Tese de Doutorado.

PASCOAL. Pedro. Gelati. **Desenvolvimento de um sistema para monitoramento da frequência cardíaca em atividades físicas.** Monografia apresentada a Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2020.

SANTOS, Bruno P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. **Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, v. 31, 2016.

TEIXEIRA, João. **O que é inteligência artificial.** E-Galáxia, 2019.

USINAINFO. **Sensor Cardíaco Arduino AD8232 ECG+ Cabo Triplo e Eletrodos.** Disponível: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-pulso-arduino/sensor-cardiaco-arduino-ad8232-ecg-cabo-triplo-e-eletrodos-3130.html#:~:text=Ele%20%C3%A9%20um%20bloco%20integrado,a%20coloca%C3%A7%C3%A3o%20do%20eletrodo%20remoto.> Acesso 20 de fev. 2021

YOUNG, Antony J. Novas tecnologias e Medicina de Família. **Revista Brasileira De Medicina De Família E Comunidade**, v. 12, n. 39, p. 1-6, 2017.

## CAPÍTULO 04

### AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: O USO DA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA PESSOAS COM DEFICIENCIAS

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Bruna Alves de Oliveira**

Formação: Bacharelada em Engenharia Elétrica-(UEMG)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: brunaoalves86@gmail.com

#### **Alex Souza da Silva**

Formação: Bacharelada em Engenharia Elétrica-(UEMG)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: alexsouza.33099@gmail.com

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: lucasderosa23@gmail.com

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: julialambertduraes@gmail.com

### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: joao.nilton@gmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

**RESUMO:** Com o avanço da tecnologia hoje é possível facilitar a vida dos moradores utilizando automação residencial via wireless ou Bluetooth. Conforto, praticidade e facilidade são algumas das características que a automação residencial trará para a vida das pessoas. A automação residencial nada mais é do que automatizar algum processo em sua residência, por exemplo: Bater palmas e acender as luzes, abrir o portão utilizando o celular, acionar a irrigação de um jardim em um horário pré-definido e muito mais. De acordo com interesse do usuário e dos recursos que ele dispõe, é possível ter um ambiente confortável, seguro, agradável, prático e mais bonito. Com o passar dos tempos e o surgimento de novas tecnologias, a automação vem crescendo e melhorando processos em escalas industriais, comerciais ou residências diminuindo a mão de obra humana e oferecendo mais agilidade na produção, distribuição e informática industrial e segurança dos mesmos. Com o avanço tecnológico, pessoas começaram a ser substituídas por máquinas surgindo então à necessidade de profissionais mais qualificados. Da mesma forma acontece com a Domótica (Automação Residencial), que também vem ganhando espaço e facilitando diretamente a vida de quem a utiliza. Principalmente de pessoas com deficiências, aumentando o conforto a praticidade e a segurança cotidiana. Por esses e outros motivos, a automação surgiu e, junto com ela, a inteligência artificial, simplificando e facilitando algumas tarefas do dia-a-dia e adquirindo uma infinidade de dispositivos que podem ser automatizados em uma residência como, por exemplo, ligar e desligar a iluminação, abrir e fechar persianas, controlar condicionadores de ar, portões eletrônicos, câmeras de segurança e monitoramento ou até mesmo tarefas mais complexas, utilizando comando por voz ou som. Essas tecnologias possuem um

grande potencial de crescimento no Brasil e demais países. Seu objetivo maior é realizar ações automaticamente através de dispositivos inteligentes na ausência ou limitação de atuação humana. O presente trabalho trata-se do estudo sobre automação residencial integrada com inteligência artificial, mostrando e compreendendo a capacidade de auxiliar, melhorar e facilitar a vida de Pessoas com deficiências e demais usuários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação; domótica; inteligência artificial; wireless; bluetooth.

**ABSTRACT:** With the advancement of technology today it is possible to make life easier for residents using home automation by wireless or Bluetooth. Comfort, practicality and ease are some of the features that home automation will bring to people's lives. Home automation is nothing more than automating some process in your home, for example: clapping can turning on the lights, opening the gate using your mobile phone, triggering a garden irrigation at a preset time and much more. According to the interest of the user and the resources they have, it is possible to have a comfortable, safe, pleasant, practical and more beautiful environment. Over the time and the emergence of new technologies, automation has been growing and improving processes on industrial, commercial or residential scales, reducing human labor and offering more agility in the production, distribution and industrial informatics and their safety. With the technological advancement, people started to be replaced by machines and then the need for more qualified professionals. Similarly with Domotics (Home Automation), which has also been gaining space and making life easier for those who use it. Especially for people with disabilities, increasing comfort, practicality and everyday safety. For these and other reasons, automation has emerged, along with artificial intelligence, simplifying and facilitating some day-to-day tasks and acquiring a multitude of devices that can be automated in a home such as plugging in and out. turn off lighting, open and close shutters, control air conditioners, electronic gates, security and monitoring cameras or even more complex tasks using voice or sound control. These technologies have great growth potential in Brazil and other countries. Its main objective is to perform actions automatically through intelligent devices in the absence or limitation of human action. The presente work is about a study on integrated home automation with artificial intelligence, showing and understanding the ability to assist, improve and facilitate the lives of people with disabilities and other user.

**KEYWORDS:** Automation; domótica; artificial intelligence; wireless; bluetooth.

## 1. INTRODUÇÃO

A Automação Residencial junto a inteligência artificial através do comando de voz, tem como objetivo auxiliar as atividades rotineiras, proporcionando conforto e segurança, sofisticação e melhoria da qualidade de vida de seus ocupantes. Nos últimos anos observam-se um elevado crescimento de pessoas com algum tipo de deficiência, com isso essas pessoas enfrentam várias barreiras tanto sociais, estruturais, perdem sua autonomia sendo obrigadas a depender de terceiros para ajudá-las a realizar tarefas rotineiras do seu dia-a-dia.

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, partindo de uma pesquisa demográfica revelam que 23,9 % da população brasileira têm algum tipo de deficiência, representa um grande número de pessoas com algum tipo de limitação (BRASIL, 2008). Outro dado importante ressaltado por essa organização é a transição demográfica em que o mundo se encontra, acarretando ao principal fenômeno da atualidade, o envelhecimento populacional (BRASIL, 2006; NASRI, 2008) e em decorrência dessa transição ocorre um aumento significativo das doenças crônico-degenerativas (LEMOS *et al.*, 2006).

O intuito da pesquisa desenvolvida nesse trabalho é mostrar através do desenvolvimento de um protótipo uma nova condição de automação através da inteligência artificial (comando de voz) capaz de realizar algumas das tarefas do dia-a-dia melhorando e facilitando a vida dos seus usuários, principalmente os portadores de algum tipo de deficiência.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Origem e evolução da automatização residencial

A automação residencial surgiu para resolver e solucionar problemas de cunho meramente funcional, realizando tarefas como abrir e fechar portas e janelas, controlando intensidade das luzes, utilizando sensores de presença para acionar dispositivos, entre outras ações.

Por edifício inteligente entende-se aquele que incorpora dispositivos de controle automático aos seus sistemas técnicos e administrativos e conjuga, de forma racional e econômica, os recursos técnicos e tecnológicos disponíveis de forma a proporcionar um meio ideal ao desenvolvimento da atividade humana. (REQUENA E PINHO, 2010).

Segundo Camargo (2002) o termo automação pode se referir à utilização de equipamentos e sistemas automáticos, particularmente os sistemas de fabricação ou sistemas de processamento de dados, que exigem pouca ou nenhuma intervenção humana em suas operações normais. Nesse sentido o termo automação teria sido utilizado pela primeira vez em 1946, mas a origem desse conceito pode remontar aos anos 1880, segundo a mesma fonte. A automação residencial também conhecida como domótica é um assunto cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, quebrando paradigmas sobre o uso da tecnologia. Onde antes era algo específico de uma classe economicamente alta, hoje está se tornando cada vez mais popular.

Quando a tecnologia começou a evoluir rapidamente no final da década de 70, ideias de melhorias sociais voltadas a pessoas portadoras de necessidades físicas se desenvolveram em conjunto com essa evolução. Tornando a vida dessas pessoas mais fácil.

## 2.2 A história da Automação

Com a evolução da tecnologia a automação surgiu em meados da década de 70, onde surgiu estudos e pesquisas voltadas para melhoria de vida de portadora de deficiências físicas, facilitando a vidas dessas pessoas. Em meados da década de 90 poucas pessoas tinham acesso a essa tecnologia, porém já no início do século 20 a domótica chegou no Brasil, porém enfrentando grandes problemas, como mão de obra qualificada, custo elevado, entre outros.

Hoje o uso da automação está cada dia mais acessível. A automação possui vários benefícios dentre eles os principais são conforto, pois melhora e facilita a vida de seus usuários, além de tudo a segurança que possibilita acionamentos quanto tentativas de furtos, vale destacar também a valorização do imóvel, que sem dúvidas vale mais que uma residência com tecnologias com padrões tradicionais. De acordo com De Jesus (2021) a tecnologia aproxima a ciência exata, tornando possível na prática da programação de dispositivos que envolve conceitos de engenharias, cujo objetivo é resolver problemas rotineiros de nosso cotidiano.

## 2.3 Classificação dos Sistemas de Automação:

- Os sistemas autônomos são aqueles que podem “ligar e desligar um subsistema ou dispositivo específico de acordo com um ajuste pré-definido” (TEZA,

2002). Normalmente cada dispositivo é tratado de maneira independente sem que tenha relações com os outros. São mecanismos de fácil implementação e baixo custo, porém não oferecem grande interatividade (BARROS, 2010).

- Os sistemas integrados são aqueles onde diversos sensores e equipamentos de uma residência são controlados ou monitorados por uma única central, funcionando como um controle remoto universal (TEZA, 2002). Uma desvantagem deste é a necessidade de um subsistema para cada equipamento para adequar ao modo como este trabalha (BARROS, 2010).

- São com os sistemas complexos, também conhecidos como Residências Inteligentes, que se atingem os maiores níveis de interatividade de uma residência inteligente para com o habitante (TEZA, 2002).

## 2.4 Origem e evolução da inteligência artificial

Segundo Russel (2004), denominamos homens sábios devidos as nossas capacidades mentais serem importantes para nós, mas sempre tentamos entender como podemos perceber compreender, prever e manipular um mundo tão grande e tão complicado que nós mesmos, o campo da inteligência artificial, ou IA, vai ainda mais além, ele tenta não apenas compreender também constituir entidades inteligentes.

A IA é uma das ciências mais recentes, o trabalho começou logo após a segunda guerra mundial, e o próprio nome foi cunhado em 1956. Juntamente com a biologia molecular, a IA é citada regularmente como “o campo em que eu mais gostaria de estar” por cientistas de outras disciplinas. (Russel 2004)

Segundo Russel (2004), a IA abrange uma enorme variedade de subcampos, desde áreas mais simples de uso geral, como aprendizado e percepção, até tarefas específicas como jogos de xadrez, demonstração de teoremas matemáticos, criação de poesia e diagnósticos de doenças. A IA sistematiza e automatiza tarefas intelectuais e, portanto, é potencialmente relevante para qualquer esfera da atividade intelectual humana. Nesse sentido, ela é verdadeiramente um campo universal.

## 2.5 Pessoas com deficiências (PCDs)

Deficiência é um conceito abrangente relacionado às restrições sociais impostas às pessoas que possuem variedade nas habilidades corporais (CIF, 2003).

Segundo o Censo de 2000, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui 24 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, o que expressa 14,5 % da população (IBGE, 2000).

Em 1981, foi reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) a responsabilidade dos governos por garantir direitos iguais às pessoas com deficiência num marco democrático de reajustes sociais, estruturais e políticos para tratar o tema na esfera dos direitos humanos (DINIZ, 2007; FIGUEIRA, 2008).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, partindo de uma pesquisa demográfica revelam que 23,9 % da população brasileira têm algum tipo de deficiência, representa um grande número de pessoas com algum tipo de limitação (BRASIL, 2008).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em seu relatório, estima que mais de um bilhão de pessoas em todo o mundo apresentam alguma forma de deficiência, dentre os quais 21 cerca de 200 milhões experimentam dificuldades funcionais consideráveis. E com o aumento da incidência, devido ao envelhecimento da população e o aumento das doenças crônicas, a deficiência tem se tornado uma preocupação ainda maior (WHO, 2012).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indica que 45,6 milhões de pessoas declararam ter ao menos um tipo de deficiência, o que corresponde a quase 24 % da população brasileira. As áreas urbanas detêm o maior número de pessoas com deficiência, 38.473.702, frente aos 7.132.347 das áreas rurais. A Região Nordeste concentra os municípios com os maiores percentuais da população com pelo menos uma das deficiências investigadas durante o Censo de 2010 (deficiência visual, auditiva ou motora) (BRASIL, 2010).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) em (BRASIL, 2008), distingue se pessoas com deficiências, aquelas que possuem impedimentos físicos, mentais, intelectuais ou sensoriais, sendo de longo prazo, afetando sua interação na sociedade.

As pessoas com deficiência além de enfrentar suas próprias limitações pessoais, também enfrentam as limitações impostas pela sociedade, passam por preconceitos, falta de estruturas para facilitar sua locomoção, falta de pessoas capacitadas que tenha um cuidado especial respeitando suas limitações para ajudar nas atividades corriqueiras, que te ajude e possibilite uma melhor qualidade de vida.

Entende-se que a deficiência é um conceito em evolução e que resulta da interação entre pessoas com deficiência e as barreiras que as impedem de participar efetiva e plenamente da sociedade (WHO, 2012).

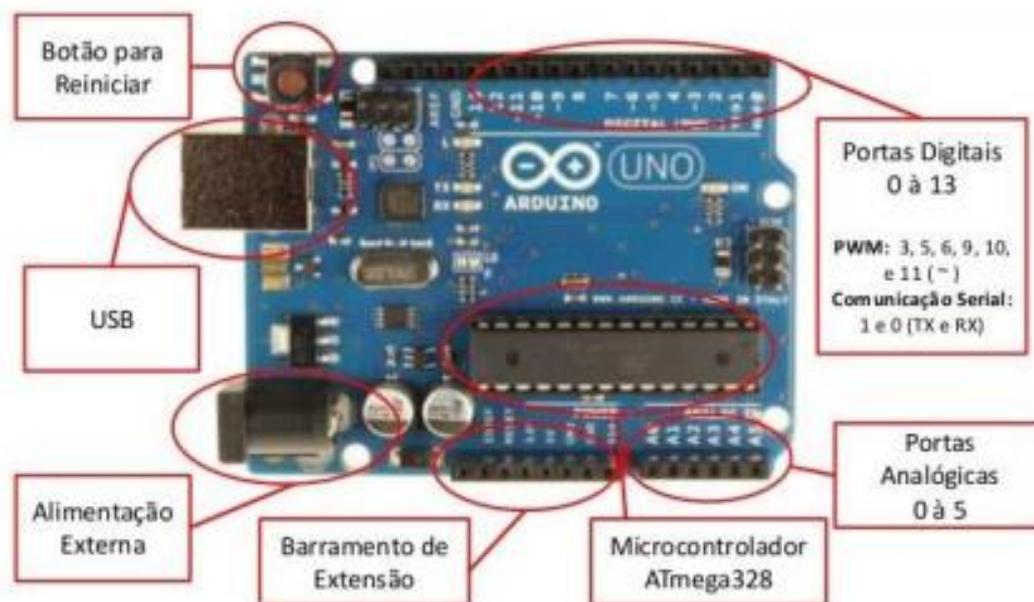
## 2.6 Dispositivos eletrônicos e software utilizados no protótipo

**Arduino** - O Arduino é uma plataforma de computação física e tem como base uma simples placa micro controlada (computador em um chip) de Entrada/Saída para que se possa conectá-los a outros circuitos ou sensores. (FONSECA; BEPPU, 2010). Também conhecido como uma plataforma de prototipagem eletrônica, projetada por um micro controlador. Por ser um dispositivo desenvolvido, a princípio para cunho educacional e aplicações escolares, possui a vantagem de disponibilizar uma IDE própria baseada em Java e também várias bibliotecas que simplificam as programações, sendo estas em linguagem padrão e de fácil entendimento. A placa possui software e hardware já integrados, além de ser capaz de carregar e compilar os códigos desenvolvidos rapidamente.

O arduino é um pequeno computador capaz de processar informações de dispositivos e componentes externos conectados a ele através das suas entradas e 25 saídas de acordo com o que programamos. Também conhecemos o arduino como plataforma de computação física ou embarcada, isto é, um dispositivo de hardware com um sistema de software interagindo com o ambiente (McRoberts, 2011).

**Arduino Uno** - Uma placa de Arduino UNO é composta por um microcontrolador AT mega 328 14 portas de digitais, 6 portas analógicas, além de uma interface USB que é utilizada para interligar-se ao hospedeiro com a finalidade de programá-lo ou de interagir em tempo real e uma tomada de energia. Das portas digitais, 6 delas possuem a funcionalidade de serem utilizadas como pseudo-analógicas, onde se torna possível o controle de dispositivos PWM (Pulse Width Modulation ou Modulação de Largura de Pulso). Além disso, possui um barramento de extensão, onde é possível utilizar seus pinos como fonte de alimentação para os dispositivos / sensores conectados ao microcontrolador. A figura abaixo mostra o desenho esquemático do Arduino Uno e a tabela 2 mostra as especificações técnicas do Arduino Uno.

**Figura 1-** Localização das portas e componentes Arduino UNO.



Fonte: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

**Tabela 1** – Especificações Técnicas do Arduino UNO.

MICROCONTROLADOR	AT MEGA 328
TENSÃO DE FUNCIONAMENTO	5 V
TENSÃO DE ENTRADA (RECOMENDADO)	7-12 v
TENSÃO DE ENTRADA (SIMPLES)	6-20 v
PINOS DIGITAIS E/S	14 (DOS QUAIS 6 OFERECEM SAIDA PWM)
PINOS DE ENTRADA ANALOGICA	6
CORRENTE DC POR PINOS E/S	40 mA
CORRENTE DC PARA 3.3V	50 mA
MEMORIA FLASH	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
VELOCIDADE DO RELOGIO	16 MHz

Fonte: Própria (2019).

**Software Arduino** - O Ambiente de Desenvolvimento Integrado Arduino (IDE Arduino) é um editor de código fonte capaz de compilar e carregar programas, que são desenvolvidos em linguagem de programação baseada em Wiring. Foi desenvolvido para introduzir a programação através de recursos de realce de sintaxe,

parênteses correspondentes e identificação automática, sendo capaz de compilar e carregar os softwares nele desenvolvidos para o microcontrolador em um único clique. Primeiro devemos conectar a placa a uma porta USB do computador e então desenvolvemos os comandos da placa e enviamos para o microcontrolador pela própria IDE.

Após enviado o código e reiniciado o dispositivo não precisamos mais do computador, pois o Arduino passará a executar os comandos quando for ligado a uma fonte de energia. Existe duas funções principais a `setup()`, a qual é executada na inicialização do programa e utilizada para carregar as configurações iniciais do microcontrolador e a função `loop()` que é responsável por repetir a sequência de comandos que estão dentro da função de forma infinita até que a energia do microcontrolador seja desligada. O código do microcontrolador apresenta a função `loop` que no seu início verifica os status dos sistemas de alarme e combate a incêndio, realizando tarefas de acordo com as leituras fornecidas pelos sensores e conta também com o servidor HTTP que fica monitorando as mensagens enviadas pelo dispositivo Android.

**IDE e linguagem de programação** - Para se criar sketches para a placa Arduino é necessário um programa rodando em um computador e esse programa é chamado de IDE (Integrated Development Environment). É nesse software que se escreve o programa para carregar o arduino e conseqüentemente, o que ele realizará. A programação do Arduino é feita em ciclos e pode ser basicamente dividida nas etapas a seguir (Banzi, 2010):

- Conectar a placa a uma porta USB do computador;
- Escrever o código na IDE para dar vida à placa;
- Fazer o upload (o carregamento) desse código (sketch) para o Arduino através da conexão USB, aguardando alguns instantes a sua reinicialização;
- E por fim, o Arduino irá executar o *sketch* escrito.

O Arduino utiliza uma linguagem de programação simples, adaptada da linguagem *Processing*, que é chamada de *Wiring*. O que torna essa linguagem simples é o fato de quando pressionado o botão de *upload*, o código escrito é traduzido para a linguagem C (normalmente de difícil compreensão por quem está iniciando) (Banzi, 2010).

**Software DJ Jarvis A.M** - É uma ferramenta computacional que além de ser capaz de interagir com as pessoas e executar tarefas do nosso cotidiano, sendo capaz

de efetuar o controle de iluminação, abertura de portas e portão, entre outras atividades as quais forem programadas, permitindo assim que as pessoas com dificuldade de locomoção possam ser mais autônomas quanto à realização das tarefas rotineiras de seu cotidiano.

Exemplo de aplicação do software DJ Jarvis: [<https://kripytonianojarvis.com/site/>]

- Reconhecimento avançado;
- Player de músicas e vídeos;
- Manipulador de arquivos;
- Despertador personalizável;
- Automação residencial;
- Conversação avançada;
- Previsão do tempo;
- Ultra compatibilidade;
- Leitor de e-mails;
- Conhecimentos gerais;
- Melhorias constantes.
- Pesquisas na internet.

#### **Processos automatizados**

- Controle de Iluminação-exemplo;
- Controle das Persianas;
- Controle de Circuito Interno de Televisão;
- Controle de Som e vídeo.

### **3. MATERIAIS E METODOS**

A metodologia utilizada será baseada em um trabalho prático cujo objetivo é o desenvolvimento de um protótipo de uma automatização residencial associado a inteligência artificial (comando de voz), implementando um sistema eletrônico para diversos equipamentos com a proposta de tornar o ambiente residencial mais acessível para pessoas com dificuldade de locomoção. Este protótipo utilizará o acionamento do sistema elétrico através do microcontrolador Arduino Uno acoplado ao computador com interface de comando de voz (inteligência artificial) onde utilizaremos o software DJ JARVIS A.M.

## **Materiais**

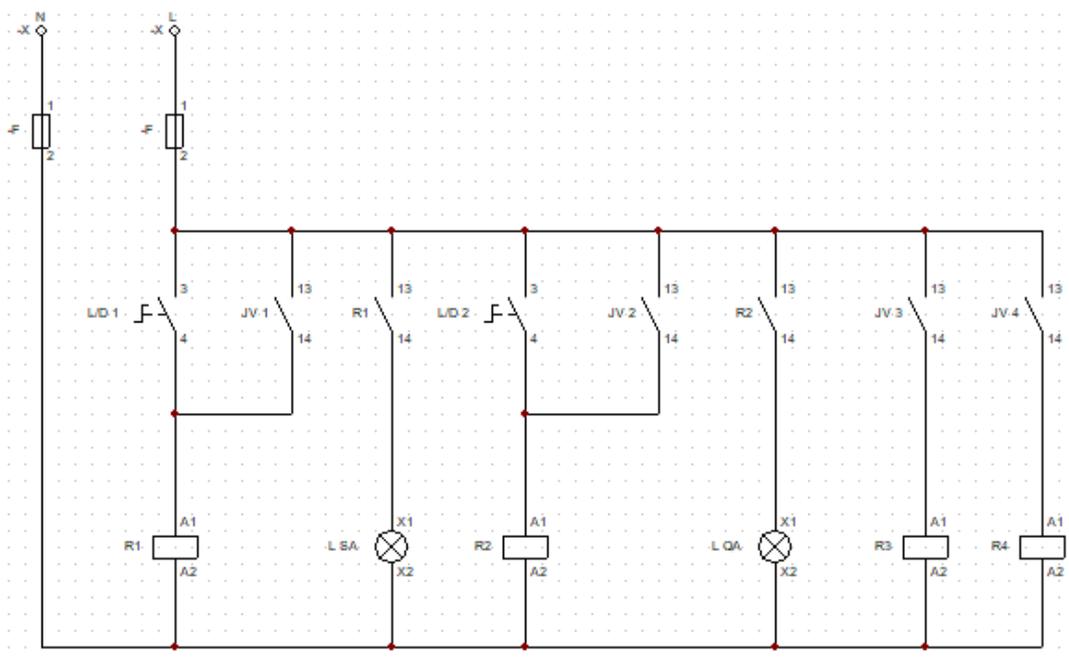
- Uma placa de Arduino 1;
- 1 Relé de 4 canais cada um (cada canal contém 1 circuito);
- Kit de microfone e alto-falante;
- Fios de 2,5 mm;
- Inteligência artificial DJ Jarvis;
- Computador.

**Circuito do Protótipo** - O circuito desenhado abaixo é referente ao protótipo utilizado para demonstração prática da automação residencial com o uso da inteligência artificial (comando de voz), assim como demonstrado do protótipo esta automação trabalha em paralelo, dando condição para o usuário utilizar o comando por voz, ou caso tenha algum tipo de problema o mesmo pode utilizar os interruptores assim como uma casa de instalação padrão, a chave L/D 1, tem a finalidade de ligar e desligar a lâmpada da sala de forma manual, a chave JV 1, é acionada por um rele através do comando de voz, ligando e desligando a lâmpada da sala, este controle é feito pelo software JARVIS que atua diretamente no controlador Arduino UNO, onde o programa esta rodando, a saída do Arduino UNO aciona uma placa de reles responsáveis por executar os comandos de liga e desliga, a chave L/D 2, liga e desliga a lâmpada do quarto de forma manual e a chave JV 2, liga e desliga a mesma lâmpada através do comando de voz assim como descritos anteriormente.

A chave JV 3, responsável por ligar e desligar o ventilador da sala e a chave JV 4, é responsável por ligar e desligar o ventilador do quarto.

Desta forma o usuário pode ligar e desligar ventiladores e lâmpadas como achar melhor. A figura 5 e 6 abaixo mostra detalhadamente o funcionamento elétrico do Protótipo.

**Figura 2:** Circuito Elétrico do Protótipo – Somente tensão alternada.



Fonte: Própria (2019).

Chaves: LD 1 e LD 2 – são interruptores manuais responsáveis por ligar e desligar as lâmpadas.

Chaves JV 1, JV 2, JV 3 e JV 4, são contatos dos relés que estão sendo acionados pelo Arduino.

**Figura 3:** Imagem do Protótipo.



Fonte: Própria (2019).

## Programação utilizada no Arduino Uno:

```
#define pin1 10 //Define pino 1 rele entrada porta 10
#define pin2 11 //Define pino 2 rele entrada porta 11
#define pin3 12 //Define pino 3 rele entrada porta 12
#define pin4 13 //Define pino 4 rele entrada porta 13
char comando;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.print("Setup Concluído");
  pinMode( pin1,OUTPUT); //Define pino 1 rele saída
  pinMode( pin2,OUTPUT); //Define pino 2 rele saída
  pinMode( pin3,OUTPUT); //Define pino 3 rele saída
  pinMode( pin4,OUTPUT); //Define pino 4 rele saída
}
void loop() {
  if (Serial.available()) {
    comando = Serial.read();
    switch (comando) {
      case 'W':
        digitalWrite( pin1,HIGH); //Escreve valor alto
        break;
      case 'w':
        digitalWrite( pin1,LOW); //Escreve valor baixo
        break;

      case 'A':
        digitalWrite( pin2,HIGH); //Escreve valor alto
        break;
      case 'a':
        digitalWrite( pin2,LOW); //Escreve valor baixo
        break;

      case 'N':
        digitalWrite( pin3,HIGH); //Escreve valor alto
        break;

      case 'n':
        digitalWrite( pin3,LOW); //Escreve valor baixo
        break;

      case 'D':
        digitalWrite( pin4,HIGH); //Escreve valor alto
        break;
      case 'd':
        digitalWrite( pin4,LOW); //Escreve valor baixo
        break;
    } }
}
```

**Custo da instalação** - A planilha 03 assim como demonstrada abaixo, é referente ao custo de instalação para implantação do sistema de automação residencial com o uso da inteligência artificial para uma residência de quatro cômodos, sendo dois quartos, uma sala, uma cozinha e um banheiro, este custo é para uma casa que já possuiu sua instalação básica funcionando. Os preços que obtemos foram através de pesquisas em sites pela internet.

**Tabela** – Planilha de custo.

<b>PLANILHA DE CUSTO</b>			
<b>EQUIPAMENTO/ MATERIAS</b>	<b>QUANT.</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	<b>CUSTO TOTAL</b>
Uma placa de Arduino 1	□	54,90	54,90
Placa de 8 Relés	□	40,99	40,99
Microfone	□	99,00	99,00
Alto-falante	□	19,90	99,50
Fios de 1,5 mm.	□□□	0,53	53,00
Fios de 2,5 mm	□□	0,67	33,50
Inteligência artificial DJ Jarvis	□	130,00	130,00
Computador	□	1.100,00	1.100,00
<b>Custo Total =</b>			<b>1.610,89</b>

Fonte: Própria (2019).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De modo geral, a automação residencial, também conhecida como “Dómotica” vem crescendo no mercado consumidor, através do surgimento de novas tecnologias, os custos de implantação já não são mais tão significantes como antes, mas mesmo assim poucas pessoas utilizam essa solução em suas residências, este conceito tem como finalidade deixar as casas mais automáticas possíveis, executando assim atividades rotineiras de forma automática sem a intervenção humana, ou com a mínima intervenção humana.

Este trabalho nos mostra de maneira pratica através da construção de um protótipo, que com a automação residencial juntamente com a inteligência artificial (comando de voz), que pode sim melhorar a vida de seus usuários e principalmente dos portadores de algum tipo de deficiência física (neste caso locomoção), gerando assim mais conforto, praticidade, segurança e uma melhor autonomia para o

deficiente, este trabalho através de uma pesquisa desenvolvida em campo, mostra que mais de 73 % dos entrevistados acredita que a automação residencial com a inteligência artificial pode sim melhorar a vida de seus usuários e principalmente a vida de um portador de deficiência física, porém 54 % dos entrevistados também disseram não fazer uso do sistema devido ao alto custo de instalação e outros 46 % por falta de conhecimento, através de um levantamento de custo descrito neste trabalho, é possível verificar que os custos de instalações não são elevados, desta forma fica identificamos que a falta de uso se dá principalmente pela falta de informação sobre este tipo de automação.

É notável o crescimento de residenciais automatizadas associadas a sistemas inteligentes. Desse modo propomos como ideia para trabalhos futuros a construção de um projeto de Automação Residencial associado ao sistema de Inteligência Artificial de uma residência de pequeno porte, mostrando o funcionamento do quadro de comandos dos possíveis circuitos de automação associados IA e o orçamento total para execução da obra.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G. (2010). **A vida da fifi**. Brasília: Las Vegas.

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em 18 de junho de 2019.

AUGUSTO. **Automação Residencial utilizando arduino e aplicação**, Brasilia-DF 2014. 85f. Monografia (Engenharia da computação) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – fatecs, Brasília-DF 2014.

BANZI, M. (2010). **Primeiros passos com o arduino** (Primeira ed.). São Paulo, SP, Brasil: Novatec Editora Ltda.

BEPPU, Mathyan M.; FONSECA, Erika G. P. da. Apostila Arduino. Niterói/RJ: Programa de Educação Tutorial da Universidade Federal Fluminense, 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Cadernos de Atenção Básica, n. 19. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2006.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Dados sobre População do Brasil, **PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios)**, 2008.

BARROS, Auriza Lopes de. **Edifícios Inteligentes e Domótica: Proposta de um Projecto de Automação Residencial utilizando o protocolo X-10**. Cabo Verde: FUNIBER, 2010.

BRASIL. Decreto N° 3298/99 que regulamenta a Lei 7853/89 de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. Brasília: **Ministério da Saúde**; 2011.

BRASIL, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>> Acesso em 15 de setembro de 2019.

BRASIL. **Censo Demográfico de 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 15 de setembro de 2019.

BUENO, ALMEIDA, GELAKI. **Automação residencial utilizando uma plataforma de baixo custo**-Ponta Grossa-2016. 44f.Monografia (tecnologia em automação industrial) Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento de eletrônica-Ponta Grossa-2016.

CAIRES, L. E., BURANI, G. F., & SUETA, H. E. (2013). Aplicação de sistemas inteligentes em instalações elétricas residenciais. **Eletricidade Moderna**, 41(468), 140-147.

CAMARGO, A. R. As Interfaces Telemáticas dos Serviços Urbanos da Urbanização Virtual: Estudo das Redes de Infra-estrutura, dos Edifícios Inteligentes, dos Ambientes Cognitivos e Comunicativos de Trabalho para as Unidades Terminais dos Serviços Urbanos. Texto proposto ao **ENTAC-98**, S. Carlos, 98.

CIF Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde Classificação Detalhada com definições Todas as categorias com as suas definições, inclusões e exclusões, **Organização Mundial da Saúde Direção-Geral da Saúde** 2003.

DE JESUS, Aurea Messias *et al.*, Robótica escolar como recurso fomentador de Ciência exatas e Tecnologia para o letramento científico de estudantes da educação básica no município de Ituiutaba-MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 27595-27609, 2021.

DINIZ, Debora. **O que é deficiência**. São Paulo: Brasiliense, 2007 (Coleção Primeiros Passos).

FIGUEIRA, Emílio. Caminhando em silêncio: uma introdução à trajetória das pessoas com deficiência na história do Brasil. São Paulo: **Giz Editorial**, 2008.

FLORO, PAVANELLI, SANTOS, SILVA. **Uso de Arduino e módulo bluetooth para controle e Automação de residências** - Uberlândia-2016.6f. Monografia (Engenharia Elétrica) Universidade Federal de Uberlândia-2016.

GARCIA, KEY. **Automação residencial Assistiva para pessoas com deficiência e idosos**. Brasília-DF 2015. 140f. Monografia (Especialização em Ciência de computação e enfermagem) - Universidade católica de Brasília, Brasília, 2015.

IBGE 2000 – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** – CENSO de 2000. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)> - acesso em 10 de setembro de 2019.

**KLIPITONIANO JARVIS**. Disponível<<https://kripytonianojarvis.com/site/>>. Acesso 15 de outubro de 2019.

KOJI, BRAZ. **Automação de diferentes parâmetros residenciais**- Joinville-2016.103f. Monografia (Tecnologia em mecatrônica industrial) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Joinville-2016.

LEMONS N., GAZZOLA, J, RAMOS, L. Cuidando do paciente com Alzheimer: o impacto da doença no cuidador. **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 170-179, 2006.

MICROBERTS, Michael. **Arduino básico**. 1 ed. São Paulo: Novatec, 2011.

MARIOTONI, C. A. e ANDRADE Jr., E. P., Descrição de Sistemas de Automação Predial Baseados em Protocolos PLC Utilizados em Edifícios de Pequeno Porte e Residências, Revista de Automação e Tecnologia de Informação. Volume 1, número 1, 2007.

MOURA, SANTOS. **Automação Residencial utilizando Arduino e SO Android**-Rio de Janeiro-2016.63f. Projeto de Graduação apresentado à Escola de Informática Aplicada da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro-2016.

NASRI, F. O envelhecimento populacional no Brasil. Rev. Demografia e epidemiologia do envelhecimento. São Paulo, **Albert Einstein**. 2008.

NERI, Marcelo Côrtes. **Retratos da deficiência no Brasil**. Rio de Janeiro: FGV, 2005. 188p.

NERI, Marcelo Côrtes; SOARES, Wagner Lopes. **Idade, incapacidade e o número de pessoas com deficiência**. Revista Bras de Estudos Populacionais, v. 21, n. 2, p. 303-321, jul-dez. 2004.

REQUENA, G E PINHO, **A Automação Residencial**. Disponível em: acessado em 15 de setembro de 2019.

RUBENS. **Automação residencial**- Santa Bárbara d'Oeste-2012.87f. Monografia (Tecnologia em redes de computadores) - Faculdade Politec-2012.

RUFINO, W.S. Pessoas com deficiência: nossa maior minoria. **Physis Revista de saúde coletiva**, Rio de Janeiro, 18(3). 501-519, 2008.

RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno. **Introdução ao Arduino**. Mato Grosso do Sul: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012.

RUSSEL, Peter Norvig – **Inteligência Artificial**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.85f. Monografia (Engenharia da computação) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – fatecs, Brasília-DF 2014.

Santos, D. M. (2013). **Relé**. Acesso em 3 de Agosto de 2019, disponível em Info Escola:<http://www.infoescola.com/eletronica/rele/>.

TEZA, Vanderlei Rabelo. **Alguns aspectos sobre automação residencial – Domótica**. UFSC: Florianópolis, 2002.

WHO, 2012. Pessoas deficientes, acesso em 18 de outubro de 2019, disponível em :(<https://www.who.int/world-health-day/2012/en/>).

## CAPÍTULO 05

### AVALIAÇÃO QUALITATIVA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA EMPRESA NA CIDADE DE ITUIUTABA: EM CONFORMIDADE COM NR-10

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **Bruna Gonçalves Ferreira**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: bruna\_gferreira@hotmail.com

#### **Sandy Laiz Duque**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: sandyduque176@gmail.com

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

#### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

#### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelado em Engenharia de Computação (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: julialambertduraes@gmail.com

#### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: lucasderosa23@gmail.com

**RESUMO:** Em uma empresa de grande porte que possui máquinas elétricas e equipamentos, no qual os trabalhadores durante sua jornada laboral, sempre estão expostos a riscos numerosos sendo: físicos, mecânicos, elétricos e outros e, são normalmente, caracterizados em vários graus. Vários são esses fatores que aumentam consideravelmente a chance de ocorrência de um choque elétrico, tais como: o desgaste de materiais e equipamentos nas instalações elétricas antigas, a falta de manutenção periódica e adequada nas instalações elétricas, os dimensionamentos das redes elétricas de máquinas e equipamentos entre outros. Desta forma o objetivo deste estudo consistiu em fazer uma análise de toda estrutura e montagens elétricas e demonstrar o uso de uma manutenção dinâmica e programada em toda parte elétrica no setor de manutenção de máquinas e instalações de uma usina sucroalcooleira objetivando evidenciar a situação atual descrevendo melhorias, neste setor visando mitigar antecipadamente os efeitos do choque elétrico nas máquinas, equipamentos, e para a vida humana. A metodologia empregada utilizadadefiniu-se o tema, bem como o local para realizar a pesquisa e posteriormente iniciou-se a pesquisa com a revisão bibliográfica. Verificou-se que as instalações se apresentam em condições muito precárias e um com um arranjo físico totalmente inadequado para a presença do trabalhador devido a sua falta de manutenção e seu desgaste natural. Além do correto uso dos procedimentos seguindo a nomenclatura e normas técnicas, para a adoção das medidas de proteção nas instalações elétricas, tais como o dimensionamento adequado das cargas instaladas, a instalação de dispositivos de proteção, a instalação de fios cabos de proteção, um sistema de

aterramento, um sistema de para-raios, dentre outras, é o exigido para que evite o acidente ou ao menos minimizar seus efeitos.

**PALAVRA-CHAVE:** Risco de choque elétrico; NR-10; Inspeção Elétrica.

**ABSTRACT:** In a large company that has electrical machines and equipment, in which workers during their working hours are always exposed to numerous risks: physical, mechanical, electrical and others, and are usually characterized to varying degrees. There are several factors that considerably increase the chance of an electric shock, such as: the wear and tear of materials and equipment in old electrical installations, the lack of periodic and adequate maintenance in electrical installations, the dimensioning of electrical networks and machines and equipment among others. Thus, the objective of this study was to make an analysis of the entire structure and electrical assemblies and demonstrate the use of dynamic and programmed maintenance in all electrical parts in the sector of maintenance of machines and installations of a sugar and alcohol plant aiming to highlight the current situation describing improvements, in this sector in order to mitigate in advance the effects of electric shock on machinery, equipment and human life. The methodology used was defined as the theme, as well as the place to carry out the research and later the research was started with the bibliographic review. It was found that the facilities are in very poor condition and one with a physical arrangement totally inadequate for the presence of the worker due to its obsolescence, lack of maintenance and its natural wear and tear. In addition to the correct use of the procedures following the nomenclature and technical standards, for the adoption of protection measures in electrical installations, such as the adequate dimensioning of installed loads, the installation of protection devices, the installation of protection wire wires, a system grounding system, a lightning rod system, among others, is the minimum required to avoid the accident or at least minimize its effects.

**KEYWORDS:** Risk of electric shock; NR-10; Electrical Inspection.

## 1. INTRODUÇÃO

No setor de energia elétrica, os trabalhadores estão expostos a riscos numerosos e, normalmente, elevados. O maior risco à segurança e à saúde dos trabalhadores é o de origem elétrica. Mesmo em baixas tensões, a eletricidade é um agente perigoso que pode levar a graves consequências (FERREIRA, 2005). As instalações elétricas exigem uma série de medidas de controle do risco elétrico para que a segurança e a saúde dos trabalhadores sejam preservadas.

A Norma Regulamentadora – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (NR-10) dispõe sobre os requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle, com o objetivo de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas, estabelecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2020) em atualização. A eletricidade está cada vez mais presente na vida das pessoas. É usada como uma forma intermediária de energia, que é convertida nas mais diversas formas energéticas, tais como: nos motores elétricos, onde a energia elétrica é convertida em energia mecânica; nas lâmpadas (energia elétrica em energia luminosa); nos alto-falantes, telefones e rádios (energia elétrica em energia sonora); nos chuveiros elétricos, torradeiras e secadores de cabelo (energia elétrica em calor), dentre outros (AZEVEDO, 2008).

Neste contexto este artigo explora o atendimento a norma regulamentadora nº 10 (NR 10) aplicada em usina na cidade de Ituiutaba - MG, essa norma aborda a segurança em instalações e serviços em eletricidade, também define as exigências necessárias e condições de implementação de formas de controle e sistemas que garante a prevenção e, conseqüentemente, a segurança e saúde dos trabalhadores, sendo implementadas nas fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia, ou quaisquer atividades efetivadas ao redor, fundamentados sob as normas técnicas nacionais e internacionais.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 A eletricidade e sua importância

De acordo Eston *et al.*, (2008), diversos segmentos foram beneficiados direta ou indiretamente pela eletricidade. Em alguns deles, como a medicina e a informática, e engenharia elétrica com os novos ramos advindos da eletricidade, como a eletrônica

e a ciência da computação, proporcionaram avanços extraordinários como a ressonância magnética e a internet, que encurtam distâncias fazendo as pessoas praticamente vizinhas umas das outras. Isso sem contar a robótica e automação, que surgiram com o desenvolvimento da eletrônica e informática, proporcionando maiores produtividades, confiabilidades e eficácias nos mais diversos setores produtivos, como na agricultura, extração mineral, indústria, comércio e serviços. Mas nem sempre foi assim. Até o fim do século XIX, a eletricidade praticamente não era utilizada. O trabalho manual e energia dos seres humanos e dos animais eram largamente difundidos e predominavam à sua época. As comunicações e o deslocamento eram feitos de modo informal, através de mensageiros a pé, ou a cavalo ou navio, tudo de forma muito lenta. A iluminação era feita com a queima de óleos, o aquecimento e o cozimento eram feitos com a queima de lenha, e as roupas eram feitas manualmente (ESTON *et al.*, 2008).

Além disso, outras invenções como a dos geradores, transformadores e motores de corrente alternada permitiram grande avanço na produção, transmissão e utilização da energia elétrica. A geração de energia elétrica é realizada em grande parte de forma descentralizada, pois as grandes fontes primárias de energia usadas para a conversão em energia elétrica encontram-se fora dos centros urbanos, como os rios (energia hidráulica), os ventos (energia eólica), etc. A eletricidade é encontrada de várias formas no ambiente, como nos relâmpagos em dias de tempestades e nos choques de eletricidade estática nos dias secos de inverno e, também, armazenada artificialmente através das baterias, e obtida através das células solares (a partir da radiação solar) e combustíveis (a partir da energia química do hidrogênio) (AZEVEDO, 2008).

## 2.2 Risco de choque elétrico ao trabalhador

Define-se que o choque elétrico é uma perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no corpo humano durante a circulação de uma corrente elétrica pelo organismo. Durante tal circulação o corpo humano se comporta como um condutor elétrico, que possui uma resistência elétrica. Os efeitos de tal perturbação dependem do percurso que a corrente elétrica faz sobre o corpo humano, da intensidade da corrente, do tempo de duração do choque elétrico, da espécie e frequência da corrente elétrica, além da sua tensão e das condições orgânicas do indivíduo. Normalmente o

choque elétrico pode provocar efeitos como a tetanização, a parada respiratória, a fibrilação ventricular e as queimaduras (BARROS, 2010) (VIEIRA, 2008).

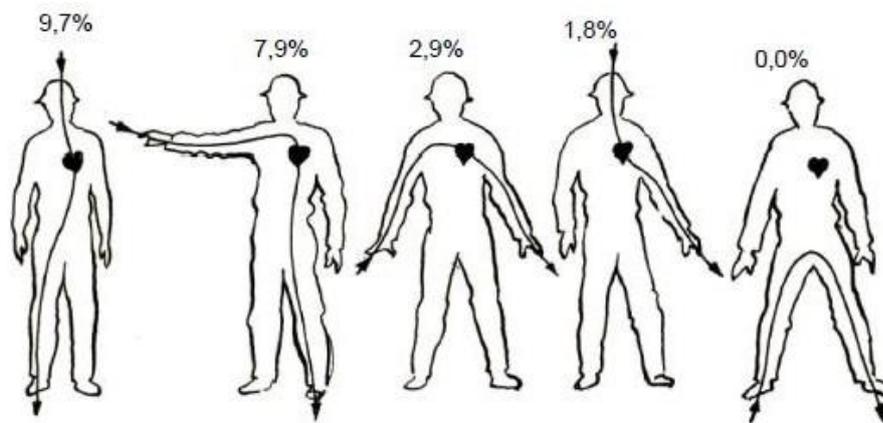
Os efeitos principais que uma corrente elétrica (externa) produz no corpo humano são fundamentalmente quatro:

- Tetanização;
- Parada respiratória;
- Fibrilação ventricular;
- Queimadura, de origem térmica e não térmicas (LOURENÇO, 2010).

Os fatores que determinam a gravidade da lesão ocasionada pelo choque elétrico são:

- Intensidade da corrente elétrica circulante - quantidade de corrente elétrica que circulará pelo corpo;
- Percurso da corrente elétrica - depende do caminho por ela percorrido, sendo o de maior gravidade aqueles em que a corrente elétrica passa pelo coração (FURNAS, 2006).

Figura 1 : Percentagem da corrente que circula pelo coração.



Fonte: Fundacentro, 2013.

Devido à gravidade dos riscos envolvendo energia elétrica a NR-10 faz exigências quanto ao treinamento de resgate e primeiros-socorros a acidentados em seu item 10.12.2, para todos os trabalhadores que interajam com instalações elétricas, que não as de extra-baixa tensão (LOURENÇO, 2010).

O conhecimento e domínio dos trabalhadores acerca das técnicas de resgate e primeiros-socorros a acidentados, bem como, a disponibilização de equipamentos para prestar tais socorros, são obrigatórias e de suma importância para a vida

(LOURENÇO, 2010).

Vários fatores aumentam consideravelmente a chance de ocorrência de um choque elétrico, tais como: o desgaste de materiais e equipamentos nas instalações elétricas antigas, falta de manutenção periódica e adequada nas instalações elétricas; inadequação na execução das instalações elétricas; utilização de materiais elétricos de baixa qualidade, onde a “economia” é colocada em primeiro plano, em detrimento da segurança e durabilidade das instalações elétricas; elaboração de projetos elétricos de forma inadequada, sem contemplar os requisitos mínimos de segurança e qualidade exigidos pelas normas técnicas competentes, etc. (KINDERMANN, 2000).

### 2.3 Perigo e riscos da eletricidade

Os riscos associados à eletricidade são reais e podem afetar qualquer pessoa. O ser humano e os animais já eram submetidos aos riscos de choque elétrico antes mesmo da humanidade ter conhecimento da eletricidade. A eletricidade é muitas vezes citada como a “assassina silenciosa” Isso porque ela não pode ser degustada, vista, ouvida ou cheirada. Ela é essencialmente invisível para os sentidos humanos. A eletricidade há muito é reconhecida como um grave perigo no ambiente de trabalho, expondo os empregados ao choque elétrico, o qual pode resultar em eletrocussão, graves queimaduras, ou quedas que resultam danos adicionais ou até mesmo a morte; bem como queimaduras e explosões causadas pelos arcos elétricos (NEITZEL, 2008).

Com a passagem de corrente, há um estímulo do sistema nervoso e de curta duração, e a mesma circula no corpo, fazendo-o parte de um circuito elétrico com tensão suficiente para superar sua resistência elétrica (AFFONSO, GUIMARÃES E OLIVEIRA, 2007).

O choque elétrico ocorre quando o corpo de uma pessoa permite a passagem de corrente elétrica entre dois condutores energizados de um circuito elétrico ou entre um condutor energizado e uma superfície ou objeto aterrado. Isto é, quando há uma diferença de potencial entre uma parte do corpo e outra, a corrente elétrica fluirá e com ela surge o fenômeno do choque elétrico (NEITZEL, 2008). Ainda conforme a figura 1, podemos identificar na fala do autor.

O choque elétrico pode ser classificado em três categorias:

- Choque estático, aquele advindo pela descarga de um capacitor (acumulador

de cargas elétricas), acumuladas nas capacitâncias parasitas de equipamentos ou em linhas de transmissão desligadas;

- Choque dinâmico, aquele decorrente do contato direto (com um circuito energizado) ao se tocar acidentalmente na parte viva de um condutor energizado nu ou com defeito, fissura ou rachadura na isolação, queda de condutor da rede de energia elétrica, etc.; ou no contato indireto (com um corpo/massa eletrizado), ao se tocar nas massas (carcaças) energizadas por defeitos como fissura na isolação dos condutores elétricos;

- Choque por ação direta ou indireta das descargas atmosféricas, que são gigantescas descargas elétricas entre nuvens ou entre nuvens e terra, que proporcionam choques elétricos de forma semelhante a enormes capacitores e, com isso, altíssimas correntes (KINDERMANN,2000).

#### 2.4 NR - 10/2020: Entendimento dos termos jurídicos

Responsabilidades dos contratantes:

O item 10.13.2 da NR-10 estabelece: “É de responsabilidade dos contratantes manterem os trabalhadores informados sobre os riscos que estão expostos, os instruindo quanto aos procedimentos e medidas de controle contra os riscos elétricos a serem adotados”.

No item 10.13.3 prescreve: “Cabe à empresa, na ocorrência de acidentes de trabalho envolvendo instalações e serviços em eletricidade, propor e adotar medidas preventivas e corretivas”.

Além desses itens, devem ser observadas as seguintes diretrizes constantes da norma: mapear zonas de risco, conforme áreas com eletricidade, tanto para proibição quanto para permissão de acesso dos contratados autorizados, definir os níveis de autorização dos contratados treinar os contratados. O item 10.13.4 que atribui aos trabalhadores:

a) Zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho;

b) Responsabilizar-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais e regulamentares, inclusive quanto aos procedimentos internos de segurança e saúde; e comunicar, de imediato, ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco para sua segurança e saúde e a de outras pessoas.

Devem ser observadas as diretrizes dos demais itens da norma, como:

Respeitar as sinalizações de permissão/proibição de acesso às áreas delimitadas, respeitar as suas limitações profissionais, ou seja, realizar os trabalhos com a perícia que lhe é conferida, desenvolver trabalhos de acordo com procedimentos operacionais e de segurança, utilizar EPIs e EPCs específicos de cada tarefa e zelar pela sua segurança e saúde e das outras pessoas que possam ser afetadas na execução dos trabalhos com eletricidade. Pelo novo texto da Norma Regulamentadora NR 10, as empresas estão obrigadas a manter prontuário com documentos necessários para a prevenção dos riscos, durante a construção, operação e manutenção do sistema elétrico, tais como: esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos, especificações do sistema de aterramento dos equipamentos e dispositivos de proteção, entre outros.

Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto nos subitens 10.2.3 no mínimo:

- a) Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;
- b) Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- c) Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;
- d) Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- e) Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- f) Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- g) Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.

### **3. DISCUSSÃO E RESULTADOS**

#### **3.1 Descrição da empresa**

Foi realizado em uma empresa localizada em Minas Gerais que possuem diversas irregularidades. É uma usina que está no mercado 4 anos e conta com 482

trabalhadores e encontra-se em crescimento mercadológico. A empresa deu início em um local que havia sido um empreendimento do mesmo ramo de atividade, porém com o passar dos anos o local ficou abandonado e com a nova direção permanecem reestruturando, no entanto estão em funcionamento mesmo diante de muitas irregularidades colocando em risco os trabalhadores do local. A pesquisa de campo realizada no ano de 2020 será apontada as não conformidades encontradas com suas respectivas descrições do que está incoerente com a norma e fotos com o objetivo de se esclarecer melhor o que está sendo questionado descrevendo possibilidades de melhoria para o local, a partir de uma análise visual.

### 3.2 Estudo de caso e avaliação qualitativa do local. (As figuras abaixo não estão em conformidades com a NR-10)

Foi informado que a empresa possui toda a documentação necessária para exercer suas funções, no entanto não foram evidenciadas. Com uma observação percebe-se que a empresa precisa de uma auditoria / consultoria, visto que utilizam uma alta tensão e a fiação do local não se encontra em um bom estado, conforme apresentado nas figuras a seguir:

**Figura 2:** Sinais de falta de manutenção.



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020).

Disjuntores com sinais de vandalismo, aberto com fiação exposta, energizado e sem manutenção.

**Figura 3:** Motores de alta tensão em umidade.



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020) arranjo físico inadequado.

Motores de alta tensão com fiação passada dentro de água, sem proteção contra umidade.

**Figura 4:** Fiação passada pelo piso molhado.



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020) arranjo físico inadequado.

Fiação solta no piso da indústria, podendo causar risco de choque do trabalhador.

**Figura 5:** Fiação exposta sem proteção da caixa.



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020) arranjo físico inadequado.

Caixa aberta com fiação de alta tensão exposta, correndo o risco dos trabalhadores cair e ser eletrocutado.

**Figura 6:** Quadros Elétrico.



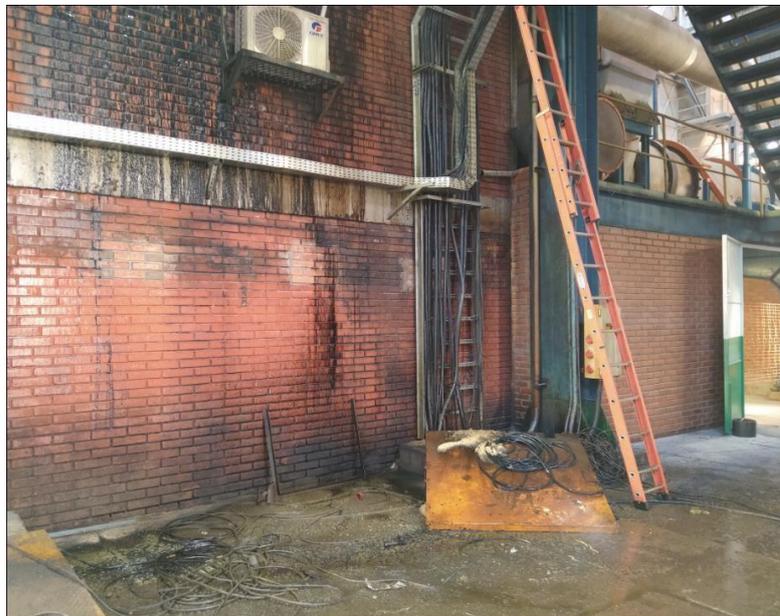
**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020) arranjo físico inadequado

**Figura 7:** Quadros Elétrico



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020) arranjo físico inadequado.

**Figura 8:** Fiação exposta.



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020) arranjo físico inadequado.

Quadros elétrico com fiação exposta, aberto sem proteção. Não apresenta as características mínimas de segurança exigidas pela norma e, em quase todas as situações encontram-se em más condições de conservação.

**Figura 9:** Luminária molhada.



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020).

Percebeu-se que todas as luminárias no local de máquinas e equipamentos estão molhadas e com falta de iluminação em não conformidade com as normas técnicas vigentes e com uma quantidade excessiva de umidade, correndo risco de um curto.

**Figura 10:** Armário da manutenção elétrica.



**Fonte:** Foto tirado pelo autor (2020).

Os Armários da manutenção elétrica estão sob uma estrutura de vigas de madeira, podendo quebrar com o peso a qualquer momento provocando um incêndio, a fiação do local também se encontra exposta e sem manutenção, sem placas de identificação evidenciando tensão e riscos de acidentes. Essa área era uma área de zona controlada, podendo somente ter acesso quem possuía certificação de NR-10 devido ao Anexo II. Além das fotos que evidenciaram uma falta de projeto e manutenção elétrica, também foi realizada uma análise na Norma Regulamentadora nº10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade que evidenciou que a empresa está em desconformidade conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1: Checklist.

<b>10.2 - MEDIDAS DE CONTROLE</b>	<b>Inspeção</b>
10.2.1 Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.	Parcialmente /se aplica
10.2.2 As medidas de controle adotadas devem integrar-se às demais iniciativas da empresa, no âmbito da preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho.	Parcialmente /se aplica
<b>10.2.8 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA</b>	
10.2.8.1 Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.	Parcialmente /se aplica
10.2.8.2 As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece esta NR e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.  10.2.8.2.1 Na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem 10.2.8.2., devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: isolação das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do religamento automático.	Parcialmente /se aplica
10.2.8.3 O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, deve atender às Normas Internacionais vigentes.	Parcialmente /se aplica

<b>10.3 - SEGURANÇA EM PROJETOS</b>	
10.3.3 O projeto de instalações elétricas deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.	Parcialmente /se aplica
10.3.3.1 Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, salvo quando o desenvolvimento tecnológico permitir compartilhamento, respeitadas as definições de projetos	Parcialmente /se aplica
10.3.8 O projeto elétrico deve atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas, e ser assinado por profissional legalmente habilitado.	Não se aplica
<b>10.4 - SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO, MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO</b>	
10.4.1 As instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado, conforme dispõe esta NR.	Não se aplica
10.4.2 Nos trabalhos e nas atividades referidas devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto à altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança.	Não se aplica
10.4.3 Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.	Não se aplica
10.4.3.1 Os equipamentos, dispositivos e ferramentas que possuam isolamento elétrico devem estar adequados às tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados de acordo com as regulamentações existentes ou recomendações dos fabricantes.	Parcialmente /se aplica
10.4.4 As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.	Não se aplica
<b>10.11 - PROCEDIMENTOS DE TRABALHO</b>	
10.11.1 Os serviços em instalações elétricas devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional que atenda ao que estabelece o item 10.8 desta NR.	Parcialmente /se aplica

10.11.2 Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.	Não se aplica
10.11.3 Os procedimentos de trabalho devem conter, no mínimo, objetivo, campo de aplicação, base técnica, competências e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais.	Parcialmente /se aplica
10.11.4 Os procedimentos de trabalho, o treinamento de segurança e saúde e a autorização de que trata o item 10.8 devem ter a participação em todo processo de desenvolvimento do Serviço Especializado de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT, quando houver.	Parcialmente /se aplica

**Fonte:** Adaptado pelo autor (2021).

Deste modo percebe-se que a empresa precisa urgentemente de um projeto elétrico e manutenção. Visando controlar os riscos elétricos deve ser desenvolvida uma série de medidas preventivas. Com elas as chances de que um trabalhador seja submetido a um campo eletromagnético, arco ou choque elétrico serão reduzidas substancialmente (BARROS, 2010).

### 3.3 Consequências do acidente de trabalho para a empresa do acidentado

Algumas das principais consequências a afetarem a empresa na qual trabalhou acidentado são (SILVA, 2004):

- Abalo na imagem da empresa com reflexos na cotação das ações da mesma;
- Passivo trabalhista (ações cíveis indenizatórias altas);
- Diminuição do clima organizacional interno (diminuição do “moral”);
- Diminuição do lucro devido às despesas (custos diretos e indiretos)

com o acidente;

- Aumento da fiscalização sobre a empresa;
- Perda de produção, produtividade e qualidade nos produtos; e
- Perda da capacidade produtiva do trabalhador devido a incapacidade parcial

permanente: perda de dedo, perda de olho, de um membro ou mesmo de seu movimento.

### 3.4 Sugestões para a empresa do estudo

- Contratação imediata de empresa especializada para realização de manutenção corretiva das instalações;

- A contratação ou qualificação e certificação de pessoal que faça parte do pessoal efetivo da unidade;
- A implantação de um programa periódico de avaliação, manutenção preventiva e manutenção corretiva;
- A contratação de uma empresa especializada para elaborar todos os laudos e documentação que constituem o prontuário das instalações elétricas;
- Executar a modernização das instalações elétricas obsoletas e corrigir as falhas de projeto das instalações existentes.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a avaliação qualitativa realizada nas instalações elétricas na empresa, verificou-se que as instalações se apresentam em condições muito precárias devido à falta de manutenção e seu desgaste natural. Verificou-se que o local se encontra em uma situação crítica colocando em risco os trabalhadores do local, fios dentro de locais umidades podendo gerar um curto além de todas as possibilidades de sofrer acidentes que podem variar de pequenos prejuízos materiais a acidentes fatais. Percebeu-se um desconhecimento ou a despreocupação com os riscos inerentes às atividades envolvendo eletricidade.

A adoção das medidas de proteção nas instalações elétricas, tais como o dimensionamento adequado das cargas, a instalação de dispositivos de proteção, a instalação de cabos de proteção, um sistema de aterramento, um sistema de para-raios, dentre outras, é o mínimo exigido para que evite o acidente ou ao menos minimizar seus efeitos. Percebeu-se que a empresa precisa passar por um processo de manutenção, para então dar sequência nas atividades. Com a avaliação qualitativa realizada foi possível mitigar gerando para os estudantes de Engenharia Elétrica um maior conhecimento técnico do trabalho.

Conclui-se que seria viável para a empresa se adequar ao ambiente de trabalho conforme Norma Regulamentadora. Pois o custo do cumprimento das normas é menor que o custo social imposto a todas as vítimas ou a todos os prejudicados em decorrência de um acidente envolvendo eletricidade. Além disto, o fato de se adequar a maior quantidade, possível, de itens previstos na norma, diminui de forma exponencial os riscos de acidentes e prejuízos futuros.

## REFERÊNCIAS

AFFONSO, Rodrigo, GUIMARAES, Luís Felipe Antunes, OLIVEIRA, Fernando Antunes, SOUZA, Paulo Sérgio de, VIVEIROS, Nilton. **Adequação de procedimentos de trabalho a NR-10**. Estudo de caso. 2007. X f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica) – Faculdade Politécnica de Jundiaí.

AZEVEDO, Gustavo. Norma em estado de choque. Revista Proteção. Porto Alegre, ed. 193, p. 52-61, Fev. 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria GM nº 598, de 07 de dezembro de 2004. **Norma regulamentadora nº 10**: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, 2004. Acesso em 22 de julho de 2020.

NR-10. **Norma Regulamentadora atualizada em 10 de out. 2020**. Disponível: <<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf/view>> Acesso 22 de março 2021.

ESTON, Sérgio M. de; BARRICO, João B. **Perspectivas da segurança em eletricidade nas indústrias** – Visão do setor de ensino. São Paulo: 2008.

FERREIRA, V. L. **Segurança em eletricidade**: Trabalhar com segurança é essencial. São Paulo: LTR, 2005.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., **Superintendência de Recursos Humanos, Departamento de Segurança e Higiene industrial**. Apostila Curso Básico.

KINDERMANN, Geraldo. **Choque elétrico**. 2 ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2000.

LOURENÇO, Heliton. **Aplicabilidade da NR-10 em Serviços de Manutenção e Operação em Subestações e Linhas de Transmissão de Extra-Alta Tensão**. Trabalho de Pós-Graduação (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2010.

SILVA, Fabiana Carvalho da. **Análise Da Sub-Notificação De Acidentes De Trabalho No Brasil Através De Dados Reais No Município De São Bento Do Sul**. Monografia - (submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para obtenção de carga horária na disciplina CNM 5420) Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2004.

## CAPÍTULO 06

### PROTOTIPAGEM DE UM SISTEMA DE ALARME CONTROLADO PELO APLICATIVO BLYNK

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **Caio Henrique Jorge Oliveira**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: caiohenriquejorge@outlook.com

#### **Higor Queiroz Freitas**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: higor.1500867@discente.uemg.br

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: lucasderosa23@gmail.com

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: julialambertduraes@gmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

**RESUMO:** O presente artigo teve como tema a construção de um protótipo de um sistema de alarme que fez comunicação via internet com aplicativo Blynk, construído partir de tecnologias de baixo custo, provenientes de microcontroladores, sistemas embarcados e plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, no qual foi aplicado em uma residência na cidade de Ituiutaba. O objetivo geral foi criar um protótipo, direcionado no monitoramento e segurança residencial. A metodologia empregada consistiu em um método experimental, no qual, se tratou da montagem de um *protótipo de baixo custo*. A mesma foi dividida em três etapas fundamentais: Revisar os conhecimentos teóricos sobre automação e as especificações dos dispositivos eletrônicos necessários para desenvolvimento e construção do protótipo; Configurando Arduino Uno, Construção protótipo e Esquema de Configurando aplicativo Blynk; Aplicação do protótipo construído em uma área sem acesso a rede de internet. No protótipo foram construídos circuitos elétricos responsáveis pela ligação dos dispositivos, desenvolvimento de programação em C responsável pela comunicação virtual dos mesmos. Contudo, ficou claro que o objetivo geral foi atingido, no qual, desenvolveu um protótipo viável como sistema de alarme residencial debaixo custo, acionamento por meio de um sistema de alarme através do dispositivo programável Arduino controlado pelo aplicativo Blynk.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arduino Uno; Aplicativo Blynk; Sistema de Alarme; Protótipo.

**ABSTRACT:** The present article had as its theme the construction of a prototype of an alarm system that made communication via internet with Blynk application, built from low cost technologies, coming from microcontrollers, embedded systems and

electronic hardware prototyping platform free, in which it was applied in a residence in the city of Ituiutaba. The general objective was to create a prototype, aimed at monitoring and residential security. The methodology used consisted of an experimental method, in which, it involved the assembly of a low cost prototype. It was divided into three fundamental stages: Review the theoretical knowledge about automation and the specifications of the electronic devices necessary for the development and construction of the prototype; Configuring Arduino Uno, Prototype construction and Scheme of Configuring Blynk application; Application of the prototype built in an area without access to the internet network. prototype electrical circuits responsible for the connection of the devices were built, development of C programming responsible for their virtual communication. However, it was clear that the general objective was achieved, in which, it developed a viable prototype as a residential alarm system at low cost, triggered by means of an alarm system through the programmable device Arduino controlled by the Blynk application.

**KEYWORD:** Arduino Uno; Blynk App; Alarm System; Prototype.

## 1. INTRODUÇÃO

Prototipagem é criar uma reprodução que simula a viabilidade de um experimento ou produto. A ideia de gerar um protótipo desenvolveu-se a partir do surgimento da automação, que por sua vez, é considerado um sistema que faz uso de técnicas computadorizadas ou mecânicas com o objetivo de dinamizar e otimizar todos os processos produtivos dos mais diversos setores da economia (BOLZANI, 2004). Para Rosário (2009), a automação de máquinas elétricas nada mais é o processo que utiliza equipamentos ou softwares para efetuar determinadas atividades como criar, coletar, manipular, armazenar, transferir e até mesmo acionar máquinas para realização de tarefas. Em geral, podem ser automatizadas quaisquer atividades repetitivas, possíveis de serem descritas em detalhes, mas que não exige ponderação humana, na tomada de decisão.

O surgimento da automatização de equipamentos eletrônicos surgiu, durante a Revolução industrial, a partir de uma necessidade de aumentar os processos industriais realizando tarefas com precisão, rapidez e principalmente a qualidade, foi fundamental para a criação de máquinas automatizadas capazes de diminuir o tempo de realização das tarefas. Com resultados da criação dessas máquinas, a automação ganhou espaço em diversos campos de produção em larga escala, principalmente no setor industrial (ROSÁRIO, 2009).

A ideia de automação está diretamente ligada à ideia das máquinas, que agilizam as tarefas quase sempre sem a interferência humana, sendo empregada em diversas áreas do trabalho, podendo inclusive ser empregada para automatizar as atividades ligadas ao cotidiano doméstico, como por exemplo, ativar uma carga como (lâmpadas, portas, portões, TV, som, entre outros) sem a interferência manual do homem.

A segurança hoje é motivo de preocupação para as famílias em suas residências, seja em casas ou apartamentos, independente da classe social. Partindo do exposto acima, fica evidente que os sistemas de alarme instalado nas residências ajudariam melhorar a segurança e a qualidade de vida das pessoas. Portanto a proposta do artigo foi desenvolver um protótipo de baixo custo e funcional, de maneira que o assunto se torne atraente e a ideia seja expandida no meio acadêmico e a comunidade como um todo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Internet das coisas

A internet das coisas do inglês Internet of Things (IoT), consiste em uma rede grande que conecta equipamentos, dispositivos e pessoas por meio da internet (SANTOS *et al.*, 2016). Partindo desse conceito, é necessário frisar de como surgiu à internet com intuito de tentar esclarecer aspectos importantes sobre a internet das coisas.

Internet é uma rede que liga pessoas a dados armazenados que surgiu na Arpanet na década de 50. A Advanced Research Projects Agency Network (Arpanet) se trata de uma rede de militares dos Estados Unidos, que interligava redes das universidades e centro de pesquisas (CARVALHO, 2006). Na época, a rede ligada apenas computadores de pequeno e médio porte, que permitia os pesquisadores de cada universidade compartilhassem processamentos dos seus equipamentos. Com o tempo várias redes foram se interligando, se tornando até chegar à rede atual mundial que temos acesso.

**Plataforma de desenvolvimento do Arduino** - “O Arduino é uma plataforma open-source de prototipagem eletrônica de código aberto, bastante difundido no mundo acadêmico, em virtude do seu baixo custo e a facilitar o acesso a aprendizagem de eletrônica” (GONÇALVES, 2019, p.30). Para Moraes (2018, p.20) “é um pequeno computador programável no qual é possível processar entradas e saídas entre componentes conectados a ele. É chamada de plataforma de computação física ou embarcada, sistema que interage com o ambiente por meio de hardware e software”. Já outro conceito semelhante descrito por Freitas (2016, p. 26) em seu trabalho como uma placa “criada na Itália utilizada como plataforma de prototipagem eletrônica que torna o mundo da robótica mais acessível às pessoas. Iniciado em 2005, a ideia base era que ele fosse utilizado como apoio educacional em aplicações escolares”. A plataforma de desenvolvimento Arduino é formada por dois componentes principais: *Hardware* e *Software*. O *hardware* é composto por uma placa de prototipagem na qual são construídos os projetos.

### 2.2 Comunicação entre dispositivos e aplicativo

**Programação do Arduino** - Segundo Santos (2016, p.28), “linguagem de programação é um conjunto de especificações semânticas bem como sintáticas que

os programadores usam para a codificação de instruções de um programa ou algoritmo de programação”. O código de programação C foi desenvolvido em 1972, por Dennis Ritchie e Ken Thompson operando com o sistema operacional Unix do computador PDP-11. Santos (2016, p.28) ainda descreve que a “linguagem C iniciou com a linguagem Algol 60, linguagem de alto nível, que permitia realizar os trabalhos longe da máquina, ou seja, permitia a programação a distância. Inicialmente não fez muito sucesso após a sua criação seu uso ficou restrito em laboratórios”. As principais vantagens são: linguagem simples que permite trabalhar com funções matemáticas; Tipos de dados simples; Acessa diretamente memória; Declara e define facilmente as variáveis. Entre as principais desvantagens tem: Não permitir o uso de classes e objetos; Os programas criados em C não são muito seguros, pois o código é restrito e sequencial; Inicialmente não foi desenvolvida com foco em redes (SANTOS, 2016).

O grande benefício do Arduino é não precisar de nenhuma licença de desenvolvedor para utilizá-lo, uma vez que, ele apresenta um software destinado (IDE) para programação (com codificação de alto nível chamada “Linguagem de Programação do Arduino”, baseada em C++) e conexão com o computador por meio de uma entrada USB, o que o possibilita “acessível à maioria das pessoas que possuem médio conhecimento em informática e eletrônica. Com ele é possível receber sinais através de sensores, internet, SMS, etc e convertê-los em sinais de saídas para acionamento de dispositivos como: motores, lâmpadas, televisores etc” (SARTORI, 2016, p.18).

**IDE do Arduino** - “O software utilizado para programar o Arduino é denominado Arduino Integrated Development Environment (IDE), que significa ambiente de desenvolvimento integrado de Arduino” (REZENDE, 2014, p.28). Vale ressaltar que, para programar o Arduino, usa o IDE do Arduino, um software, onde se registra o código baseada na linguagem C. Para Rezende (2014, p.28) “o IDE permite que se escreva um programa de computador, que é um conjunto de instruções passo a passo, das quais se faz o upload para o Arduino. O Arduino, então, executa essas instruções, interagindo com o que estiver conectado a ele”. O ambiente IDE contém principalmente duas partes básicas: Editor e Compilador, onde o primeiro é usado para escrever o código necessário e depois é usado para compilar e enviar o código para o Módulo Arduino fornecido. Este ambiente oferece suporte às linguagens C e C++. O ambiente IDE é distribuído principalmente em três seções: Barra de menu;

Editor de texto; Painel de Saída (ARDACADEMY, 2021).

**Aplicativo Blynk** - O Blynk é um aplicativo disponível para Android e iOS que possibilita seus usuários personalizar e controlar a distância um hardware programável, bem como transmitir dados do hardware ao aplicativo. “Através de um espaço próprio para cada projeto, o usuário pode inserir “Widgets” que implementam funções de controle (como botões, sliders e chaves), notificação e leitura de dados do hardware (exibindo em displays, gráficos e mapas)” (SERRANO e NUNES, 2018). Seu funcionamento se dá através de toda comunicação entre o aplicativo e o hardware do usuário se dá através da *cloud Blynk*. “O servidor é responsável por transmitir os dados ao hardware, armazenar estados do aplicativo e do hardware e também armazenar dados de sensores lidos pelo hardware mesmo se o aplicativo estiver fechado” (SERRANO e NUNES, 2018). Serrano e Nunes (2018) “ressalta que os dados armazenados no server Blynk podem ser acessados externamente através de uma API HTTP, o que abre a possibilidade de utilizar o Blynk para armazenar dados periodicamente como de sensores de temperatura”. O aplicativo Blynk apresenta interface simples, que permite adicionar diversas funções online, no qual, o sistema (placa) pode estar quilômetros de distância mas pode ser observado e controlado todos os dados programados pelo celular android. Basicamente, o Blynk é composto de três partes: o Blynk App, o Blynk Server e a Blynk Library, (SERRANO e NUNES, 2018).

### 2.3 Dispositivos eletrônicos usados no protótipo

**Arduino Uno** - Mcroberts (2011, p. 22) conceitua o Arduino Uno como uma placa básica com entrada e saída que “permite construir sistemas interativos que percebam a realidade e respondam com ações físicas, capaz tanto de receber dados como também de controlá-los interagindo com seu ambiente por meio de hardware e software”. Podendo ser conectados placas chamadas shields que contêm outros dispositivos (por exemplo: displays LCD, receptores GPS, módulo de NFC) com a finalidade de aumentar sua funcionalidade ou para adequações de projetos.

O modelo Uno é o mais conhecido e o mais indicado para quem está começando agora pois possui uma boa capacidade de processamento, uma simples utilização com seus periféricos e uma simples linguagem de programação que se assemelha com C++. Faremos um post exclusivo falando com mais detalhes sobre

ele (SMARTKITS, 2020). O modelo Uno é o mais conhecido e o mais indicado para quem está começando agora, uma vez que, possui uma boa capacidade de processamento, uma simples utilização com seus periféricos e uma simples linguagem de programação que se assemelha com C++ (SMARTKITS, 2020). De acordo com Matos (2017, p.18)

**Módulo Wi-fi Esp8266 Esp-12e** - O ESP8266 é um dispositivo pequeno, um microcontrolador do fabricante chinês Espressif que tem a competência de interação por Wi-Fi (SILVA, 2019). Pode oferecer conexão wireless para protótipo, dessa forma os módulos usam o mesmo controlador, o ESP8266 (datasheet), e quantidade de portas GPIO variam de acordo com o modelo do módulo. De acordo com o modelo, você pode ter conexões I2C, SPI e PWM, além da serial. A alimentação de todos eles é de 3.3V, assim como o nível de sinal nos pinos. Os módulos têm uma CPU de 32Bits rodando a 80MHz, suportam internet nos padrões 802.11 b/g/n e vários protocolos de segurança como WEP, WPA, WPA2 etc. A programação pode ser feita via comandos AT ou usando a linguagem LUA. São ideais para projetos de IoT pois possuem pouquíssimo consumo de energia em modo sleep.

Atualmente existem vários modelos desse dispositivo. O módulo ESP8266 ESP-01 é o módulo mais comum da linha ESP8266. O módulo wifi ESP8266 ESP-05 é um módulo um pouco diferente das outras placas da linha ESP8266, pois não possui portas que podemos usar para acionar dispositivos ou ler dados de sensores. O módulo ESP8266 ESP-07 também é um módulo compacto (20 x 16mm), mas com um layout diferente, sem os pinos de ligação. O módulo ESP8266 ESP-12E é muito semelhante ao ESP-07, mas possui apenas antena interna (PCB). O módulo ESP8266 ESP-201 é um módulo um pouco mais fácil de usar em termos de prototipação, pois pode ser montado em uma protoboard. O módulo ESP8266 NodeMCU ESP-12 é uma placa de desenvolvimento completa, que além do chip ESP8266 conta com um conversor TTL-Serial e um regulador de tensão 3.3V. Uma das grandes vantagens em utilizar plataformas baseadas no ESP8266, é a possibilidade de se programar utilizando o Blynk App Assim como em outras placas da família ESP8266, o NodeMCU também é compatível com o ambiente de desenvolvimento do Arduino. Além disso, a placa pode ser programada utilizando a linguagem LUA (linguagem desenvolvida por brasileiros).

**Módulo Relé 2 canais** - O relé é um dispositivo eletromecânico, com inúmeras aplicações possíveis em comutação de contatos elétricos, servindo para ligar ou

desligar dispositivos (GOMES, 2016). Existem vários tipos de relés, a diferença está no tipo de acionamento ou aplicação, porém este grande grupo pode ser classificado em dois tipos relés eletromecânicos ou relés micro processados.

Eles podem ainda serem classificados pelo tipo: Relés temporizadores, que permitem em função tempo ajustado comutar um sinal de saída de acordo com a sua função. São bastante utilizados em processos industriais como partidas de motores, fornos industriais, quadros de comando e outros; Relés térmicos também conhecidos como relés de sobrecarga, eles são dispositivos de proteção de sobrecarga elétrica utilizados em motores elétricos, sua função é evitar o superaquecimento. Relés de proteção, esse tipo de relé trabalha sob o funcionamento de correntes elétricas e podem criar campos eletromagnéticos que podem provocar mudanças de estados dos contatos para ligar ou desligar dispositivos. São de terceira geração e conseguem medir grandezas de tensão, isolamento, temperatura, sequência de fase e outros (CENTRAL DA LAPA, 2019).

Os relés permitem controlar dispositivos de alta potência como lâmpadas e ventiladores chaveando as altas voltagens necessárias através dos sinais de baixa voltagem dos microcontroladores. Cada relé permite o controle de sinais de 10A entre 30 e 250V tanto CC como CA. Voltagem operacional dos relés: 5V. Jumper de hardware para selecionar entre alimentação via MCU ou externa multilogica, (2019).

**Sensor Detector Presença PirHc Sr501** - O Sensor de presença PIR HC-SR501 é também conhecido como sensor de movimento, é um módulo que usa um sensor PIR (piroelétrico), capaz de detectar a variação de luz infravermelha emitida pela radiação do corpo humano. Dessa forma, ele é capaz de detectar movimento em um ambiente quando um corpo emissor de radiação se movimenta dentro da área de detecção de até 7 metros (VIDA DE SILICIO, 2021). O sensor de movimento, em conjunto com o Arduino, possui diversas aplicações, entre as mais diversas estão a controlar sistemas de iluminação e a de detectar a presença de invasores em alarmes. Com certeza você já viu um desses sensores. Além da preocupação com a segurança, o “sensor de presença pir” também fornece para a economia de energia elétrica, evitando o desperdício (VIDA DE SILICIO, 2021).

**Alarmes Magnéticos porta e janelas sem fio com sirene** - Alarmes Magnéticos porta e janelas sem fio com sirene são dispositivos de campo utilizado nos sistemas de alarmes para identificação de abertura de cofres, portas e janelas não autorizados. Os alarmes são também um dos principais dispositivos que realizam

o controle no local e identifica anormalidades. Seu mecanismo são formados basicamente de duas partes, uma caixa de plástico e duas lâminas metálicas (reede switch) quando sofre a ação do campo magnético se fecham, o que permite a corrente elétrica e sonorização (GESTÃO DE SEGURANÇA PRIVADA, 2021).

**Módulo Eletrônico Buzzer Passivo** - O Módulo Buzzer Passivo é muito utilizado em projetos eletrônicos pois ele é capaz de emitir sons a partir de frequências recebidas. O buzzer é um componente eletrônico composto por transdutores eletrônicos muito utilizados nos mais diversos tipos de projetos, alarmes, projetos de robótica entre outros. Ele auxilia a utilização do buzzer em projetos eletrônicos por já ter em sua estrutura os componentes passivos necessários ao funcionamento do buzzer e cabos do tipo jumper para fácil conexão nos microcontroladores e protoboard. Além disso, ele é compatível com Arduino, Pic, Raspberry Pi, Arm entre outros. Adquirindo o Módulo Buzzer Passivo, você tem a certeza de estar adquirindo um produto de alta performance e eficiência por um ótimo custo x benefício.

**Display LCD** - O Display LCD 16x2 é um modelo de display vastamente utilizado em projetos onde se necessita uma interface homem-máquina (IHM). Ele é composto por 16 colunas e 2 linhas com a escrita na cor branca e sua backlight (luz de fundo) azul para exibição de caracteres, letras e números de forma clara e nítida, melhorando a visibilidade para quem recebe a informação (CURTO CIRCUITO, 2021). Ele utiliza o controlador HD44780, empregado em toda indústria de LCD's como base de interface que pode ser operado em 4 ou 8-bits paralelamente. Sua conexão é feita através de 16 pinos, sendo 12 deles para conexão básica com o microcontrolador e 11 deles pinos de entrada/saída (I/O) e os demais pinos para ajuste de contraste através de potenciômetros, trimpots e afins e para a alimentação da backlight. Também é possível fazer a comunicação I2C com um microcontrolador.

**Teclado membrana matricial 4x4** - O Teclado Matricial de Membrana 4X4 com 16 teclas foi desenvolvido com a finalidade de facilitar a entrada de dados em projetos com plataformas microcontroladas. Este teclado possui 16 teclas, onde 10 teclas são numerais, 4 literais e 2 de caracteres. As 16 teclas estão dispostas em 4 linhas por 4 colunas e o teclado possui um conector de 8 pinos para ligação (CURTO CIRCUITO, 2021). O teclado matricial 4x4 é ideal para utilização em pequenos projetos acadêmicos onde se deseja realizar tarefas de controle de acesso, configurações do sistema, entre outras que necessitam de uma interface com botões. É de fácil e prática utilização, visto que você consegue "ler" 16 teclas utilizando apenas 8 pinos

do controlador. Uma membrana adesiva na parte posterior proporciona um modo simples para montar o teclado em uma variedade de aplicações (CURTO CIRCUITO, 2021).

**Fonte 5v/ 1A** - A Fonte 5V 1A é ideal para fazer a alimentação externa de circuitos conectados ao Arduino ou outras plataformas microcontroladas que possuam plug P4 fêmea com positivo no centro. Esta fonte faz o ajuste automático da tensão na entrada (100VAC até 240VAC) para uma tensão de saída de 5VDC. Além disso, a fonte possui um circuito responsável por fazer o chaveamento da corrente e isso garante que a tensão na saída seja estável. Dependendo da quantidade de entradas e saídas conectadas na plataforma microcontrolada, a alimentação vinda da porta USB não será o suficiente para fornecer a corrente necessária. Ao utilizar a Fonte DC 5V 1A Bivolt Chaveada você garante que seu projeto irá funcionar conforme o esperado e sem falhas devido a falta de corrente. Vale ressaltar que a corrente máxima fornecida pela fonte é de 1A, logo, faça os cálculos e veja se a fonte satisfaz a corrente total exigida pelo seu projeto (MASTERWALKER SHOP, 2021).

**Protoboard 830 pontos** - Consiste em uma placa com uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de solda, permitindo com rapidez e segurança desde uma alteração de posição de um determinado componente até sua substituição (FELIPE FLOP, 2019). De acordo com Felipe Flop (2019) consiste em uma placa com uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de solda, permitindo com rapidez e segurança desde uma alteração de posição de um determinado componente até sua substituição.

Protoboard é uma excelente ferramenta para a montagem de circuitos eletrônicos, sendo uma maneira rápida, fácil e prática para montar seus projetos. Possui 830 pontos e em sua parte inferior há um adesivo que permite colá-lo em uma superfície isolante. Também é ideal para quem procura algo simples e barato, mas sem abrir mão de um bom produto. Possui 830 pontos com barras de distribuição demarcadas e a parte de trás é adesiva, permitindo assim colar em superfícies diversas.

**Roteador** - Um roteador é um dispositivo que encaminha dados entre redes de computadores, criando um grupo de redes de justaposição. Um roteador é conectado a duas ou mais linhas de dados de redes diferentes. Eles também permitem **conectar** dispositivos de uma rede interna entre si, permitindo que troquem dados internamente, até mesmo sem uma conexão à internet pública. Isso acontece porque o roteador

atribui um endereço IP a cada computador ou celular conectado à rede, e é através deles que você poderá acessar outros aparelhos e trocar arquivos com eles.

**Jumpers** - Os jumpers são chaves elétricas utilizadas em placas e alguns dispositivos, como discos rígidos para ativar, regular ou desativar funções específicas do sistema que não são acessíveis via software. Entenda como podem ser usados a seu favor. Em placas-mãe mais antigas, jumpers eram abundantes. A sua função como chave elétrica era a de determinar o funcionamento de diversos recursos da placa. Era possível, por exemplo, usar um jumper para limitar a alimentação elétrica do processador e, conseqüentemente, reduzir sua velocidade e aquecimento (TECHTUDO, 2015).

**METODOLOGIA** - Para alcançar o objetivo, o trabalho foi desenvolvido por meio do método experimental, que consistiu na avaliação de um conjunto de variáveis do experimento, no caso desse trabalho, um protótipo como um sistema de alarme automatizado com tecnologias de baixo custo que faça comunicação via internet através de aplicativo blynk, direcionado a monitorar a segurança residencial. A metodologia proposta foi dividida em três etapas:

**Primeira Etapa:** Estudo do referencial teórico e os dispositivos eletrônicos usados no protótipo.

- Revisão teórica da composição e função dos dispositivos eletrônicos;
- Levantamentos dos dispositivos necessários para montagem do protótipo;
- Orçamentos dos materiais na construção do experimento;

**Segunda Etapa:**

• **Configurando Arduino Uno:** Baixar IDE do Arduino; Instalando o software do Arduino; Comunicação do windows com Arduino; e Importando as bibliotecas dos dispositivos que serão usados no circuito;

• **Construção protótipo;** Esquema de ligação do circuito do protótipo; e Fotos do protótipo;

• **Configurando aplicativo Blynk:** Instalando Aplicativo Blynk no celular; e Conectando circuito do protótipo ao Aplicativo blynk;

**Terceira Etapa:**

- Aplicação do protótipo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo realizado e levantamentos dos custos sobre os dispositivos eletrônicos para o desenvolvimento de um protótipo automatizado, foi possível a construção de um sistema de alarme para residência, utilizando a plataformas de prototipagem Arduino.

Para o desenvolvendo do protótipo foram necessários dispositivos como: Arduino Uno, Módulo Wi-fi Esp8266 Esp-12e, Relé 2 canais, Sensor Detector Presença PirHc Sr501, Teclado membrana matricial 4x4, Display LCD 16x2 (Azul), Módulo Eletrônico Buzzer Passivo, Alarmes Magnéticos porta e janelas sem fio com sirene, Protoboard 830 pontos, Fonte de alimentação 5v/1A, Plafon, Lâmpada de Led e Cabo Jumper.

#### 3.1 Orçamentos dos materiais gastos para construção do protótipo

Tabela 01 – Planilha de custo.

PLANILHA DE CUSTO			
EQUIPAMENTO/ MATERIAS	QUANT.	CUSTO UNIT (R\$).	CUSTO TOTAL
Uma placa Arduino Uno	1	R\$50,00	R\$50,00
Relé 2 canais	1	R\$20,00	R\$20,00
Módulo Wi-fi Esp8266 Esp-12e	1	R\$48,00	R\$48,00
Sensor detector de presença PirHC Sr 501	1	R\$20,00	R\$20,00
Teclado membrana matricial 4x4	1	R\$15,00	R\$15,00
Display LCD 16x2 (Azul)	1	R\$35,00	R\$35,00
Módulo eletrônico Buzzer Passivo	1	R\$20,00	R\$20,00
Alarmes Magnéticos porta e janelas sem fio com sirene	1	R\$15,00	R\$15,00
Protoboard 830 pontos	1	R\$20,00	R\$20,00
Fonte de alimentação 5v/1A	1	R\$15,00	R\$15,00
Plafon	1	R\$7,00	R\$7,00
Lâmpada de Led	1	R\$15,00	R\$15,00
Jumpers	1	R\$15,00	R\$15,00
<b>Custo Total =</b>			<b>R\$295,00</b>

Fonte: Própria dos autores (2021).

Orçamentos de kits de alarmes:

**Tabela 02** – Orçamento de kits de alarmes.

<b>ORÇAMENTO DOS KITS DE ALARMES:</b>	
<b>FABRICANTE</b>	<b>PREÇO</b>
Fabricante 1- Kit Central Alarme Monitorada Eg + Sensores	R\$1.198,49
Fabricante 2- Duas Centrais - Net Com 08 Sensores Sem Fio	R\$1.619,00
Fabricante 3- Kit Alarme - 8 Sensor S/ Fio Magnético	R\$933,45
Fabricante 1- Alarme - 1 Central Amt 2018 E + 4 Sensores	R\$1.245,40
Fabricante 1- Alarme -Kit Central Wi-fi 1080 Sensores Sirene	R\$856,90

**Fonte:** Própria dos autores (2021).

## 3.2 Configurando Arduino Uno

### 3.2.1 Instalando IDE do Arduino

Para o desenvolvimento do protótipo automatizado foi necessário fazer a comunicação entre o circuito de ligação dos dispositivos eletrônicos e os dispositivos responsáveis pelos comandos automatizados. Essa comunicação é realizada através de linguagem de programação, que é construída no Ambiente Integrado de Desenvolvimento Arduino - ou software do Arduino (IDE). Para realizar o procedimento acima basta acessar o site oficial do Arduino e na aba software fazer o download do “Arduino IDE 1.8.3 na opção windows win 7 and newer”. Após o download o próximo passo é fazer a instalação do software no computador.

### 3.2.2 Reconhecimento da placa gerenciadora Arduino pelo software IDE do Arduino

Com software do Arduino instalado no computador, próximo passo é verificar se o software do IDE do Arduino está fazendo comunicação com o hardware do Arduino Uno, para esta verificação basta acessar o barra de menu ferramentas/placas/gerenciador de placas/Arduino Avr boards/Arduino Uno, após realizar esses procedimentos é necessário verificar na barra de menu ferramentas/porta se há alguma porta ativada, se não houver porta ativada será necessário adicionar os drives da placa gerenciadora.

### 3.2.3 Importando bibliotecas para IDE do Arduino

Para fazer qualquer programação no Ambiente de desenvolvimento do Arduino é necessário adicionar bibliotecas de todo hardware que será utilizado nos projetos. O IDE do Arduino quando instalado no computador não trás informações de todas bibliotecas instaladas Arduino. Essas bibliotecas são importantes porque trazem informações dos codigos de programação que serão usados nos projetos. Para adicionar qualquer biblioteca basta acessar o menu Sketch /Incluir Biblioteca e na janela que abrir digitar o nome da biblioteca desejada.

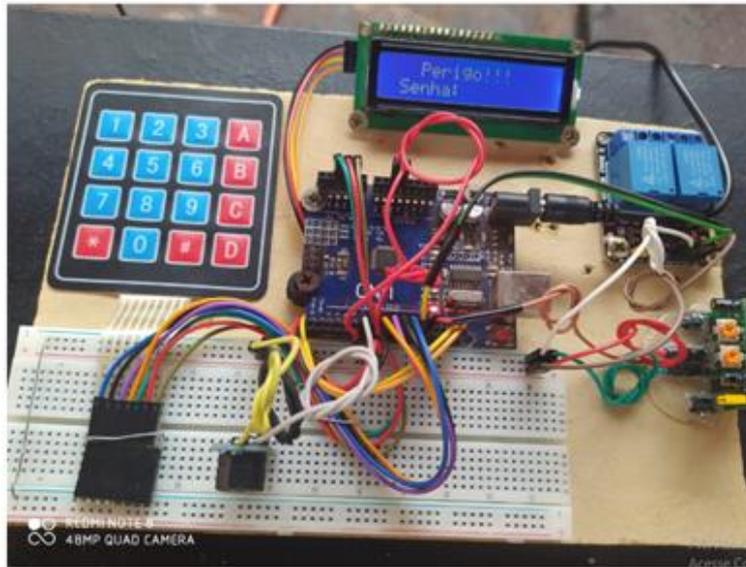
### 3.2.4 Esquemas de ligações do circuito do protótipo

Figura - Esquema de ligação do protótipo.



Fonte: Próprios autores (2021).

**Figura -** Circuito do protótipo.



**Fonte:** Próprias dos autores (2021).

### 3.3 Instalando Aplicativo Blynk no celular

Para instalar o aplicativo Blynk, basta acessar e baixar o aplicativo na loja de aplicativo da Google (Play Store), e em seguida executar o aplicativo no smartphone. O próximo passo é abrir o aplicativo e criar uma conta onde será cadastrado login e senha do proprietário do smartphone. Após este passo o aplicativo está pronto para ser configurado e programado para estabelecer comunicação com diversos dispositivos programáveis.

### 3.4 Conectando circuito do protótipo ao Aplicativo blynk

Para estabelecer comunicação entre aplicativo Blynk e o dispositivo programável Arduino Uno é necessário uma chave de comunicação virtual chamada Token. Esta chave é gerado no aplicativo Blynk quando criamos um novo projeto. O aplicativo gera a chave de comunicação e envia para o email cadastrado na conta do usuário do aplicativo. Esta chave é responsável pela comunicação entre a programação criada no IDE do Arduino e a automação dos dispositivos e o aplicativo Blynk. Para realizar a comunicação entre os dispositivos é necessário baixar a biblioteca do Blynk no IDE do Arduino e adicionar a chave (Token) a programação de comunicação entre os dispositivos, e por último realizar as configurações necessárias dos interruptores virtuais responsáveis pelo acionamento dos comandos virtuais.

Podemos ver na figura 28 a chave Token que é gerada, quando criamos um novo projeto e a tela inicial das ferramentas disponíveis para utilização do aplicativo.

### 3.5 Aplicação do protótipo

Logo que foi construído o experimento e feito sua programação e instalação local, foram realizados vários testes para seu correto funcionamento. Durante os eventos de testes tivemos vários problemas de conexão com a internet. A solução para resolver o problema de conexão foi utilizar o ESP8266 -ESP12E, para fazer as conexões wifi. Tais testes foram fundamentais para validar a viabilidade técnica do projeto os quais incluíram: teste de características da interface e teste de ambientes *com acesso a internet*.

De acordo com as observações durante o funcionamento e teste do prototipo, foi verificado que o mesmo conseguiu desempenhar bem as funções programadas. Foi possível observar em tempo real o acionamento do protótipo através dos dispositivos Android no aplicativo Blynk com acesso a internet. Vale salientar que, o sensor de movimento PirHC Sr 501, a lâmpada de LED, em conjunto com o Arduino, possuiu a capacidade de controlar o sistema de iluminação além de detectar a presença de qualquer corpo qualquer em movimento. Outro aspecto importante observado foi à economia de energia elétrica, evitando o desperdício, uma vez que, esse protótipo só é acionado a partir da presença ou movimento de um corpo.

Mas o mais importante e viável, são os custos na construção desse protótipo, uma vez que foram gastos os valores de R\$ 295,00 e com pouco de gasto a mais podemos criar alarme a partir das tecnologias de baixo custo, que apresente as funcionalidades bem próximas ao sistema de alarme encontrado no mercado. Podemos sistemas de alarme com vários preços, como podemos observar a tabela 2 deste trabalho. Porém o que tem que ser avaliado nos sistemas de alarmes, são suas especificações de realização de trabalho. Vale salientar que o orçamento da tabela 2 foi realizado observado os valores médios praticado no mercado. De acordo com o fabricante 2, os preços dos sistemas de alarmes chegam a custar R\$ 1.619,00, e sua especificação conta com: Duas Centrais - Net Com 08 Sensores Sem Fio. Vale salientar que esses resultados vão de encontro com os resultados do trabalho de Lima *et al.*, (2019), em observaram os custos reduzidos de até 35 % mais barato em comparação com os sistemas comercializados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, a segurança dentro das residências é motivo de preocupação para as famílias, diante dessa justificativa, a pesquisa do trabalho de conclusão de curso desenvolveu um protótipo de um sistema de alarme automatizado com tecnologias de baixo custo com acesso à internet e com comunicação ao aplicativo Blynk, direcionado ao monitoramento de ambientes.

De acordo com os objetivos proposto para o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso podemos afirmar que o primeiro objetivo específico foi estudar os conhecimentos teóricos sobre automação e as especificações dos dispositivos empregados e necessários para desenvolvimento do projeto. Pode-se observar que este objetivo foi alcançado pois foi realizado o levantamento bibliográfico sobre os dispositivos, plataformas e a linguagem de programação utilizado para o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso. O segundo objetivo específico foi construir um protótipo de um sistema de alarme com acesso a internet e ao aplicativo blynk. Essa meta foi alcançada, pois verificamos que o sistema de alarme conseguiu desempenhar as funções eletrônicas básicas e de programação, itens que foram observados durante o funcionamento do protótipo. O terceiro objetivo foi relacionar os conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia Elétrica empregados no desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso. Mediante os resultados obtidos, foi possível constatar neste trabalho a eficiência das premissas dos conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia Elétrica nas disciplinas de metodologia científica, circuitos elétricos, linguagem de programação, circuitos lógicos, laboratório de circuitos lógicos entre outros conhecimentos adquiridos que foram empregados no desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

Em análise com a tabela do orçamento dos preços praticados no mercado dos kits de alarmes mais básicos com acesso a Internet e sem câmera embutida podemos perceber que se fizermos um investimento maior no protótipo como por exemplo adicionar ao mesmo mais sensores e o dispositivo como ESP32-CAM chegaríamos a um excelente sistema de alarme construído a partir de tecnologias de baixo de custo.

Então podemos concluir que alçamos os objetivos propostos pelo trabalho de conclusão de curso e como sugestão para os trabalhos futuros fica a ideia da criação de um protótipo de sistema de alarme composto por vários sensores, câmera embutida no sistemas e acesso à internet e com comunicação de um aplicativo criado no MIT do App inventor.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Software Arduino**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/software>> Acesso em 01 de Mar.2021.

ALBERTIN, Alberto Luiz; DE MOURA ALBERTIN, Rosa Maria. **A internet das coisas irá muito além às coisas**. GV Executivo, v. 16, n. 2, p. 12-17, 2021.

AUTO CORE ROBOTICA. **Módulo Eletrônico Buzzer Passivo**. Disponível em: <<https://www.autocorerobotica.com.br/modulo-buzzer-passivo-5v>>. Acesso em 04 de Mar. de 2021.

ARDUINO APRENDIZES. **História do Arduíno e seus modelos**-Disponível em: <https://arduinoaprendizes.wordpress.com/2015/04/22/historiaarduino/> >Acesso em 04 de Mar. de 2021.Publicação, 2021.

ARDACADEMY. **Introdução ao Arduino IDE**. Disponível em: <<https://ardacademy57.000webhostapp.com/introduction%20to%20IDE3.html> >Acesso em 04 de Mar. de 2021.

CARVALHO, M. S. R. M. A trajetória da Internet no Brasil: do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de governança. **Unpublished Estudos de Ciência e Tecnologia no Brasil, Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2006.

CENTRAL DA LAPA. O que são relés - tipo e usos - Disponível em: <<https://www.centraldalapa.com/pagina/o-que-sao-reles-tipo-e-usos>> Acesso em 5 de março de 2021.

CURTO CIRCUITO. Disponível em: < <https://www.curtocircuito.com.br/display-lcd-16x2-backlight-azul.html>>. Acesso em 04 de Mar. de 2021.

DINIZ, Eduardo Henrique. Internet das coisas. **GV executivo**, v. 5, n. 1, p. 59-59, 2006.  
GESTAO DE SEGURANCA PRIVADA Disponível em: <<https://gestaodesegurancaprivada.com.br/sensores-de-abertura-ou-magneticos>>Acesso em 04 de Mar. de 2021.

GOEKING, Weruska. **"Da máquina a vapor aos softwares de automação."** Publicação online—O Setor Elétrico/Memória da Eletricidade.< <http://www. osetoreletrico. com. br/web/automacao. html> .>Acesso em 04 de Mar. de 2021.

GOMES, Alcenir Campelo. "Regulador eletrônico de TAP com controlador baseado na plataforma de prototipagem Arduino." (2016).

FACCIONI FILHO, Mauro. Internet das coisas. **Unisul Virtual**, 2016.

FERREIRA, victor zago gomes. **A Domótica como instrumento para a melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência**. trabalho de conclusão do curso superior de tecnologia em automação industrial do instituto federal de educação, ciência e tecnológica da paraíba. João Pessoa, pb, v. 20, 2010.

FILIFE FLOP. Sensor de Umidade e Temperatura DHT11. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11>> acesso em 10 de dezembro de 2019.

HAMANN, Renan. **A evolução dos computadores. Você sabia que computadores já chegaram a pesar**, v. 30, 2011.

LEMONS, André. **A comunicação das coisas. Internet das coisas e teoria ator-rede**. Sinsocial: Cyber-Arte-Cultura, v. 2, 2012.

LIMA, Paulo Raimundo Gomes de; et al., Desenvolvimento de protótipo de sistema de alarme para ambiente laboratorial. **Anais...** In: IX COEN – Congresso de Engenharias da UFSJ, São Joao Del Rei, 2019.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Editora FGV, 2018.

MASTERWALKER. CONHECENDO O BLYNK. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/blynk/conhecendo-o-blynk>. Acesso em 10 de jan. de 2021.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga et al., Protótipo de uma atividade experimental para o estudo da cinemática realizada remotamente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 191-208, 2013.

MULTILOGICA. **Módulo Relé 2 canais**. Disponível em: < <https://multilogica-shop.com/modulo-rele-5v-2-canais>>. Acesso em 04 de Mar. de 2021. publicação, 2019.

OLIVEIRA, Sérgio. **Internet das coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI**. Novatec Editora, 2017.

PREZI. **Arquitetura de Sistemas Embarcados** Disponível em: <<https://prezi.com/8x9sjvfmywl/arquitetura-de-sistemas-embarcados/>>. Acesso em 04 de Mar. de 2021.

SANTAELLA, Lucia *et al.*, **Desvelando a internet das coisas**. Revista GEMInIS, v. 4, n. 2, p. 19-32, 2013.

ROSARIO, Joao Mauricio. **Automação industrial**. Editora Baraúna, 2009.

SANTOS, Bruno P. et. al., **Internet das coisas: da teoria à prática**. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, v. 31, 2016.

SANTOS JUNIOR, Marcos Antonio dos. Monitoramento da temperatura e dióxido de carbono em silo piloto utilizando Arduino e Blynk. BS thesis. Brasil, 2018.

SERRANO Tiago Medici e NUNES Ronaldo. **Introdução ao Blynk App** (2018). Acesso em: <https://www.embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app>>. Disponível em 10 de novembro de 2019.

SILVEIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. **Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, p. 16, 2003.

TAIRA, Daniel Passos, and Felipe Macedo Freitas Siqueira. "Prototipagem utilizando plataforma arduino para sistema de controle de nível."

TECHTUDO. **Jumpers: entenda o que são e para que servem essas peças.** Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/03/jumpers-entenda-o-que-sao-e-para-que-servem-essas-pecas.html>> -do-solo-higrometro>. **Acesso em 10 de março de 2021.**

## CAPÍTULO 07

### APLICAÇÃO DA DOMÓTICA UTILIZANDO BLUETOOTH, APLICATIVO E SMARTPHONE

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Pamela Cristina Moura Godoy**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: pamelamouragodoy@gmail.com

#### **Rayssa Souza Araújo**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rayssa\_souza\_araujo@live.com

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: julialambertduraes@gmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: lucasderosa23@gmail.com

### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

**RESUMO:** O artigo intitulado como “Aplicação da domótica utilizando bluetooth, aplicativo e smartphone” apresentou como delimitação do tema a aplicação da Dómotica em áreas onde não há acesso a internet. O objetivo geral proposto do trabalho foi a construção de um protótipo de automação, controlado por aplicativo e interface de comunicação realizado por bluetooth. O protótipo foi construído para ser empregado em áreas sem acesso a internet e com a finalidade de desenvolver de forma automatizada tarefas do cotidiano doméstico e propor formas alternativas de desenvolvimento autônomos de tarefas da zona rural como alimentação de animais e irrigação de plantas. O método da pesquisa foi experimental de natureza qualitativa, e apresentou três etapas de desenvolvimento. A primeira etapa: Estudo do referencial teórico e os dispositivos eletrônicos usados no protótipo. Segunda etapa: Configurando Arduino Uno; Construção protótipo; Configurando aplicativo Arduino Bluetooth Controller. Terceira etapa: Aplicação do protótipo. Os resultados foram positivos e chegamos à conclusão de que o protótipo é viável economicamente, consegue acionar qualquer carga dentro das especificações do relé empregado, serve perfeitamente para implantar as automações das tarefas básicas rurais, bastando adicionar mais relés e programa-los para a realização das tarefas específicas. Dessa forma podemos afirmar o processo automatizado desenvolvido no protótipo e economicamente viável e atendeu as premissas previstas no artigo, exceto no quesito da construção personalizada do aplicativo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Domótica; Automação residencial; Bluetooth; Zona rural.

**ABSTRACT:** The article entitled “Application of home automation using bluetooth, application and smartphone” presented the application of Dómotica in areas where there is no internet access as a theme. The proposed general objective of the work was the construction of an automation prototype, controlled by application and communication interface carried out by bluetooth. The prototype was built to be used in areas without access to the Internet and with the purpose of automating daily domestic tasks and also proposing alternative forms of autonomous development of tasks in the rural area, such as animal feeding and plant irrigation. The research method was experimental of a qualitative nature and involved three stages of development. The first stage: Study of the theoretical framework and the electronic devices used in the prototype. Second step: Configuring Arduino Uno; Prototype construction; Configuring Arduino Bluetooth Controller application. Third stage: Application of the prototype. The results were positive and we came to the conclusion that the prototype is economically viable, it can trigger any load within the specifications of the relay used, it serves perfectly to implement the automations of the basic rural tasks, just adding more relays and programming them to carry out the specific tasks. . In this way, we can affirm the automated process developed in the prototype and economically viable and met the premises foreseen in the article, except for the custom construction of the application.

**KEYWORDS:** Home automation; Home automation; Bluetooth; Countryside.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Teza (2002, p.27), Domótica é um termo utilizado para referenciar a “automação residencial, designa também a utilização de processos automatizados em casas, apartamentos e escritórios. Pode-se utilizar outras denominações sinônimas, tais como, automação doméstica, automatização residencial”.

A palavra Domótica tem origem francesa *Domotique*, onde *Domus* significa "casa" e *Imotique* significa "automático", dessa forma, ao traduzir Domótica significa casa automática. Já para Ferreira (2010, p, 5), “o termo Domótica é um neologismo da junção do radical latim *domus* que significa residência e robótica”, onde considera uma junção de “sistemas informáticos, mecânicos, arquitetônicos, eletrônicos e de telecomunicações, aplicados a melhorias da segurança, comunicações, gestão energética e conforto”.

Atualmente a Domótica é aplicada em diversos campos e setores na sociedade. De acordo com Monteiro (215, p.3), devido à Domótica ser uma área bastante abrangente, ele dividiu a Domótica em quatro grandes áreas: Serviços & Lazer – Área responsável pela automatização dos diversos sistemas da residência como climatização, iluminação, entre outros. Permite aumentar os níveis de conforto da residência e libertar o utilizador de determinadas rotinas domésticas; Segurança – Área que permite dotar a residência de sistemas para a deteção de vários cenários indesejados como intrusões, inundações, incêndios e fugas de gás; Comunicação – Área que abrange as comunicações internas (por exemplo entre o utilizador e o sistema de automatização residencial) e comunicações externas, ou seja, comunicar com a habitação via web ou dispositivos móveis; Gestão Energética – Área responsável pela racionalização dos consumos energéticos por parte dos diversos sistemas. Considerada uma área de vital importância no quotidiano atual face aos novos pressupostos energéticos e ambientais a nível mundial.

O desenvolvimento tecnológico teve um crescimento exponencial nos últimos anos, promovendo melhorias em quase todos os segmentos da sociedade. Em geral essas tecnologias vêm se tornando cada dia mais acessíveis a todos. Um exemplo de desenvolvimento tecnológico que merece destaque é a automatização de processos mecânicos, que ganhou espaço em nossas residências.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Hardware do Arduino

Hardware são os componentes físicos do Arduino, ou seja, o conjunto de dispositivos eletrônicos que faz o Arduino funcionar. A palavra hardware também se refere aos materiais acoplados em equipamento que precisa de algum tipo de processamento computacional (GONÇALVES, 2019). Hardware do Arduino padrão é dividido em quatro setores: Entrada de alimentação; Sistema de controle de alimentação; Sistema do microcontrolador; e o Sistema de comunicação USB. De acordo com o tipo do Arduino seu Hardware é integrado que em muitos casos são de alto custo, sendo inviável para elaboração de protótipos de baixos custos.

### 2.2 Elementos do Arduino

**Microcontrolador** – É o cérebro do Arduino. Um computador completo dentro de um simples chip. Microcontrolador é um dispositivo programável que decodifica o código enviado à placa. “No mercado, existem várias opções de marcas e modelos de microcontroladores. A Arduino optou pelo uso dos chips da ATmel, a linha ATmega. O Arduino UNO usa o microcontrolador ATmega 32” (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 05).

**Conector USB** – “Conecta o Arduino ao computador. É por onde o computador e o Arduino se comunicam com o auxílio de um cabo USB, além de ser uma opção de alimentação da placa” (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 05).

**Pinos de Entrada e Saída** – “Pinos que podem ser programados para agirem como entradas ou saídas fazendo com que o Arduino interaja com o meio externo. O Arduino UNO possui 14 portas digitais (I/O), 6 pinos de entrada analógica e 6 saídas analógicas (PWM)” (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 05).

**Pinos de Alimentação** – “Fornecem diversos valores de tensão que podem ser utilizados para energizar os componentes do seu projeto. Devem ser usados com cuidado, para que não sejam forçados a fornecer valores de corrente superiores ao suportado pela placa” (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 05).

**Botão de Reset** - Botão que reinicia a placa Arduino (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 05).

**Conversor Serial-USB e LEDs TX/RX** – “Para que o computador e o microcontrolador conectem, é necessário um chip que traduza as informações entre eles. Os LEDs TX e RX acendem quando o Arduino está transmitindo e recebendo dados pela porta serial” (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 06).

**Conector de Alimentação** – “Responsável por receber a energia de alimentação externa, que pode ter uma tensão de no mínimo 7 Volts e no máximo 20 Volts e uma corrente mínima de 300mA. Recomendamos 9V, com um pino redondo de 2,1mm e centro positivo”. (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 06).

**LED de Alimentação** - Indica se a placa está energizada (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 06).

**LED Interno** - LED conectado ao pino digital 13 (VIDA DE SILÍCIO, 2017, p. 06).

**Shields do Arduino** - Para Matos (2017, p.18) “shields são placas de circuito que conectam ao Arduino por meio de pinos, e tem a finalidade de expandir a capacidade do sistema. Os shields possibilitam que o Arduino adquira novas funções”. Entre os principais exemplos pode ser uma ligação à rede local, empregando o Ethernet Shield. Outra forma é através de conexão a redes sem fio, por meio do WiFi Shield. Além da “comunicação do Arduino com outros dispositivos, utilizando o Bluetooth Shield. A existência dos shields torna a utilização do Arduino muito mais versátil, e é um dos fatores determinantes no sucesso dessa plataforma”. (MATOS, 2017, p.18)

## 2.3 Software e Firmware do Arduino

### 2.3.1 Programação do Arduino

Segundo Silva e Santos (2016, p.28), “linguagem de programação é um conjunto de especificações semânticas bem como sintáticas que os programadores usam para a codificação de instruções de um programa ou algoritmo de programação”. O código de programação C foi desenvolvido em 1972, por Dennis Ritchie e Ken Thompson operando com o sistema operacional Unix do computador PDP-11. Silva e Santos (2016, p.28) ainda descreve que a “linguagem C iniciou com a linguagem Algol 60, linguagem de alto nível, que permitia realizar os trabalhos longe da máquina, ou seja, permitia a programação a distância. Inicialmente não fez muito sucesso após a sua criação seu uso ficou restrito em laboratórios”.

Para Silva e Santos (2016, p.28) apud Pinho (2005) que essa linguagem é uma programação codificada de propósito geral e padronizada pela ISO. Na contemporaneidade é uma das mais conhecidas e não existem dispositivos para ela. “O C tem influenciado muitas outras linguagens de programação, mais notavelmente C++, que começou como uma extensão C. Abaixo algumas vantagens e desvantagens desta linguagem de programação” (SILVA e SANTOS, 2016, p.28 apud PINHO, 2005). As principais vantagens são: linguagem simples que permite trabalhar com funções matemáticas; Tipos de dados simples; Acesso diretamente memória; Declara e define facilmente as variáveis. Entre as principais desvantagens tem: Não permitir o uso de classes e objetos; Os programas criados em C não são muito seguros, pois o código é restrito e sequencial; Inicialmente não foi desenvolvida com foco em redes (SILVA e SANTOS, 2016). O grande benefício do Arduino é não precisar de nenhuma licença de desenvolvedor para utilizá-lo, uma vez que, ele apresenta um software destinado (IDE) para programação (com codificação de alto nível chamada “Linguagem de Programação do Arduino”, baseada em C++) e conexão com o computador por meio de uma entrada USB, o que o possibilita “acessível à maioria das pessoas que possuem médio conhecimento em informática e eletrônica. Com ele é possível receber sinais através de sensores, internet, SMS, etc, e convertê-los em sinais de saídas para acionamento de dispositivos como: motores, lâmpadas, televisores etc.” (SARTORI, 2016, p.18)

### 2.3.2 IDE do Arduino

“O software utilizado para programar o Arduino é denominado Arduino Integrated Development Environment (IDE), que significa ambiente de desenvolvimento integrado de Arduino” (REZENDE, 2014, p.28). Vale ressaltar que, para programar o Arduino, usa o IDE do Arduino, um software, onde se registra o código baseada na linguagem C. Para Rezende (2014, p.28) “o IDE permite que se escreva um programa de computador, que é um conjunto de instruções passo a passo, das quais se faz o upload para o Arduino. O Arduino, então, executa essas instruções, interagindo com o que estiver conectado a ele”. Primeiramente, se “resume a um programa simples de se utilizar e de entender com bibliotecas que podem ser facilmente encontradas. As funções da IDE do Arduino são: permitir o

desenvolvimento do software, enviá-lo à placa para que possa ser executado e de interagir com a placa Arduino” (REZENDE, 2014, p.28).

## 2.4 Plataforma de comunicação wireless

### 2.4.1 Wi-Fi

Marteletto (2016, p.21) descreve como “um conjunto de especificações para redes locais sem fio cuja transmissão é feita via ondas de rádio com base no padrão IEEE 802.11. Suas versões IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e a IEEE 802.11n” consideradas compatíveis, caracterizando-se apenas na frequência entre 2,4 e 5 GHz, na capacidade de comunicação entre 11 a 600 Mbps e no modo de transmissão. O benefício do emprego de redes Wi-Fi é sua alta comunicação. Outra vantagem é a criação de redes locais sem fios conectando a internet, com custos baixos de sua implantação e ampliação além da adaptação na instalação de projetos. Contudo, a rede que usa essa tecnologia apresenta uma transmissão segura com uma formatação que aceita vários pontos de acesso. Vale ressaltar que, o grande número de dispositivos a mesma frequência influencia diretamente no desempenho da sua própria transmissão e das redes vizinhas (MARTELETTO, 2016). “Outro ponto negativo é o consumo energético dos módulos, pois seu consumo é alto comparado aos outros protocolos de comunicação e os equipamentos precisa estar ligado o tempo todo para realizar a troca de informações” (MARTELETTO, 2016, p.22)

### 2.4.2 Bluetooth

“O Bluetooth é uma tecnologia de transmissão de dados via sinais de rádio de alta frequência, entre dispositivos eletrônicos próximos, que vem sendo desenvolvida num consórcio, que originalmente incluía a Ericsson IBM, Nokia, Toshiba e Intel” (NETO, 2009, p.16). Para um bom desempenho, Neto (2009, p.16) salienta uma distância ideal é de 10m e a máxima de 100m. Embora o Bluetooth precise permanecer ligado para realizar as trocas de informações entre os dispositivos envolvidos no controle, seu consumo é baixo. Este protocolo é usado para conectar itens em um curto alcance como teclados, mouses e fones [...] (MARTELETTO, 2016, p.21). Um dos benefícios é a utilização de microtransmissores de baixo custo suficiente para serem instalados praticamente em todos os tipos de dispositivo, como

lpad, tabletes, notebooks, celulares e outros tipos de aparelhos com sistema simples, como mouses, fones de ouvido, teclados e joysticks. Outro benefício da tecnologia Bluetooth é o evento de ser um padrão aberto e livre de cobranças de royalties, levando fabricantes de diferentes tipos de dispositivos a investir maciçamente nessa tecnologia. Suas especificações técnicas padrão são básicas como: “Frequência de operação de 2.4 GHz; Velocidade de transmissão de 1 Mbps (na prática a transmissão de dados é menor, pois estes 1 Mbps inclui os sinais de modulação, além dos aparelhos não estarão em condições ideais); Potência da transmissão de 1 mW a 100 mW” (NETO, 2009, p.16).

Funcionamento do Bluetooth têm quatro estados básicos de operação, onde conecta-se em piconets, que consiste em microrredes envolvidas em um dispositivo mestre conectado em um determinado lugar com um a sete piconets escravos ativos, quando interconectados, transmitem redes sem fios conhecidas como scatternets (NETO, 2009, p.16). Os dispositivos básicos de operação do Bluetooth: Mestre (Master) controle de um piconet; Escravo Ativo (Active slave) conectado e participando ativamente de uma rede piconet, monitorando ou participando; Escravo Passivo (Passive slave) continua logicamente parte de uma piconet, mas em modo de baixa prioridade, ocasionalmente monitorando a rede, permanece sincronizado; Em espera (Standby) não está conectado a um piconet, aguardando ocasionais pedidos de outros dispositivos, não sincronizado com o resto da rede (NETO, 2009, p.16).

### 2.4.3 ZigBee

De acordo com Matos (2017, p.15) é uma rede sem fio baseada no padrão IEEE 802.15.4, que usa amplificadores de rádio com custo baixo de instalação e de taxa de dados. “Uma rede de Zigbee pode conter até 255 dispositivos interligados, e tem suporte para as topologias de rede mestre-escravo, ad hoc e ponto-a-ponto. Cada mestre tem a possibilidade de se conectar com outros coordenadores, criando redes maiores” (MATOS, 2017, p.15). Segundo Matos (2017, p.15) “Os equipamentos Zigbee utilizam as faixas de frequência não licenciadas (faixa ISM), possuem taxas de transmissão de até 250 kbps e alcance de até 80 m”. A rede Zigbee (IEEE 802.15.4) foi criada com objetivo de: Consumir pouca potência e instalação simples, com conexões de baixo custo; Duas maneiras de funcionamento: "active" para comunicação e recepção e "sleep", quando não está comunicando; Configuração simples e segura;

As PHY (camada física) e MAC (Media Access Control) toleram que as redes funcionem com grande volume de aparelhos conectados. Analítico para bom emprego com sensores e redes de domínio; Protocolo simples que aceitam a transferência segura de dados (MATOS, 2017, p.15).

## 2.5 Sistema android e aplicativo Arduino Bluetooth Controller

### 2.5.1 Sistema android

O sistema android é um sistema operacional baseado no Linux. Atualmente é considerada uma das principais plataformas utilizada em dispositivos mobile (FAUSTINO, CALAZANS E LIMA, 2017). O Android foi criado em 2003 focado em dispositivos como câmeras digitais, porém, sua viabilidade não foi bem utilizada nesses equipamentos, sendo viável como plataforma no segmento de aparelhos celulares. Esta plataforma teve como base o sistema operacional Linux. Na contemporaneidade, foi desenvolvido pela Google em 2008, e trouxe utilidades significativas para outros segmentos como: criação dos Widgets, a opção de copiar e colar a partir do navegador, sincronização de múltiplas contas e entre outros (FAUSTINO, CALAZANS E LIMA, 2017).

### 2.5.2 Aplicativo Arduino Bluetooth Controller

De acordo Play Store (2021) “Arduino Bluetooth Controller Application é uma aplicação que permite controlar placa arduino via Bluetooth e criar projetos incríveis e totalmente personalizados. Podendo ser usado para o sistema de automação, automação residencial inteligente, acionamento de alarme etc.”

## 2.6 Materiais e Métodos

A metodologia empregada no artigo ficou dividida em três etapas.

**Primeira Etapa** - Estudo do referencial teórico e os dispositivos eletrônicos usados no protótipo.

- Conhecimento teórico dos dispositivos eletrônicos;
- Levantamentos dos materiais para construção do protótipo;
- Orçamentos dos materiais gastos para construção do protótipo.

**Segunda Etapa** - Configurando Arduino Uno:

- Baixando IDE do Arduino;
- Instalando o software do Arduino;
- Comunicação do windows com Arduino;
- Importando as bibliotecas dos dispositivos que serão usados no circuito.

### **Construção protótipo**

- Esquema de ligação do circuito do protótipo;
- Fotos do protótipo.

### **Configurando aplicativo Arduino Bluetooth Controller**

- Instalando Aplicativo Arduino Bluetooth Controller;
- Conectando circuito do protótipo ao Aplicativo Arduino Bluetooth Controller.

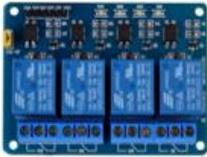
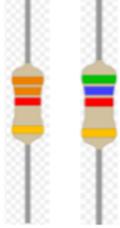
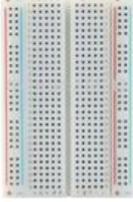
### **Terceira Etapa:**

- Aplicação do protótipo construído em uma área sem acesso a rede de internet;
- Relatório da viabilidade técnica do protótipo construído sobre suas contribuições para melhora da qualidade de vida de residentes dessas área sem rede.

## 2.7 Dispositivos utilizados no artigo:

**Quadro 2:** Dispositivos utilizados.

FIGURA DOS DISPOSITIVOS	NOME DOS DISPOSITIVOS
	<p style="text-align: center;"><b>Arduino Uno</b></p>
	<p style="text-align: center;"><b>Módulo Bluetooth HC-06</b></p>

	<p><b>Relé 4 canais</b></p>
	<p><b>Resistores 3k3 e 5k6</b></p>
	<p><b>Protoboard 400 pontos</b></p>
	<p><b>Fonte de alimentação 5v/1A</b></p>
	<p><b>Plafon</b></p>
	<p><b>Tomada de uso geral – 3 pinos</b></p>
	<p><b>Lâmpada de Led</b></p>
	<p><b><i>Cabo Jumper</i></b></p>

Fonte: Elaborado pelas autoras, (2021).

### 2.7.1 Arduino Uno

“O Arduino é uma plataforma open-source de prototipagem eletrônica de código aberto, bastante difundido no mundo acadêmico, em virtude do seu baixo custo e a facilitar o acesso a aprendizagem de eletrônica” (GONÇALVES, 2019, p.30). Para Morais (2018, p.20) “é um pequeno computador programável no qual é possível processar entradas e saídas entre componentes conectados a ele. É chamada de plataforma de computação física ou embarcada, sistema que interage com o ambiente por meio de hardware e software”. Já outro conceito semelhante descrito por Matos (2017) em seu trabalho como uma placa “criada na Itália utilizada como plataforma de prototipagem eletrônica que torna o mundo da robótica mais acessível às pessoas. Iniciado em 2005, a ideia base era que ele fosse utilizado como apoio educacional em aplicações escolares”. O modelo Uno é o mais conhecido e o mais indicado para quem está começando agora, uma vez que, possui uma boa capacidade de processamento, uma simples utilização com seus periféricos e uma simples linguagem de programação que se assemelha com C++ (SMARTKITS, 2020). De acordo com Matos (2017, p.18).

### 2.7.2 Módulo Relé

O relé é um dispositivo eletromecânico, com inúmeras aplicações possíveis em comutação de contatos elétricos, servindo para ligar ou desligar dispositivos (GOMES, 2016). Existem vários tipos de relés, a diferença está no tipo de acionamento ou aplicação, porém este grande grupo pode ser classificado em dois tipos relés eletromecânicos ou relés micro processados. Eles podem ainda serem classificados pelo tipo: Relés temporizadores, que permitem em função tempo ajustado comutar um sinal de saída de acordo com a sua função. São bastante utilizados em processos industriais como partidas de motores, fornos industriais, quadros de comando e outros; Relés térmicos também conhecidos como relés de sobrecarga, eles são dispositivos de proteção de sobrecarga elétrica utilizados em motores elétricos, sua função é evitar o superaquecimento. Relés de proteção, esse tipo de relé trabalha sob o funcionamento de correntes elétricas e podem criar campos eletromagnéticos que podem provocar mudanças de estados dos contatos para ligar ou desligar dispositivos. São de terceira geração e conseguem medir grandezas de tensão, isolamento, temperatura, sequência de fase e outros (CENTRAL DA LAPA, 2019).

### 2.7.3 Módulo Bluetooth hc-06

O Módulo Bluetooth Arduino HC-06 é um dispositivo eletrônico tecnológico, criado para emitir e capturar dados via Bluetooth, sendo combinado com plataformas de prototipagem Arduino, Raspberry PI, ARM, AVR, PIC, etc. Ele permite que o componente emita e capture informações TTL por meio de tecnologia Bluetooth sem que seja necessário conectar um cabo serial no computador. Assim, ele é utilizado para o desenvolvimento de redes sem fio, onde “é possível criar redes para trocas de informações entre um Arduino e um Smartphone. Quando empregado em conjunto com o Arduino, ELE se apresenta como um dos módulos com melhor relação de custo x benefício, pois é de baixo custo e grande utilidade” (USINAINFO, 2021).

### 2.7.4 Resistores 3k3/5k6-1w

O Resistor 3K3 é um componente usado em equipamentos elétricos e circuitos eletrônicos, pois tem funções diferenciadas, como o gerar calor, delimitar a corrente elétrica e dar queda de tensão. Seu funcionamento “baseia-se na resistência que o mesmo apresenta quando da passagem de corrente elétrica, a qual pode ocasionar a criação de calor através do efeito Joule ou a queda da tensão em seus terminais” (USINAINFO, 2021). Entre os dispositivos usados para fabricação do Resistor 3K3 encontra-se o silício, além do carvão e/ou ligas metálicas. Ele possui ampla funcionalidade, em geral, torna-se um dispositivo essencial para controlar a corrente elétrica em protótipos eletrônicos, visando proteger os materiais e aumentar a vida útil (USINAINFO, 2021).

### 2.7.5 Fonte de 5volts

A Fonte de Alimentação 5V é um componente eletrônico muito utilizado na criação de protótipo de automação residencial, onde desempenha a função de alimentar circuitos simples, como câmeras, LEDs, equipamentos eletroeletrônicos que precisam de fontes com 5V. O interessante dessa Fonte é o sua adaptação automatizada da energia de entrada, sendo bivolt, sendo usada em 127V ou 220V. Além disso, ela “possui um circuito controlador interno, chaveando a corrente, de modo a alternar a passagem de energia, ligando e desligando rapidamente a corrente, de forma a estabilizar a tensão de saída”. Outro aspecto importante é o seu peso muito

inferior a de um transformador, devido a aplicação de maior tecnologia (USINAINFO, 2021).

### 2.7.6 Protoboard 400 pontos

De acordo com Felipe Flop (2019) consiste em uma placa com uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de solda, permitindo com rapidez e segurança desde uma alteração de posição de um determinado componente até sua substituição. Protoboard é uma excelente ferramenta para a montagem de circuitos eletrônicos, sendo uma maneira rápida, fácil e prática para montar seus projetos. Possui 400 pontos e em sua parte inferior há um adesivo que permite colá-lo em uma superfície isolante. São 100 pontos de distribuição e 300 pontos de conexão terminal. Possuem coordenadas coloridas para facilitar a visualização na hora de colocar seu componente.

### 2.8 Orçamentos dos materiais gastos para construção do protótipo

**Tabela 03** – Planilha de custo.

PLANILHA DE CUSTO			
EQUIPAMENTO/ MATERIAS	QUANT.	CUSTO UNIT (R\$).	CUSTO TOTAL
Uma placa Arduino Uno	1	R\$50,00	R\$50,00
Módulo bluetooth hc-06	1	R\$30,00	R\$30,00
Relé 4 canais	2	R\$30,0	R\$30,00
1 protoboards 400 pontos	1	R\$15,00	R\$15,00
Fonte 5V/1A	1	R\$15,00	R\$15,00
Jumpers macho/macho macho/fêmea	1	R\$15,00	R\$15,00
Resistores 3k3/5k6-1w	2	R\$02.00	R\$04.00
Frete dos dispositivos	1	R\$30,00	R\$30,00
Tomada de uso geral/três pinos	4	R\$7,00	R\$28,00
Lâmpadas de LED	2	R\$15,00	R\$30,00
Plafon	2	R\$7,00	R\$14,00
Plug tomada macho	1	R\$10,00	R\$10,00
Fiação 1,5mm/2,5mm	1	R\$10,00	R\$10,00
Confecção banca de teste	1	R\$25,00	R\$25,00
<b>Custo Total =</b>			<b>R\$306,00</b>

**Fonte:** Elaborado pelas autoras (2021).

## 2.9 Configurando Arduino Uno

### 2.9.1 Baixando IDE do Arduino

- Para baixar o software do Arduino (IDE do Arduino):
- Entrar no site do Arduino;
- Clicar na aba software/download;
- Escolher o modelo offline;
- No modelo offline escolher sistema operacional Windows; No Sistema operacional Windos ws escolher Windows installer
- Fazer download do software.

### 2.9.2 Instalando o software do Arduino

Para a instalação do software foi necessário a extração da pasta Arduino do arquivo baixado para um local seguro do computador, executando o arquivo, aceitando o contrato de licença e mantendo tudo do jeito que está e prosseguir com todas as etapas da instalação. Aceitar também a instalação de todos os drives que for sugeridos. Quando terminar a instalação dos drives a instalação do software estará concluída.

### 2.9.3 Reconhecimento do Arduino pelo Windows

Para verificar a camuicação do hardware com software doArduino, foi necessário verificar se o Arduino está comunicando com o windows através:

- Gerenciador de dispositivos nas portas COM e LPT;
- IDE do arduino no menu ferramenta e na aba portas;
- Atraves do programa que aciona o led do Arduino (arquivo /exemplos/ basics/ blink).

### 2.9.4 Importando bibliotecas para IDE do Arduino

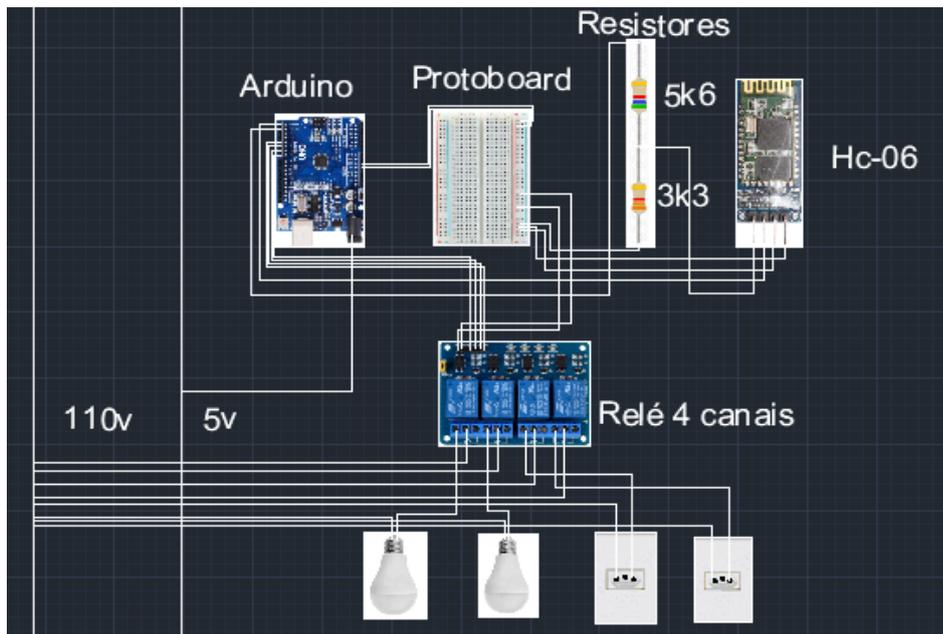
Para adicionar biblioteca para IDE do Arduino, foi necessário acessar o menu sketch/incluir biblioteca e na janela que abrir digitar o nome da biblioteca dos dispositivos que utilizaremos no protótipo e adiconar ao IDE do Arduino, para fazer a programação corretas destinada ao funcionamento do protótipo.

## 2.10 Construção protótipo

Para o desenvolvimento do protótipo, foi elaborado um planejamento para montar o circuito do projeto, no qual foi construído esquemas de ligação do circuito do protótipo, como podemos observar nas figuras abaixo:

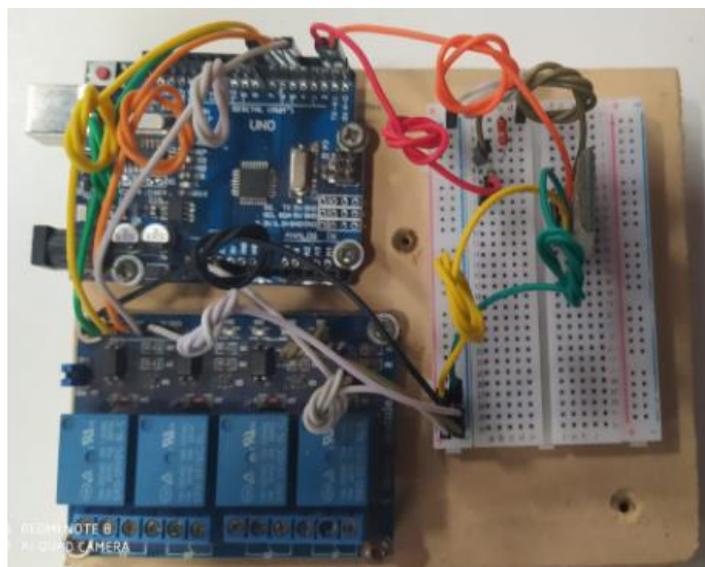
### 2.10.1 Esquema de ligação do protótipo

Figura - Esquema de ligação do protótipo.



Fonte: Próprias das autoras (2021).

Figura - Circuito do protótipo.



Fonte: Próprias das autoras (2021).

### 2.10.2 Aplicação do protótipo

Após o desenvolvimento do protótipo foram feitos vários testes para avaliar a viabilidade técnica do projeto. Para fazer a comunicação entre o protótipo e o bluetooth utilizamos o Arduino Bluetooth Controller que é aplicativo gratuito que podemos encontrar na loja do Play Store. No desenvolvimento do nosso projeto de conclusão de curso gostaríamos de ter realizado experimentações de alguns processos automatizados no âmbito das áreas rurais, tais como automatizar os processos básicos de alimentação dos animais e irrigações das hortaliças, mais isso não foi possível devido ao reduzido tempo do nosso semestre por causa da Pandemia do Corona Virus. Mas fizemos vários experimentos, através de uma bancada criada para fazer os testes do protótipo no quesito de acionamentos de cargas e lâmpadas. Os resultados foram positivos e chegamos a conclusão que o protótipo é viável economicamente, consegue acionar qualquer carga dentro das especificações do relé empregado, serve perfeitamente para implantar as automações das tarefas básicas rurais, bastando adicionar mais relés e programá-los para a realização das tarefas específicas. Dessa forma podemos afirmar o processo automatizado desenvolvido no protótipo é economicamente viável e atendeu as premissas previstas no trabalho de conclusão de curso, exceto no quesito da construção personalizada do aplicativo.

### 2.10.3 Resultados

Partindo do levantamento bibliográfico realizado sobre os processos básicos envolvidos para implementação de um sistema automatizado (Domótica) provenientes das tecnologias de baixo custo, verificamos a possibilidade de desenvolver um protótipo com um sistema de Domótica utilizando dispositivos como: Arduino Uno, Módulo Bluetooth HC-06, Relé 4 canais, Resistores 3k3 e 5k6, Protoboard 400 pontos, Fonte de alimentação 5v/1A, Tomada de uso geral – 3 pinos, Lâmpada de Led e *Cabo Jumper*.

Quando se iniciou a pesquisa, verificamos que havia uma dúvida sobre a viabilidade da Domótica acionada via bluetooth na melhoria da qualidade de vida de pessoas que residem em áreas ou que não tenham acesso à internet, buscando a evolução dos processos domóticos. Vale salientar que o desenvolvimento tecnológico teve um crescimento exponencial nos últimos anos, promovendo melhorias em quase

todos os segmentos da sociedade. Em geral essas tecnologias vêm se tornando cada dia mais acessíveis a todos.

Um emprego interessante da Domótica em áreas que não tem acesso à internet, além de oferecer todos os benefícios anteriormente citados, também promove facilidade nas manipulações dos trabalhos mecânicos manuais repetitivos, como irrigação de hortaliças, manutenção de bebedouros dos animais, entre outras atividades inerentes do meio rural. O que dificulta a aplicação destes benefícios nas áreas rurais é a falta de acessibilidade das redes de internet. Nessas áreas há possibilidade de implantação da Domótica utilizando comunicação com smartphone via bluetooth. O que muitas pessoas não sabem, é que tais aplicações podem ter o custo baixo com relação aos benefícios adquiridos. Com essa perspectiva se tornou importante desenvolver um protótipo com implantação da Domótica, principalmente para o desenvolvimento das atividades que apesar de simples toma muito tempo das pessoas no meio rural, impossibilitando uma qualidade de vida melhor, como tempo para realizar atividade ligadas ao lazer.

Um dos objetivos específicos iniciais foi realizar um levantamento bibliográfico sobre os processos básicos envolvidos para implementação de um sistema automatizado (Domótica) provenientes das tecnologias de baixo custo. Pode-se observar que o levantamento bibliográfico sobre os dispositivos, plataformas e programação foram fundamentais para aperfeiçoarmos o conhecimento.

O segundo objetivo específico foi desenvolver um protótipo com um sistema de Domótica utilizando dispositivos apresentados neste trabalho de conclusão de curso. Essa meta foi alcançada, pois verificamos que o conhecimento adquirido nos possibilitou desenvolver o protótipo com um sistema de Domótica utilizando dispositivos como: Arduino Uno, Módulo Bluetooth HC-06, Relé 4 canais, Resistores 3k3 e 5k6, Protoboard 400 pontos, Fonte de alimentação 5v/1A, Tomada de uso geral – 3 pinos, Lâmpada de Led e *Cabo Jumper* sem uso de rede de internet.

O terceiro objetivo específico foi aplicar um protótipo com um sistema de Domótica na área rural, no qual foram aplicados conceitos e dispositivos apresentados neste trabalho de conclusão de curso. Constatou-se que o projeto conseguiu desempenhar as funções diárias no qual foi observado que o mesmo apresentou viabilidade técnica para áreas sem acesso a internet.

Para alcançar esses resultados, a metodologia utilizada empregada no trabalho de conclusão de curso fica dividida em três etapas: Estudo do referencial teórico e os

dispositivos eletrônicos usados no protótipo; Configurando Arduino Uno e Construção protótipo; e Aplicação do protótipo construído em uma área sem acesso a rede de internet. Usando o aplicativo Arduino Bluetooth Controller como interface do protótipo e o smartphone.

De forma resumida, a pesquisa teve como objetivo geral construir um protótipo com funções de automatizar atividades rotineiras de uma residência ou de qualquer outro meio, como por exemplo a zona Rural, sem a utilização da internet, que é utilizada como interface dos acionadores de comando, e utilizando para esse fim o bluetooth. Verificamos que o objetivo geral foi atingido, com exceção da construção do aplicativo personalizado proposto no trabalho, essa etapa não foi realizada devido ao reduzido tempo do semestre ocasionado pela Pandemia Mundial do Corana Virus. Concluimos então que o protótipo é totalmente viável, fato comprovado na bancada de testes das cargas acionadas e pelo baixo custo aplicado na sua construção.

Para pesquisas futuras recomenda-se a construção real dos processos automatizados em uma área rural, de atividades básicas como alimentação dos animais e irrigação de jardins e hortaliças. E para o acionamento das cargas através do smartphone utilizar um aplicativo personalizado construído a partir de ferramentas de programação e blocos do MIT do App Inventor.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Guilherme da Silva. **Automação residencial utilizando a plataforma arduino e dispositivos móveis**. . 101f. trabalho de conclusão de curso (curso em Técnico em Eletrônica.). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2017.

Arduino. **Software Arduino**. Disponível em: <[HTTPS://www.arduino.cc/en/software](https://www.arduino.cc/en/software)> Acesso 01 de Mar.2021.

CENTRAL DA LAPA. O que são relés - tipo e usos - Disponível em: <<https://www.centraldalapa.com/pagina/o-que-sao-reles-tipo-e-usos>>. Acesso em 5 de fevereiro de 2021.

FERREIRA, Victor Zago Gomes. **A Domótica Como Instrumento Para A Melhoria Da Qualidade De Vida Dos Portadores De Deficiência**. Trabalho de conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica da Paraíba. João Pessoa, PB, v. 20, 2010.

FILIFE FLOP. Sensor de Umidade e Temperatura DHT11. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11>>. Acesso em 3 de março de 2021.

GOMES, Alcenir Campelo. **Regulador eletrônico de TAP com controlador baseado na plataforma de prototipagem Arduino**. 47f. trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2016.

GONÇALVES, Rangel Leonardo Moura. Automatização residencial: um estudo de caso da aplicação da internet das coisas. **Sistemas de Informação-Florianópolis**, 2019.

HAMANN, Renan. A evolução dos computadores. **Você sabia que computadores já chegaram a pesar, v. 30**, 2011.

MATOS, Tiago Melillo De. **Automação residencial de baixo custo utilizando arduino**. 40f. trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Controle e Automação. Universidade Federal de Ouro Preto, 2017.

MARTELETTO, Adriane Rodange. **Comunicação sem fio de baixo custo para aplicações em domótica: projeto e construção de um protótipo em kit microcontrolado**. . 115f. trabalho de conclusão de curso (curso em Engenharia Elétrica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

MONTEIRO, Pedro José Santos. **Aplicação Android para sistema de Domótica**. 117f. Dissertação de mestrado (Programa de pós-graduação em Engenharia Eletroeletrônica). Instituto Politécnico de Viseu, 2015.

MORAIS, Bianca Stephanie Guimarães et al. **Protótipo de sistema de automação residencial para o auxílio de pessoas idosas e com dificuldades de locomoção**. 63f. trabalho de conclusão de curso (curso Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, MOSSORÓ, 2018.

NETO, Moacir Penachim. **Automação Residencial**. 41f. trabalho de conclusão de curso. (curso de Engenharia Elétrica). Universidade São Francisco, Campinas, 2009.

PLAY STORE. **Aplicativo Arduino Bluetooth Controller**. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps>>. Acesso em 15 de Mar. de 2021.

REZENDE, Tamires Martins. **Controle de iluminação residencial utilizando arduino acionado por aplicativo em sistema operacional android**. 65f. Trabalho de conclusão de curso (curso em Engenheiro de Controle e Automação). Universidade Federal de Ouro Preto, 2014.

Rosario, Joao Mauricio. **Automação industrial**. Editora Baraúna, 2009.

SMARTKIT. **Modelos e tipos de Arduino**. Disponível em: <<https://blog.smartkits.com.br/tipos-de-arduino/>>. Acesso em 10 de Mar. de 2021.

SARTORI, Renato Vinicius De Lima. **Domótica – acionamento de dispositivos residenciais via smartphone utilizando arduino e comunicação bluetooth**. 59f. trabalho de conclusão de curso (curso de Ciência e Tecnologia). Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2016.

SANTOS JUNIOR, Paulo Veloso. **Protótipo de solução de automação residencial de baixo custo para auxílio a pessoas com mobilidade reduzida em atividades domésticas**. 71f. Dissertação de mestrado (programa de pósgraduação stricto sensu em tecnologia da informação aplicada à biologia computacional) Faculdade Promove, Belo Horizonte, 2018.

SERRANO Tiago Medici e NUNES Ronaldo. **Introdução ao Blynk App** (2018). Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/>. Acesso em 10 de março de 2021.

SGARBI, Julio André; TONIDANDEL, Flavio. Domótica Inteligente: Automação residencial baseada em comportamento. In: **Workshop de Teses e Dissertações em Inteligência Artificial, Ribeirão Preto, São Paulo**. 2006.

SILVA, Filipe Barbosa; SANTOS, Franck Willian Ferreira Dos. **Automação residencial utilizando arduino e android**. 52f. trabalho de conclusão de curso (curso de Ciência e Tecnologia). Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, 2016.

Silveira, Leonardo, and Weldson Q. Lima. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. **Anaia...** IN: Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

SOUZA, Ruan Giovani De; SANTOS, Vinicius Dos. **Sistema de automação residencial de baixo custo**. 23f. Trabalho de conclusão de curso (curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial). Faculdade de Tecnologia de Garça, 2016.

TAIRA, Daniel Passos, e Felipe Macedo Freitas Siqueira. **Prototipagem utilizando plataforma Arduino para sistema de controle de nível**. 45f. Trabalho de conclusão de curso (curso de Engenharia Química). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

TEZA, Vanderlei Rabelo. **Alguns aspectos sobre a automação residencial: domótica**. 108f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

VIDADOSILÍCIO. **Sensor**. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro>>. Acesso em 10 de março de 2021.

**USINAINFO**. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/fonte-de-alimentacao/fonte-de-alimentacao-chaveada-5vdc-2a-3201.html#:~:text=%2D%20A%20Fonte%20de%20Alimenta%C3%A7%C3%A3o%205V,esta bilizar%20a%20tens%C3%A3o%20de%20sa%C3%ADda>> Acesso 01 de março de 2021.

## CAPÍTULO 08

### SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO PARA IRRIGAÇÃO DE UMA HORTA A PARTIR DA ENERGIA FOTOVOLTAICA

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Afonso Joaquim Carvalho Neto**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: afonsoelectric@yahoo.com

#### **Rodrigo Vanzetto**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: vanzettorodrigo@gmail.com

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba–MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

#### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia – MG  
E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: julialambertduraes@gmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: rildo.almeida@uemg.br

### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: lucasderosa23@gmail.com

**RESUMO:** O custo da energia no Brasil é muito elevado assim a sociedade deve ter conhecimento de todas as fontes renováveis que podem ser utilizadas aproveitando o meio natural, a forma como se utiliza a energia é uma questão chave na qual o uso racional da energia nas organizações humanas é imprescindível para atingir os objetivos de um novo modelo de desenvolvimento, tanto pela diminuição da intensidade energética global, como pela melhoria dos resultados econômicos correspondentes. O presente trabalho busca responder: De que forma pode se implantar um sistema de automação de irrigação de horta a partir da energia fotovoltaica em um centro de reabilitação de dependentes químicos na cidade de Ituiutaba-MG. Esta pesquisa é realizada através de um campo exploratório, na qual foi desenvolvida uma análise no local, verificando as probabilidades de implantar o sistema de automatização e conseqüentemente a análise dos custos. Assim verificou-se que o sistema fotovoltaico automatizado é economicamente viável, visto que depende apenas de energia solar, é uma alternativa de desprezível impacto ambiental. Permite uma economia na mão de obra, contribuindo para que intensifique a qualidade da plantação. Por fim conclui-se conforme a tecnologia avança e os métodos para a captação de energias renováveis se desenvolvem, fica cada vez mais evidente que existem muitas formas de produzir energia sem agredir tanto o meio ambiente.

**PALAVRA-CHAVE:** Energia Solar; Automatização; Fotovoltaica.

**ABSTRACT:** The cost of energy in Brazil is very high so the company should be aware of all the renewable sources that can be used taking advantage of the natural environment, the way we use energy is a key issue in which the rational use of energy in human organizations it is essential to achieve the objectives of a new development model, both the decrease in global energy intensity, as the improvement of the corresponding economic results. This study seeks to answer: How can deploy a garden irrigation automation system from photovoltaics in a rehabilitation center for drug addicts in the city of Ituiutaba-MG. This search is performed through an exploratory field, in which an analysis was carried out on site, checking the probabilities of deploying the automation system and therefore the cost analysis. Thus it was found that the photovoltaic automated system is economically viable, as it depends only on solar energy is an alternative dispersive environmental impact. It allows savings in labor, contributing to intensify the quality of planting. Finally it is concluded as technology advances and methods for the capture of renewable energy are developed, it is increasingly evident that there are many ways to produce energy without harming either the environment.

**KEYWORD:** Solar Energy; Automation; Photovoltaics.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente diante dos avanços tecnológicos e da degradação do meio ambiente, têm se falado muito sobre sustentabilidade, dentro deste contexto existe o fator da utilização do meio natural em prol de reduzir os impactos ambientais.

O custo da energia no Brasil é muito elevado assim a sociedade deve ter conhecimento de todas as fontes renováveis que podem ser utilizadas aproveitando o meio natural, a forma como se utiliza a energia é uma questão chave na qual o uso racional da energia nas organizações humanas é imprescindível para atingir os objetivos de um novo modelo de desenvolvimento, tanto pela diminuição da intensidade energética global, como pela melhoria dos resultados econômicos correspondentes.

Assim cresce o interesse na automatização da operação e conseqüentemente o manejo de irrigação de uma horta em um centro de reabilitação de dependentes químicos cidade de Ituiutaba-MG. A automatização além de controlar a aplicação de água, permite também o controle das operações de fertirrigação, retro lavagem de sistemas e que o acionamento de conjuntos moto-bomba sejam realizados a distância, no entanto existe a necessidade da utilização de energia. Dependendo do lugar e meio a se manejar o projeto.

Dentre as fontes de energia renovável ha uma ampla gama de tipos de energia, tais como eólica, marinha, geotérmica, entre outras. Entre todas as fontes renováveis de energia a que se destaca e a fotovoltaica, já que esta se caracteriza pela conversão direta da radiação solar em energia elétrica a partir das células fotovoltaicas (BORGES E SERA, 2010).

A energia solar fotovoltaica vem se tornando uma relevante fonte de eletricidade, podendo utilizá-la para vários fins. Neste sentido, o uso da energia fotovoltaica em bombeamento de água para irrigação é uma aplicação produtiva da energia, que com vários tipos de lugares que se aplica ou precisa, contribui para utilização de uma energia renovável e auxilia na não geração de custo com a energia elétrica na irrigação da horta.

Do ponto de vista técnico, os sistemas fotovoltaicos de bombeamento não são muito diferentes de outros sistemas de bombeamento elétrico, diferenciam-se pelo uso do sol como fonte de energia. Sistemas fotovoltaicos de bombeamento não dependem de fontes combustíveis, e nem da transmissão da energia de concessionária,

apresentam baixa necessidade de manutenção de seus equipamentos, facilidade de instalação e reduzido impacto ambiental durante sua operação, diminuindo o material gasto em bombeamento convencional. O presente artigo busca responder: De que forma pode se implantar um sistema de automação de irrigação de horta a partir da energia fotovoltaica em um centro de reabilitação de dependentes químicos na cidade de Ituiutaba-MG.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Conceitos básicos de energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é uma alternativa viável e renovável para locais onde a energia elétrica é escassa e também para residências e fábricas que almejam o uso dessa fonte, uma vez que o sol atinge todo o Brasil durante o ano inteiro. De acordo com o CEPEL-CRESESB (2014), a energia solar fotovoltaica é produzida pela conversão direta da luz em eletricidade, sendo as células fotovoltaicas responsáveis pela conversão, e esse fenômeno físico é chamado de efeito fotovoltaico. De acordo com Demonti (2003,p.7):

O efeito fotovoltaico foi relatado pela primeira vez em 1839 por Edmund Becquerel que observou o aparecimento de uma tensão entre eletrodos imersos em um eletrólito, cujo valor dependia da intensidade da luz incidente. Descobriu-se posteriormente que vários materiais tinham a propriedade de gerar eletricidade quando expostos à luz, principalmente à luz solar.

Sobre o efeito fotovoltaico Zilles *et al.*, (2012, p. 13) diz que:

[...] o efeito fotovoltaico ocorre em certos materiais semicondutores com capacidade de absorver a energia contida nos fótons presentes na radiação luminosa incidente, transformando-a em eletricidade. A energia absorvida por esses materiais quebra as ligações químicas entre as moléculas presentes em sua estrutura. Com isso, cargas elétricas são liberadas podendo ser usadas para realizar trabalho. O efeito fotovoltaico é uma característica física intrínseca ao material que compõem o dispositivo de conversão fotovoltaica.

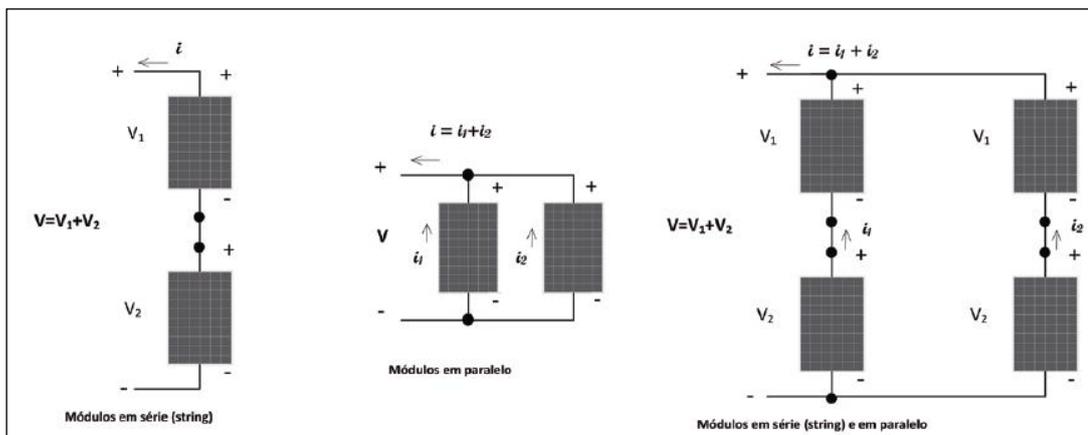
As células fotovoltaicas são feitas de materiais semicondutores, que são escolhidos levando em conta as suas características de absorção de energia de radiação solar, custo de fabricação e os impactos ambientais causados pela sua disposição (ZILLES *et al.*, 2012).

A corrente elétrica produzida pela célula fotovoltaica, quando exposta a luz, pode ser usada numa infinidade de aplicações, alimentando aparelhos elétricos, carregando baterias (sistemas autônomos) ou fornecendo eletricidade para ruas,

bairros e cidades nos sistemas conectados à rede elétrica (VILLALVA e GAZOLI, 2012).

Uma única célula produz pouca energia, entretanto um conjunto de células conectadas em série resultara em um modulo ou painel com tensões maiores. Além disso, vários módulos poderão ser conectados em série (*strings*) e em paralelos para se obter tensões e correntes desejadas adequadas a cada tipo de aplicação (REHMAN *et al.*, 2007), conforme figura 2.

**Figura:** Módulos em série e em paralelo.



**Fonte:** Adaptada de Villava e Gazoli (2012).

A capacidade de geração de energia dos módulos é diretamente proporcional a luminosidade incidente e inversamente proporcional a temperatura, em temperaturas mais baixas as tensões são maiores e em temperaturas mais altas as tensões são menores (VILLALVA e GAZOLI, 2012).

A posição dos painéis em relação a trajetória dos raios solares determinará a quantidade de radiação solar que eles receberão e, conseqüentemente, a quantidade de energia elétrica gerada. A latitude, declinação solar, direção dos painéis, ângulo horário e inclinação em relação ao plano horizontal são fatores que influenciam o posicionamento dos painéis (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004).

Em decorrência do movimento de rotação da Terra, a luz solar ilumina metade da superfície do planeta a cada instante, originando alternância dos dias e noites. Como o eixo terrestre é inclinado, a porção iluminada de cada paralelo varia com a época do ano. Somente por ocasião dos equinócios é que a metade de cada paralelo está iluminada. Portanto, a duração dos dias e das noites varia ao longo do ano, exceto no equador, onde duram cerca de 12 horas cada (VAREJAO-SILVA, 2005).

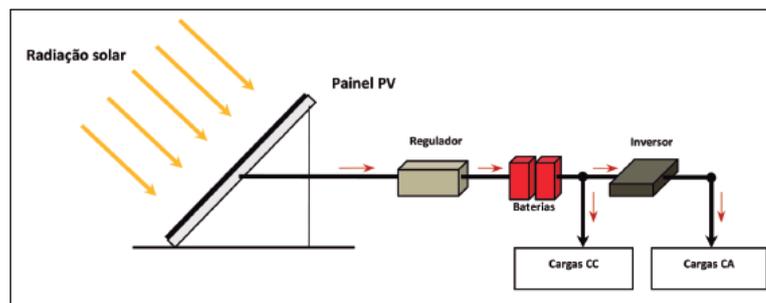
Para o dimensionamento de um sistema PV é fundamental definirmos o conceito de fotoperíodo e o de insolação. O primeiro diz respeito ao tempo decorrido, em horas, entre o nascimento e o ocaso do Sol e o segundo é o intervalo total de tempo em que o disco solar estiveram visíveis para um observador situado na superfície terrestre, isto é, período em que o Sol não esteve ocultado por nuvens ou quaisquer outros fenômenos da natureza. Assim, a insolação é, no máximo, igual ao fotoperíodo.

Em função da latitude é possível determinar um ângulo de inclinação dos painéis ( $\alpha$ ) que possibilite uma boa produção de energia ao longo do ano.

## 2.2 Componentes de um sistema pv (photovoltaic ) autônomo

Um sistema fotovoltaico autônomo é composto de um painel ou um conjunto de painéis fotovoltaicos, um regulador de carga, uma bateria ou banco de baterias e um inversor de corrente contínua para corrente alternada para atender ao conjunto moto bomba e possíveis equipamentos elétricos que compõem o sistema de automação da irrigação alimentado com corrente alternada conforme figura 5:

**Figura -** Componentes de um sistema de PV autônomo CC/AC.

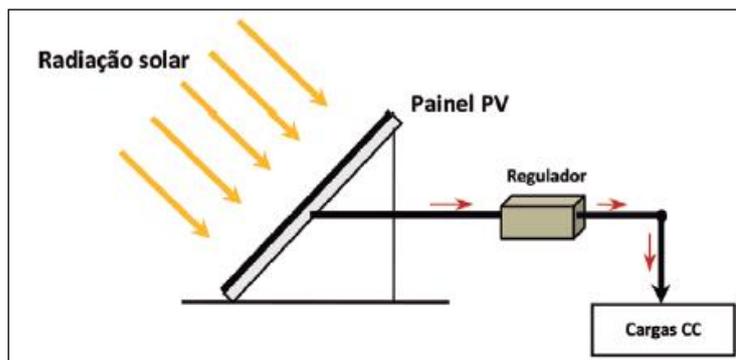


**Fonte:** Adaptada de Villava e Gazoli (2012)

Ha casos de irrigação em que não se utiliza bateria; o armazenamento de energia fica a cargo dos reservatórios superiores de água, isto é, os reservatórios ao receberem a água proveniente do sistema de bombeamento armazenam, ali, energia na forma potencial. Quando ha diminuição da potência do conjunto moto-bomba por redução de radiação solar, os reservatórios passam a abastecer automaticamente a área a ser irrigada, mantendo, assim, um fluxo de água constante durante todo o período da irrigação (SANTOS *et al.*, 2007). Este artigo apresentou uma aplicação em que se faz uso dos reservatórios elevados em substituição do banco de baterias, o

que torna o sistema mais econômico e com menor impacto ambiental. E o caso do sistema de bombeamento de água que utiliza motor de corrente contínua conectado diretamente ao sistema PV, de acordo com a figura abaixo:

**Figura:** Componentes de um sistema PV autônomo CC, sem baterias.



**Fonte:** Adaptada de Villava e Gazoli (2012).

Este sistema tem um baixo custo, pela ausência do banco de baterias, este sistema confere maior confiabilidade ao seu funcionamento, maior vida útil e menor manutenção.

## 2.4 Vantagens da irrigação automatizada

A automatização do sistema de irrigação apresenta as seguintes vantagens:

**Melhor administração da propriedade ou projeto agrícola:** controle centralizado, tomada de decisão automática, monitoração ou supervisão da operação do sistema, obtenção do histórico completo das aplicações de águas e fertilizantes;

**Obtenção de maiores produtividades a um menor custo:** Controle preciso do tempo de aplicação da irrigação, irrigações sob condições ótimas, medições precisas das quantidades de água e fertilizantes;

**Economia de mão-de-obra:** abertura e fechamento automático de válvulas e registros, operação automática de bombas de recalque e de reforço; Economia de água; Economia de energia;

**Economia de fertilizantes:** quantidades administradas de forma precisa, solução balanceada apropriadamente (GORNAT & SILVA, 1990).

Um sistema automático bem planejado pode responder às situações de adversidade de forma inteligente, evitando que o problema de agrave. Pode-se

também instalar um sistema de alarme que alerta o produtor sobre erros no sistema. Mesmo que o produtor esteja fora da propriedade, é possível a implantação de um sistema mais sofisticado que liga pra um determinado telefone e informa sobre erros (FIALHO, 1999).

Além disso, a automação permite monitorar e controlar o funcionamento de um sistema físico de forma segura, rápida e automática. Esse controle visa monitorar tarefas rotineiras, reagindo a certas características previsíveis do ambiente (SILVA, 2000).

O monitoramento automático, embora ainda incipiente no Brasil, constitui uma ferramenta importante no controle das aplicações de água para as plantas e uma maior frequência de seu uso, assegurando a sustentabilidade do sistema a ser irrigado e a preservação do meio ambiente. Sistemas automáticos utilizando o tensiômetro existem comercialmente no mercado, porém em pequena escala. O desenvolvimento dessa metodologia constitui uma linha de pesquisa e extensão no sentido de sempre contribuir para o advento dos equipamentos eficientes no controle de irrigação de baixo custo e acessível a agricultores (CARVALHO *et al.*, 2001).

## 2.5 A concepção do sistema de irrigação automática a partir da utilização do tensiômetro

A automação no setor agrícola tornou-se um processo irreversível e tem mudado as atividades exercidas pelo operador, antes atuando diretamente nos processos produtivos e agora se dedicando mais à supervisão e monitoramento dos mesmos. O sistema de cultivo de hortaliças do tipo fruto em substrato, especialmente sob irrigação por gotejamento, limita o crescimento das raízes. O reduzido volume de raízes, associado à pequena quantidade de água armazenada requer que as irrigações em substratos sejam realizadas em alta frequência e baixo volume, o que torna o manejo da irrigação um fator limitante para a obtenção de altos rendimentos. No Brasil, o manejo é, em geral, realizado de forma empírica, sem o controle da umidade do substrato e/ou a determinação da evapotranspiração da cultura resultando frequentemente em insucesso (MAROUELLE, 2005).

Assim a aplicação será concebida um sistema de irrigação provido de tensiômetro para controle de umidade do solo. O princípio de funcionamento do dispositivo é baseado na tensão originada no interior do tensiômetro em função da tensão da água (solução do solo) na matriz do solo a qual provoca uma tensão, através da tubulação

flexível no diafragma ao qual está conectado uma haste que abre ou fecha a válvula hidráulica que controla o fluxo de água até o sistema radicular. Toda a vez que a tensão da água no solo atingir aquela tensão pré-determinada a válvula é aberta permitindo a passagem de água, promovendo a irrigação, assim que o solo é umedecido diminui a tensão da água no solo, reduzindo a tensão exercida pelo diafragma sobre a válvula essa fecha o fluxo de água, interrompendo a irrigação (KLEIN, 2001).

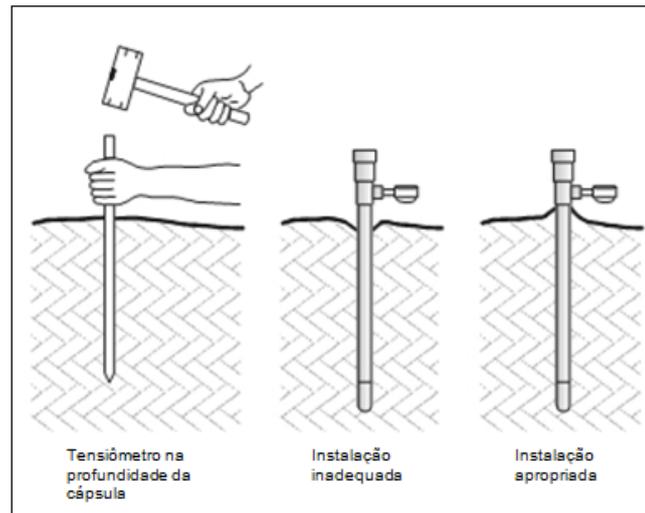
O tensiômetro, aparelho desenvolvido por Gardner em 1922 (Camargo et al., 1982), é empregado para medir a tensão com que a água está retida pelas partículas do solo, também conhecido por potencial matricial. Dispondo-se da relação entre o conteúdo de água no solo e a tensão em que ela se encontra pode-se estabelecer, indiretamente, o teor de água no solo a partir das leituras desse aparelho. Segundo Campbell & Mulla (1990), de todos os métodos disponíveis para conhecimento dos potenciais de água no solo em irrigação, o tensiômetro é talvez o mais utilizado.

O funcionamento do tensiômetro é simples. Após estar completamente cheio de água e em solo saturado, nenhuma água passará pela cápsula e não haverá vácuo. À medida que o solo seca, a água sai do tensiômetro através da cápsula porosa, criando um vácuo no interior do tubo equivalente à tensão da água no solo. A magnitude desse vácuo será indicada no manômetro conectado ao tensiômetro. De forma inversa, após uma chuva ou irrigação, o teor de água no solo é aumentado e a água passa do solo para o tensiômetro através da cápsula e as leituras de vácuo ficam mais baixas (AZEVEDO *et al.*, 1983).

O tensiômetro consiste em uma cápsula porosa, geralmente de cerâmica ou porcelana, conectada a um medidor de vácuo (que pode ser um vacuômetro metálico ou um manômetro de mercúrio) através de um tubo plástico ou de outro material, tendo todas as partes preenchidas com água. A cápsula porosa é permeável à água e aos solutos na solução do solo, sendo, entretanto, impermeável a gases e à matriz do solo, até determinado nível de tensão (AZEVEDO, SILVA, 1999).

Para uma boa instalação, a preparação do buraco, usando-se um trado ou um pedaço de cano de ferro ou PVC rígido, deve ser realizada com o solo úmido e no mesmo diâmetro do tubo do tensiômetro.

**Figura** Aspectos do tensiômetro.



**Fonte:** Azevedo *et al.*, (1983a).

É importante colocar a cápsula na profundidade exata de instalação. Evite buracos maiores que a profundidade estabelecida, para impedir a acumulação de ar e de água nas imediações da cápsula, afetando a acurácia das leituras.

### 3. ANÁLISE DE DADOS

Este tópico apresenta a demonstração do projeto para automatização de uma horta em um centro de reabilitação de dependentes químicos na cidade de Ituiutaba-MG.

#### 3.1 Resultados da pesquisa de campo

Em prol de um dimensionamento correto foi aplicado uma pesquisa no local, averiguando o tamanho da horta e tipos de hortaliças cultivadas no local.

Devido o custo e mão de obra o local atualmente cultiva alface, couve, cenoura e cheiro verde. Foi realizado medições do espaço do plantio e constatou um total de 500 m<sup>2</sup>, verificou-se também que no local já possui um poço. Realizando o dimensionamento do sistema de automatização, considerou-se para a determinação da demanda de água um sistema de irrigação por gotejamento, 20 x 25 m e o sistema de irrigação composto por 2 parcelas, com 2 canteiros de 2,5 x 12 m.

Nos canteiros as plantas estavam espaçadas em 0,35 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas, totalizando 3 linhas de laterais, com gotejadores de vazão igual a 1,6 litros h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 10 m.c.a (98 kPa). No cálculo do volume de água

necessário diariamente para suprir a demanda do sistema de irrigação, pelo bombeamento, foi utilizada a Equação:

$$VAD = Q_g \cdot N_{gp} \cdot H_i \quad (1)$$

Onde:

VAD - Volume de Água Demandada (litros.dia-1)

$Q_g$  - Vazão do aspersor (litros.h-1)

$N_{gp}$  - Número de aspersores por parcela

$H_i$  - Horas de irrigação

Para cálculo da vazão diária do sistema, fez-se o cálculo com a Equação 2.

$$QD = Q_g \cdot N_{gp} \quad (2)$$

Sendo QD a vazão diária em litros.h-1.

Para realização do cálculo determinou-se o número de gotejadores dividindo o comprimento do canteiro pelo espaçamento entre gotejadores na linha lateral, igual a 0,30 m (valor fornecido pelo fabricante), resultando em 80 gotejadores por linha lateral.

Como são 3 linhas laterais por canteiro, obteve-se 240 gotejadores e, como cada parcela possuía 2 canteiros, totalizou-se 480 gotejadores por parcela. Sabendo-se que os gotejadores possuíam a vazão igual a 1,6 litros h-1 e um tempo de irrigação por parcela, no período crítico de demanda de água pela cultura, de uma hora, obteve-se, o volume diário de bombeamento de 768 litros dia-1.

Para medição da umidade do solo definiu-se pelo uso do tensiômetro, o funcionamento de um tensiômetro se dá pela seguinte forma: enquanto o solo ao redor do tensiômetro estiver úmido, nenhuma água passará pela cápsula e não haverá vácuo. Caso contrário, se o solo estiver seco, a água sai do tensiômetro através da cápsula, gerando um vácuo no interior do tubo. Este vácuo é equivalente à tensão de água no solo e sua magnitude será indicada no manômetro conectado.

Em comparação com outros métodos de controle de irrigação, o tensiômetro tem como vantagens: o conhecimento em tempo real da tensão de água no solo e, indiretamente, o teor de água no solo; utilização do conceito de potencial, medindo diretamente a energia de retenção de água pelo solo; facilidade de uso, desde que convenientemente instalado, mantido e interpretado; e custo relativamente baixo e facilmente encontrado no comércio, possibilitando maior aplicação por parte de agricultores irrigantes (AZEVEDO, SILVA, 1999).

### 3.1 Sugestões de equipamentos para implantação de uma horta automatizada

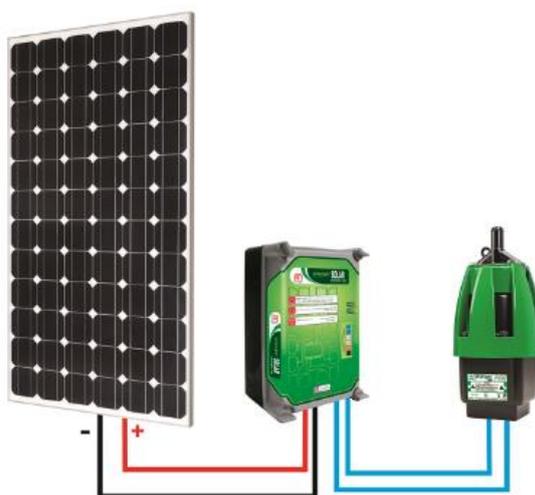
Assim analisando os dados, como o local já possui o poço a melhor forma de automatizar a horta é utilizando uma Bomba Anauger Solar P100. A bomba é movida a energia solar fotovoltaica é uma nova tecnologia em bomba vibratória para aplicação no bombeamento de água com o uso de energia solar fotovoltaica.

A energia elétrica proveniente do módulo solar é fornecida à bomba através do Driver de forma eficiente, que por sua vez proporciona maiores vazões com baixa potência e um bombeamento independente das flutuações do nível de radiação solar. O equipamento opera em dias nublados, sem o uso de baterias. Sempre haverá água enquanto houver luz do dia.

A bomba trabalha submersa, sendo sustentada pela mangueira de recalque, utilizada no abastecimento doméstico, para pequenas irrigações, irrigações por gotejamento e criação de animais.

O circuito de geração de eletricidade é formado por um módulo solar anauger de 175Wp com tensão de 36Vdc. A energia é armazenada no Driver em capacitores e convertida em impulsos para a bomba. Abaixo segue a ilustração do equipamento.

**Figura:** Bomba Anauger P100.



**Fonte:** Adaptado (Anauger, 2016).

Seu desempenho Geração de energia elétrica através do módulo solar anauger de 175Wp; Com radiação solar de 6,0kW/m<sup>2</sup> por dia temperatura ambiente 25° C.

**Figura** - Volume diário (litros/dia).

H (altura manométrica - metros)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
<b>Volume diário (litros/dia)</b>	<b>8.600</b>	<b>7.000</b>	<b>5.600</b>	<b>4.500</b>	<b>3.650</b>	<b>2.900</b>	<b>2.250</b>	<b>1.700</b>	<b>1.200</b>

**Fonte:** Adaptado (Anauger, 2016).

Para complemento da automatização e regulação da umidade do solo será necessário um tensiômetro.

### 3.2 Orçamento para implantação da horta automatizada

De acordo com equipamentos sugeridos para implantação da automatização, abaixo segue uma tabela com o custo.

**Tabela:** Orçamento do material para implantação do projeto.

Quant.	Descrição	Valor Unitário	Subtotal
01	Kit Bomba de Água Solar P100 <sup>1</sup>	R\$ 3.423,80	R\$ 3.423,80
6	Tensiometro SoilControl <sup>2</sup>	R\$149,00	R\$894,00
-	Custo de materiais e mão de obra para instalação do aquecedor	-	R\$500,00
Total			R\$4817,80

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

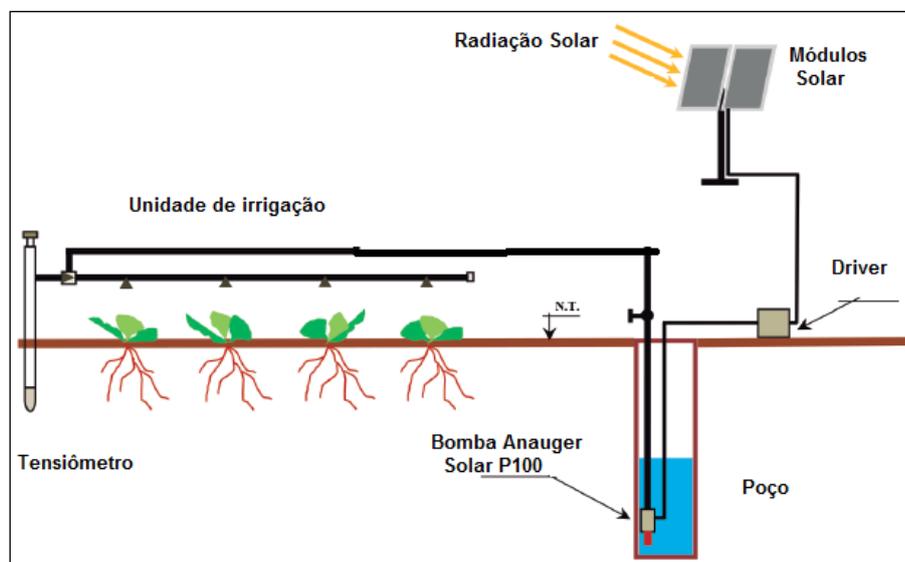
Kit Bomba de água P100 - Bombeamento 1200 litros de água por dia. Itens Inclusos:

- 1 Painel Solar Fotovoltaicos 260w (164m x 98cm x 4m)
- 1 Bomba Anauger Solar P100 (para poço) com driver (23cm x 40cm x 36cm)
- 1 Boia sensor para Bomba 15A (17cm x 10cm x 10cm) (Cabo 1,5m)
- 1 Regulador eletrônico (12,5cm x 8,5cm x 5cm)
- 1 Par de Conector MC4
- Tensiômetro orçado da marca SoilControl modelo M-WaterMeter

### 3.3 Apresentação do projeto do sistema de automatização de irrigação da horta

O sistema fotovoltaico automatizado é economicamente viável, visto que depende apenas de energia solar, é uma alternativa de desprezível impacto ambiental. Conforme apresentado na figura:

**Figura:** Projeto para automatização da horta.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2016).

O sistema permite uma economia na mão de obra, contribuindo para que intensifique a qualidade da plantação.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por objetivo realizar uma pesquisa para implantar um sistema de automatização de irrigação de horta a partir de energia fotovoltaica. Assim sendo, a partir dos estudos realizadas foi possível apresentar um sistema automatizado para um centro de reabilitação de dependentes químicos na cidade de Ituiutaba-MG. No local atualmente existe horta orgânica que é cultivada por colaboradores.

As culturas orgânicas necessitam, além dos nutrientes adequados, de uma regularidade na sua irrigação. Possibilitando melhor captação e o uso mais racional da água, evitando perda da colheita, principalmente, pelo estresse hídrico causado por uma irrigação descontrolada ou escassa.

Desta forma, com o suporte da energia fotovoltaica é possível tornar mais prático o cotidiano, além de reduzir o custo com mão de obra. É importante dizer que as experiências de implementação desta tecnologia geram resultados positivos, reforçados pelos baixos custos operacionais e de manutenção.

Por fim conclui-se que o objetivo do trabalho foi alcançado, e conforme a tecnologia avança e os métodos para a captação de energias renováveis se desenvolvem, fica cada vez mais evidente que existem muitas formas de produzir energia sem agredir tanto o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, J. A. de; SILVA, E. M. da. **Tensiômetro**: Dispositivo prático para controle de irrigação. Embrapa Cerrados – Circular técnica, 1999.

CABRAAL, R. A.; BARNES, D. F.; AGARWAL, S. G. **Productive uses of energy for rural development. Annual review of environmental and resources**, n. 30, p. 117-144, 2005.

CEPEL-CRESESB. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**, Edição revisada e atualizada, Rio de Janeiro-Março–2014.

DEMONTI, Rogers. **Processamento da energia elétrica proveniente de módulos fotovoltaicos**. FLORIANÓPOLIS, SC, 2003. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

EMBRAPA. **Irrigação: sistemas e manejo**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasSemSementes/irrigacao.html>. Acesso: 07 de Nov. de 2016.

GORNAT, B.; SILVA, W.L.V. **Sistemas de controle e automatização da irrigação**. ITEM. Irrigação e Tecnologia Moderna, 1990.

GRAH,V.F.; BOTREL,T.A.; PONCIANO,I.M.; DAMASCENO,A.P.A.B.; LVADOR,C.A.; ALVES,D.G. **Solucao Alternativapara Bombeamento de Agua e Automacao da rrigacao sem o uso de Energia Eletrica**. Irriga, 2012.

HARVARD. **From Space to Earth. The Story of Solar Electricity**. Harvard University Press. Cambridge, EUA, 2002.

KAPADIA, K. **Produção de energia renovável: a review of four Bank - GEF projects**. Banco Mundial. 2004.

KASATEC. **Kit de bomba**. Disponível: <http://kasatecenergiasolar.commercesuite.com.br/kit-bomba-de-agua-solar-p100-pr-233-399673.htm>. Acesso 08 de Nov. 2016.

OLIVEIRA FILHO,K.S.;SARAIVA,M.F.O. **Astronomia e Astrofisica**. Livraria da Fisica, 2004.

REHMAN,S.;BADER,M.A.;AL-MOALLEM,S.A. **Cost of solar energy generated using PV panels**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2007

REN21. **Renewables 2011 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21)**. Paris, 2011.

SANTOS, E.C.; Souza,L.C.; Souto,J.S; filho,j.b.a. Energia Solar na Fruticultura Irrigada Familiar. **Tecnologia & Ciencia Agropecuaria**, v.1, no 2, 2007

SOILCONTROL. **Revendedora de tensiômetro**. Disponível: <http://soilcontrol.com.br/produto/104427/minitensiometro-analogico-para-vasos.aspx>. Acesso 08 de Nov. 2016.

VAREJAO-SILVA,M.A. **Meteorologia e Climatologia**.Versao Digital. Recife, 2005.

VILLALVA,M.G.; GAZOLI,J.R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicacoes**. Editora Erica, 2012.

WEC. **Survey of Energy Resources**. World Energy Council. Londres, p. 408. 2010. ISBN: 978 0 946121 021.

WHITE, R. GEF/FAO **Workshop on Productive Uses of Renewable Energy**: Experience, Strategies, and Project Development. GEF e FAO. Roma, p. 33. 2002.

ZILLES, R.MACÊDO, W. N. GALHARDO, M. A. B. OLIVEIRA, S. H. F. de. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. Oficina de texto, São Paulo, 2012.

## CAPÍTULO 09

### ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA NA CIDADE DE ITUIUTABA-MG

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Brenda Maria Dias Araujo**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: diasbrenda13@gmail.com

#### **Isabela Duarte Rodrigues Gouvea**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: isa.rduarte@hotmail.com

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba–MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

#### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia – MG  
E-mail: julialambertdsuraes@gmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Iasmin Martin Cintra**

Formação: Bacharelado em Engenharia Biomédica - (UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG  
E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: lucasderosa23@gmail.com

### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrado em Engenharia Química-(UFU)  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: agaone.silva@uemg.br

**RESUMO:** Este artigo trata de um estudo realizado em uma escola da rede pública estadual, localizada no município de Ituiutaba-MG, onde foi feita a viabilidade técnica e econômica na implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica, e uma energia renovável que tem sido muito explorada nos últimos anos. Este estudo tem como objetivo verificar a viabilidade da aplicação deste sistema em uma escola pública na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais. Foi realizado o dimensionamento do sistema fotovoltaico vinculado a três parâmetros: os níveis de energia solar incidente, ângulo de inclinação e o consumo de eletricidade previsto. O presente estudo conclui que a estimativa de retorno de todo o investimento feito para a implantação do projeto proposto é de aproximadamente de seis anos e oito meses, evidenciando que após esse prazo começa a ter apenas a despesa de consumo mínimo. Deste modo, as tarifas de energia nessa escola manterão estáveis e tornarão os rendimentos do fluxo de caixa constantes. Sendo assim, constatou-se após os cálculos realizados que a economia se torna relevante e significativa com a instalação do sistema fotovoltaico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Solar; Fotovoltaica; Radiação Solar.

**ABSTRACT:** This work deals with a study carried out at a public-school school located in the municipality of Ituiutaba-MG, where technical and economic viability was made in the implementation of a photovoltaic solar energy system, and a renewable energy that has very been explored in recent years. This study aims to verify the feasibility of

applying this system in a public school in the city of Ituiutaba, Minas Gerais. It was carried out the sizing of the fotovoltaic system linked to three parameters: the incident solar energy levels, inclination angle and the expected electricity consumption. The present study concludes that the estimated return of all the investment made for the implementation of the proposed project is approximately six years and eight months, evidencing that after this period begins to have only the minimum consumption expense. In this way, energy rates at this school will remain stable and will make cash flow returns constant. Thus, it was verified after the calculations carried out indicate savings with the installation of the photovoltaic system.

**KEY-WORDS:** Solar Energy; Photovoltaic; Solar radiation.

## 1. INTRODUÇÃO

O artigo aborda sobre a energia solar fotovoltaica e essa temática tem se ampliado no cenário energético, que busca um crescimento mais sustentável e, assim, expandindo o aumento do uso de energias renováveis como a energia solar fotovoltaica. As análises realizadas no que concernem à redução de gases e investimentos em energias renováveis apresentaram um crescimento em termos de potência instalada. Neste contexto, o crescimento de energias renováveis e o mercado de energia solar fotovoltaica aumenta, especialmente com a evolução da tecnologia na produção que retorna ao financeiro, isto é, lucratividade com o aumento da demanda, já que o aumento da capacidade instalada prevê a redução do custo.

O objetivo geral deste estudo propõe verificar a viabilidade da aplicação deste sistema em uma escola pública na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais. E, tem como objetivos específicos, identificar a possibilidade de aproveitamento da energia solar como fonte limpa e renovável para a produção elétrica; verificar os níveis médios de radiação solar, para fazer uma média dessa irradiação; dimensionar a quantidade de módulos que serão utilizados no sistema proposto levando em conta custos, eficiência, qualidade de fabricação, garantia, vida útil esperada, níveis de degradação do desempenho com o envelhecimento. A metodologia deste estudo constituiu-se da pesquisa bibliográfica, baseada em textos e leituras de artigos, monografias e dissertações já publicados, embasados em autores que abordam a temática e um estudo de caso realizada numa escola pública da rede estadual na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais. “O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados” (GIL, 2008, p. 58).

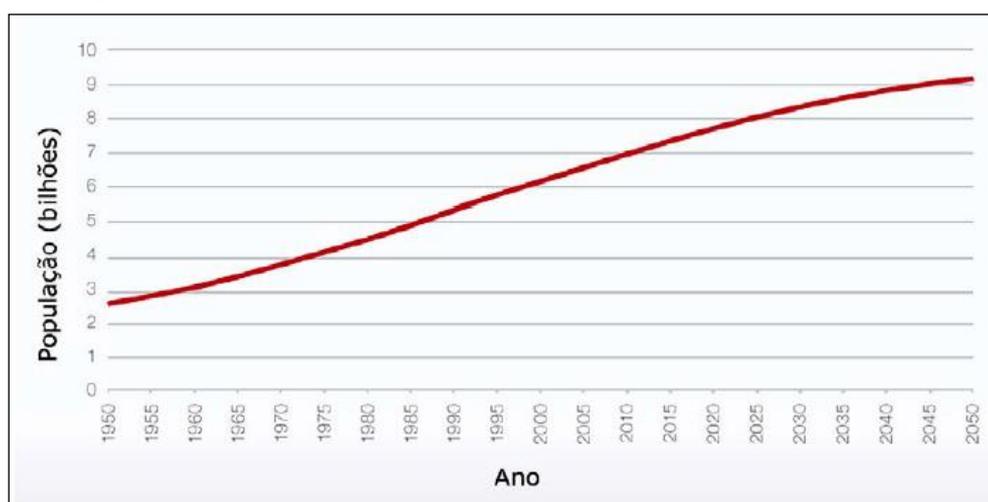
## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Cenário Energético no mundo

A energia no mundo é composta por fontes primárias como combustíveis fósseis, e como o petróleo que se destaca entre os demais, e também, o gás natural, o carvão mineral, o urânio, a energia hidráulica, a energia solar, a energia eólica. (TORRES, 2012). Com o aumento da população provocou-se o aumento da demanda

energética, associando-se ao desenvolvimento da tecnologia e da indústria. Os dados apontados pela ONU, no Relatório do Fundo de População (UNFPA), “a população mundial atual é de aproximadamente 7 bilhões de habitantes, devendo atingir mais de 9 bilhões até 2050” (TORRES, 2012, p. 27). Deste modo, Torres (2012, p. 28), destaca resultados de seu estudo que a eletricidade representa “anualmente 17 % da demanda total de energia mundial, devendo aumentar para 23% até 2050, segundo projeções da Agência Internacional de Energia, 2011”. Considera-se que com a elevação da demanda deve haver a ampliação de novas unidades geradoras por meio de construções de grande porte e necessitarão de grandes linhas de transmissão e distribuição. Isto pode ser visualizado na Figura 1, a seguir, que aponta uma estimativa de crescimento da população mundial até 2050.

**Figura 1** – Estimativa de um crescimento da população mundial até 2050.

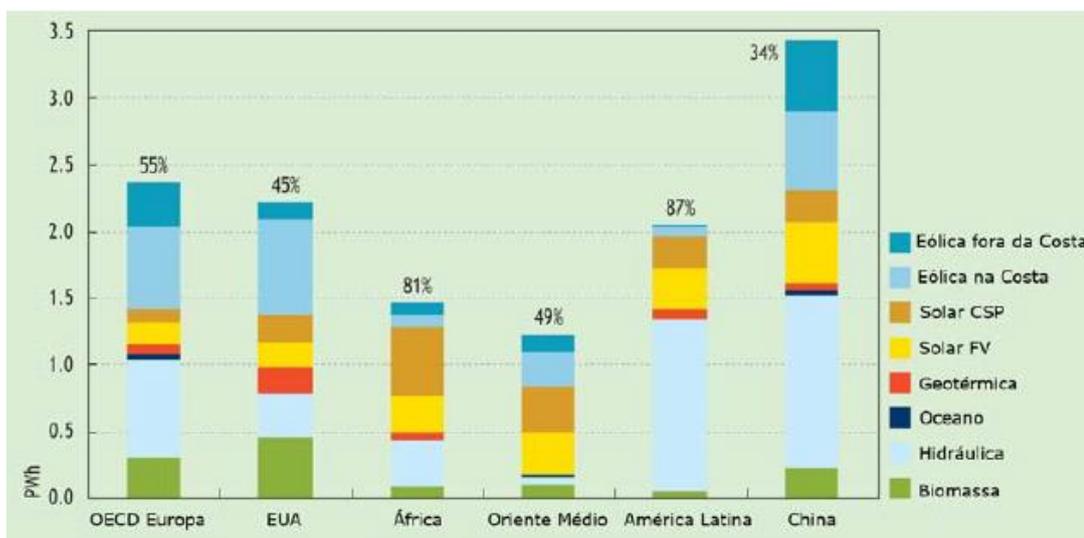


Fonte: UNFPA, 2011.

Além do aumento da população tem-se o desenvolvimento da tecnologia e da indústria, que fortalece a demanda energética. Assim, aliado a novas tecnologias e a dificuldade de financiamento de centrais de geração e o impacto das usinas sobre o meio ambiente, surgiram novas opções para o setor elétrico mundial, através da exploração das energias solar, eólica e da biomassa. Com o crescimento mundial pode-se destacar entre as energias renováveis, a energia solar fotovoltaica, que possibilita a geração de energia elétrica de forma distribuída e que não necessita de extensas linhas de transmissão e distribuição. Ainda se tratando das fontes na produção de energia elétrica, com a preocupação das emissões de gases de efeito estufa e com a segurança do abastecimento de combustíveis, houve uma maior atenção e apoio às

políticas de energias renováveis em que as projeções mostraram uma tendência na oferta de energia renovável em vários países. Neste contexto pode-se verificar os dados apresentados na Figura 2 ao apresentar uma previsão de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis nos principais países e regiões do mundo em 2050.

**Figura 2** - Previsão de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis nos principais países e regiões do Mundo em 2050.



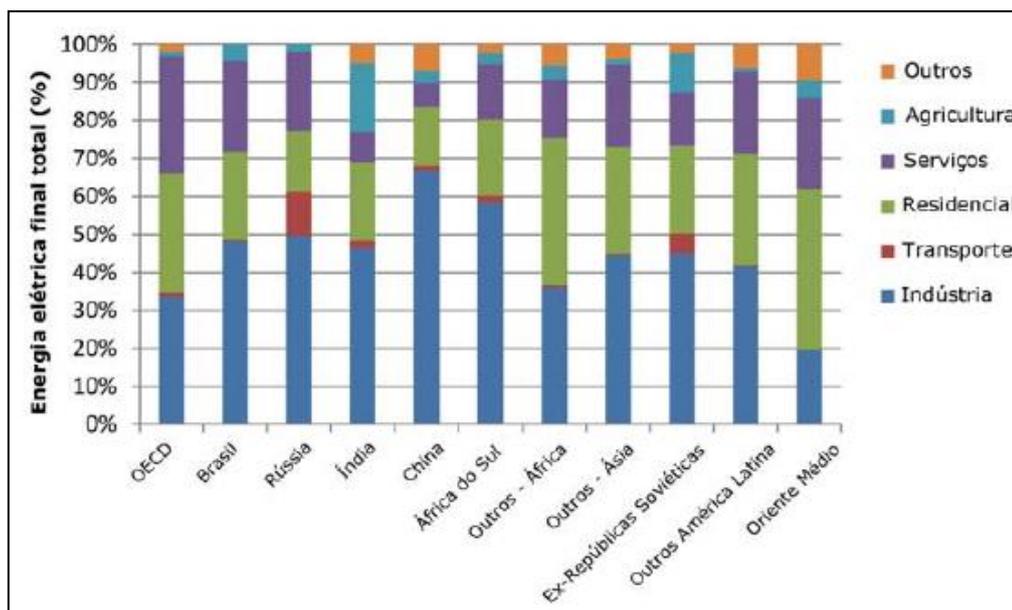
Fonte: IEA, 2011.

De acordo com os resultados apresentados por Torres (2012), a energia mundial varia substancialmente, destacando a Europa, EUA, África, Oriente Médio, América Latina e China.

### 2.3 Cenário energético no Brasil

A energia no Brasil, como pode-se perceber e verificar na Figura 3, mostra que o consumo per capita varia de um país para outro. O uso da eletricidade em diferentes setores econômicos varia entre regiões e países, como visualizados a seguir.

**Figura 3** – Utilização final de eletricidade por setor e por países e regiões no ano de 2008.



Fonte: IEA, 2011.

O consumo no Brasil fica nítido que a indústria consome quase 50 % (cinquenta por cento) do total, dando sequência ao consumo, depois da indústria, às residências, serviços e, uma pequena parcela à agricultura. O Brasil possui a maior bacia hidrográfica do mundo, o que reflete na produção de energia elétrica, proveniente, na sua maior parte, de usinas hidrelétricas. Atualmente há diversas fontes de energia renováveis e não renováveis. As fontes de energia renováveis são aquelas disponíveis que não se esgotam como a energia solar, a energia dos vegetais (biomassa), a correnteza dos rios (hidráulica), dos ventos (eólica), do calor interno do planeta Terra (geotérmica), das marés, entre outras (MIRANDA, 2009).

As fontes de energia não-renováveis, segundo Miranda (2009), são limitadas, demoram milhões de anos para se formar, se esgotam e não são repostas, como o petróleo, o gás natural, o carvão mineral e o urânio. Os estudos de Miranda (2009) mostram que, no Brasil, as principais reservas de carvão estão localizadas no Sul do país, no Estado do Rio Grande do Sul, que detém mais de 90 % (noventa por cento) das reservas nacionais. Isto pode ser observado na Figura 4.

**Figura 4** – Reserva de carvão (milhões em toneladas).



Fonte: MIRANDA, A.T. (2009, p. 3).

A Figura 4 mostra a reserva de carvão, milhões em toneladas, e, no final de 2002, as reservas nacionais de carvão giravam em torno de 12 bilhões de toneladas, o que corresponde a mais de 50 % das reservas sul-americanas e a 1,2 % das reservas mundiais. Quanto ao petróleo no Brasil, esse destacou-se pelo aumento acelerado do desempenho nos últimos anos, pois há cerca de 20 anos o petróleo brasileiro era, em sua maioria, oriundo de importações. Segundo Pena (2018, p. 1-2), “o Brasil ainda importa uma pequena parte do petróleo que produz, por razões econômicas e técnicas”, acrescenta ainda que, em “2005 foram descobertas novas jazidas de petróleo na camada do Pré-Sal, localizada abaixo do mar da Bacia de Santos, há cerca de 800Km do litoral santista”.

A produção do Petróleo no Brasil é realizada em nove bacias petrolíferas, das quais quatro merecem destaque, as bacias de Campos, de Santos, do Espírito Santo e do Recôncavo Baiano. E, a energia elétrica que pode ser obtida pela força da água (hidráulica), pelo vapor de queima de combustíveis fósseis (termelétricas) e pelo calor produzido pela fissão do urânio no núcleo de um reator. Assim, tem-se três tipos de usinas que geram eletricidade, as hidrelétricas, as termelétricas e as termonucleares ou atômicas. Quanto às hidrelétricas, Miranda (2009, p. 5), fundamenta que a geração de energia hidrelétrica é “realizada em barragens, dentro das quais se encontram geradores, cujas hélices são movidas pela água que escoar sob forte pressão. A eletricidade produzida pelos geradores é transmitida por cabos até os centros consumidores”. Neste cenário, a hidrelétrica representa uma parcela significativa da matriz energética mundial, sua tecnologia de aproveitamento é consolidada, é uma

fonte geradora de energia elétrica para diversos países, representa cerca de 17 % de toda a eletricidade gerada no mundo (MIRANDA, 2009). Com o objetivo de redução de gases poluentes, vilões do aquecimento global, surgiu o interesse em investir em energias renováveis e em estudos de projetos de eficiência para a produção de energia elétrica. Deste modo, a energia solar foi se destacando no cenário energético mundial nos últimos anos.

### 2.3.1 Energia solar

O Sol é o responsável pela fonte de energia, fonte de luz e calor, sua energia possibilita, significativamente, para alternativas energéticas como elemento promissor da geração de eletricidade. Neste contexto, “é a partir da energia do Sol que se dá a evaporação, origem do ciclo das águas, que possibilita o represamento e a consequente geração de eletricidade (hidroeletricidade)”. (CRESESB/CEPEL, 2006, p. 4). Deste modo, os números apresentados evidenciam que há possibilidade de aproveitamento da energia solar em escala maior, fonte limpa e renovável para a produção de energia elétrica. No entanto, Antônio (2013) complementa que, isto só não ocorre pela falta de incentivos governamentais e pelo alto custo que está relacionado ao baixo rendimento na produção de energia. Antônio (2013) enfatiza, também, que ainda não se pode afirmar que a utilização da energia solar é a solução definitiva para o problema de produção de energia mundial, porém considera possíveis ganhos com a sua utilização como: “A descentralização da geração, ficando acessível em lugares remotos; Facilidade para efetuar a instalação, transmissão e uma manutenção quase que inexistente; Boa durabilidade quando se trata da vida útil dos painéis solares” (ANTÔNIO, 2013, p. 14).

Portanto, considera-se favorável com o investimento governamental, a utilização de energia fotovoltaica e sua tendência é crescer. “Com a ampliação de mercados e várias empresas voltadas para a produção de células fotovoltaicas, pode ser encontrada hoje, para aplicações em grandes escalas, células pelo valor médio de U\$\$ 2,43/W”. (ANTÔNIO, 2013, p. 14). Assim, a energia solar tem contribuído para uma energia limpa e renovável, o que até o século XIX era visto como uma tecnologia futurista. Utilizava-se a energia solar para fazer fogo e aquecer casas e água, “no século XIX, o físico francês Alexandre Edmond Becquerel observou pela primeira vez o efeito fotovoltaico, quando realizada algumas experiências com eletrodos. Alexandre

Edmond foi quem criou a energia solar no ano de 1839” (MEYER; MORAES NETO, 2018, p. 1). Nesta perspectiva, a energia solar sempre esteve presente no desenvolvimento da vida, a qual a humanidade buscou sua exploração e houve uma evolução dessa energia, em especial, pela necessidade de atender a população, cada vez mais numerosa, e na busca de formas mais limpas e renováveis, que satisfaçam tais necessidades e possa oferecer uma qualidade de vida no planeta, com condições favoráveis à sobrevivência de toda a sociedade, de toda vida na natureza.

Neste sentido, o crescimento do consumo de energia permeado pelas mudanças e pelas inovações, na atualidade, decorrentes do progresso da ciência e da evolução tecnológica, também, causam preocupação em relação à agressão ao meio ambiente. Mesmo sabendo que a utilização da energia solar proporciona benefícios, pois sua implantação pode alcançar áreas que se localizam distantes e seu custo pode ser alto, e, assim, possibilita o desenvolvimento de locais que até então não contavam com a energia elétrica.

No entanto, percebe-se, também, a urgência na busca de recursos renováveis, em meios de produção de energia como estratégias no contexto social e econômico. Neste sentido, a implantação de sistemas fotovoltaicos para aplicação em zonas remotas, foram realizadas nos diversos países no mundo, utilizados para fornecer energia a postos de saúde em zonas rurais, fazer o bombeamento de água, refrigeração, telecomunicação e levar eletricidade onde as redes de distribuição convencionais não chegavam, como explicita Brun (2013), isto ocorreu na década de 70. Deste modo, retratava-se o desenvolvimento social e econômico que atingiam as mais diversas populações afastadas da zona urbana. Brun (2013) destaca que na década de 1990 o crescimento dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica era feito para o uso residencial e comercial, sendo instalados no mundo por meio de programas governamentais, estimulando o uso da energia fotovoltaica.

### 2.3.2 A energia solar fotovoltaica

Algumas considerações se fazem necessárias para conhecer, historicamente, as primeiras células fotovoltaicas. Vallêra e Brito (2006) revelam que a primeira célula solar moderna foi apresentada em 1954, “tinha apenas dois centímetros quadrados de área e uma eficiência de 6 % gerando 5 mW de potência elétrica” (p. 10). Portanto, após cinquenta anos, precisamente, em 2004, “foram produzidos cerca de mil milhões

de células, com eficiência da ordem dos 16 %, ultrapassando pela primeira vez a barreira de IGW de potência elétrica anual instalada” (VALLÊRA; BRITO, 2006, p. 10). Neste contexto, os resultados foram autorizados para a sua publicação pelo Pentágono, como a primeira célula solar que apresentou-se na reunião anual da *National Academy of Sciences*, em Washington, e anunciada numa conferência de imprensa no dia 25 de Abril de 1954. Meio século depois da construção da primeira célula solar de silício, a tecnologia fotovoltaica atingiu uma fase de maturidade permitindo antecipar nas próximas décadas, o fotovoltaico pode vir a transformar em uma das mais importantes formas de produção de eletricidade (VALLÊRA; BRITO, 2006). Neste contexto, evidencia-se a crise energética de 1973 que se renovou e ampliou o interesse, pois tornava-se viável essa forma de conversão de energia, de forma que tornava-se economicamente e, principalmente, para “reduzir em até 100 vezes o custo de produção das células solares em relação ao daquelas células usadas em explorações espaciais. Modificou-se, também, o perfil das empresas envolvidas no setor” (CRESESB/CEPEL, 2006, p. 5).

### 2.3.3 Radiação solar

A radiação solar, por ser muito significativa na rede de energia elétrica, tornou-se como a solução ideal para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, deste modo, o Sol com características vantajosas e positivas para o sistema ambiental, “irradia na terra todos os dias um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, sendo a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes energéticas utilizadas pelo homem” (BRAGA, 2008, p. 9-10). Neste contexto, para o aproveitamento da energia solar no Brasil, buscou-se atender as comunidades isoladas da rede de energia elétrica promovendo o desenvolvimento regional, por meio de sistemas fotovoltaicos de geração de eletricidade (BRAGA, 2008).

Vale destacar que a radiação solar é uma fonte de energia natural, renovável e que não polui o meio ambiente; é a fonte primária de energia para todos os processos terrestres, um elemento fundamental em estudos ecológicos e de disponibilidade energética, pois a maior parte da energia disponível na Terra tem origem na radiação solar. (LIMA, 2003). A radiação solar é composta por fótons de diferentes comprimentos de onda que apresentam uma distribuição específica chamado

espectro. Fora da atmosfera, o espectro da radiação solar aproxima-se de um corpo negro a cerca de 5.700 K; porém, fenômenos de absorção e reflexão provocados por componentes da atmosfera (como a água, o gás carbônico e o ozônio) modificam o espectro extraterrestre (ALMEIDA, 2012). Neste contexto, a radiação solar constitui-se em fonte energética inesgotável, e seu potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia como térmica, elétrica, entre outras, que CRESESB/CEPEL (2006) explicita ser uma das possíveis formas de conversão da energia solar e esta é conseguida através do efeito fotovoltaico que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas: “Estas células são componentes optoeletrônicos que convertem diretamente a radiação solar em eletricidade. São basicamente constituídas de materiais semicondutores, sendo o silício o material mais empregado” (p. 6).

A partir da conversão da radiação solar em eletricidade, por intermédio de materiais semicondutores, temos a energia solar fotovoltaica. O sol é a fonte de energia primária mais abundante em nosso planeta. De acordo com Vichi e Mansor (2009, p. 765), “a quantidade de radiação solar que atinge o planeta anualmente equivale a 7.500 vezes o consumo de energia primária de sua população. A incidência de radiação varia conforme a posição geográfica, podendo atingir até 170 W/m<sup>2</sup>”.

## 2.4 Metodologia

A metodologia deste estudo constituiu-se da pesquisa bibliográfica, baseada em textos e leituras de artigos, monografias e dissertações já publicados, embasados em autores que abordam a temática. É um estudo de caso realizada numa escola pública da rede estadual na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais. “O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados” (GIL, 2008, p. 58).

### 2.4.1 Estudo de caso: Estudo da viabilidade técnica e econômica na implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica em uma escola pública

O estudo proposto deste trabalho, é o dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede e verificar a viabilidade da aplicação deste sistema em

uma escola pública na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais. Com valores do consumo de energia dos últimos 12 meses, foi feita uma análise e verificou-se o consumo mensal médio do comércio nos últimos doze meses é de aproximadamente 3720 kWh, sabendo que deve consumir no mínimo 50 kWh mensais de acordo com a concessionária (CEMIG). Como o sistema em vigor no Brasil é o de Compensação de Energia o consumidor deve procurar gerar sempre menos do que consome, pois a distribuidora não compra a energia excedente que é produzida, portanto, o ideal é que se produza o que se consome menos a energia correspondente à taxa mínima da concessionária. A seguir será apresentada a metodologia utilizada no estudo proposto do sistema fotovoltaico.

#### 2.4.2 Localização

A Escola Estadual Governados Israel Pinheiro, localizada na Avenida Geraldo Alves Tavares nº 1338, Setor Universitário, Ituiutaba-MG; foi criada sob a denominação de "Ginásio Estadual de Ituiutaba" pela Lei nº 3936, de 23 de dezembro de 1965. Seu funcionamento foi autorizado pelas Portarias 137/1966 e 138/1966; a primeira autorizou o funcionamento de 1º grau e a segunda autorizou o funcionamento do 2º grau. Iniciou suas atividades em 1966, no prédio do Instituto Mardem, à Rua 20, nº 850 (endereço onde hoje funciona o Banco do Brasil). Transferiu-se em agosto de 1966 para o endereço definitivo e atual. A escola, de fato, jamais usou a denominação legal de "Ginásio Estadual de Ituiutaba" já que atendia 1º e 2º graus; utilizou-se sempre a denominação "Colégio Estadual de Ituiutaba". Conforme decreto nº 16244, de 08 de maio de 1974, passou a denominar-se "Escola Estadual de Ituiutaba de 1º e 2º graus", nome legal que a identificou até setembro de 1980, quando novamente, teve seu nome mudado, passando a denominar-se "Escola Estadual Governador Israel Pinheiro", com sede e foro nesta cidade de Ituiutaba, estado de Minas Gerais.

#### 2.4.3 Dimensionamento

O sistema fotovoltaico trabalha com uma fonte limitada de energia, que é a energia solar incidente sobre os módulos e também variável com fatores meteorológicos de difícil previsão. O dimensionamento do sistema tem que ser criterioso para atender todas as necessidades de energia do consumidor com total

garantia durante todo o ano. O dimensionamento do sistema fotovoltaico está vinculado a três parâmetros: os níveis de energia solar incidente, ângulo de inclinação e o consumo de eletricidade previsto. Quanto mais incidência de sol houver no local, menor área de captação de energia será necessária e quanto maior o consumo de energia, maior área de captação será necessária.

#### 2.4.4 Irradiação solar média do local

O objetivo é obter uma tabela com níveis médios de radiação solar, para cada mês do ano e fazer uma média dessa irradiação. Esses dados podem ser obtidos em atlas solarimétricos brasileiros e regionais. Esses dados estão normalmente disponíveis em valores da quantidade média de energia solar que incide durante um dia em uma área de 1 metro quadrado situada em um plano horizontal na superfície da Terra. Esses valores são normalmente especificados em unidades de energia ( $\text{kWh/m}^2$  /dia). Outra forma de apresentar o mesmo dado, também bastante utilizada, é transformá-lo em número médio diário de horas em que o Sol brilharia em sua potência máxima convencional, que é de  $1 \text{ kW/m}^2$ . Portanto, se teríamos uma média de 5 horas de Sol pleno, o que equivale a  $5 \text{ kWh/m}^2$  /dia. Para o dimensionamento do sistema proposto foram utilizados dados da irradiação solar diária média ( $\text{kWh/m}^2$ /dia) fornecido pela estação de monitoramento da CRESESB situada na cidade de Capinópolis-MG, a utilização deste dado de Capinópolis se dá por ser o ponto de monitoramento mais próximo da cidade de Ituiutaba-MG.

**Estação:** Capinópolis

**Município:** Capinópolis, MG - BRA.

**Latitude:**  $18,6^\circ \text{ S}$

**Longitude:**  $49,569722^\circ \text{ O}$

**Distância do ponto de referência (Ituiutaba,  $18,9^\circ \text{ S}$ ;  $49,4^\circ \text{ O}$ ):** 37,9 km

A figura abaixo apresenta a Irradiação Solar na cidade de Capinópolis-MG.

**Figura 5 – Irradiação Solar no Plano Inclinado da Cidade de Capinópolis.**



Fonte: CRESESB (2015).

#### 2.4.5 Ângulo de inclinação

A posição das placas solares e de sua inclinação definidas no projeto de um sistema fotovoltaico é calculada pela localização da cidade, considerando sua latitude. É de extrema importância a instalação correta para que a produção energética seja a máxima possível. A posição correta do painel solar no hemisfério sul é voltada para o norte, como a inclinação dos painéis fotovoltaicos deve seguir a latitude dada, só que para o lado oposto, neste caso  $18,6^\circ$  para o Norte, pois é a latitude da cidade de Capinópolis ( $18,6^\circ$  S) que é a referência para o estudo de caso proposto.

#### 2.4.6 Quantidades de módulos fotovoltaicos baseados no consumo de eletricidade previsto

Para dimensionar a quantidade de módulos que serão utilizados no sistema proposto, devemos primeiramente escolher o tipo de módulo que será empregado. Normalmente, são mais utilizados os módulos com células de silício monocristalino ou policristalino. Esta escolha deve levar em conta custos, eficiência, qualidade de fabricação, garantia, vida útil esperada, níveis de degradação do desempenho com o envelhecimento. O sistema proposto irá utilizar o painel solar fotovoltaico Canadian 365W-CS3U-365MS Monocristalino. Para o dimensionamento prático (Segundo Eng. Carlos Alberto Alvarenga, Solenerg, S/DATA) da quantidade de módulos fotovoltaicos são válidas as seguintes expressões. Para determinar o consumo total utiliza-se:

$$\text{Consumo total } \left(\frac{\text{Wh}}{\text{dia}}\right) = \frac{(\text{Consumo mensal médio dos últimos 12 meses} - \text{consumo mínimo})}{30} \quad (1.0)$$

Para a potência mínima do gerador utiliza-se:

$$\text{Potência mínima do Gerador (Wp)} = \frac{\text{Consumo total } \left(\frac{\text{Wh}}{\text{dia}}\right)}{\text{Horas de Sol pleno } \left(\frac{\text{h}}{\text{dia}}\right) \times \text{Fpp} \times \text{Fps}} \quad (1.1)$$

Para determinar o número de módulos utiliza-se:

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{Potência mínima do gerador (Wp)}}{\text{Potência de cada painel (Wp)}} \quad (1.2)$$

Onde:

- **Horas equivalentes de sol pleno (h/dia):** Depende da latitude e nível de nebulosidade do local. Considerar o nível médio anual;

- **Fpp - Fator de perda de potência:** Pode ser estimado dividindo-se a tensão da bateria pela tensão de máxima potência do módulo a ser utilizado. Para sistemas conectados à rede que não utilizam baterias, adota-se  $F_{pp}=1$ ;

- **Fps - Fator de perdas e segurança:** Este fator leva em conta a redução da geração do módulo, temperatura, poeira sobre o vidro, degradação com o tempo, presença de sombras em parte do dia, desvios na orientação. Adota-se o valor típico: 0,8 para Fps.

#### 2.4.7 Dimensionamento do inversor

Um gerador fotovoltaico não entrega na maioria das vezes sua potência nominal máxima, pois em alguns dias o céu pode se apresentar nebuloso, fazendo com que a irradiação solar seja inferior a  $1000\text{W/m}^2$ . O dimensionamento do sistema deve ser feito para que o inversor não seja nem pouco utilizado nem sobrecarregado. Como dito anteriormente a irradiação pode ser inferior e fazer com que o painel solar não atinja sua potência nominal máxima (Wp), portanto, para dimensionar o inversor pode-se utilizar a potência instalada do sistema fotovoltaico. Para determinar a potência do sistema:

$$\text{Potência do sistema} = \text{número de painéis} \times \text{potência de cada painel} \quad (1.3)$$

Para determinar a potência do inversor:

$$\text{Potência do inversor} = \text{potência do sistema}$$

## 2.4.8 Dimensionamento e análise da viabilidade

Para o dimensionamento deste sistema fotovoltaico, deve-se fazer o levantamento dos dados das variáveis das equações estabelecidas, estas variáveis já foram estabelecidas anteriormente, como mostra a seguir:

- **Horas equivalentes de sol pleno:** 5,3 h/dia;
- **Fpp:** como o sistema não possui bancos de baterias, adota-se o valor igual a 1;
- **Fps:** Adota-se o valor típico de 0,8;
- **Consumo mensal médio dos últimos 12 meses:** 3720 kWh;
- **Consumo mínimo:** 50 kWh (CEMIG);
- **Potência de cada painel:** 365 Wp.

Primeiramente devemos saber o consumo total em Wh/dia, através da equação (1.0).

$$\text{Consumo total} \left( \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \right) = \frac{(\text{Consumo mensal médio dos últimos 12 meses} - \text{consumo mínimo})}{30}$$

Substituindo:

$$\text{Consumo total} \left( \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \right) = \frac{(3720000 - 50000)}{30} \quad \text{Consumo total} \left( \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \right) = 122.333 \text{ Wh/dia}$$

Após ter o consumo total em Wh/dia, calcula-se a potência mínima do gerador, através da equação (1.1).

$$\text{Potência mínima do Gerador (Wp)} = \frac{\text{Consumo total} \left( \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \right)}{\text{Horas de Sol pleno} \left( \frac{\text{h}}{\text{dia}} \right) \times \text{Fpp} \times \text{Fps}}$$

Substituindo:

$$\text{Potência mínima do Gerador (Wp)} = \frac{122.333}{5,3 \times 1 \times 0,8}$$

$$\text{Potência mínima do Gerador (Wp)} \cong 28.852 \text{ Wp}$$

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{Potência mínima do gerador (Wp)}}{\text{Potência de cada painel (Wp)}}$$

Substituindo:

$$\text{Número de módulos} = \frac{28.852}{365} \quad \text{Número de módulos} \cong 80 \text{ painéis}$$

Para o dimensionamento do inversor, verifica-se a potência do sistema fotovoltaico instalada, a potência do sistema fotovoltaico instalada de acordo com a equação (1.3):

$$\text{Potência instalada (Wp)} = 80 \times 365 \quad \text{Potência instalada (Wp)} = 29200 \text{ Wp}$$

Como:

$$\text{Potência do inversor} = \text{Potência do sistema fotovoltaico instalado}$$

$$\text{Potência do inversor} = 29200 \text{ W}$$

Depois de feitos os devidos cálculos, chegou-se à conclusão que serão utilizados os seguintes equipamentos:

- 80 painéis solares fotovoltaicos Canadian, modelo CS3U-365MS, cada painel capaz de gerar uma potência de 365 Wp que ocuparão uma área de aproximadamente 159m<sup>2</sup>;
- 2 inversor de frequência de 15000w da marca Fronius Symo, modelo 15.0-3M.

#### 2.4.9 Análise da viabilidade do projeto

O investimento do projeto em questão terá sua análise feita apenas com os gastos dos módulos fotovoltaicos e do inversor de frequência, não sendo inserido nos cálculos os gastos com cabeamento, estruturas, mão de obra e do medidor bidirecional. O Quadro, a seguir, especifica os gastos.

**Quadro 1 – Gastos.**

ITEM	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
<b>PAINEL FOTOVOLTAICO</b>	80	849,00	67.920,00
<b>INVERSOR DE FREQUÊNCIA</b>	2	22.790,00	45.580,00
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	-	<b>113.500,00</b>

Fonte: Os autores.

Para a análise de manutenção do sistema, deve-se prever um horizonte de 25 anos, tempo referente ao tempo de vida útil dos painéis fotovoltaicos, a expectativa de vida útil dos painéis depende da garantia de cada fabricante, mas é calculado, em média, em um período de 25 anos. Durante este período é necessário a substituição de outros componentes do sistema, ao qual condiz com 2 vezes o inversor. Para análise da viabilidade do projeto proposto, pode-se calcular o tempo de retorno do investimento inicial. O tempo de retorno é o número de períodos que zera o valor líquido presente, ou anual da instalação. A equação (1.5) apresenta o tempo de retorno:

$$\text{Tempo de retorno} = \frac{\text{investimento inicial}}{\text{fluxo de caixa}} \quad (1.5) \quad \text{Onde:}$$

- Investimento inicial: Custo Total calculado;

- Fluxo de caixa: Rendimentos monetários mensais ou anuais do projeto, no caso do projeto proposto, será igual a média mensal gerada em kWh multiplicado pela quantidade de meses do ano que por sua vez também é multiplicado pelo valor de 1 kWh.

Os rendimentos monetários considerados na implementação de placas fotovoltaicas é a economia gerada na conta, pela diminuição do consumo de energia da rede. O cálculo levava em consideração que as tarifas de energia da concessionária de energia mantenham-se estáveis tornando os rendimentos do fluxo de caixa constantes. Para resolver a equação devemos levantar os dados necessários, calculados anteriormente:

- 3720 a média mensal gerada em kWh;
- 12 a quantidade de meses em um ano;
- 0.37277 o valor do kWh da CEMIG para iluminação pública referente ao mês de Outubro de 2018 (R\$/kWh).

Sendo a média mensal gerada, encontrada da seguinte maneira:

$$\text{Média mensal gerada} = n^{\circ} \text{ de painéis} \times \text{potência do painel} \times \text{horas equivalentes de sol pleno} \times F_{pp} \times 30 \quad (1.6)$$

$$\text{Resolvendo a equação (1.5): Tempo de retorno} = \frac{113.500}{3720 \times 12 \times 0,37277} \cong 6 \text{ anos e } 8 \text{ meses}$$

A estimativa de retorno de todo o investimento feito para a implantação do projeto proposto é de aproximadamente 6 anos e 8 meses. Apesar de se ter um investimento inicial considerado alto, após este prazo de 6 anos e 8 meses começa a ter apenas a despesa de consumo mínimo. Sabendo pelos cálculos anteriores que o investimento para o projeto seja de R\$ 113.500,00 e o inversor necessite de troca após aproximadamente 10 a 15 anos, chegamos ao valor de R\$ 159.080,00, ((113.500 +(2x22.790)), investidos nos primeiros 25 anos. O Quadro mostra o custo do sistema fotovoltaico em 25 anos.

**Quadro 2 – Custo para 25 anos do sistema.**

	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
<b>INVERSOR DE FREQUÊNCIA</b>	2	22.790,00	45.580,00
<b>PROJETO INSTALADO</b>	1	113.500,00	113.500,00
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	-	<b>159.080,00</b>

Fonte: Os autores.

Tendo em vista que 25 anos contém 300 meses divide-se o custo de R\$ 159.080,00 para se ter o valor do projeto por mês, que é de aproximadamente R\$ 30,26 reais. O Quadro indica a economia com a instalação do sistema fotovoltaico.

**Quadro 3** - Economia média mensal e anual do proprietário com a instalação do sistema.

<b>SISTEMA</b>	<b>CUSTO MÉDIO MENSAL (R\$)</b>	<b>ECONOMIA MÉDIA MENSAL (R\$)</b>	<b>ECONOMIA MÉDIA ANUAL (R\$)</b>	<b>ECONOMIA EM 25 ANOS (R\$)</b>
<b>ATUAL</b>	2.419,73	-	-	-
<b>PROPOSTO</b>	530,26	1.889,47	22.673,64	272.083,68

Fonte: Os autores.

Terá uma economia mensal de R\$ 1.889,47 reais para os primeiros 25 anos da instalação do projeto, isso levando em conta que os valores dos tributos e custo do kWh da concessionária continuem constantes. Gerando assim nos 25 anos uma economia de R\$ 272.083,68 reais.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo teve como objetivo central: verificar a viabilidade da aplicação deste sistema em uma escola pública na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais, e, assim, foi realizado o dimensionamento do sistema fotovoltaico vinculado a três parâmetros: os níveis de energia solar incidente, ângulo de inclinação e o consumo de eletricidade previsto. O presente estudo conclui que a estimativa de retorno de todo o investimento feito para a implantação do projeto proposto é de aproximadamente de seis anos e oito meses, evidenciando que após esse prazo começa a ter apenas a despesa de consumo mínimo.

Deste modo, as tarifas de energia nessa escola manterão estáveis e tornarão os rendimentos do fluxo de caixa constantes. Evidenciando após os cálculos realizados que a economia será relevante e significativa com a instalação do sistema fotovoltaico. Acredita-se que a resolução normativa nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEE) seja uma iniciativa estratégica em nosso País, com intuito de incentivar ao crescimento da geração de energia por meio de fontes renováveis, em especial a fotovoltaica. Sabe-se que essa fonte possui significativa produtividade, pois o Brasil possui abundância de radiação solar, o que proporciona o abastecimento

energético o ano todo. Para o dimensionamento do projeto foi feito uma análise para a geração de energia em uma escola pública, sendo obtida uma geração mensal de 3720 kWh, fazendo com que a sua geração supra seu consumo e com o sistema de créditos que é normatizado faça com que venha pagar apenas a taxa mínima. Mesmo com um custo inicial de R\$ 113.500,00 o atrativo de se economizar R\$ 1.889,47 mensais torna este projeto bastante rentável. Por fim, como as projeções de geração do sistema dependem apenas de condições climáticas e são baseadas em médias históricas, é possível obter uma boa rentabilidade com um sistema fotovoltaico, inclusive maiores que algumas aplicações financeiras, mostrando ser um investimento sustentável e de baixo risco.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marcelo Pinho. **Qualificação de Sistemas Fotovoltaicos conectados à Rede**, USP, 2012.

ANTÔNIO, Adriano da Silva. **Construção de um seguidor solar com sensor de posição**. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica). Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

BRAGA, Renata Pereira. **Energia Solar Fotovoltaica: fundamentos e aplicações**. (Monografia). Engenheiro Eletricista. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Elétrica. Rio de Janeiro, RJ. Novembro de 2008.

BRUN, Thiago Santos. **Projeto de uso de Energia Fotovoltaica como fonte emergencial**. Projeto de Graduação (Engenheiro). Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2013.

C.D.P.D.E. elétrica (CEPEL), **Energia Solar Princípios e Aplicações**, Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio de Salvo Brito, Rio de Janeiro, 2006.

CRESESB/CEPEL - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Energia Solar Princípios e Aplicações**. Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL), 2006.

E.P.I.A. EPIA, **Global Market Outlook For Photovoltaics**, 2013-2017.

GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

MEYER, Rodolfo; MORAES NETO, Siqueira de. História da energia solar; como tudo começou. **Portal Solar**. Disponível em: < <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-da-energia-solar-como-tudo-comecou.html>>. Acesso em: 23 Set. 2018.

MIRANDA, Ângelo Tiago. Fontes de energia: carvão, petróleo, gás, água e urânio. 2009. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/fontes-de-energia-2-carvao-petroleo-gas-agua-e-uranio.htm>>. Acesso em: 22 Agosto de 2018.

PENA, Rodolfo F. Alves. Produção de Petróleo no Brasil. **Mundo Educação**. 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/producao-petroleo-no-brasil.htm>>. Acesso em: 22 Agosto de 2018.

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; ABREU, Samuel Luna; RÜTHER, Ricardo. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos, 2006.

TORRES, Regina Célia. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. (Dissertação). Mestre em Ciências – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade em Engenharia Mecânica. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Engenharia Mecânica. São Carlos, 2012.

UNFPA. Fundo de População das Nações Unidas. **Relatório sobre a Situação da População Mundial 2011**. Coordenação editorial: Ulisses Laçava Bigaton. Tradução: Eleny Corina Heller. 2011. Disponível em: <[http://www.unfpa.org.br/swop2011/swop\\_2011.pdf](http://www.unfpa.org.br/swop2011/swop_2011.pdf)>. Acesso em: 22 Agosto de 2018.

VALLÊRA, António M.; BRITO, Miguel Centeno. **Meio século de história fotovoltaica**. Disponível em: <<http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>>. Acesso em: 22 Agosto 2018.

VICHI, Flavio Maron; MANSOR, Maria Teresa Castilho. Energia, Meio Ambiente e Economia: o Brasil no contexto mundial. **Quim. Nova**, Vol. 32, No. 3, 757-767, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a19v32n3.pdf>>. Acesso em: 23 Set. 2018.

## CAPÍTULO 10

### PARTIDA DE MOTOR CONTROLADO POR ARDUÍNO USANDO COMO EXEMPLO DE APLICAÇÃO UM PROTÓTIPO PARA IRRIGAÇÃO DE PEQUENA, MÉDIA E GRANDE PLANTAÇÕES DE HORTALIÇAS.

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **João Nilton Alves rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba–MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

#### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: julialambertduraes@gmail.com

#### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: daniela.borges@uemg.br

#### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: lucasderosa23@gmail.com

#### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelado em Engenharia Biomédica -(UFU)  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia – MG  
E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

#### **Guilherme Amaral Ribeiro**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-UEMG  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: guilherme-amaral0612@hotmail.com

#### **Flávia Catarina Alves Viali**

Formação: Mestranda em Geografia-UFU  
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)  
Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG  
E-mail: flaviaviali@hotmail.com

**RESUMO:** Este artigo apresentou o desenvolvimento para construção de um protótipo cujo objetivo foi acionar um motor através de processo de automatização, usando o dispositivo arduino. Usando como aplicação do protótipo um projeto de irrigação para pequeno, médio e grande produção de hortaliças. Assim os objetivos específicos foram: Estudar a teoria sobre os componentes utilizado no projeto; Familiarizar-se com a plataforma Arduino e sua linguagem de programação; Apresentar o desenvolvimento do projeto. Para o desenvolvimento do estudo inicialmente definiu-se o tema, posteriormente iniciou-se a pesquisa com revisão bibliográfica. Deste modo, com a elaboração do projeto e os estudos realizados, foi possível constatar a eficiência e a aplicabilidade da plataforma embarcada Arduino no controle e monitoramento de um sistema de irrigação automatizado. Concluiu-se que a implementação de um sistema automatizado, é capaz de conter o desperdício de água na irrigação, de energia, produção e principalmente otimizar o tempo nas atividades em que o agricultor familiar executa na sua plantação, por exemplo, as inúmeras vezes em que é necessário averiguar quando a plantação deve ser irrigada, ou quanto de água deve ser aplicado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação de horta; Partida de motor; Arduino.

**ABSTRACT:** This article presented the development to build a prototype whose

objective was to drive an engine through the automation process, using the Arduino device. Using as application of the prototype an irrigation project for small, medium and large production of vegetables. Thus the specific objectives were: To study the theory about the components used in the project; Familiarize yourself with the Arduino platform and its programming language; Present the development of the project. For the development of the study, the theme was initially defined, and later the research began with a bibliographic review. Thus, with the elaboration of the project and the studies carried out, it was possible to verify the efficiency and applicability of the Arduino embedded platform in the control and monitoring of an automated irrigation system. It was concluded that the implementation of an automated system, is able to contain the waste of water in irrigation, energy, production and mainly optimize the time in the activities in which the family farmer performs in his plantation, for example, the numerous times when it is necessary to ascertain when the plantation should be irrigated, or how much water should be applied.

**KEYWORDS:** Garden irrigation; Engine starting; Arduino.

## 1. INTRODUÇÃO

O pequeno produtor rural tende a não utilizar insumos mecânicos no processo de irrigação devido ao alto custo que os sistemas convencionais de irrigação possuem e em outros casos a falta de conhecimento e orientação técnica. Dessa forma, todo o controle e monitoramento são feitos de forma manual, sem o auxílio de máquinas e essa prática pode acarretar inúmeros problemas provenientes da má irrigação, como desperdício de água, energia e déficit na produção. É difícil depreender quando irrigar, ou quanto de água aplicar no cultivo, mensurar as variáveis de temperatura do solo, temperatura e umidade do ar, etc.

O presente artigo apresenta um projeto que utiliza partida de um Motor controlado por Arduino usando como exemplo de aplicação desse processo de automatização o projeto de horta de pequeno, médio ou grande porte. O Arduino causa grande interesse em razão dos projetos que são desenvolvidos diariamente através da simplicidade desta plataforma e por existir uma grande comunidade envolvida em desenvolver esta plataforma e a divulgá-la. Atividades que requerem além do conhecimento técnico a criatividade quando são desenvolvidos projetos simples mais inovadores ou projetos grandes mas com aplicações mais robustas.

Assim, o objetivo deste artigo consiste em desenvolver um projeto de um sistema de irrigação automatizado para uma horta utilizando partida de motor controlado por Arduino, para o alcance de tal foi definido os objetivos específicos: (Estudar a teoria sobre os componentes utilizado no projeto; Familiarizar-se com a plataforma Arduino e sua linguagem de programação e Apresentar o desenvolvimento do projeto). No desenvolvimento do estudo inicialmente definiu-se o tema, posteriormente iniciou-se a pesquisa com revisão bibliográfica, na qual a pesquisa bibliográfica proporciona um extenso conhecimento teórico na proposta executada. Bem como será realizado testes para verificar o funcionamento do projeto.

Desde modo conclui-se que o objetivo deste artigo foi atingido e permitiu inferir que a implementação de um sistema automatizado, é capaz de conter o desperdício de água na irrigação, de energia, produção e principalmente otimizar o tempo nas atividades em que o agricultor familiar executa na sua plantação, por exemplo, o tempo gasto na irrigação de forma convencional de uma determinada plantação.

## 2. REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 Microcontrolador Arduino

O Arduino, é uma plataforma de código aberto (Open-Source) criada em 2005 pelo italiano Massimo Banzi , cujo principal objetivo era criar uma plataforma de baixo custo, para que estudantes pudessem desenvolver seus projetos e protótipos com o menor custo possível. O Arduino é uma plataforma de computação física e tem como base uma simples placa microcontrolada (computador em um chip) de Entrada/Saída para que se possa conectá-los a outros circuitos ou sensores (FONSECA; BEPPU, 2010).

O Arduino é formado por dois componentes principais: Hardware e Software. O hardware é composto por uma placa de prototipagem na qual são construídos os projetos. Já o software é uma IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), que é executado em um computador onde é feita a programação, conhecida como sketch, na qual será feita upload para a placa de prototipagem Arduino, através de uma comunicação serial. O sketch feito pelo projetista dirá à placa o que deve ser executado durante o seu funcionamento.

A placa mais básica tomada como exemplo Arduino UNO (kit mais famoso da plataforma) possui diversos conectores que servem para interface com o mundo externo. Os pinos da placa se dividem nos seguintes moldes:

- 14 pinos de entrada e saída digital (pinos 0-13): Esses pinos podem ser utilizados como entradas ou saídas digitais de acordo com a necessidade do projeto e conforme foi definido no sketch criado na IDE.

- 6 pinos de entradas analógicas (pinos A0 - A5): Esses pinos são dedicados a receber valores analógicos, por exemplo, a tensão de um sensor. O valor a ser lido deve estar na faixa de 0 a 5 V onde serão convertidos para valores entre 0 e 1023.

- 6 pinos de saídas analógicas (pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11): São pinos digitais que podem ser programados para serem utilizados como saídas analógicas, utilizando modulação PWM.

A alimentação da placa pode ser feita a partir da porta USB do computador ou através de um adaptador AC. Para o adaptador AC recomenda-se uma tensão de 9 a 12 volts.

A linguagem de programação é modelada a partir da linguagem Wiring. Quando pressionado o botão upload da IDE, o código escrito é traduzido para a linguagem C e é transmitido para o compilador avr-gcc, que realiza a tradução dos comandos para uma linguagem que pode ser compreendida pelo microcontrolador.

A IDE apresenta um alto grau de abstração, possibilitando o uso de um microcontrolador sem que o usuário conheça o mesmo e nem como deve ser usado os registradores internos de trabalho. A IDE do Arduino possui uma linguagem própria baseada na linguagem C e C++. O Ciclo de programação do

Arduino pode ser dividido da seguinte maneira: Conexão da placa a uma porta USB do computador; desenvolvimento de um sketch com comandos para a placa; upload do sketch para a placa, utilizando a comunicação USB; aguardar a reinicialização, após ocorrerá a execução do sketch criado.

A partir do momento que foi feito o upload o Arduino não precisa mais do computador, o Arduino executará o sketch criado, desde que seja ligado a uma fonte de energia. (ARDUÍNIO, 2019)

A porta USB fornece alimentação enquanto estiver conectado ao computador e a tensão de alimentação quando desconectado pode variar de 7 V a 12 V, graças ao regulador presente na placa. (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

O Arduino também pode ser estendido utilizando Shields (escudos), que são placas de circuito contendo outros dispositivos (por exemplo, receptores GPS, displays de LCD, módulos de Ethernet etc.), que podem ser conectados ao Arduino para obter funcionalidades adicionais.

Dentre os diversos modelos de Arduino destacam-se as placas arduino Duemilanove (2009), arduino Mega, arduino Nano e arduino Uno.

Arduino Duemilanove (2009 em italiano) é uma placa baseada no microcontrolador ATmega168 ou ATmega328. Tem 14 pinos de entrada ou saída digital (dos quais seis podem ser utilizados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um oscilador de cristal 16 MHz, controlador USB, uma tomada de alimentação, um conector ICSP, e um botão de reset. Para sua utilização basta conecta-lo a um computador com um cabo USB ou liga-lo com um adaptador AC para DC ou bateria. (ARDUÍNIO, 2019)

Existe também o arduino mega apresentado na figura 1 que possui uma considerável quantidade de portas, o que viabiliza a implementação de projetos mais complexos garantindo a eficiência e o baixo custo. (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

**Figura 1:** Arduino Mega.



**Fonte:** Arduíno (2019).

Arduino Uno conforme figura 2 é uma das placas mais recentes no mercado, o arduino uno é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328 (datasheet). Possui 14 entradas / saídas digitais (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, um conector de alimentação, um cabeçalho ICSP, e um botão de reset (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

Figura 2: Arduino UNO.



Fonte: Arduíno (2019).

A placa contém todo o necessário para usar o microcontrolador.

Simplesmente conecte-a a um computador com o cabo USB ou ligue a placa com uma fonte AC-DC (ou bateria). O Uno seleciona automaticamente a fonte de alimentação (USB ou fonte externa) (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

## 2.2 Linguagem de programação Arduino

A sintaxe da linguagem Arduino é derivada do Wiring desenvolvido por Hernando Barragan, e é essencialmente C/C++, possui funções simples e específicas para trabalhar com as portas do Arduino, e necessita de duas funções elementares para seu funcionamento: *setup()* e *loop()* (ARDUINO, 2019).

Os programas para o Arduino são implementados tendo como referência a linguagem C++, conservando sua sintaxe clássica na declaração de variáveis, nos operadores, nos ponteiros, nos vetores, nas estruturas e em muitas outras características da linguagem (FONSECA; BEPPU, 2010).

As referências de linguagem são divididas em três partes sendo elas: os valores, que são as variáveis e constantes, as estruturas e as funções.

As estruturas de referências são representadas por:

- Estruturas de controle if, else, break, ...
- Sintaxe básica define, include, , ...
- Operadores aritméticos e de comparação +, -, =, ==, !=, ...
- Operadores booleanos, ||, !.
- Acesso a ponteiros \*
- Operadores compostos ++, -, +=, ...
- Operadores de bits |, ^, ...

Os valores de referências são representados por:

- Tipos de dados byte, array, int, char, ...
- Conversões char(), byte(), int(), ...
- Variável de escopo e de qualificação variable scope, static, volatile, ...
- Utilitários sizeof(), diz o tamanho da variável em bytes. Algumas das funções

utilizadas pelo Arduino.

**setup():** No Arduino a função setup() é chamada no momento em que o programa começa. É usada para inicializar variáveis, definir os modos de entrada ou saída dos pinos, indicar bibliotecas, etc. Essa função é executada somente uma vez, quando o Arduino é iniciado ou quando é resetado.

**loop():** No Arduino após a função setup(), que inicializa e declara os valores iniciais, a função loop() faz precisamente o que seu nome indica: ela se repete continuamente permitindo que

que permite seu programa funcione dinamicamente. É utilizada para controlar de forma ativa a placa Arduino.

**pinMode():** Configura o pino do Arduino especificado para que se comporte ou como entrada ou saída. Deve-se informar o número do pino que se deseja configurar e em seguida, se o pino será determinado como entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT).

**digitalWrite():** Gera um valor HIGH (5v ou 1) ou LOW (0v ou 0) em um pino digital.

**digitalRead():** Lê o valor de um pino digital especificado e retorna um valor HIGH ou LOW.

**AnalogRead():** Faz leitura de um pino analógico. O Arduino contém um conversor analógico-digital de 10 bits. Com isto, ele pode mapear voltagens de entrada entre 0 e 5 Volts para valores inteiros entre 0 e 1023

**AnalogWrite():** Gera um valor analógico entre 0 e 255. Onda PWM Pulse Width Modulation ou Modulação por Largura de Pulso (MLP) é um método para obter resultados analógicos com meios digitais, esta função no Arduino UNO está disponível nos pinos 3,5,6,9,10 e 11. Para usar esta função deve-se informar o pino ao qual deseja escrever e em seguida informar um valor entre 0 e 255.

**Serial.begin()** Ajusta a taxa de transferência em bits por segundo para uma transmissão de dados pelo padrão serial. Para comunicação pode se usar uma destas taxas: 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 57600, 115200.

**delay()** Suspende a execução do programa pelo tempo (em milissegundos) especificado. 1000 milissegundos são iguais a 1 segundo (ARDUINO, 2019).

## 2.3 Sistema de Irrigação

A irrigação é uma técnica que garante aos produtores uma safra uniforme independente da ocorrência de chuvas ou não. Desse modo diminui o risco dos grandes investimentos que devem ser feitos realmente para que o agricultor faça suas plantações. O preparo da terra, os investimentos em máquinas, as sementes, herbicidas, inseticidas, adubos são todos muito caros para que o agricultor se arrisque a

perder sua produção por falta de chuvas (CARVALHO; ARAUJO, 2010).

O processo de irrigação se define na aplicação artificial de água ao solo, em quantidades adequadas, visando proporcionar a umidade necessária ao desenvolvimento das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta ou a má distribuição das chuvas (CARVALHO, 2010).

Segundo Prá (2009), a irrigação não deve ser considerada, apenas, como a captação, a condução e o fornecimento de água. O uso adequado da irrigação requer o conhecimento das relações que existem entre vários setores: o solo, a água, a planta e o clima.

## 2.4 Irrigação por microaspersão

O sistema de irrigação por Microaspersão é composto por tubulações fixas distribuídas na área de acordo com as características locais de topografia e plantio, onde, emissores de água fixos ou rotativos de baixa vazão, microaspersores fixados em tubos ao longo das ruas de plantio, distribuem a água diretamente na zona de maior absorção pela planta, resultando um melhor aproveitamento e uso dos recursos hídricos e energéticos (PIVOT, 2013).

A Microaspersão possui uma eficiência maior que a aspersão convencional (90 %), sendo muito utilizada para a irrigação de culturas perenes tais como café, a laranja, a maçã, o limão, a goiaba, a manga entre outras. Também é considerada irrigação localizada, porém, a vazão dos emissores (chamados microaspersores) é maior que a dos gotejadores (FRIZZONE, 2007).

## 3. MATERIAIS E METODOS

### 3.1 Arduino e componentes

O micro controlador utilizado no projeto é Arduino uno conforme apresentado abaixo na figura.

Figura 3: Modelo do micro controlador utilizado no projeto.



Fonte: Arduino (2019).

Especificação:

Micro controlador: ATmega328 Tensão de funcionamento: 5V Tensão de entrada (recomendado): 7-12V Tensão de entrada (limites): 6-20 V Pinos digitais de E / S:14 (dos quais 6 fornecem saída PWM) Pinos de entrada analógica: 6 Corrente DC por E / S Pino: 40 mA Corrente DC para 3,3 V Pin: 50 mA Memória Flash: 32 KB,dos quais 0,5 KB usados pelo bootloader SRAM: 2 KB EEPROM: 1 KB Velocidade do relógio: 16 MHz.

Figura 4: Modelo Relé: SRD-05VDC-SL-C.



Fonte: Arduino (2019).

Especificação:

Tensão de operação: 5 VDC, Modelo Relé: SRD-05VDC-SL-C (Datasheet) Permite controlar cargas de 220V AC Nível de sinal dos pinos IN1 e IN2 :5 VDC Corrente de operação : 15 ~ 20 mA Tempo de resposta : 5 ~ 10 ms 4 furos de 3mm para fixação, nas extremidades da placa Dimensões reduzidas : 51 x 38 x 20 mm.

**Figura 5:** Módulo Display Lcd 16x2 c/ Comunicação I2c.



Fonte: Arduino (2019).

#### Especificação:

Módulo Display Lcd 16x2 c/ Comunicação I2c, P/ Arduino / Pic. Display LCD de 16 colunas e 2 linhas com luz de fundo (backlight) azul e letras pre- tas.Comunicação 4 e 8 bits e de fácil integração com Arduino e Voltagem 5V.

Comunicação serial com protocolo I2C: Utiliza apenas dois pinos do micro- controlador. No caso do Arduino a comunicação I2C e feita através dos pinos A4 (DATA) e A5 (CLOCK) I2C chip: PCF8574;

Endereço I2C: 0x3f;

Controlador Do display

HD44780;

2 linhas X 16 caracteres;

Tensão de operação: 5V

DC; Dimensão: 80mm x

35mm x 1mm;

Tamanho da área de visão: 64,5 milímetros x 16 milímetros.

### 3.2 Materiais Hidráulicos

**Quadro 1:** Materiais hidráulicos utilizados.

	Válvula 32mm de pé 1 unidade.
---	-------------------------------

	<p>Adaptador 32mm soldável curto com rosca 1 unidade.</p>
	<p>Cano 32mm pvc meio metro.</p>
	<p>Luva 32mm LR roscável e soldável 1 unidade.</p>
	<p>Curva 32mm 90° roscável 1 unidade.</p>
	<p>Niple 25mm 1 unidade.</p>
	<p>Cap 25mm roscável 1 unidade.</p>
	<p>Niple 32mm para 25mm roscável 1 unidade.</p>
	<p>Tê 25mm roscável 1 unidade.</p>
	<p>Aspersor tipo bailarina - Área de cobertura 1.5 de seu eixo= 7m<sup>2</sup></p>

	<p>Válvula solenóide</p>
	<p>Bomba periférica.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

### 3.2.1 Bomba d'água e componentes

**Figura 6:** Bomba periférica.



Fonte: Loja do mecânico (2019).

#### **Descrição do Produto:**

Bomba periférica

Rotor de bronze, proporciona maior resistência mecânica e elevada resistência contra corrosão

Carcaça da bomba, em ferro fundido, maior resistência  
Motor em alumínio IP-44

Baixo nível de ruído

**Aplicação:**

Poços, reservatórios, rios e cisternas

**Informações Técnicas:**

Vazão (Q): 1800

Litros/ hora

Potência: 1/2 CV

(375 Watts)

Altura manométrica (máx) Hm: 22

mca Altura de sucção (máx) - Hs:

8mca Diâmetro do recalque/

sucção: 1 polegada Tensão

nominal: 110/220V (bivolt)

**Figura 7:** Válvula elétrica



**Fonte:** Mercado livre (2019)

**Descrição:**

Válvula de entrada de

água dupla. Tensão

127volts.

Dimensionamento da capacidade de irrigação da bomba d'água especificada no projeto de irrigação:

Quadro 2: Área de cobertura-Irrigação.

BOMBA ½ CV 1800 litros hora	VALVULA SOLENÓIDE	QUANTIDADE ASPERSOR	ÁREA DE COBERTURA
	 3/8	7	49 m <sup>2</sup>
	 ½	15	105m <sup>2</sup>
	 4 3/4	19	133m <sup>2</sup>
	 1"	25	175m <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### 3.3 Programação

#### 3.3.1 Codigoc++

```
// Programa :Controle de Irrigação
#include "Wire.h" //Biblioteca wire
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Biblioteca do visor LCD i2C
#define pin1 10 //Define pino 1 rele entrada porta
10#define pin2 11 //Define pino 2 rele entrada
porta 11#define pin3 12 //Define pino 3 rele
```

```

entrada porta 12

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE); // Modulo I2C display no
en-dereco 0x3F

void setup() {      //Configurações Iniciais
Wire.begin();      //Inicializa biblioteca wire
lcd.backlight();   //Inicializa o visor LCD com a luz
ligadalc.begin (16,2); //Inicializa LCD 16 x 2
Serial.begin(9600); //Inicializa a porta serial

pinMode( pin1,OUTPUT); //Define pino 1
relesaida pinMode( pin2,OUTPUT); //Define
pino 2 relesaida pinMode( pin3,OUTPUT);
//Define pino 3 relesaida

digitalWrite( pin1,HIGH); //Escreve valor alto
digitalWrite( pin2,HIGH); //Escreve valor alto
digitalWrite( pin3,HIGH); //Escreve valor alto

lcd.setCursor(0,0);      //Posiciona cursor na coluna 0,
linha 0lcd.print("Controle de ");      //Imprime
lcd.setCursor(0,1);      //Posiciona cursor na coluna 0,
linha 1lcd.print("Irrigacao "); //Imprime
delay(4000);             //taxa de atualização
}                          //end setup
void loop() {            //Loop Infinito

lcd.setCursor(0,0);      //Posiciona cursor na coluna 0,
linha 0lcd.print("Iniciando "); //Imprime

```

```

lcd.setCursor(0,1);          //Posiciona cursor na coluna 0,
linha 1lcd.print("Programacao "); //Imprime
delay(4000);                //taxa de atualização
lcd.setCursor(0,0);        //Posiciona cursor na coluna 0,
linha 0lcd.print("Canteiro "); //Imprime
lcd.setCursor(0,1);        //Posiciona cursor na coluna 0,
linha 1lcd.print("Alface "); //Imprime
digitalWrite( pin1,LOW);   //Escreve valor
baixodigitalWrite( pin2,HIGH); //Escreve valor
alto digitalWrite( pin3,LOW); //Escreve valor
baixo

delay(9000);                //taxa de atualização

lcd.setCursor(0,0);        //Posiciona cursor na coluna 0, linha 0
lcd.print("Canteiro "); //Imprime
lcd.setCursor(0,1);        //Posiciona cursor na coluna 0, linha 1
lcd.print("Couve "); //Imprime
digitalWrite( pin1,HIGH);   //Escreve valor
alto digitalWrite( pin2,LOW); //Escreve valor
baixodigitalWrite( pin3,LOW); //Escreve valor
baixo

delay(9000);                //taxa de atualização
lcd.setCursor(0,0);        //Posiciona cursor na coluna 0, linha 0
lcd.print("Intervalo "); //Imprime
lcd.setCursor(0,1);        //Posiciona cursor na coluna 0, linha 1

```

```
lcd.print("      "); //Imprime  
digitalWrite( pin1,HIGH); //Escreve valor alto  
digitalWrite( pin2,HIGH); //Escreve valor alto  
digitalWrite( pin3,HIGH); //Escreve valor alto  
delay(50000);           //taxa de atualização  
  
} //end loop
```

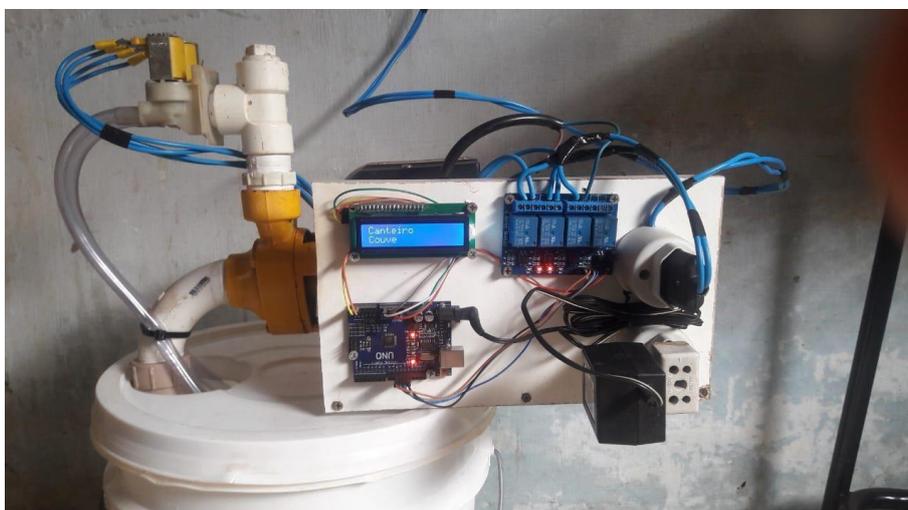
### 3.4 Fotos do protótipo em funcionamento

**Figura 8:** Foto do protótipo.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

**Figura 9:** Foto do protótipo.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

#### 4. Apresentação do projeto de irrigação de uma horta como exemplo de aplicação da partida de motor acionado por dispositivo programável

Nesta etapa do estudo, foram apuradas todas as informações referentes à plataforma Arduino, suas funcionalidades, o ambiente de programação e seus respectivos dispositivos utilizados no protótipo. Em seguida foram estudados como é feito um processo de irrigação na agricultura familiar, suas implicações, a carência de tecnologias no setor, entre outros.

Deste modo, com base em todas as informações estudadas foi possível implementar um projeto de irrigação, analisar todos os parâmetros de uma irrigação convencional e atender as necessidades do pequeno produtor rural. Foi possível acionar a bomba de água em tempo real, sendo que toda planta-ção tem um horário específico para ser irrigado, o Arduino será pré-programado no horário que o cultivo deverá ser irrigado, deste modo liga-se a bomba de água acionamento da bomba de água de forma eficiente, e assim atender uma agricultura familiar.

Com a utilização do sistema de irrigação automatizada percebeu-se a diminuição do risco de falta d'água, o aumento da produtividade e a qualidade dos produtos, podendo ser gerada mais de uma safra ao ano e, conseqüentemente, o aumento da rentabilidade. Há também a possibilidade de ser implantando em áreas de escassez hídrica, pois exclui a necessidade de grande quantidade de água para atuar sobre as áreas que produzem em pequena ou grande escala e possibilita a utilização por produtores menores ou praticantes de agricultura de subsistência devido ao baixo custo de instalação.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo desenvolveu um projeto de um sistema de irrigação automatizado para uma horta utilizando partida de motor acionado pelo dispositivo programável arduino, assim quanto ao segmento do projeto, foi possível constatar a eficiência e a aplicabilidade da plataforma embarcada Arduino no controle e monitoramento de um sistema de irrigação automatizado.

Desde modo conclui-se que o objetivo deste artigo foi atingido e permite inferir que a implementação de um sistema automatizado, é capaz de conter o desperdício de água na irrigação, de energia, produção e principalmente otimizar o tempo nas atividades em que o agricultor familiar executa na sua plantação, por exemplo, o tempo gasto na irrigação de forma convencional de uma determinada plantação.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em 18 de junho de 2019.

CARVALHO, Professor Daniel Fonseca de. **Engenharia de água e solo**. 2010. 66 f. Dissertação - Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica-RJ, 2010.

CARVALHO, Everton Silva; ARAUJO, Luis Antônio O. IRRIGAÇÃO INTELIGENTE. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA INSTITUTO SUSTENTAR, 17. 2010, Valinhos - SP. **Anuário de Iniciação científica Discente**. Valinhos- SP: Anhangue- ra Educacional Ltda., 2010.

CORRADI JUNIOR, Romeu. **Sensores industriais**. Disponível em: <[http://www.corradi.junior.nom.br/sensores\\_Ind.pdf](http://www.corradi.junior.nom.br/sensores_Ind.pdf)>. Acesso e 01 de julho de 2019.  
FONSECA, Erika Guimarães Pereira da; BEPPU, Mathyan Motta. **Apostila Arduino**. Niterói-RJ: Universidade Federal Fluminense Centro Tecnológico, 2010.

FUENTES, Prof. Rodrigo C. **Apostila de Automação Industrial**. 2005. 31 f. - Curso de Eletrotécnica, Universidade Federal De Santa Maria Colégio Técnico Industrial De Santa Maria, Santa Maria - RS, 2005.

FRIZZONE, J.A. **Função de produção**. In: Faria, M.A.; Silva. E.L.; Vilella, L.A.A.; Silva, A.M. (Ed.). Manejo da irrigação. Lavras: UFLA, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007.

LOJA DO MECÂNICO. **Bomba periférica**. Disponível <[www.lojadomecanico.com.br](http://www.lojadomecanico.com.br)>. Acesso 01 de julho de 2019.

MERCADO LIVRE. **Válvula elétrica**. Disponível <<https://produto.mercadolivre.com.br>>. Acesso 01 de julho de 2019.

MICROBERTS, Michael. **Arduino básico**. 1 ed. São Paulo: Novatec, 2011.

PRÁ, Bruno Rover Dal. **Desenvolvimento de sistema para controle de umidade de solo em pequenas propriedades rurais**. 2009. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso Aprovado Como Requisito Para Obtenção do Grau de Mestre (Superior) - Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento de Tecnologia (prodetec), Departamento de Prodetc – Programa De Pós-graduação Em Desenvolvimento De Tecnologia, Lactec – Instituto De Tecnologia Para O Desenvolvimento, Curitiba, 2009.

PIVOT (Brasil). Maquinas Agrícolas e Sistemas de Irrigação. **Microaspersão**. Disponível em: <<http://www.pivot.com.br/irrigacao/pivo/index.php?ir=1&id=161>>. Acesso em 01 de julho de 2019.

RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno. **Introdução ao Arduino**. Mato Grosso do Sul: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012.

## CAPÍTULO 11

### UMA ANÁLISE ACERCA DA NECESSIDADE DE PROJETO ELÉTRICO E SUA INSPEÇÃO NAS CASAS FINANCIADAS PELA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL EM ITUIUTABA/MG

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Denner Horácio Ferreira Oliveira**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: dennerhoracio\_97@hotmail.com

#### **Diego Oliveira Evangelista**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: evangelista.o.d@gmail.com

#### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

#### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Victor Hugo Pimenta**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-UEMG

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: vitinhocastropimenta@gmail.com

### **Ezequiel Garcia Silva**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: ezequielgarcia01@yahoo.com.br

### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: julialambertduraes@gmail.com

### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: lucasderosa23@gmail.com

### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia – MG

E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

**RESUMO:** Há muitos anos o setor elétrico vem estabelecendo mecanismos que definissem a qualidade da instalação elétrica como satisfatória antes de ser colocada em uso, proporcionando maior confiabilidade e principalmente maior segurança aos seus usuários, porém projetos de até 80 m<sup>2</sup> não possuem obrigatoriedade de projeto ou inspeção. Considerando a segurança da sociedade, os riscos a vida e o bem estar social proporcionado pelo Programas Habitacionais em Ituiutaba/MG e visando verificar o cumprimento da NBR 5410 e o uso do dinheiro público, o presente artigo consiste em analisar a necessidade de projeto elétrico e inspeção nestas construções, através de uma pesquisa de campo e através dos meios de comunicação da atualidade será levantado em que condições a instalação elétrica se encontra se sua montagem obedece a NBR 5410, e partir destes resultado concluir se é necessário o projeto ou inspeção nestas instalações elétricas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Programa Minha Casa Minha Vida; instalação elétrica; NBR 5410; habitação; segurança.

**ABSTRACT:** For many years the electrical sector has been establishing mechanisms that define the quality of the electrical installation as satisfactory before being put into

use, providing greater reliability and especially greater safety to its users, however projects of up to 80 m<sup>2</sup> are not mandatory for design or inspection. Considering the security of society, the risks to life and social welfare provided by the Housing Programs in Ituiutaba / MG and aiming to verify compliance with NBR 5410 and the use of public money, the present article consists of analyzing the need for electrical and inspection of these constructions, through a field survey and through current media, it will be surveyed in what conditions the electrical installation is in if its assembly complies with NBR 5410, and from these results conclude whether the project or inspection in these installations is necessary electrical.

**KEYWORDS:** My house my life program; electrical installation; NBR 5410; housing; safety.

## 1. INTRODUÇÃO

Em março de 2009 foi inaugurado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) com o objetivo de subsidiar a compra da casa própria para famílias brasileiras, focando nas faixas iniciais com renda familiar de até R\$ 1,8 mil. Em 2014 o governo federal já havia investido na construção mais de R\$ 240 bilhões com a construção de aproximadamente 2 milhões de residências no país e outros 2 milhões de contratos já haviam sido assinados. Desde então Ituiutaba-MG já teve mais de 2000 mil residências construídas através do PMCMV. Estas residências financiadas pela Caixa Econômica Federal em maioria possuem menos de 70 m<sup>2</sup> e para o seu financiamento não é exigido o projeto elétrico pois o Conselho de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais - CREA-MG não impõe o projeto elétrico como item obrigatório para Construção de Edificações Residências Unifamiliares de até 80 m<sup>2</sup>, sendo que a documentação para estas construções são:

- Projeto arquitetônico – Responsável Técnico (RT) técnico em edificações ou engenheiro civil;
- Projeto do cálculo estrutural, se houver - RT engenheiro civil;
- Execução da obra e serviços complementares - RT técnico em edificações ou engenheiro civil.

Assim residências de até 80 m<sup>2</sup> não detém a obrigatoriedade de projeto elétrico e no Brasil a certificação de instalações elétricas não é compulsória e falta uma fiscalização eficiente quanto a certificação técnica para a execução da instalação estas edificações que em grande parte são habitadas por cidadãos que não detém um conhecimento necessário para avaliar uma possível ineficácia na prestação do serviço que pode gerar risco a vida.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Programa Minha Casa Minha Vida

Sair do aluguel para a casa própria é o sonho de muitos brasileiros. Nesse contexto, o governo criou um programa intitulado “Minha Casa Minha Vida - PMCMV,” que permite que milhares de pessoas de todas as partes do Brasil tenham condições de ter sua casa própria através do financiamento com juros acessíveis.

O PMCMV foi lançado pelo Governo Federal e executado pela Caixa Econômica Federal, constituído de um conjunto de medidas do Governo Federal dispostas na Lei 11.977/2009, que dispõe sobre a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, e de outras providências. Determina também que o PMCMV tem como finalidade conceder subsídios e criar mecanismos de incentivo à produção de novas moradias.

Os subsídios são concedidos com recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e da União, uma única vez e para um único imóvel ao proponente cuja renda familiar esteja dentro dos limites do programa. O aporte tem forma de desconto complementar em função da renda, localização e modalidade, além da redução da taxa de juros destinada a elevar a capacidade de pagamento do beneficiário. De acordo com, Contábil (2021), o programa do Governo Federal oferece condições de pagamento e taxas de juros de acordo com a renda de cada família sendo que o MCMV é dividido em 4 faixas de renda:

- Faixa 1: renda familiar bruta de até R\$ 1.800;
- Faixa 1,5: renda familiar bruta de até R\$ 2.600;
- Faixa 2: renda familiar bruta de até R\$ 4.000.

## 2.2 Instalações elétricas de baixa tensão

De modo a ABNT NBR 5410:1997 foi editada para estabelecer os requisitos mínimos a serem cumpridos em instalações elétricas de baixa tensão. De modo há a assegurar o bem-estar de pessoas e animais além de propiciar as condições necessárias ao correto funcionamento da instalação e a preservação da vida útil dos bens. Sendo responsável por instalações elétricas residenciais, a ABNT NBR 5410 estabelece os critérios mínimos que uma instalação residencial deve possuir para assegurar a segurança de seus moradores.

A norma prevê que é fundamental que a instalação seja concebida de modo a garantir a proteção contra: choques elétricos, efeitos térmicos, sobre correntes, sobre tensões. E que disponha de mecanismos que assegurem serviços de segurança, desligamento de emergência, seccionamento, independência da instalação elétrica, acessibilidade dos componentes, seleção dos componentes, prevenção de efeitos danosos ou indesejados, através da correta instalação dos componentes, verificação da instalação e qualificação profissional. A instalação deve ser executada a partir de

projeto específico, que deve conter, no mínimo, plantas e memorial descritivo da instalação conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas.

### 2.3 Segurança em Instalações Elétricas Residenciais

São números alarmantes os acidentes oriundos dos choques elétricos, porém, segundo Edson Martinho, diretor executivo da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel), os dados divulgados são uma parcela dos acidentes no Brasil. As fatalidades devem ser ainda maiores, já que existem casos que não são reportados nem divulgados. Ainda em conformidade com Energia (2020), o estudo revela que o choque possui mais letalidade do que os demais acidentes que envolvem eletricidade como incêndios em decorrência de sobrecarga/curtos-circuitos (74) ou descargas atmosféricas (50). Deste modo a análise reforça a necessidade de imediata melhoria nas instalações domésticas brasileiras. Ademais, a maior parcela das tragédias abrange a faixa etária de 31 e 40 anos, com 195 mortes. Segundo Energia (2020), pode ser que os próprios moradores na busca de fazer pequenos reparos sem a devida instrução e proteção se tornam vítimas. Ressaltando a notoriedade da instrução para aqueles que instalam ou reparar qualquer instalação elétrica. Demonstrando a necessidade capacitação dos profissionais responsáveis por projetar e executar o circuito elétrico para que este seja dotado das proteções necessárias e aos demais profissionais como pintores e serventes ou moradores é necessária instrução a fim de evitar acidentes por negligência ou imperícia ao trabalhar com eletricidade.

### 2.4 Efeitos da eletricidade no corpo humano

O choque elétrico ocorre devido a diferença de potencial entre dois pontos distintos do corpo humano, um dos pontos são os pés e o outro é o que entra em contato com algum condutor elétrico, as condições na hora de um choque elétrico também podem variar muito de pessoa pra pessoa, a resistência do corpo humano vai variar de indivíduo para indivíduo, um exemplo é se o corpo está molhado ele tem uma resistência bem menor em relação a um corpo que está seco. Visto que podemos ter choques com tensão igual ou inferior a vinte volts que podem levar a óbito destaca-se a importância do caminho percorrido pela corrente elétrica, além do tipo de corrente, alternada ou contínua. Qualquer atividade biológica é acompanhada de uma

atividade elétrica. A contração muscular do corpo humano ocorre pela transição de íons de cálcio através das membranas do corpo humano, o coração por exemplo faz o seu movimento, o movimento de bomba, através de um sistema organizado de impulsos elétricos que chegam ao coração, fazendo assim com que essa camada muscular contraia e relaxe de forma organizada.

São estímulos elétricos, podemos ver isso quando realizamos um eletrocardiograma ou um eletroencefalograma, com esses procedimentos médicos temos a medição do campo magnético nas regiões do coração e cérebro, ainda temos como exemplo o caso de quando o coração tem uma parada, usamos assim a corrente elétrica para reanimá-lo, sendo assim uma corrente externa superpondo-se à pequena corrente fisiológica interna pode causar alterações nas funções vitais, essas alterações podem vir a ser desde um simples formigamento até uma parada cardíaca ou uma queimadura.

### **3. ABNT NBR 5410 APLICADA ÀS INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS**

#### **3.1 Divisão de Circuitos**

As instalações residenciais devem ser entregues acompanhadas de um manual do usuário, redigido em linguagem acessível a leigos, que contenha, no mínimo, os seguintes elementos:

- Esquema(s) do(s) quadro(s) de distribuição com indicação dos circuitos e respectivas finalidades, incluindo relação dos pontos alimentados, no caso de circuitos terminais;
- Potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível;
- Potências máximas previstas nos circuitos terminais deixados como reserva, quando for o caso;
- Recomendação explícita para que não sejam trocados, por tipos com características diferentes, os dispositivos de proteção existentes no(s) quadro(s).

Todo circuito terminal deve ser protegido contra sobre correntes por dispositivo que assegure o seccionamento simultâneo de todos os condutores de fase localizado no quadro de distribuição que deve estar próximo a concentração das cargas com fácil acesso. A norma não prevê um número exato de circuitos que a instalação deve ter, desde que:

- A falha em um circuito prive de alimentação toda uma área;
- Cargas de iluminação e/ou de climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades;

- Viabilize a criação de diferentes ambientes;
- Minimize as paralisações gerais resultantes de uma ocorrência;
- Facilite ou possibilite ações de inspeção e de reparo.

Assim cada instalação deverá ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito. (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004). Além dos tópicos levantados, devem ser consideradas as necessidades futuras, como ampliações que refletirão na potência de alimentação e na taxa de ocupação dos condutos.

### 3.2 Dimensionamento dos Condutores

A NBR 5410, nos traz requisitos mínimos a serem adotados para a escolha dos condutores do circuito, seja de alumínio ou de cobre. Cabe observar que esta mesma norma permite o uso de alumínio somente nos casos em que se trate de linha aérea, sendo vedado seu uso embutido em alvenaria ou no subsolo. A seção dos condutores deve ser determinada partindo do mínimo de 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de iluminação de 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de força, além da resistência térmica e mecânica necessária o condutor deve ter obrigatoriamente a capacidade de condução de corrente igual ou superior à corrente de projeto do circuito considerando a temperatura de trabalho, efeitos térmicos e agrupamentos de cabos em um mesmo eletroduto, sendo que para este último caso deve-se obedecer simultaneamente quatro princípios:

- Os circuitos pertencerem à mesma instalação
- As seções nominais dos condutores de fase estiverem contidas dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos;
- Todos os condutores tiverem à mesma temperatura máxima para serviço contínuo;
- Todos os condutores forem isolados para a mais alta tensão nominal presente.

### 3.3 Iluminação

Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>, deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA, ao ultrapassar 6 m<sup>2</sup> deve-se acrescentar 60VA a cada novos 4 m<sup>2</sup>.

### 3.4 Tomadas de Uso Específico

Segundo a norma da ABNT- NBR-5410, deve-se realizar o dimensionamento adequado dos circuitos através de características do cabo como, tipo de linha, utilização do circuito e a seção mínima do condutor em mm<sup>2</sup>.

### 3.5 Agrupamento de Circuitos

Assim a norma citada traz consigo algumas tabelas que facilitam o entendimento dos requisitos a serem preenchidos para a correta aplicação dos procedimentos de segurança. Comumente em instalações residenciais utilizar-se-á do método 7 B1 “cabos isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria”.

Posteriormente esta mesma norma traz a temperatura de operação e a temperatura máxima suportada pelos condutores. Destaca-se que em instalações residenciais em virtude do custo benefício é predominante a utilização de isolamento do tipo PVC. Consultar a tabela 36 - Capacidade de condução de corrente, Fonte NBR 5410. Com o tipo de linha elétrica e a temperatura nominal e máxima de operação, através da tabela 36, é possível estipular a capacidade de condução de corrente dos condutores de cobre e alumínio em uma situação ideal. Porém as condições ideais são referenciais para o cálculo das condições reais conforme observa-se a seguir. Por conseguinte, informa que deve ser aplicado um fator de correção sempre que a temperatura for superior às temperaturas de teste. Deste modo, a tabela 40 traz fatores de correção a serem multiplicados pela corrente apresentada na tabela 36, para que se tenha a real capacidade de condução de corrente de cabos em temperaturas acima das nominais.

### 3.6 Eletrodutos

Fornecerem a resistência mecânica, física e química necessárias à proteção dos condutores depositados em seu interior, sejam os condutores isolados, cabos

unipolares ou cabos multipolares. É proibido o uso de mangueiras e similares como eletroduto, para uso como tal os produtos devem ser expressamente apresentados e comercializados como tal, além de serem resistentes à propagação de chamas. As caixas de passagem devem ser empregadas em todos os pontos da tubulação onde houver entrada ou saída de condutores, nos pontos de emenda ou de derivação de condutores ou sempre que for necessário segmentar a tubulação. Sua localização deve ser de fácil acesso e devem ser providas de tampas ou fechadas com os espelhos que completam a instalação desses dispositivos. Condutores emendados ou cuja isolação tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material devem ficar à vista nas caixas de passagem sendo vedada sua colocação em eletroduto. As caixas, bem como as bocas dos eletrodutos, devem ser fechadas com vedações apropriadas que impeçam a entrada de argamassas ou nata de concreto durante a concretagem a fim de evitar a deformação ou obstrução do mesmo.

### 3.7 Aterramento

De modo que toda edificação deve dispor de uma infraestrutura de aterramento que deve ser confiável e satisfaça os requisitos de segurança das pessoas conduzindo correntes de falta à terra sem risco à pessoas, animais ou equipamentos causados por essas correntes, reduzindo possíveis variações de tensão de uma rede elétrica, minimizando as fugas de energia e protegendo a instalação num todo. E informa que quando do uso do mesmo condutor para a função de neutro e proteção, sua seção mínima será de  $10 \text{ mm}^2$  em cobre ou  $16 \text{ mm}^2$  em alumínio. Os métodos mais comuns de aterramento são, o esquema TN que combina as funções de neutro e proteção e o esquema TT, que separa as funções de neutro e proteção. Assim o aterramento consiste em um conjunto de equipamentos com a função de conduzir corrente para a Terra, sendo que o uso de hastes se destaca quando tratamos de aterramento residencial. Deste modo é importante ressaltar que algumas concessionárias como a CEMIG fornece o aterramento do padrão para a residência.

Porém, trata-se de um aterramento funcional utilizado para manter o neutro o mais próximo de zero e não deve ser utilizado com aterramento da alimentação. Sendo comum a confusão por parte dos eletricitas, pois ao mesmo tempo que não deve ser utilizado como proteção, é recomendado que seja interligado ao aterramento da alimentação. Assim, de forma sucinta o aterramento do padrão (neutro) não deve

ser utilizado como único aterramento, mas no modelo TN recomenda-se que seja interligado ao aterramento da alimentação. Tal prática ocorre para que o terra e neutro estejam no mesmo potencial. Conforme Tiago (F.L.P, 2013), o projeto do sistema de aterramento consiste nas sequências dos passos:

- Definir o local de aterramento;
- Providenciar várias medições no local (por exemplo, umidade e resistividade do solo);
- Fazer a estratificação do solo nas suas respectivas camadas; D
- Definir o tipo de sistema de aterramento desejado;
- Calcular a resistividade aparente do solo para o respectivo sistema de aterramento;
- Dimensionar o sistema de aterramento, levando em conta a sensibilidade e os limites de segurança pessoal, isto é, da fibrilação ventricular do coração.

E após a instalação do sistema de aterramento é necessário realizar medições para a conferência da resistividade do solo, este valor sofre alterações de acordo com o tamanho do sistema e o tipo de solo. Após a instalação do sistema de aterramento, é necessário aferir o valor da resistência com um terrômetro.

## **4. QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO**

Nos quadros de distribuição, deve ser previsto espaço de reserva para ampliações futuras, com base no número de circuitos com que o quadro for efetivamente equipado, conforme tabela do quadro de distribuição, além de conter o aviso de advertência conforme descrito Norma Brasileira -NBR 5410.

### **4.1 Componentes do quadro de distribuição**

#### **4.1.1 Disjuntores Termomagnéticos**

De acordo com Mattede. (2021), o disjuntor termomagnético é um componente que além de importante é um dos mais utilizados nas instalações elétricas. Cujas função principal é a proteção, este dispositivo deve seccionar circuitos, interrompendo a passagem de corrente, caso exista alguma anomalia s como curto-circuito e sobre tensão ou corrente. Conforme a NBR 5410, os disjuntores devem ser compatíveis com as condições mais severas as quais a instalação elétrica possa passar. Além de ter a capacidade de suspender a passagem de corrente.

Assim o disjuntor termomagnético atua através de três correntes, a primeira é uma corrente geral que o dispositivo suporta abrangendo sua parte térmica e sua parte magnética, a segunda é uma corrente de curto circuito e a terceira é a corrente que aciona por meio da elevação da temperatura.

#### 4.1.2 Proteção Magnética

De acordo com Mattede (2021),

Esse disjuntor possui uma bobina elétrica, também chamada de indutor, e que no centro da bobina tem um pistão. A bobina e o pistão em momento algum estabelecem contato entre si, porém, quando ocorre um curto circuito, acontece uma interação entre eles. Todo disjuntor possui uma corrente nominal, e o disjuntor foi projetado para trabalhar respeitando essa corrente. Consequentemente, a bobina também foi projetada para ter um campo magnético, que não deve exercer influência sobre o pistão quando a corrente for menor ou igual à corrente nominal. Porém, quando acontece um curto-circuito, a corrente que passa pela bobina sofre um grande aumento e o campo magnético da bobina aumenta também, proporcionalmente ao aumento da corrente. Esse aumento do campo magnético acaba exercendo uma indução no pistão e o “transforma” em um tipo de ímã. Essa indução sofrida pelo pistão faz com que ele se movimente e acione o mecanismo que abre o circuito do disjuntor. Quando isso acontece, o disjuntor desarma, seccionando todo o circuito após ele e cumprindo a sua função de proteção.

#### 4.1.3 Proteção Térmica

Os disjuntores por sua vasta aplicação e importância em uma instalação elétrica foram divididos em níveis chamados curvas de atuação (B, C e D). Assim é possível diminuir os parâmetros necessários para acionar o dispositivo bem como reduzir os acionamentos desnecessários. Tais acionamentos podem ocorrer ao inicializar motores por exemplo que possuem grande corrente de partida. Por outro lado, equipamentos essencialmente resistivos possuem baixa corrente de partida, desta maneira os disjuntores foram divididos em faixas de acordo com a capacidade de suportar correntes de ruptura ou partida. Cabe ressaltar que as correntes supracitadas ocorrem por curtos períodos de tempo. De acordo com Eletricidade (2017).

#### 4.1.4 Disjuntor DR

Além da proteção propiciada pelos disjuntores termomagnéticos o uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade como proteção adicional é

obrigatório para os circuitos que atendas a: (locais contendo banheira ou chuveiro; áreas externas à edificação; equipamentos no exterior e cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens). De acordo com Mattede (2021), o dispositivo DR detém grandes vantagens, como a capacidade de minimizar as consequências dos choques elétricos e evitar o desperdício de energia proveniente de fugas de corrente através do aterramento. Além de reduzir a chances de um curto circuito ocasionar incêndios devido a sua rápida atuação. As fugas de corrente possuem motivos distintos, sendo os mais comuns: (Cabos desencapados; Baixa isolação ou isolação mal feita; Cabos rompidos (quando estão encostados em alguma massa e Defeito de algum componente do circuito ou de um aparelho).

O DR atua através da comparação do campo magnético gerado pela corrente elétrica através de uma bobina elétrica. Os condutores monitorados são enrolados em um núcleo toroidal no interior do dispositivo onde ocorre a soma dos fluxos gerados pelas correntes de entrada e saída e caso a soma seja diferente de zero o dispositivo atua em virtude do campo magnético gerado na bobina elétrica. O dispositivo diferencial residual é encontrado comercialmente com proteção para fugas de corrente acima de 15 mA, sendo recomendado para o uso residencial de no máximo 30 mA. Possuindo ainda duas classificações quanto ao uso e aplicação:

- O IDR possui a função do DR, detectar fugas de corrente e suspender o fluxo de corrente. Para uso residencial deve-se utilizar aqueles que possuam acionamento com no máximo 30mA de fuga;
- O DDR combina as funções do IDR com as funções de um disjuntor, proteção térmica e magnética. Além dos parâmetros de fuga utilizados para dimensionar o IDR deve-se observar que o DDR deve possuir a mesma capacidade a qual seria atribuída ao disjuntor que está substituindo.

#### 4.1.5 DPS

Os Dispositivos de Proteção Contra Surtos (DPS) são equipamentos desenvolvidos para a proteção da rede elétrica de surtos elétricos, através da detecção e desvio por meio do sistema de aterramento. Os surtos elétricos de grande porte são facilmente identificáveis, pois causam a queima dos aparelhos, porém a maioria dos surtos cotidianos não são perceptíveis. Estas ondas transitórias de menor

potencial ofensivo causam a degradação de componentes internos impactando diretamente na vida útil dos equipamentos. Assim, a NBR 5410, estabelece que a proteção contra sobre tensões transitórias através do DPS. Ademais a norma traz explicitamente que constitui-se risco material calculado e assumido o não uso de proteção conforme descrito e que não é admissível a dispensa desta proteção, pois o desuso implica em risco direto à saúde das pessoas, NBR 5410. Para a efetiva proteção e diferenciação dos casos a ABNT NBR 5410 divide os DPS em três classes, quais sejam:

Classe I – Dispositivos capazes de drenar correntes parciais de um raio, trata-se de proteção utilizada em áreas urbanas periféricas ou áreas rurais sujeitas a descargas atmosféricas diretas;

Classe II – Dispositivos capazes de drenar os efeitos de descargas atmosféricas indiretas, trata-se de proteção utilizada em áreas urbanas periféricas ou áreas rurais que já possuam a proteção da Classe 1 ou que não estejam sujeitas a descargas atmosféricas diretas;

Classe III – Dispositivos para proteção individual de equipamentos, trata-se de proteção suplementar as Classes 1 e 2. Estão entre o equipamento e tomada, existindo para rede elétrica, linha de dados e linhas telefônicas.

Quando o DPS for destinado à proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação e contra sobretensões de manobra não deve ser inferior a 20 kA (8/20  $\mu$ s) em redes trifásicas e 10 kA (8/20  $\mu$ s) em redes monofásicas. Caso o valor da corrente não possa ser determinado, não deve ser inferior a 50 kA para uma rede trifásica, 25 kA para uma rede monofásica. Assim a existência de risco de falha interna, torna necessário uso de proteção ao DPS caso ocorra curto-circuito.

#### 4.1.6 Barramentos

Conforme Marmota (2021), os barramentos elétricos, geralmente feitos de cobre, são utilizados como elo entre condutores e proteção, por serem capazes de difundir eletricidade com maior facilidade, segurança e flexibilidade do que outras formas mais permanentes de instalação e distribuição, além da fácil aplicação e manutenção. Os Barramentos podem ser divididos por meio da sua isolação entre os isolados e não isolados, pela sua forma; pente ou escova e pelo seu tamanho, além

da sua capacidade de condução de corrente elétrica. Os Barramentos Isolados, geralmente utilizados nos circuitos de neutro e terra possuem segurança nas conexões e praticidade na instalação. Suas conexões são das mais variadas formas. Os barramentos não isolados são comumente destinados para as fases, e carecem de proteção auxiliar, e de manuseio por profissional qualificado.

Dentre as vantagens destaca-se a distribuição uniforme de corrente e praticidade das conexões, além da manutenção ser simples e prática. Os barramentos devem ser escolhidos de acordo com a finalidade desejada, os mais comuns são os barramentos de neutro diferenciados pela cor azul, os barramentos de terra que possuem a cor verde e os barramentos para fase, divididos entre os tipos pente e escova.

## **5. RESULTADO E DISCUSSÕES**

### **5.1 Visita as residências de até 80 m<sup>2</sup>**

As visitas foram realizadas em consonância com a NBR-5410, seguindo as recomendações desta norma, além de observar as considerações de Petróleo (2021). Durante as visitas a residência optou-se por focar no quadro de distribuição (QD) como parâmetro a ser analisado, por sua importância para a instalação além de ser um representante da condição geral da instalação. Optou-se pela inspeção visual a fim de verificar se os componentes que constituem o QD estão de acordo com as normas aplicáveis e se não apresentam danos aparentes que possam comprometer seu funcionamento adequado e a segurança, além de observar se foram devidamente instalados por profissional qualificado.

Observa-se que para os moradores a função do sistema elétrico está bom quando funciona, observa-se ainda que apenas uma parcela mínima tem algum conhecimento ou buscou por profissionais habilitados a executar a uma instalação elétrica. Assim, no primeiro momento foi verificado se a instalação elétrica possui projeto e se foi executada por profissional capacitado, sendo que as moradias não possuem projeto e os moradores não sabem informar se o profissional que executou é devidamente habilitado. Posteriormente verificou-se que as residências possuem linhas aéreas entre a rede da concessionária e o padrão de entrada, assim como do padrão de entrada para a residência.

Figuras – Fotos da Residência Bairro Canaã. Na Sequência Padrão de entrada, QD com tampa e QD sem tampa.



Fonte: Próprias dos autores (2021).

Em sequência foi analisado se a potência instalada, observada no padrão de entrada, está de acordo com a demanda da residência. Neste ponto, conforme fotografia 1, nas residências pertencentes à primeira faixa de financiamento há um subdimensionamento. Trata-se de fornecimento limitado a 40 amperes em tensão de 127 com fase e neutro. Sob tais condições a demanda em horários de pico ultrapassa a potência fornecida, haja vista que um chuveiro comum possui potência de 5500 W, enquanto a potência fornecida nestas condições é de 5060 W.

Parte-se para análise do quadro a partir do acesso apenas aos disjuntores. Neste contato com o quadro já se encontra alguns descumprimentos da norma, haja vista que em grande maioria não há identificação dos circuitos que cada disjuntor está protegendo, além da ausência de dispositivo DR e de espaço para novos circuitos, bem como a ausência da advertência que deve estar colada na tampa do quadro de distribuição.

Figuras: Fotos da Residência Bairro Jardim Europa I. Na Sequência Padrão de entrada, QD com tampa e QD sem tampa.



Fonte: Próprias dos autores (2021).

Pode-se observar ainda que nas instalações das primeiras faixas de financiamento compreende as situações mais precárias, haja vista a falta de disjuntores geral e correto dimensionamento dos circuitos. Além da inexistência de Disjuntor DR e aterramento bem como a ausência de barramento neutro no quadro de distribuição. Cabe ressaltar que se trata de centenas de unidades residências no mesmo estado. Soma-se a isto o fato de que são instalações com disjuntor do padrão da concessionária de 40 Amperes monofásico a 127 volts, tais especificações não comportam sequer alguns modelos de chuveiro.

E mesmo que se trate de habitações para uma população supostamente com menor poder aquisitivo, na atualidade não é difícil extrapolar os 5000 W que esta instalação comporta com aparelhos comuns nestas residências como chuveiro, ferro de passar, máquina de lavar, forno elétrico e secador de cabelos. Não obstante houve relatos de moradores de fumaça na fiação, cheiro de queimado e em alguns casos fogo na conexão dos cabos de alumínio com cobre no poste de energia.

Porém devido à falta de conhecimento os próprios moradores vão eles mesmos corrigindo as falhas que encontram sem recorrer aos seus direitos e de forma a aumentar os riscos por não possuírem conhecimentos necessários para trabalhar com eletricidade. Assim destaca-se dentre outros fatores, que:

- São obras realizadas por grandes construtoras;
- Trata-se de projeto de iniciativa do governo federal;
- O descumprimento de normas básicas serviço nestas condições;
- A falta de fiscalização.

Em visitas a casas da faixa 2 de financiamento já se encontra neutro e terra no quadro de distribuição e disjuntor geral. Mesmo se tratando de financiamento nos mesmos moldes das faixas 1 e 2, construídas por grandes construtores e financiadas pelo governo, estas residências já possuem avanços em comparação com as anteriormente apresentadas.

Figuras: Fotos da Residência Residencial Estados Unidos. Na Sequência Padrão de entrada, QD com tampa e QD sem tampa.



Fonte: Próprias dos autores (2021).

Conforme fotografia 3 não há disjuntor DR, bem como não há o uso de barramentos, além da ausência de identificação dos circuitos e da advertência que deve estar colada no quadro de distribuição. Porém, nota-se uma melhor divisão dos circuitos, a presença de disjuntor geral e respeito ao padrão de cores dos cabos. Além da potência fornecida ter aumentado em 25 %, dos 40 amperes das faixas 1 e 2 para 50 amperes nestas residências compreendidas na terceira faixa, mantendo a tensão de fornecimento em 127 V entre neutro e fase.

Figuras: Fotos da Residência Bairro Cidade Jardim. Na Sequência Padrão de entrada, QD com tampa e QD sem tampa.



Fonte: Próprias dos autores (2021).

Ao se analisar residências pertencentes a faixa 2 de financiamento, porém construídas por construtores locais tem se novamente uma melhora na potência fornecida, nestas residências há rede bifásica com disjuntor de 63 amperes, sendo assim condizente com a carga instalada e demandas futuras. Na foto acima, utiliza-se dois disjuntores monopolares para proteção de uma rede bifásica, e além do sobre dimensionamento deste para os cabos utilizados. Observa-se ainda que além da

ausência de neutro e terra no quadro de distribuição, a instalação não possui terra e os disjuntores utilizados para os circuitos não condizem com a seção dos cabos utilizados. É utilizado disjuntores de 32 amperes para cabos de 2,5 mm<sup>2</sup> que suporta em condições ideais 21 amperes e quando realizado os cálculos considerando a quantidade de circuitos no mesmo eletroduto suportam aproximadamente 16 amperes, ou seja, a proteção está dimensionada para o dobro da corrente que o condutor suporta.

E o próprio morador relata que já teve curtos em sua residência chegando a queimar o portão eletrônico e outros equipamentos por mais de uma vez e em nenhuma delas o disjuntor desarmou, e que em outro momento teve grande parte dos equipamentos eletrônicos queimados em virtude de uma descarga atmosférica na região em que mora. Fatos que poderiam no mínimo ter sido amenizados com o correto aterramento e instalação de DPS. Ademais, observa-se a entrada das fases em cabos de 10 mm<sup>2</sup> e a ramificação para as proteções dos circuitos em cabos de 2,5 mm<sup>2</sup> gerando pontos de calor que além de reduzir a vida útil dos cabos são pontos com potencial risco a segurança da instalação e dos moradores.

Em conversa informal com alguns responsáveis pelas instalações que optaram por não serem identificados foi relatado que a maioria reconhece as falhas nas instalações, porém devido ao baixo valor pago para realizar as instalações e que “se não fizer assim outro faz” acabam realizando um serviço de baixa qualidade pois “tem família para manter”.

Figuras: Fotos da Residência Bairro Residencial Portal dos Ypes. Quadro de distribuição com tampa a esquerda e com tampa a direita.



Fonte: Próprias dos autores (2021).

Nas demais residências visitadas, assim como as construtoras seguem um padrão de execução de serviços, sempre com os mesmos materiais com o mesmo forma de execução, as residências construídas por construtores locais também possuem um padrão na divisão dos circuitos independente da residência visitada o que demonstra não haver cálculos e análises individuais do consumo de cada morador, ou em casos mais extremos que o instalador não possui capacitação e faz sempre o mesmo serviço independentemente da carga a ser instalada por “sempre dar certo”.

Sendo como padrão um disjuntor geral, um disjuntor para cozinha, um disjuntor para o chuveiro e um disjuntor para o restante da casa, em algumas ocorrências pontuais há um disjuntor para a iluminação. Percebe-se ainda disjuntores sobre dimensionados para a bitola dos cabos, além da ausência de TUG – Tomada de Uso específico.

Observa-se ainda o uso de cabos com bitolas de 4 mm<sup>2</sup> no lugar de barramentos pente, quando deveria ser utilizado no mínimo 10 mm<sup>2</sup>, além da disposição dos disjuntores favorecem o sobreaquecimento e risco de curto circuito, quedas dos disjuntores ou em casos mais extremos se tornar um foco de incêndio.

Não há padronização na cor dos fios e em muitos casos a bitola do eletroduto não é compatível com a quantidade de cabos que por ele passam. Nos casos das residências bifásicas não há identificação das fases, nem balanceamento entre fases e não foi utilizado cores diferentes para cada fase e os disjuntores independentemente da carga a que estão ligados possuem a mesma curva de acionamento, demonstrando a falta de conhecimento técnico na elaboração e execução da instalação elétrica.

Em relação ao dimensionamento dos cabos, cabe ressaltar que é um dos pontos de respeito da norma, haja vista a utilização da bitola mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> para tomadas e de 1,5 mm<sup>2</sup> para iluminação. Porém é importante frisar que o uso da bitola mínima é capaz de suprir a demanda residencial na maioria dos casos desde que a instalação conte com circuitos devidamente divididos e balanceados. Ao passo que as instalações contam com as bitolas mínimas recomendadas pela ABNT NBR 5410, não possuem tomadas de uso específicas na cozinha e área de serviço.

De modo que, isoladamente, as falhas encontradas são um risco à integridade física de pessoas e animais indo contra os princípios da NBR-5410, porém vale ressaltar que estas ocorrências não se dão de forma isolada, ocorrem

simultaneamente na maioria dos casos. Além das ocorrências que geram riscos diretos, existem ocorrências que geram riscos de forma indireta como a utilização de cores únicas, o que provavelmente ocorre para diminuir os custos, de maneira que nos casos em que há duas fases as duas possuem a mesma cor, em na maioria dos casos o circuito de neutro não chega ao quadro de distribuição, além da inexistência de espaços no quadro de distribuição para posterior aumentos.

São ocorrências que tornam uma simples manutenção ou a adição de um novo ponto de tomado ou iluminação um risco para a vida do profissional ou um risco maior ainda para os casos em que o próprio morador decide realizar o serviço, pois as chances de fechar um curto são altas pela falta de padronização ou mesmo de identificação de circuitos, fases e neutro. Por fim, cabe informar que ocorre a repetição dos problemas encontrados nas residências visitadas, independente do bairro nos casos em que são construídas por construtores locais.

## **6. CONCLUSÃO**

Foram visitadas oito residências em 7 bairros diferentes, sendo que cinco das residências são de bairros construídos por construtoras onde todas as dezenas ou centenas de residências possuem as mesmas características e, portanto, os mesmos componentes em suas respectivas instalações elétricas. Ademais, as instalações realizadas por construtores locais no mesmo bairro ou em bairros diferentes apresentam similaridades que permitem a extensão dos resultados obtidos.

Considerando que as residências foram escolhidas de modo a abranger as diferentes faixas de financiamento bem como cobrir a maior área da cidade possível, têm-se como resultado uma amostra da qualidade das instalações elétricas de residências financiadas neste município. Assim os resultados obtidos demonstraram que, mesmo depois do progresso alcançado com a NBR-5410 em prol da segurança de todos que tenham contato direto ou indireto com a eletricidade, ainda há muitas oportunidades de melhoria a serem alcançadas. Sendo uma delas a obrigatoriedade de projeto elétrico e/ou inspeção para construções que possuam menos de 80m<sup>2</sup>. Tal necessidade decorre da ausência de item obrigatório conforme a NBR-5410, conforme levantado nas inspeções. Tais como, dispositivo DR, DPS e aterramento.

A inexistência de disjuntor DR, obrigatório conforme a NBR-5410, coloca em risco a saúde dos habitantes, uma vez que o choque elétrico nem sempre pode ser

perceptível ou deixar sequelas perceptíveis no momento, mas que trarão consequências no futuro. Sendo este tipo de choque comumente associado às massas não aterradas. Observa-se ainda que as residências carecem de circuito de aterramento, observação que coincide com o alto índice de relatos da queima de aparelhos eletrônicos, como lâmpadas de led, e placas eletrônicas de portões, televisões, computadores e micro-ondas de forma esporádica, como ocorrências acentuadas durante o período chuvoso, momento o qual há maior incidência de descargas atmosféricas.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais “São registrados no Brasil cerca de 77,8 milhões descargas elétricas por ano. Número que coloca o país na liderança de incidência de raios no mundo. Nesse período, são registradas em média 110 mortes no país”.

Alguns aspectos levantados pela pesquisa que corroboram com a falta de segurança das instalações elétricas:

- As residências possuem disjuntores termomagnéticos sobredimensionados;
- As residências não possuem proteção contra choques (DR);
- As residências não possuem proteção contra surto (DPS);
- As residências não possuem circuito de proteção (aterramento);
- As residências não possuem o correto dimensionamento da linha elétricas solicitadas à concessionária de energia;
- Alguns moradores não sabem a localização dos quadros de distribuição;
- Alguns quadros de distribuição não possuem disjuntor geral;
- Os quadros de distribuição não possuem identificação dos componentes;
- Não há presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas no quadro;
- As formas das conexões nos quadros de distribuição geram pontos de calor e os cabos utilizados estão sobredimensionados.

Por outro lado, estas construções residenciais carecem de atenção pela falta de conhecimento técnico de seus habitantes, sobre os riscos que correm e da precariedade das suas instalações elétricas.

Nesse sentido foi confeccionado o material em anexo para orientar aos adquirentes de imóveis e moradores, informando de forma simples e direta alguns pontos que merecem atenção, tais como existência de aterramento, DPS, disjuntor geral, identificação do quadro geral e outros. E quando verificarem a ausência de

qualquer um dos itens presentes no guia, devem procurar um profissional qualificado para regularização ou se antes da compra que o responsável pelo imóvel regularize a situação.

O material será distribuído através de redes sociais e de forma digital e gratuita, para maior alcance com o menor prazo possível, através do link: <https://drive.google.com/file/d/1aKbA8DYQLRzfittF3QQxWecnWK49ZwlQ/view?usp=sharing>.

Outras medidas são:

- Necessidade de laudo de inspeção elétrica para financiamento habitacional;
- Necessidade de laudo de inspeção elétrica para emissão da Habite-se;
- Revisão da Norma com exclusão ou redução da metragem mínima de 80 m<sup>2</sup> para exigência de projeto elétrico.

De tal maneira, é necessário formalizar e documentar as carências encontradas, além de levar a conhecimento das autoridades a fim de buscar evitar que estas situações continuem ocorrendo.

Concluindo que na prática é necessário projeto elétrico para residências independentemente de sua área bem como a necessidade de inspeção das instalações elétricas para a aprovação de financiamentos habitacionais.

## BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410:2004. Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, versão corrigida, 2008. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/pub.aspx?ID=3051atalogo>. Acesso em: 14 Mar. 2021.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419:201.5 Proteção contra descargas atmosféricas. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/pub.aspx?ID=3051atalogo>. Acesso em: 14 Mar. 2021.

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 10:2004. Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/pub.aspx?ID=3051Catalogo>. Acesso em: 14 Mar. 2021.

BOTELHO, Teresa. O que é um bom O que é um bom valor Resistência de Aterramento?valor Resistência de Aterramento? 2016. Disponível em: <https://eletricidade2332.blogspot.com/2016/02/o-que-e-um-bom-valor-resistencia-de.html>. Acesso em: 13 fev. 2021.

CANAL ENERGIA. Choques mataram 697 pessoas em 2019, aponta Abracopel. 2020. Disponível em: <https://canalenergia.com.br/noticias/53129509/choques-mataram-697-pessoas-em-2019-aponta-abracopel>. Acesso em: 26 fev. 2021.

CARVALHO, Edison. SEGURANÇA EM ELETRICIDADE. Disponível em: <https://slides.com/edisoncarvalho/deck-1-2/fullscreen>. Acesso em: 31 jan. 2021.

CONTÁBIL, Rede Jornal (ed.). Guia completo para você comprar sua casa própria no Minha Casa Minha Vida. Disponível em: <https://www.jornalcontabil.com.br/guia-completo-para-voce-comprar-sua-casa-propria-no-minha-casa-minha-vida/>. Acesso em: 31 jan. 2021.

ELETRICIDADE, Equipe Desterro. Entenda a diferença entre os disjuntores curva B, curva C, curva D e disjuntores motores. 2017. Disponível em: <https://www.desterroeletricidade.com.br/blog/eletrica/entenda-diferenca-entre-os-disjuntores-curva-b-curva-c-curva-d-e-disjuntores-motores/>. Acesso em: 13 fev. 2021.

ENERGIA, Canal. Choques mataram 697 pessoas em 2019, aponta Abracopel. Disponível em: <https://canalenergia.com.br/noticias/53129509/choques-mataram-697-pessoas-em-2019-aponta-abracopel>. Acesso em: 16 mar. 2020.

JSIMOES. DISPOSITIVO DR: O QUE É, POR QUE É IMPORTANTE E MAIS! Disponível em: <https://www.jsimoes.com.br/blog/dispositivo-dr-o-que-e-por-que-e-importante-e-mais>. Acesso em: 31 jan. 2021.

GOIÁS, Puc. ELETRICIDADE E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/Condutores.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2021.

MATTEDE., Henrique. Divisão de circuitos elétricos na instalação. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/divisao-de-circuitos-eletricos-na-instalacao/>. Acesso em: 31 jan. 2021.

MATTEDE., Henrique. Disjuntor termomagnético, funções e características! Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/disjuntor-termomagnetico-funcoes-e-caracteristicas/>. Acesso em: 13 fev. 2021.

MATTEDE., Henrique. Como dimensionar cabos elétricos residenciais! Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-dimensionar-cabos-eletricos-residenciais/>. Acesso em: 31 jan. 2021.

PORTAL POTÊNCIA. Falta de aterramento elétrico pode comprometer segurança. Disponível em: <https://revistapotencia.com.br/portal-potencia/energia/falta-de-aterramento-eletrico-pode-comprometer-seguranca/>. Acesso em: 26 fev. 2021

PROJETOS, Só. O que você precisa saber para construir com o Minha Casa Minha Vida. Disponível em: <https://www.soprojetos.com.br/blog/construir-minha-casa-minha-vida>. Acesso em: 31 jan. 2021.

RACON, Blog. Imóvel novo, usado ou na planta: qual a melhor opção? Disponível em: <https://blog.racon.com.br/>. Acesso em: 31 jan. 2021

TAKEYAMA, Paulo. Instrução técnica IT-41. Disponível em: <https://www.osestoreletrico.com.br/instrucao-tecnica-it-41/>. Acesso em: 31 jan. 2021.

TECNOLÓGICAS, Tendências. O que é dps? Conheça os dispositivos de proteção contra surtos e como eles protegem seus equipamentos contra queimas causadas por raios. Disponível em: <https://attsantos.wixsite.com/blog/single-post/2017/08/09/o-que-%C3%A9-dps>. Acesso em: 13 fev. 2021.

USP, Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas Escola Politécnica da. Instalações elétricas de baixa tensão Conceitos gerais de projeto. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4707418/mod\\_resource/content/1/instalacoes.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4707418/mod_resource/content/1/instalacoes.pdf). Acesso em: 29 set. 2015.

VOLTIMUM. Raio X das instalações elétricas residenciais brasileiras. Disponível em: <https://www.voltimum.com.br/biblioteca/raio-x-das-instalacoes-eletricas>. Acesso em: 31 jan. 2021.

## CAPÍTULO 12

### DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE VIABILIDADE DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PARA CHUVEIRO EM UMA INSTITUIÇÃO DE CARIDADE NA CIDADE DE ITUIUTABA-MG

#### **Rildo Afonso Almeida**

Formação: Mestrando em Engenharia Elétrica-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: rildo.almeida@uemg.br

#### **Aldaizio Jose Martins Filho**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aldaiziojmfilho@gmail.com

#### **Diego Guimarães Salim**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: diegosalim11@gmail.com

#### **Aurea Messias de Jesus**

Formação: Mestranda em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: aurea.jesus@uemg.br

#### **Lucas de Oliveira Rosa**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica- (UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: lucasderosa23@gmail.com

#### **Julia Lambert Andrade Duraes**

Formação: Bacharelada em Engenharia de Computação (UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG

E-mail: julialambertduraes@gmail.com

#### **João Nilton Alves Rezende**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba–MG

E-mail: joao.nilton@gmail.com

### **Perseu Aparecido Teixeira Brito**

Formação: Bacharelado em Engenharia Elétrica-(UEMG).

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: perseu.brito.perseu@gmail.com

### **Daniela Freitas Borges**

Formação: Mestre em Eletrônica de Potência-UFU

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba - MG

E-mail: daniela.borges@uemg.br

### **Agaone Donizete Silva**

Formação: Mestrando em Engenharia Química-(UFU)

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: agaone.silva@uemg.br

### **Flávia Catarina Alves Viali**

Formação: Mestranda em Geografia-UFU

Instituição: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Endereço: Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG

E-mail: flaviaviali@hotmail.com

### **Iasmin Martins Cintra**

Formação: Bacharelada em Engenharia Biomédica -(UFU)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia – MG

E-mail: iasminmartinsc@hotmail.com

**RESUMO:** A energia solar utilizada para aquecimento de água é uma das soluções para quem procura reduzir a conta de energia, além de ser ideal também para áreas mais afastadas e ainda não eletrificadas ou com demanda elétrica insuficientes para a instalação. O presente artigo visa analisar por meio de cálculos, as possibilidades técnicas e econômicas para implantação de um sistema de aquecedor solar em um local onde já possui a rede elétrica da concessionária, para comparação da viabilidade do sistema. No qual busca responder: Comparando o custo da energia elétrica com o custo do investimento, o sistema de aquecedor solar seria viável economicamente na instituição de caridade Obras Sociais do Centro Espírita Adolfo Bezerra de Menezes? A partir desta problemática o objetivo geral consistiu em analisar, por meio de cálculos, as possibilidades econômicas para implantação de aquecedores solares em um local onde já possui a rede elétrica da concessionária para comparação da viabilidade do sistema. Realizando através de pesquisa bibliográfica e coleta de dados a partir de um questionário aplicado na instituição de caridade, foi possível realizar os cálculos e orçar os equipamentos necessários. A partir desses dados foi possível dimensionar o reservatório térmico e os coletores solares, visando orçar e analisar o valor

relacionado à economia de energia elétrica. Haja vista que o local escolhido para a pesquisa é uma instituição de caridade que atualmente conta com doações para se manter na cidade. Averiguou-se que o tempo estimado do retorno do investimento seria de aproximadamente 20 meses 7 dias e 2 horas. Assim conclui-se que economizar energia tem sido um constante desafio nos dias de hoje, e o aquecimento de água a partir do chuveiro elétrico para banho é um dos responsáveis pelo alto consumo. Percebeu-se a partir dos cálculos que o uso da energia solar no aquecimento de água para substituir os chuveiros elétricos é viável, tanto quanto ecologicamente, por se tratar de uma energia totalmente limpa, quanto economicamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar; Aquecimento Solar; Economia.

**ABSTRAT:** The solar energy used for heating water is one of the solutions for those seeking to reduce the energy bill, as well as being ideal also for areas further away and not yet electrified or with insufficient electrical demand for the installation. The present work aims to analyze by means of calculations the technical and economic possibilities for the implantation of a solar heater system in a place where it already has the electricity grid of the concessionaire, to compare the viability of the system. In which it tries to answer: Comparing the cost of the electric energy with the cost of the investment, the solar heater system would be economically viable in the charity Obras Sociais Centro Espirita Adolfo Bezerra de Menezes? Based on this problem, the general objective was to analyze, by means of calculations, the economic possibilities for the implantation of solar heaters in a place where it already has the electrical network of the concessionaire to compare the viability of the system. Through bibliographic research and data collection from a questionnaire applied to the charity, it was possible to perform the calculations and budget the necessary equipment. From these data it was possible to size the thermal reservoir and the solar collectors, aiming to estimate and analyze the value related to the saving of electric energy. It should be noted that the location chosen for the survey is a charity that currently has donations to keep in the city. It was found that the estimated time of return on investment would be approximately 20 months 7 days and 2 hours. Thus, it has been concluded that saving energy has been a constant challenge nowadays, and heating water from the electric shower to the bath is one of the reasons for the high consumption. It has been realized from the calculations that the use of solar energy in heating water to replace electric showers is feasible, as well as ecologically, because it is a totally clean energy, as well as economically.

**KEYWORDS:** Solar energy; Solar heating; Economy.

## **1. INTRODUÇÃO**

O sol é uma fonte de energia renovável, e o aproveitamento desta energia como fonte de calor é uma das alternativas energéticas mais promissoras para novo milênio. A energia solar utilizada para aquecimento de água é uma das soluções para quem procura reduzir a conta de energia, além de ser ideal também para áreas mais afastadas e ainda não eletrificadas ou com demanda elétrica insuficientes para a instalação.

Hoje no Brasil a aplicação em maior escala da energia solar está no uso de aquecedor solar para substituir o chuveiro elétrico, mas mesmo assim a utilização ainda é pequena perto do potencial oferecido, devido ao custo do sistema de aquecimento ser elevado em comparação ao custo de um chuveiro elétrico.

A utilização da energia solar térmica para o aquecimento de água tem sido significativa para o contexto atual da sociedade devido a sua importância ambiental, social e econômica. Além disso, a abundância do recurso solar em todas as regiões do planeta é um fator importante para as pessoas passarem a utilizar sistemas de aquecimento solar para água (REDE BRASIL, 2008).

A energia obtida da radiação solar pode propiciar eletricidade ou calor, dependendo da forma como ela é captada. O processo de aquecimento de água a energia é gerado através de coletores térmicos. Desta maneira existe a necessidade de se aprofundar nos estudos dos componentes de conversão térmica para realizar o dimensionamento de uma placa coletora de energia solar. O presente artigo analisou por meio de cálculos, as possibilidades técnicas e econômicas para implantação de um sistema de aquecedor solar em um local onde já possui a rede elétrica da concessionária, para comparação da viabilidade do sistema na instituição de caridade Obras Sociais do Centro Espírita Adolfo Bezerra de Menezes na cidade de Ituiutaba-MG.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Energia solar e suas vantagens**

De acordo com Ribeiro (2008), o estudo da viabilidade de implantação da energia solar é de extrema importância nos tempos atuais devido a necessidade de utilização de novas fontes de energia renováveis, pois as fontes de energias

atuais, são em sua maioria, não renováveis contribuindo expressivamente para uma futura degradação ambiental.

Considerando dados solarimétricos do Brasil, há regiões que proporcionam 65 % de economia e outras, mais quentes, que podem atingir até 80 % de economia anual, na geração de água quente (CEMIG 2015).

Fatores têm contribuído para o crescimento do mercado são: a divulgação dos benefícios do uso da energia solar; a isenção de impostos que o setor obteve e a necessidade de reduzir os gastos com energia elétrica durante o racionamento em 2001 (ABRAVA, 2001).

Conforme Sprenger (2007), a fonte solar está disponível de forma abundante desde o surgimento da vida, mas a energia solar nunca foi aproveitada de forma eficiente ou em larga escala se comparado às outras formas de energia. O Sol, além de fonte de vida, pode ser a resposta para a questão do abastecimento energético no futuro, uma vez que se aprenda a aproveitar de maneira racional a luz que esta estrela constantemente derrama sobre o planeta Terra (PALZ, 1981).

## 2.2 Sistemas de aquecimento solar

Um coletor solar é o principal componente de um sistema de aquecimento solar. Ele promove a conversão da radiação solar, transferindo o fluxo energético proveniente da radiação incidente para o fluido que circula no interior do mesmo (SIQUEIRA 2009).

Pela periodicidade da variação da radiação Solar, os coletores solares são conectados a reservatórios termicamente isolados para armazenagem da água por eles aquecida, comumente chamados boilers (INMETRO, 2008).

Existem dois tipos de circulação nos sistemas para aquecimento de água utilizando a energia solar: o ativo e o passivo. O sistema ativo utiliza uma bomba para a circulação do fluido entre o coletor e o reservatório térmico, necessitando de sensores e um sistema de controle para seu funcionamento. No outro sistema, chamado passivo ou de circulação natural, a bomba é eliminada, sendo o coletor instalado num nível mais baixo do que o tanque. A circulação se dá por termossifão, iniciando quando a água do coletor começa a ser aquecida e se torna menos densa do que a água fria do fundo do reservatório, que flui para a entrada do coletor. A água aquecida no coletor solar se desloca para a sua parte superior e daí para o topo do reservatório térmico (PENNEREIRO, 2010).

Para Siqueira (2003), tais sistemas, isentos de bomba e controles mecânicos, são os mais utilizados por serem simples e de menor custo de aquisição, principalmente para pequenos sistemas de uso doméstico. Os dois sistemas de aquecimento solares mais utilizados são o de Circulação em termossifão e o de Circulação forçada.

### 2.3 Circulação por termossifão

No sistema de circulação por termossifão, o depósito deve estar localizado acima do coletor. O fluido é empregado a diferentes temperaturas variando suas densidades, logo com o aquecimento do fluido, maior será a sua temperatura e menor a sua densidade. Assim, ao aquecer o fluido, este tem tendência de se separar, ficando o fluido mais quente na parte superior, e o mais frio na parte inferior.

Para Palz (1981), o processo de funcionamento do sistema de circulação em termossifão, é realizado pelo efeito da convecção da gravidade, fazendo com que em instalações de pequeno porte, o calor se mantenha em circulação, fazendo com que a água circule através do coletor.

Estes sistemas são compostos pelo coletor solar, depósito acumulador, purgador, vaso de expansão e outros pequenos acessórios (PORTAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2004).

### 2.4 Circulação Forçada

Nos sistemas de Circulação Forçada, para ser realizada a circulação do fluido no sistema é necessário o emprego de bombas eletrocirculadora, essas bombas em sua maioria são comandadas por controle automático (o comando diferencial), mas também pode ser de controle semiautomático, dependendo das especificações do projeto. Geralmente a circulação forçada é empregada em grandes sistemas ou quando não é possível posicionar o reservatório acima do nível do coletor.

Quanto ao sistema de controle automático, este está regulado de modo a comandar a bomba, quando a diferença de temperatura entre os coletores e o reservatório atinja 5° C a bomba é acionada fazendo com que o sistema entre em funcionamento.

A norma ABNT NBR 10184 (1988) estabelece os procedimentos para a determinação da eficiência instantânea do coletor e propõe que os testes de desempenho sejam realizados o mais próximo das condições reais de operação, estabelecendo métodos experimentais, requisitos de exatidão e condições meteorológicas. O coletor solar plano tem a sua eficiência térmica definida como a relação entre a energia útil ganha pelo coletor e a radiação que chega ao seu plano.

A equação (1) representa a eficiência do coletor.

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c G_r} = \frac{m C_p (T_s - T_e)}{A_c G_r}$$

Onde  $\eta$  é a eficiência (%),  $Q_u$  é a energia transferida à água (W),  $G_r$  é a radiação solar incidente no plano do coletor ( $W/m^2$ ),  $A_c$  é a área do coletor ( $m^2$ ),  $m$  é a vazão da água (l/m),  $C_p$  é o valor específico da água ( $J/kg \cdot ^\circ C$ ),  $T_s$  é a temperatura de saída da água ( $^\circ C$ ) e  $T_e$  é a temperatura de entrada da água ( $^\circ C$ ). A teoria dos coletores planos possibilita calcular a energia total de um coletor por meio da diferença entre a energia absorvida e as suas perdas térmicas, conforme apresentado na equação (2).

$$Q_u = A_c F_R [G_T (ra) - U_L (T_e - T_a)]$$

Onde  $F_R$  chamado fator de remoção de calor, representa a capacidade do coletor de transferir calor da placa para a água;  $(\tau\alpha)$  é o produto da transmitância-absortância;  $U_L$  é o coeficiente global de perdas, que reúne todas as perdas térmicas do coletor e  $T_a$  é a temperatura ambiente. Com isso, a eficiência do sistema pode ser definida pela equação (3).

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c G_r} = F_R \left[ (ra) - \frac{U_L (T_e - T_a)}{G_r} \right]$$

A equação apresenta um comportamento similar à equação de uma reta do tipo  $Y = a + bx$ , onde o termo “a” (constante) representa o coeficiente linear  $R_{(T_a)}$  e a inclinação representada por “b”, o coeficiente angular  $FRUL$ .

## 2.5 Principais componentes para o sistema de aquecimento de água através de energia solar

Os sistemas de aquecimento com energia solar são essencialmente constituídos por coletores solares, tanque de armazenamento (ou reservatório térmico), fonte auxiliar de energia e uma rede de distribuição da água aquecida.

## 2.6 Coletores de Calor Solar para Aquecimento de Água

De acordo com Lima (2003), o coletor é o dispositivo responsável pela captação da energia radiada pelo sol e sua conversão em calor utilizável. Existem dois tipos fundamentais de coletores:

- Coletores de concentração;
- Coletores planos.

## 2.7 Coletores de Concentração

Conforme Lima (2003) o coletor de concentração focaliza a energia que atinge um grande refletor parabólico ou uma grande lente de Fresnel para um absorvedor relativamente pequeno. O absorvedor contém água ou outro fluido de transferência. Em virtude da concentração de energia em um absorvedor de área diminuta, o fluido alcança níveis muito mais elevados de temperatura que aqueles atingidos pelos coletores planos.

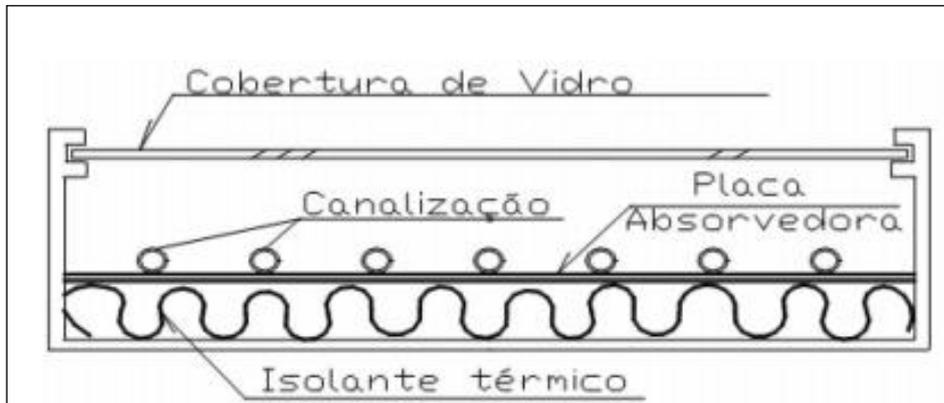
O coletor de concentração requer uma montagem sob um mecanismo motorizado de rastreamento do movimento solar, pois a radiação deve incidir no refletor ou na lente com um ângulo correto para ser focalizado sobre o absorvedor. Embora, desta forma, o aproveitamento da radiação pelo coletor aumente, o equipamento de rastreamento é complexo, caro e de difícil manutenção (LIMA, 2003).

## 2.8 Coletores Planos

Este coletor é composto por placa absorvedora, canalizações por onde escoam o fluido a ser aquecidos, cobertura transparente e isolamento térmico conforme podemos observar na figura abaixo. A função da placa absorvedora é converter a

energia radiante em calor. O calor é então transferido para os tubos, e destes para o fluido.

**Figura:** Seção típica de um coletor de superfície plana.



**Fonte:** Lima (2003).

Esta se aquece e parte do calor é conduzida para a malha ou serpentina de tubos onde circula a água, que recebe este calor por convecção. A cobertura de vidro superior diminui as perdas de calor por convecção natural com o ar e é opaca à radiação de raios infravermelhos da superfície absorvedora (efeito estufa). Isto faz com que parte das perdas por radiação desta superfície seja reirradiada de volta para a mesma. Abaixo da superfície negra e dos tubos, existe uma camada de material isolante térmico. Este conjunto é fechado em uma caixa, que também auxilia no isolamento térmico.

Tanto o tubo como os coletores são constituídos por metais que possuem alta condutividade térmica como o cobre, alumínio ou aço. A cobertura transparente reduz substancialmente as perdas radiativas e convectivas da placa absorvedora, sendo responsável pelo efeito estufa, ao refletir de volta a radiação das ondas longas para a placa. O vidro comum é o material mais utilizado para fazer esta cobertura. Alguns coletores possuem duplo vidro para aumentar a redução dessas perdas. O fluido aquecido na canalização pode ser a própria água, ar ou algum outro líquido quando necessária à proteção contra o congelamento. Atualmente, utiliza-se como fluido de transferência o etileno-glicol ou o propileno-glicol (LIMA, 2003).

Segundo Lima (2003) na instalação dos coletores planos existe três aspectos devem ser observados para melhorar o aproveitamento da energia disponível:

- Orientação geográfica;
- Ângulo de inclinação com a horizontal;

- Não sombreamento.

Sáles (2008), afirma que os coletores solares devem ser instalados com sua face voltada para o Norte verdadeiro, que fica aproximadamente  $18^\circ$  à direita do Norte magnético, podendo também aceitar um desvio de  $30^\circ$  para Leste (nascente do sol) ou Oeste (poente do sol).

A trajetória do sol é de Leste para Oeste permitindo que o coletor solar orientado para o norte (no hemisfério sul) receba radiação solar o dia todo. A correta posição do coletor solar, escolhendo a inclinação e a orientação geográfica garante uma melhor captação da radiação solar. Como a demanda por água quente é maior quando a temperatura ambiente é mais baixa e nesta época do ano a densidade de fluxo de radiação solar é a menor do ano por causa da reflexão e difração dos raios solares na entrada da atmosfera e pelo fato de não se atingir a superfície do local perpendicularmente, deve-se posicionar os coletores em relação ao plano horizontal igual à latitude local +  $15^\circ$ . Este ângulo irá garantir um bom rendimento do coletor solar durante todo o ano. Deve-se ter bastante cuidado com relação aos obstáculos existentes para uns nos outros (SALES, 2008).

O ângulo de inclinação dos coletores solares nunca deverá ser menor que 20 graus, pois neste caso a velocidade da água nos mesmos será muito baixa, prejudicando o rendimento do equipamento. Por esse motivo, nas regiões de latitude em que a soma dos ângulos permanecerem menor que 20 graus, adota-se uma inclinação de 20 graus.

## 2.9 Tanque de Armazenamento ou Reservatório Térmico

Conforme Moreira (1985 apud Baptista, 2006), os sistemas com circulação natural ou termossifão são recomendados para sistemas com capacidade de aquecimento de até 1.500 litros de água por dia. Alguns aspectos, segundo Lima (2003), devem ser considerados na escolha/projeto dos reservatórios térmicos:

- Tanque único ou múltiplo;
- Trocador de calor interno ou externo;
- Armazenamento pressurizado ou não;
- Material de revestimento do tanque;
- Finalidade do uso da água;
- Localização, espaço e acessibilidade;

- Limitações impostas pela disponibilidade de equipamentos.

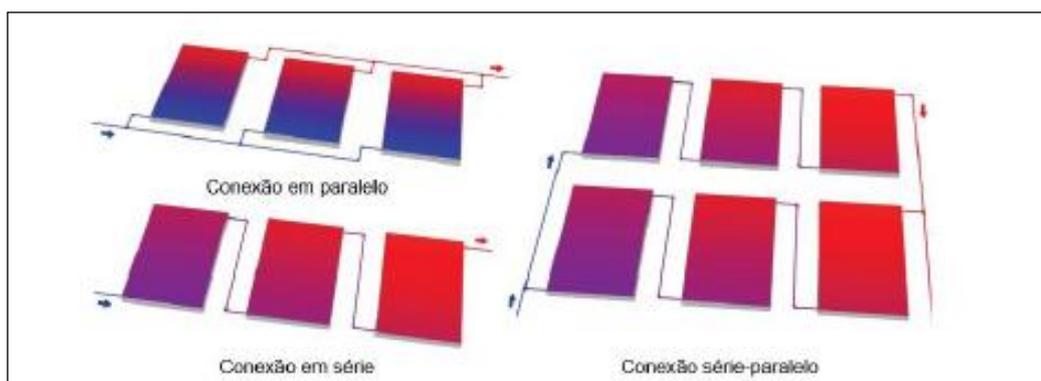
## 2.10 Tubulações Térmicas

De acordo com Pozzebon (2009), o cobre é o material geralmente utilizado, pois possui uma ótima resistência à corrosão com um custo relativamente baixo. As conexões dos equipamentos com as tubulações devem ser realizadas de acordo com as normas aplicadas para qualquer encanamento e deve haver purgadores instalados com fácil acessibilidade e adequados à pressão do sistema. O isolamento térmico das tubulações é fundamental para um melhor funcionamento do sistema, de forma a minimizar as perdas por condução, através das uniões das conexões, por convecção e por radiação ao ambiente.

## 2.11 Instalação

De acordo com Chen (2011), os coletores solares devem ser instalados, e interligados entre si, conforme orientação do fabricante, devendo ser verificado o sentido do fluxo da água e a configuração do sistema. Como princípio básico de interligação dos coletores, resumindo as associações em: paralelo, em série ou misto.

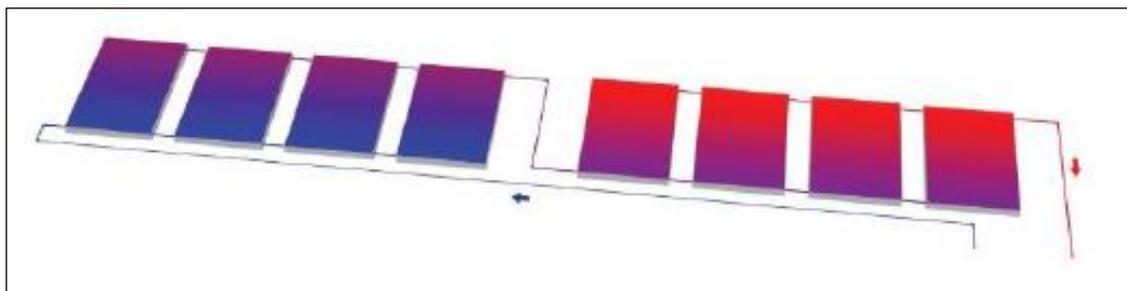
**Figura:** Ligação dos coletores.



**Fonte:** CHEN (2011).

As ligações em série permitem que um determinado volume de água obtenha uma maior temperatura de água em função do maior tempo de percurso dentro dos coletores.

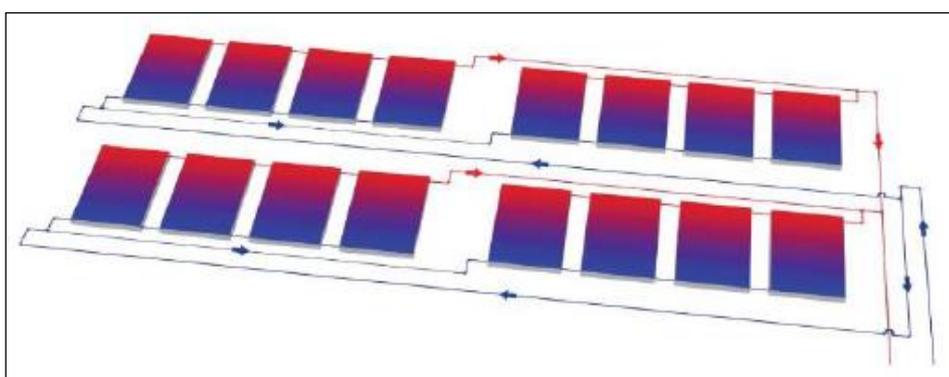
**Figura:** Ligação de conjuntos de coletores em série.



**Fonte:** CHEN (2011).

No entanto, temperaturas elevadas tendem a reduzir a eficiência de troca de calor, entre a água e o coletor. Dessa forma, evitam-se muitos coletores ligados em série mesclando o sistema com fileiras de coletores em paralelo, conforme apresentado na figura baixo:

**Figura:** Ligação de conjuntos de coletores em paralelo



**Fonte:** CHEN (2011).

Essa divergência normalmente ocorre vinculada às diferenças das características específicas dos coletores solares ou dos sistemas de circulação adotados (características das bombas de circulação). Recomenda-se a consulta aos fabricantes de coletores solares para identificação da associação mais eficiente (CHEN, 2011).

## 2.12 Vantagens do sistema de aquecimento de água

A implantação de sistemas de aquecimento de água através da energia solar tem tido um crescimento significativo no Brasil, devido as suas vantagens em relação

às formas tradicionais de aquecimento de água. Vantagens que beneficiam a sociedade em geral e o consumidor final.

A sociedade como um todo será beneficiada com o incentivo à implantação destes sistemas, pois, segundo Oliva; Borges (1996) e Faria (2004) apud Baptista (2006): Há o aproveitamento da energia solar, que é uma fonte gratuita de energia, abundante e não poluente; Há a contribuição para a preservação do meio ambiente por conservar a energia elétrica, o que pode levar à redução da necessidade de construção de obras de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que causam impactos ambientais.

Já o consumidor final, de acordo com Oliva; Borges (1996 apud Baptista, 2006), será beneficiado através da economia obtida em sua conta de energia elétrica e do maior conforto, principalmente no período de inverno, pela maior vazão de água quente (já que com os chuveiros elétricos, para se obter água quente deve se abrir o registro o mínimo possível). A economia na conta de energia elétrica significa maior orçamento disponível.

### 2.13 Avaliação econômica de investimento

A escolha da utilização de sistemas de aquecimento solar ocorre principalmente pelo fator econômico, onde o uso do mesmo gera uma redução significativa nos gastos para aquecimento de água. Algumas análises devem ser feitas para determinar qual a real economia do sistema.

Alguns conceitos como fluxo de caixa, Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), e Tempo de Recuperação de Capital (TRC) são ferramentas necessárias para determinar o grau de atratividade econômica do sistema. Desta forma o próximo tópico aborda o dimensionamento e a análise de viabilidade na instituição que foi realizada a pesquisa.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cálculos foram realizados para o dimensionamento do reservatório térmico e do coletor solar e cujo objetivo foi a viabilidade econômica de implantação dos sistemas solares, conforme análise realizada a partir do questionário aplicado na instituição de caridade Obras Sociais do Centro Espírita Adolfo Bezerra de Menezes na cidade de Ituiutaba-MG.

### 3.1 Dimensionamento

Para o correto dimensionamento e melhor compreensão dos custos com investimento do sistema de aquecimento solar, os cálculos foram divididos em três etapas: Cálculo do custo da energia elétrica da concessionária nos banhos dos idosos; Cálculo do consumo de água; Cálculos dos custos do investimento do sistema de aquecimento solar e o tempo de retorno financeiro.

O chuveiro elétrico é o equipamento que demanda um considerável consumo de energia elétrica. Atualmente os chuveiros elétricos utilizados na instituição de caridade é o Maxi Ducha da Marca Lorenzetti 4.500 Watts.

De acordo com os valores fornecidos pela Resolução Homologatória Aneel 2076 de 24/05/2016 a conta de energia de uma B 3 – Demais Classes, o preço do KWh fornecido pela CEMIG sem impostos considerando um período de bandeira verde é R\$ 0,53.

O valor dos impostos com a edição das Leis nº 10.637/2002, 10.833/2003 e 10.865/2004, o PIS e a Cofins tiveram suas alíquotas alteradas para 1,65 % e 7,6 %, respectivamente, passando a serem apurados de forma não cumulativa. Dessa forma, a alíquota média desses tributos passou a variar com o volume de créditos apurados mensalmente pelas concessionárias e com o PIS e a Cofins pagos sobre custos e despesas no mesmo período, tais como a energia adquirida para revenda ao consumidor (CEMIG, 2016).

A cada mês, as condições de operação do sistema são reavaliadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que define a melhor estratégia de geração de energia para atendimento da demanda. A partir dessa avaliação, define-se as térmicas que deverão ser acionadas. Se o custo variável da Energia térmica mais cara for menor que R\$ 200/MWh, então a Bandeira é verde. Se estiver entre R\$ 200/MWh e R\$ 388,48/MWh, a bandeira é amarela. E se for maior que R\$ 388,48/MWh, a bandeira será vermelha (CEMIG 2016).

A bandeira é aplicada a todos os consumidores, multiplicando-se o consumo (em quilowatts) pelo valor (em reais) da bandeira, se ela for amarela ou vermelha. Se, por exemplo, a bandeira está vermelha, o adicional é de R\$4,50 por 100 kWh. Se o consumo mensal foi de 60 kWh, por exemplo, então o adicional seria de  $0,6 \times 4,50 = R\$2,70$ . A esses valores são acrescentados os impostos vigentes (ANEEL 2016).

### 3.2 Cálculo do custo da energia elétrica da concessionária nos banhos dos idosos

De acordo com a pesquisa realizada segue a tabulação dos dados obtidos para a realização do dimensionamento.

**Tabela:** Descrição dos dados coletados.

Modelo do chuveiro elétrico	Maxi Ducha Lorenzetti
Potência do chuveiro elétrico	4500 Watts
Quantidade de idosos	32
Quantidade geral de banhos diários	32
Tempo médio de cada banho	10 minutos

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2016).

### 3.3 Cálculo do tempo total de banho pela quantidade de idosos durante 30 dias.

30 dias X 10 min = 300 minutos de banho por pessoa.

300 / 60 = 5 horas mês por pessoa.

5 horas x 32 idosos = 160 horas de banho total por mês

### 3.4 Cálculo da quantidade Quilowatt-hora (KWh)

Potência do chuveiro transformando 4.500W para 4,5KW

POTÊNCIA (KW) X TEMPO(H) = KWH 4,5 X 160 = 720KWH

### 3.5 Cálculo do custo mensal de acordo com a bandeira tarifária

Tabela: Cálculo do custo da energia com KWh gasto com chuveiro elétrico.

BANDEIRA	Valor KWh	KWh mensal do chuveiro	Valor sem impostos	PIS/PASEP	CONFINS	ICMS	Valor com impostos
VERDE	R\$0,53122	720	R\$382,48	R\$6,31	R\$29,07	R\$95,62	R\$513,48
AMARELA	R\$0,54622	720	R\$393,28	R\$6,49	R\$29,89	R\$98,32	R\$527,98
VERMELHA P1	R\$0,56122	720	R\$404,08	R\$6,67	R\$30,71	R\$101,02	R\$542,48
VERMELHA P2	R\$0,57622	720	R\$414,88	R\$6,85	R\$31,53	R\$103,72	R\$556,97

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

### 3.6 Cálculo do consumo de água

Normalmente é no banho que se gasta mais água quente e a definição da vazão nas duchas e chuveiros podem alterar significativamente o consumo de água. A figura abaixo é uma tabela que apresenta os níveis de vazão e conforto de duchas e chuveiros:

Se realizar o cálculo de acordo com o chuveiro utilizado na instituição de caridade que é de média potência em um banho de 10 minutos:

$$4\text{l/min} \times 10 = 40 \text{ litros por banho};$$

$$32 \text{ idosos} \times 40 \text{ litros} = 1280 \text{ litros de água gasto por dia.}$$

### 3.7 Cálculos da necessidade do reservatório térmico e dos coletores solares de acordo com os dados obtidos

- Cálculos do reservatório Térmico

O equipamento é dimensionado pela quantidade de usuários no local, deste modo o dimensionamento para 32 banhos diários de 10 minutos cada. Levando em consideração que o total de litros de água é de 1280 litros por dia.

A Norma Técnica Brasileira, NB 128/ABNT\*, que rege a instalação de água quente no Brasil, fornece as seguintes especificações para o aquecimento de água residencial: temperaturas usuais para uso pessoal em banhos ou higiene: 35° a 50° C;

Para manter a água aquecida, o reservatório deve contar com um baixo coeficiente de trocas térmicas com o ambiente, usar materiais que sejam resistentes a corrosão, que tenham uma boa rigidez estrutural e suportem temperaturas entre 60° C e 80° C.

Em dias de menor insolação, pode-se utilizar um resistor, instalado dentro do Boiler. Geralmente este método é utilizado quando o sistema é manual, ou seja, quando o resistor é ligado manualmente. Utiliza-se um resistor de 5 a 8W para cada litro do reservatório. Portanto, para Boiler da instituição, com capacidade de 1280 litros, o resistor deverá ter uma potência de no mínimo:

$$R = 1.280 \times 5 = 6,4 \text{ kW}$$

Se realizar o cálculo para um reservatório com capacidade de 2000 litros então o resistor terá que ter uma potência de no mínimo:

$$R = 2000 \times 8 = 10 \text{ kW}$$

- Cálculos dos coletores solares

De acordo com os dados fornecidos pela Soletrol (2016, p.25):

O quadro representa meramente de acordo com a média nacional de radiação.

**Quadro:** Volume de água quente X m<sup>2</sup> de área coletora.

Volume	Área coletora
200 litros	02 m <sup>2</sup>
300 litros	03 m <sup>2</sup>
400 litros	04 m <sup>2</sup>
500 litros	05 m <sup>2</sup>
600 litros	06 m <sup>2</sup>
800 litros	08 m <sup>2</sup>
1.000 litros	10 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Soletrol (2016).

$$1280 \text{ litros} / 100 \text{ litros (cada } 1 \text{ m}^2) = 12,8 \text{ m}^2$$

Será necessário 12,8 m<sup>2</sup> de coletores solares para atender o total de uso de água quente considerando 1280 litros.

$$\text{Considerando } 2000 \text{ litros} / 100 = 20 \text{ m}^2 \text{ de coletores solares.}$$

### 3.8 Cálculos dos custos do investimento do sistema de aquecimento solar e o tempo de retorno financeiro.

Foi realizado um orçamento de acordo com que foi informado diante a quantidade de banhos realizados, para que exista uma reserva de água no caso de dia chuvoso e com poucos raios solares, um reservatório maior, ou seja, com capacidade de 2000L. Mesmo sabendo que o dimensionamento deve ser corresponde de 50 % a 70 % do uso da água do chuveiro, por realizar o temperamento com a água

fria. Conforme afirma Fish; Guigas; Dalenback (1998 apud Lima, 2003) “O sistema solar é projetado para suprir entre 50 a 70 % da demanda global de aquecimento.”

Levando em consideração aos 1280 litros os cálculos seria o seguinte:

$$1280 \times 70\% = 896 \text{ litros}$$

No orçamento foi apresentado um coletor solar com tamanho de 2m<sup>2</sup>, o modelo já possui apoio elétrico com resistência de 5000 w ou seja 5 kW por litro.

**Tabela:** Orçamento do Kit completo da empresa xxxxxx.

Qtd	Descrição	Valor unitário	Subtotal
01	Reservatório para Aquecedor Solar 2000 Litros Inox	R\$ 4.772,56	R\$ 4.772,56
10	Placa para Aquecedor Solar - Coletor 2x1 - Cobre	R\$ 565,51	R\$ 5.655,10
Preço do conjunto completo			R\$ 10.427,66
Mão de obra para instalação			R\$ 550,00
Total			R\$ 10.977,66

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

Assim analisa-se que o investimento total R\$ 10.977,66. Considera-se o valor da bandeira vermelha P1 para análise do tempo de retorno do investimento.

$$R\$ 542,48 / 30 \text{ dias} = R\$18,08 \text{ por dia}$$

$$R\$ 10.977,66 / R\$ 18,08 = 607,17 \text{ dias}$$

$$600 \text{ dias} / 30 \text{ (corresponde a quantidade de dias no mês)} = 20 \text{ meses}$$

Então 607 dias corresponde 20 meses e 7 dias

$$20 \text{ meses} \times R\$ 542,48 = R\$ 10.849,60$$

$$7 \text{ dias} \times R\$ 18,08 = R\$ 126,56$$

$$\text{Somando } R\$ 10.849,60 + R\$ 126,56 = R\$ 10.976,16$$

$$R\$ 10.977,66 \text{ (investimento)} - R\$ 10.849,60 \text{ (20 meses e 7 dias)} = R\$ 1,50$$

$$R\$ 18,08 \text{ (valor do consumo diário utilizando o chuveiro elétrico)} / \text{por 24 horas} = R\$ 0,75$$

$$R\$ 1,50 / R\$ 0,75 = 2 \text{ horas}$$

Então diante dos cálculos realizados o tempo de retorno do investimento considerando o valor pago a concessionária de energia elétrica é de 20 meses 7 dias e 2 horas.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo do presente artigo foi realizar uma análise, por meio de cálculos, as possibilidades econômicas para implantação de aquecedores solares em um local onde já possui a rede elétrica da concessionária para comparação da viabilidade do sistema. Realizando através de pesquisa bibliográfica e coleta de dados a partir de um questionário aplicado na instituição de caridade, foi possível realizar os cálculos e orçar os equipamentos necessários.

A pesquisa constatou um total de 32 idosos com 1 banho diário de aproximadamente 10 minutos cada, realizando os cálculos do consumo de energia fornecido pela concessionária CEMIG gastos somente nestes banhos durante 30 dias é de aproximadamente R\$ 542,48, levando em consideração a bandeira vermelha e um chuveiro elétrico com potência média.

A partir desses dados foi possível dimensionar o reservatório térmico e os coletores solares, visando orçar e analisar o valor relacionado à economia de energia elétrica. Visto que o local escolhido para a pesquisa é uma instituição de caridade que atualmente conta com doações para se manter na cidade. Averiguou-se que o tempo estimado do retorno do investimento seria de aproximadamente 20 meses 7 dias e 2 horas.

Assim conclui-se que economizar energia tem sido um constante desafio nos dias de hoje, e o aquecimento de água a partir do chuveiro elétrico para banho é um dos responsáveis pelo alto consumo. Percebeu-se a partir dos cálculos que o uso da energia solar no aquecimento de água para substituir os chuveiros elétricos é viável, tanto quanto ecologicamente, por se tratar de uma energia totalmente limpa, quanto economicamente.

## REFERÊNCIAS

ABRAVA – **Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento**. São Paulo. Disponível em: <http://www.abrava.com.br/index.php>. Acesso 25 de setembro de 2016.

ANEEL. **Bandeira tarifária**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias> Acesso 05 de Novembro de 2016.

**SOLARIMÉTRICO**. Atlas de Minas Gerais. Belo Horizonte: Cemig, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.569:2008. **Sistema de aquecimento de água em circuito direto. Projeto e instalação**. Rio de Janeiro, 2008.

ASTROSOL – **Aquecedores Solares**. Disponível: <http://www.astrosol.com.br/> Acesso 11 de Out. de 2016.

BARBOSA. Frederico Kauffmann. Cálculo dos impostos sobre conta de energia elétrica. Disponível: < <http://www.professorfred.com/conta-de-luz-impostos/>>. Acesso: 05 de novembro 2016.

BAPTISTA, A. S. C. **Análise da Viabilidade Econômica da Utilização de Aquecedores Solares de Água em Resorts no Nordeste do Brasil**. 171f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CEMIG. **Consulta de Bandeiras e impostos**. Disponível em:< <http://www.cemig.com.br/> >Acesso 25 de setembro de 2016.

CENTER SOL. **Orçamento para implantação do sistema de aquecedores para banhos**. <http://www.solaresol.com.br/loja/kit-completo-grande-porte-2000-litros.html#fancy-zoom-gallery-image-4>. Acesso: 15 de novembro de 2016.

CHEN, Bete. **Manual técnico para projeto e construção de sistemas de aquecimento solar & gás natural. Sistemas de Aquecimento de Água para Edifícios através da associação Solar & Gás Natural**. Março, 2011.

EXAME. Revista. **Banho passou de 10 minutos? É desperdício**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/banho-passou-de-10-minutos-e-desperdicio/>> Acesso 05 de novembro 2016.

GAMBOA, Roberto Marçal. **Eletricidade solar**, estado atual e perspectivas.2001.

INMETRO - Instituto Nacional De Metrologia. **Normalização e Qualidade Industrial. Regulamento de avaliação da conformidade de sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água**. Anexo da portaria INMETRO nº 395 / 2008.

LORENZETTI. **Chuveiro elétrico**. Disponível: <[http://www.lorenzetti.com.br/pt/Detalhes\\_Produto.aspx?id=1368](http://www.lorenzetti.com.br/pt/Detalhes_Produto.aspx?id=1368)> Acesso 05 de Nov. 2016.

LIMA, J. B. A. **Otimização de Sistema de Aquecimento Solar de Água em Edificações Residenciais Unifamiliares Utilizando o Programa Trnsys**. 142 f. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PALZ, W. **Energia solar e fontes alternativas**. São Paulo: Hemus, 1981.

PENEREIRO, J. C.; Melo, L. P.; Coradi T. B. **Construção de um aquecedor solar de baixo custo sem cobertura: análise experimental da eficiência térmica para vários**

**ensaios.** Revista de ciência & tecnologia. Nova Iguaçu - Rio de Janeiro. v.10 n. 1 (Jun-2010). Gráfica Universitária, 2010.

POZZEBON, F. B. **Aperfeiçoamento de Um Programa de Simulação Computacional para Análise de Sistemas Térmicos de Aquecimento de Água Por Energia Solar.** 134 f. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

REDE BRASIL - **Noções iniciais sobre aquecimento solar.** Rede Brasil de Capacitação em Aquecimento Solar. 2008.

SÁLES, I. C. F. **Análise da Substituição do Chuveiro Elétrico por Aquecedor Solar: Uma Contribuição ao Setor Elétrico na Conservação de Energia.** 158 f. Dissertação (mestrado) – Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

Agência Brasileira ISBN  
ISBN: 978-65-86230-81-9