

Engenharia Elétrica: As contribuições da vida acadêmica no cotidiano do profissional

ORGANIZADORES

FRANCIMEIRE GOMES PINHEIRO
ALEXANDRA PRISCILA TREGUE COSTA
MARCUS TÚLIO ALVES



Editora Poisson

VOLUME

1

Organizadores

Francimeire Gomes Pinheiro

Alexandra Priscila Tregue Costa

Marcus Túlio Alves

**Engenharia Elétrica:
As contribuições da vida acadêmica no
cotidiano do profissional**

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2021

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Ricardo Wilson Aguiar da Cruz (Universidade do Estado do Amazonas - Escola Superior de Tecnologia - UEA- UST).

Dra. Paula Figliuolo da Cruz Borges (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA)

Dra. Liliane Coelho da Rocha (Universidade do Estado do Amazonas - Escola Superior de Ciências da Saúde - UEA- ESA)

Dr. Bruno Bezerra Jessen (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA)

Dra. Raquel Borges Moroni (Universidade Federal de Uberlândia - UFU)

Dr. Fábio Tonissi Moroni (Universidade Federal de Uberlândia - UFU)

Comitê Científico:

Profa. Dra. Francimeire Gomes Pinheiro (Centro Universitário FAMETRO)

Profa. Dra. Alexandra Priscilla Tregue (Centro Universitário FAMETRO)

Prof. Esp. Marcus Tulio Alves (Marinha do Brasil)

Prof. Me. Fabrício de Amorim Rodrigues (Centro Universitário FAMETRO)

Prof. Esp. Aristeu Souza da Fonseca (Centro Universitário FAMETRO)

Prof. Me. Mauro Cezar Aparício de Souza (Centro Universitário FAMETRO)

Prof. Esp. Patrick Hozannah de Albuquerque (Centro Universitário FAMETRO)

Prof Me. Glaucivan Barroso da Cunha (Centro Universitário FAMETRO)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57

Engenharia Elétrica: As contribuições da vida acadêmica no cotidiano do Profissional/ Organizadores: Francimeire Gomes Pinheiro, Alexandra Priscila Tregue Costa, Marcus Túlio Alves – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2020

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-099-6

DOI: 10.36229/ 978-65-5866-099-6

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Engenharia de Elétrica 2. Educação I. PINHEIRO, Francimeire Gomes II. COSTA, Alexandra Priscila Tregue III. ALVES, Marcus Túlio. IV. Título

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

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

Baixe outros títulos gratuitamente em

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

Prefácio

Esta obra versa sobre a importância de visualizar o trabalho de conclusão de curso (TCC). Entende-se aqui que o TCC em nível de graduação é extremamente importante por permitir um contato do aluno com a pesquisa trazendo contribuições relevantes para a ciência, para os envolvidos, para a comunidade, entre outros. No entendimento científico, a ciência e a tecnologia formam um binômio indissociável. Juntas, buscam obter o conhecimento do homem e do seu meio para melhorar e/ou modificar seu cotidiano.

Com a finalidade de apresentar os TCCs dos alunos de engenharia elétrica, os quais exploram em seus trabalhos a Energia limpa, automação de sistemas, avanço das tecnologias na indústria 4.0, entre outros assuntos pertinentes ao curso. Essa obra é o anseio de um grupo de engenheiros eletricitas recém-formados em divulgar assuntos que são explorados em sua transversalidade ao longo de sua jornada acadêmica.

Acredita-se que os assuntos explorados neste livro contribuam com os futuros profissionais em seus passos na vida acadêmica, pois a busca do conhecimento é algo que engrandece o ser humano.

Francimeire Gomes Pinheiro

Profa. Dra. do Centro Universitário Fametro (FAMETRO)

Sumário

Capítulo 1: Controle de processo produtivo através dos conceitos da indústria 4.0 .09

Nestor Heverton Salvino Gomes, Sergio Junior Vasconcelos da Silva, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa, Francimeire Gomes Pinheiro

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.01

Capítulo 2: Desevolvimento de protótipo de robô empilhador para automatização e aumento de produtividade de processos visando saúde, segurança e economia na indústria..... 16

Ruth Brazão de Souza, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.02

Capítulo 3: Esteira automatizada com sensores de indicação para seleção e contagem de produtos..... 31

Elvis Gregori Figueira Souza, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.03

Capítulo 4: Automação e controle de eficiência energética residencial 38

Fang Yao, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.04

Capítulo 5: Automação do processo de teste funcional do controle remoto em uma empresa do polo industrial na cidade de Manaus, AM, Brasil..... 44

Kerlisson Sharles Carvalho Barreiros, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.05

Capítulo 6: Smart Grids: O grande desafio contemporâneo 52

Raquel Oliveira Azevedo, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.06

Capítulo 7: Parafusamento automático da tampa de chassi em linha de produção de midia..... 61

Willame Silva, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.07

Sumário

Capítulo 8: Inclusão digital por meio da tecnologia power line communication (PLC) utilizando a rede elétrica 68

Omar Andrade Seixas Junior, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves Alexandra, Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.08

Capítulo 9: Sistemas de proteção de geradores síncronos em usinas termétricas.. 84

Ariel Grana Araújo, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.09

Capítulo 10: Subestações elétricas em containers - alimentados por painéis solares 97

Kevin Andelo Almeida Rabelo, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.10

Capítulo 11: Sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica residencial em tempo real com sistemas embarcados 104

Adalberto Marques de Oliveira, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa, Bruno de Oliveira Matias

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.11

Capítulo 12: Demonstrar a confiabilidade de um sistema de visão em processos industriais 111

Janderson de Oliveira Pereira, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.12

Capítulo 13: Melhoria da eficiência energética em uma empresa de produtos hospitalares no polo industrial de Manaus –AM 117

Anderson de Souza Rosa, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.13

Capítulo 14: Estudo do dimensionamento de sistema fotovoltaico: Possibilidades para casas sustentáveis em Manaus/AM 129

Ítalo André de Azevedo Barbosa, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.14

Sumário

Capítulo 15: Viabilidade técnico-econômica de um projeto de eficiência energética aplicado em uma residência na cidade de Manaus-AM..... 142

Michaelly Gomes de Oliveira, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.15

Capítulo 16: A evolução e eficiência dos carros híbridos 150

Warley Carneiro da Silva, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.16

Capítulo 17: Engenharia Clinica: A importância da manutenção preventiva em equipamentos laboratoriais. 156

Dã Corrêa de Jesus, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.17

Capítulo 18: Manutenção em redes energizadas e sua necessidade para diminuição dos indicadores DEC e FEC no Estado do Amazonas 164

Luiz Henrique da Costa Farias, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa, Rôney da Gama Dias

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.18

Capítulo 19: Projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas do pavilhão de manutenção e transporte do 7º Batalhão de Polícia do Exército 175

Dillyan Viana de Souza, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.19

Capítulo 20: O uso da tecnologia de telegestão no sistema de iluminação pública Led em Manaus/AM..... 184

Kevin Taques da Silva, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.20

Capítulo 21: Iluminação pública: Implementação das novas tecnologia no avanço da iluminação no bairro Biribiri – Manacapuru - Amazonas. 194

Larissa Lima, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.21



Sumário

Capítulo 22: Reformulação da ferramenta “auditoria interna de processo industrial” em uma empresa do ramo de segurança eletrônica do polo industrial de Manaus: uma ideia inovadora 202

André Felipe Soares, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.22

Capítulo 23: A importância da aplicabilidade da NBR 5410:2004 em uma instalação elétrica de baixa tensão e sua adequação em uma residência. 211

Geovana Inês Menezes Mota, Francimeire Gomes Pinheiro, Marcus Tulio Alves, Alexandra Priscila Tregue Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-099-6.CAP.23

Autores:..... 223

Capítulo 1

Controle de processo produtivo através dos conceitos da indústria 4.0

Nestor Heverton Salvino Gomes

Sergio Junior Vasconcelos da Silva

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Francimeire Gomes Pinheiro

Resumo: A indústria na sua história passou por quatro revoluções, cada uma com seus marcos e novas tecnologias desenvolvidas, porém a quarta revolução é que ainda promete maior impacto. Com o avanço das tecnologias embarcadas e de conexões sem fio, a quarta revolução tem um grande potencial ainda a ser explorado. O objetivo desse trabalho foi aplicar os conceitos da indústria 4.0, como por exemplo o WiFi e o Banco de Dados, em um sistema totalmente necessário, que é o de controle de processo produtivo, em uma indústria de manufatura, pois com é com esse controle que a indústria se tornará competitiva em um mercado altamente instável. Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizado a placa Arduino Uno, como base e corpo do projeto, e a placa ESP8266, no qual foi aproveitada sua tecnologia WIFI para a conexão ponta a ponta. Primeiramente foi desenvolvida uma planilha em Excel para aplicação semiautomática dos dados de entrada, com a entrada das placas de desenvolvimento, a planilha tem seu preenchimento automatizado de acordo com a resposta do sensor instalado no processo. Com a aplicação do projeto, foi constatado que o controle de processo produtivo com as tecnologias da indústria 4.0 é extremamente eficaz para o seu propósito e com os seus dados gerados podem ser desenvolvidas inúmeras outras melhorias para serem aplicadas.

Palavras-chave: revolução industrial, internet das coisas, conexão sem fio.

1. INTRODUÇÃO

A introdução de novas tecnologias sempre estão presentes na indústria. Na sua primeira revolução houve a criação de máquinas a vapor. Na segunda revolução houve a introdução da produção em massa através das linhas de montagem, com o intuito de maior produtividade. Com o avanço das tecnologias de controle e comunicação após a segunda guerra mundial, a terceira evolução industrial consistiu na introdução de Controladores Lógicos Programáveis (CLP's) e na tecnologia da informação no processo produtivo (RODRIGUES; AGUIAR; SCHÜTZER, 2016).

A quarta revolução industrial consiste na fusão do mundo físico, digital e biológico, e será ela que causará um impacto maior e mais profundo no mundo industrial. Com o surgimento do sistema de IoT (Internet das Coisas – *Internet of Things*) se tornou ainda mais real a implantação da indústria 4.0, que trará um conjunto de tecnologias para a formação de um sistema de produção físico-cibernético (RODRIGUES; JESUS; SCHUTZER, 2018).

Com seus sistemas inteligentes, que muitas das vezes não necessitam de intervenção humana, a indústria 4.0 teve seu crescimento com o aumento de investimentos em áreas tecnológicas para uma melhor eficiência nos processos produtivos. Com o avanço das tecnologias de comunicação sem fio (WiFi, Bluetooth, RFID), é possível uma maior eficiência no controle do processo produtivo (SANTOS; VOLANTE, 2018).

Os sistemas interligados da indústria 4.0 trarão uma nova perspectiva sobre o processo produtivo. O gerenciamento da produção será mais preciso, tornando possível o controle de ineficiências geradas no processo, criando um banco de dados para análises posteriores e a realização de mudanças mais ágeis para o acompanhamento do dinamismo do mercado (CARDOSO, 2016).

Indústrias com o processo totalmente manual ainda possuem muitas perdas por ineficiências, qualidade e muitas das vezes não conseguem acompanhar o ritmo dos seus clientes. A falta de informações em bancos de dados nessas indústrias impossibilita uma análise mais profunda das suas falhas e conseqüentemente reduz a chance de aplicação de melhorias.

Diante da problemática, o objetivo do trabalho foi implantar um sistema de controle de processo produtivo através da automação industrial, com isto, visando um gerenciamento de produção mais preciso, o qual garantirá uma maior eficiência na tomada de decisões e no planejamento estratégico da empresa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONTEXTUALIZANDO AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Na história as revoluções, palavra que de denota mudanças abruptas e radicais, têm ocorrido quando novas tecnologias e novas forma de ver o mundo são descobertas o que ocasiona uma mudança profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos. Tomamos como exemplo as mudanças profundas, que nos evoluíram socialmente e economicamente, que foram a criação da agricultura para a alimentação e tempos depois o uso de animais para a otimização dos trabalhos dos seres humanos (SCHWAB, 2016).

A primeira revolução industrial teve início com o crescimento das manufaturas artesanais, onde máquinas de Tear foram criadas. O primeiro Tear (Tear Mecânico) foi criado em 1767, pelo inventor inglês James Hargreaves. Dois anos depois, o também inventor inglês, Richard Arkwright criou o tear hidráulico que foi utilizado em grande escala, no mesmo ano, James Watt começou o aperfeiçoamento das máquinas a vapor. Em 1785, Edmund Cartwright criou o primeiro tear mecânico que poderia ser operado sem mão de obra especializada, dando início a primeira revolução industrial (SACOMANO et al., 2018).

Na segunda metade do século XIX, ocorreu a segunda revolução industrial, que teve como característica um forte desenvolvimento tecnológico, nas indústrias químicas, farmacêuticas e metalúrgicas. Houve também o avanço na utilização de energia elétrica e o desenvolvimento de motores a combustão. As linhas produção de linha em massa foram introduzidas e foi criado o conceito do Taylorismo (ALMEIDA; MARTINS, 2018).

Entre as décadas de 1950 a 1970 a terceira revolução industrial começou a se firmar, e foi considera a revolução digital. Os de linhas de produção robotizadas e com informações processadas de forma digital foram introduzidas durante esse período.

Essa revolução foi marcada pela introdução da eletrônica, das tecnologias de informação e o começo da automação que viria a se desenvolver na quarta revolução (COELHO, 2016).

A quarta revolução industrial, cria um mundo onde os sistemas físicos e digitais podem trabalhar em conjunto, cooperando de forma global e flexível. No entanto a quarta evolução industrial não consiste apenas a sistemas e máquinas inteligentes, seu conceito tende a ser bastante amplo e uma capacidade maior de poder fundir a descoberta de novas tecnologias em desenvolvimento, diferentes das evoluções passadas (SCHWAB, 2016).

2.2. A IMPORTÂNCIA DO AVANÇO DAS TECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA 4.0

A revolução industrial está diretamente interligada ao desenvolvimento de novas tecnologias, a primeira revolução com as máquinas a vapor, a segunda com a introdução da energia elétrica, a terceira com a introdução de CLP's. Com o desenvolvimento da internet e hardwares e sensores mais acessíveis e mais sofisticados, a quarta revolução industrial obteve seu crescimento, impactando em uma mudança profunda nas indústrias (COELHO, 2016).

A indústria 4.0 é um conceito atual que ainda está sendo desenvolvido, trabalhando com tecnologias recém surgidas como IoT, Big Data e Sistemas Cibernéticos-Físicos (CPS) (SILVA, 2017).

Por meio da tecnologia sem fio (*WiFi*, *Bluetooth* e *RFID*) os sistemas inteligentes possuem as informações necessárias para o seu processo produtivo, podendo obter informações através da computação em nuvem que elimina partes físicas do sistema de armazenamento de informações. Sendo o destaque da indústria 4.0 a conexão da fábrica com o sistema inteligente, através de sensores conectados entre si e possibilitando uma autonomia de decisão e uma flexibilidade para correção de erros (SANTOS; VOLANTE, 2018).

O avanço de tecnologias emergentes como o IoT e o CPS implicará diretamente na aplicação da indústria 4.0, podendo tornar ainda mais acessível os ambientes de manufaturas altamente flexíveis e auto ajustáveis à demanda variável do mercado (RODRIGUES; ALCÂNTRA, 2018).

2.3. INTERNET DAS COISAS - IOT

Segundo Santos et al. (2016), a internet das coisas é uma extensão da internet atual proporcionando os aparelhos com capacidade computacional e de comunicação se conectarem, essa conexão poderá gerar um controle remoto desses objetos e permitir que eles sejam acessados como provedores de serviços. A tecnologia teve seu crescimento com base no avanço de sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento.

O nível de conexão dos objetos através da internet das coisas, pode ter grande ajuda na resolução de problemas do dia a dia. Os produtos que hoje estão integrados com a tecnologia estão em diversas áreas e possuem funções diversas, podendo ser aplicados de acordo com a preferência do consumidor (MAGRANI, 2018).

Segundo Albertin e Albertin (2017), o previsto para o ano de 2020 é o crescimento exponencial dos equipamentos interligados, com um aumento de aproximadamente 35 bilhões. Também haverá um crescimento no número de empresas que adotam a tecnologia IoT, cerca de 50%, que ocasionariam em 6 bilhões de objetos conectados.

Apesar da grande expectativa em relação ao crescimento da tecnologia IoT, a implantação dela ainda oferece vários desafios, como a integração das tecnologias que necessitam de sistemas e tecnologias com maior aderência a finalidade especificada. Embora os equipamentos de IoT possuam um baixo custo, a dificuldade de valores ainda é grande em relação ao projeto por completo. O maior desafio quando se fala em tecnologia no geral é a questão social, o avanço ainda gera muita resistência pelo temor da substituição dos seres humanos nas indústrias (SILVA, 2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCAL DE APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo foi aplicado em uma indústria de manufatura de motores. Nesta indústria trabalha-se com motores considerados de linha branca, que são motores aplicados a eletrodomésticos e pequenas aplicações, mais especificamente motores de Ar-condicionado e Portões Eletrônicos.

3.2. ARDUINO

Para o desenvolvimento do circuito eletrônico e da programação do protótipo foi utilizado a Placa Arduino (figura 1), que segundo Arduino (2015) é uma placa para o desenvolvimento de protótipos com uma plataforma *open-source*, ou seja, livre para modificações do usuário.

A placa é programada na linguagem C++, que é uma linguagem de alto nível e uma evolução da linguagem C, com algumas pequenas modificações. A programação ocorre em uma interface própria do sistema, que pode ser baixada em: <https://www.arduino.cc/>.

Figura 1- Placa Arduino Uno



Fonte: Loja online Arduino.CC, 2020

3.3. ESP8266

Para a aplicação da conexão *WiFi* do sistema, foi utilizada a placa ESP8266 que é um microcontrolador da empresa chinesa Espressif®. A placa é um circuito integrado com interfaces de *In/Out* digitais e analógicas, possui um processador de 32 bits capaz de executar com uma frequência de 160MHz e possuindo também a interface *WiFi*, que garantirá a aplicação dos conceitos de *IoT*.

Especificações técnicas da placa (figura 2):

- CPU 32-Bit RISC: Tensilica Xtensa LX106 rodando a 80 MHz.
- Wireless padrão 802.11 b/g/n
- Suporta 5 conexões TCP/IP
- Tensão de operação: 4,5 ~ 9V

Figura 2 - Placa EPS3286



Fonte: FilipeFlop, 2020

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PRIMEIRO PROTÓTIPO

Anteriormente a aplicação do protótipo, a produção era anotada em um quadro branco onde havia somente um acompanhamento hora-hora, sem bancos de dados, análise de paradas de linha, eficiência e qualidade. Não sendo possível a identificação das perdas recorrentes ocasionadas no dia a dia, como por exemplo: falta de materiais interno e falta de materiais manufaturados.

Foi desenvolvido uma planilha em Excel (figura 3) com o intuito de criar um banco de dados para análise de perdas e defeitos que possuem maior reincidência. A planilha é semiautomática e depende do lançamento do colaborador analista da linha, porém possui conceitos do projeto final.

Com os dados levantados, foi possível realizar um estudo com base nas perdas por eficiência de produção e identificar quais os modelos de motores possuíam as maiores reincidências de defeitos. O estudo foi realizado através de uma cronoanálise em todos os postos, e foi identificado a capacidade de aumento de produção por hora passando de 225 motores por hora, para 240 motores por hora nos modelos de 1 velocidade, de 215 motores por hora para 225 motores por hora nos modelos de 2 velocidades.

Figura 3 – Protótipo desenvolvido

| MONTAGEM | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|----------|---------|------------|--------------|------------------|---------------------|--|
| OEE - ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GERAL | | | | | | | | | |
| Cadastro | | | | | | | | | |
| Disponibilidade | | Desempenho/Qualidade | | Ordem | | Perturbações | | | |
| Item | Minutos Trabalhado | Paradas | Conforme | Defeito | Modelo | Exo riscado | Atraso (Pq/Mora) | Descrição da Parada | |
| 07:00:00 | 78 | 0 | 312 | 0 | 1.3625.883 | 0 | -20 | | |
| 08:00:00 | 80 | 0 | 240 | 3 | 1.3625.883 | 0 | 15 | | |
| 09:00:00 | 53 | 7 | 230 | 2 | 1.3625.883 | 0 | -25 | GINASTICA | |
| 10:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3625.883 | 0 | 0 | | |
| 11:00:00 | 60 | 0 | 240 | 0 | 1.3625.883 | 0 | 15 | | |
| 12:00:00 | 60 | 0 | 240 | 3 | 1.3625.883 | 0 | 15 | | |
| 13:00:00 | 60 | 0 | 240 | 0 | 1.3625.883 | 0 | 15 | | |
| 14:00:00 | 60 | 0 | 240 | 4 | 1.3625.883 | 0 | 15 | | |
| 15:00:00 | 60 | 0 | 240 | 0 | 1.3625.883 | 0 | 15 | | |
| 15:30:00 | 30 | 0 | 56 | 0 | 1.3625.883 | 0 | -57 | | |
| Total | 521 | 7 | 2038 | 10 | | 0 | | | |
| Averm/Saldo | | 23 | -100 | | | | | | |

Fonte: Autor, 2020

4.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO SEGUNDO PROTÓTIPO

Tomada a planilha da aplicação do primeiro protótipo, foi desenvolvido um hardware para alimentação automática do banco de dados. Foi realizada a conexão entre duas ESP8266, onde uma atuou como um AP – *Access Point* e outra atuou como *Station*. Apesar da conexão ser via WiFi, a realização foi independente de um roteador, onde foi criada uma conexão *peer-to-peer* (ponto-a-ponto) entre as duas ESP, fazendo com que elas conversem entre si.

Para o preenchimento da planilha, foi utilizado um Sensor Indutivo, que possui a capacidade de detecção de objetos metálicos, o que se torna fundamental para a contagem somente de motores quando estiverem na área de leitura, ao detectar o um motor, o sensor envia o sinal para ESP que está interligada no processo.

A ESP interligada envia o sinal via conexão WiFi para a ESP que está interligada no computador onde está realizando uma comunicação serial com a planilha em Excel.

A partir da leitura do sensor indutivo, a planilha calcula automaticamente a Eficiência da linha de produção, a partir da capacidade produtiva do modelo de motor que está em processo. A Disponibilidade da linha, que será calculada através de uma lógica de programação onde será considerado que ao sensor não detectar nenhuma passagem de material pelo período de 30 segundos a planilha considerará a linha de produção como parada.

4.3. APRIMORAMENTO DO PROJETO

O projeto aplicado é funcional, porém não tem um alto tempo de vida útil, devido aos componentes utilizados serem ideais somente para protótipos. Tendo em vista o fato da longevidade do projeto não ser tão alta, se faz necessário o desenvolvimento de placas, fabricadas especificamente para o projeto, onde os componentes necessários para funcionamento serão definidos no projeto final.

A placa utilizará um microprocessador *At-mega*, o mesmo utilizado na placa Arduino (figura 1), onde será armazenada a programação dos componentes de entrada e saída. A interface final será desenvolvida no programa *VisualStudio*.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados pode-se concluir que em uma indústria é extremamente necessário que haja controle no processo produtivo, pois através desse controle é possível a realização de melhorias. Com a aplicação de conceitos da indústria 4.0, o controle torna-se ainda mais eficiente com o acompanhamento podendo ser realizado a distância e se torna independente da mão humana para seu funcionamento.

Para o desenvolvimento do controle, se faz necessário a presença de profissionais especializados nas áreas onde serão aplicadas. Para o controle de processo produtivo, o Engenheiro eletricitista torna-se essencialmente indispensável, onde ele irá comandar a definição do projeto, a montagem do mesmo e aplicação. Nessas três etapas, esse Engenheiro é de extrema importância, onde ele realizará a definição de um projeto que seja eficiente e que possua um equilíbrio de custo x benefício, e isso atrairá um melhor olhar para o projeto, tornando assim a aplicação viável e rentável para a indústria proposta.

REFERÊNCIAS

- [1] ALBERTIN, Alberto Luiz; ALBERTIN, Rosa Maria de Moura. A internet das coisas irá muito além das coisas. 1ª Edição. São Paulo: Gvexecutivo, pag. 1-6, 2017.
- [2] ALMEIDA, Martins; A Revolução Industrial e a Indústria 4.0. Faculdade de Jaguariúna. Jaguariúna, 2018.
- [3] CARDOSO, Marcelo de Oliveira. INDÚSTRIA 4.0: a quarta revolução industrial. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Curitiba, 2016.
- [4] COELHO, Pedro Miguel Nogueira. Rumo à Indústria 4.0. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Coimbra. Coimbra, 2016.
- [5] MAGRANI, Eduardo. A internet das coisas. 1ª Edição. Rio de Janeiro: FGV Editora, pag. 1-6, 2018.
- [6] SACOMANO, José Benedito; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra da; BONILLA, Silvia Helena; SÁTYRO, Walter Cardoso. Indústria 4.0: conceitos e fundamentos. Editora Edgard Blüchert LTDA, 2018.
- [7] RODRIGUES, João Cleber; ALCÂNTRA, Matheus Felipe Silva de. A Indústria 4.0 introduzida na Alemanha aplicada no Brasil. In: 3º Congresso Internacional de Pesquisa, Ensino e Extensão. Anápolis, 2018.
- [8] RODRIGUES, Leticia Francischini; JESUS, Rodrigo Aguiar de; SCHUTZER, Klaus. Industrie 4.0 - Uma Revisão da Literatura. Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, 2016.
- [9] SANTOS, Bruno P.; SILVA, Lucas A. M.; CELES, Clayson S.F.S; NETO, João B. Borges; PERES, Bruna S.; VIEIRA, Marcos Augusto M.; VIEIRA, Luiz Felipe M.; GOUSSEVSKAIA, Olga N.; LOUREIRO, Antonio A.F.. Internet das Coisas: da Teoria à Prática. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.
- [10] SANTOS, Diego Rafael Guedes dos; VOLANTE, Carlos Rodrigo. A Importância Da Tecnologia Sem Fio Na Indústria 4.0. Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC). São Paulo, 2018.

- [11] SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial/Klaus Schwab; tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, pag. 19 – 25, 2016.
- [12] SILVA, Danilo Goulart da. Indústria 4.0: Conceito, Tendências E Desafios. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Ponta Grossa, 2017.
- [13] SILVA, Deivison Feitosa. Desafios na implementação de projetos de internet das coisas e ações para superá-los. Universidade Nove de Julho. São Paulo, 2018.
- [14] ARDUINO UNO. Arduino Store, 2020. ARDUINO UNO REV3. Disponível em <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>. Acesso em 26 de set. de 2020.
- [15] ESP866. FilipeFlop. Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12. Disponível em <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-nodemcu-esp-12/>>. Acesso em 26 de set. de 2020.

Capítulo 2

Desevolvimento de protótipo de robô empilhador para automatização e aumento de produtividade de processos visando saúde, segurança e economia na indústria.

Ruth Brazão de Souza

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: A automatização de processos produtivos iniciada no século XX ficou conhecida como revolução técnico-científica ou Indústria 3.0. O presente trabalho tratou-se do desenvolvimento de um protótipo de Robô empilhador que visa tornar processos logísticos mais eficientes a partir da automatização com um sistema de segurança embarcado à uma placa de prototipagem que garantam saúde, segurança e economia à indústria através da inclusão de sistemas de monitoramento e operação remota, almejando a indústria 4.0, todas as implementações foram estabelecidos dentro das normas NR11 e NR12 dada a quantidade de afastamentos por questões de saúde relacionados a movimentos repetitivos e esforços no trabalho, outra consideração são os índices de acidentes ocasionados com este equipamento, colocando em risco a integridade física do operador e a questão financeira da empresa dado o risco no material. Os desenvolvimentos tecnológicos aplicados ao processo, transporte de materiais, visam mais um passo para alavancarmos à indústria 4.0 e o desenvolvimento do protótipo de Robô Empilhador para automatização e aumento de produtividade de processos nos permitiu analisar o atual cenário desse processo e de como há a necessidade de implementações inteligentes no mesmo, visto que, todo produto final é proveniente das movimentações de suprimentos. Atestamos a necessidade dos profissionais de engenharia elétrica como fator fundamental para o desenvolvimento de sistemas de automatização voltados para indústria 4.0 que preveem a utilização de demais tecnologias com IoT (Internet of things), bigdate (banco de dados), AI (Artificial Intelligence) entre outras com o foco de integrar à um sistema muito mais eficiente, competitivo e por consequência lucrativo.

Palavras-Chave: Automatização de Processos, Sistema embarcados, Internet das coisas

1. INTRODUÇÃO

A automatização de processos produtivos iniciada no século XX ficou conhecida como revolução técnico-científica ou Indústria 3.0, nesse período as implementações afins de aperfeiçoar a produção industrial, a operação de equipamentos e a construção de dispositivos tornou o processo mais dinâmico (CESÁRIO,2020). O aumento da capacidade computacional dos dispositivos de processamento, o surgimento de novas formas de comunicação industrial, com protocolos bem definidos e o desenvolvimento de sistemas embarcados nos proporcionou o avanço do processo artesanal-manufaturado à maquinofatura, garantindo maior qualidade, maior eficiência e rapidez nas realizações de atividades (GESTÃO INDUSTRIAL, 2007).

Desde o período supracitado a utilização de máquinas e instrumentos não só na indústria, mas também nos laboratórios de pesquisa vem substituindo a mão de obra humana por robôs que realizam trabalhos mais minuciosos e com maior precisão. Na medida em que se reduz gastos com a manufatura e tempo para chegar até o produto final, há ganho de produção e mais lucros (SOUSA,2019) e com a modernização da indústria a dependência de tecnologia para alcançar resultados mais eficientes para atender diversos tipos de demandas é nítida, tais como, agilidade na movimentação de materiais, transporte de diversos tipos de mercadorias, bem como sua distribuição e armazenagem (SILVA, 2019). É através dos meios de transporte que a força de trabalho e os insumos chegam aos seus destinos, possibilitando produzir e distribuir serviços, bens e tecnologia, contribuindo com o desenvolvimento econômico do país (FLEURY, 2003).

Os processos logísticos industriais exigem sistemas tecnológicos otimizados, sabendo que a movimentação de materiais é uma tarefa que requer maquinário e mão de obra qualificada e pode tornar os processos onerosos, extensos e com elevados riscos de acidentes. As melhorias no processo de logística como a movimentação de suprimentos e armazenamento de dados destes refletem em segurança e economia na indústria (SILVA, 2019). Segundo (OSHA, 2017), '*Occupational Safety & Health Administration*' há cerca de 68.400 acidentes por ano nos Estados Unidos envolvendo equipamentos industriais e a maioria destes diz respeito ao uso de empilhadeiras.

Dentro de um processo de movimentação e armazenamento de materiais uma das máquinas fundamentais para tal processo é a empilhadeira, capaz de movimentar diversos tipos e tamanhos de materiais, podendo apresentar-se em variados modelos, tudo variando de acordo com a necessidade do cliente (ANTONIO, 2010), porém, o transporte com empilhadeiras dentro de um ambiente industrial é um problema frequente, isso pode ser evidenciado, por exemplo, pelos inúmeros acidentes causados pela má condução de máquinas, como empilhadeiras (BETA, 2018).

De acordo com o INSS, a principal causa de afastamento no trabalho são as dores nas costas. Em segundo lugar, as dores musculares e, em terceiro, inflamações nos tendões. Os resultados de um estudo prospectivo, de cinco anos de duração em 18.869 trabalhadores de cinco regiões da França que para ambos os sexos, os fatores ocupacionais aumentaram a incidência de dor no ombro e no pescoço, independentemente da idade (CASSOU et al., 2002).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de robô empilhador, o qual possua sistemas inteligentes e integrados ao processo produtivo, que garantam saúde, segurança e economia à indústria com a inclusão de sistemas de segurança, acoplamento de monitoramento e operação remota e autônoma almejando a indústria 4.0. Esses sistemas foram estabelecidos dentro das normas NR11 e NR12 dada a quantidade de afastamentos por questões de saúde relacionados a movimentos repetitivos e esforços no trabalho, outra consideração são os índices de acidentes ocasionados com este equipamento, colocando em risco a integridade física do operador e a questão financeira da empresa dado o risco no material.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Automação industrial tem aplicações de tecnologias de software, hardware e equipamentos específicos em processos produtivos. O principal objetivo da automação industrial é implementar projetos que sejam capazes de aumentar a autonomia dos processos de fabricação e reduzir ao máximo o esforço humano na cadeia de valor.

Automação de processos é uma técnica que consiste em usar a tecnologia e a integração de sistemas e dados para aprimorar o controle e o andamento do fluxo de trabalho, por meio do monitoramento em tempo real e quando viável é realizada a substituição de atividades manuais por automatizadas (UNIVALE, 2019).

Os processos automatizados simplificam serviços considerados perigosos além de que facilitam as tarefas e garantem maior segurança, essa automatização nos processos possibilita organizar melhor a indústria e ratifica que algumas alterações são necessárias e a automação industrial é um dos recursos para alcançar uma forma de otimização, para isso, alguns processos humanos são substituídos, parcial ou completamente, por um conjunto de elementos tecnológicos elevando assim a confiabilidade e eficiência nos processos automatizados (FLUXO, 2019).

2.1. SISTEMAS EMBARCADOS

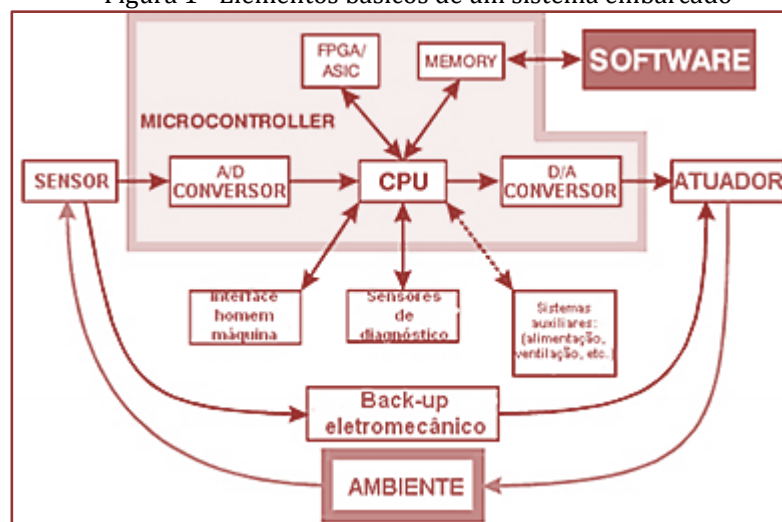
O termo sistema embarcado tem sua origem no fim da década de 1960, nesse período existia apenas um simples programa de controle de telefones, sendo adaptado para outros dispositivos. Posteriormente, com o aumento dos microprocessadores tornou-se possível desenvolver softwares específicos para os variados tipos de processador. Na década de 1970, começavam a surgir bibliotecas de códigos direcionados para sistemas embarcados com processadores específicos (CHASE, 2007).

O desenvolvimento de sistemas embarcados relacionados à segurança deve seguir uma metodologia que possibilite atingir a redução dos riscos a um nível aceitável. Segundo o framework da norma IEC 61508, o desenvolvimento de um sistema relacionado a segurança deve começar pela especificação dos requisitos globais de segurança. É necessário adquirir conhecimento do equipamento sob controle e seu ambiente físico, sistemático e legislativo para determinar o escopo global do sistema em termos de seu sistema de controle (OLIVEIRA et al., 2010).

Os sistemas embarcados (SE) (figura 1) estão aplicados em diversas atividades humanas devido ao baixo custo e maior facilidade de aplicação se comparado com outros sistemas. São sistemas que possuem uma capacidade de processamento de informações vinda de um software que está sendo processado internamente nessa unidade, são compostos por uma unidade de processamento, que é um circuito integrado, fixado a um circuito impresso (OLIVEIRA et al., 2010)

A combinação apropriada de técnicas e medidas deve ser escolhida de acordo com a aplicação específica. Ha diversas recomendações sobre a escolha de uma linguagem de programação adequada. Recomenda-se o uso de linguagens fortemente tipadas, as quais reduzem a probabilidade de falhas por permitir um alto nível de verificação por parte do compilador [IEC 61508-7]. Sistemas embarcados, embora tendam a simplicidade, devem obedecer a determinados preceitos, que garantam seu funcionamento seguro (DELAI, 2013).

Figura 1 - Elementos básicos de um sistema embarcado

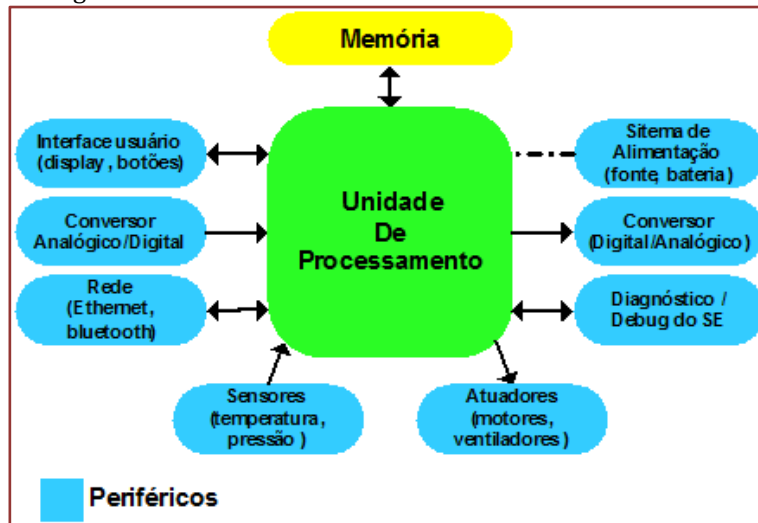


Fonte - Cunha (2016)

Um SE normalmente encontra-se uma subdivisão que corresponde à unidade de processamento, memória e periféricos. A unidade de processamento (figura 2) executa as instruções (*software/firmware*)

responsáveis por realizar cálculos, tomar decisões e tratar eventos, já a memória armazena dados e instruções relacionados às operações da unidade de processamento e os periféricos são as interfaces da unidade de processamento com o mundo externo, trazendo ou enviando informações para ele (DELAI, 2013).

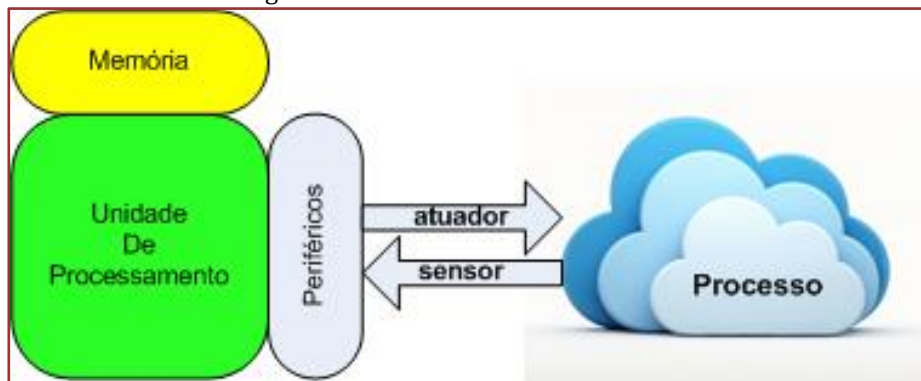
Figura 2 - Modelo de subdivisão de um sistema embarcado



Fonte - DELAI (2013)

Um sistema embarcado tem como finalidade controlar um sistema específico, em outras palavras, atuar sobre um problema (MONK, 2014). O *hardware* utilizado neste projeto é o arduíno para prototipagem com o software embarcado neste para sistemas de segurança que faz conexões com diversos circuitos eletrônicos como sensores, motores, relés e atuadores (figura 3).

Figura 3 - Periféricos atuadores e sensores



Fonte - DELAI (2013)

a) **NR 11 - TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS.**

Apenas em 1972, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), passou a dar início a um programa de formação de profissionais em medicina e segurança do trabalho. E somente em 1978 foram aprovadas as normas que regulamentariam a segurança e medicina do trabalho: as Normas Regulamentadoras (NR's) (JUNIOR 2011).

A Norma Regulamentadora 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de materiais devem ser tomados como referência para a elaboração de qualquer atividade preventiva ao uso de veículos industriais, mas tal como todas as demais normas regulamentadoras não esgota de forma alguma o assunto havendo necessidade da atuação do profissional especializado para o desenvolvimento e detalhamento de um programa específico.

Obviamente isso irá variar conforme o tamanho da empresa, sua atividade e especialmente quantidade e variedade de veículos em uso (JUNIOR 2011).

Mesquita (2012) descreve que de acordo o item 11.1.3 da NR 11, fica definido que os 17 equipamentos utilizados na movimentação de materiais serão calculados e construídos de forma que ofereçam as condições necessárias para garantir a resistência e segurança e integridade dos trabalhadores, assim como, as manutenções preventivas nas máquinas e equipamentos são fundamentais, bem como seu efetivo acompanhamento, monitoramento e documentação por parte dos profissionais responsáveis pela indústria e pelo Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).

O seguimento de um roteiro e caminho preestabelecido é definido como deslocamento de carga (NAVARRO, 2012). Após a II Guerra Mundial e com o avanço da mecanização o trabalho manual referente à elevação e transporte de cargas foi substituído por máquinas, a mais bem sucedida máquina de trabalho tem sido a empilhadeira (ANTONIO, 2011).

Máquinas de transportes como as empilhadeiras têm o fator risco como agente no trabalho, já que, operam junto a outros trabalhadores e as cargas são movimentadas suportadas apenas nos garfos e não ficam pesas ao veículo sofrendo efeitos da força gravitacional influenciando na estabilidade da carga, para isso conta com uma massa enorme como contrapeso e uma estrutura rígida (ANTONIO, 2011).

b) NR 12 – MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A ciência que prever os acidentes do trabalho (quadro 1) através de análises dos riscos do local e dos riscos de operação é a Segurança no trabalho (SOUNIS, 1991). Conforme análise realizada com acidentes como empilhadeiras ocorridos entre 1984 e 1991 nos EUA, a OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) determinou as causas dos acidentes (ANTONIO, 2011).

Quadro 1 - Casos de acidentes com empilhadeiras nos EUA

| Causa do Acidente | Número |
|---|------------|
| Desatenção do operador | 59 |
| Capotagem, tombamento | 53 |
| Carga Instável | 45 |
| Operador atingido por carga | 37 |
| Empregados elevados | 26 |
| Falta de Formação | 19 |
| Excesso de peso, uso inapropriado | 15 |
| Acidente durante a manutenção | 14 |
| Equipamento Inapropriado | 10 |
| Visão obstruída | 10 |
| Queda de uma plataforma ou cais | 9 |
| Acidente não relacionados com empilhadeiras | 9 |
| Transporte passageiro em excesso | 8 |
| Outro empregado atingido por garga | 8 |
| Queda da empilhadeira | 6 |
| Veículo engatado | 6 |
| Excesso de velocidade | 5 |
| Total | 339 |

Fonte - ANTONIO, 2011

De acordo com o item 12.2.1 da NR 12 as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas segundo as normas técnicas oficiais de locais de instalação de máquinas e equipamentos, todavia, o não cumprimento deste quesito tem sido grandes contribuintes para a lista de acidentes graves e fatais, nessas situações na maioria dos casos, as lesões não envolveram os operadores das empilhadeiras, mas os trabalhadores adjacentes (ANTONIO, 2011).

Proteção é elemento utilizado para prover segurança por meio de barreiras sejam físicas ou sensoriais, a NR 12 fornece diretrizes para instalações seguras nos locais de instalações de máquinas e equipamentos, como áreas devidamente demarcadas e desobstruídas de acordo com as normas oficiais e demais atribuições:

- Sistemas inteligentes que impeçam a ocorrência de falhas, dispoendo de comandos elétricos ou interfaces de segurança que realizam o monitoramento, verificam a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos e ou pessoas.
- Dispositivos de intertravamento, impedem o funcionamento da máquina com ação de ruptura sob condições específicas;
- Sensores de segurança, os quais emitam sinal para interromper ou impedir o início de funções perigosas (BRASIL, 2018).

3. MÉTODO E MATERIAL

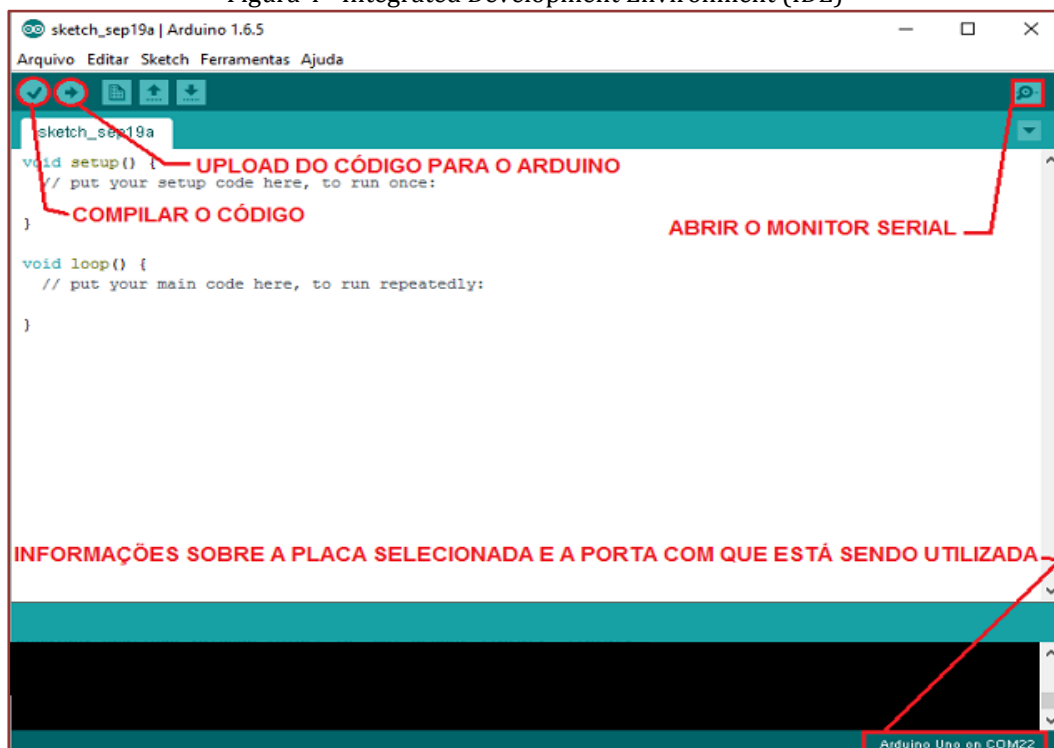
3.1. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O protótipo do robô empilhador foi desenvolvido a partir de um sistema de segurança embarcado a uma placa de prototipagem composta por um microcontrolador Atmel, o arduíno, que possui circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectado à um computador e programado via IDE (*Integrated Development Environment*, ou *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) utilizando uma linguagem baseada em C/C++. (USINAINFO)

O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) fornece componentes integrados em único programa no qual todo o desenvolvimento é feito, exemplos são recursos para criação, modificação, compilação, implantação e depuração de *software* (figura 4) (FILIPEFLOP).

O objetivo do IDE é reduzir a configuração necessária para reunir vários utilitários de desenvolvimento, essa integração de tarefas tem o potencial de melhorar a produtividade geral, além de o código ser continuamente analisado enquanto está sendo editado, fornece feedback instantâneo quando erros de sintaxe são introduzidos, permitindo que os desenvolvedores depurem o código de forma muito mais rápida e fácil.

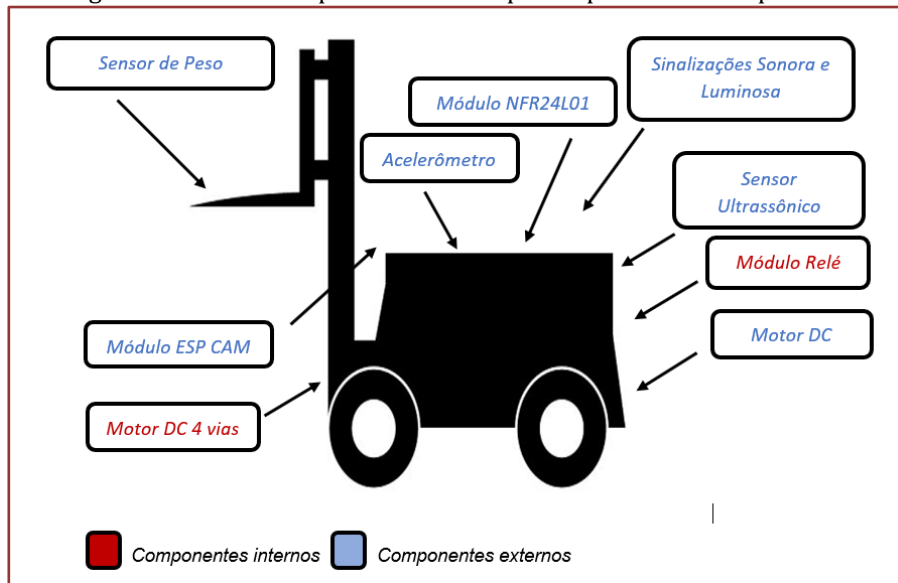
Figura 4 - Integrated Development Environment (IDE)



Fonte: FILIPEFLOP (2014)

Para a implementação de sistemas de segurança no protótipo do Robô empilhador (figura 5), propomos sistemas de segurança baseados nas normas NR 11 e N12 e as demais considerações baseadas nas referências apresentadas, os sistemas como de transmissão e operação remota foram fundamentados em ferramentas de automação supracitadas.

Figura 5 - Sistemas implementados no protótipo de Robô Empilhador



Fonte - Dados do autor (2020)

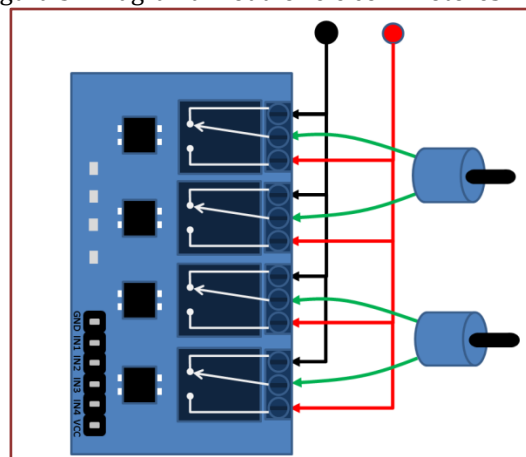
a) SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E OPERAÇÃO

I. MOVIMENTAÇÃO DO ROBÔ EMPILHADOR

O sistema de movimentação do robô foi estabelecido pelo módulo relé que faz o controle dos motores DC (figura 6), estes, responsáveis pelo sistema de transmissão mecânico, ou seja, a partir do acionamento dos motores através dos módulos podemos fazer os movimentos direcionais, como exemplo: para frente, para trás e virar para direita ou esquerda.

Os módulos relés 5V com 4 canais (figura 6) permitem integração com uma ampla gama de microcontroladores, a partir das saídas digitais pode-se, através deste relé, controlar cargas e dispositivos como motores AC/DC, eletroímãs, solenoides, e outros dispositivos (FILIPEFLOP, 2019).

Figura 5 - Diagrama módulo relé com motores DC



Fonte - TECNOMELQUE (2016)

Figura 6 - Módulo relé 4 canais



Fonte - FILIPEFLOP (2019)

O motor Mabuchi®, motor de vidro elétrico tem excelente funcionamento em sistemas de automação, possuem engrenagem de 8 dentes e tensão de 12v (figura 8) (Connectparts, 2015) foram controlados a partir dos acionamentos dos relés dos modulo e este fará a comunicação com o arduíno linkado ao NRF24L01 para controle via remoto.

Figura 7 - Motor 8 dentes 12v



Fonte - Connectparts (2015)

II. ACIONAMENTO DO GARFO DO ROBÔ EMPILHADOR

O acionamento do garfo do robô é realizado através da comunicação do NRF24L01 com um conjunto de *joysticks* e o microcontrolador para atuar o motor DC (figura 9) que faz o movimento de elevação e abaixamento de carga.

Figura 8 - Motor de passo



Fonte - FILIPEFLOP (2018)

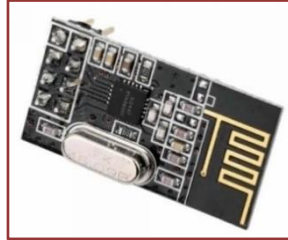
III. CONTROLE DE OPERAÇÕES REMOTAS DO ROBÔ EMPILHADOR

O controle de Operações do robô é realizado através do módulo NRF24L01 que faz a comunicação entre dois arduínos sendo que cada um deste arduino comunica com um módulo transmissor/ receptor podendo tanto enviar quanto receber comandos a 100 m de distância, este modulo opera tanto na função master quanto slave.

O módulo NRF24L01 – 2.4G (figura 10) *wireless* foi um componente eletrônico altamente tecnológico, desenvolvido para enviar e receber dados entre plataformas de prototipagens. O NRF24L01 é baseado no C.I NRF24L01+ da Nordic, trabalha com tensão de alimentação de 1,9 até 3,6V e possui um consumo baixo de energia. Sua frequência é de 2,4 GHz e seu alcance varia entre 10 à 100 metros em campo aberto, sua modulação é a GFSK e a sua velocidade de transmissão chega no máximo aos 2,0 Mbps.

Ele ainda conta com verificação de erros por CRC, comunicação multi-ponto de 125 e controle de fluxo (Curto-circuito, 2019).

Figura 9 - Módulo de comunicação NRF24L01



Fonte: CURTO-CIRCUITO (2019)

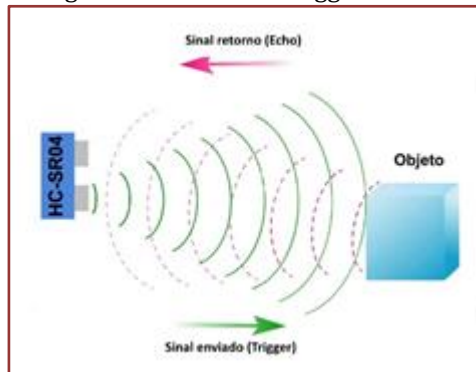
b) SISTEMAS DE SEGURANÇA

I. SISTEMA DE PROTEÇÃO A COLISÃO

Para simulação do sistema de proteção a colisão utilizamos um sensor ultrassônico HC-SR04 (figura 11) que permite que façamos leituras de distâncias entre 2 cm e 4 metros, com precisão de 3 mm e é utilizado para medir a distância entre o sensor e um objeto e para acionar os atuadores através das portas do microcontrolador (FILIPEFLOP, 2011).

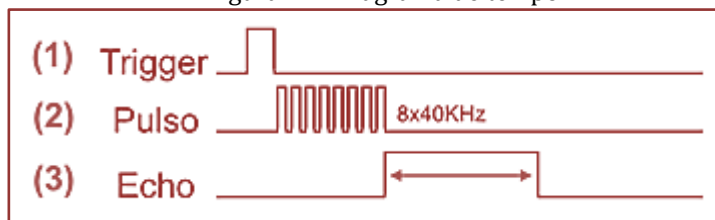
O funcionamento do HC-SR04 se baseia no envio de sinais ultrassônicos (trigger) que aguarda o retorno (echo) do sinal e com base no tempo entre envio e retorno, calcula a distância entre o sensor e o objeto detectado. Primeiramente é enviado um pulso de 10µs, indicando o início da transmissão de dados. Depois disso, são enviados 8 pulsos de 40 KHz e o sensor então aguarda o retorno (em nível alto/high), para determinar a distância entre o sensor e o objeto, utiliza a equação $\text{Distância} = (\text{Tempo echo em nível alto} * \text{velocidade do som}) / 2$ (FILIPEFLOP, 2011) (figura 12).

Figura 11 - HC-SR04 Trigger e echo



Fonte - FILLIPE FLOP (2011)

Figura 12 - Diagrama de tempo



Fonte - FILLIPEFLOP (2011)

As empilhadeiras como todos os veículos também possuem pontos cegos e isso contribui para que haja as colisões e até mesmo atropelamentos. (BETAEDUCAÇÕES, 2018), com objetivo de evitar acidentes por colisões em pontos cegos a proposta do robô empilhador é a utilização de sensores ultrassônicos (figura 13) na parte posterior e ao atingir uma distância de 10 cm de um objeto o controle da alimentação dos módulos de movimentação dos motores é interrompida para o deslocamento traseiro impedindo assim o impacto.

Figura 10 - Sensor Ultrassônico



Fonte - FILLIPE FLOP (2018)

II. SISTEMA DE PROTEÇÃO À SOBREPESO

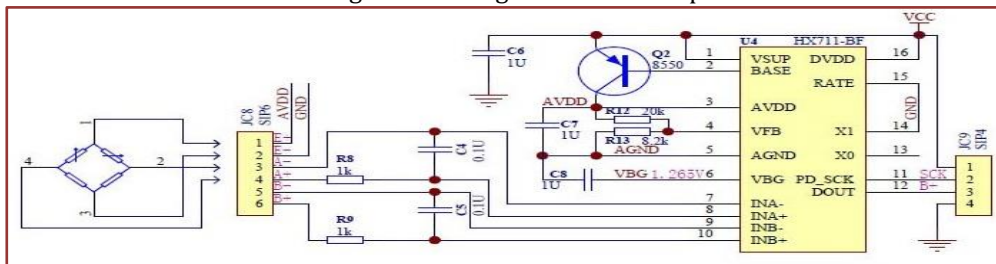
No sistema de proteção a sobrepeso usamos um sensor de peso (figura 14) que é um componente eletrônico capaz de detectar diferentes cargas que estejam sobre sua meia-ponte, para funcionamento deve atuar em conjunto com uma plataforma de prototipagem no caso foi conectado ao Arduino. O funcionamento do sensor de peso é simples (figura 15), sobre seu centro existe uma área sensível responsável por detectar a carga, não necessariamente o peso precisa ser aplicado sobre essa área para a obtenção de resultados, mecanicamente o sensor de peso é composto por uma ponte resistiva que altera sua resistência conforme o peso aplicado e Eletricamente quando o Sensor de peso entra em operação, ou seja, é aplicado determinado peso, ele envia uma tensão ao microcontrolador, conforme o peso a tensão de saída vai variar, porém essa tensão é tão baixa que é necessário utilizar um amplificador de sinal para Comunicação com o Arduino através do módulo HX711(USINAINFO, 2020).

Figura 11 - Sensor de peso



Fonte - USINAINFO (2019)

Figura 12 - Diagrama sensor de peso



Fonte - USINAINFO (2019)

O módulo HX711 (figura 16) foi utilizado para amplificar o sinal das células de carga, fazendo a interligação entre essas células e o microcontrolador.

Segundo a NR 11 item 11.1.3.2 todo equipamento será indicado, em lugar visível, a carga máxima permitida, logo, esse sistema tem por finalidade não permitir operação do robô quando estiver com excesso de carga.

Figura 13 - Módulo amplificador HX711



Fonte - FILIPEFLOP (2018)

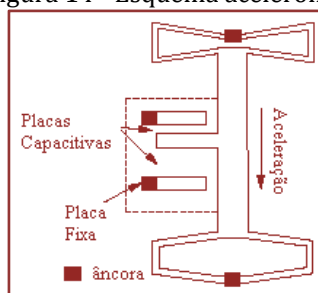
III. SISTEMA DE PROTEÇÃO DE OPERAÇÃO EM ACLIVES E DECLIVES

O item 3.1.1.1 da NR 11 prevê que a inclinação do piso deve ser, no máximo, 5%, segundo dados dos acidentes ocorridos entre 1984 e 1991 nos EUA, com empilhadeiras, a OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) determinou que a segunda maior causa de acidentes são tombamento ou capotagem (ANTONIO, 2011), logo, o sistema de proteção de operações em aclives ou declives utiliza um acelerômetro (figura 17) para calcular a variação do eixo Y afim de não permitir operação do garfo de carregamento de carga quando há o risco de acidentes por tombamento. (USINAINFO, 2020).

O Acelerômetro, que foi o sensor utilizado, verifica o posicionamento para medir a inclinação de um objeto tendo referência com a direção de gravidade da Terra. É um módulo que possui três eixos / triaxial (X, Y e Z), há uma variação de tensão para cada eixo, indicando a posição atual, o mesmo possui sensibilidade e o baixo consumo de energia, pois possui um micro capacitor responsável pela medição do sinal e com um filtro para diminuição dos ruídos, além de possuir o próprio circuito para compensar a temperatura(USINAINFO, 2020).

Este sensor permite medir a aceleração de um corpo em relação à gravidade através de 3 eixos. Utilizado também para indicar a posição atual em robôs, possibilitando efetuar manobras abortivas, como no caso de previsão de possíveis quedas (USINAINFO, 2020).

Figura 14 - Esquema acelerômetro



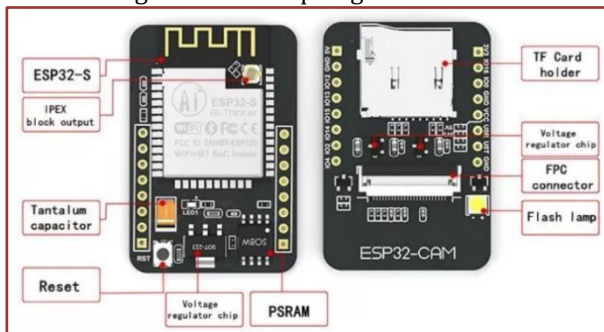
Fonte - FRONTEIRATEC (2013)

IV. SISTEMA DE MONITORAMENTO IP

Para o sistema de monitoramento utilizamos o módulo ESP32 CAM (figuras 18 e 19) que é um módulo eletrônico altamente tecnológico desenvolvido especialmente para conectar projetos robóticos através do Internet Protocol (IP) com maior facilidade e baixo custo e possui diversas opções de recursos como de detecção e reconhecimento facial, captura de imagens e vídeos diretamente no microcontrolador e um slot exclusivo para cartão micro SD, o que permite que as imagens sejam devidamente armazenadas sem comprometer o funcionamento do equipamento, Possui também conexão WiFi e com Bluetooth V4.2 embutido e microprocessador dual core 32-bit LX.

Com esse módulo conseguimos realizar o monitoramento das operações do robô empilhador, promovendo dados para mapeamento de acidentes e oportunidades para novas implementações.

Figura 15 - Guia pinagem ESP32 CAM



Fonte - FILIPEFLOP (2019)

Figura 16 - ESP32 CAM



Fonte - FILIPEFLOP (2019)

V. SISTEMA DE ADVERTÊNCIA SONORA

O estabelecido no item 11.1.7 da NR 11 é que os equipamentos de transporte tem possuir sinal de advertência sonora. Dado esse critério, a simulação deste sistema foi realizada através do módulo de Buzzer (figura 20) passivo BP18, que é um alto-falante destinado a emitir sinais sonoros a partir do pulso de diferentes frequências. O Buzzer é uma estrutura simplificada e integrada de transdutores eletrônicos, a principal finalidade do módulo é a emissão de sinais sonoros como forma de alerta para que o operador fique informado de algo está ocorrendo. O acionamento do buzzer é feito através da placa microcontroladora.

Figura 17 - Módulo Buzzer



Fonte - FILIPEFLOP (2016)

VI. SISTEMA DE SINALIZAÇÃO LUMINOSA

Um componente extremamente utilizado é o diodo emissor de luz (figura 21), seja como uma fonte luminosa ou sinalizadora em projetos eletrônicos. Ele é um componente eletrônico bipolar, possui dois terminais: o ânodo e o cátodo. Através de sua polarização permite ou não a passagem da corrente elétrica. Dentre os componentes mais importantes do LED temos o chip semiconductor, o qual possui dimensões pequenas, mas com grande funcionalidade: gerar a luz do LED.

Figura 18 - Composição do Led



Fonte - FRONTEIRATEC (2013)

O sistema de sinalização luminosa do robô empilhador tem o objetivo de sinalizar as operações e manobras do equipamento, afim de garantir um aviso de utilização.

a. Lista de materiais

Para o desenvolvimento do protótipo foi necessário a utilização dos seguintes materiais (tabela 1).

Tabela 1- Lista de materiais utilizados

| Item | Qualidade |
|----------------------|-----------|
| Arduino uno | 1 |
| Arduino Mega | 1 |
| Sensor Ultrassônico | 1 |
| Sensor de Peso | 2 |
| Módulo HX711 | 1 |
| Módulo Relé | 1 |
| Acelerômetro | 1 |
| Motor vidro elétrico | 2 |
| Motor de passo | 1 |
| Módulo ESP32CAM | 1 |
| Módulo NRF24L01 | 2 |
| Módulo Buzzer | 1 |
| Joystick | 2 |
| Led | 1 |

Fonte - Dados do autor (2020)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento deste protótipo de robô empilhador objetivou a inclusão de sistemas inteligentes e integrados ao processo que pudessem garantir saúde, segurança e economia à indústria, ao longo do desenvolvimento deste, buscamos atender aos critérios estabelecidos pelas normas NR11 e NR12, além das considerações para implementações dado os índices de acidentes ocasionados com este tipo equipamento na indústria.

Através da IDE pudemos desenvolver um *software* aplicado para evitar os acidentes e promover mais segurança na indústria, e isto só foi possível através de simulações de sistemas, com os recursos que o arduino nos proporcionou, como por exemplo, sensor ultrassônico que permitiu o controle da distância de um objeto em relação a parte posterior do robô, que em situações de pontos cegos evita colisões. Uma forma de melhorar este sistema seria adicionando um regulador de tensão a este circuito, assim, conforme fosse se aproximando do objeto a velocidade do robô iria diminuindo gradativamente até interromper a operação, outra forma de segurança e contribuição para evitar acidentes, foi a implementação do sistema de proteção à sobrepeso e operação em aclives e declives, a implantação das células de carga nos garfos do robô estabelecem o peso máximo suportado pelo equipamento reduzindo a possibilidade de acidentes como tombos e capotamentos e junto as células de carga outro sistema que corrobora para este resultado é o acelerômetro que não permite operação de levantamento de carga em aclives ou declives, situações as quais há maiores riscos de acontecer este tipo de acidente.

Os desenvolvimentos tecnológicos aplicados ao processo, transporte de materiais, visam mais um passo para alavancarmos à indústria 4.0 e o sistema de monitoramento via protocolo Internet com o módulo ESP32CAM nos dá a sensação de um processo mais conectado, no qual os dados ficam disponíveis e acessíveis para visualização e novas oportunidades de implementações no processo, o que gera mais economia com processos inteligentes e os sistemas de sinalizações tanto sonora quanto luminoso que atua durante a operação remota, outro sistema aplicado com o módulo NRF24L01 que dispensa a mão de obra direta no processo, exigindo menor desgaste humano, propicia mais saúde aos operadores e trabalhadores adjacentes.

Dados os resultados da elaboração do sistema desenvolvido para automatizar o processo de transporte e movimentação de materiais, observamos a possibilidade de obter mais produtividade, promovendo saúde e viabilizando a economia na indústria (figura 22).

Figura 19 - Protótipo Robô Empilhador



Fonte – Dados do Autor (2020)

5. CONCLUSÃO

A conclusão do desenvolvimento do protótipo de Robô Empilhador para automatização e aumento de produtividade de processos nos permitiu analisar o atual cenário desse processo e de como há a necessidade de implementações inteligentes no referido, visto que, todo produto final é proveniente das movimentações de suprimentos.

A inclusão de sistemas de segurança e operações remotas atendem para a problemática abordada visando aumentar a eficiência do processo e reduzir os números de acidentes, todavia, a otimização desse processo ainda pode ser melhorada através do desenvolvimento de outras vertentes afins de potencializar os resultados.

Portanto, é evidente a necessidade dos profissionais de engenharia elétrica como fator fundamental para o desenvolvimento de sistemas de automatização voltados para indústria 4.0 que preveem a utilização de demais tecnologias com IoT (*Internet of things*), *bigdata* (banco de dados), AI (*Artificial Intelligence*) entre outras com o foco de integrar a um único sistema muito mais eficiente e lucrativo.

REFERÊNCIAS

- [1] ANTONIO, M. Riscos na operação de empilhadeira elaborado em 2010. Disponível em < <https://zonaderisco.blogspot.com/2010/06/riscos-na-operacao-de-empilhadeiras.html> > acessado em 10 de outubro de 2020.
- [2] BRASIL. Norma Regulamentadora nº 11: Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais, Portaria MTPS n.º 505, de 29 de abril de 2016, Diário Oficial da União. 02 maio de 2016. República Federativa do Brasil.
- [3] BRASIL. Norma Regulamentadora nº 12: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, Portaria MTb n.º 98, de 08 de fevereiro de 2018, Diário Oficial da União. 09 de fevereiro de 2018. República Federativa do Brasil.

- [4] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Guia de Análise acidentes de Trabalho elaborado em 2010. Disponível em <http://www.mte.gov.br/seg_sau/guia_analise_acidente.pdf>. Acessado em 10 de outubro de 2020.
- [5] Cassou B, Derriennic F, Monfort C, Norton J, Touranchet A. Chronic neck and shoulder pain, age, and working conditions: longitudinal results from a large random sample in France. *Occup. Environ Med* 2002.
- [6] CESÁRIO, João. Revolução Industrial. 2020, Trabalho de conclusão de cursos da Universidade Positivo.
- [7] CHASE, O. Sistemas Embarcados. Disponível em: <<http://www.lyfreitas.com.br/ant/pdf/Embarcados.pdf> > Acessado em 15 fevereiro 2020. CLARK EMPILHADEIRAS. Manual de Garantia e Revisões 2008.
- [8] CURTOCIRCUITO, Componentes eletrônicos e arduino. Disponível em: < <https://www.curtocircuito.com.br/>> acessado em 12 de outubro de 2020.
- [9] DELAI, A. L. Sistemas Embarcados: a computação invisível. Disponível em:< <https://www.hardware.com.br/artigos/sistemas-embarcados-computacao-invisivel/conceito.html>> Acesso em 16 outubro 2020.
- [10] FILIPEFLOP, Componentes eletrônicos. Disponível em: < <https://www.filipeflop.com/>> acessado em 12 de outubro de 2020.
- [11] FLEURY, Paulo Fernando. Terceirização logística no Brasil. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Ed. Atlas, p. 313-324, 2003.
- [12] FLUXO. Automação industrial e seus benefícios. Disponível em: < <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/projetos-mecanicos/automacao-industrial/>> acessado em: 13 de outubro de 2020.
- [13] FRONTEIRATEC, Soluções inovadoras em TI. Disponível em: < <https://fronteiratec.com/>> acessado em 12 de outubro de 2020.
- [14] JUNIOR, C. P. M., A Segurança no uso de de veículos Industriais elaborado em 2011. Disponível em <http://www.cpsol.com.br/website/artigo.asp?cod=1872&idi=1&id=4117> acessado em 15 de outubro de 2020.
- [15] MESQUITA, S, S, M. NR 11 elaborado em 2012. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAu_sAL/nr-11>acessado em 12 de outubro de 2020.
- [16] NAVARRO, A, F. Riscos Associados ao transporte de Cargas elaborado em 2012.
- [17] Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfRDMAA/riscos-associados-aotransporte-cargas>> acessado em 10 de outubro de 2020.
- [18] Empilhadeira e seus riscos no local de trabalho elaborado em 19 de março de 2018. Disponível em: < <https://betaeducacao.com.br/empilhadeiras-e-seus-riscos/>> acessado em 17 de outubro de 2020.
- [19] OHSAS. OHSAS 18001:2007. Occupational Health and Safety management systems. Requirements. OHSAS, 2007.
- [20] OLIVEIRA, André Schneider de; ANDRADE, Fernando Souza de. Sistemas Embarcados: Hardware e Firmware na prática. 2. ed. São Paulo: Érica, 2010.
- [21] SESI - Serviço Social da Indústria. Legislação Comentada: Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho. Departamento Regional da Bahia. - Salvador, 2008. Disponível em<https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/748669/mod_resource/content/1/NRs_Comentadas.pdf> Acesso em 12 de outubro de 2020.
- [22] SILVA, Luiz. Mapeamento de risco na operação de empilhadeiras em uma indústria de bebidas utilizando o método de APR. 2019, Monografia de Especialização de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.
- [23] SOUSA, Rafaela. Terceira revolução industrial. Mundo educação. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm>> Acesso em 16 de outubro de 2020.
- [24] SOUNIS, E. Manual de higiene e medicina do trabalho. 2ª Ed. São Paulo, Icone, 1991.
- [25] UNIVALE. Automação de processos industriais. Elaborado em 02 de setembro de 2019. Disponível em: < <https://www.docsity.com/pt/trabalho-automacao-de-processos-industriais/4977935/>> Acessado em: 11 de outubro de 2019.
- [26] USINAINFO, Eletrônica e robótica. Disponível em: < <http://tecnomelque.blogspot.com/2016/08/modulo-rele-de-4-canais-como-ponte-h.html>> acessado em: 12 de outubro de 2020.

Capítulo 3

Esteira automatizada com sensores de indicação para seleção e contagem de produtos

Elvis Gregori Figueira Souza

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Desde a transição do processo de manufatura para a indústria mecânica, fato caracterizado como revolução industrial, os sistemas de produção automatizados vêm se destacando por sua enorme capacidade de produção e controle de processos. O objetivo deste trabalho foi apresentar estudo sobre um projeto de esteira automatizada com sensores de indicação para seleção e contagem de produtos, a finalidade da esteira foi funcionar sem intervalos de tempo, com maior precisão, para detectar produtos, no qual havendo produtos inadequados será descartado conforme sua cor, além de mostrar os números de produtos por um tempo muito mais rápido e sem operador no local. O método utilizado foi através de um planejamento com intuito de garantir a agilidade na movimentação de materiais, facilitando a rotina e dinamismo as tarefas. Os resultados mostraram que após os testes o correto funcionamento dos sensores, quanto a leitura dos objetos selecionados ou não, bem como a contagem realizada pelo programa. Por fim, conclui-se que a elaboração desse projeto foi de grande valia, pois ajudou a aperfeiçoar o aprendizado sobre o assunto, assim aprimorar os conhecimentos teóricos e com isso aplicá-los, agregando valor ao curso de engenharia elétrica e confirmar que a presença do engenheiro eletricitista no processo de automação é fundamental.

Palavras Chave: Automação industrial, Indústria mecânica, Fábrica inteligente

1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 utiliza de tecnologias avançadas para gerar melhoria nos processos produtivos, propondo novos modelos de negócio com desenvolvimento avançado. Esse novo processo acarretará ganho na produtividade, economia de materiais e redução nos gastos com manutenção, uma vez que as máquinas passam a operar de modo mais eficiente, já que possuem toda a informação necessária para seu funcionamento. A adaptação de forma rápida proporcionará aos consumidores produtos personalizados, de acordo com a necessidade de cada um, já que as fábricas terão a capacidade de produzir diferentes produtos em curto intervalo de tempo (TELES, 2019).

Desde a transição do processo de manufatura para a indústria mecânica, fato caracterizado como revolução industrial, os sistemas de produção automatizados vêm se destacando por sua enorme capacidade de produção e controle de processos (SOUZA, 2020).

Um sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico/químico de maneira específica e que pode ser transformado em outra grandeza física para fins de medição/ou monitoramento. Desta forma, o sensor associado a um módulo de transformação do estímulo em uma grandeza para fins de medição e/ou monitoramento pode ser definido como transdutor ou medidor, que converte um tipo de energia em outro (BALBINOT, 2011).

Atualmente com a chegada da Indústria 4.0 muitas empresas buscam o diferencial competitivo para agilizar entregas de seus produtos, entretanto para alcançar a competitividade precisa de um planejamento e controle de produção onde possa atribuir agilidade, economia e praticidade no trabalho braçal. Diante do exposto como viabilizar um processo para os sistemas que agilizem e separem produtos por tamanho e baixo custo de manutenção?

Assim diante dos fatos, o objetivo do trabalho foi apresentar estudos sobre um projeto de esteira automatizada com sensores de indicação para seleção e contagem de produtos, a finalidade da esteira foi funcionar sem intervalos de tempo, com maior precisão, para detectar produtos, no qual havendo produtos inadequados será descartado conforme sua cor, além de mostrar os números de produtos por um tempo muito mais rápido e sem operador no local.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INDÚSTRIA 4.0

As bases da indústria 4.0 surgiram em 2011, a partir de uma iniciativa de empresas, políticos e acadêmicos alemães para manter a posição da indústria nacional como uma das mais competitivas no mundo (KAGERMANN et al, 2013).

Na época o grupo de pesquisa identificou que a Tecnologia da Informação e Telecomunicações (TIC) era responsável por fornecer suporte para a modernização das linhas de produção desde a década 80 e que seria extremamente estratégico contar com esse apoio no futuro (KAGERMANN et al, 2013).

A Alemanha não foi o único país a identificar o grande potencial dessa tecnologia, os termos “Produção Inteligente”, “Fabricação Inteligente” ou “Fábrica inteligente” passam a serem usados na Europa, na China e nos EUA para se referir especialmente à rede digital de produção para criar sistemas de fabricação inteligente, enquanto o termo igualmente avançado “Fabricação Avançada” abrange um espectro mais amplo de tendências de modernização no ambiente de fabricação (WAHLSTER et al, 2013).

A quarta revolução ou indústria 4.0 já está acontecendo. O termo foi apresentado pela primeira vez no fórum Econômico Mundial de Davos por Klaus Schwab, no ano de 2017. O objetivo principal era agregar valor na economia da Alemanha que passava por um momento de estagnação. Na época, o grupo de pesquisa identificou que a Tecnologia da Informação e Telecomunicações (TIC) era responsável por fornecer suporte para a modernização das linhas de produção desde a década 1980 e que seria extremamente estratégico contar com esse apoio no futuro (KAGERMANN et al, 2013).

Segundo Silveira (2017), a Indústria 4.0 é um conceito de indústria proposto recentemente e que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura. A partir de Sistemas Cyber-Físicos, Internet das

Coisas e Internet dos Serviços, os processos de produção tendem a se tornar cada vez mais eficientes, autônomos e customizáveis. Isso significa um novo período no contexto das grandes revoluções industriais. Com as fábricas inteligentes, diversas mudanças ocorrerão na forma em que os produtos serão manufaturados, causando impactos em diversos setores do mercado

2.2. AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Automação é todo o processo que realiza tarefas e atividades de forma autônoma ou que auxilia o homem em suas tarefas do dia a dia. As antigas rodas d'água, os pilões e os moinhos são considerados sistemas automatizados. Com o advento das máquinas, principalmente após a chegada das máquinas a vapor, a automação estabeleceu-se dentro das indústrias e, como consequência imediata, a elevação da produtividade e da qualidade dos produtos e dos serviços. Ainda assim, a automação era muito dependente do homem, pois havia máquinas automáticas espalhadas pelas fábricas, mas sem integração entre elas (ROSÁRIO, 2009).

Segundo Groover (2001), automação pode ser definida com uma tecnologia preocupada com a aplicação de mecânica, eletrônica e sistemas baseados em computadores para operar e controlar uma produção.

Conforme o *site* da Univates (2017), automação industrial é a aplicação de técnicas, softwares e equipamentos específicos em uma determinada máquina ou processo industrial, com o objetivo de aumentar a sua eficiência.

2.3. SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

Sistema supervisório é definido como uma interface de fácil leitura, com o objetivo de converter dados do processo de produção em gráficos ou em “telas amigáveis”, de modo a facilitar a percepção e a atuação do operador sobre o processo. De um modo geral é um sistema computacional que obtém os dados do processo e os transforma em dados gráficos, mostrando-os em um monitor. (SILVA, 2004; RIBEIRO, 2001).

Os sistemas inteligentes de supervisão são utilizados em grande escala nos processos industriais por permitir um controle em tempo real de tudo o que acontece na fábrica, gerando relatórios e gráficos que podem ser usados para melhoria nos diversos processos que cada empresa possui. (VIANA, 2008).

2.4. CONTEXTO HISTÓRICO DOS SENSORES

Criados em 1950, os sensores tornaram-se ao longo dos anos peças fundamentais à automação industrial. Estes produtos são responsáveis pela detecção de quaisquer movimentações no ambiente fabril, seja para contagem de material, controle de direção, até nível de fluidos e verificação de material dentro do recipiente (ENGEREY, 2017).

Para Balbinot (2011) os sensores são dispositivos essenciais na automação industrial, com a função de controlar diferentes aspectos, como nível, temperatura, posição, velocidade, pH e outros, de modo a contribuir para o processo produtivo

Há sensores para diferentes aplicações. Os tipos de sensores industriais podem ser: Sensores de Pressão, Sensores de Temperatura, Sensores de Nível, Sensores de Vazão e ainda os mais comuns: indutivo, capacitivo, fotoelétrico, magnético e ultrassônico (ENGEREY, 2017).

Os sensores de proximidade indutivos são dispositivos eletrônicos capazes de detectar a presença ou aproximação de elementos metálicos diversos. Esta detecção ocorre sem o contato físico entre o sensor e o elemento detectado. Estes sensores são totalmente vedados, com invólucros robustos, não possuem partes móveis, o que aumenta em muito sua vida útil. Possuem características de velocidade e confiabilidade superiores aos equipamentos eletromecânicos equivalentes. São largamente empregados na indústria, em máquinas, injetoras de plástico, linhas transportadoras, entre outros (NOVUS, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O Planejamento da esteira foi realizado com intuito de garantir a agilidade na movimentação de produtos, facilitando a rotina e dinamismo as tarefas.

A solução foi a produção de uma esteira, no qual os sensores indutivo, capacitivo e ultrassônico seriam capazes de contabilizar objetos que passassem ao longo da referida, e assim verificando se os objetos atendem ou não as características pré-determinadas no programa.

Os materiais utilizados para confecção e funcionamento da esteira estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Componentes e custo para confecção e funcionamento das esteiras

| COMPONENTES | QUANTIDADE | PREÇO |
|-------------------------------|------------|------------|
| Motor elétrico | 1 | R\$ 160,00 |
| Engrenagem do motor | 1 | R\$ 30,00 |
| Correia de corrente | 1 | R\$ 40,00 |
| Disjuntos bifásico | 1 | R\$ 20,00 |
| Sensor de presença da esteira | 1 | R\$ 25,00 |
| Esteira de eletro calha | 1 | R\$ 200,00 |
| Compensado de 10mm | 1 | R\$ 20,00 |
| Sensor de umidade e tensão | 1 | R\$ 40,00 |
| Compressor | 1 | R\$ 40,00 |
| Sensor ultrassônico | 1 | R\$ 14,00 |
| Cilindro pneumático | 2 | R\$ 15,00 |
| Tubo Tecalom 6m | 4 | R\$ 6,00 |
| Tubo Tecalom 1m | 3 | R\$ 1,00 |
| Inversor de frequência | 1 | Cedido |
| Fonte 24 Volts | 1 | Cedido |
| Sensor indutivo | 1 | Cedido |
| Sensor capacitivo | 1 | Cedido |
| Arduino UNO | 1 | Cedido |

Fonte: Elaborado pelo autor - 2020

O inversor de frequência, teve a função de controlar a velocidade do motor, sem a utilização do inversor, A fonte de 24V da marca *SchneiderElectric*®, de 1.2A, utilizada para comutar as válvulas que controlaram os *status* do cilindro em estado avançado ou estado recuado.

O funcionamento do sensor indutivo baseia-se no princípio da impedância, no qual, uma bobina de indução tem a capacidade de alterar uma corrente alternada quando um objeto metálico ou corrente elétrica é posicionado dentro do fluxo do campo magnético. Por este motivo que o sensor reage a proximidade de objetos metálicos.

Assim os sensores capacitivos são dispositivos que recebem e respondem a um estímulo físico, químico ou a um sinal. Apresentando funcionamento com princípio similar ao capacitor, com a diferença que, no sensor indutivo a capacitância é variável de acordo com a distância entre a superfície de leitura do sensor e o material a ser detectado.

O sensor ultrassônico é capaz de medir distância entre 2cm e 4m com muita precisão. A medição da distância entre os objetos é realizada através da utilização da alta frequência de som. É utilizado no ambiente terrestre e tem o ar como meio de transmissão.

No projeto em esteira foi utilizado o cilindro pneumático de simples ação, que possui o retorno ou o avanço através de uma mola, e no qual somente um dos movimentos é realizado através do ar comprimido. Os cilindros irão selecionar os objetos que passam pela esteira e serão acionados pela válvula elétrica. No entanto, os mesmos são pequenos e não conseguem derrubar completamente os objetos selecionados na esteira.

Motor trifásico com fechamento para dois fios e alimentação de 220V. Houve a dificuldade de regular a força e a velocidade do motor, no entanto, o problema foi contornado com um inversor de frequência que passou a controlar a velocidade e o torque do mesmo.

Compressor para acionamento dos cilindros e funcionamento das válvulas, já que se trata de um equipamento eletromecânico com a capacidade de captar o ar do meio ambiente para armazená-lo num reservatório próprio, proporcionando o aumento da pressão do ar.

Transformador *Multicraft*® com potência máxima de 1500 VA, para reajustar a tensão do inversor que opera em 220V, e como o local onde o projeto foi apresentado não dispõe de tomadas que operam em 220V, o transformador foi utilizado para converter a tensão em 110V

As válvulas utilizadas no projeto têm funcionamento com saída para acionamento de três cilindros. O acionamento das válvulas e elétrico com comutação de 24V.

O sensor infravermelho ativo, composto por um emissor de luz infravermelha e um receptor que tem a capacidade de reagir a luz. Os sensores serão responsáveis pela detecção dos objetos que passarem ao longo da esteira.

As plataformas utilizadas referentes a parte de programação do projeto foram a IDE do Arduino versão 1.5.5 e o Visual Studio 2013, que se baseiam nas linguagens C e C#, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A esteira mede 65cm de comprimento e 7cm de largura como apresentada na figura 1. A referida é formada por plataforma metálica com furos para adequação de montagem. Suas engrenagens foram produzidas de PVC, as quais são ajustáveis, possuindo diâmetros de 6cm e 8cm, respectivamente.

Figura 1 - Esteira Transportadora



Fonte: Dados dos autores/2020.

A programação foi realizada no Arduino, onde houve o reconhecimento da presença do bloco de metal pelo sensor indutivo, e do bloco de madeira reconhecido pelo sensor capacitivo, desse modo sendo acionados pelo cilindro pneumático e recolhidos da esteira na metade do percurso através de uma rampa. Usando o princípio do terceiro excluído, o bloco de PVC, faria o percurso completo e no final era recolhido.

Após essa primeira etapa, optou-se pela utilização de dois sensores infravermelhos juntamente com o sensor ultrassônico, uma vez que os sensores indutivos e capacitivos não estavam realizando uma leitura precisa dos objetos, havendo muitas falhas de leitura. Houve também a criação de um programa que irá ser responsável pelo acionamento da esteira e seleção dos objetos através de determinados comandos.

O programa foi composto de uma única janela, a qual possui um template onde seria mostrado o logo da instituição, nome dos colaboradores da equipe, data e horários sincronizados com o computador, nome da janela (supervisório) e o bloco de comunicação na janela (bloco combo Box) que tem como função exibir uma caixa de texto editável chamada de comunicação Serial RS232. No combo Box encontra-se uma porta de comunicação que tem por objetivo selecionar as portas COMs disponíveis no computador ou estação de trabalho.

A conexão via serial somente será possível ao clicar no botão de conectar, desde que as caixas com dados da velocidade, paridade e bit de dados estejam todas devidamente definidas, caso contrário, havendo alguma inconformidade no preenchimento dos dados, uma janela de alerta será aberta informando que a conexão não será possível, uma vez que foi detectada uma incoerência ou falta de concordância de configuração entre o computador e os controlados.

Se houver a seleção e preenchimento de forma correta da porta COM a ser utilizada e dos dados de velocidade, paridade e bits de dados, ao ser clicado o botão de conectar para a inicialização e execução do programa, surgirá uma tela de aviso informando que o programa e o computador estão em comunicação. Desse modo a função conectar será desabilitada, uma vez que o programa estará em execução e o botão desconectar será habilitado.

A programação se dá na linguagem *C-Sharp*, uma linguagem de forte tipagem e simples, de fundamental importância por se tratar de programação em objeto. Apesar de a programação ser desenvolvida em *C-Sharp*, a compilação desenvolve-se em visual básico, caracterizando a aplicação de indústria 4.0, uma vez que por meio desta será possível o monitoramento e funcionamento da esteira em questão.

Foram realizados testes abrangendo a parte estrutural e o funcionamento dos códigos programados. A primeira montagem da esteira não obteve sucesso, uma vez que a mesma ficou com tamanho muito grande e o motor trifásico, que foi retirado de um ventilador, não teve força suficiente para fazer a esteira funcionar. Por este motivo a esteira teve seu tamanho reduzido para metade e passou-se a utilizar outro motor, no entanto, novamente houve um novo empecilho, já que desta vez a esteira estava girando com muita velocidade e, para sanar este novo problema, foi utilizado um motor inversor para controlar a velocidade.

Optou-se pela troca dos sensores indutivo e capacitivo por sensores infravermelhos com o objetivo de se obter melhor precisão na leitura dos objetos.

No projeto foram utilizadas duas plataformas de programação, Arduino e Visual Studio. Esta primeira está responsável pelo processamento das informações recebidas dos sensores e pela execução dos próximos passos. O principal desafio foi a criação de um contador que iria mostrar a leitura do objeto na porta serial do Arduino através do protocolo RS232, o qual caracteriza-se por uma interface que pressupõe o aterramento entre dois dispositivos envolvidos na comunicação de dados chamados DTE e DCE.

DTE significa *Data Terminal Equipamente* normalmente consiste em um PC. DCE significa *Data Circuit-terminating Equipamente* caracteriza-se pelo elemento que irá enviar ou receber os sinais de controle no PC. Em suma seria a interface da parte mecânica do projeto (esteira) e a serial do Arduino responsável pelos comandos de acionamento da esteira.

Após os testes estruturais e de comunicação entre *softwares*, foi necessário a verificação do funcionamento da esteira e da serial do Arduino. Para isso, os objetos foram colocados ao longo da mesma. Seguindo esses passos, foi verificado o correto funcionamento dos sensores, quanto a leitura dos objetos selecionados ou não, bem como a contagem realizada pelo programa.

5. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou a produção de uma esteira, no qual os sensores indutivo, capacitivo e ultrassônico seriam capazes de contabilizar objetos que passassem ao longo da referida, e assim verificando se os objetos atendem ou não as características pré-determinadas no programa. O projeto da esteira apresentou em seu funcionamento a separação automaticamente para o recipiente e informando para o operador foram selecionadas.

Por fim, conclui-se que a elaboração desse projeto foi de grande valia, pois ajudou a aperfeiçoar o aprendizado sobre o assunto, assim aprimorar os conhecimentos teóricos e com isso aplicá-los, agregando valor ao curso de engenharia elétrica e confirmar que a presença do engenheiro electricista no processo de automação é fundamental.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Sistema de energia elétrica. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Fweb%2Fguest%2Fbusca&_101_assetEntryId=15056183&_101_type=content&_101_groupId=656835&_101_urlTitle=sistema-de-energia-eletrica&inheritRedirect=true. Acesso em 11 de setembro de 2020.
- [2] AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. Indústria 4.0. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0/> Acesso em 04 de setembro de 2020.
- [3] ENGEREY. Painéis Elétricos. Tipos e aplicações de sensores na indústria. Disponível em: <http://www.engerey.com.br/blog/tipos-e-aplicacoes-de-sensores-na-industria#:~:text=Criados%20em%201950%2C%20os%20sensores,de%20material%20dentro%20do%20recipiente>. Acesso em 18 de setembro de 2020.
- [4] MARTINS, M. G. Princípios de Automação Industrial. [S.l.]: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 20, 31, 32, 34 e 37.
- [5] NOVUS. Sensores de Proximidade Indutivo. NOVUS Produtos eletrônicos LTDA – Brasil, 2009. Disponível em: <https://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=621808&SecaoID=619288&SuAcesso> em 15 de setembro de 2020.
- [6] SILVA, Ana Paula Gonçalves; Salvador, Marcelo. O que são sistemas supervisórios? Elipse Software Ltda, 10 out.2004.
- [7] SOUSA, Rafaela. "Segunda Revolução Industrial"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/segunda-revolucao-industrial.htm>. Acesso em 07 de setembro de 2020.
- [8] TELES, Jonathas. Indústria 4.0 – Tudo que você precisa saber sobre a Quarta Revolução Industrial. Disponível em: <https://engeteles.com.br/industria-4-0/> Acesso em 07 de setembro de 2020.
- [9] UNIVATES. Automação Industrial, Disponível <https://www.univates.br/tecnicos/automacao-industrial> em: Acesso em 19 de setembro de 2020.
- [10] VIANNA, Willian da Silva. Sistema SCADA Supervisório. Instituto Federal Fluminense de Educação Ciência e Tecnologia, 2008.

Capítulo 4

Automação e controle de eficiência energética residencial

Fang Yao

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: A automação residencial é um conjunto de tecnologia para facilitar e automatizar tarefas habituais da sua residência proporcionando ao usuário o conforto e comodidade. O propósito do projeto foi utilizar os microcontroladores para automatizar serviços rotineiros, monitorar e controlar a eficiência de consumo energética da residência. Através de uma aplicação web enviará comunicação a Arduino UNO que disponibilizará o controle sobre a abertura da porta principal, controle de iluminação interna e externa, acionamento e desligamento dos aparelhos eletrônicos com Ar condicionado, TV, ventilador. A realização desse projeto mostrou que é possível desenvolver um sistema de automação com baixo custo, fácil acessibilidade e alta confiabilidade.

Palavras-chave: Automação residencial, Microcontroladores, Eficiência energética

1. INTRODUÇÃO

Automação residencial é o conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética (SALVATERRA, GUILHERME 2016).

Segundo Bolzani, (2004), “A automação residencial pode ser definida como um conjunto de tecnologias que ajudam na gestão e execução de tarefas domésticas. A sua utilização tem por objetivo proporcionar um maior nível de conforto, comodidade e segurança além de um menor e mais racional consumo de energia”.

Para Wortmey; Freitas; Cardoso, (2005) “automação residencial representa o emprego de tecnologias ao ambiente doméstico (incluindo residências, condomínios, hotéis), com o objetivo de propiciar conforto, praticidade, produtividade, economia, eficiência e rentabilidade, com valorização da imagem do empreendimento e de seus usuários”.

A disponibilidade de micro controladores cada vez mais potentes e baratos viabiliza o desenvolvimento em larga escala de dispositivos inteligentes capazes de realizar automaticamente tarefas domésticas. As diversas tecnologias já disponíveis de infraestrutura de comunicação de dados possibilitando os dispositivos realizarem as tarefas de forma corporativo, com autonomia e mobilidade (ALMEIDA, 2009).

Diante da problemática, o objetivo deste projeto foi apresentar uma análise de automação e controle de sistema de iluminação, aparelhos domésticos, otimizando a eficiência energéticas residencial.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

O desenvolvimento dos sistemas de automação residencial surgiu depois de seus similares nas áreas industrial e comercial. Em primeiro lugar, foi desenvolvido a automação industrial, ligada ao controle e à supervisão das linhas de produção. Em seguida, surgiu a automação de edifícios voltadas as áreas institucionais e mais recentemente em áreas residenciais (MORAES, 2015).

Atualmente, as preocupações no desenvolvimento deste ramo concentram em torno de redução de custo dos equipamentos e de suas integrações, visando o compartilhamento e compatibilidade de recursos. As grandes partes de instalações da unidade domiciliar poderá ser controlada por controle remoto e ate mesmo via internet, o que tornou muito mais fácil o acesso a novos serviços de comunicação, como alertas, voz sobre IP(Internet Protocol), intercomunicação, canais abertos e entre outros recursos (FARIAS, 2010).

2.2. ELEMENTOS BÁSICOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Existem diversos elementos envolvidos por trás da automação residencial, de simples sensores até complexas CLPs, que atendem as necessidades, desejos e condições de cada usuário. Nesse projeto são apresentados os elementos básicos da Automação Residencial: Sensores, Controladores, Atuadores e Interfaces (CAPELLI, 2017).

Os Sensores são os dispositivos que detectam estímulos, medem e monitora grandezas físicas e eventos (temperatura, umidade, movimentos etc.) convertendo as em um valor digital por sistemas computacionais. São os sensores que encaminham as informações aos controladores, para que os controladores possam enviar os comandos adequados para os atuadores (ALMEIDA, 2009).

Os controladores controlam os dispositivos automatizados (atuadores). Monitora as informações dos sensores, enviando os comandos para o atuador ativa ou desativa algum equipamento. Pode possuir interface independentes, na forma de um controle remoto, ou sofisticadas CLPs de automação (ALMEIDA, 2009).

Os atuadores são dispositivos eletromecânicos, que recebem os comandos do sistema de automação e ativam os equipamentos automatizados. São os módulos de acionamento ligados entre a rede elétrica e os equipamentos (ALMEIDA, 2009). Exemplos de atuadores: Para portas, janelas, fechadura digital, indicadores de luminosidade, etc.

As interfaces são os dispositivos ou mecanismos como navegador de internet, celulares, controle remotos, interruptores etc.) que permitem ao usuário visualizar as informações e interagir com o sistema de automação (CASADOMO, 2010).

2.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Segundo Moraes; Santo, (2016) “O mundo moderno tende a cada vez mais à orientação consumista, com explosão populacional, desenvolvimento tecnológico e utilização de aparelhos eletrônicos, que em razão da maciça utilização em razão de conforto e praticidade na vida diária contribuem para o consumo excedente de energia elétrica.”

Nas residências, o efeito do desperdício é sentido na fatura mensal de energia elétrica. Com o projeto de automação residencial é possível demonstrar a economia eficiente de consumo de energia sem comprometer o conforto do usuário.

O controle consumo de energia elétrica é uma das vantagens para o morador que instala um sistema de automação em sua residência A energia é usada apenas onde e quando é necessária. Dispositivos para controle remoto e o tempo apropriado dos aparelhos como ar condicionado, iluminação e dispositivos diversos eliminam os gastos desnecessários de energia (SANTOS, ÂNGELO, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ARDUINO UNO

O Arduino Uno é uma placa de micro controladora baseada no ATmega328. Um dispositivo de 8 bits da família AVR com arquitetura RISC avançada e com encapsulamento DIP28, conforme a Figura 1. Ele conta com 32KB de Flash (mas 512Bytes são utilizados por bootloader), 2 KB de RAM e 1KB de EEPROM. Dispõe de 28 pinos, sendo que 23 desses podem ser utilizados como I/O. Esse microcontrolador pode operar como tensões bem baixas, de até 1,8V., mas nessa tensão apenas opera até 4MHz.

A placa possui pinos de entrada e saída digitais, assim com pinos de entrada e saída analógicas, Arduino Uno possui 14 pinos que podem ser usados como entrada ou saída digitais. Estes pinos operam em 5V, onde cada pino pode fornecer ou receber uma corrente máxima de 40 mA.



Fonte: ARDUINO CC (2015, online)

3.2. MODULO DE SENSOR ESP8266 WI-FI

ESP8266 é um módulo de sistema em chip habilitado para Wi-Fi (SoC) desenvolvido pela Espressif system. É usado principalmente para o desenvolvimento de aplicativos incorporados de IoT (Internet of Things).

3.3. MÓDULO DE RELÉ ARDUINO

Relé de 5V pode ser também usado com AVR, PIC, Raspberry, ARM ou até mesmo o seu circuito eletrônico personalizado. Usando 2 pinos do módulo relé Arduino, pode controlar cargas como lâmpadas, motores, fechaduras e eletrodomésticos, desde que a corrente de operação não ultrapasse 10 A.

Especificações Módulo Relé 5V:

- Tensão de operação: 5 VDC
- Modelo Relé :SRD-05VDC-SL-C
- 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 3 mm para fixação
- Dimensão: 51 x 38 x 20 mm

3.4. DISPLAY LCD 20X4

Este LCD possui 20 caracteres por 4 linhas de exibição que é executado em 5V. Fisicamente suas ligações são iguais as outras encontrados nos demais displays, são 16 pinos para conexão. O LCD mostrará todas as mensagens necessárias para o cliente. Tais como KW consumido, consumo em Watts.

3.5. SENSOR DE CORRENTE 100A SCT-013

O sensor de corrente SCT-013-000 tem a capacidade para medir correntes CA (corrente alternada) até 100^a RMS. É um sensor não invasivo, ou seja, não é eletricamente conectado ao circuito medido. Na prática, trata-se de um transformador de corrente com razão de 100 A para uma corrente secundária de 50 mA.

3.6. DESENVOLVIMENTO DOS HARDWARES

Utilizando microcontrolador Arduino Uno com ESP8266, que permite ao usuário controlar sua residência por qualquer navegador web que tenha acesso a rede local. O projeto será desenvolvido em uma IDE própria do Arduino.

O projeto atenderá uma casa em condomínio residencial com automação dos seguintes dispositivos: pontos de iluminação interna e externa, controlar a temperatura interna da casa, monitoramento de consumo e sistema de segurança.

Para acionamento de iluminação, utiliza um relé ligado à lâmpada e conectado ao Arduino, que fará acionamento deste;

Para acionamento de fechadura elétrica será utilizado uma fonte de alimentação de 12V, que servirá para ativar a fechadura para abertura da porta, ligada a um relé conectado com Arduino com ESP8266.

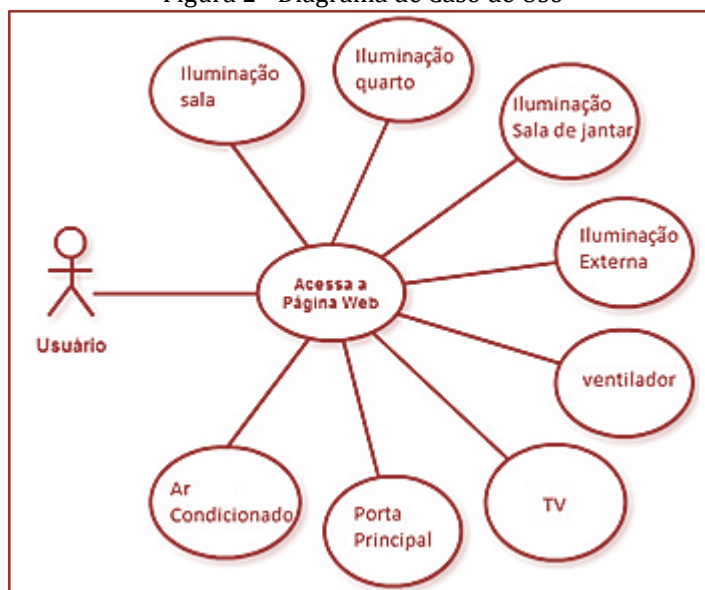
Para monitor consumo elétrica, será utilizado um sensor de corrente 100A SCT-013, conectado ao Arduino para registrar o consumo elétrica.

Para interruptor digital com LCD, que visa ligar a luz do ambiente, será utilizado um Arduino Uno juntamente com shield de LCD e um display LCD 20x4 e um componente de rádio frequência que tem a finalidade de comunicar o módulo de relé da lâmpada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espera-se com este projeto realizar um sistema de automação de uma residência e colocá-lo em funcionamento, permitindo o controle da iluminação, tanto por dispositivos moveis, quando por um display de LCD que se comunica com a central de controle via ondas de radiofrequência; acionando da abertura e fechamento da porta principal. Acionamento e desligamento dos aparelhos eletrônicos como TV, Ar condicionado, ventiladora, conforme figura 2 ilustrado.

Figura 2 - Diagrama de Caso de Uso



Fonte: Dados dos autores, 2020

5. CONCLUSÃO

Este projeto buscou apresentar o desenvolvimento de um sistema de baixo custo, que automatize os processos residenciais, com utilização de microcontroladores Arduino Uno e EPS8266. Podemos observar que o mercado de automação residencial está em constante ascensão, e que é possível automatizar uma residência sem ter que desembolsar muito, pois, além da variedade de preços de equipamentos, cada projeto tem sua particularidade e complexidade.

Foi alcançado o objetivo inicial proposto, tendo um bom funcionamento de todo o conjunto. A utilização do Arduino como controlador dessas funções foi extremamente importante para o sucesso do controle e automação, pois percebeu-se que ele mantém uma boa eficácia em testes realizados, além de ter uma confiabilidade muito grande.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDRAUES, Letícia Prodócimo. A tecnologia bate à porta: a automação residencial, embora pareça futurista, já está presente em muitas casas e é um conceito que ganha cada vez mais espaço no país. automatizar é sinônimo de sofisticação, economia e conforto. 2011. Disponível em: <<http://www.lpaarquitectura.com.br/dicas/a-tecnologia-bate-a-porta>>.
- [2] ARDUINO E CIA. Sensor de umidade e temperatura DHT11. 2013. Disponível em: <<http://www.arduinoocia.com.br/2013/05/sensor-de-umidade-etemperatura-dht11.html>>.
- [3] ARDUINO ethernet shield. 2013. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>.
- [4] AURESIDE. disponível em Associação Brasileira de Automação Residencial. 2014 Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/temastec/default.asp?file=concbasicos.asap>>
- [5] BANZI, M. Primeiros passos com o arduino (Primeira ed.). São Paulo, SP, Brasil: Novatec Editora Ltda. 2010
- [6] BORTOLUZZI, M. SRA Engenharia Blog, 2013. Disponível em http://sraengenharia.blogspot.com.br/2013/01/historico-da-automacaoresidencial_10.html BOLZANI CAIO. RESIDÊNCIAS INTELIGENTES. São Paulo: Livraria da Física, 2004 (p. 20 ss.).

- [7] MARQUES, ROSANA. Automação residencial na imprensa: conceito de automação residencial ganha espaço no mercado. 2015 Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/imprensa/default.asp?file=10.asp>>.
- [8] SALVATERRA, GUILHERME. SANTOS, ÂNGELO. ROBERTO MORAES. RONAN HONÓRIO.
- [9] Capistrano Lima EFICIÊNCIA ENERGÉTICA RESIDENCIAL. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVI, N^o. 000079, 27/01/2016
- [10] SANTOS, D. M. Relé. 2013. disponível em <http://www.infoescola.com/electronica/rele/> TAKIUCHI, M., MELO, É., & TONIDANDEL, F. DOMÓTICA INTELIGENTE: AUTOMAÇÃO BASEADA EM COMPORTAMENTO. Centro Universitário da FEI – UniFE, São Bernardo do Campo - SP. 2014

Capítulo 5

Automação do processo de teste funcional do controle remoto em uma empresa do polo industrial na cidade de Manaus, AM, Brasil.

Kerlisson Sharles Carvalho Barreiros

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Em uma economia globalizada, a flexibilidade e a criatividade são características essenciais. Para que uma indústria atenda as novas necessidades modificações, modernizações devem ocorrer para que a mesma se mantenha competitiva no mercado e um desses caminhos a seguir é a automação. É possível observar que as empresas buscam ao máximo o desenvolvimento de novos produtos, porém com o mínimo investimento para sua implementação. Este presente trabalho teve como objetivo mostrar o desenvolvimento de um dispositivo automático para testes de confiabilidade durante a produção do controle remoto em uma empresa do Polo Industrial de Manaus/AM. Sabendo do funcionamento de um controle remoto IR foram aplicados os conceitos de automação industrial com o intuito de utilizar a plataforma do Arduino para desenvolver um projeto de baixo custo, altamente produtivo com um ótimo retorno para a empresa referida. Diante dos resultados apresentados pode-se concluir que o projeto de automação implementado atingiu o objetivo geral e cumpriu as metas pré-definidas, tendo como resultado um sistema eficiente, de baixo custo e altamente produtivo para a empresa referida. Onde o foco deste projeto era um sistema de baixo custo, fácil de ser alterado e possuindo um ótimo retorno produtivo.

Palavras-chave: Arduino, ondas eletromagnéticas, baixo custo

1. INTRODUÇÃO

Conforme Rosário (2005), em uma economia globalizada, a flexibilidade e a criatividade são características essenciais. Para que uma indústria atenda as novas necessidades modificações, modernizações devem ocorrer para que a mesma se mantenha competitiva no mercado e um desses caminhos a seguir é a automação. É possível observar que as empresas buscam ao máximo o desenvolvimento de novos produtos, porém com o mínimo investimento para sua implementação.

Tubino (2007), nos relata que qualquer inovação tecnológica necessita de um amplo estudo onde sempre se busca maximizar os resultados visando minimizar os riscos nas decisões de cada empresa. Perante isso, a empresa sabendo seus limites de força e habilidades, cria uma vantagem competitiva diante de seus concorrentes e pode efetuar um bom planejamento estratégico. Sabendo disso a automação nos mostra que dependendo do mercado e o tipo de aplicação a empresa só tende a ter benefícios com a sua implementação.

De acordo com Junior e Chagas (2003), a implementação de sistemas automatizados pode contribuir no aumento da competitividade de uma empresa. O aumento da competitividade é resultado da redução de custos com mão de obra, aumento da qualidade, redução de estoques, redução de produtos perdidos durante o processo produtivo, menor tempo para fabricação do produto, otimização no processo de modificação dos produtos e respostas ágeis as solicitações de mercado. Sistemas automatizados tendem a otimizar processos e os resultados podem ser percebidos a curto, médio e longo prazo.

Segundo a pesquisa realizada pela GS1 Brasil (2017), é perceptível a necessidade e os benefícios que a automação pode proporcionar, porém ainda enfrenta algumas barreiras, em que muitas das vezes se faz necessário um alto nível de mudança para atingir um maior nível de automação. A ideia de automação de processos visando bons resultados deve ser bem avaliada devido aos problemas que podem ser encontrados para sua futura implementação. A partir do levantamento de todos os riscos a decisão de implementar ou não uma solução baseada em automação se torna mais fácil para a empresa.

Este presente trabalho teve como objetivo mostrar o desenvolvimento de um dispositivo automático para testes de confiabilidade durante a produção do controle remoto em uma empresa do Polo Industrial de Manaus/AM.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UM CONTROLE REMOTO

Para Bauer e Westfall (2012), ondas eletromagnéticas são formadas por campos elétricos e magnéticos que podem se propagar sem a necessidade de um meio material, podendo se propagar até no vácuo. Ondas eletromagnéticas são comprimentos de onda em certas faixas de frequência que podem ser identificadas nos seguintes tipos: luz visível, infravermelho, ultravioleta, micro-ondas, ondas de rádio, dentre outras. Em um controle remoto a radiação infravermelha é a responsável por transportar os dados entre emissor e receptor.

Segundo Cavalcante e Rodrigues (2013), um controle remoto transmite ondas eletromagnéticas e há dois tipos de controles mais utilizados, o controle remoto de radiofrequência e o controle remoto infravermelho. O controle remoto IR envia sinais em radiação infravermelha onde cada sinal representa uma função específica, mudar de canal, diminuir o volume e etc. O receptor infravermelho recebe os pulsos de luz, identifica e os transforma em sinais elétricos que posteriormente serão processados pelo sistema receptor.

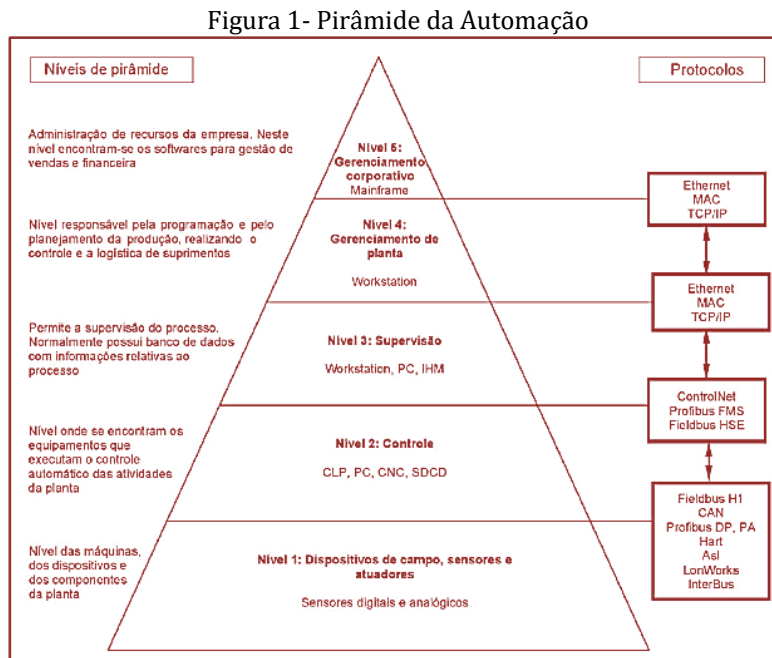
De acordo com Lombardi (2006), o controle remoto funciona a partir de dados enviados pela onda infravermelha, nesse caso, pulsos que no fim serão identificados como uma sequência binária, hexadecimal, uma combinação de código que podem variar de acordo com o fabricante. Dessa forma os microcontroladores a partir da recepção desses dados podem identificar as funções solicitadas como por exemplo: avançar canal, aumentar volume, mudo e etc.

2.2. AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Segundo Rosário (2005), a automação industrial é o que podemos chamar de tecnologia integradora de três áreas: eletrônica em que se envolve os circuitos; a mecânica na forma de atuadores; e a informática no que se refere as comunicações envolvidas (*software*). Conforme Rosário nos diz na automação industrial existem três pilares que formam a base de qualquer projeto de automação, sendo eles a eletrônica, a mecânica e a informática.

Para Moraes e Castruti (2012), a automação entende-se pelo uso de sistemas apoiados em computadores ou similares que tem o intuito de reduzir custos, melhorar o nível de qualidade do produto, trabalhar em favor da segurança das pessoas, reduzir as perdas durante o processo produtivo e produtividade. Uma das vantagens na implementação da automação é a possibilidade de expansão aplicando recursos de fácil acesso e menor custo.

Ainda de acordo com Moraes e Castruti (2012), a automação conta com diferentes níveis formando a pirâmide da automação como podemos ver abaixo na figura 1. Em seu nível mais baixo se encontra os sensores, dispositivos de campo e atuadores, atuando a partir de diversas formas e no topo da pirâmide se encontra a informatização no processo de gestão de uma empresa.



Fonte: ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL (2012)

2.3. ARDUINO

Segundo Souza e Paixão (2011), o Arduino se baseia no uso de um microcontrolador muito versátil capaz de potencializar suas funções para além de uma simples interface de aquisição de dados. Como nos foi dito a plataforma do Arduino nos permite utiliza-lo das mais diversas formas possíveis, podendo operar sozinho no controle de dispositivos, aquisição de dados, sistemas embarcados e robótica. Qualquer projeto incluindo essa plataforma de desenvolvimento é de acesso público e gratuito.

O Arduino é uma plataforma *open source* e de fácil utilização que pode ser empregado para a criação de dispositivos que permitam a interação com o ambiente, controle de dispositivos, aquisição de dados, controle de motores e etc. Ainda segundo Souza e Paixão (2011), a plataforma Arduino utiliza microcontroladores da família AVR do fabricante Atmel o que facilita ainda mais a sua aplicação, visto que, não exige um compilador ou hardwares adicionais para fazer a gravação do chip. Sendo assim a plataforma do Arduino pode ser empregada desde o projeto mais simples ao mais complexo tendo um baixo custo.

2.4. COMPONENTES ELETRÔNICOS

Para a elaboração do circuito deste projeto foi necessário a utilização de componentes eletrônicos alguns deles seguem listados abaixo:

- Resistor - os resistores são componentes passivos que tem a função de fornecer quantidades controladas de resistência com o objetivo de limitar o fluxo de corrente em um determinado circuito e tendo como consequência a queda de tensão. (BRAGA, 2012).
- Transistor - O transistor em um circuito tem a função de ligar/desligar e amplificar um sinal elétrico. Dentre a grande variedade de transistores existentes dois se destacam por serem mais conhecidos: transistor de junção bipolar e transistor de efeito de campo. (SHAMIEH e MCCOMB, 2012).
- Receptor IR - O receptor infravermelho é basicamente um fotodiodo que é capaz de converter a energia luminosa em sinais elétricos. Sinais que posteriormente serão identificados e processados pelo circuito que foi montado. (PINTO e ALBUQUERQUE, 2011).
- Led - Diodo Emissor de Luz funciona como um diodo, porém em vez de irradiar calor irradia energia em forma de luz. É formado por um cristal com junção PN que após a polarização move os elétrons da região N para a região P. (PINTO e ALBUQUERQUE, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL DE COLETA

A empresa selecionada para o estudo, localiza-se no Polo Industrial de Manaus, atualmente trabalha no setor de eletrônicos, tendo como seu ponto forte a fabricação de televisores, aparelhos de áudio, micro-ondas e rádios automotivos. A referida empresa está a mais de 50 anos no mercado, e conta com uma grande variedade de produtos, além disso, está lançando um novo modelo de televisor ainda neste ano, e para isso foi necessário o desenvolvimento de soluções para os testes de confiabilidade que viriam a ser realizados durante a produção.

Para a produção de um controle remoto se faz necessário a realização de testes de confiabilidade antes de liberar o produto ao consumidor final. O foco foi desenvolver uma solução de baixo custo e com um bom retorno tanto na produtividade quanto a confiabilidade do sistema.

3.2. ARQUITETURA DE UM CONTROLE REMOTO

O controle remoto funciona a partir do envio de dados utilizando ondas em infravermelho como portadora. Os dados enviados a partir de um Led infravermelho são recebidos por um sensor IR, e por fim chega até o microcontrolador, no microcontrolador esses dados são verificados para assim identificar qual função o usuário deseja utilizar, exemplo: aumentar volume, avançar canal e etc.

Um controle remoto atualmente possui um microcontrolador (CI), capacitores, cristais, resistores, diodos infravermelhos e entre outras peças. Todos esses componentes tem uma função vital dentro do funcionamento de um controle remoto, o micro controlador por exemplo é responsável por armazenar os códigos de cada função que devem ser enviados, o cristal é responsável por definir a faixa de frequência que está sendo utilizada.

Para este trabalho o controle remoto conta com 21 teclas, comando de voz e pareamento via Bluetooth. Neste projeto o processo de automação foi aplicado somente na verificação dos comandos emitidos por cada tecla do controle remoto de forma alternada, uma por vez.

3.3. APLICAÇÃO DO ARDUINO NA VERIFICAÇÃO DOS COMANDOS

A placa Arduino utilizada foi o Arduino Mega 2560 baseada no Atmega 2560 que conta com 54 pinos de entrada/ saída digital, 16 entradas analógicas, 4 UARTS, um oscilador de 16 MHz, conexão USB, conector de alimentação botão reset e um conector ICSP.

Devido ao controle remoto envolvido neste projeto possuir 21 teclas se faz necessário o uso do Arduino Mega 2560, onde em cada saída referente a função do controle temos um LED de controle.

O sensor IR foi ligado a uma entrada analógica do Arduino Mega 2560. O sensor IR funciona como o receptor de cada comando que será enviado pelo controle remoto para o Arduino, no Arduino temos o firmware gravado que possui os códigos das 21 teclas do controle remoto que por sua vez é feita a comparação um a um se o código recebido é igual ao código descrito no firmware gravado no Arduino.

Por fim, temos os LEDs de controle que foram atribuídos as saídas do Arduino Mega 2560, o qual cada LED corresponde a uma tecla, caso o julgamento da tecla feito pelo Arduino seja verdadeiro é acionado o LED verde e caso o julgamento seja falso o LED verde não é acionado. No final após todas as teclas terem sido verificadas caso o resultado seja verdadeiro para todas um LED de controle azul é acionado e caso o resultado seja falso um LED vermelho é acionado e assim é finalizado todo o processo de teste. Para este projeto o a plataforma do Arduino é responsável somente por julgar com comandos recebidos.

3.4. CONFIGURAÇÃO DO BRAÇO ROBÓTICO

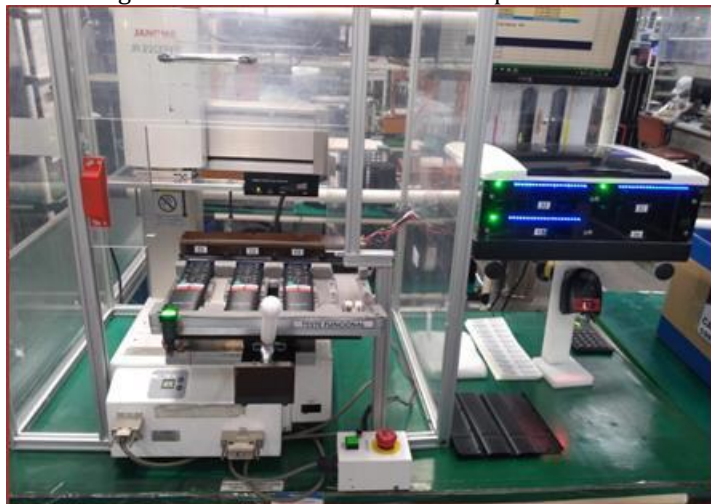
Devido questões de produtividade, se fez necessário a configuração de um braço robótico para acionar os botões do controle, sem que haja interferência humana. Foi realizado o reaproveitamento de um robô de corte de placas de circuito impresso que estava em desuso, foi realizada a verificação dos eixos X, Y e Z, esses que estavam em perfeitas condições de funcionamento. A configuração do braço foi realizada a partir do *joystick* da própria máquina, o qual é possível parametrizar altura, velocidade de avanço, deslocamento entre os eixos X, Y e Z. A parametrização foi realizada de acordo com a posição de cada botão do controle remoto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PRODUTIVIDADE

Este projeto foi desenvolvido baseado nas metas pré-definidas durante o planejamento de produção da empresa referida. A priori o planejamento previa 350 peças/dia, tendo a possibilidade de aumentar a demanda de acordo com a aceitação do produto no mercado e futuramente este controle remoto será utilizado em todos os modelos produzidos por esse fabricante, saindo de 4.000 peças/mês para 62.000 peças/mês. Sabendo das metas definidas todo o sistema foi desenvolvido para não só atingir essa premissa, como suportar um aumento de até 100% na demanda exigida pelo planejamento de produção. Sabendo disso o tempo de teste estimado ficou definido em até 35s/peça. A figura 2 mostra o resultado do sistema.

Figura 2 – Resultado do sistema implementado



Fonte: Dados dos autores (2020)

Na tabela 1, podemos observar as metas que foram estimadas levando em consideração as possíveis perdas durante o processo. Para esse primeiro levantamento foi calculado a quantidade possível de ser produzida tendo conhecimento do tempo total de teste de um único controle remoto que assim suportaria a demanda planejada.

Tabela 1 – Dados estimados de produção

| TEMPO DE TESTE (s) | PROD/HORA (pcs) | TOTAL EST. (pcs) | TOTAL EST. - 15% PERDA (pcs) | TOTAL PROD. (pcs) |
|--------------------|-----------------|------------------|------------------------------|-------------------|
| 35 | 102,86 | 907,2 | 771,12 | 771,12 |

Fonte: Dados dos autores (2020)

Após a implementação do projeto de automação, os dados foram coletados e são apresentados na Tabela 2. Como podemos verificar, não foi possível obter os 35s de tempo de teste, porém este não foi o fator que teve maior contribuição para a diferença entre a quantidade total produzida, analisando as duas tabelas. Durante a coleta dos dados foi possível observar que o manuseio das peças é o fator que mais contribuiu para essa diferença, onde é o fator humano o responsável por essas variações.

Tabela 2 – Dados de produção coletados

| TEMPO DE TESTE (s) | PROD/HORA (pcs) | TOTAL MEDIDO (pcs) | TOTAL PROD. (pcs) |
|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| 38 | 83 | 732,06 | 732,06 |

Fonte: Dados dos autores (2020)

Analisando as tabelas foi possível perceber uma diferença de 18,62% quando comparamos os dados estimados com os dados coletados. Mesmo ocorrendo essa diferença o sistema ainda é capaz de suprir a demanda exigida pelo planejamento de produção. Na Tabela 4, foi demonstrada a simulação realizando o teste de quatro peças de forma simultânea, afim de atender as demandas futuras e sendo assim, podemos afirmar que o sistema é capaz de atender as demandas futuras que tem um planejamento prévio de 2400 peças/dia.

Tabela 4 – Dados de Produção quatro Controles Simultâneos

| TEMPO DE TESTE (s) | PROD/HORA (pcs) | TOTAL MEDIDO (pcs) | TOTAL PROD. (pcs) | TOTAL PROD. X4 (pcs) |
|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 38 | 83 | 732,06 | 732,06 | 2928,24 |

Fonte: Dados dos autores (2020)

Na figura 3 é possível visualizar a estrutura já instalada que irá permitir atingir essa meta futura. A estrutura mecânica já foi concluída, assim como a nova versão de *firmware* do Arduino.

Figura 3 – Estrutura para teste de quatro controles de forma simultânea.



Fonte: Dados dos autores (2020)

Sendo assim, com relação a produtividade podemos afirmar que o sistema se mostrou bastante eficaz, atendendo todas as metas pré-definidas. O sistema implementado permite não só atender a meta inicial de 350 peças/dia como pode atender no futuro um aumento na demanda de até 15x, cumprindo todas as premissas.

4.2. CUSTO BENEFÍCIO

Com relação ao custo benefício do projeto havia uma meta de investimento de até R\$ 3.000,00, conforme a Tabela 5, a meta foi atingida com sucesso. Outro ponto relacionado ao custo benefício deste projeto está ligado a importação de um equipamento específico para realizar esse processo de teste, o equipamento é proveniente da China e tem seu custo estimado em torno de R\$ 150.000,00 levando em consideração a taxa de câmbio, frete e impostos. Sabendo disso, a empresa referida teve uma economia de R\$ 147.742,00, tornando o projeto ainda mais vantajoso para a empresa referida.

Tabela 5 – Tabela de custos

| ITEM | PEÇA | PREÇO UNIT. (R\$) | QUANTIDADE (PCS) | TOTAL (R\$) |
|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------|
| 1 | RESISTOR | 0,20 | 100 | 20 |
| 2 | LED AZUL | 1,00 | 80 | 80 |
| 3 | LED VERDE | 1,00 | 6 | 6 |
| 4 | LED VERMELHO | 1,00 | 6 | 6 |
| 5 | TRANSISTOR | 0,50 | 100 | 50 |
| 6 | ARDUINO MEGA | 320,00 | 4 | 1280 |
| 7 | AGULHAS P/ CONTATO | 16,50 | 20 | 330 |
| 8 | BASE P/ ALOJAMENTO | 250,00 | 1 | 250 |
| 9 | PLACA UNIVERSAL | 80,00 | 1 | 80 |
| 10 | RECEPTOR IR | 26,00 | 6 | 156 |
| TOTAL INVESTIDO | | | | R\$ 2.258,00 |

Fonte: Dados dos autores (2020)

Além do custo de implementação a aplicação deste projeto também nos possibilita baixo custo de manutenção do sistema. Caso o sistema venha a apresentar futuros problemas as peças utilizadas são de baixo custo e são encontradas facilmente no mercado, além de os itens utilizados serem robustos e possuírem grande durabilidade.

No ponto de vista de investimento podemos afirmar que o sistema implementado atende as expectativas cumprindo todas as especificações do produto.

4.3. CONFIABILIDADE DO SISTEMA

O sistema implementado se mostrou bastante eficaz para a proposta a qual foi desenvolvido. Apresenta bom manuseio, fácil operação, é um sistema amigável com o ser humano e apresenta boa aceitação dos usuários quanto ao seu funcionamento. Por ser um sistema de fácil operação não foi necessário muito tempo dedicado ao treinamento dos colaboradores quanto ao uso, otimizando a implementação deste projeto no processo produtivo.

O projeto implementado se mostrou bastante eficiente na detecção de problemas no produto testado. A detecção de defeitos de forma eficiente é crucial para o processo produtivo pois, evita que peças defeituosas cheguem ao consumidor final. Durante a validação do sistema vários testes foram realizados afim de verificar a confiabilidade do projeto, todos os testes realizados tiveram seu resultado aprovado, tornando o sistema adequado para uso.

O sistema implementado tem se mostrado bastante estável durante seu funcionamento. Por se tratar de transmissão por onda infravermelha foi necessário isolar os receptores IR para que não ocorra interferências e cause o falso julgamento durante o processo de teste, eliminando possíveis interferências no sistema. Sendo assim o projeto foi aprovado para o uso durante o processo produtivo.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, conclui-se que o projeto de automação implementado atingiu o objetivo e cumpriu as metas pré-definidas, tendo como resultado um sistema eficiente, de baixo custo e altamente produtivo para a empresa referida, no qual o foco deste projeto foi um sistema de baixo custo, fácil de ser alterado e possuindo um ótimo retorno produtivo.

O papel do engenheiro diante dessa problemática é buscar a melhor solução tomando como base os conceitos de automação. O engenheiro é responsável por analisar a viabilidade das soluções apresentadas, definir as estratégias de implementação, analisar os custos, tempo de implementação, o retorno para a empresa após o projeto implementado, dentre outros fatores. Durante a implementação de um projeto vários fatores devem ser levados em conta, tornando assim indispensável a presença de um engenheiro durante todo o decorrer do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] BAUER, W., WESTFALL, G. D., DIAS, H.; Física para universitários – Eletricidade e Magnetismo 2Ed. AMGH Editora LTDA, 2012.
- [2] BRAGA, N. C.; Curso de eletrônica – Conceitos básicos de eletrônica 1. Ed v 1, São Paulo, 2012.
- [3] CAVALCANTE, M. A.; RODRIGUES, T. T. T.; BUENO, D. A.; Controle remoto: Princípio de funcionamento. Caderno Brasileiro Ensino de Física, v. 30, n 3, p.554-565, 2013.
- [4] GS1, Brasil.; Estudo de automação do mercado brasileiro. Associação Brasileira de automação. 2017.
- [5] <http://arduino.cc/en/Reference/Extended>
- [6] JÚNIOR, A. P. A.; CHAGAS, C. V.; Uma rápida análise sobre automação industrial. Redes para Automação Industrial. Natal/RN 2003.1
- [7] LOMBARDI, R. R. R., Controle remoto infravermelho para automação. Brasília. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia da Computação. Faculdade de ciências exatas e tecnologia – FAET. 2006.
- [8] MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L.; Engenharia de automação industrial. 2 Ed. Rio de Janeiro ed. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 2001.
- [9] PINTO, L. F. T., ALBUQUERQUE, R. O., Habilitação técnica em eletrônica – Eletrônica analógica. v 2. Fundação Padre Anchieta, 2011.
- [10] ROSÁRIO, J. M. Princípios de Mecatrônica. 1. Ed. Ed. Pearson Education, 2005.
- [11] SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; et. al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de Física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v 33, n. 1, 1702, 2011.
- [12] SHAMIEH, C.; MCCOMB, G.; Eletrônica para leigos, 2ed. Alta Books Editora, 2012.
- [13] TUBINO, D. F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

Capítulo 6

Smart Grids: O grande desafio contemporâneo

Raquel Oliveira Azevedo

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Nos dias atuais o uso de energia elétrica tornou-se indispensável para a maior parte da humanidade e a necessidade do uso mais eficiente dessa energia se mostra essencial. As Smart grids são descritas como um conceito do uso de tecnologia da informação para modernizar a rede elétrica, que também possibilita uma maior participação do usuário e maior uso de fontes de energia renováveis. Este trabalho teve como objetivo discorrer sobre as Smart grids, o que este conceito proporciona e as mudanças necessárias na rede. Para a produção deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica dos conceitos da tecnologia. A grande mudança que surgiu foi o remodelamento do sistema para que além de distribuir energia elétrica também possa ter uma troca de informação. O que possibilita essa evolução na rede são os Smart meters e uma rede de comunicação que seja capaz de proporcionar uma comunicação entre distribuição e cliente. O futuro das Smart grids é bastante discutido e os pareceres sobre o assunto apenas vão até 2020. Segundo a Agencia Internacional de Energia (IEA) os investimentos em Smart grids, apesar da calorosa recepção inicial, ainda correspondem a uma parte pequena dos investimentos em infraestrutura. Apesar da diminuição de investimentos nas redes o investimento em tecnologias teve um aumento. A IEA recomenda que seja mais viabilizada a aplicação de novos ativos, capacitar o operador do sistema para gerir de uma maneira melhor a energia. O Brasil tem sua matriz elétrica principalmente formada por fontes de energia renováveis, sendo a principal a geração hidroelétrica. No país o principal estímulo para a implantação de Smart grids seria a eficiência energética e comercial e melhoria da confiabilidade do sistema. Pôde-se concluir que esta tecnologia está evoluindo e que é uma grande ferramenta para a modernização da rede, eficiência energética e sustentabilidade.

Palavras-chave: Era digital, Smart meter, energias renováveis.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o ser humano vive na era digital, no qual tudo está a um clique de distância, e isso suportado pela energia elétrica. Pode-se dizer que a humanidade utiliza eletricidade em todas as atividades realizadas, seja direta ou indiretamente, tais como: televisão, chuveiro elétrico, computadores, ar condicionado, produção de suprimentos dentre outros (FRACARI et al., 2015).

Ainda pelo autor supracitado, o crescimento da população e a necessidade cada vez maior de energia elétrica tem sido motivo de preocupação a cada dia que passa. As fontes de energia tradicionais estão mais escassas ou não são sustentáveis. Uma solução para este problema é o uso eficiente da energia ofertada e a orientação quanto ao consumo, além da produção por meio de fontes renováveis.

As Redes Inteligentes, também conhecidas como Smart Grids, são projetadas exatamente com o propósito de economia e eficiência através da automação do sistema. O propósito da Smart Grid é de um maior controle do uso da energia elétrica, este processo melhora o fornecimento de energia e reduz as perdas. É também capaz de identificar, verificar e corrigir problemas na rede remotamente. A rede é utilizada para distribuir energia e informação, dando assim maior confiabilidade ao sistema, juntamente com mais autonomia e controle ao consumidor final (FANG et al., 2011).

O conceito desta não tem uma única definição clara dependendo bastante do ponto de vista, seja do consumidor que visa a economia da conta de energia, ou do operador da rede que também se preocupa com a economia, assim como a competência do funcionamento da rede (RIVERA et al., 2013).

Em consequência desta grande demanda de energia e da presente mudança de pensamento sobre as fontes de energia e o meio ambiente, as Redes Inteligentes vem se tornando um recurso cada vez mais cogitado, uma realidade cada vez mais próxima de nós, devido ao seu grande leque de vantagens para diversas áreas.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo discorrer sobre o sistema Smart Grids, o que esse conceito proporciona e as mudanças necessárias na rede.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONTEXTUALIZANDO SOBRE A HUMANIDADE E A ELETRICIDADE

A humanidade teve ciência da eletricidade 600 anos a.C., quando Tales de Mileto, um filósofo da Grécia Antiga, descobriu a eletricidade através do atrito, e por muito tempo após isso não houveram avanços (MORAIS, 2014).

Em 1600 os estudos sobre eletricidade começaram a avançar através dos estudos de Willian Gilbert, o termo “eletricidade” vem de seus estudos e é derivada do latim “Electrum” que tem como significado “âmbar”. Em 1650, Otto Von Guericke, físico alemão, construiu a primeira máquina eletrostática, que serviu como gerador. No século XVIII, Benjamin Franklin descobriu as cargas positivas e negativas, e assim criou o primeiro para-raios (OKA, 2000).

Em torno de 1800, Alessandro Volta concluiu que a eletricidade era originada nos metais. Suas pesquisas o conduziram ao invento da pilha voltaica, que eram placas de cobre e zinco empilhadas e separadas por tecidos banhados em ácido. Esta foi a primeira vez que foi produzida uma carga elétrica constante. A unidade de tensão elétrica, o volt, foi designada em sua homenagem (JARDIM; GUERRA, 2018).

Michael Faraday, físico inglês, fez contribuições notáveis para o eletromagnetismo. Dentre seus vários experimentos está a gaiola de Faraday, uma gaiola de metal elevada por material isolante e eletrificada, esse experimento provou que uma estrutura de metal tem seu exterior eletrizado e seu interior não sofre nenhum efeito elétrico pois a superfície produz cargas opostas às aplicadas, tornando o interior da estrutura livre de cargas elétricas. Faraday também foi o criador do dínamo, em 1831, o primeiro gerador que transformou energia mecânica em elétrica (OKA, 2000).

Thomas Edson (1847-1931) foi o inventor da primeira lâmpada incandescente, que transformava energia elétrica em térmica e luminosa, e a tornou comercializável. Nikola Tesla, que em termos de eletricidade é um dos mais renomados, sem ele o que sabemos de corrente alternada seria bem mais limitado. A corrente alternada é uma corrente em que o fluxo dos elétrons varia no tempo, podendo assim transforma-la de baixa para alta tensão, sendo assim mais adequada para transmissões de longa distância (FARIAS; SELITO, 2011).

A primeira usina elétrica do mundo foi criada em 1882 e usava motores a vapor, apenas atendia a 400 lâmpadas. No mesmo ano foi criada a primeira usina hidrelétrica. Desde a Segunda Revolução Industrial o consumo de energia tem aumentado grandemente. A matriz elétrica mundial é apoiada, sobretudo, na queima de combustíveis fósseis. Suas fontes de energia primária são: carvão mineral, gás natural, hidráulica e nuclear. Apenas uma pequena parte é composta por fontes renováveis (LI, 2011).

2.2. FONTES NÃO RENOVÁVEIS E RENOVÁVEIS

Fontes de energia são tudo aquilo que utilizamos para gerar energia. Elas são divididas em: fontes renováveis, que são recursos inesgotáveis ou que se recompõem, e fontes não renováveis, que são aquelas que uma vez que se acabam, não podem ser regeneradas (EPE, 2020).

O carvão mineral é o responsável por mais de um terço da produção de eletricidade mundial. O processo de geração de energia através do carvão acontece da seguinte forma: o carvão é retirado do solo, separado e conduzido para a usina. Já na usina é transformado em pó, o que permite uma melhor utilização quando colocado para queimar, o calor produzido transforma a água ao redor da fornalha em vapor. A energia térmica produzida pelo calor é transformada em energia mecânica, que é utilizada para mover turbinas do gerador, assim produzindo energia elétrica (ANEEL, 2008).

O gás natural corresponde a quase um quarto da geração de energia elétrica, o qual tem a queima mais limpa dentre os combustíveis fósseis. Tem praticamente o mesmo princípio do carvão mineral, o vapor produzido através da queima e usado para girar turbinas. Para extrai-los são utilizados poços de perfuração e dutos (IEA, 2020).

Usinas hidrelétricas utilizam o fluxo de água do rio para a geração de energia. A geração ocorre através da transformação da energia potencial, obtida por meio de represas ou desníveis de água, em energia cinética mediante a movimentação das turbinas que são ligadas a um gerador transforma essa energia cinética em energia elétrica (QUEIROZ et al., 2013).

Nas usinas nucleares o principal método utilizado para gerar energia elétrica é a fissão nuclear do átomo de urânio. O núcleo do reator é onde fica o combustível, o urânio, a fissão desse átomo libera energia em forma de calor, perto desse combustível é colocado um cano de água, essa energia liberada aquece a água que vira vapor. O vapor é conduzido até uma turbina fazendo-a girar surgindo assim energia elétrica. Esse vapor pode ser canalizado e resfriado até voltar a forma líquida, e este processo pode ser repetido enquanto o urânio estiver em fissão (ANEEL, 2008).

As principais fontes renováveis de energia são: solar, eólica e hídrica. A energia solar é obtida através de painéis solares, que captam os raios solares gerando energia elétrica em corrente contínua. Essa energia é encaminhada a um inversor que a converte em corrente alternada, que é o padrão da rede elétrica (MATAVELLI, 2013).

O combustível da energia eólica é a força dos ventos. A energia é obtida com o uso de aerogeradores, o vento gira as hélices, que gira o rotor e um gerador ligado a ele transforma essa energia em elétrica (ANEEL, 2008).

2.3. SISTEMA DE ENERGIA

Sistemas elétricos de potência são caracterizados por equipamentos que funcionam de maneira simétrica, visando o fornecimento de energia elétrica aos consumidores. O sistema é composto por três partes: geração, transmissão e distribuição. A geração de energia acontece através da conversão da matéria-prima. Essa geração pode ser térmica, hídrica, eólica, solar, nuclear e etc., as fontes não renováveis ainda são as principais matérias-primas para a geração atualmente (NETTO; HENKES, 2014).

A transmissão é a forma como a energia é conduzida dos centros geradores aos consumidores. A transmissão da energia elétrica é feita por linhas de transmissão, a tensão é elevada em uma subestação próxima às usinas geradoras e transmitida por longas distâncias chegando às subestações próximas aos consumidores, onde a tensão é abaixada e enviada aos consumidores. São linhas de alta tensão que funcionam em corrente alternada (DAZA, 2016).

A distribuição é o fim da jornada da energia vinda da geração. É constituída de linhas, transformadores, subestações e todo o aparato fundamental para conectar a transmissão, ou geração, ao consumidor.

A média tensão vinda da subestação é transportada através das linhas de distribuição até os transformadores, que são visíveis próximos às residências, esses transformadores abaixam a tensão para os níveis utilizados por eletrodomésticos (NETTO; HENKES, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, da qual se busca, através das obras escolhidas e utilizando informações descritivas, a elaboração do conhecimento sobre o tema apresentado (TOZONI-REIS, 2009). Dispondo-se de livros, artigos científicos, monografias, teses, dissertações e revistas que retratam uma temática igual ou similar ao assunto proposto proporcionaram os resultados alcançados (PRAÇA, 2015).

A coleta de dados foi realizada no período de agosto a outubro de 2020, utilizando as plataformas de pesquisa Scientific Electronic Library Online – (SciELO) e Google Acadêmico. Para a pesquisa foram usados os seguintes termos: Smart grids; história da eletricidade; fontes de energia; distribuição de energia e smart grids; sistema elétrico de potência; avanços das Smart grids. Foram selecionados artigos que datam do período de 2009 a 2020 e para agregar informações foram usados sites governamentais, tendo como exemplo: Agencia Nacional de Energia Elétrica, Empresa de Pesquisa Energética, International Energy Agency.

Um total de 24 obras foram utilizadas para compor esta pesquisa, sendo treze artigos científicos, seis livros, duas monografias, uma dissertações de mestrado, um trabalho de conclusão de curso e uma revistas, todavia duas destas obras não adequam-se ao período de pesquisa proposto por não se obter obras relacionadas aos temas propostos nos tópicos em que as mesmas foram utilizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Muitas são as definições de Smart grids, porém todas estas definições tem como centro uma unificação da rede elétrica, uma rede de informações e automação (CARVALLO; COOPER, 2015). As motivações para o uso dessa tecnologia dependem de cada país, podendo buscar maior eficiência energética, a segurança do sistema, comercial eficiência energética, introdução de fontes de energia renováveis à rede (ABOBOREIRA; CRUZ, 2016).

As condições e benefícios das Smart grids são: melhorar a qualidade da energia elétrica, melhorar a eficiência do sistema atual, facilitar a inserção de fontes de energia renováveis, automação de manutenção e operações (FALCÃO, 2009).

A infraestrutura inteligente é um dos sistemas das redes inteligentes, abrange o sistema de energia, informação e comunicação. Como citado a rede funciona com um fluxo de mão dupla, não apenas para fluxo de energia como também de informação. Portanto o consumidor pode tanto utilizar energia elétrica da rede quanto colocar energia de volta na rede (FANG et al., 2011).

O controle se beneficia da infraestrutura inteligente para um melhor gerenciamento do funcionamento da rede, gerenciar um equilíbrio entre demanda e oferta, a melhor utilização as energia e eficiência energéticas (FALCÃO, 2009).

O sistema deve prover não apenas confiabilidade e segurança contra falhas no sistema de fornecimento de energia, mas também com a segurança, privacidade e proteção de dados e informações dos usuários e da rede (FANG et al., 2011).

A) SMART METER E TECNOLOGIA DE COMUNICAÇÃO EM SMART GRIDS

O sistema de energia elétrica atual é um sistema de via única, do qual só a provedora do serviço tem acesso às informações aferidas. Nesse sistema a intervenção humana é bastante presente em todos os sentidos das operações realizadas na rede de distribuição, seja na conservação, medições e consertos do sistema. A grande mudança que surgiu foi o remodelamento do sistema para que além de distribuir energia elétrica também possa ter uma troca de informação. O que possibilita essa evolução na rede são os medidores inteligentes e uma rede de comunicação que seja capaz de proporcionar uma comunicação entre distribuição e cliente (BARRETTO, 2018).

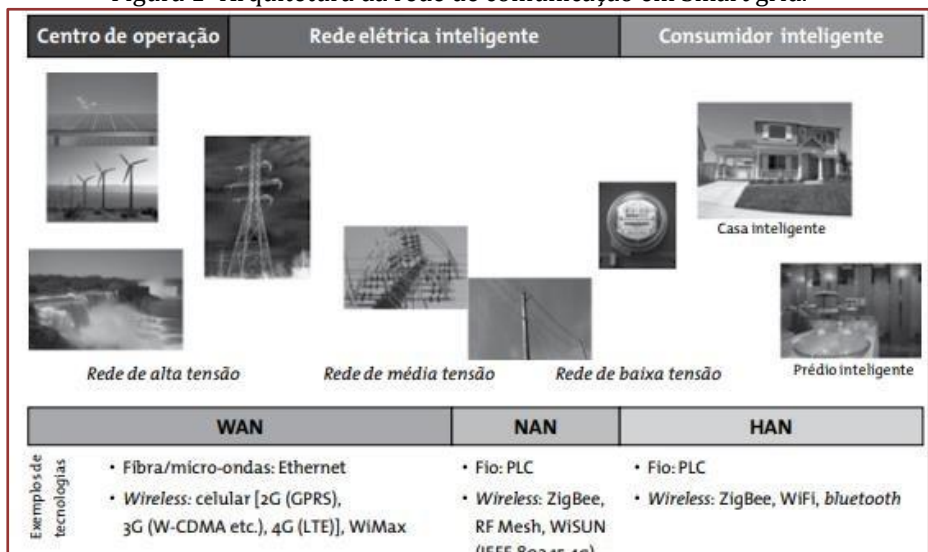
O Automated Meter Reading – AMR ou Medidor de Leitura Automática foi o primeiro com mecanismo inteligente utilizado com a finalidade de diminuir custos, visto que com ele a concessionária é capaz de fazer a leitura remota dos dados dos consumidores (FALCÃO, 2009). Seguindo o AMR, foi criado o AMM – Automated Meter Management ou Gerenciamento Automático de Medição, essa tecnologia permite ao medidor a comunicação de mão dupla com a concessionária, o que permitindo que ela receba e envie informações, alteração de dados remotamente e o corte e religamento do fornecimento de energia (ABOBEIRA; CRUZ, 2016).

A AMI – Advanced Metering Infrastructure é o principal instrumento para que aja comunicação entre a distribuição e o medidor inteligente. A AMI é uma infraestrutura que engloba várias tecnologias para cumprir seu propósito. Inclui medidores, gerenciamento de dados e redes de comunicação e recursos de hardware e software (MOHASSEL et al., 2014). Com a estrutura da AMI é possível, para a concessionária, projetar perfis de consumo e para os clientes ter acesso a informações de consumo em tempo real (MANGANELLI, 2014).

Segundo Santos (2019), os principais enlaces de comunicação em Smart Grids são: HAN – Home Area Network, conecta um a residência, os aparelhos domésticos e o medidor; NAN - Neighborhood Area Network, engloba toda a comunicação desde a WAN até a residência; e WAN – Wide Area Network. WAN, abrange do centro de controle ao local da NAN.

Para conectar os dispositivos em uma Smart Grid pode-se utilizar diversas tecnologias em conjunto. A seleção da tecnologia utilizada dependerá de aspectos como custos, distancias dentre outros (RIVERA et al., 2013). A Figura 1 demonstra uma tipologia de rede.

Figura 1- Arquitetura da rede de comunicação em Smart grid.



Fonte: Rivera, 2013.

B) BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE

O uso de uma Smart Grid possibilita a implantação de recursos e energias mais limpas a partir da geração distribuída, reduzindo assim a dependência do uso de energias não renováveis. O principal aspecto da geração distribuída é que aproxima a geração dos centros de distribuição. As fontes de geração de energia mais utilizadas são eólica e solar. Essa energia produzida na geração distribuída será melhor administrada com as Smart grids, o que ajudaria com a sobrecargas do sistema nos horários de pico (ABOBEIRA; CRUZ, 2016).

A produção de energia é responsável por dois terços do total de gases de efeito estufa, tornando essencial uma inclusão cada vez maior de fontes de energia renováveis para tirar o carbono do setor de energia e ainda assim suprir a demanda de energia que cada vez se torna maior (IEA, 2020)

A capacidade de produção de energia elétrica através de fontes renováveis está fortemente ligada a condições climáticas, o que torna as Smart Grids perfeitas para o monitoramento considerando as tecnologias de monitoramento utilizadas nesse sistema (PAGANI; AIELLO, 2016). O uso de veículos elétricos é outro recurso que pode ser utilizado como um equipamento para armazenamento de energia (BORLASE, 2013).

C) PANORAMA Das Smart Grids

O empenho para expandir o uso dos conceitos de Smart grid acontece cada vez mais ao redor do mundo, independente da motivação de cada país e dos benefícios que se busca. Como podemos notar na Figura 1, a América do Norte e Europa lideram o uso de sistemas inteligentes de energia, água e gás. No qual os símbolos vermelhos mostram Smart grids implantadas no setor elétrico, os azul o setor de água e os verdes no de gás.

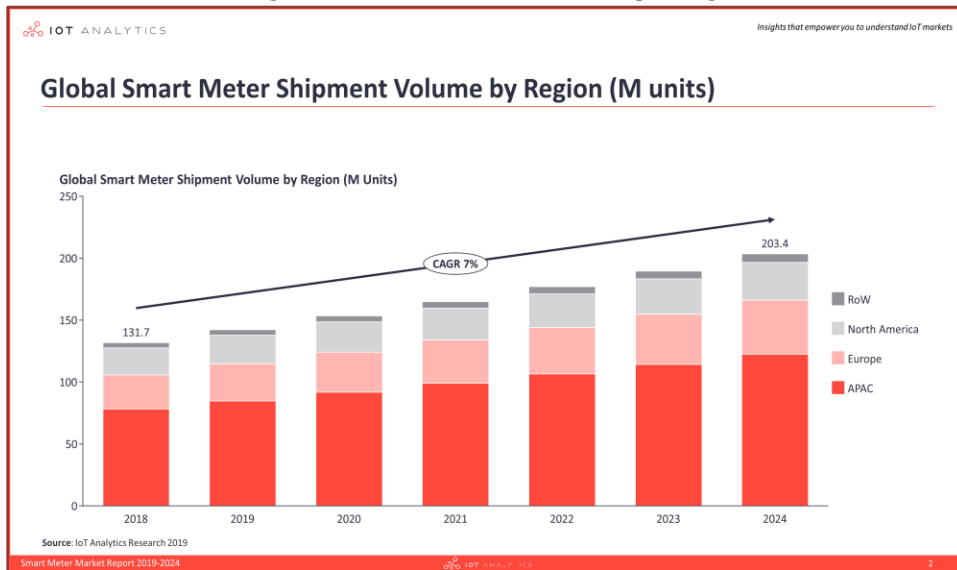
Figura 1 - Mapa de Smart Grids no mundo.



Fonte: Google, 2012

Na figura 2, podemos acompanhar o uso de Smart meters em 2019, e perceber que América do Norte e Europa continuam liderando o uso da tecnologia através dos anos. Na América Latina o México e o Brasil lideram esse mercado.

Figura 2 - Volume de Smart Meter por região.



O Brasil tem sua matriz elétrica principalmente formada por fontes de energia renováveis, sendo a principal a geração hidroelétrica. No país o principal estímulo para a implantação de Smart grids seria a eficiência energética e comercial e melhoria da confiabilidade do sistema. A figura 3 mostra o uso de Smart grids no Brasil. Alguns projetos que podem ser citados são Barueri em São Paulo, Projeto Cidade Inteligente Búzios no Rio de Janeiro e o Projeto Parintins no Amazonas.

Figura 3 - Mapa das Smart grids no Brasil.



O futuro das Smart grids é bastante discutido e os pareceres sobre o assunto apenas vão até 2020. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA) os investimentos em Smart grids, apesar da calorosa recepção inicial, ainda correspondem a uma parte pequena dos investimentos em infraestrutura. Apesar da diminuição de investimentos nas redes o investimento em tecnologias teve um aumento.

A IEA recomenda que seja mais viabilizada a aplicação de novos ativos, capacitar o operador do sistema para gerir de uma maneira melhor a energia.

5. CONCLUSÃO

Conforme mostrado neste artigo as Smart grids representam uma grande mudança no setor de energia existente. Utilizando-se a tecnologia adequada para as necessidades de cada país. Simboliza a modernização da infraestrutura da rede trazendo uma grande estrutura tecnológica para adicionar ao sistema um fluxo de dados, eficiência energética, o aumento do uso de fontes de energia limpa, um melhor gerenciamento do sistema e uma maior autotomia e controle, tornando o consumidor mais consciente.

Desse modo, concluímos que a implantação de uma Smart grid traz bastantes desafios, contudo parece ser uma ferramenta imprescindível para a evolução do setor elétrico, a eficiência energética e um consumo mais limpo e consciente de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1] ABOBEIRA, F. L.; CRUZ, A. F. D. S. A importância do Smart Grid na rede elétrica de distribuição do Brasil. XV SEPA – Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, v. 15, p. 100-120, 2016.
- [2] ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Ed. – Brasília: Aneel, 2008. Disponível em <https://www.aneel.gov.br/cds/-/asset_publisher/54xgfe6dyWFA/content/atlas-de-energia-eletrica-do-brasil-1/656835?inheritRedirect=false>. Acesso em: 12/09/2020.
- [3] BARRETTO, E. Smart Grid: Eficiência Energética e a Geração Distribuída a Partir das Redes Inteligentes. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 61 p. 2018.
- [4] Borlase, S. Smart Grids: Infrastructure, Technology and Solutions. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2013.
- [5] CARVALLO, A.; COOPER, J. The Advanced Smart Grid Edge Power Driving Sustainability. 2nd ed. USA: Artech House Publishers, 2015.
- [6] DAZA, S. A. Electric Power System Fundamentals. Massachusetts: Artech House Publishers, 2016.
- [7] Empresa de Pesquisa Energética EPE. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>>. Acesso em 31/08/2020
- [8] FALCÃO, D. M. Smart Grid e Microredes: o futuro já é presente. In: VIII Simpósio de automação de sistemas elétricos – SIMPASE, Rio de Janeiro, Brasil. 09 a 14 ago. 2009.
- [9] FANG, X.; MISRA, S.; XUE, G.; YANG, D. Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey. IEEE Communications Surveys and Tutorials, 2012.
- [10] FARIAS, L. M.; SELITTO, M. A. Uso da Energia ao Longo da História: evolução e perspectivas futuras. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p. 01-106, 2011.
- [11] FRACARI, F.; SANTOS, I.; SANCHEZ, G. Smart Grids: uma nova forma de controle de Energia Elétrica. Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, v. 2, p. 15-22, 2015.
- [12] Gas. International Energy Agency, c2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/fuels-and-technologies/gas>>. Acesso em: 13/09/2020.
- [13] JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica. Revista Brasileira de Ensino de Física, [s. l.], v. 40, n. 3, 2018.
- [14] LI, X. Green Energy: Basic concepts and Fundamentals. London: Springer-Verlag. ISBN 979-1-84882-66- 2.
- [15] MANGANELLI, J. Tecnologias de Rede Sem Fio Para Smart Grid. Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Teleinformática e Redes de Computadores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 51 p. 2014.
- [16] MATAVELLI, A. C. Energia Solar: Geração de Energia Elétrica Utilizando Células Fotovoltaicas. Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia Química. Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 34 p. 2013.

- [17] MOHASSEL, R.; FUNG, A.; MOHAMMADI, F.; RAAHEMIFAR, K. A Survey on Advanced Metering Infrastructure. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, v. 63, p 473-484, 2014.
- [18] MORAIS, R. F. A Natureza da Eletricidade (Uma Breve História). Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Instituto de Física, UFRJ. 84 p. 2014.
- [19] NETTO, D.V.; HENKES, J. A. Sistema de Geração e Distribuição de Energia Por Parte do Operador Nacional do Sistema Brasileiro – NOS O Pêndulo do Desenvolvimento. *Revista Gestão Sustentável Ambiental*, v. 3, n. 2, p. 339-362, 2015.
- [20] OKA, M. M. História da Eletricidade. Notas de aula, novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.lsi.usp.br/~dmi/manuais/HistoriaDaEletricidade.pdf>>. Acesso em: 04/09/2020.
- [21] Pagani, G. A.; Aiello, M. From the grid to the smart grid, topologically. ISBN: 978-90-367-6813-9, 2016.
- [22] PRAÇA, F. Metodologia da Pesquisa Científica: Organização Estrutural e os Desafios Para Redigir o Trabalho de Conclusão. *Reista Eletrônica Digital “Diálogos Acadêmicos”*, 08, n. 1, p. 72-87, 2015.
- [23] QUEIROZ, R.; GRASSI, P.; LAZZARE, K.; KOPPE, E.; TARTAS, B.; KEMERICH, P. Gestão de Energia Elétrica Através da Energia Hidráulica e Seus Impactos Ambientais. *Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 13, n.13, p. 2774-2784, 2013.
- [24] RIVERA, R; ESPOSITO, A. S.; TEIXEIRA, I.; Redes Elétricas Inteligentes (Smart grid): Oportunidade para Adensamento Produtivo e Tecnológico Local. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, n. 40, p 43-83, 2013.
- [25] SANTOS, A. Implantação de Smart Grid no Brasil: Possibilidades e Limitações. *Revista O Comerciante*, v. 9, n. 2, 2019.
- [26] System integration of renewables Decarbonising while meeting growing demand. International Energy Agency, c2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/topics/system-integration-of-renewables>>. Acesso em: 16/10/2020.
- [27] TOZONI-REIS, M. F. C. Metodologia da Pesquisa. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil S. A.; 2009.

Capítulo 7

Parafusamento automático da tampa de chassi em linha de produção de midia

Willame Silva

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: A automação Industrial vem demonstrando oportunidades para serem desenvolvidas em linha de processo que precisa de mecanismos elétricos de acionamentos como sensores, fim de curso, cilindros e outros dependendo da necessidade. Diante disto, objetivo do foi aplicar a automação no parafusamento da tampa do chassi em uma fábrica do Polo Industrial de Manaus-AM. Dentro desse contexto, as implementações de recursos como sensores, PLC, servo motor e programas computacionais contribuem para um monitoramento de falhas através do software embarcado, evitando assim reprovação de lotes pelo departamento de qualidade. A automatização desse processo foi realizada utilizando um software de origem coreana que tem uma tecnologia de gerar relatório diário de torque e falhas máquina. Foi utilizada a linguagem de programação Ladder do PLC Mitsubishi, para o funcionamento da parte logica do sistema, pelo fato de ser fácil compreensão. Com a máquina de fixação automática o processo na linha de chassi passou a ser controlado e com redução na utilização de mão de obra. A fixação automática do chassi teve um grande retorno financeiro, com a eliminação de um operador que executava atividade repetitiva, teve a redução de índice de afastamento pelo trabalho, e garantiu a qualidade do produto solicitada pelo cliente.

Palavras-Chave: Automação, Software, Monitoramento Remoto.

1. INTRODUÇÃO

A automação vem se tornando cada vez mais uma necessidade nas indústrias que precisam aumentar sua produtividade e conseqüentemente se tornar mais competitiva no mercado. Portanto, sendo a Indústria 4.0 o princípio de uma nova revolução industrial, pode-se afirmar que a automação vem mudando o modo de como os bens são produzidos através de novas tecnologias (VENÂNCIO, 2017).

A automação Industrial vem demonstrando oportunidades para serem desenvolvidas em linha de processo que precisa de mecanismos elétricos de acionamentos como sensores, fim de curso, cilindros e outros dependendo da necessidade. Para Russwurm (2014) "... o uso inovador de processos totalmente digitalizados, *hardware* e *software* industrial com base em normas abertas, constituem a base tecnológica para esta evolução na indústria. Esta é a visão discutida na Indústria 4.0."

A produção em série exige dos operadores uma atenção redobrada e especial para certas aplicações de nível crítica de postos de trabalhos, conseqüentemente quando o operador não está bem fisicamente e psicologicamente, causando lotes reprovados pela qualidade todos os dias. Segundo (GROOVER 2011), diante das pressões competitivas do mercado, as empresas sempre precisam introduzir novos produtos em tempo mais curto possível.

O problema de ausência de parafusos na tampa, torque alto ou baixo é desperdício de tempo no retrabalho não realizava o fechamento do plano de produção ao dia, este problema foram minimizados com o parafusamento automático na máquina. O termo automação foi criado na década de 1940 por um engenheiro de Ford Motor Company, que descreveu vários sistemas nos quais ações e controles automáticos substituíam o esforço e a inteligência humana (LAMB, 2015).

Este trabalho teve como objetivo a aplicar a automação no parafusamento da tampa do chassi de uma fabrica do Polo Industrial de Manaus-AM.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A automação utiliza uma série de elementos básicos semelhantes aos computadores estas são: uma unidade de entrada (input), uma unidade de armazenamento (storage), uma unidade central de processamento (Central Processor) e por ultimo uma unidade de saída (output). Para Martins (2012) que diz "Um sistema de automação possui os seguintes componentes básicos: Sensoriamento; Comparação e controle; Atuação".

2.1. SENSORES FOTOELÉTRICOS

Sensores que trabalham com luz são muito mais rápido que sensores mecânicos, pois não apresentam inercia e não tem peças moveis que quebram ou desgastam. Os sensores fotoelétricos podem ser aplicados em diversas aplicações. Os sensores ativos exigem uma fonte externa para sua operação, adotado como sinal de excitação. Esse sinal é utilizado pelo sensor para produzir o sinal de saída (MAZZAROPPI, 2007).

Esse sensor mostrado na figura 1 funciona como receptor e emissor separado em dois invólucros diferentes. Estes sensores devem ser instalados de frente um para o outro, quando algum objeto ou material atravessa e interrompe esse feixe de luz, o receptor detecta esse objeto e realiza a sua função de conversão. Segundo Gomes (2010), um sensor fotoelétrico é um sensor ativo de presença que detecta um feixe de luz visível ou invisível, e responde a uma variação na intensidade de luz recebida.

Figura 1 - Sensor Fotoelétrico



Fonte – dados dos autores (2020)

2.2. PROGRAMAS COMPUTACIONAIS E SEUS MANIPULADORES

Programas computacionais são sequencia de instruções de um *software* que definem pelo programador ou manutentores uma tarefa a ser executada por um *hardware* (CPU). Um programa de computador e a organização de um algoritmo, em determinada linguagem, que gera resultados no controle de periféricos. À medida que os computadores digitais assumiram a função de controle na robótica, o uso de linguagem de programação textual tornou-se um método necessário (GROOVER, 2011).

Quando sinais são gerados pela uma CPU, e preciso projetar interfaces específicas, para determinar o controle de um determinado periférico com o programa computacional (*software*).

2.3. CONTROLADORES LOGICO PROGRAMÁVEL

CLP's são aparelhos eletrônicos digitais que utiliza uma memória programável para armazenamento interno de instruções para implementações específicas, como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e outras funções específicas para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos. Para Martins (2012), de forma geral, os controladores lógicos programáveis (CLPs) ilustrado na figura 2 são equipamentos eletrônicos, utilizados em sistemas de automação flexível.

Figura 2 - Controladores Lógicos Programáveis



Fonte: dados dos autores (2020)

A grande vantagem dos controladores programáveis e a possibilidade de reprogramação, permitindo transferir as modificações de hardware em modificações de software, essa característica se tornou um referencial para linha de processo. Segundo Fialho (2004), um CLP é constituído por: Entradas e Saídas: Onde serão recebidos e enviados os dados; Unidade Central de Processamento (CPU): onde as informações são processadas; Memória: a qual armazenara o programa e os dados; Uma fonte de alimentação.

As entradas são dispositivos que faz a interfaces que permite ao CLP receber informações sobre o processo e entram os sinais como botões, chaves limites e na grande maioria sensores. Tais sensores podem emitir sinal digital, o qual possui obviamente dois estados ligado ou desligado, assim como um sinal analógico, que possui múltiplos estados (FIALHO, 2004).

As saídas são dispositivos como solenoides, relés, contadores, partida de motores e etc, que estão conectados a saída do CLP. Analogamente a entrada, a saída possui dois tipos, digitais e analógicas, as quais repassaram o sinal do CLP para o atuador desejado (FIALHO, 2004).

2.4. SERVO MOTOR

Um servo motor é um motor que pode ter a velocidade ou posição do posição do seu eixo controlado. Possuir característica na alta dinâmica do torque, velocidade, capacidade de sobrecarga mecânica, precisão no posicionamento, baixa manutenção e longa vida útil. Existem diversos tipos de servo motores disponíveis no mercado, dentre eles, Servo motor de corrente alternada, síncrono de corrente alternada, síncrono de corrente contínua, de passo, e etc (MATOS, 2012).

Os servos motores como mostrar na figura 3 são usados em várias aplicações quando se deseja movimentar algo de forma precisa e controlada, permitindo o controle preciso da posição angular medida, como também, a velocidade do eixo de saída pelo envio de um sinal na entrada. Aplicados em sistema de controle que necessita de maior precisão tais como, robótica e CNC (MEDEIROS, 2011).

Figura 3 - Servo Motor

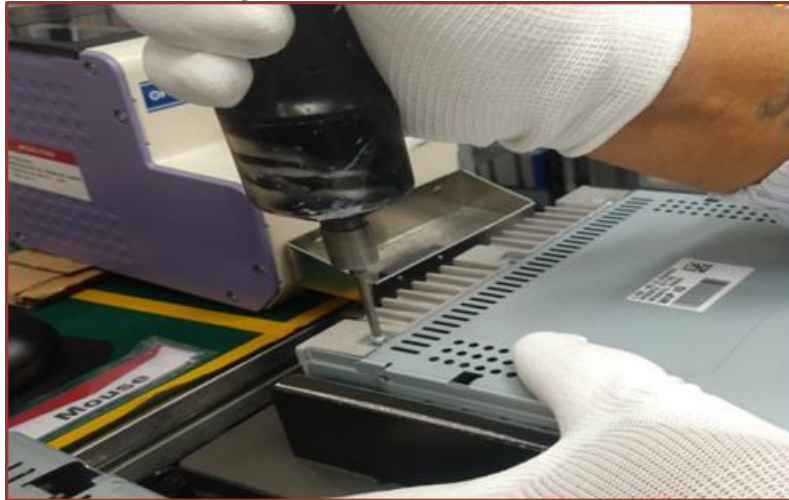


Fonte: dados dos autores (2020)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da necessidade de reduzir a mão de obra devido à crise da pandemia COVID 19, o parafusamento da tampa do chassi era realizado de forma manual, conforme apresentado na figura 4, essa operação manual ocorriam falhas de ausência de parafusos e torque não aceitável.

Figura 4- Parafusamento Manual



Fonte: dados dos autores (2020).

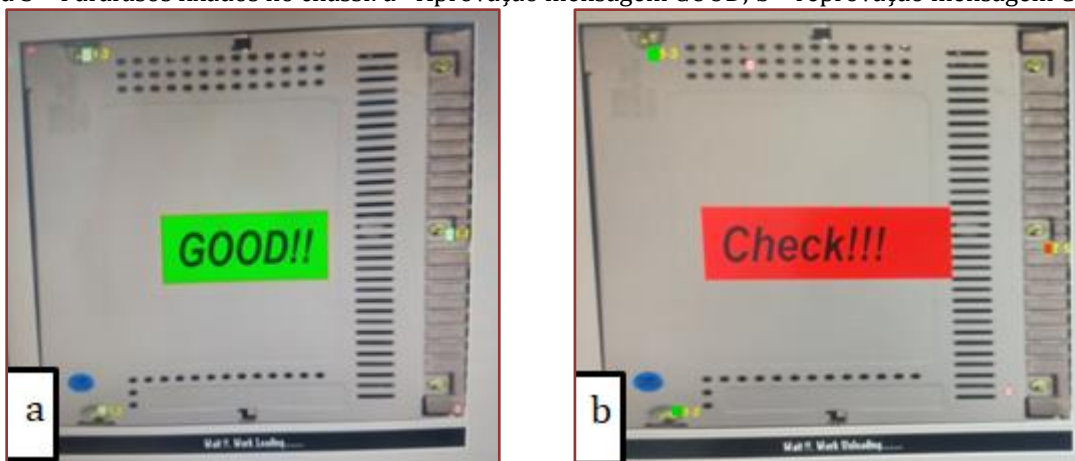
O sistema a ser utilizado para a automação de parafusamento foi às modificações de uma máquina de painel que estava em desuso, alterando software, cilindros, sensores e outros dispositivos, e adaptando-se para o modelo de chassi. "A Automatização é o processo pelo qual se utilizam dispositivos automáticos, eletrônicos e inteligentes para dar-se a automação dos processos em questão." (TEZA, 2002).

Na Máquina de parafusamento automático tem um sistema que é controlado toda à operação pelo *software* (Byom_BHC3) de origem Coreana com uma gama de aplicações na tela de controle e monitoramento, apresentando de relatórios diários. Sensores fotoelétricos reconhecer a entrada do chassi na esteira, e a câmera interligada com a CPU fazem a dimensão e marcação dos pontos (ajustados pelo técnico) a serem parafusados do chassi.

O Servo motor interligado com o PLC da Mitsubishi da série Q que possui uma alta velocidade de processamento e melhorar o desempenho nas máquina, as saídas do PLC e ligado com o controlador de torque que faz a fixação de parafusos.

Quaisquer parafusos fixados no chassi (figura 5), mostrar em tempo real a aprovação ou reprovação. Na aprovação o chassi e liberado pela esteira com uma mensagem GOOD mostrado na figura 5a, na reprovação a esteira parar até a retirada do mesmo pelo líder, apresentando a mensagem CHECK ilustrado na figura 5b.

Figura 5 – Parafusos fixados no chassi: a - Aprovação mensagem GOOD; b – reprovação mensagem CHECK.



Fonte – dados do autor (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de parafusamento automático esta associada à modernização da indústria 4.0. O trabalho que realizava de forma manual gerou defeitos de campo, reprovando lotes, e assim gerando retrabalhos. Com o sistema de fixação automático ilustrado na figura 6, reduziu o *manpower* e garantiu a confiabilidade dessa tecnologia em detectar falhas e gerar registro de erros como torque e ausência de parafusos fazendo a qualidade do produto atingir níveis elevados no mercado.

Figura 6: Fixação automática



Fonte: Dados dos autores (2020)

Com a fixação automática eliminou o risco de um operador adquirir uma LER que é uma lesão do esforço repetitivo causada pelo desempenho de atividade repetitiva e contínua, dessa forma, a LER incluir uma série de doenças como Tendinite, Bursite e etc. A LER é atualmente uma doença que tem sido motivo de grandes discussões em debates em razão da terminologia, diagnóstico e tratamento (MUROFUSE; MARZIALE, 2001).

Outro ponto relevante e o tempo de operação na fixação de 4 parafusos no qual teve redução no *ciclo time*, pois o operador realizava a atividade em 16 segundos, com a máquina automática passou para 12 segundos, gerando assim aumento de produtividade.

O equipamento possui um monitor, com interface gráfica de fácil entendimento e operação. Pois é possível realizar ajuste nas ferramentas, testar o correto funcionamento dos sensores, cilindros e motores. Em um ambiente digital, a interface é o elemento que “separa dois espaços absolutamente diferentes e que de alguma maneira coexistem” (manovich, 1995, p. 2). Essa coexistência se dá pelo contato entre o ser humano e a máquina.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como propósito a aplicação do sistema de parafusamento automático de chassi visando eliminar o risco de falhas no processo, e a redução da mão de obra, pois a pandemia do corona vírus teve grande impacto financeiro para o setor automobilístico. A fixação automática demonstrou uma solução para defeitos e apresentou uma supervisão de controle no *software* com recursos automatizados.

Ao longo do desenvolvimento deste projeto, foram encontradas dificuldades na montagem de cilindros, servo e ferramenta de parafusar, pois necessitava de confecções para uma melhor precisão na fixação.

A fixação automática do chassi teve um grande retorno financeiro, com a eliminação de um operador que executava atividade repetitiva, teve a redução de índice de afastamento pelo trabalho, e garantiu a qualidade do produto solicitada pelo cliente. Com a máquina na linha de produção houve aumento de produção, pois a interface do *software* possibilitar o controle da velocidade do motor, quantidade de parafusos fixados, tempo de manutenção preventiva e o desperdício de revisão de lotes pela ausência de parafusos detectados pela equipe da qualidade.

REFERÊNCIAS

- [1] FIALHO, B. A. Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos. [S.l.]: Editora Erica, 2004. Citado 3 vezes nas páginas 32, 33 e 34.
- [2] GOMES, David Coimbra da Costa. Sensor de direção luminosa para seguimento solar, 2010. Dissertação (Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores)- Faculdade de Ciências e Tecnologia - Lisboa. Disponível em: Acesso em: 10 Out. 2020.
- [3] GROOVER, M. P. Automação industrial e sistemas de manufatura. São Paulo: Pearson, 2011.
- [4] LAMB, Frank. Automação Industrial na prática. Porto Alegre-RS: AMGH Editora Ltda. 2015.
- [5] MANOVICH, Lev. An archeology of a computer screen. Disponível em http://manovich.net/content/04-projects/011-archeology-of-a-computer-screen/09_article_1995.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.
- [6] MARTINS, M. G. Princípios de Automação Industrial. [S.l.]: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 20, 31, 32, 34 e 37.
- [7] MATOS, N. M. R. Análise do funcionamento de um servomotor de corrente alternada com Ímãs permanentes. Trabalho de conclusão de curso - universidade regional de blumenau. 2012. 47
- [8] MAZZAROPI, M. Sensores de Movimento e Presença. Rio de Janeiro, RJ, 2007. Disponível em: Acesso em: 11 Out. 2020.
- [9] MEDEIROS, Renan L. P. Desenvolvimento e aplicação de motores de corrente contínuas virtuais aplicadas nas aulas laboratoriais de controle de sistemas, Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Elétrica, Belém. 2011
- [10] MUROFUSE, N. T. M.; MARZIALE, M. H. P. Mudanças no trabalho e na vida de bancários portadores de lesões por esforços repetitivos: ler. Rev Latino-am Enfermagem, v. 9, n. 4, p. 19-25, julho; 2001 Disponíveis em: <<http://www.scielo.br/pdf/rlae/v9n4/11478.pdf>>. Acesso em: 15 Out. 2020
- [11] ROGGIA, L.; FUENTES, R. C. Automação Industrial. Rede e-Tec Brasil, Colégio Técnico e Industrial de Santa Maria - RS. 2016.
- [12] RUSSWURM, S. Industrie 4.0 – from vision to reality. SIEMENS Industry Sector – Background Information. Disponível em: <<http://www.siemens.com/press/pool/de/events/2014/industry/2014-04-hannovermesse/background-indutrie40-e.pdf>>, 2014. Acesso em: 1 Out. 20.
- [13] TEZA, V. R. Alguns Aspectos Sobre a Automação Residencial - Domótica. 2002. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2002.
- [14] VENÂNCIO, A. A. C. Sistema de Avaliação de Maturidade Industrial Baseando-se Nos Conceitos da Indústria 4.0. Monografia apresentada em cumprimento parcial dos requisitos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) para o grau de graduado em Engenharia de Controle e Automação. Nome da Cidade: Universidade Federal do Paraná. 2017.

Capítulo 8

Inclusão digital por meio da tecnologia power line communication (PLC) utilizando a rede elétrica

Omar Andrade Seixas Junior

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves Alexandra

Priscila Tregue Costa

Resumo: No Brasil, em grande parte das regiões urbanas e rurais a população já possui infraestrutura de rede de elétrica que fornece energia para a maioria da população, mas é totalmente carente quando o assunto é infraestrutura de rede digital e poucos possuem acesso. Diante dessa problemática se propôs como o objetivo do trabalho retratar o estudo da aplicabilidade da tecnologia PLC para uso comercial como uma alternativa para acesso a internet. Foram realizados testes nesse artigo aplicados no prédio do Hospital Militar de Área de Manaus (HMAM), onde foram escolhidos três setores com distancias de aproximadamente 28m entre eles e foi realizado os testes de condução de dados de banda larga pela rede elétrica. Com a implantação da tecnologia PLC no HMAM os usuários puderam ter acesso a rede digital utilizando a rede elétrica como meio físico o qual solucionou o problema de acesso a internet dos usuários no setor desprovido de rede digital. O trabalho realizado propôs verificar e comprovar a eficiência da tecnologia PLC através de testes reais mostrando que a rede elétrica existente em um ambiente comercial pode servir de meio de comunicação de banda larga trazendo acesso a internet utilizando infraestrutura física de cabeamentos elétricos já existentes.

Palavras-chave: infraestrutura elétrica, redes de acesso PLC, comunicação de dados.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil em grande parte das regiões urbanas e rurais a população já possui infraestrutura de rede de elétrica que fornece energia para a maioria da população (BRANDÃO JÚNIOR, 2007). Entretanto, quando se volta para a infra-estrutura da rede digital ainda falta implantação em grande parte das regiões nacionais e devido a essa deficiência surgiu o estudo da tecnologia *Power Line Communication* (PLC), no qual se aproveita da infraestrutura elétrica já existente, para levar rede digital até os locais sem infraestrutura de comunicação digital (JATOBÁ, 2007).

A tecnologia PLC vem sendo desenvolvida atualmente com mais intensidade, porém é uma tecnologia que teve início na década de 20 (ARCHANGELO, 2009). Todavia, a aplicabilidade voltada para ser utilizada para banda larga está sendo desenvolvida recentemente. O principal objetivo vem da possibilidade de compartilhar a estrutura de cabeamento elétrico convencional com a transmissão de dados, possibilitando acesso a rede de dados aqueles que não possuem infraestrutura digital instaladas em suas áreas (JATOBÁ, 2007).

Segundo a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a PLC é um sistema que permite transmissão de sinais de internet, voz, vídeo e comunicação, por meio da rede elétrica (CRUZ et al., 2018). Essa tecnologia também possui um modelo homologado pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), que é o modelo IEEE190, criado para escrever um padrão de rede elétrica de alta velocidade com o propósito de criar novas técnicas de modulação para oferecer a possibilidade de utilizar linhas de energia elétrica para comunicação de alta velocidade (PACHECO e SILVA, 2008).

A tecnologia PLC é uma alternativa viável, pois possui baixo custo de infraestrutura física e previne a poluição de fios espalhados nas cidades, além de poder fornecer qualidade na transmissão de dados e aumentar a opção de levar sinais digitais para os qualquer local do país (ZATAR e FREITAS, 2015).

Levar internet de banda larga até residências ou empresas talvez seja o principal foco das empresas que estão realizando pesquisas sobre a tecnologia PLC, ou então, é o que pode trazer mais retorno financeiro para as companhias de energia elétrica e provedores de internet.

Diante do discurso supracitado, o objetivo do trabalho foi retratar o estudo da aplicabilidade da tecnologia PLC para uso comercial.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INCLUSÃO DIGITAL

Com o advento da internet e a popularização do computador, começaram a surgir na década de 1990, em países pobres, programas de inclusão digital para populações excluídas do acesso à comunicação mediada pelo computador. No Brasil, eles aportaram primeiro em Curitiba, em julho de 2000, que transformou bibliotecas públicas em pontos de acesso à internet (CORNILS, 2009). E hoje está espalhada por muitos países da América Latina, Ásia, África e mesmo em países do Primeiro Mundo, junto a populações carentes. Já Castells (1996), ao refletir sobre os reflexos das redes digitais na sociedade contemporânea, declara que, na cultura da virtualidade real, tem-se assistido à integração da comunicação eletrônica e ao fim da hegemonia da audiência de massa, em virtude do surgimento das redes interativas.

Johnson (1997) defende em favor da ideia de que as interfaces digitais impactam, de modo significativo, o modo como se age, se raciocina e se comunica. Ao realizá-lo, o pesquisador deslinda o papel capital que o design de interface tem exercido na sociedade atual.

Outro pesquisador com argumento semelhante foi Pierre Lévy (1997), para quem os recursos tecnológicos digitais, analogamente à escrita e à imprensa, ensinam novas formas de pensar o mundo e de se relacionar com a esfera do conhecimento.

O conceito de inclusão digital a uma dimensão que transcende o acesso aos recursos digitais e a fluência tecnológica. Os autores concebem inclusão digital como processo pelo qual os sujeitos sociais, ao se apropriarem dos recursos digitais como coautores, produtores e coparticipantes do processo internacional na cibercultura, utilizam tais recursos como instância transformadora do seu entorno sociocultural. Na inclusão digital a um processo que parte do acesso aos recursos digitais, mas de modo algum se restringe a ele.

Mais que isso, para o pesquisador, a inclusão digital efetiva-se em um amplo processo de exercício da cidadania, na sua plenitude, mediante o abarcar de quatro capitais: social, cultural, intelectual e técnico (LEMOS, 2011).

2.2. A NOVA ERA DA COMUNICAÇÃO DE DADOS EM BANDA LARGA

A comunicação entre máquinas sempre foi considerada uma possibilidade bastante natural. Quando os primeiros computadores surgiram, a partir das experiências de equipes como as de Alan Turing e Konrad Zuse durante a Segunda Guerra Mundial e de Howard Aiken no pós-guerra¹ (ISAACSON, 2014), já havia uma vasta experiência com comunicações. O telégrafo, o telefone e o rádio já contabilizavam décadas de existência, a televisão já saíra dos laboratórios e começava sua escalada como principal mídia do século XX, o telex e o fax entravam no mercado.

Os primeiros computadores comerciais já vinham com processadores específicos para comunicação de dados (“datacomm processors”) que operavam com protocolos, os conjuntos de regras para troca de mensagens organizadas entre máquinas, ainda bastante simples. O objetivo era a comunicação ponto a ponto, ou seja, entre dois equipamentos diretamente conectados. Um computador podia então trocar dados diretamente com outros computadores ou com terminais de vídeo, que se limitava a inserir comandos ou dados diretamente no equipamento a que estavam ligados. As trocas de mensagens entre vários computadores eram, nesse contexto, controladas por um equipamento central, que enviava e recebia dados dos demais (ISAACSON, 2014).

Em termos de serviços de telecomunicações, a oferta de acesso em comunicação de dados em redes é feita tanto pelas prestadoras do Serviço de Comunicação Multimídia (SCM), por meio de tecnologias que utilizam redes fixas (ADSL, FTTx, FWA, etc.) como pelas prestadoras de serviços de TV por Assinatura por meio de Serviços de Valor Adicionado (SVA) prestados sobre redes de cabo ou Multichannel Multipoint Distribution Service (MMDS) (GARCIA, 2012).

O SCM, por ser um serviço que possibilita a oferta de capacidade de transmissão, emissão e recepção de informações multimídia, utilizando quaisquer meios, tornou-se o serviço que possui o maior número de acessos fixos para conexão à Internet, com aproximadamente 13 milhões de acessos. Atualmente, verifica-se que o SCM vem sendo largamente utilizado por pequenas e médias empresas que obtêm autorização com o objetivo disponibilizar uma rede de comunicações para prover acesso banda larga, popularmente conhecida como “Provedor de Internet” (GARCIA, 2012).

2.3. POWER LINE COMMUNICATION (PLC)

A tecnologia PLC é um sistema de telecomunicações que utiliza a rede elétrica como meio de comunicação. Quando os cabos elétricos são usados como meio de transmissão, a instalação elétrica domiciliar comporta-se como uma rede de dados, no qual cada tomada elétrica é um ponto de conexão à rede. Inúmeras aplicações podem ser utilizadas com a tecnologia PLC: telefonia, automação de dispositivos residenciais ou industriais e telemedicação de água, gás e energia elétrica. Mas o mercado que está se destacando hoje com a tecnologia PLC é o acesso à internet de banda larga (JATOBÁ, 2007).

Estudos e projetos abrangentes estão sendo desenvolvidos com a tecnologia PLC na atualidade. Um deles é o Open PLC European Research Alliance (OPERA), cujo objetivo consiste em desenvolver procedimentos de aplicação da tecnologia PLC que possam vir a ser uma alternativa de acesso a internet banda larga onde todos os usuários finais possam ser alcançados (VIEIRA, 2007).

Levar internet de banda larga até residências ou empresas talvez seja o principal foco das empresas que estão realizando pesquisas sobre a tecnologia PLC, ou então, é o que pode trazer mais retorno financeiro para as companhias de energia elétrica e provedores de internet. Até determinado ponto dos bairros já existe um ponto de fibra ótica, mas o problema consiste em levar este sinal até as residências. Para isso é preciso utilizar algum meio de comunicação: os mais conhecidos são xDSL e cable modem. Segundo Ribeiro (2007), estes meios de transmissão alcançam menos de 15% da população. Para aumentar este valor, é preciso que as operadoras de TV a cabo e telefonia façam um planejamento e um investimento bastante elevado para estruturar suas redes.

O PLC de banda larga trabalha com frequências mais altas (entre 1,8 MHz e 250 MHz) enquanto a energia elétrica é da ordem dos Hz (50 a 60 Hz) o que conseqüentemente faz o PLC apresentar alta taxa de transferência de dados, que normalmente, pode chegar a algumas centenas de Megabits por segundo. Os dois sinais podem conviver harmoniosamente, no mesmo meio. A tecnologia, também possibilita a conexão de aparelhos de som e vários outros eletroeletrônicos em rede (FERNANDES, 2011).

O PLC de banda larga possui curto alcance (algumas centenas de metros no máximo). Entretanto, a alta taxa de transferência de dados o torna atrativo para aplicações residenciais, como compartilhamento de rede e dados multimídia. Segundo Home Plug Alliance (2013), estima-se que foram vendidos mais de cem milhões de dispositivos que utilizam o PLC banda larga para essa finalidade.

A rede de energia elétrica é a maior rede do mundo. Então aproveitar esta enorme infraestrutura já instalada, reduzindo tempo e custo de instalação de uma rede de transmissão de dados é a principal vantagem. Fora isso, a tecnologia PLC pode alcançar locais, onde devido limitações geográficas, normalmente a tecnologia sem fio não pode, (HOCH, 2011).

O maior desafio em transmitir dados pela rede de energia elétrica é relacionado com a robustez da comunicação. Esse meio de transmissão provoca ruídos e distorções no sinal, bem como atenuação que varia de uma rede para outra. Dispositivos conectados à rede elétrica podem também interferir diretamente na comunicação. Transformadores, conexões e emendas, material do cabo de energia, temperatura, umidade e etc., atenuam o sinal transmitido (LECLARE, 2012).

É também importante citar a falta de padronização da tecnologia PLC como uma desvantagem, visto que este tem sido um grande entrave no desenvolvimento e aprimoramento desta tecnologia (LECLARE, 2012).

Parente (2011) relata que existem outras vantagens como a inclusão de pessoas no mundo digital através do acesso à internet e talvez seja a principal vantagem que a utilização de redes PLC pode proporcionar. Como já foi citada, grande parte dos investimentos de comunicação de dados atingem somente a comunicação entre provedores. Com a implementação da tecnologia PLC, pessoas que residem em locais desprovidos de conexão com a internet por falta de meios físicos de transmissão de dados, podem vir a ter essa conexão disponibilizada através de poucos investimentos, por já possuírem energia elétrica nos locais em que residem. Para que isso aconteça é necessário investimento em equipamentos por parte de provedores de serviço. Em redes tradicionais de comunicação de dados a compra e instalação de equipamentos também são necessárias, mas, além disso, é preciso investir na ampliação do cabeamento, algo que utilizando o PLC já estaria disponível.

3. MATERIAL E MÉTODO

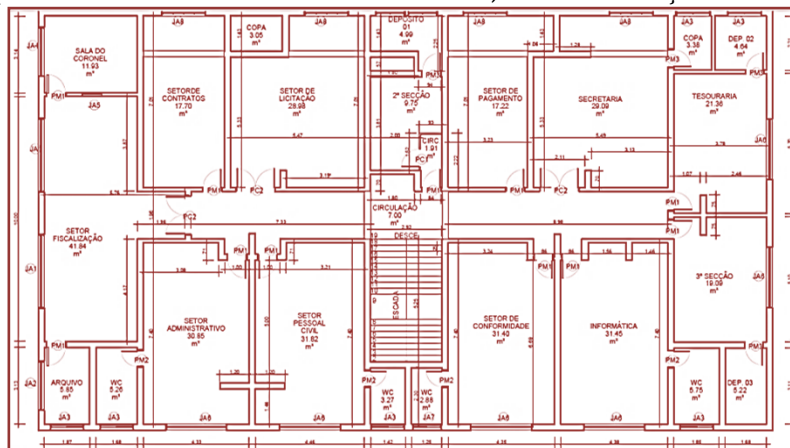
3.1. LOCAL DO ESTUDO

Os testes realizados nesse artigo foram aplicados no prédio do Hospital Militar de Área de Manaus (HMAM), compreendendo uma área de aproximadamente 400m², localizada no bairro Cachoeirinha, situada na região sul da cidade de Manaus, estado do Amazonas, dividido em vários setores, onde foi escolhida como área a distância de aproximadamente 28m que ficava localizada entre a distância do setor de Informática do hospital para o setor de Contratos, cujo roteador com sinal da rede *wireless* localizado no interior do Setor de Informática não chegava ao Setor de Contratos, mas ambos possuíam rede elétrica vindo do mesmo quadro elétrico.

Foi também realizado teste no setor Fiscalização que possui um quadro elétrico diferente do quadro elétrico do setor de Informática e que possui as mesmas características de distância do setor de Contrato.

Através do kit adaptador Tp Link 4220 utilizando a rede elétrica que pertenciam ao mesmo quadro elétrico foi realizado um experimento para verificar possibilidade da disponibilização da internet e suas características técnicas de acesso e velocidade através da rede elétrica comprovando se era realmente vantajoso e seguro o acesso à internet pela eletricidade conforme foi mostrado na Figura 1 o local em que foi aplicado os testes.

Figura 1 - Planta do pavimento ADM com o Setor de Informática, Setor Fiscalização e o Setor de Contratos.



Fonte - Hospital Militar, 2020.

3.2. KIT EXTENSOR TL-WPA4220 300MBPS E AV600MBPS

Este estudo propôs teste de aplicação da estrutura PLC através modelo Tp Link 4220 Kit Adaptador Rede Elétrica Cor Branco, Voltagem 110 v/220 v (Bivolt) conforme figura 2, do qual possuía um transmissor e um receptor com *wi-fi* e permite alcançar taxa de transferência de dados de até 600Mbps através da fiação elétrica com alcance de distância até 300 metros sobre o mesmo circuito elétrico, além de disponibilizar 300Mb/s para rede *wi-fi*. Possuía dois adaptadores PLC o qual um de tamanho inferior se conecta ao roteador provedor de internet e o outro adaptador PLC de tamanho maior com duas saídas *ethernet* e *wi-fi* era colocado em local onde se desejava o acesso a internet.

Figura 2 - Kit Adaptador Tp Link 4220 AV 600 Power Line

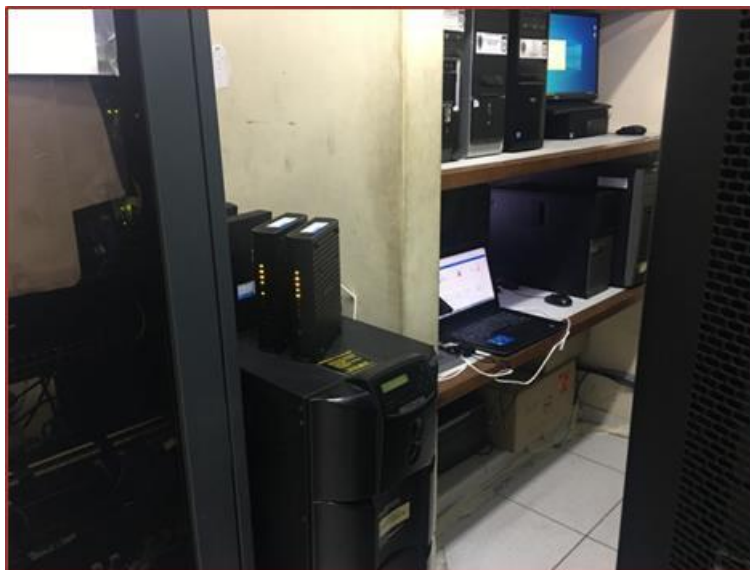


Fonte: site do fabricante, 2020.

3.3. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO COM A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA PLC

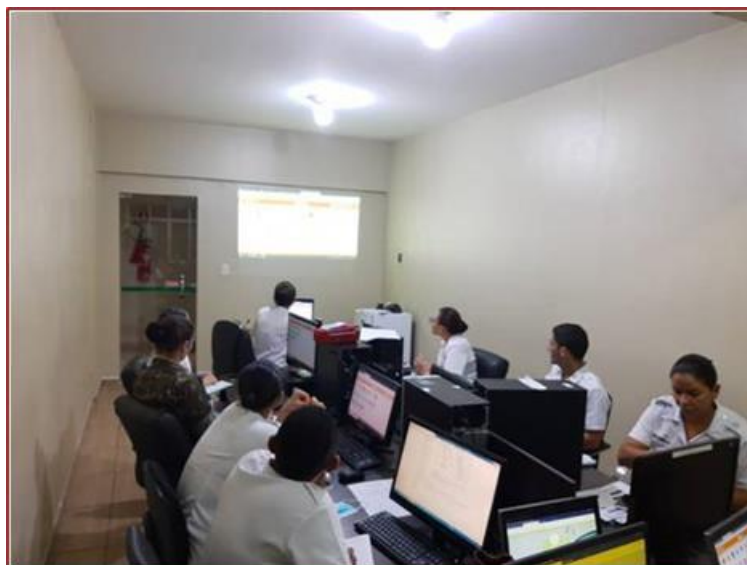
Foi realizado teste de implantação da rede PLC no prédio administrativo do HMAM. Foram instalados dois adaptadores PLC do fabricante TP-LINK e modelo 4220 AV600 com adaptador *wi-fi* em três setores do hospital, sendo um no Setor de Informática, onde possuía um roteador *wi-fi* da Net com velocidade de 135Mbps, ficando localizado no interior do Setor de Informática conforme figura 3, o outro no setor de Contratos sem sinal *wi-fi* e sem acesso a internet conforme figura 4 e, o ultimo no setor Fiscalização onde ambos possuíam uma distancias entre o setor de Informática de aproximadamente 28m com paredes espessas fechadas entre eles. Foram instalados e configurados os adaptadores PLC e realizado o teste de acesso a internet pela rede elétrica com tensão de 127 v como uma alternativa segura e eficaz num setor que não possuía internet.

Figura 3 - Roteador *wi-fi* da Net de 135Mbps.



Fonte: A autoria própria, 2020.

Figura 4 - Setor de Contratos do Hospital Militar de Área de Manaus

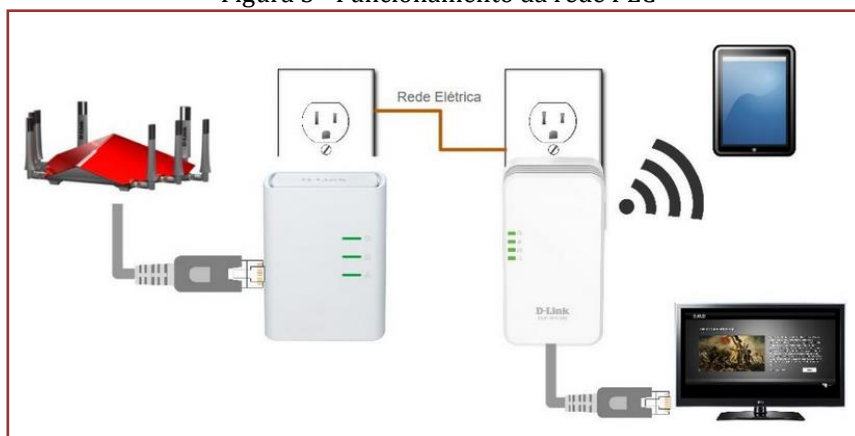


Fonte: Hospital Militar, 2020

3.4. MODO DE FUNCIONAMENTO DO PLC

Um roteador *wi-fi* com acesso à internet foi conectado no primeiro adaptador PLC através de um cabo par trançado cat5, onde o adaptador PLC está plugado numa tomada elétrica e enviará os dados digitais recebidos do roteador para o destino desejado. O segundo adaptador PLC que possui *wi-fi* é responsável por receber o sinal do primeiro adaptador PLC, onde é colocado numa outra tomada pertencente ao mesmo quadro elétrico no local em que se deseja disponibilizar a internet. A rede elétrica servirá de condutor dos dados levando a internet até o destino. Poderá ser realizado acesso à internet por um computador através de cabo par trançado cat5 conectado ao segundo adaptador ou pela rede *wi-fi* disponível pelo adaptador PLC conforme é exemplificado na figura 5.

Figura 5 - Funcionamento da rede PLC



Fonte: Bóson Treinamentos, 2020.

3.5. IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA PLC NO HOSPITAL MILITAR

Os equipamentos utilizados no teste foram 1 (um) roteador *wi-fi* com velocidade de internet de 135Mbps, 2 (dois) cabos de redes par trançado cat5, 2 (dois) adaptadores TP Link PLC, 1 (um) notebook e 3 (duas) tomadas elétricas pertencente a rede elétrica de tensão de 127 v.

No Setor de Informática foi conectado na tomada elétrica um adaptador PLC e o mesmo foi conectado através de cabo par trançado cat5 no roteador *wi-fi* que possuía velocidade de internet de 135Mbps. No Setor de Contratos foi colocado o segundo adaptador PLC com *wi-fi* na tomada elétrica, onde recebeu o sinal de internet do primeiro adaptador e disponibilizou para o setor acesso a internet.

Através de um notebook foram realizados teste de desempenho da qualidade de internet usando como meio físico o cabo par trançado cat5 e também testado a internet pela rede *wi-fi* e pela rede a cabo.

Foram usados os sistemas WinFi e SIMET, onde o sistema WinFi serve para encontrar e medir sinal da *wi-fi* e o sistema SIMET era um medidor de velocidade de Internet que verificava a qualidade de internet adquirida pela rede elétrica em determinado ambiente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a implantação da tecnologia PLC no setor de Contratos do Hospital Militar de Manaus os usuários puderam ter acesso a rede digital através desse recurso que aproveitou a estrutura física da rede elétrica e solucionou o problema de acesso a internet dos usuários no setor.

4.1. ESTUDO DE CASO

Nesta seção foram descritos os processos realizados para alcançar a implantação da tecnologia PLC, apresentando os resultados obtidos num ambiente real. A realização da implantação foi realizada utilizando o método de instalação da arquitetura de hardware e software para verificação da real funcionalidade da tecnologia.

4.2. INSTALAÇÕES FÍSICAS DA TECNOLOGIA PLC

Primeiramente foi verificado que no prédio do hospital militar os dois setores em estudo pertenciam a um único quadro elétrico, o qual é requisito primordial para a instalação e funcionamento da tecnologia PLC (LECLARE, 2012).

Com a aquisição do Kit Adaptador Tp Link modelo 4220, no setor de Informática os adaptadores PLC foram plugados na rede elétrica e o adaptador PLC menor foi conectado através do cabo cat5 no roteador com *wi-fi*, em seguida foi realizada a instalação e o pareamento entre os dispositivos para que os dois adaptadores PLC pudessem se reconhecer posteriormente em qualquer tomada pertencente ao mesmo quadro elétrico, conforme figura 6.

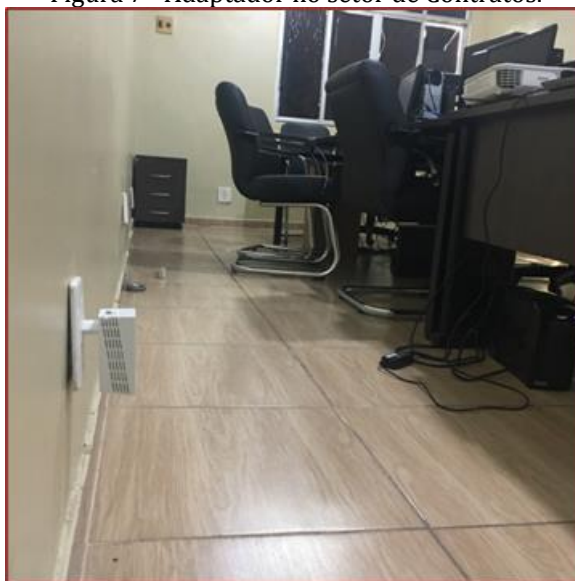
Figura 6 - Instalação e pareamento dos adaptadores PLC na rede elétrica.



Fonte – dados dos autores, 2020.

Seguindo com o processo de instalação foi retirado da tomada do setor de Informática o adaptador PLC de tamanho maior com duas saídas ethernet e colocado na tomada dentro do setor de Contratos conforme figura 7.

Figura 7 - Adaptador no setor de Contratos.

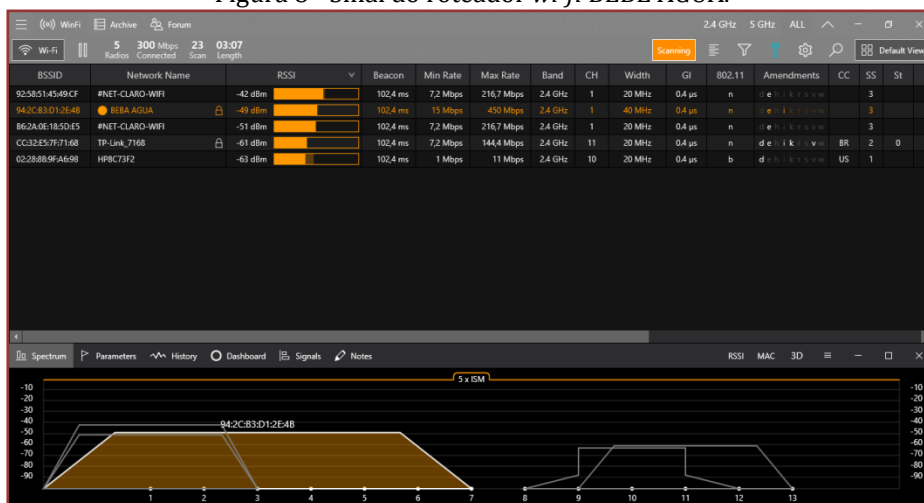


Fonte: dados dos autores, 2020.

4.3. TESTE DO SINAL *WI-FI* E VELOCIDADE DA INTERNET NO SETOR DE INFORMÁTICA

Foi realizado o teste do sinal do roteador *wi-fi* do Hospital Militar chamado pelo nome BEBE AGUA através do sistema WinFi onde identificou o sinal e mostrou a disponibilidade da rede *wi-fi* no setor de Informática como mostrado na figura 8.

Figura 8 - Sinal do roteador *wi-fi* BEBE AGUA.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Foi realizado comando *NETSH WLAN SHOW INTERFACE* no prompt de comando do sistema operacional Windows 8 para mostrar dados e nível de sinal do roteador *wi-fi* do Hospital Militar como apresentado na figura 9.

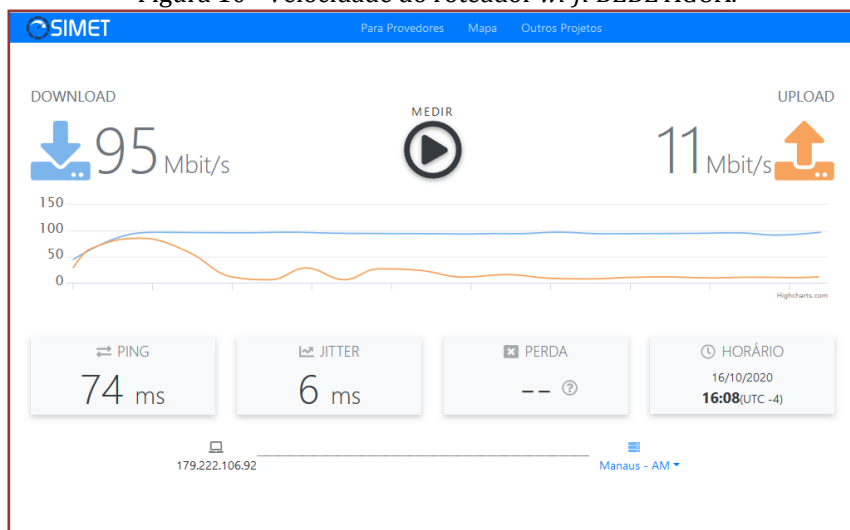
Figura 9 - Nível de sinal do roteador *wi-fi* BEBE AGUA.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Com a identificação do sinal no setor de Informática foi realizado no notebook o teste de velocidade da rede *wi-fi* através do sistema SIMET conforme figura 10, onde foi registrado a velocidade de 95Mbps/s oferecida pelo roteador *wi-fi* que possuía no plano contratual até 135Mbps/s de velocidade.

Figura 10 - Velocidade do roteador *wi-fi* BEBE AGUA.



Fonte: dados dos autores, 2020.

O sinal do roteador *wi-fi* e sua velocidade de internet atendem bem aos setores próximos do setor de Informática, entretanto, setores pouco mais distantes como os que ficam do outro lado do corredor não conseguem receber o sinal *wi-fi* e fica sem acesso a internet como apresenta na figura 11.

Figura 11 - Corredor do setor de Informática.

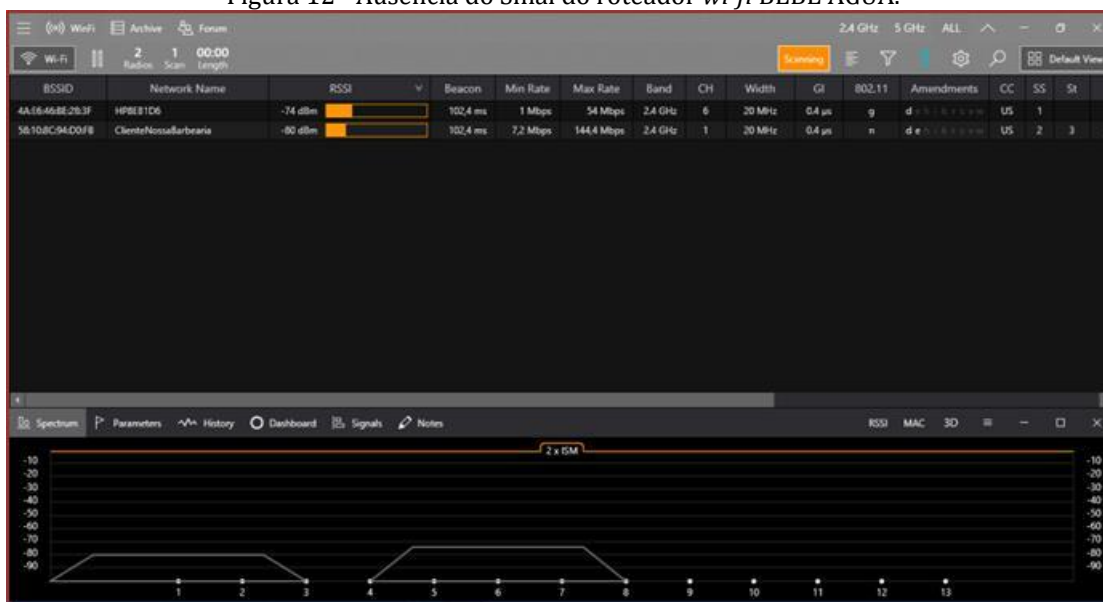


Fonte: dados dos autores, 2020.

4.4. TESTE DO SINAL *WI-FI* E VELOCIDADE DA INTERNET NO SETOR DE CONTRATOS

Foi realizado o teste do sinal do roteador *wi-fi* do Hospital Militar chamado pelo nome BEBE AGUA localizado no setor de Informática através do sistema WinFi onde não identificou o sinal e mostrou a indisponibilidade da rede *wi-fi* no setor de Contratos como mostrado na figura 12.

Figura 12 - Ausência do Sinal do roteador *wi-fi* BEBE AGUA.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Sem o sinal do roteador *wi-fi* no setor de Contratos ficou comprovado o porquê da necessidade de instalação do adaptador PLC no setor de Contratos a fins de fornecer inclusão digital através do acesso a internet.

Foi instalado um adaptador PLC com *wi-fi* no setor de Contratos, com isso foi possível mostrar o sinal *wi-fi* do adaptador PLC utilizando o sistema WinFi para identificar o sinal *wi-fi* que recebeu o nome de TP-Link_7168 pelo seu fabricante como mostrado na figura 13.

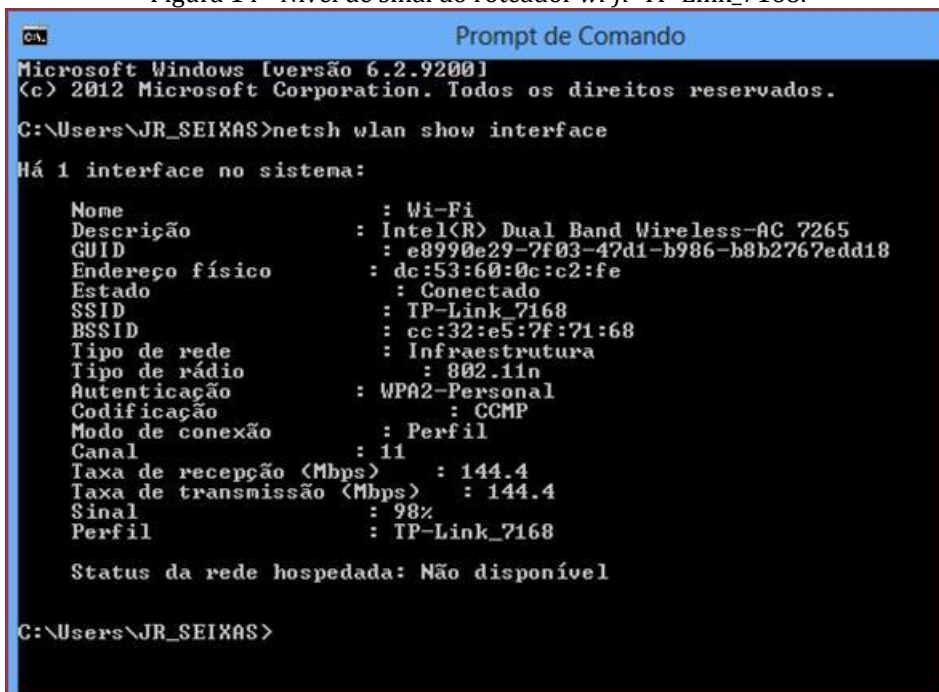
Figura 13 - Sinal do adaptador PLC *wi-fi* TP-link_7168.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Com a confirmação do sinal *wi-fi* TP-Link_7168 foi realizado comando `NETSH WLAN SHOW INTERFACE` no prompt de comando do sistema operacional Windows 8 para mostrar dados e nível de sinal do adaptador *wi-fi* no setor de Contratos como mostrado na figura 14.

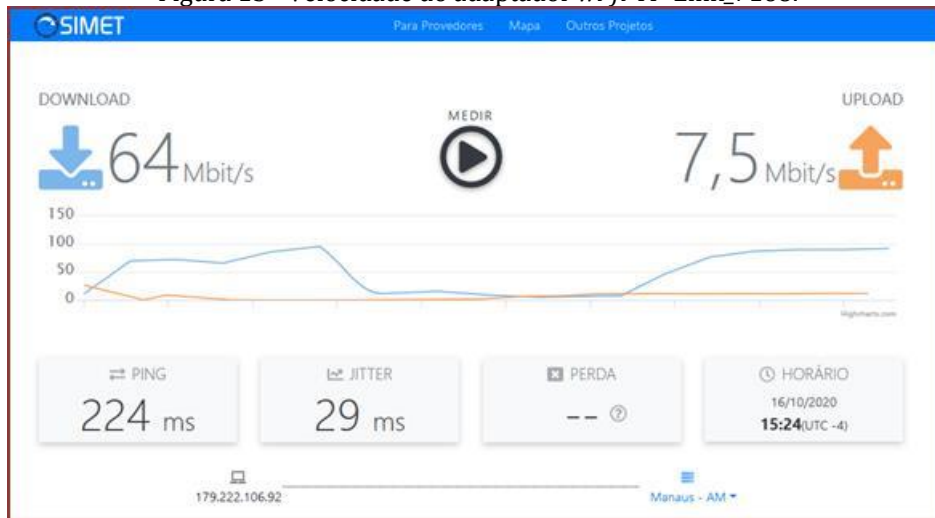
Figura 14 - Nível de sinal do roteador *wi-fi* TP-Link_7168.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Após identificado o sinal do adaptador PLC *wi-fi* TP-Link_7168 foi realizado o teste de velocidade da internet, pois como o adaptador PLC *wi-fi* no setor de Contratos estava pareado com o outro adaptador PLC no Setor de informática permitia enviar sinal de internet através da rede elétrica possibilitando realizar o teste de velocidade, conforme figura 15.

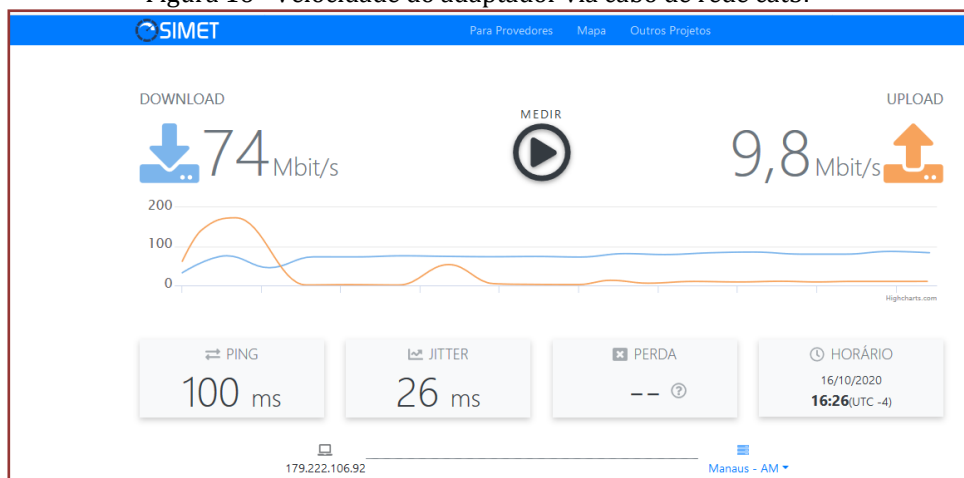
Figura 15 - Velocidade do adaptador *wi-fi* TP-Link_7168.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Foi realizado também teste de velocidade da internet usando cabo par trançado cat5 conectado diretamente no adaptador *wi-fi*, pois como o adaptador PLC *wi-fi* possui duas saídas ethernet que permite acesso a internet via cabo de rede conforme figura 16.

Figura 16 - Velocidade do adaptador via cabo de rede cat5.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Após os testes realizados ficou evidenciado que o adaptador PLC *wi-fi* no setor de Contratos perde um pouco de velocidade ficando com 64Mbits/s através da rede *wi-fi* e 74Mbits/s pelo cabo de rede que em comparação ao seu fornecedor de internet o roteador *wi-fi* do setor de Informática que fornece 95Mbits/s. Entretanto essas velocidades de 64Mbit/s e 74Mbit/s, os computadores e celulares do setor de Contratos puderam ter acesso a internet com uma boa qualidade em comparação a falta de acesso antes do uso da tecnologia PLC.

4.5. TESTE DE VELOCIDADE DA INTERNET NO SETOR FISCALIZAÇÃO COM QUADRO ELÉTRICO DIFERENTE

A rede elétrica do setor Fiscalização do Hospital Militar era alimentada por outro quadro elétrico diferente do quadro elétrico do setor de informática. Foi instalado o adaptador PLC *wi-fi* na rede elétrica do setor Fiscalização conforme figura 17 para ver como se comportava o sinal de internet usando um quadro elétrico diferente.

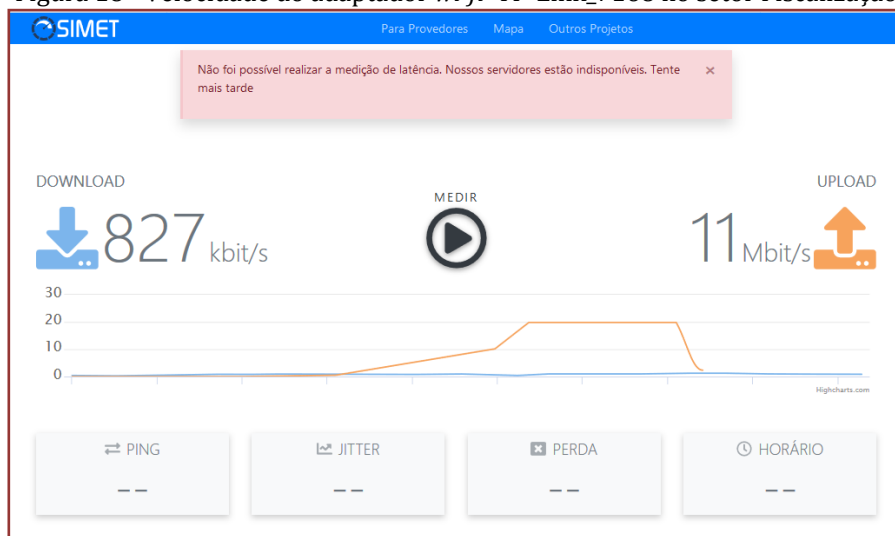
Figura 17 - Adaptador PLC *wi-fi* instalado na rede elétrica do Setor Fiscalização.



Fonte: dados dos autores, 2020.

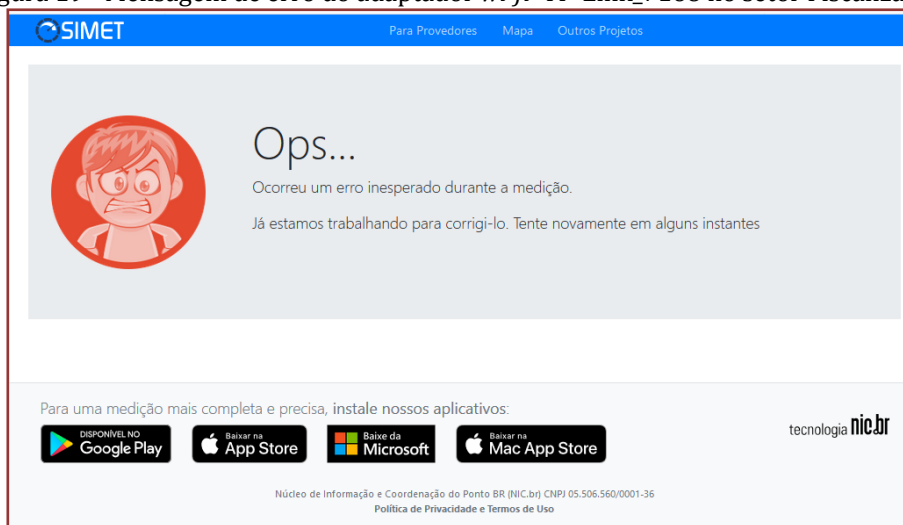
Como apresentado na figura 18, transmissão de dados pela rede elétrica fica extremamente lenta com baixa qualidade de acesso a internet. Foi registrada velocidade de 827kbit/s que são uma taxa muito pequena de dados para acesso a internet, chegando muitas vezes a gerar erro no sistema SIMET conforme figura 19, por não conseguiu receber sinal de dados do outro adaptador PLC locado no setor de Informática que faz parte de outro quadro elétrico.

Figura 18 - Velocidade do adaptador wi-fi TP-Link_7168 no setor Fiscalização.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Figura 19 - Mensagem de erro do adaptador wi-fi TP-Link_7168 no setor Fiscalização.



Fonte: dados dos autores, 2020.

Esse teste mostrou que quando usado os adaptadores PLC instalados em tomadas elétricas de quadros elétricos diferentes a transmissão de dados pela rede elétrica fica inviável podendo não receber nenhum tipo de sinal de internet no setor que necessita de acesso a internet.

5. CONCLUSÃO

O trabalho realizado propôs verificar e comprovar a eficiência da tecnologia PLC através de testes reais mostrando que a rede elétrica existente em um ambiente comercial pode servir de meio de comunicação de banda larga trazendo acesso a internet utilizando infraestrutura física de cabamentos elétricos já existentes.

Para que essa tecnologia funcionasse foi necessário que se conhecesse bem a rede elétrica do local e realizasse estudo avaliativo de onde e como poderia ser implantada a tecnologia PLC para obter o melhor resultado.

Nos testes realizados foi possível concluir que parâmetros como distância, avaliação dos quadros elétricos, atenuações na rede elétrica, velocidades de acessos a internet entre outros devem ser levados em consideração para que a tecnologia PLC possa ser utilizada de forma confiável, segura e satisfatória. Para que esse tipo de implantação seja bem sucedido é importantíssimo o acompanhamento pelo engenheiro eletricitista na realização desde estudo técnico preliminar do local bem como todas as outras etapas durante a implantação da tecnologia para assegurar que a rede elétrica ira proporcionar a internet necessária para o local desprovido de rede digital.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL. Uso da rede de distribuição de energia elétrica para a comunicação de sinais (PLC). Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_boletim/?fuseaction=boletim.detalharNoticia&idNoticia=444>. Acesso em: 21 set. 2020.
- [2] ANEEL, (Agência Nacional de Energia Elétrica). Regulamenta a utilização das instalações de distribuição de energia elétrica como meio de transporte para a comunicação digital ou analógica de sinais, Resolução Normativa no 375, 25 de agosto de 2009.
- [3] RIBEIRO, M. V.. P&D para apoio a regulamentação e a padronização da tecnologia PLC. Workshop Sobre Power Line Communication: [trabalhos apresentados]. Brasília, DF: ANEEL, 2007. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/4%20-Moises%20-%20UFJF%20-%20.pdf>>. Acesso em: 02 out 2020.
- [4] JATOBA, Pedro. A Tecnologia PLC: Power Line Communication. 2007. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/emdebate/pedrojato01.asp>>. Acesso em: 23 set.2020.
- [5] BRANDÃO JÚNIOR, Nilson. Acesso a banda larga dobra até 2010, aponta Telebrasil Disponível em: <http://www.estadao.com.br/tecnologia/telecom/noticias/2007/jul/09/79.htm>>. Acesso em: 10 set. 2020.
- [6] CORNILS, Patrícia. Novidades no telecentros.BR. Portal Arede, 2010. Disponível em: <<http://www.aredo.inf.br/inclusao/component/content/article/106-acontece/2926-novidades-no-telecentrosbr-entrevista-com-kikimori>>. Acesso em: 28 set. 2020.
- [7] CRUZ, F. C.; STEFENON, S. F.; FURTADO, R. G.; ROCCA, G. A. D.; FERREIRA, F. C. S. Estudo de viabilidade financeira para instalação de rádio enlace na rede de telefonia móvel. Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias, v. 8, n. 3, p. 4447-4460, 2018.
- [8] PACHECO, A. J.; SILVA, A. Transmissão de Dados Via Rede Elétrica. 2008. Disponível em: <<http://revista.ctai.senai.br/index.php/edicao01/article/viewDownloadInterstitial/38/35>>. Acesso em: 26 set. 2020.
- [9] VIEIRA, J. G. A CELG no projeto Opera 2 e suas perspectivas de aplicação da tecnologia PLC. Workshop Sobre Power Line Communication: [trabalhos apresentados]. Brasília DF: ANEEL, 2007. Disponível em: <www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/CELG%20-%20Vieira.pdf>. Acesso em: 4 out 2020.
- [10] ZATTAR, Haroldo; FONTES, Jusiel. PLC – Qualidade da energia elétrica. Portal o Setor elétrico, PLC – Qualidade da energia elétrica, São Paulo, Edição 108, p. 1-14, jan. 2015. Disponível em: 15 <<https://www.osetoreletrico.com.br/plc-qualidade-da-energia-eletrica/>>. Acesso em: 06out. 2020.
- [11] PARENTE, D. A., Estudo de Sistemas PLC (Power Line Communications). Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- [12] LEMOS, J. P. G., Avaliação da rede Homeplug para suporte de aplicações industriais. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) Universidade do Porto, Porto, 2011.
- [13] FERNANDES, Antonio de Lima. Power Line Communication in Energy Markets – Ago. 2011. Disponível em: <<http://www.cypress.com/?docID=31441>>. Acesso em: 7 out. 2020.
- [14] HOCH, Martin. Comparison of PLC G3 and Prime, IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications, Udine, Itália, pp. 165-169. 2011.

- [15] LECLARE, Jim. Overcoming Smart Grid Communications Challenges with Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) and IEEE 1901.2: Maxim Application Note 5356 - 1 maio 2012. Disponível em: <<http://www.maximintegrated.com/app-notes/index.mvp/id/5356>>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [16] CASTELLS, Manuel. A galáxia da internet. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2003. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- [17] JOHNSON, Steven. Interface culture: how new technology transforms the way we create and communicate. New York (USA): Harper Edge (Harper Collins), 1997.
- [18] HOMEPLUG. HomePlug 1.0 Technology White Paper. Disponível em: <http://www.homeplug.org/tech/whitepapers/HP_1.0_TechnicalWhitePaper_FINAL.pdf>. Acesso em: 28 set. 2020
- [19] LEVY, Pierre. As tecnologias da inteligência. São Paulo: Ed. 34, 1997.
- [20] ISAACSON, Walter (2014). The Innovators: how a group of hackers, geniuses, and geeks created the digital revolution. Nova York: Simon&Schuster.

Capítulo 9

Sistemas de proteção de geradores síncronos em usinas terméletricas

Ariel Grana Araújo

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Com o avanço tecnológico, a energia elétrica tornou-se acessível e umas das principais atribuições para a popularização da eletricidade foi o crescimento de sistemas térmicos. Nos sistemas térmicos, as fontes de energia são transformadas em energia elétrica, para isso, existem sistemas de conversão que utilizam um conjunto de geradores para converter uma fonte de energia a partir de um sistema térmico e todo esse processo precisa de um sistema de proteção eficiente e que garanta segurança e eficiência para a geração, transmissão e distribuição da energia. O objetivo desse trabalho consiste em apresentar o sistema de proteção da UTE Cristiano Rocha e correta atuação de proteção, pois, são uma das principais fontes de geração para o atendimento à demanda energética nos períodos de seca. Um gerador síncrono converte energia mecânica em energia elétrica e está energia é direcionada à turbina através da queima dos combustíveis fósseis como carvão, óleo, gás natural, ou por algum tipo de combustível. O sistema da UTE Cristiano Rocha é composto por 05 unidades geradoras com capacidade instalada de 85,38MW e encontramos uma falha na configuração no sistema de proteção através dos sinistros ocorridos no SIN (Sistema Interligado Nacional), onde os geradores não saíram pelas proteções do gerador que depende da atuação dos relés que não foram atuados, pois o tempo de acionamento desses relés estava fora do range aceitável e a confiabilidade da proteção se resume a probabilidade de funcionamento correto da proteção, ou seja, do equipamento, quando houver necessidade de sua atuação. O funcionamento dos sistemas de proteção utilizados nas usinas térmicas é de fundamental importância para o desempenho destas. Assim é evidente a necessidade do profissional de engenharia elétrica para análises corretas e treinamentos eficazes para as configurações dos sistemas e atendimento a eficiência na geração de energia elétrica.

Palavras chave: Sistemas Térmicos, Sistemas de Proteções, Geradores Síncronos.

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico, a energia elétrica tornou-se acessível e umas das principais atribuições para a popularização da eletricidade foi o crescimento de sistemas térmicos e com a ampliação da demanda de energia elétrica, as concessionárias necessitaram expandir seus serviços e aumentar sua capacidade de fornecimento (FILHO, 2015).

A usina termoeletrica é uma instalação industrial que produz energia a partir do calor gerado pela queima de combustíveis fósseis (como carvão mineral, óleo, gás, entre outros) (FERNANDES, 2009). São diversos os tipos de usinas térmicas, em geral elas são divididas em função do material que é utilizado como combustível.

As Usinas termoeletricas são as preferidas no mundo todo, pela sua versatilidade, pois, são construções simples e rápidas e podem ser instaladas junto aos centros de consumo e dispensam linhas de transmissão de longo percurso. Nos países de primeiro mundo, cerca de 70% da energia elétrica é produzida em usinas desse tipo (FITZGERALD et al., 2016).

Nos sistemas térmicos, as fontes de energia são transformadas em energia elétrica, para isso, existem sistemas de conversão que utilizam um conjunto de geradores para converter uma fonte de energia a partir de um sistema térmico e todo esse processo precisa de um sistema de proteção eficiente e que garanta segurança e eficiência para a geração, transmissão e distribuição da energia (FILHO, 2015).

Geradores Síncronos são usados nas usinas termoeletricas, pois são capazes de converter energia mecânica em elétrica quando operado como gerador e energia elétrica em mecânica quando operado como motor, são uma das mais importantes máquinas elétricas rotativas, operam com uma velocidade de rotação constante sincronizada com a frequência da tensão elétrica alternada aplicada aos terminais da mesma, ou seja, devido ao movimento de rotação igual, entre o campo giratório e o rotor é chamado de máquina síncrona (sincronização entre o campo do estator e o rotor) (FILHO, 2015).

O objetivo desse trabalho consistiu em apresentar o sistema de proteção da UTE Cristiano Rocha e o controle dos dados do sistema de força para correta atuação de proteção, pois, uma das principais fontes de geração para o atendimento à demanda energética nos períodos de seca, são as usinas termoeletricas (FILHO, 2015), por este motivo, há a necessidade da proteção de seus sistemas, e muito mais que um sistema bem dimensionado, há a necessidade de previsão de treinamento para as configurações corretas além de cronograma de inspeções para validação que o sistema está operando de forma adequada.

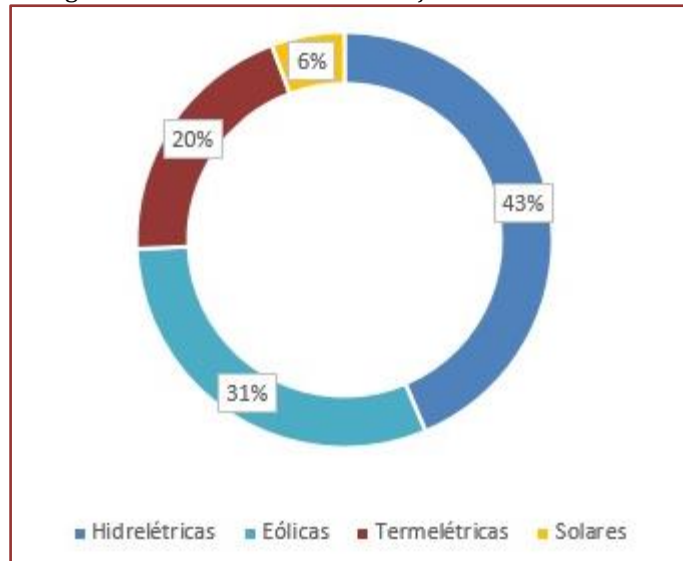
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. USINAS TERMELÉTRICAS

Centrais termoeletricas ou simplesmente termoeletrica são instalações industriais utilizadas para a geração de energia elétrica, através de um processo no qual a energia é transformada a partir de insumos como combustíveis, bagaços, madeira, óleo combustível, óleo diesel, gás natural, carvão natural e urânio enriquecido, enfim, pela queima de algum tipo de combustível renovável ou não renovável. As formas de produção de energia são praticamente iguais, variando apenas os tipos de combustíveis para cada unidade térmica (FILHO, 2015).

No Brasil, a energia termoeletrica é um recurso estratégico, pois supre as necessidades energéticas durante os períodos de seca, quando as hidroeletricas não atendem toda a demanda, o país conta com 48 termoeletricas a gás, 44 a óleo, 10 a base de carvão mineral, duas nucleares e outras 11 usinas, que podem ser bicombustíveis ou até mesmo reação exotérmica (figura 1) (CCEE, 2020).

Figura 20 - Atendimento de Geração térmica no Brasil



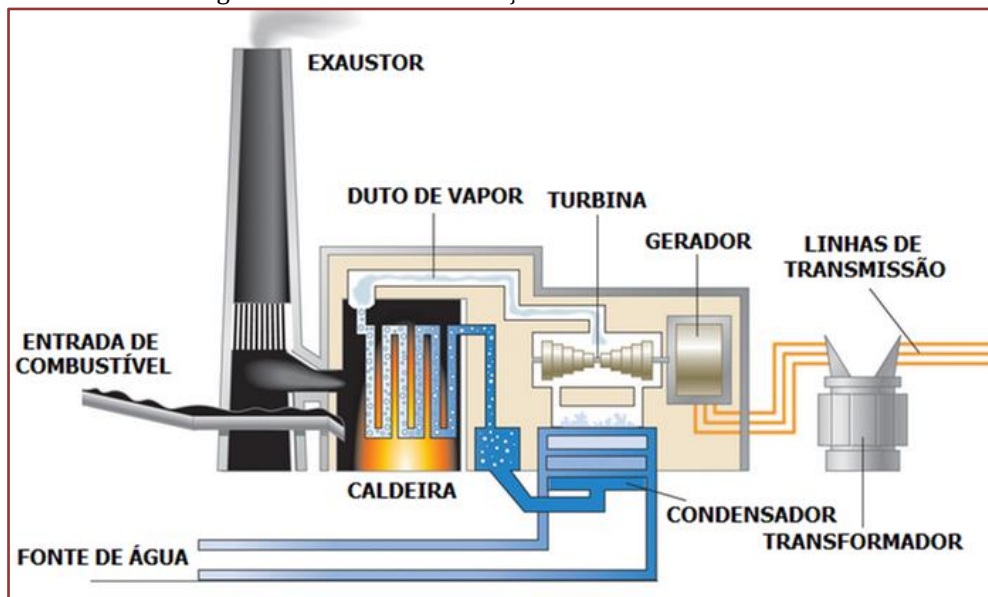
Fonte: CCEE - (2020)

2.2. USINA TERMELÉTRICA - CONVENCIONAL

Uma usina termelétrica convencional pode ser definida como um conjunto de obras e equipamentos cuja finalidade é a geração de energia elétrica, através de um processo que consiste em três etapas. Nas usinas térmicas convencionais, a primeira etapa consiste na queima de um combustível fóssil, como carvão, óleo ou gás, transformando a água em vapor com o calor gerado na caldeira (MASON, 2016).

A segunda consiste na utilização deste vapor, em alta pressão, para girar a turbina, que por sua vez, aciona o gerador elétrico. Na terceira etapa, o vapor é condensado, transferindo o resíduo de sua energia térmica para um circuito independente de refrigeração, retornando à água à caldeira, completando o ciclo (figura 2) (MASON, 2016). Estes sistemas térmicos são compostos por: caldeira, chaminé, turbina, condensador, gerador e bombas de água.

Figura 21 - Sistema de Geração térmico ciclo convencional



Fonte: CBIE - 2020

- Caldeira: responsável pelo aquecimento da água, normalmente a água é aquecida pela queima de combustíveis fósseis;
- Chaminé: libera os gases produzidos pela queima dos combustíveis;
- Turbina: aproveita a energia do vapor da água que gira suas pás, recebendo energia mecânica;
- Condensador: responsável por condensar o vapor da água que movimenta a turbina, fazendo-a voltar ao seu estado inicial.
- Gerador: transforma a energia mecânica da turbina em energia elétrica.
- Bombas d'água: responsáveis pela movimentação da água por todo o sistema gerador.

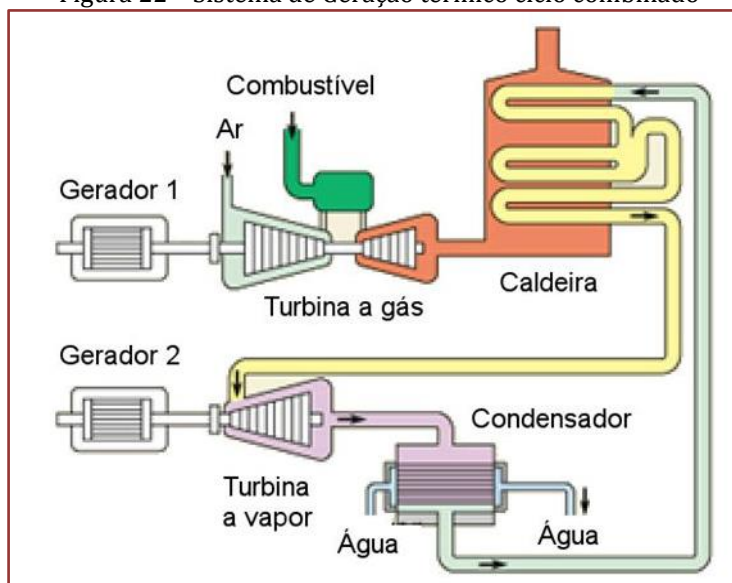
A energia assim gerada é levada através de cabos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão elevada para adequada condução, através de linhas de transmissão, até os centros de consumo. Daí, através de transformadores abaixadores, a energia tem a tensão regulada a níveis adequados para utilização pelos consumidores (ARAÚJO, 2015).

2.3. USINA TERMELÉTRICA – CICLO COMBINADO

Uma usina termelétrica operando em ciclo combinado pode ser definida como um conjunto de obras e equipamentos cuja finalidade é a geração de energia elétrica, através de um processo que combina a operação de uma turbina à gás, movida pela queima de gás natural ou óleo diesel, diretamente acoplada a um gerador (MASON, 2016).

Os gases de escape da turbina a gás, devido à temperatura, promovem a transformação da água em vapor para o acionamento de uma turbina a vapor (RIGOTTO et al., 2010). A expansão dos gases resultantes da queima do combustível (carvão mineral, óleo diesel, gás natural e etc.) aciona a turbina a gás, que está diretamente acoplada ao gerador e, desta forma, a potência mecânica é transformada em potência elétrica. O funcionamento é exatamente igual ao descrito para usina termelétrica convencional, porém a transformação da água em vapor é feita com o reaproveitamento do calor dos gases de escape da turbina a gás, na caldeira de recuperação de calor (figura 3) (MASON, 2016).

Figura 22 – Sistema de Geração térmico ciclo combinado



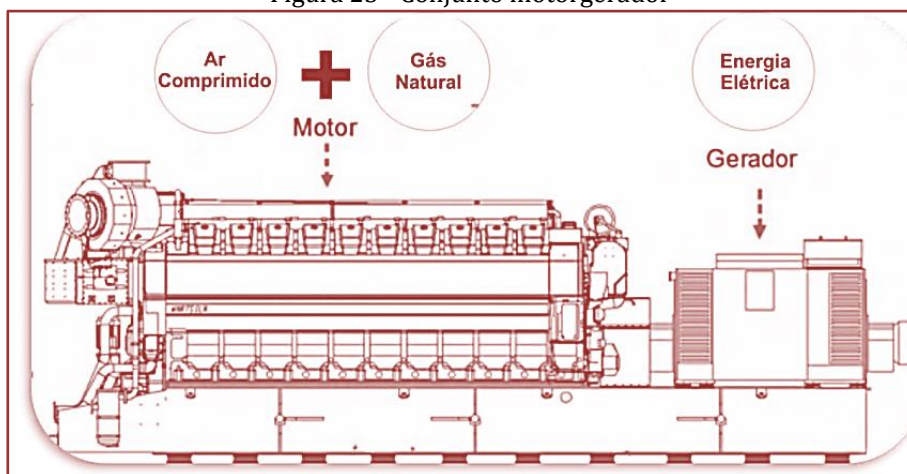
Fonte: ALMEIDA, 2015

2.4. USINA TERMELETRICA – CICLO DIESEL

Esses sistemas são muito utilizados no Brasil, seu uso é disseminado em regiões longínquas (Amazônia, Rondônia, etc.) devido sua facilidade de instalação.

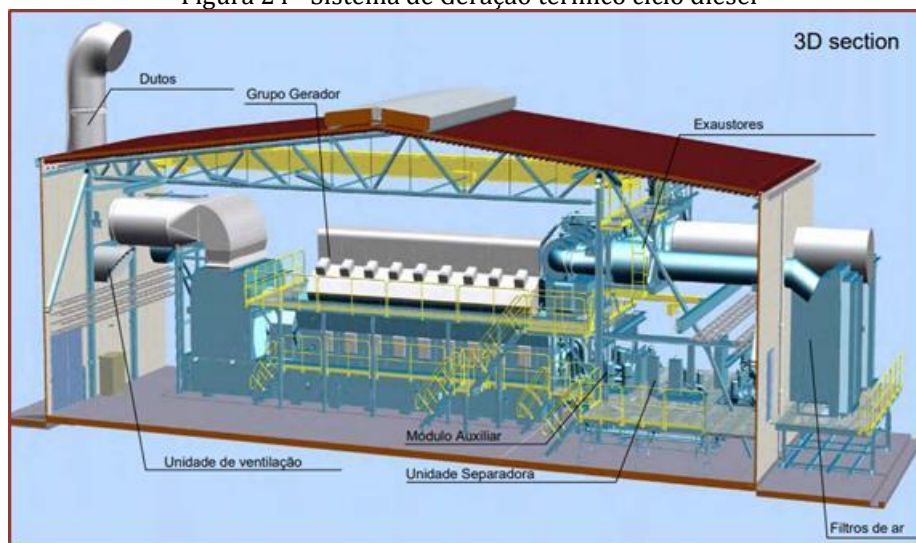
O sistema de geração do ciclo diesel consiste em transformar a energia calorífica do gás em energia elétrica através da queima de gás natural ou HFO (Heavy Fuel Oil - Óleo Combustível Pesado) em um motorgerador (figura 4). Neste processo de geração de energia, uma massa de ar filtrado é comprimida e conduzida até a câmara de combustão do motor e na câmara de combustão o ar comprimido mistura-se com o gás natural. A massa da mistura de ar e gás quando inflamada, expande-se, fazendo girar o motor que está acoplado ao eixo do gerador de energia elétrica (figura 5) (LORA, 2004).

Figura 23 - Conjunto motorgerador



Fonte: IEMA - (2010)

Figura 24 - Sistema de Geração térmico ciclo diesel



Fonte: IEMA - (2010)

2.5. GERADOR SÍNCRONO

Um gerador síncrono converte energia mecânica em energia elétrica e esta energia é direcionada à turbina através da queima dos combustíveis fósseis como carvão, óleo, gás natural, ou outros resultantes de processos industriais ou de aproveitamento hidráulico ou ainda de um motor ciclo otto ou diesel alimentado por algum tipo de combustível. A turbina a vapor ou a gás tem rotação entre 1800 e 3600 RPM enquanto que a turbina hidráulica tem rotação abaixo de 300 RPM (FITZGERALD et al., 2016).

A máquina síncrona (gerador ou motor) pode funcionar apenas na velocidade síncrona e numa correta relação angular, onde, a armadura da máquina síncrona é o “estator” e a estrutura de campo é o “rotor”,

esta armadura, comumente, tem um enrolamento trifásico (BARBOSA et al., 2018). A estrutura do campo pode ter polos salientes ou não salientes.

A Força eletromotriz (FEM) gerada depende da quantidade de condutores da armadura, do fluxo magnético e da velocidade. Uma máquina síncrona é sempre considerada como sendo equivalente a uma FEM em série com a resistência da armadura e a reatância síncrona (FITZGERALD et al., 2016).

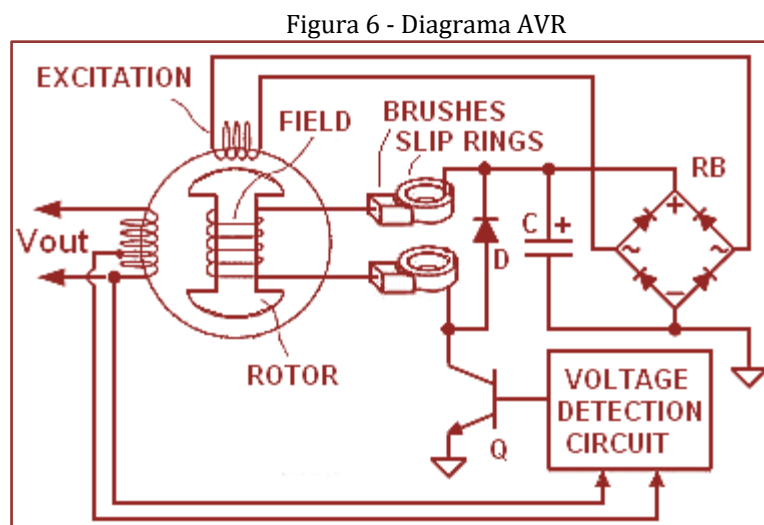
2.5.1. SISTEMA DE EXCITAÇÃO DOS GERADORES SÍNCRONOS

O sistema de excitação dos geradores executa duas funções principais, a produção de tensão DC e potência para forçar a corrente a fluir nos enrolamentos do campo (rotor). Há uma relação direta entre as tensões no terminal do gerador com a quantidade de corrente fluindo no campo e a provisão de meio para regular a tensão nos terminais e amortecer oscilações do sistema elétrico de potência. Antes dos anos 60 os geradores síncronos eram providos de excitatrizes rotativas, a partir de então foram adotados retificadores com pontes de tiristores alimentados por um transformador conectado nos terminais de saída do gerador, conhecidos como “Excitatriz de Alta Resposta Inicial por Retificador Controlado” (ANSI/IEEE, 2006).

As excitatrizes estáticas modernas apresentam a vantagem de prover uma resposta extremamente rápida, com rápida mudança na tensão do terminal do gerador para faltas no sistema. Essa rápida resposta contribui para manter a estabilidade transitória do sistema durante e imediatamente após a falta no sistema elétrico. (MAEZONO, 2013).

2.6. ANORMALIDADES EM GERADORES SÍNCRONOS

Durante a partida de um gerador síncrono, antes da sincronização, a tensão nos seus terminais é mantida através do Regulador Automático de Tensão (AVR). (figura 6). Após a sincronização, a tensão nos seus terminais é mantida em função do próprio AVR, e o nível de tensão do sistema é controlado através deste dispositivo (RIGOTTO et al., 2010).



Fonte: ROZENBLAT - (2017)

Se a máquina está em paralelo com o Sistema Elétrico de Potência, sua potência é pequena (desprezível) com relação à potência do sistema, e, portanto, não é possível que essa máquina provoque qualquer alteração sensível na tensão do sistema, enquanto em paralelo. Uma variação na excitação, neste caso, provocará alteração na potência reativa trocada com o sistema. (ARAÚJO, 2015).

As máquinas em geral, possuem, então, limitadores de excitação, para que os limites de projeto da corrente de campo e da potência reativa da máquina não sejam excedidos. Se há abertura do disjuntor da máquina a plena carga (rejeição de carga), a sobretensão nos seus terminais será mantida pela rápida atuação do AVR. Caso haja defeito no regulador automático ou se na ocasião o controle estiver em “manual”, uma sobretensão muito severa pode ocorrer nos terminais da máquina.

Essa sobretensão pode ainda ser aumentada pelo aumento da velocidade da máquina rodando sem carga, devido a atuação relativamente lenta do regulador de velocidade (ARAÚJO, 2015).

Pode ser que o AVR interprete como severa a queda de tensão e aumentar a excitação e o relé não atuar. Nessas condições, tem-se uma grave situação, logo, há a necessidade de dois conjuntos de TPs (Transformadores de Potência) para melhoria de confiabilidade. Nos TPs modernos, são instalados disjuntores em circuitos secundários com contatos auxiliares para atuar bloqueando o AVR. (MAEZONO, 2013).

No caso de grupos, deve-se evitar que haja essa sobretensão, havendo a necessidade de relé de sobretensão ajustado entre 1,15 e 1,20 da tensão nominal. Em sistemas pequenos, se houver, ainda, alguma instalação com TP isolado a óleo, com elo fusível no lado primário deste TP, há possibilidade de que ocorra fusão desse elo e tanto o AVR como o relé de sobretensão fiquem sem tensão (ARAÚJO, 2015)

Sabe-se então que uma carga continuamente desbalanceada da ordem de 5 a 10% da corrente nominal do gerador causa aquecimento danoso no rotor. Falhas externas ao gerador podem demandar altas correntes de curto-circuito supridas pelo mesmo. Deve-se observar que altas correntes estatóricas provocam estresse mecânico que podem agravar eventuais defeitos já existentes (RIGOTTO et al., 2010).

E há sobrecorrente no gerador quando a potência exigida é maior que a potência nominal da máquina e com o aumento das perdas e elevação da temperatura no enrolamento estatórico, pode causar envelhecimento precoce da isolamento do enrolamento (MAEZONO, 2013). Uma carga desbalanceada, que é caracterizada pela existência de corrente de sequência negativa (I₂), provoca correntes induzidas de frequência dupla no rotor. Além do aumento da perda no enrolamento estatórico, o maior efeito ocorre no rotor (aquecimento) (RIGOTTO et al., 2010).

Sobreaquecimentos devido a essas correntes, por outro lado, são relativamente lentas e começam a provocar danos após 10 segundos, por exemplo. Com faltas assimétricas (deslocamento do eixo na corrente de curto-circuito) podem ocorrer severas vibrações e sobreaquecimento do rotor. Há também limite de corrente de curto-circuito, o que na norma ANSI C50.13 estabelece. (MAEZONO, 2013).

2.7. FUNÇÕES DE PROTEÇÃO

2.7.1. RELÉS DE PROTEÇÃO

Seletividade refere-se à propriedade em que os dispositivos de proteção reconhecem e selecionam certas condições para quando uma imediata operação é requisitada. A característica de seletividade restringe a interrupção somente dos componentes, do sistema, que estão em falta (RIGOTTO et al., 2010).

Alguns termos como sensibilidade, velocidade, seletividade e confiabilidade são empregados para definir as características funcionais básicas de um sistema de religamento. (RIGOTTO, et. al., 2010). A confiabilidade da proteção se resume a probabilidade de funcionamento correto da proteção, ou seja, do equipamento ou um sistema, quando houver necessidade de sua atuação. Isso ocorrerá sob determinadas circunstâncias das quais está relacionada à longa inatividade, seguida de operação em condições difíceis o que exigirá do equipamento robustez e simplicidade, que pode ser conseguida na fabricação aplicando matéria prima adequada com mão de obra capaz e experimentada. Para isso, a proteção deverá atuar dentro da zona de proteção quando ocorrer uma falha e não fora desta (RIGOTTO et al., 2010).

A velocidade de ação na ocorrência de um curto circuito, por exemplo, tem como objetivo diminuir a extensão do dano ocorrido, auxiliar na manutenção e estabilidade das máquinas operando em paralelo bem como diminuir o tempo total de paralisação dos consumidores de energia. Assim, relés rápidos devem ser associados a disjuntores rápidos, para que o tempo total de operação diminua. Com o aumento da velocidade do religamento poderá ser transportada mais carga sobre um sistema o que irá resultar numa economia maior (RIGOTTO et al., 2010).

A sensibilidade é a capacidade de um sistema de proteção responder as anormalidades nas condições de operação, ou seja, quando o sistema excede o nível normal de funcionamento ele detecta onde deve atuar a proteção (BARBOSA et al., 2018).

Dados os conceitos fundamentais para correta operação dos relés de proteção, segue modelos utilizados nos sistemas de proteção das usinas termelétricas, onde as configurações são controladas usando entradas digitais, teclas de função ou entradas virtuais (SCHNEIDER ELETRIC, 2013).

- a) Relé de proteção do gerador: modelo VAMP 210, (figura 7) da *Schneider Eletric*.

Figura 7 - VAMP 210



Fonte: Schneider Eletric (2013)

- b) Relé de proteção do gerador: VAMP 265, (figura 8) da *Schneider Eletric*.

Figura 8 - VAMP 265



Fonte: Schneider Eletric (2013)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ANÁLISE DE PERTURBAÇÕES EM PROTEÇÕES - UTE-CRISTIANO ROCHA

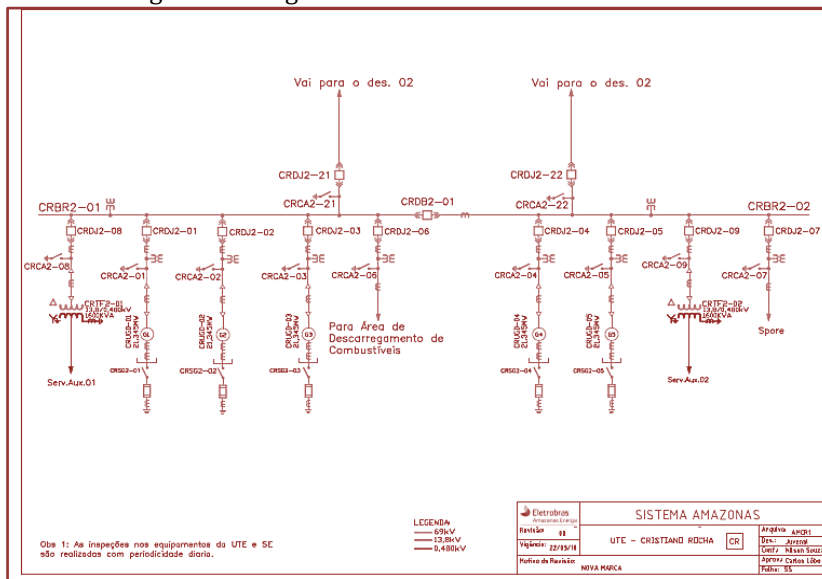
O sistema de proteção analisado foi da UTE Cristiano Rocha que é composta por 05 unidades geradoras com capacidade instalada de 85,38MW, configurada para funcionar 04 unidades sincronizadas e 01 unidade em modo de espera, dessa forma atendendo contrato de fornecimento de 65 MW de energia elétrica, esse sistema está interligado no barramento de 230KV, através das Linhas de Transmissão CRBR6-01 e CRBR06-02 (RAESA, 2020).

No dia 22 de março de 2020 às 14hrs30min ocorreu uma perturbação externa causando abertura dos disjuntores CRDJ2-01, CRDJ2-02, CRDJ2-03 e CRDJ2-05 das unidades geradoras (figura 9). Os disjuntores de 230Kv CRDJ6-06 e CRDJ6-04 da subestação e os disjuntores dos BAO901 CRDJ2-21 e BAO904 CRDJ2-22 não sofreram desligamento (figura 9), ocorrendo somente a abertura dos disjuntores das unidades geradoras devido proteção do motor contra baixa pressão de lubrificação (RAESA, 2020).

Encontramos uma falha na configuração e validamos que os sinistros ocorridos no SIN (Sistema Interligado Nacional) evidenciaram uma falha do sistema de proteção dos geradores da UTE, visto que os geradores saíram pelas proteções do motor e o sistema principal de proteção do gerador que depende da atuação do relé não foi atuado, pois o tempo de acionamento desses relés estava fora do range aceitável para atuação.

Através das leituras do BAO901 CRDJ2-21, pudemos verificar que tivemos uma perturbação no sistema às 14:31:27, causando variações de potência e posterior desligamento total da linha de transmissão às 14:31:37 (figura 10). (RAESA, 2020).

Figura 9 – Diagrama Unifilar UTE – Cristiano Rocha



Fonte: Eletrobras (2016)

Figura 10 - BAO901 – SAÍDA 1 DAS UNIDADES GERADORAS UGD011, UGD021 e UGD031

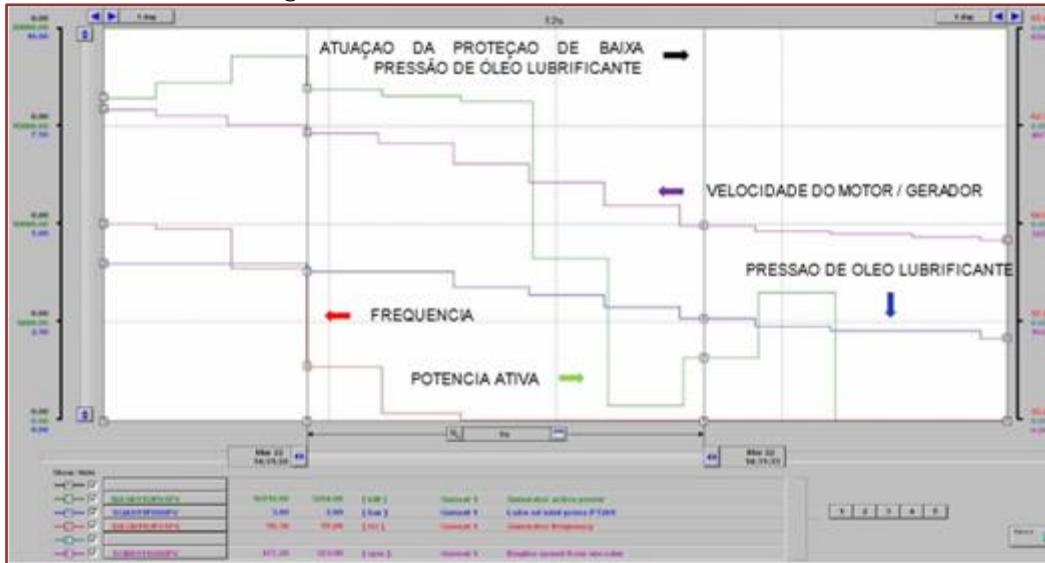


Fonte: RAESA – Rio Amazonas Energia (2020)

Por meio do gráfico representado na (figura 11) houve elevação da carga no início da perturbação supracitada com redução de velocidade e conseqüentemente instabilizando a frequência da unidade geradora UGD011. E como os geradores síncronos operaram com uma velocidade de rotação constante sincronizada com a frequência da tensão elétrica alternada aplicada aos terminais da mesma, (FILHO, 2015) está variação na frequência da rede dessincronizou o gerador.

E como a bomba de óleo lubrificante é acionada pelo eixo principal do motor, este mecanismo também sofreu redução de velocidade com consequente redução de pressão, ocasionando shutdown na unidade geradora às 14:31:33 (figura 11) por baixa pressão de óleo lubrificante. (RAESA, 2020).

Figura 11 - UGD011 GRÁFICO DE TENDÊNCIA



Fonte: RAESA – Rio Amazonas Energia (2020)

Ao analisar o gráfico de tendência da (figura 12), verificamos que as 14:31:29 houve elevação da carga com redução de velocidade e consequentemente frequência da unidade geradora UGD021. Devido a bomba de óleo lubrificante ser acionada pelo eixo principal do motor, também sofreu redução de velocidade com consequente redução de pressão, ocasionando shutdown às 14:31:35 (figura 12) por baixa pressão de lubrificante. (RAESA, 2020).

Figura 12 - UGD021 GRÁFICO DE TENDÊNCIA



Fonte: RAESA – Rio Amazonas Energia (2020)

Podemos verificar que as 14:31:28 (figura 13) houve o sinistro causando elevação da carga com redução de velocidade consequentemente frequência da unidade geradora UGD031. Devido a bomba de óleo lubrificante ser acionada pelo eixo principal do motor, também sofreu redução de velocidade com consequente redução de pressão, ocasionando shutdown às 14:31:35 (figura 13) por baixa pressão de lubrificante. (RAESA, 2020).

Figura 13 - UGD031 GRÁFICO DE TENDÊNCIA



Fonte: RAESA – Rio Amazonas Energia (2020)

Podemos verificar que as 14:31:28 (figura 14) houve o sinistro causando elevação da carga com redução de velocidade consequentemente frequência da unidade geradora UGD051. Devido a bomba de água fria (LT-water) ser acionada pelo eixo principal do motor, também sofreu redução de velocidade com consequente redução de pressão, ocasionando shutdown às 14:31:35 (figura 14) por baixa pressão de água fria (LT-water). (RAESA, 2020).

Figura 14 -UGD051 GRÁFICO DE TENDÊNCIA



Fonte: RAESA – Rio Amazonas Energia (2020)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O funcionamento dos sistemas de proteção utilizados nas usinas térmicas é de fundamental importância para o desempenho destas, a partir dos dados apresentados pudemos verificar que mesmo que haja um excelente dimensionamento quanto as instalações, que é o cenário na UTE Cristiano Rocha, há ainda, um fator primordial para a utilização e configuração do sistema de proteção de forma apropriada.

Na situação em que o sistema de proteção deveria atuar de maneira satisfatória, como a ocorrência de instabilidade de frequência do SIN no dia 22 de março de 2020, o componente de principal relevância para que os demais atuadores operassem de forma ágil e eficiente era a configuração dos relés de proteção: normal e diferencial, pois, é necessário que esta configuração atenda à urgência da operação.

Como resultado da configuração inadequada desse relé o sistema de proteção dos geradores não operou de forma adequada expondo o gerador a variações de frequência sendo necessário a atuação de proteções dos motores diesel para que houvesse o desligamento das unidades geradoras, por baixa pressão de lubrificação e baixa pressão de água de resfriamento, pois a bomba de óleo lubrificante é acionada pelo eixo principal do motor acoplado ao eixo do gerador que também sofreu redução de velocidade em função da frequência com conseqüente redução de pressão, ocasionando shutdown nas unidades geradoras.

A ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) que é o órgão que gerencia e controla o despacho de energia elétrica do SIN questionou os motivos da falha do sistema de proteção da UTE Cristiano Rocha e não atuação do relé de proteção. Dados os resultados da falha de operação e questionamentos da ONS, foi levantado um estudo para estabelecer o range adequado para correta atuação do dispositivo e além disso foi aberto uma análise para configuração de atuação instantânea do relé que é um recurso disponível no dispositivo que pode ser eficaz para demais surtos.

5. CONCLUSÃO

Podemos concluir que a configuração dos sistemas de proteção é uma fator de extrema relevância para o correto funcionamento garantindo segurança e confiabilidade em máquinas e equipamentos do sistema elétrico, logo, é de suma importância conhecer os componentes do sistema de proteção e saber analisar os gráficos apresentados pelo sistema principal de forma assertiva, podendo assim prospectar possíveis falhas e impactos no processo.

Desta forma é evidente a necessidade do profissional de engenharia elétrica para análises corretas e treinamentos eficazes para as configurações dos sistemas e atendimento a eficiência na geração de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1] ANSI/IEEE C50.13 – 2006. “American National Standard Requirements for Cylindrical-Rotor Synchronous Generators” ANSI/IEEE C57.12 – “General requirements for dry-type distribution and power transformers”.
- [2] ARAÚJO, C. A. S. et al. (2015). Proteção de sistemas elétricos. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992). NBR 6856: Transformadores de corrente. Rio de Janeiro.
- [4] BARBOSA, D., MONARO, R. M., COURY, D. V., and OLESKOVICZ, M., “Digital frequency relaying based on the modified least mean square method,” IET Generation, Transmission & Distribution, 2018.
- [5] CBIE, Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Disponível: <https://www.sbc.org.br/2-uncategorised/1808-cbie-congresso-brasileiro-de-informatica-na-educacao> acessado em: 17 de outubro de 2020.
- [6] CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Disponível em: < https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/inicio?_afLoop=1199020019734952&_adf.ctrl-state=m6r27m8kh_2#!%40%40%3F_afLoop%3D1199020019734952%26_adf.ctrl-state%3Dm6r27m8kh_6 > acessado em: 17 de outubro de 2020.
- [7] ELETROBRAS, Relatório anual Eletrobrás. Disponível em: < https://eletrobras.com/pt/SobreaEletrobras/Relatorio_Anuar_Sustentabilidade/2016/Relatorio-Anual-Eletrobras-2016.pdf > acessado em: 15 de outubro de 2020.
- [8] FILHO, J. M. (2015). Manual de equipamentos elétricos. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC.
- [9] FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, C. Jr.; D. UMANS, S. (2016). Máquinas elétricas. 6. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill Interamericana Brasil.
- [10] FITZGERALD, Arthur E, KINGSLEY JR, Charles, UMANS, Stephen D. Máquinas Elétricas: Com Introdução à Eletrônica de Potência. Bookman. 2016.
- [11] IEMA, Instituto de meio ambiente e recursos hídricos. Disponível: < <https://iema.es.gov.br/GrupodeArquivos/2010> > acessado em: 17 de outubro de 2020.
- [12] INDIRESAM, P. V., MURTHY, S. S. (1989). Generating electrical power form wave energy. CH2781-3/89/0000-2121 – IEEE.

- [13] Lora, N. Geração Termelétrica – Planejamento, Projeto e Operação. (2004). Disponível em: < <https://www.se.com/br/pt/product-category/4600-rel%C3%A9s-de-prote%C3%A7%C3%A3o-por-aplica%C3%A7%C3%A3o/>> acessado em: 15 de outubro de 2020.
- [14] MASON, C. Russell – “The Art and Science of Protective Relaying” - John Wiley & Sons, Inc. & GE Company, 2016.
- [15] MAEZONO, Paulo K. Proteção de Geradores. 2013.
- [16] RAESA, Rio Amazonas energia. Disponível em: < <https://www.offshore-energy.biz/tag/rio-amazonas-energia-raesa/>> acessado em: 28 de outubro de 2020.
- [17] RIGOTTO, G. J. Jr., BATISTA, J. C., e ALVES, C. E. (2010). Análise de operação indevida da função de gerador por saturação de transformadores de corrente. In: SEMINÁRIO TÉCNICO DE PROTEÇÃO E CONTROLE, 10., 2010, Recife. Anais... Recife: Cigré.
- [18] SCHNEIDER, Relés de Proteção por Aplicação. 2013. Disponível em: < <https://www.se.com/br/pt/product-category/4600-rel%C3%A9s-de-prote%C3%A7%C3%A3o-por-aplica%C3%A7%C3%A3o/>> acessado em: 15 de outubro de 2020.

Capítulo 10

Subestações elétricas em containers - alimentados por painéis solares

Kevin Andelo Almeida Rabelo

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: O mundo de forma geral está preocupado com a preservação do planeta, as queimadas, o uso irracional de energia, a diminuição de combustíveis fósseis, tem causado grande impacto na comunidade científica mundo a fora, devido as consequências do uso desses citados, porém o mundo precisa de energia, para desenvolver, para produzir e crescer, isso é notório entre as grandes potências e até mesmo em países que estão buscando desenvolvimento. Por muito tempo a comunidade de modo geral quer diversificar a forma de produção de energia, uma das formas e muito popular no cenário atual é o painel solar. Uma vez que a fonte que o alimenta é inesgotável, sendo assim, observamos que é a melhor opção que temos para tornar como a principal fonte de geração no cenário mundial como matriz energética. Diante do exposto o objetivo da pesquisa foi visualizado de expandir as barreiras das possibilidades e criar uma fonte de geração de energia, com a utilização de painéis solares acoplados a containers, aproveitando o máximo de sua área total. Os dados interessantes para este trabalho foram obtidos, a partir das medições realizadas nos sistemas que tomaremos como base, dois casos, um residencial e uma aplicação comercial, isso em virtude de utilização mista dos painéis solares, levando em consideração, que no período diurno, as áreas comerciais dentro das cidades são os maiores consumidores e, isso se inverte no período noturno, elevando o consumo para áreas residenciais. Com isso, podemos contar com um total de 25 placas de energia solar fotovoltaica, produzindo em seu funcionamento máximo uma corrente de aproximadamente 510A, e uma potência total de 10Kw e tensão no ponto máximo de geração de 49V. Desta maneira, em um transformador com a relação de 5:1, alimentado pelo secundário, poderá nos oferecer uma tensão de até 245V, que pode ser regulado no tap do transformador, de forma a atender as ligações em 127V e 220V. Potencial suficiente para alimentar muitos equipamentos industriais, um consultório completo, um laboratório para análises rápidas, entre muitos possíveis e pensáveis objetos de uso para sua instalação.

Palavras-chave: Energias renováveis, meio ambiente, geração de energia.

1. INTRODUÇÃO

Para Salomani (2004), sempre foi uma necessidade humana, se estabelecer próximo a fontes que lhes dessem energia, como a alimentação e grandes fontes de água, o primeiro proporcionado pela caça em abundância, já o segundo como irrigação para cultivo de cereais. Com o advento da energia elétrica a população cresceu de forma ainda mais acelerada, a tecnologia atingida através dela passou a ser infinitamente maior, trazendo ainda mais comodidade as pessoas, suprimindo mais do que suas necessidades básicas.

No entanto, Jardim (2008) relata, este fato está muito atrelado a degradação da natureza, pois principalmente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, a maior parcela de geração de energia esta atrelado ao uso de combustíveis fósseis e estes por sua vez, jogam carbono na atmosfera. As Hidroelétricas, por mais que seja uma fonte de energia renovável e a água seja quase um recurso infinito, os alagamentos consequentes das cheias dos reservatórios, lançam metano na atmosfera, além de toda preocupação que precisamos ter com a fauna e a flora da região atingida para atingirmos este objetivo e no Brasil não é diferente, principalmente por termos grandes hidroelétricas em pontos estratégicos do país.

Para Ruther, (2008) e Jardim, (2008) a obtenção de energia através de placas solares se mostra muito eficaz, além de estar se tornando cada vez mais acessível ao público em geral, bancos já financiam, empresas já tem crediário próprio, o que tem facilitado a aquisição deste produto, além disso, por ser de silício que é encontrado na areia, não há efeitos nocivos a natureza. Trata-se de uma fonte de energia limpa e infinita, pois é gerado através da radiação solar. É defendido por grandes autores citam a importância de integralizar esta fonte aos grandes centros urbanos, tanto em áreas comerciais pelo seu uso diurno, quanto em áreas residenciais pelo uso noturno principalmente na chamada, hora de ponta.

Os containers, são conhecidos como caixas metálicas, que são fabricadas em aço, com dimensões conhecidas internacionalmente, destinadas para o uso de transporte de carga, porém, os armadores, detentores da posse após determinado período de uso, se desfazem desse bem, os colocam a venda, o que o público em geral não conhece e que esses containers continuam a ter aplicabilidade, apenas para o armador, já não é mais o caso ficar pagando pelos reparos dos mesmo, logo, esta se tornando cada vez mais comum, vemos aplicações moveis nesses containers, modificados, como casas, lanchonetes, barbearias, assistências de celulares e afins, como é comentado por Salgado (2012), ao Jornal Valor Econômico.

Conhecendo isso, as empresas de engenharia e arquitetura estão buscando se inserir nesse nicho, aprimorando as técnicas de modificações, tornando-o cada vez popular. Logo

podemos também aproveitar a facilidade em transporte e locação do mesmo, podendo usá-lo em uma calçada ou ate mesmo em um lugar inóspito, daí podemos observar a facilidade no uso deste bem que por muitas vezes é descartado sem uso algum, conforme Rodrigues(2007) explica.

De acordo com Rodrigues (2007), a única dificuldade do acadêmico é a dificuldade em literaturas nessa área, é muito limitado e superficial, nacionalmente, defende com muita qualidade didática o uso de containers, explana sobre o assunto sem igual, de forma abrangente. No Brasil Creder (2014) e Mamede (2013) relatam que existem inúmeras aplicações e métodos de instalações de transformadores, aéreo, abrigado, elevador, abaixador, de corrente continua, de corrente alternada, este por sua vez foi alvo deste trabalho, uma vez que sua função será de elevar a corrente e a tensão, que será fornecido pelos painéis solares acoplados ao

container.

Diante do exposto o objetivo da pesquisa foi visualizado de expandir as barreiras das possibilidades e criar uma fonte de geração de energia, com a utilização de painéis solares acoplados a containers, aproveitando o máximo de sua área total.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS

As subestações tem classificações, quanto ao seu nível de tensão, que são elas: baixa tensão, média tensão, alta tensão e extra-alta tensão.

E estes níveis estão presentes em todos os processos de transmissão de energia, do momento em que são concebidos na geração, são necessários na transmissão e quando chegam os centros para distribuição, como explicar o Professor Ivan Hersterg (2012).

A Eletrobras, conforme a norma da ABNT NBR 14039, define e normatiza que, as tensões são dadas da seguinte maneira, 1kV para baixa tensão. 6,6kV; 13,8kV; 23kV e 34,5kV para média tensão. Para alta tensão fica definido 69kV, 138kV e 230kV. E os valores de 345kV, 440kV, 500kV e 750kV dados para extra-alta tensão.

O Professor Ivan Hersterg, fala ainda que existe entre as subestações, uma relação entre elas, dadas como de manobra, elevadora ou abaixadora. A de manobra, tem por finalidade interligar os circuitos que estão sendo alimentados por um mesmo sistema, compostos por dois ou mais transformadores, tendo como backup para surtos ou manutenções corretivas ou preventivas, bem como ensaio nos transformadores.

A elevadora por sua vez, tem como princípio, diminuir a corrente do circuito empregado, uma forma de diminuir também dessa maneira, a seção dos condutores, é muito importante também para preservar a carga, diminuindo a quantidade de perdas para o meio, em forma de calor, impedância ou resistência, são utilizadas principalmente nas saídas das usinas.

As subestações abaixadoras por sua vez, são encontradas já próximas aos centros urbanos, uma vez que, ter tensões elevadas demais, causaria incomodo a população, com seus ruídos, interferindo nos sinais de rádio, celular, internet, além de gerar possíveis campos magnéticos, além do mais, os usuários do grupo B, conforme a resolução normativa da ANEEL 414 de 9 de setembro de 2010 define seus usuários, como baixa tensão.

2.2. ENERGIA RENOVÁVEIS

Segundo Alves (2014), com a preocupação cada dia maior em relação ao meio ambiente, tem se tornado cada vez maior a procura por fontes de energia renováveis, ou seja, que nem tenho como origem combustíveis fósseis, ou tampouco que possam agredir o meio ambiente, no cenário atual, diversas já são as opções comerciais que temos, e cada vez mais acessíveis financeiramente.

Alves (2018), menciona ainda que as razões para implementação desses sistemas são as mais variadas possíveis, dentre elas, os fatores mais importantes para Nascimento, é a aplicabilidade e o impacto ambiental gerado por essas fontes, no Brasil, temos cinco que se destacam, sendo elas: Hidráulica, Solar, Marítima, Geotérmica e Eólica, sendo a solar considerada a mais viável devido sua aplicação.

Freitas (2013) menciona, que a medida que a densidade populacional aumenta, tudo tende a avançar, a medicina, a agricultura e de igual maneira, a longevidade, daí com isso, também a busca por fontes energéticas, causando os impactos ambientais, mediante a conscientização da gravidade da questão com esses impactos, surgem as pesquisas de forma a diminuir estes impactos, estimulados principalmente pelos desenvolvimentos tecnológicos cada vez mais presentes em nosso cotidiano.

Desta maneira, Freitas(2013) explica que o fomento por busca de novas fontes e a preservação de recursos naturais, tem tomado cada vez mais espaço no meio científico, problemas ambientais, aquecimento global, são fatores que impulsionam ainda mais estas pesquisas, principalmente por conta, da causa disso ser a queima de combustíveis fósseis para obtenção de energia e a degradação do meio ambiente.

Dathein (2012) define as fontes de energia renováveis, aquelas que são capazes de se regenerar no meio ambiente, ou ate mesmo, sejam constantes ou ilimitados, a exemplo da energia solar, fonte inesgotável de energia, além de não atingirem o meio ambiente, não gastam matéria prima que não podem ser renovados no meio ambiente com tanta facilidade e assim preservam a composição da atmosfera.

2.3. PAINÉIS SOLARES

O painel solar ganha espaço no cenário mundial, como afirma a UNISOLAR(2008), por não ter danos significativos ao meio ambiente, e tem um coeficiente energético relevante, além de facilidade de implantação em praticamente qualquer lugar do mundo, uma vez que a fonte de geração é a incidência de raios solares, que é a matriz energética dos painéis solares, podem ser aplicados em instalações residenciais a aplicações industriais.

Além da facilidade e implementação, o mesmo pode ser integrado a rede elétrica convencional, amortizando os impactos na conta do usuário se este por sua vez não quiser independência total, utilizando banco de baterias. O usuário pode ainda receber crédito por geração de energia excedente não utilizada, o que tem atraído muitas pessoas para implementação deste sistema em suas residências ou prédios comerciais com altos índices de consumo diurno, informação citada pela Kyocera, (2008).

A conversão de efeito fotovoltaico em eletricidade foi conhecida em 1839, Lyra (1995) menciona, que Becquerel, demonstrou a possibilidade de conversão de radiação luminosa em eletricidade, com um eletrodo mergulhado em uma solução de eletrólito, Adam e Day, em 1877, fizeram o mesmo com selênio, e a primeira célula de painel fotovoltaico foi desenvolvido em 1888 por Charles Fritts.

A radiação que atinge a terra é de 1353W/m^2 , quando filtrado pela atmosfera, chegam ao solo com uma energia de 1000W/m^2 . Com isso, podemos estimar quanto de energia o planeta recebe em forma de radiação solar, um levantamento feito por Ruther(2008), que o consumo da mundial em 2007, EPE (2007), foi de 4MWh, que corresponde a aproximadamente 20 minutos de radiação recebida do Sol.

$$\frac{4,4397 \times 10^{16} \times 60}{1,278 \times 10^{14} \times 1000} = 20,84 \text{ min}$$

Isso indica que os painéis solares podem ser a real alternativa para fugirmos do uso de combustíveis fósseis e a degradação do meio ambiente pela emissão de gases, ou seja, o consumo de energia mundial, tem uma ótima alternativa viável pra contornarmos muitos problemas mundiais, como o aquecimento global, preservação de recursos naturais, além de um cessar na utilização de fontes não renováveis, informações diretas da EPE(2007)

2.4. APLICABILIDADE DOS CONTAINERS

Os containers tem aplicações diversas, com isso, surgiu as suas classificações, sendo eles: Open Top, Flat Rack, Reefer, Tank, Dry Cube e High Cube. Essa classificação e dada pelo sistema International Container Bureau (BIC), a ISO 6346 é a norma de uso que especifica para que cada tipo de container deve ser utilizado e suas melhores aplicações (SANTOS, 1980).

O Open Top, é um container de teto de lona, muito utilizado para transporte de grãos, soja, arroz, feijão e afins. O Flat Rack, tem uso variado, podendo transportar veículos, tratores que compoitem ele, bobinas de aço para indústria ou barras de ferro. O Reefer é a unidade de armazenamento com temperatura controla, com temperaturas que podem chegar a -60°C , para pescados ou temperaturas positivas em 18°C para hortaliças ou flores, no geral são cargas delicadas por de controle de temperatura, conforme dados da ALL MARITIMA (2018).

Os containers Tank, transportam líquidos é ate mesmo gases. Já os containers Dry Cube e High Cube, diferem apenas nas dimensões, o Dry Cube com 6 metros de comprimento e o High Cube com 12 metros, além disso, o High Cube é cerca de 20cm mais alto que o Dry Cube, ambos servem para cargas secas, de diversos usos, transportando desde alimentos que não necessitam de controle de temperatura até eletroeletrônicos, conforme dados da ALL MARITIMA (2018).

Para o Dry Cube, faremos uso do máximo de área total possível do mesmo que corresponde a aproximadamente 52m^2 , sem levarmos em consideração a área da porta. O Container Dry comporta ainda uma capacidade total de 21,6ton até 32ton, que varia de acordo com o fabricante, é um produto extremamente durável, uma vez que tem fosforo na sua composição, para suportar o sal das águas marinhas que ele enfrenta ao atravessar oceanos levando cargas.

Comercialmente, no ramo imobiliário, a empresa RETROFIT(2018) é de onde tiramos base, por estarem a vanguarda deste tipo de modificação utilizando container, além dos mesmo publicarem artigos a respeito do uso responsável de containers que seriam descartados pela frota do armador devido seu longo tempo de uso, uma vez que eles consideram containers a partir de 15 anos, containers que precisam ser renovados de suas frotas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados interessantes para este trabalho foram obtidos, a partir das medições realizadas nos sistemas que tomaremos como base, dois casos, um residencial e uma aplicação comercial, isso em virtude de utilização mista dos painéis solares, levando em consideração, que no período diurno, as áreas comerciais dentro das cidades são os maiores consumidores e, isso se inverte no período noturno, elevando o consumo para áreas residenciais.

Na situação residencial, se trata de uma parceria de projeto entre a Eletrosul e a Eletrobras, através da PROCEL, com a finalidade de criar uma residência com uso racional e eficiente de energia elétrica. O prédio comercial utilizado neste estudo, uma iniciativa da LABSOLAR (Laboratório de energia solar), ambos têm os sistemas implementados semelhantes. O prédio comercial em uso desde 2003 e a residência com o projeto ativo desde o ano de 2006.

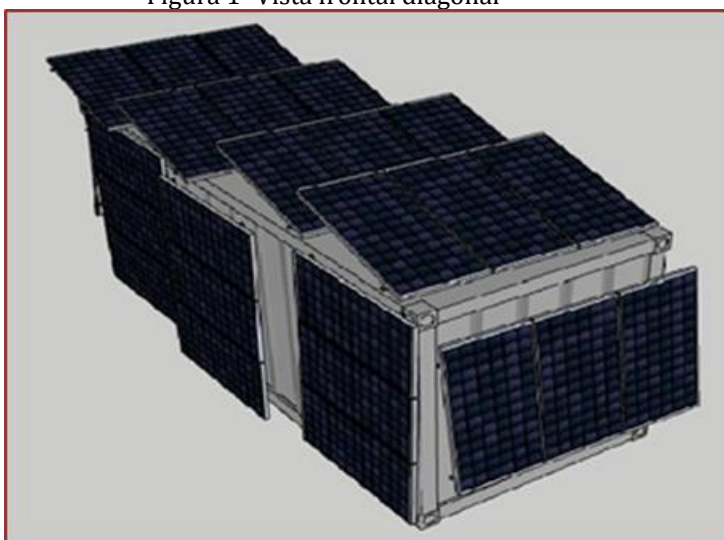
O sistema instalado nessa residência, conta com 30 módulos de painéis solares de 75Wp cada, num total de 2,25kWp instalado, sobre uma área total de aproximados 21m², os módulos são ligados ao inversor da marca Würth, modelo SolarStart. O sistema instalado no prédio comercial conta com uma área total instalada de 173m², com 80 módulos e uma carga total instalada de 10,24kWp, ocupando pouco menos de 8% da cobertura da edificação (VIANA, 2007)

Os dados elétricos e arquitetônicos serviram também, para estimar a quantidade de kits necessários como modelos posteriores em utilizações residenciais, serviram para discursão em diferentes cenários, por terem suas aplicações a meios diferentes, a partir dos dados mês a mês coletados, é possível estimar os custos que foram poupados, uma vez que os sistemas foram integralizados a rede de distribuição convencional, conforme levantamentos nos estudos de Ruther (2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Projeto tem como base, caracterizar os containers com placas solares e transformadores no seu interior, com dois intuitos em específicos, sendo o primeiro utilizado na indústria ou na construção civil, como fonte de alimentação, em locais onde existe obras em andamento, porém ainda não existe ligação da rede da concessionária para ligar os equipamentos utilizados durante a obra.

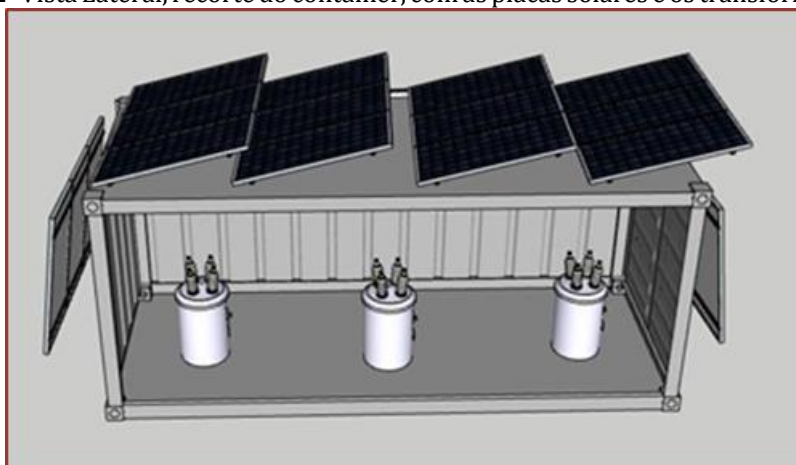
Figura 1- Vista frontal diagonal



Fonte: Dados dos autores (2020).

O outro intuito é levar essas unidades geradores de energia para pontos remotos onde a necessidade vai além somente de algumas placas solares, e que de certa maneira não ficarão de forma permanente naquele ponto, no interior dos Estados, onde não há também fonte de alimentação, porém seja necessário, como postos avançados de atendimento médico em tribos indígenas ou locais de pesquisa sobre o ecossistema local, são alguns dos exemplos que podemos citar para utilização dos referidos.

Figura 2- Vista Lateral, recorte do container, com as placas solares e os transformadores.



Fonte: Dados do autores (2020).

Como estamos falando de situações onde não há ligação por parte da concessionária, não levaremos em consideração o custo de consumo mensal com a conta de energia ou métodos de instalação. Levaremos para esta fase de projeto, os custos de implantação, a potência das placas e transformadores e a logística para deslocamento dos referidos.

Vamos considerar apenas uma área utilizável do container de $52m^2$ para instalação de painéis solares, considerando que a irradiação solar geral aproximadamente $4,32Kwh/m^2$, informação tiradas da SunData(2020). Vamos usar a placa Trinasolar, com potência de 400Wp, com eficiência de 19,7%.

A equação que tomaremos como base para o levantamento da quantidade de placas solares será: Pot. dos painéis= (Energ. Geração) / (Tempo.Nrendimento).

Através desses dados podemos definir a quantidade de energia que será possível obter a partir da instalação dos painéis solares e ligar eles aos transformadores de corrente de energia no interior do container.

Trabalharemos com transformadores de potencia que podem ir de 30Kva à 112,5Kva, a depender da necessidade do local de instalação conforme a demanda previamente levantada, nas diferentes situações que podem ser encontradas no mercado.

Com isso, podemos contar com um total de 25 placas de energia solar fotovoltaica, produzindo em seu funcionamento máximo uma corrente de aproximadamente 510A, e uma potencia total de 10Kw e tensão no ponto máximo de geração de 49V. Desta maneira, em um transformador com a relação de 5:1, alimentado pelo secundário, poderá nos oferecer uma tensão de ate 245V, que pode ser regulado no tap do transformador, de forma a atender as ligações em 127V e 220V. Potencial suficiente para alimentar muitos equipamentos industriais, um consultório completo, um laboratório para análises rápidas, entre muitos possíveis e pensáveis objetos de uso para sua instalação.

5. CONCLUSÃO

Com os resultados apresentados, podemos notar que o sistema consegue suprir a necessidade energética dos mais variados tipos de instalações, além disso, é um projeto que tem baixo custo de execução, de instalação e de manutenção. Uma durabilidade que pode atingir os 25 anos conforme as especificações do fabricante quanto as placas solares, logo isso faz com que seja um projeto rentável, pois, a qualquer momento, em qualquer localidade, ele gera energia já na fase de transporte do que podemos chamar de módulo. Acredito que com as informações técnicas que foram apresentadas aqui, é possível a execução do projeto. Os trabalhos e artigos anteriormente publicados, foram ótimos para a base da elaboração deste. Confio no potencial deste projeto e de sua implementação, bem como de suas aplicações.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. Energia Solar Fotovoltaica - Terminologia. NBR 10899 2006.
- [2] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acessado em 28 jun. 2020.
- [3] ELETROBRAS. Regulamentação e incentivos às energias renováveis no Brasil: VI Encontro Fórum Permanente de Energias Renováveis. Brasília, DF, 2007
- [4] EPE. Balanço energético Nacional 2007: Ano base 2006. Ministério de Minas e Energia, 2007 FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Revista Nexos Econômicos, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.
- [5] ELETROBRAS NORMA REGULAMENTADORA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDIVIDUAIS EM BAIXA TENSÃO, 2007
- [6] Energia Solar Fotovoltaica - Apostila da disciplina ECV4219: UFSC 2007.
- [7] PROCEL. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso: ano base 2005. PROCEL
- [8] RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. Gestão estratégica da armazenagem. 2.ed. São Paulo: Aduaneiras, 2007
- [9] RÜTHER, R. Fontes alternativas de energia. In: A. D. A. Montenegro (Ed.). Florianópolis: Fundação de ensino e engenharia de Santa Catarina, 2000. Fontes alternativas de energia SALAMONI, I. T. Metodologia para cálculo de geração fotovoltaica em áreas urbanas aplicada a Florianópolis e Belo Horizonte. PPGEC, UFSC, Florianópolis, 2004.
- [10] SANTOS, J. Clayton. O Transporte Marítimo Internacional. São Paulo: Gedimex. 1980 VIANA, T. D. S.; ZOMER, C. D.; NASCIMENTO, L.; RUTHER, R. Centro de eventos da
- [11] UFSC: integração de sistemas fotovoltaicos à arquitetura: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto, 2007.

Capítulo 11

Sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica residencial em tempo real com sistemas embarcados

Adalberto Marques de Oliveira

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Bruno de Oliveira Matias

Resumo: Uma solução recorrente para diminuir o consumo de energia são instalações de sistemas de aquecimento solar, iluminação natural, instalação de sistemas de placas solares e reaproveitamento de sistemas da captação de água de chuva. Além de colaborar com o meio ambiente também buscar economizar seu dinheiro. Este trabalho mostrou os aspectos da automatização no meio da distribuição de energia elétrica e mostra que podemos monitorar nosso consumo de energia elétrica. O objetivo é analisar o desempenho dos equipamentos existentes no mercado e aplicar novos equipamentos de baixo custo de consumo de energia elétrica. Os materiais utilizados são aplicações de estudos acadêmicos para desenvolvimentos de projetos para proporcionar ajuda na gestão e execução de tarefas domésticas cotidianas. O projeto foi simulado primeiramente no programa Proteus que tem comunicação com Arduino e foi testado em tensões e cargas de uso doméstico, resultando assim em seu consumo em moedas do mercado local. Este projeto mostrou que a interação da automação na residência pode mudar a rotina e a preocupação econômica e ambiental que temos hoje, e buscar alternativas na gestão dos recursos energéticos.

Palavras-chave: Microcontroladores, Inversor, Economia energética

1. INTRODUÇÃO

Com a chegada da automação na década de 60 de acordo com Bortoluzzi (2013), as empresas passaram a investir mais recursos para o desenvolvimento da automação residencial, sem perceber o que cada tipo de mercado precisava. Assim comparando a automação industrial que devem manter suas taxas de erro o mais próximo de zero além da necessidade de obter respostas quase que instantaneamente, porém na automação residencial isso possui menor relevância.

Para Castrucci e Bottura (2006), é considerada automação, qualquer sistema baseado em computadores, que vise substituir tarefas de trabalho humano e/ou, que vise soluções rápidas e econômicas para os serviços modernos. A utilização de energia sem uma conscientização de consumo, traz várias consequências inadequada a concessionária e ao consumidor de energia, onde o consumidor se arisca a fazer ligações clandestina colocando em risco até sua própria vida.

A *Smart Grids* existente são redes inteligentes que são capazes de monitorar todos os equipamento e dispositivos instalados na rede elétrica. Assim buscando um consumo real nas residências, essa tecnologia disponibiliza uma leitura remota tanto para o consumir quanto para a geradora. As tecnologias de redes inteligentes oferecem formas não apenas para enfrentar esses desafios, mas também para desenvolver um fornecimento de energia mais limpa que seja mais eficiente em termos energéticos, mais acessível e mais sustentável (IEA, 2011).

A automação residencial com sistemas embarcados vai trazer várias alternativas de medições para o consumidor, assim buscando o consumo consciente.

Uma solução recorrente para diminuir o consumo de energia são instalações de sistemas de aquecimento solar, iluminação natural, instalação de sistemas de placas solares e reaproveitamento de sistemas da captação de água de chuva. Além de colaborar com o meio ambiente também buscar economizar seu dinheiro.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi projetar um sistema alternativo de monitoramento de consumo de energia, para conscientização e economia de energia residencial.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONTEXTUALIZANDO INDUSTRIA 4.0

A quarta revolução industrial também chamada de indústria 4.0 se descreve como uma revolução das organizações das cadeias globais de valor onde as fabricas inteligentes criam o mundo onde o sistema físico e virtual de fabricação cooperam de forma global e flexível, assim permitindo a personalização de produtos e criação de novos modelos operacionais (SCHWAB, KLAUS, 2016).

Essa revolução, não engloba só a respeito de sistemas e maquinas inteligentes sua área e mais ampla onde ocorrem descobertas simultâneas, vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis a computação quântica (SCHWAB, KLAUS, 2016).

O que torna a indústria 4.0 diferentes das outras e a fusão das tecnologias no domínio da física, digital e biológico, onde essas tecnologias emergem inovações generalizadas muito mais rápidas que as anteriores. (SCHWAB, Klaus, 2016).

2.2. O HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO

A automação e uma área de pesquisa que vem ampliando sua atuação gradativamente nos últimos anos, vêm a longos períodos de tempo na história desde a pré-história o homem vem inventando mecanismos e invenções para facilitar os esforços físicos e auxiliar na realização de tarefas e movimentações de cargas pesadas, para substituir a força animal (ROGGIA, Leandro, FUENTES, Rodrigo, 2016).

A partir do século XX, os computadores, Servo motores e controladores programáveis passaram a fazer da automação um avanço tecnológico nos processos de manufatura em toda parte mecânica. O exemplo clássico são as indústrias automobilísticas que na sua linha de montagem, há robôs soldadores, esteiras transportadoras e outros sistemas automáticos. (ROGGIA, Leandro, FUENTES, Rodrigo, 2016).

A principal ferramenta para automação foi o controlador lógico programável (CLP), surgiu no final da década de 1960 e revolucionou os comandos elétricos e controles industriais. Nessa época, a automação era executada quase totalmente por relés com base em lógica fixa sem flexibilidades de alterações, ou lógica hardwired, o que resultava em enormes armários de relés eletromecânicos interligados por circuitos elétricos e extensas fiações. (PAREDE, Ismael, GOMES, Luiz, 2011).

2.3. A SMART GRIDS

A Smart Grids é uma solução inovadora que integra o sistema elétrico de potência a infraestrutura da informação, este sistema oferece inúmeros benefícios tanto para geradora de energia e distribuidores como para os consumidores de eletricidades. Esse sistema inteligente oferece uma oferta para a distribuidora uma gerencia de demanda de energia através de um sistema de comunicação, onde faz a troca de informações que permitem construir uma rede mais segura e mais eficiente (POTHAMSETTY, 2009).

A rede elétrica inteligente oferece controle nas fontes de energia, permitindo que os usuários escolham quais fontes utilizar e em quais horários de tal forma a reduzir custos e diminuir os riscos de sobrecarga na rede. Para a distribuidora é crucial ter esse sistema de conectividade para a tomada de decisão e fazer os parâmetros precisos na rede (POTHAMSETTY, 2009).

A grande contribuição da Smart grid é permitir que os usuários tenha disponível a diversas fontes de energia renováveis e também os clientes podem se tornar um fornecedor de energia, utilizando as placas solares e assim economizar a energia e passa a ser bidirecional e os clientes ficam menos dependentes da principal distribuidora de energia (LECCESE, 2012).

2.4. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial começou nos Estados Unidos com os módulos inteligentes embarcados, que usavam como meio de transmissão dados a rede elétricas, denominado *Power Line Carrier* (PLC) sistemas semelhantes ao comandos independentes, com o advento dos computadores e a internet esse sistema evoluiu com a criação de sistemas para o uso integrado das tecnologias (ROVERI, 2012).

Segundo (BOLZANI, 2004), a automação residencial pode ser definida um conjunto de tecnologia que ajudam na gestão de execução de tarefas domésticas cotidianas onde podem trazer facilidades, conforto e segurança além de um menor e mais racional consumo de energia.

2.5. MICROCONTROLADORES

2.5.1. ARDUINO UNO

É um projeto que iniciou pelo italiano Massimo Banzi no ano de 2005, consiste basicamente em uma placa eletrônica tendo como um microcontrolador o ATmega 328 no intuito de contribuir para o aprendizado dos estudantes de eletrônicas na área de projetos. Esta placa programada baseada na linguagem Wiring, a figura 1 apresenta a placa Arduino Uno, possui diversos conectores para comunicação com o interfaces sendo 14 pinos de entrada e saída digital (pinos 0-13), esses pinos podem ser utilizados conforme a necessidade do projeto como entrada e saídas, definidas no sketch criado na IDE, desses 14 pinos temos 6 que podemos programar para serem utilizados como saída analógicas, são eles (3, 5, 6, 10, 11), utilizados na modulação PWM e também possui 6 pinos de entradas analógicas (pinos A0-A5), esses pinos servem para receber sinais analógicos, como tensão na faixa de 0 a 5 V onde são convertidos para valores entre 0 e 1023. (Arduino.cc, revisão em 2018)

A placa é alimentada a partir do cabo USB do computador ou uma fonte com adaptador com tensão de 9 a 12 volts, (Embarcados.com, 2013).

A IDE do Arduino possui uma linguagem própria baseada na linguagem C e C++. O programa tem um ciclo de programação desenvolvida em sketch com comandos para a placa sendo o void setup e o void loop, que tem a função de executar repetidamente pelo microcontrolador (McRoberts (2011)).

Figura 1- Arduino Uno



Fonte: Arduino.cc,2018

2.5.2. SENSOR DE CORRENTE MODELO SCT-013-000 NÃO INVASIVO 100A

O sensor de corrente SCT 013-000 é um leitor de corrente semelhante ao alicate amperímetro, sua especificação técnica são modelo SCT- 013, a figura 2 demonstra o sensor, com este dispositivo vamos medir o consumo de energia de uma residência ligando no pino analógico do Arduino onde consegue medir a corrente que está passando por determinada fase de um circuito elétrico, através do efeito do campo magnético que passa por suas espiras e, a relação dessas espiras já apresentada como fator K, coleta uma amostra carga proporcional nos seus terminais.

Figura 2- Sensor de corrente STC-013-000



Fonte: Open Energy Monitor

2.5.3. DISPLAY LCD GRÁFICO 128 X 64

A tela de interface utilizaremos o display LCD gráfico 128 x 64 backlight azul e escrita branca. Possui o controlador ST7920 usado em toda indústria de LCD's como base de interface, segue na figura 3 o display para interface com Arduino.

Figura 3- Display LCD gráfico 128 x 64 backlight azul

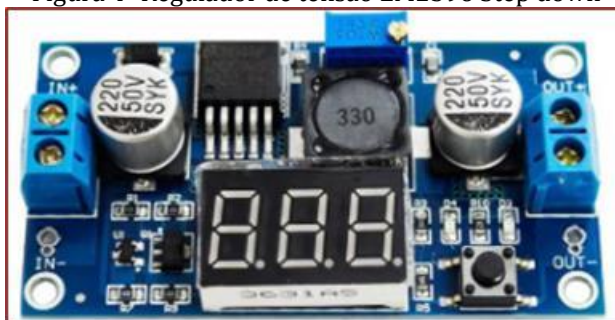


Fonte: Smart Projects

2.5.4. REGULADOR DE TENSÃO LM2596 STEP DOWN COM VOLTÍMETRO

Neste trabalho usaremos o regulador de tensão *Step down* com voltímetro para facilitar a tensão inserida no circuito, sua tensão de entrada varia de 4v a 40v e sua tensão de saída e ajustável de 1.3v a 37v. Conforme o *datasheet* do componente o regulador LM2596 é um circuito integrado monolítico ideal para projetos, possui um regulador de comutação abaixador (Conversor de Buck).

Figura 4- Regulador de tensão LM2596 Step down



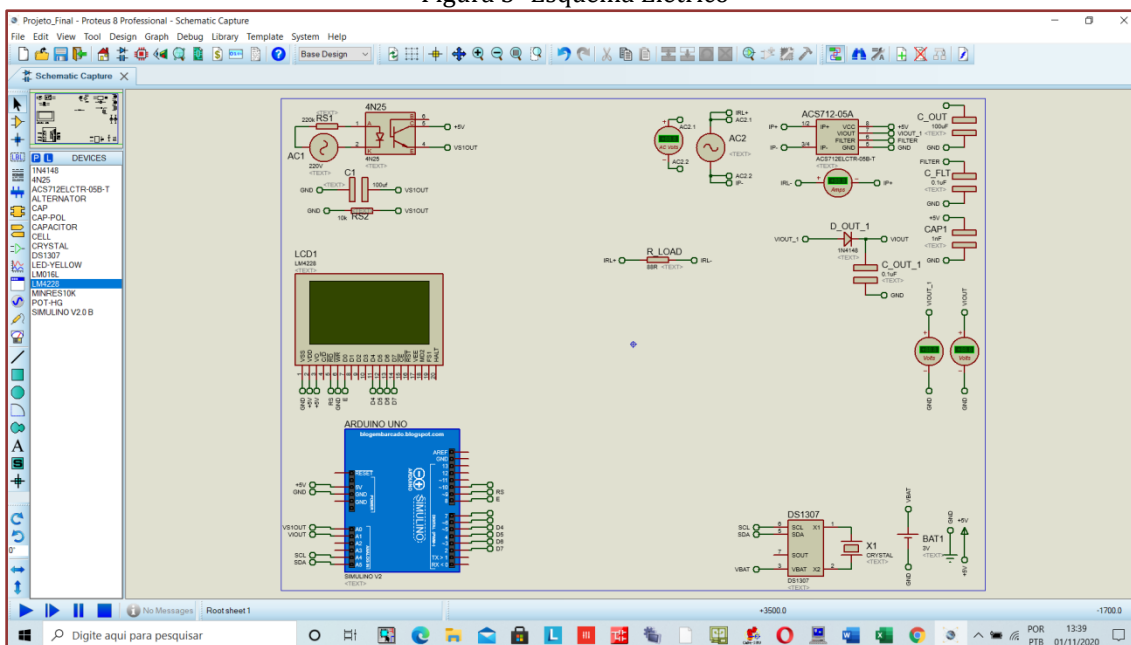
Fonte: microwat.com

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho abordou o entendimento da necessidade de compreender a importância da construção e aplicação dos dispositivos de monitoramento do consumidor de energia na situação atual, verificar seu consumo de energia e essencial para sua própria conscientização e entender o funcionamento do mesmo.

Para essa aplicação foi relacionado os materiais supracitados no tópico 2.5, e foi realizado a montagem conforme a figura 5 (Esquema Elétrico do projeto), antes de colocar na pratica foi realizado uma simulação no programa Proteus 8 Professional, onde foi realizado a comunicação do Arduino junto ao programa Proteus para realiza o sketch de programação do Arduino.

Figura 5- Esquema Elétrico



Fonte: dados dos autores (2020)

3.1. PROCEDIMENTOS

Para nosso sistema funcionar foi realizado um programa baseado na linguagem c e c++, e é transmitida para o compilador avr-gcc onde realizará a tradução dos comandos para uma linguagem que pode ser compreendida pelo microcontrolador.

Para programar o Arduino precisa baixar seu *software* na Arduino.cc, e baixar suas bibliotecas necessárias para a programação dos componentes, sua programação começou com a conexão da placa a uma porta USB do computador e a mesma é alimentada pelo cabo USB, logo em seguida foi desenvolvida a sketch com os comandos e feito a compilação, se não houver erros vai aparecer uma mensagem que sua compilação foi terminada assim pode fazer o Upload do sketch para a placa.

3.2. ANALISE DE DADOS

Com base dos dados na tela do display foi realizado os testes em três dispositivos com potencias diferentes, conforme a tabela 1, a tarifa no valor de 0,886453, reais o kwh.

Tabela 1- Teste de dispositivos

| Dispositivos | Tensão da rede | Potencia Leitura Arduino kW | Corrente Leitura Arduino | Consumo por tempo (8horas/dia) kW | Consumo mensal kWh | Calculo (R\$) |
|------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------|
| Lâmpada de (100w) | 127v | 0,09 | 0,7 | 0,72 | 21,6 | 19,15 |
| Arcondicionado (760w) janela | 127v | 0,754 | 5,94 | 6,04 | 181,2 | 160,62 |
| Ventilador pequeno (70w) | 127v | 0,07 | 0,55 | 0,56 | 16,8 | 14,89 |

Fonte: dados dos autores (2020).

O sistema realizado mostra o quando o consumidor vai pagar por tempo de uso de cada dispositivo ou colocar o sistema na entrada da sua residência para fazer a leitura total de seu consumo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema desenvolvido para monitorar o consumo de energia, obteve sucesso ao mostrar todos os dados desenvolvido no sketch do Arduino, qual demonstrou a tensão de entrada e corrente de consumo a potência em kW e transformar em moeda do mercado local.

4.1. ESTUDO DE CASOS

Aplicações de Smart Phone e tablets, para comunicação de dados e monitoramentos.

5. CONCLUSÃO

O trabalho realizado apresentou um sistema de monitoração residencial de consumo de energia elétrica, com foco de mostrar ao consumidor os gastos e mostra ao usuário que a automação vem se ampliando no mercado nacional para facilitar o entendimento de custo e melhorias que podem ser aplicadas.

Acredita-se que este fruto de conhecimento vem da educação e desenvolvimento dos profissionais da área de engenharia que cada dia trabalha buscando uma nova alternativa na geração e controle de energia elétrica, pois a cada dia que passa obviamente quanto mais pessoa há no mundo, maior a quantidade de energia deve ser gerada.

REFERÊNCIAS

- [1] ACCARDI, A.; DODONOV, E. Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). novembro de 2012.
- [2] AIRES, R. W. A.; KEMPNER-MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: Desafio de tendência para a gestão do conhecimento. In: SEMINARIO UNIVERSIDADES E ESCOLAS DE GOVERNO Anais do ISUCEG-Florianópolis-SC- BRASIL-07 e 18/ 12/ 2017.
- [3] ARDUINO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: outubro. 2020.
- [4] BIBLIOTECA. Display CLD 128x64 disponível:< <https://github.com/wagner-rambo/arquivo>>.
- [5] BRITO, J. L. G. Sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica particular, em tempo real e não invasivo utilizando a tecnologia Arduino. Universidade Estadual de Londrina, Engenharia elétrica. Londrina 2016.
- [6] CABELLO, A. F. Redes elétricas inteligentes no brasil: a necessidade de uma avaliação adequada de custos e benefícios. Ipea, Instituto de pesquisa Econômica aplicada Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/radar/temas/ciencia-tecnologia-e-inovacao/198-radar-n-19-redes-eletricas-inteligentes-no-brasil-a-necessidade-de-uma-avaliacao-adequada-de-custos-e-beneficios>.
- [7] COSTA, A. A. F; LIMA, P. R. B. D. Automação residencial com foco no consumo Consciente de energia elétrica. Ver. CCEI-urcamp, v.19, n 34 2015. Disponível em: http://revista.urcamp.tche.br/index.php/Revista_CCEI/article/download/61/pdf_48.
- [8] HIPÓLITO, J. G.; SILVA, M. J.; RAPANELLO, R. M. Automação residencial com Arduino. Disponível em:<<https://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaeletrica.pdf>>. Acesso em: 2018.
- [9] PAREDE, I. M.; GOMES, L. E. L. Eletrônica Volume 6. Fundação Padre Anchieta. São Paulo 2011.
- [10] ROGGIA, L.; FUENTES, R.C. Automação industrial 1. ed. Santa Maria: RS, 2016.

Capítulo 12

Demonstrar a confiabilidade de um sistema de visão em processos industriais

Janderson de Oliveira Pereira

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Os controles de qualidade em processos com o decorrer dos anos houve grande evolução, necessitando inspeções com maior controle na supervisão de processos. Neste trabalho é apresentado um sistema completo de visão em processos industriais. A medição baseada em técnicas de visão computacional para extrair informações do ambiente. O sistema processa as imagens capturadas por uma ou mais câmeras em tempo real e envia os resultados (medições) a outros dispositivos de automação via protocolos de comunicação. Para validar o sistema, são realizados testes em uma planta em escala reduzida, onde todas as medições sensoriais utilizadas no CLP (controlador lógico programável) e extraídas através de uma câmera conectada ao sistema proposto e comparadas com as obtidas por processos convencionais.

Palavras-chave: Sistema computacional, qualidade, medição

1. INTRODUÇÃO

Ao remover o contato físico entre um sistema de teste e as peças testadas, a visão evita danos nas peças e elimina o tempo de manutenção e os custos associados ao desgaste dos componentes mecânicos. O sistema de visão traz segurança adicional e benefícios operacionais, reduzindo o envolvimento humano em um processo de fabricação. Além disso, impede a contaminação humana de salas limpas e protege os trabalhadores humanos de ambientes perigosos (THIAGO et al., 2016).

Alta qualidade, eficiência, e baixos custos de produção são algumas das principais exigências para que uma indústria sobreviva e se torne mais competitiva nos mercados globalizados (ROSÁRIO, 2009; MARINO, 2006). Além das questões estratégicas e operacionais o uso de sistemas de automação industrial também deve ser considerado na busca pela competitividade.

A visão humana é melhor para a interpretação qualitativa de um cenário complexo, não estruturado, o sistema de visão se destaca na medida quantitativa de uma cena estruturada devido à sua velocidade, precisão e repetibilidade. Por exemplo, em uma linha de produção, um sistema de visão pode inspecionar centenas, ou mesmo milhares, de peças por minuto. Um sistema de visão construído em torno da resolução e óptica da câmera corretas pode inspecionar facilmente detalhes do objeto muito pequenos para serem vistos pelo olho humano (COGNEX, 2018).

Os sistemas de visão industriais exigem maior robustez, confiabilidade e estabilidade em comparação a um sistema de visão acadêmico/educacional e geralmente custam muito menos do que aqueles usados em aplicações governamentais/militares. Portanto, o sistema de visão industrial implica baixo custo, precisão aceitável, alta robustez, alta confiabilidade e alta estabilidade mecânica e de temperatura.

Atualmente com a crescente evolução e barateamento dos sistemas computacionais e eletrônicos, novas tecnologias tem sido agregada aos sistemas de automação industrial, por meio de diferentes tecnologias os sistemas de visão industrial visam fornecer soluções flexíveis, robustas e confiáveis para as indústrias de processo e manufatura, integrando os seus níveis e tornando disponíveis suas informações (BRANQUINHO et al., 2014).

Portanto o trabalho quer demonstrar o funcionamento de um sistema de visão às tarefas de inspeção repetitivas. É mais rápido, mais objetivo e funciona continuamente. O sistema de visão pode inspecionar centenas ou mesmo milhares de peças por minuto e fornece resultados de inspeção mais consistentes e confiáveis.

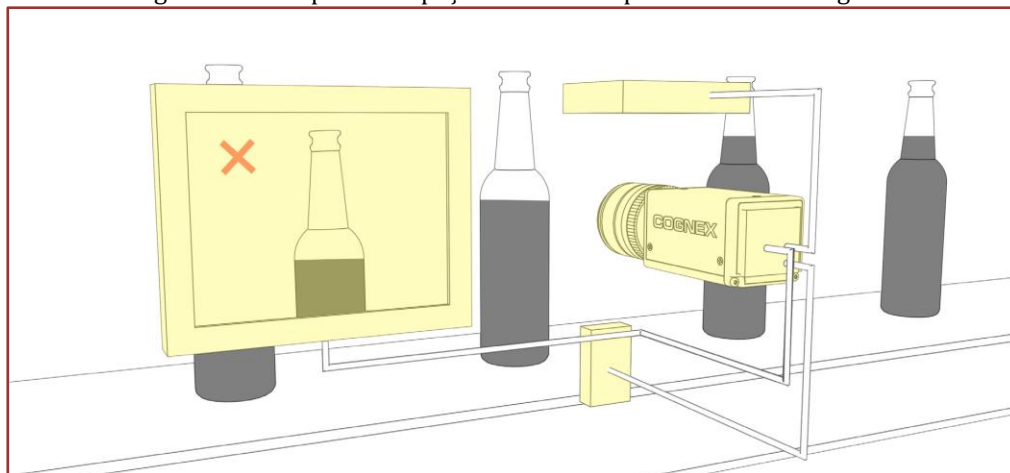
2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a Associação de Imagem Automatizada (AIA) em 2015, o sistema de visão abrange todas as aplicações industriais e não industriais nas quais uma combinação de hardware e software fornece orientação operacional para dispositivos na execução de suas funções com base na captura e processamento de imagens. Embora a visão industrial de computador use muitos dos mesmos algoritmos e abordagens da visão por computador como para aplicações acadêmicas/educacionais e governamentais/militares, as restrições são diferentes.

Os sistemas de visão dependem de sensores digitais protegidos dentro de câmeras industriais com óptica especializada para adquirir imagens, de modo que o hardware e o software do computador possam processar, analisar e medir várias características para a tomada de decisões (THIAGO et al., 2016).

Como exemplo, considere um sistema de inspeção de preenchimento em uma cervejaria (figura 1). Cada garrafa de cerveja passa por um sensor de inspeção, que desencadeia um sistema de visão para piscar uma luz estroboscópica e tirar uma foto da garrafa. Depois de adquirir a imagem e armazená-la na memória, o software de visão a processa ou analisa e emite uma resposta de falha ou aprovação com base no nível de preenchimento da garrafa. Se o sistema detectar uma garrafa incorretamente preenchida - uma falha - ele indica a um desviador e rejeita a garrafa. Um operador pode ver as garrafas rejeitadas e as estatísticas de processo em andamento em uma tela.

Figura 1 - Exemplo de inspeção do nível de preenchimento da garrafa



Fonte - COGNEX (2018)

2.1. COMPONENTES DE UM SISTEMA DE VISÃO

Os principais componentes de um sistema de visão (figura 2), incluem a iluminação, lente, sensor de imagem, processamento de visão e comunicações. A peça é iluminada para ser inspecionada, permitindo que suas características se destaquem para que sejam vistas claramente pela câmera. A lente captura a imagem e a apresenta ao sensor sob a forma de luz. O sensor em uma câmera de visão converte essa luz em uma imagem digital que é então enviada ao processador para análise.

O processamento de visão consiste em algoritmos que analisam a imagem e extraem informações, executam a inspeção necessária e tomam uma decisão. Finalmente, a comunicação normalmente é realizada por um sinal de E/S discreto ou dados enviados por uma conexão serial a um dispositivo que está registrando informações ou usando-as.

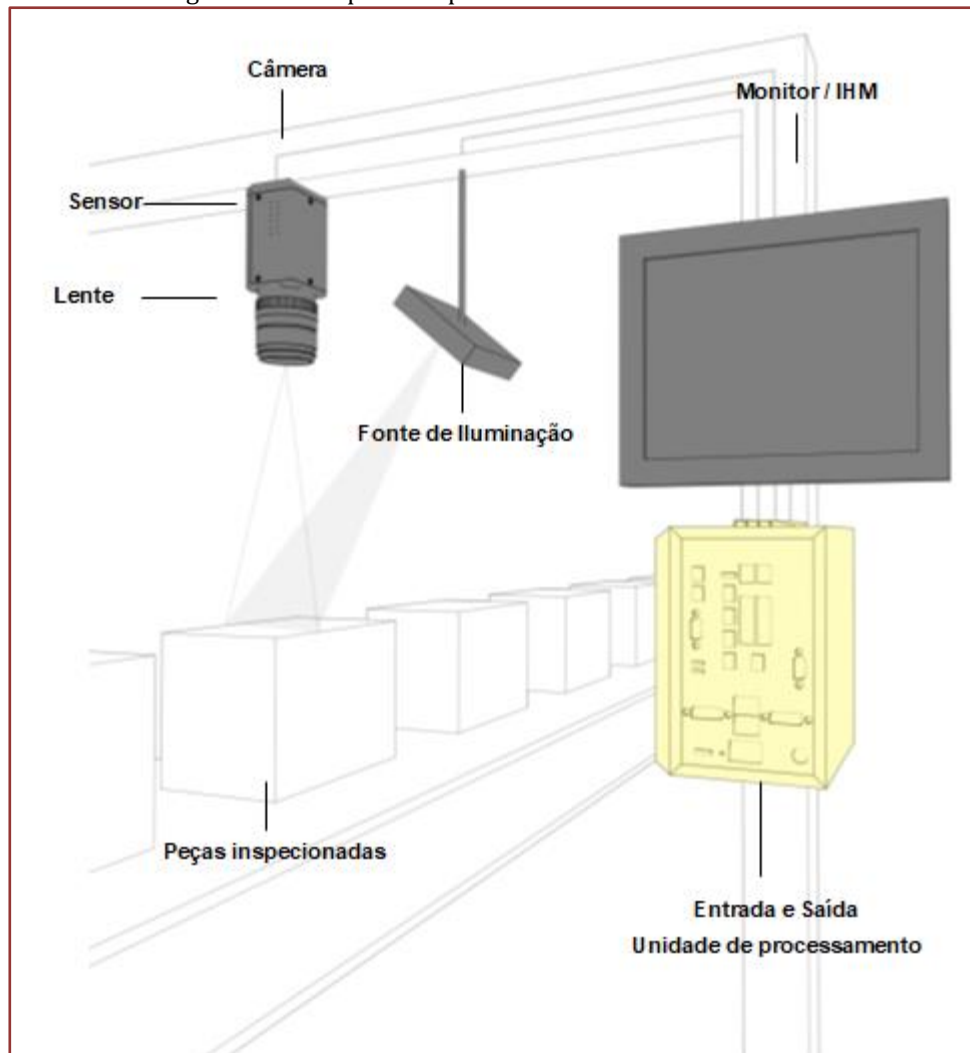
A maioria dos componentes de hardware do sistema de visão, como módulos de iluminação, sensores e os processadores estão disponíveis comercialmente fora da prateleira (COTS). Os sistemas de visão podem ser montados em COTS ou comprados como um sistema integrado com todos os componentes em um único dispositivo.

As imagens adquiridas pela câmera são processadas em *software* para extração de informações análogas às medidas pelos sensores físicos. A essas informações dá-se o nome “medidas visuais”.

Após extração das medidas visuais, os dados são enviados para uma rede industrial via protocolo TCP/IP. Esta rede funciona no paradigma cliente/servidor, sendo que o sistema proposto funciona como o cliente (ele que inicia a comunicação e envia os dados para o servidor). servidor pode ser um supervisor, um CLP ou outros dispositivos.

A seguir listam os vários componentes-chave de um sistema de visão, incluindo: iluminação, lentes, sensor de visão, processamento de imagem, processamento de visão, comunicações.

Figura 2 - Principais componentes de um sistema de visão.



Fonte - COGNEX (2020)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ILUMINAÇÃO

A iluminação é uma das chaves dos resultados bem sucedidos do sistema de visão. Os sistemas de visão criam imagens analisando a luz refletida a partir de um objeto e não analisando o próprio objeto. Uma técnica de iluminação envolve uma fonte de luz e sua colocação em relação à peça e à câmera. Uma técnica particular de iluminação pode aprimorar uma imagem de tal forma que anula alguns recursos e melhora outros, mostrando a silhueta de uma peça cujos detalhes obscurecidos em sua superfície permitem a medição de suas arestas, por exemplo.

3.2. LENTES

A lente captura a imagem e a entrega ao sensor de imagem na câmera. A lente variará em qualidade óptica e preço, a lente utilizada determina a qualidade e a resolução da imagem capturada. A maioria das câmeras de sistemas de visão oferece dois tipos principais de lentes: lentes intercambiáveis e lentes fixas. As lentes intercambiáveis são geralmente C-mounts ou CS-mounts. A combinação certa de lente e extensão irá adquirir a melhor imagem possível. Uma lente fixa como parte de um sistema de visão autônomo tipicamente usa autofoco, que pode ser uma lente ajustada mecanicamente ou uma lente líquida que pode focar automaticamente a peça. As lentes de foco automático geralmente têm um campo de visão fixo a uma determinada distância.

3.3. SENSOR DE IMAGEM

A capacidade da câmera de capturar uma imagem do objeto inspecionado iluminada corretamente depende não apenas da lente, mas também do sensor de imagem dentro da câmera. Os sensores de imagem tipicamente usam um dispositivo de carga acoplada (CCD) ou óxido de metal complementar com tecnologia semicondutora (CMOS) para converter luz (fótons) em sinais elétricos (elétrons). Essencialmente, o trabalho do sensor de imagem é capturar a luz e convertê-la em um ruído de balanceamento de imagem digital, sensibilidade e alcance dinâmico. A imagem é uma coleção de pixels. A luz baixa produz pixels escuros, enquanto a luz brilhante cria pixels brilhantes. É importante garantir que a câmera tenha a resolução certa do sensor para a aplicação. Quanto maior a resolução, mais detalhes haverá na imagem e as medidas serão mais precisas. O tamanho da peça, as tolerâncias de inspeção e outros parâmetros ditarão a resolução necessária.

O processamento é o mecanismo para extrair informações de uma imagem digital e pode ocorrer externamente em um sistema baseado em PC ou internamente em um sistema de visão autônomo. O processamento é realizado por software e consiste em várias etapas. Primeiro, uma imagem é adquirida a partir do sensor. Em alguns casos, o pré-processamento pode ser necessário para otimizar a imagem e garantir que todas as características necessárias se destaquem. Em seguida, o software localiza as características específicas, executa as medidas e as compara com as especificações. Finalmente, uma decisão é tomada e os resultados são comunicados.

Enquanto muitos componentes físicos de um sistema de visão (como iluminação) oferecem especificações comparáveis, os algoritmos do sistema de visão os separam e devem estar no topo da lista de componentes-chave para avaliar as soluções. Dependendo do sistema específico ou aplicação, o software de visão configura os parâmetros da câmera, faz a decisão de falha ou aprovação, comunica com o chão de fábrica e suporta desenvolvimento IHM.

3.4. COMUNICAÇÃO

Uma vez que os sistemas de visão usam frequentemente uma variedade de componentes off-the-shelf, esses itens devem coordenar e se conectar a outros elementos da máquina de forma rápida e fácil. Normalmente, isso é feito por sinal de E/S discreto ou dados enviados por uma conexão serial a um dispositivo que está registrando ou usando informações. Os pontos de E/S discretos podem ser conectados a um controlador de lógica programável (CLP), que usará essa informação para controlar uma célula de trabalho ou um indicador, como uma luz de pilha ou diretamente para um solenoide que pode ser usado para acionar um mecanismo de rejeição.

A comunicação de dados por uma conexão serial pode ser na forma de uma saída RS-232 ou Ethernet. Alguns sistemas empregam um protocolo industrial de nível superior como Ethernet/IP, que pode ser conectado a um dispositivo como um monitor ou outra interface de operador para fornecer uma interface de operador específica para a aplicação para monitorização e controle de processos convenientes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um sistema de visão industrial destinado para o controle de qualidade permitindo realizar a inspeção de 100% das peças sempre com o mesmo critério. Isto é vantajoso, no sentido em que, numa linha de produção, a inspeção de 100% das peças por um operador é uma tarefa que geralmente não é possível de realizar, seja pela cadência da linha, seja pelo custo de se ter um operador continuamente a realizar essa inspeção. Além disso, é natural que o operador tenha uma avaliação subjetiva do que considera um produto conforme ou não conforme, ao longo do tempo.

Um sistema de visão industrial é destinado, geralmente, para o controle de qualidade permitindo realizar a inspeção das peças sempre com o mesmo critério. Isto é vantajoso, no sentido em que, numa linha de produção, a inspeção de todas as peças por um operador é uma tarefa que geralmente não é possível de realizar, seja pela cadência da linha, seja pelo custo de se ter um operador continuamente a realizar essa inspeção. Além disso, é natural que o operador tenha uma avaliação subjetiva do que considera um produto conforme ou não conforme, ao longo do tempo.

A monotonia da tarefa, o cansaço e os diferentes operadores, estão entre os fatores que podem afetar a avaliação das características do item a ser inspecionado. Com as vantagens da visão industrial temos os seguintes resultados:

- Redução de custos de não qualidade;
- Prevenção de retorno de lotes com produtos não conformes;
- Redução dos custos associados ao atendimento das reclamações do mercado;
- Detecção imediata de desvios de processo;
- Eliminação dos custos com perda de material;
- Redução dos riscos para a marca da empresa;
- Eliminação do risco de falha humana;
- Proteção da marca e preservação da imagem de alta qualidade da empresa;
- Demonstração, para os clientes, de forte compromisso com a qualidade;
- Redução do custo operacional de inspeção;
- Eliminação dos custos atribuídos à inspeção não automatizada

Com todas essas possibilidades de controle da aferição, contagem, localização e decodificação são algumas das aplicações mais comuns para o sistema de visão na fabricação hoje. Ao reduzir os defeitos, aumentar o rendimento, facilitar o cumprimento das regulamentações e rastrear peças com sistema de visão, fabricantes podem economizar dinheiro e aumentar a lucratividade.

5. CONCLUSÃO

A tecnologia tem evoluído rapidamente, revolucionando diversas indústrias como parte de uma tendência global: a Indústria 4.0. Na nova era digital, ferramentas surgem para tornar os processos produtivos mais ágeis, simples e seguros. A visão artificial, por exemplo, representa hoje um desses grandes avanços e desempenha um papel relevante para a automação industrial uma das ramificações da engenharia elétrica sendo um segmento pouco explorado pelos profissionais da área.

Comprovadamente, o uso da visão artificial na automação industrial proporciona significativa economia, controle de qualidade mais rígido, rastreabilidade e eficiência nas etapas produtivas. Adicionalmente, a empresa que aposta nesses sistemas também aumenta a credibilidade da sua imagem no mercado, satisfazendo seus consumidores com produtos melhores e comercializados a preços mais acessíveis.

Seja qual for a área da indústria, os sistemas de visão, câmeras inteligentes e processadores para manufatura já se encontram com preços acessíveis e com o melhor custo-benefício do mercado, podendo tornar a empresa mais inteligente e competitiva, eliminando os gargalos de produção através das soluções avançadas de automação industrial.

REFERÊNCIAS

- [1] Branquinho, M., Branquinho, T. and Junior, J. (2014). Segurança de Automação Industrial e Scada, Elsevier Brasil.
- [2] COGNEX. Introdução ao sistema de visão, um guia para automação de processos e melhorias de qualidade. Disponível em: <https://www.cognex.com/>. Acesso em: 17 agosto 2020.
- [3] Marino, L. H. F. d. C. (2006). Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial, XIII SIMPEP–Bauru p. 2.
- [4] Rosário, J. M. (2009). Automação industrial, Editora Baraúna. Steffens, C. R., Rodrigues, R. N. and da Costa Botelho, S. S. (2015). An unconstrained datasheet for non-stationary video based fire detection, 2015 12th Latin American Robotics Symposium and 2015 3rd Brazilian Symposium on Robotics (LARS-SBR), IEEE, pp. 25–30.
- [5] Thiago S. da Fonseca, Ricardo N. Rodrigues, Mário R. N. M. Júnior, M. R. N., Robby S. Amaral, Vagner de B. Azevedo, Natanael G. Rodrigues, Silvia S. da C. Botelho, Adriano V. Werhli. Sistema de visão de máquina para instrumentação de processos industriais. XXI Congresso Brasileiro de Automática - CBA2016 UFES, Vitória – ES.

Capítulo 13

Melhoria da eficiência energética em uma empresa de produtos hospitalares no polo industrial de Manaus – AM

Anderson de Souza Rosa

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: O Sistema Elétrico sem controle propicia desventuras sob quaisquer circunstâncias, principalmente o desperdício de energia elétrica. Dessa forma é fundamental o planejamento, sendo este, a forma mais primordial para reduzir custos. Diante do exposto, o objetivo do estudo de caso foi descrever um método prático para melhoria da eficiência. O estudo foi realizado pelo supervisório EMBRASUL, através do medidor MD 4040. A escolha do supervisório se deu pela facilidade nas análises textuais e gráficas. No decorrer do estudo foi discorrido sobre os impactos do fator de potência na qualidade de energia de acordo com o PRODIST e por intermédio de uma perspectiva prática experimental. Outra abordagem utilizada foram as tratativas adotadas para a eliminação dos excedentes reativos, nesta etapa será realizado uma amostragem em um quadro de distribuição. Por intermédio dele será possível postular a metodologia adotada para sanar tal problemática. Desta feita foi possível admitir que a contribuição científica deste tem abrangência além do estudo de caso, permitindo uma avaliação crítica dos métodos de correção do fator de potência e possibilitando análise de custeio.

Palavras-chave: EMBRASUL, Fator de Potência, Reativos.

1. INTRODUÇÃO

A melhoria da eficiência energética do sistema produtivo é fundamental para o desenvolvimento sustentável. Doutro modo, a conscientização da economia de energia pode ser analisada e implementada visando ganho e a transformação, demonstrando que qualquer estudo sobre a eficiência energética terá bons resultados em pequenos e longos prazos (INEE, 2001).

É entendido como eficiência, a qualidade do que é passível de aplicação vantajosa (MICHAELIS, 2020). Com base nisso, pode-se afirmar que toda e qualquer atividade de implementação que não gere valores mensuráveis não se pode chamar de medida de eficiência energética. Desta feita, a medição é um aspecto crucial para determinar um método eficiente.

O conceito de KAIZEN presume que a melhoria deve ser contínua e, portanto, a eficiência deve ter característica crescente (FONSECA, RIBEIRO, *et al.*, 2016). Deste modo a relevância deste estudo tem seu fator limitante a empresas que não possuem tratamento para fator de potência em suas três esferas de aplicação. Vale ressaltar que as vantagens fáceis de se mensurar são quanto a cobrança de multa por excesso reativo aos consumidores industriais, contudo além desta vantagem, temos um melhoramento na performance de energia elétrica que afere na seção dos condutores, dimensionamento dos dispositivos de seccionamento, perda térmica e disponibilidade de agregar mais equipamentos a um mesmo circuito.

A eficiência energética pode ser obtida de diversas formas, cada qual exigindo um investimento de tempo e recursos. Neste artigo foi demonstrado o impacto promovido pelo baixo fator de potência; tendo como objetivo propor uma metodologia para mensurar o impacto e aferir com precisão a economia promovida.

Ao fim deste, espera-se gerir contribuição relevante aos profissionais da área de eletricidade que se propõe a gerar resultados financeiros. Além desta, se espera contribuir para os profissionais que estão à procura de experiência e alocação no mercado de trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. EMBRASUL

O Supervisório de medição MD4040 teve participação especial no desenvolvimento deste método de correção de fator de potência. Como já fora elucidado, em estágio inicial e na validação do estudo foram geridas comparações por intermédio deste.

O referido medidor possui as referidas funções de monitoramento (EMBRASUL, 2020):

- Tensão Trifásica
- Corrente Trifásica
- Fator de Potência das três fases
- Potência Ativa (kW) das três fases
- Potência Reativa (kVAr) das três fases
- Potência Aparente (kVA) das três Fases:
- Distorção Harmônica total de Tensão
- Distorção Harmônica total de Corrente
- Frequência para Cada Fase e Total
- Energia Consumida (kWh)
- Energia Gerada (kWh)
- Tensão, Corrente e FP de Linha
- Consumo Ativo em Hora Sazonal (Ponta e Fora de Ponta)
- Demandas Máximas (Ponta e Fora Ponta)
- Contador Digital

O meio de captação destas grandezas é através do MD4040/T (Transformador de Corrente TCBP – Bipartido), facilitando a alocação rápida em um circuito. O funcionamento do TC segue parâmetro básico, 5A na entrada do controlador multiplicado com um ganho parametrizado da entrada. O mesmo princípio se aplica ao ajuste de Tensão.

2.2. FATOR DE POTÊNCIA

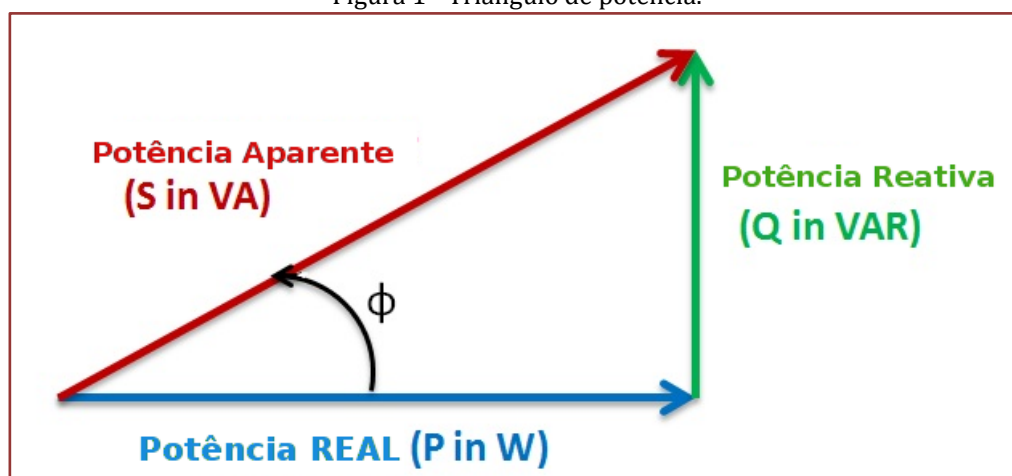
O Sistema Elétrico sem controle propicia desventuras sob quaisquer circunstâncias, principalmente o desperdício de energia elétrica. Dessa forma é fundamental o planejamento, sendo este, a forma mais primordial para reduzir custos.

Desta forma, o Fator de potência compreende a composição horizontal do ângulo de inclinação da potência Aparente. De forma que quanto menor for esse Ângulo, menor será o incremento de reativos no circuito - Potência que não é transformada em trabalho (FILHO, 2017). De forma inversamente proporcional, quanto maior for o ângulo, menor será seu componente horizontal.

A concessionária por sua vez admite uma perda máxima de 8%. Todavia, quando é exigido das Centrais de Geração uma quantidade de energia, e o consumidor industrial desperdiça mais que 8%, ele será obrigado a pagar multa por esse excesso. O binômio da tarifa de energia que compreende ao consumo é estimado na grandeza de potência ativa (Não admitindo reativos), contudo, quando ocorre um excedente maior que 8% (menor que 0,92), o consumidor paga o montante reativo ao preço de consumo ativo (WEG, 2019)

A figura 1 apresenta o triângulo de potência que elucida as asserções supracitadas:

Figura 1 - Triângulo de potência.



Fonte: Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2018

2.3. CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

Nos últimos anos, houve grandes investimento em equipamentos tecnológicos para redução no consumo de energia elétrica, devido os aumentos das tarifas do sistema elétricos, levando encontra busca por painéis fotovoltaicos deixando despercebido um dos principais item do sistema elétrico a correção do fator de potência, mesmo sendo primordial sua conformidades definida pela agencia nacional de energia elétrica. Em qualquer instalação industrial que apresenta baixo F.P é obrigatoriamente a correção evitando queda de tensão, energia reativo elevado e feito joule em seus condutores; A energia reativa surgiu devido excesso de equipamento trabalhando a vazio ou superdimensionado, por geradores de indução, por baixa energia capacitiva. A energia capacitiva surgida através das células dos capacitores, sua aplicação são nos quadros de distribuição ou próximo de sua cargas como expressa a figura 2 e 2 dando eficiência no sistema elétrico, reduzindo a energia reativa, efeito joule em outro aspectos a eficiência do F.P demonstra a que o sistema elétrico está adequado conforme a definição da Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEL), sugere que o fator de potência F. P ideal é 0,92 ou 1 vindo da soma vetorial da potência ativa com a potência reativa expressada (figura 3).

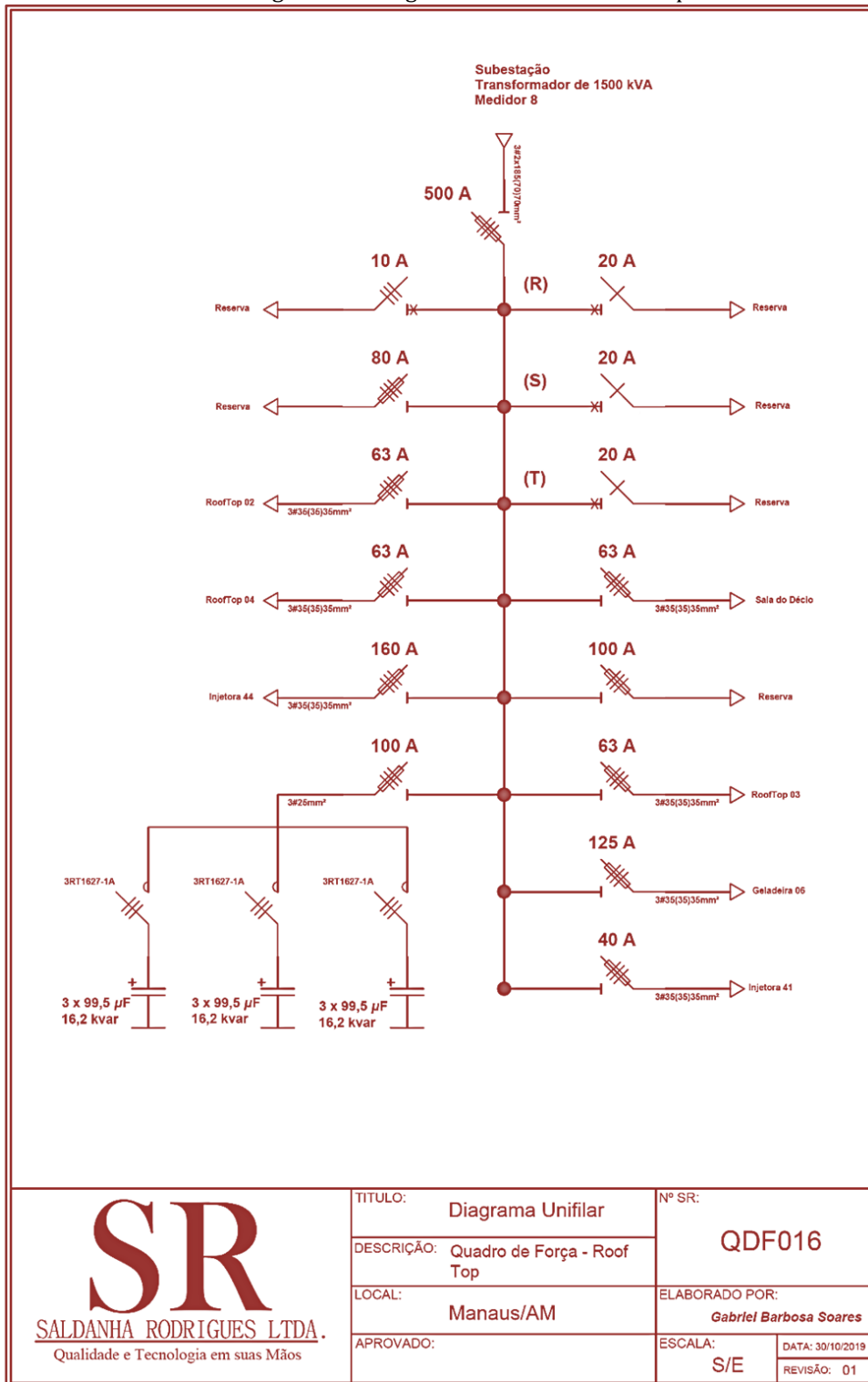
Aplicação das células ou dos bancos dos capacitores dessa forma o reativo atende somente a necessidades de cada equipamento que esteve em trabalho.

Figura 25 - Quadro de Distribuição do RoofTop.



Fonte: SR Saldanha Rodrigues, 2019.

Figura 26 - Diagrama Unifilar do Roof-Top



Fonte: SR Saldanha Rodrigues Ltda., 2019

Correção do fator de potencia (F.P) dessa forma aproxima-se de 1 ou se mantem em 0,92 dando eficiencia de boa qualidades e evitando reativo no sistema elétrico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração da metodologia proposta, foram necessários os seguintes materiais:

- 1x Medidor MD4040 – EMBRASUL
- 1x Software de Gestão POWER 4000
- 3x Células Capacitivas de 95,5 uF
- 1x Suporte metálico para as células

A estruturação da atividade se delongou no período de 03/10 até 25/10. Passando por quatro estágios. A unicidade deste artigo foi exatamente devido a metodologia abordada. No qual foi proposto um projeto que segue a metodologia de medição, plano de ação, ação e validação, obtém sucesso em demonstrar resultados.

Desta feita foi utilizado um estudo de campo, do qual o método foi aplicado e, portanto, foi obtido plena eficácia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

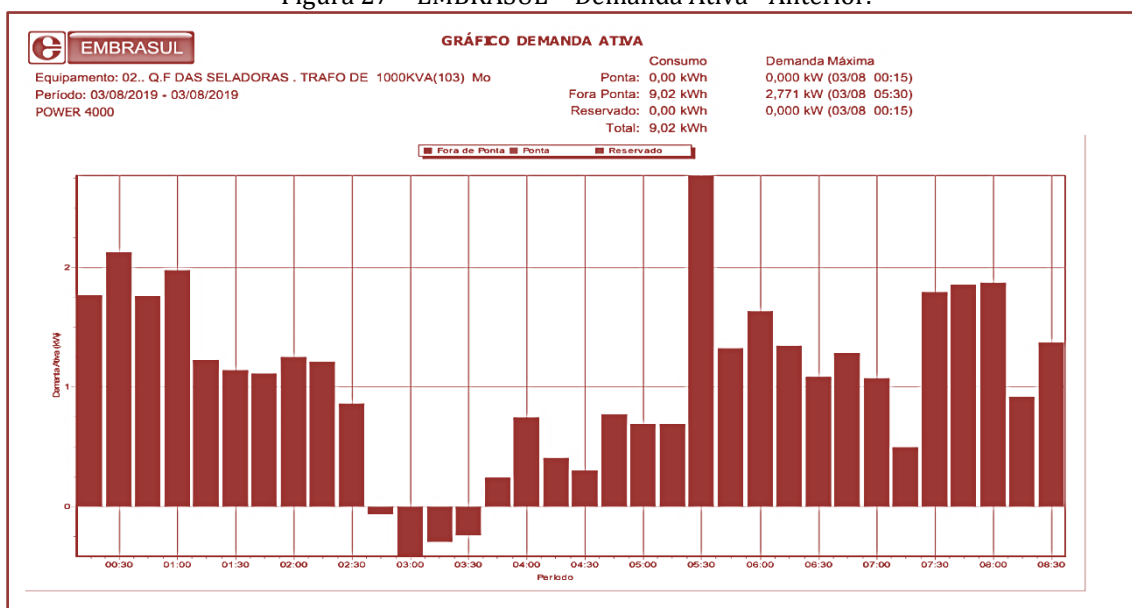
Como previamente abordado, o referido estudo se propôs a um primeiro estágio de medição. Nesta etapa foi realizado a medição por meio do medidor do barramento geral e dos seccionadores individuais.

No barramento geral foi observado um fator de potência abaixo de 0,92. Situação crítica que agregou multa de excesso reativo durante o mês (outubro/2019).

Em planejamento, chegou-se na conclusão de realizar medição nos quadros individuais para determinar o fator crítico de excesso reativo. Como abordado anteriormente, a correção de fator de potência pode ser geral (Barramento de Entrada), Grupo de Cargas (Quadro de Distribuição Principal) ou específico (No próprio equipamento).

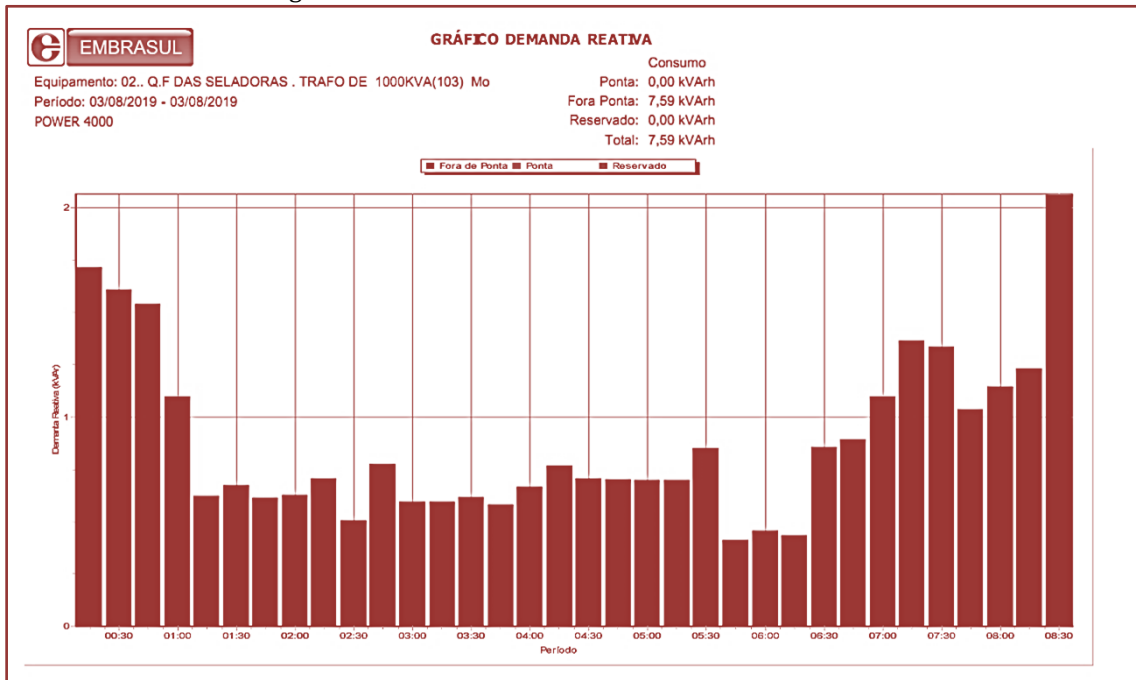
Nas figuras 4, 5, 6 e 7, podemos observar que a criticidade estava no quadro das seladoras, apresentando FP menor que 0,4, chegou-se na conclusão que este era o fator que implicava no baixo fator de potência geral.

Figura 27 - EMBRASUL - Demanda Ativa - Anterior.



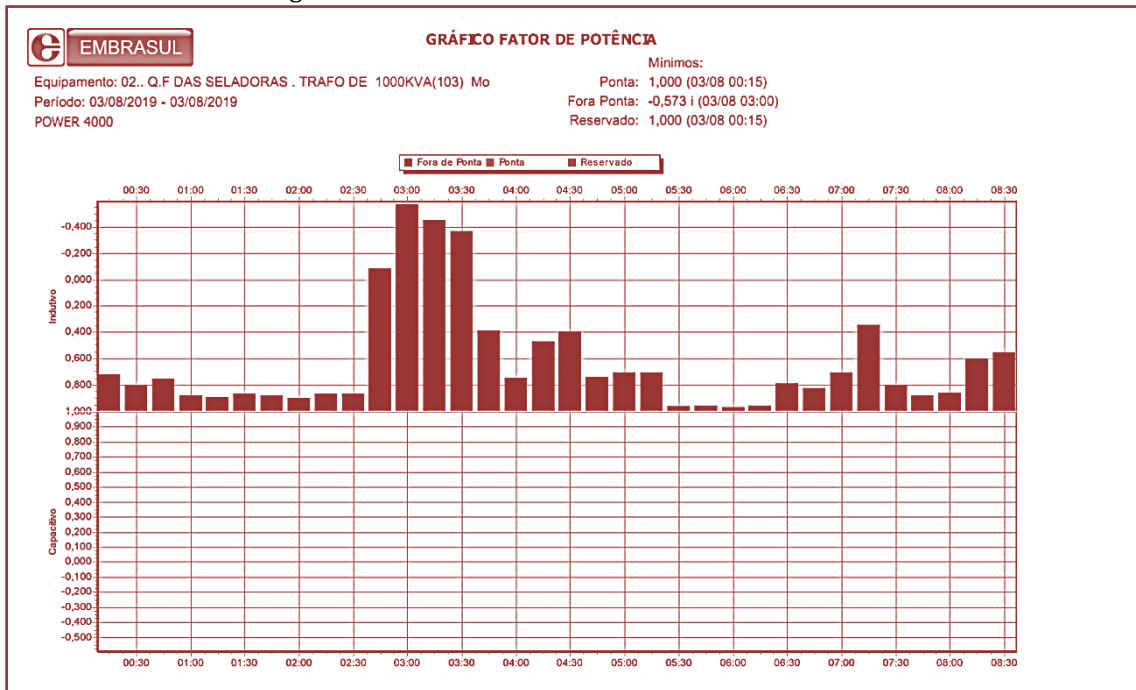
Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Figura 28 - EMBRASUL - Demanda Reativa – Anterior.



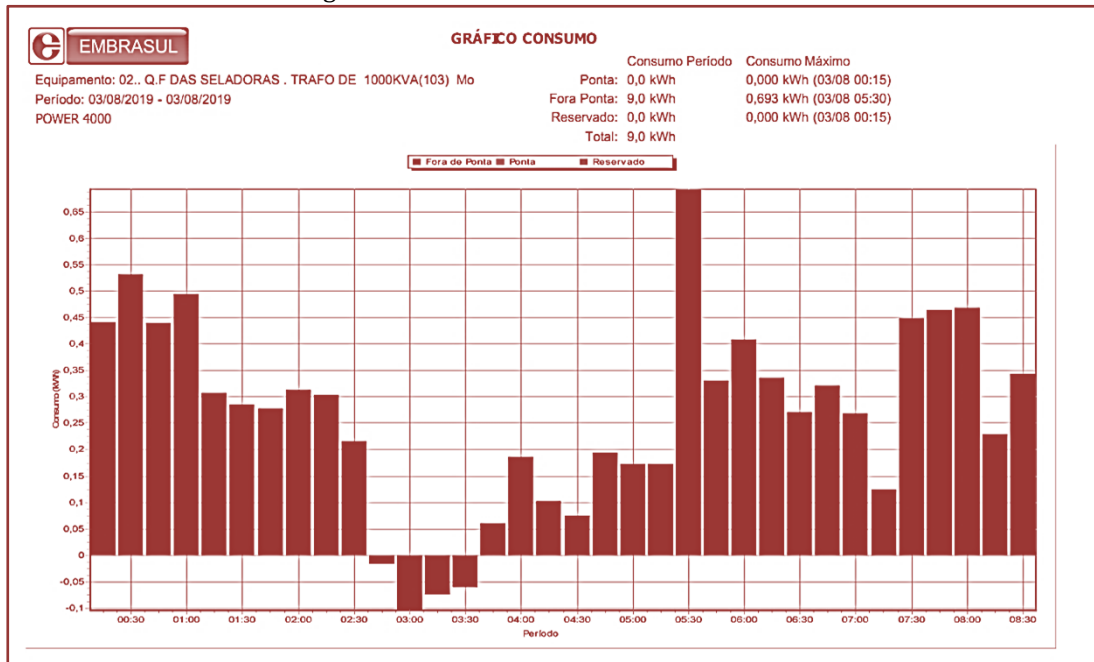
Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Figura 29 - EMBRASUL - Fator de Potência – Anterior.



Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Figura 30 - EMBRASUL - Consumo – Anterior.

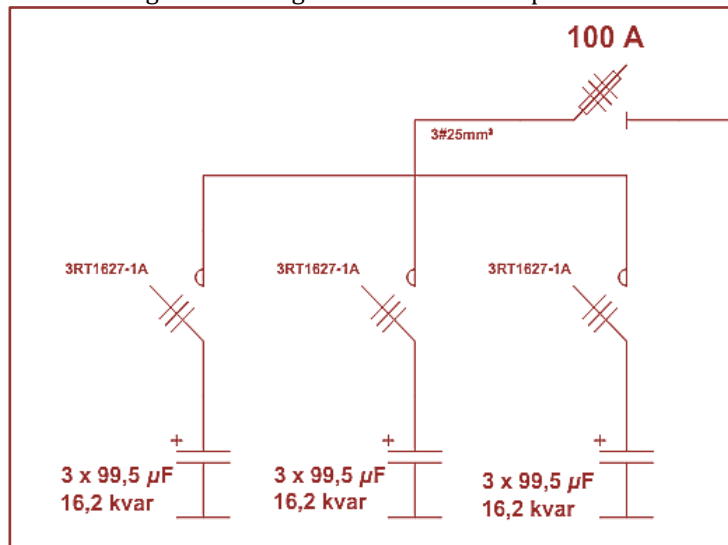


Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Findada a etapa de planejamento e decisão do melhor método, foi solicitado a compra de três células capacitivas (3x99,5 μ F – 16,2 kVar) para corrigir fator de potência no grupo de cargas (figura 8).

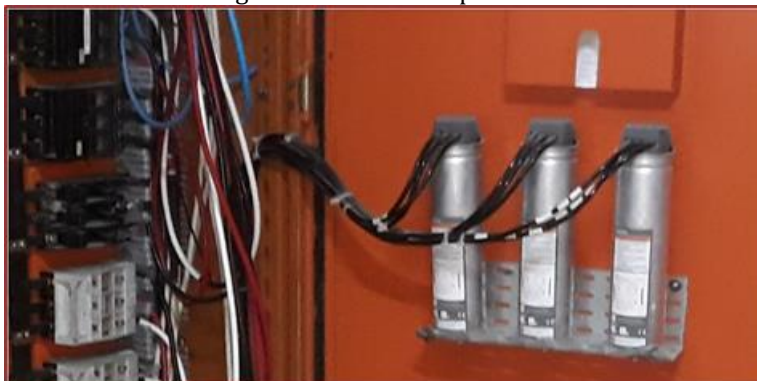
A definição destes valores se deu por equação, do qual foi obtido o *Arco Cosseno* da relação entre a demanda Aparente e Demanda Reativa máxima registrada pelo EMBRASUL. Na figura 9 segue o diagrama unifilar do banco de capacitores e registro fotográfico.

Figura 31 - Diagrama das Células Capacitivas



Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Figura 32 - Células Capacitivas

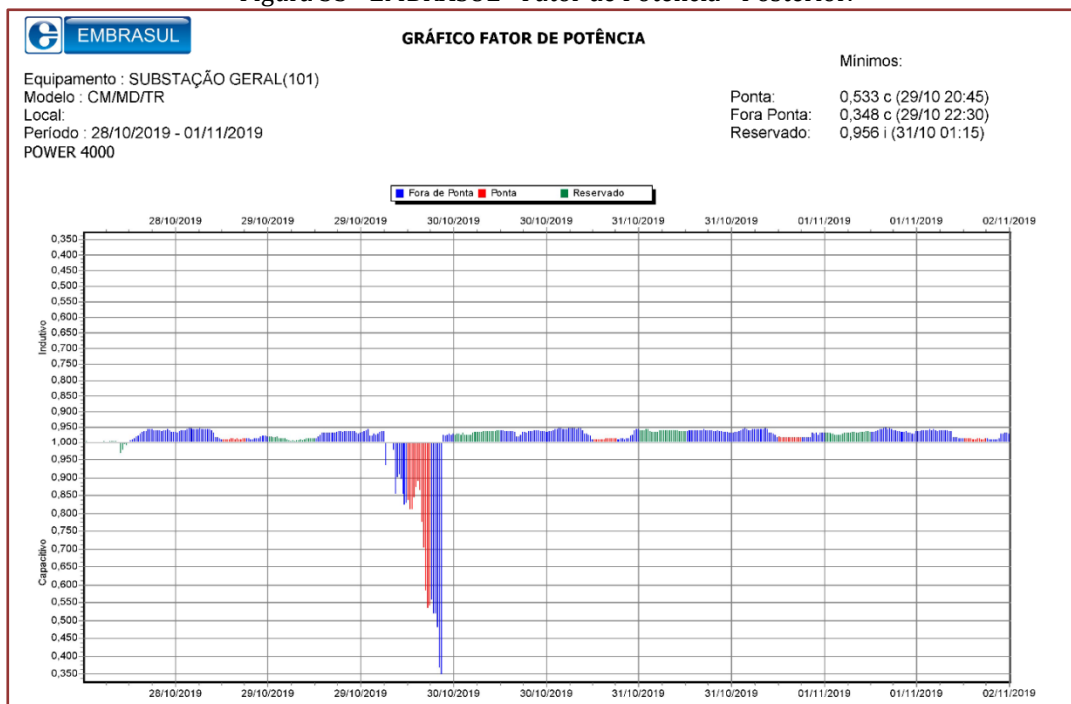


Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

O custo médio de uma célula capacitiva foi R\$ 200,00, sendo, portanto, investido um total de R\$ 600,00. Porém não foi considerado o custo do EMBRASUL, pois o referido já pertencia a empresa. As ações tiveram fim no dia 25/10/2020.

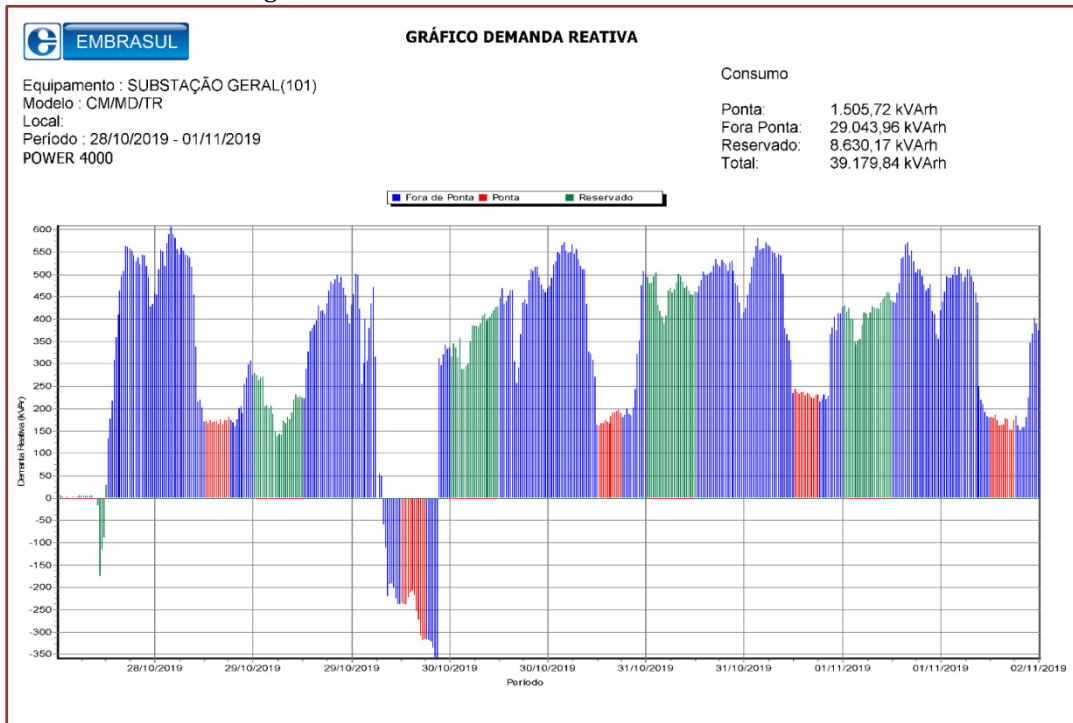
As figuras 10 à 13 demonstraram a análise da semana que sucedeu (28/10 - 01/11).

Figura 33 - EMBRASUL - Fator de Potência - Posterior.



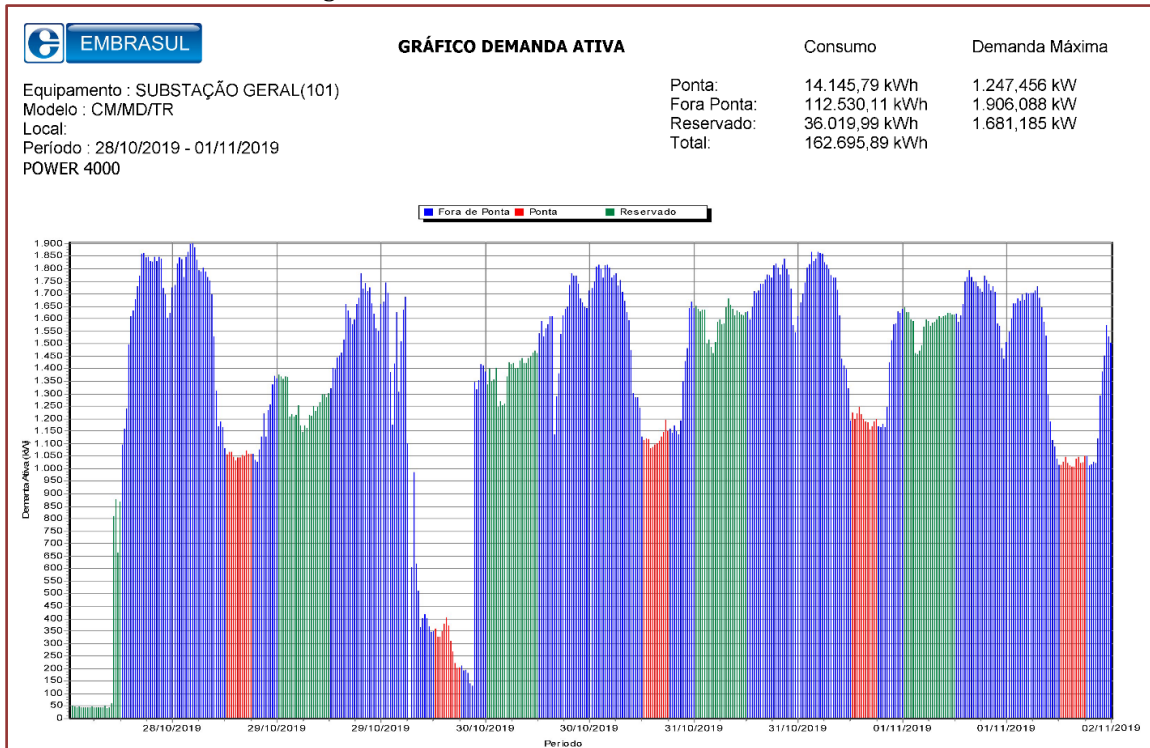
Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Figura 34 - EMBRASUL - Demanda Reativa - Posterior



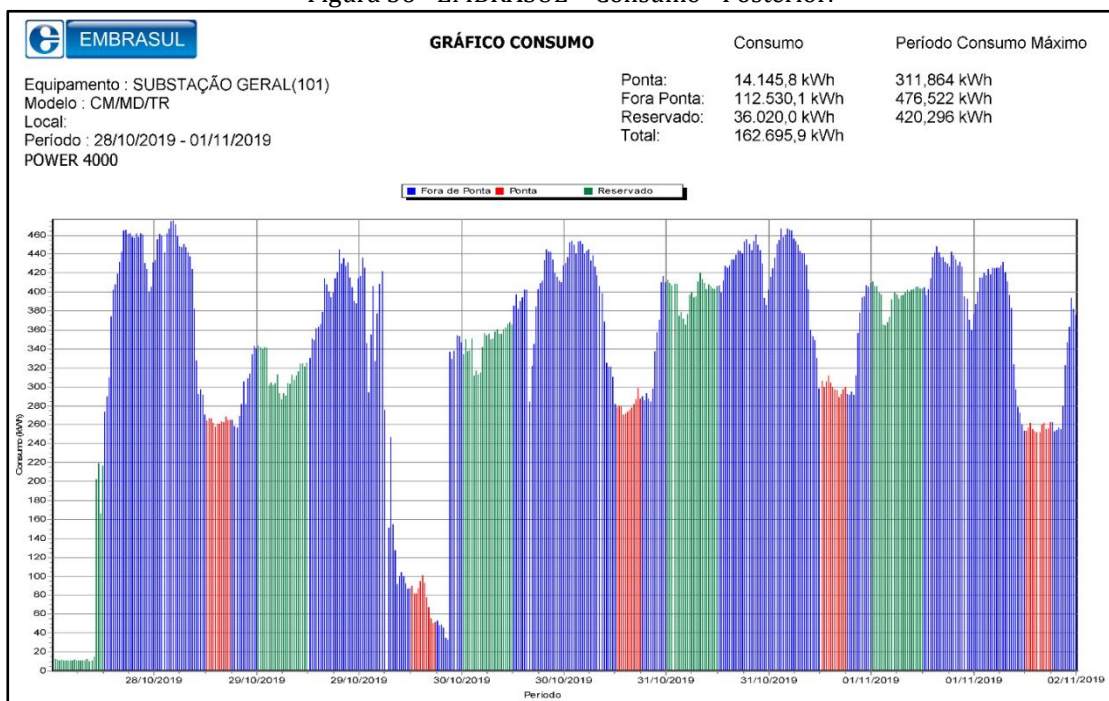
Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Figura 35 - EMBRASUL - Demanda Ativa - Posterior.



Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

Figura 36 - EMBRASUL - Consumo - Posterior.



Fonte: Saldanha Rodrigues Ltda. (2019)

No dia 29/10, como pode ser observado na figura de consumo e demanda ativa, houve queda de energia constante no decorrer do dia, o que promoveu um aumento de reativo capacitivo devido ao funcionamento paralelo do gerador e capacitor.

Todavia, anulando este dia, é possível observar que nos dias de consumo normal, o problema de fator de potência fora retificado para valores acima de 0,95 (Figura 10). Considerando que os excedentes perduraram durante todo o mês, é possível confirmar que foi pago multa de R\$ 406,73 (Tarifa de Energia de Outubro/2019 – UC: 0467102-3). No mês que sucedeu obtivemos nenhum excedente reativo.

Diante disto, foi obtido um *Pay-Back* comprovado inferior a dois meses. Além da melhoria na performance da energia elétrica quanto a efeito Joule e superdimensionamento devido a parcela reativa da potência aparente.

5. CONCLUSÃO

No presente artigo foi apresentado de forma sistemática a correção de fator de potência. Além de abordar um estudo de caso, o presente artigo se propôs a discutir os meios válidos de correção e a compilar um método de correção válido para ambos meios.

Desta feita foi possível admitir que a contribuição científica deste tem abrangência além do estudo de caso, permitindo uma avaliação crítica dos métodos de correção do fator de potência e possibilitando análise de custo.

Espera-se que este artigo possa prover uma experimentação prática e analítica para futuros estudante, tal como um estudo que sirva de base de experimentação para aplicação em outras empresas.

REFERÊNCIAS

- [1] EMBRASUL. Multimedidor de Grandezas Elétricas MD4040. Disponível em: <<http://www.embrasul.com.br/>>, Acessado em: <09 de Outubro de 2020>.
- [2] ABB. Power Factor correction and harmonic filtering in electrical plants. Technical Application Papers, 2008.
- [3] ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. Fundamentos de circuitos elétricos. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- [4] AMARAL, T. Qualidade de energia - Correção de fator de potência e harmônicas em instalações elétricas. ABB, 2015.
- [5] CREDER, H. Instalações Elétricas. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- [6] INEE, I. N. D. E. E.-. A Eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Energético. RJ: INEE, 2001.
- [7] FONSECA, Luciana. Ferramenta KAIZEN nas Organizações. Congresso Nacional de Excelência em Gestão INOVARSE - 29 e 30 Setembro 2016.
- [8] MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- [9] MICHAELIS. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. MICHAELIS, 08 Agosto 2020. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/>>.
- [10] SIEMENS. Soluções para correção do fator de potência, 2016.
- [11] WEG. Manual para Correção do Fator de Potência. São Paulo: WEG Automação S. A., 2019.

Capítulo 14

Estudo do dimensionamento de sistema fotovoltaico: Possibilidades para casas sustentáveis em Manaus/AM

Ítalo André de Azevedo Barbosa

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: As moradias populares no Brasil, produzem uma característica importante das populações que vivem em regiões de pouca infraestrutura, sua forma de vida contribui para as dificuldades de subsistência e aumento de custos com a máquina pública, em serviços assistenciais sendo estes insuficientes à população. A busca de dignidade, devido às condições insalubres de sobrevivência, as remete a uma série de mazelas sociais, agravando a condição de vida e medidas devem ser tomadas para atenuar os impactos. Não se pode negligenciar os impactos que a energia solar fotovoltaica vem assumindo dentro das perspectivas visionários no processo de geração de energia no mundo, e no Brasil, mesmo que, tardiamente, vem se tornando visível e promissora, em vista das condições favoráveis que potencializam sua utilização e enquadramento. A possibilidade em conciliar um problema recorrente a um aspecto de implantação de uma tecnologia ascendente faz desse trabalho uma oportunidade de destacar a importância da utilização das energias renováveis para minimizar problemas de ordem social, assim se pretende estudar as possibilidades de implantação de sistemas solares fotovoltaicos em moradias sustentáveis na cidade de Manaus, nesse trabalho tende a levantar as condições de tecnologia de sistemas fotovoltaicos, as diferentes formas de moradias insalubres em Manaus e a maneira de conciliação de ferramentas de acesso a novas tecnologias às comunidades menos desenvolvidas. Por se tratar de uma tecnologia ainda inacessível para grande parte da população, realizou um estudo bibliográfico e exploratório sobre as maneiras de aplicação do sistema em casas populares consultando os sistemas de legislação e estudos que abordem o assunto. Estima-se que este estudo colabora para a amplificação da visão do alcance de tecnologias emergentes, que subsidie condições, uma vez que esse tipo de sistema ainda é distante das populações de menores condições aquisitivas.

Palavras-chave: Energia solar, moradia sustentável, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

As ocupações urbanas de acordo com Nascimento (2016), vão fazendo com que as cidades se estenderem territorialmente sem que haja um planejamento estratégico e a aplicação de saneamento e infraestrutura, é um desenho macro das cidades brasileiras que produzem ambientes totalmente desequilibrados, propenso ao desenvolvimento da criminalidade, problemas de educação e desporto, dificuldades no campo da saúde e a alimentação do crime organizado.

A sociedade do Século XXI busca se adaptar aos novos hábitos que se criam pela difusão da informação pelas mais variadas formas de comunicação, sobretudo pelo uso desordenado da internet e do celular com as redes sociais e mídias diversas (BRAGA, 2018). As ocupações urbanas são planejadas por grupos de pessoas que visam seus interesses particulares, organizando aglomerados de pessoas e invadem propriedades e fixam moradias, essa forma de apropriação gera instabilidade social, pois a forma das habitações, que ora seria um improvisado, passam a ser habitual com barracos feitos de sobras de madeira, plástico, papelão e outros, onde as condições de higiene e limpeza são precários.

Como são motivados por interesses alheios, nem sempre da classe de moradores, se tornam propensos ao desenvolvimento de dependência externa, que veiculam poderes que submetem as comunidades a agir de acordo com as suas vontades. De acordo com Freitas (2019), esse não é o maior dos desafios, pois a sociedade sem infraestrutura vai ficando refém de fatores que escarnecem as capacidades de desenvolvimento e a dependência de políticas voltadas à assistência social, esse assistencialismo promiscuo, faz crescer o caos social e reduz a progressão organizacional dos moradores.

A utilização de energia solar fotovoltaica é uma alternativa que pode valorizar a implementação da tecnologia em expansão para comunidades que tem condições aquisitivas baixas e de pouca condição de compra, mas que tem necessidade de incorporar novas formas de impacto do problema, nesse caso, a energia elétrica da cidade é muito cara e quase sem condições para a população da classe C ter acesso a um serviço que possa subsidiar, razão pela qual recorre a aptos de energia.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi analisar a viabilidade de utilização do sistema solar fotovoltaico para moradias sustentáveis em Manaus, englobando o dimensionamento de sistema *on grid* e *off grid*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CASAS POPULARES EM MANAUS

Nesse setor do estudo se aborda a parte de levantamento das informações sobre o tema que caracteriza as condições de utilização da energia solar fotovoltaica para aplicação em residências sustentáveis na cidade de Manaus onde se pretende fomentar a integração de ciência para uma aplicação social.

De acordo com Wendling (2020), na cidade de Manaus, na esfera municipal, não existe uma política de habitação efetiva, favorecendo um crescimento urbano desordenado através das ocupações. Desentre dados apontados em estudos recentes, dois terços dos bairros da cidade são oriundos dessas ocupações, o que é favorecido pela ausência de políticas públicas. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) destaca que na capital Manaus cerca de 128 mil famílias não tem própria sendo que, mais da metade cerca de 348,7 mil, desse total de 653,6 mil domicílios são moradias de extrema vulnerabilidade e precarizadas, o que destaca a Cidade de Manaus como a segunda capital do Brasil com mais casas nessas condições sub-humanas.

As habitações brasileiras são muito diversificadas e segundo Da Silva (2019) as características das moradias indicam muito da condição de vida das pessoas que nela habitam, dessa maneira compreender as condições das casas é diagnosticar a sociedade que se posiciona em certas localidades.

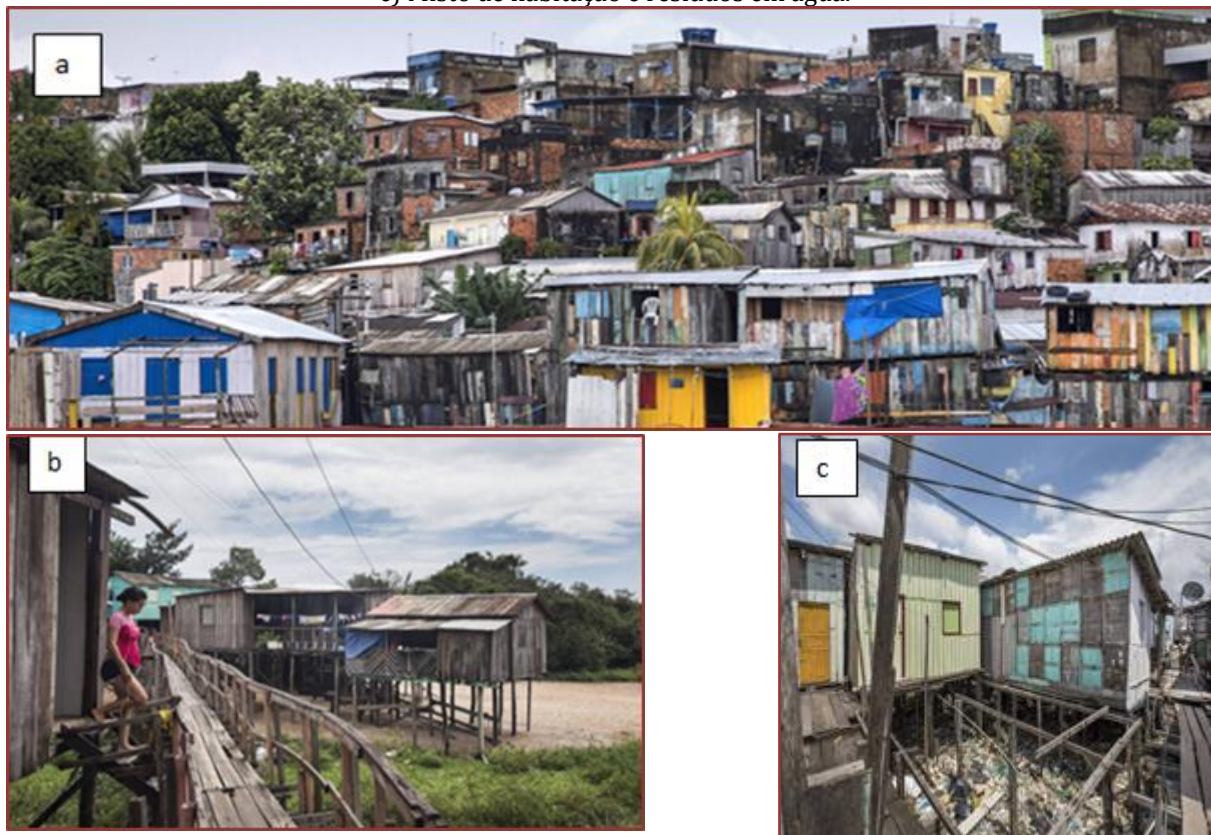
Cintra (2020) indica que a Constituição Brasileira deve assegurar o direito social de uma moradia digna para o cidadão brasileiro, onde o governo é responsável de promover políticas voltadas à correção de déficits de habitações nas cidades do Brasil.

Essa condição faz com que um grande mercado se desenvolva promovendo diferentes condições, para diferentes públicos e o rol de investimentos, também é muito diversificado e questionável pelas formas de acesso a financiamentos que fomentam a construção de casas populares, mas que não tem uma eficácia ao que é planejado frente ao que é executado (NETTO, 2017).

Além disso, o estado peca pela qualidade dos serviços entregue, pois pressupõe-se que falta interesse, fiscalização no processo e sobretudo, falta de compromisso social.

Na Figura 1 destaca o recorte de uma região da cidade de Manaus que mostra a diversidade das moradias, assim como a diferenciação dos arranjos que permitem as edificações sem o devido planejamento e gestão.

Figura 1 - Vista das edificações na cidade de Manaus, panorama real e complexo. a) vista da região do Educandos com residências de madeira e baixo acabamento; b) Casas construídas em regiões alagadiças; c) Misto de habitação e resíduos em água.



Fonte: Folha de São Paulo (2018)

A figura 1 destaca vista panorâmica de uma região do Bairro Educandos, a qual apresenta uma diversidade muito grande de moradias insalubres, na sua maioria de madeira e de alvenaria sem acabamentos, isso destaca o risco para a população a utilização desse tipo de moradias. Em 1 b as residências são feitas em regiões alagadiças onde a sazonalidade dos rios força a construção de casas tipo palafitas, uma forma de moradia típica da região norte. Em 1c mostra um misto de residências e resíduos, uma demonstração clara da falta de educação ambiental adequada para melhorias do trato do meio ambiente.

Outro fator de impacto é a má gestão dos serviços oferecidos às comunidades pois a infraestrutura não é uma condição de prioridade para os governantes, concessionárias e outros. A Figura 2 mostra o cenário de uma comunidade onde as instalações elétricas estão em defasagem e totalmente fora dos padrões.

A falta de políticas voltadas para o desenvolvimento de qualidade de vida, condições dignas de moradias e saneamento, não estão presentes na maioria dos bairros de Manaus, isso remete a inúmeros problemas, sobretudo na ilegalidade dos serviços de fornecimento de água e luz.

Figura 2 - Sistema de instalação elétrica em comunidades de Manaus.



Fonte: Folha de São Paulo (2018)

A falta de planejamento e gestão possibilita que cenas como apresentada na figura 2, seja recorrente na cidade de Manaus. Soares (2019) descreve que um emaranhado de fios elétricos instalados de forma, clandestina, improvisada, ligando a energia elétrica às comunidades dessa região sem a devida consistência com o paisagismo ou ao meio ambiente.

Essas cenas são naturalizadas e vão se perpetuando na cultura da localidade, permitindo fazer os furtos de energia de uma maneira quase que legal, pois todo mundo sabe, mas não se tem como punir ou adequar.

2.2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A sustentabilidade tem sido um tema que ganhou destaque por questão da exteriorização do meio ambiente. Lopes (2017) cita que as propostas para preservação e uso consciente dos consumidores estão vindo à tona, sempre visando evitar desperdícios e poluições desnecessárias.

Nas regiões urbanas, é corriqueiro a existência de uma residência com uso de energia solar para aquecimento de piscinas, outra com reaproveitamento da água de máquinas em tambores para uso futuros, pequenas hortas nos quintais das casas e até mesmo as cidades incentivando a reciclagem de resíduos fazendo a busca dos descartes nas residências, catalogando-as, mas existem muitas ações que ainda podem ser aplicadas tanto em conjunto, como numa cidade, quanto em residências. Nesse caso a aplicação seria mais simples, no momento, são as aplicações em uma moradia familiar, de baixo custo, que podem gerar benefícios individuais e também, futuramente, em conjunto e gerações próximas.

A energia solar é uma forma de energia que advém da irradiação solar sendo a térmica e a fotovoltaica, de acordo com o Portal Solar (2020) é uma forma de energia que tem alto custo de instalação e a baixa capacidade de armazenagem da energia no período noturno, porém as vantagens vão além. A vida útil de um sistema de energia solar fotovoltaica é de aproximadamente 30 anos, a economia praticada nesse período é imensa, chegando a milhares de reais, os custos com manutenção são relativamente baixos no decorrer dos anos, não é poluente e, caso a produção de energia seja menor do que a consumida.

Um sistema de energia solar é composto por I) Placas específicas para captação da luz solar – placa solar; II) Inversor solar que transforma a energia captada em energia elétrica (CC em CA); III) distribuidor/Quadro de luz da energia elétrica; IV) Todos os aparelhos conectados em tomadas utilizarão a energia elétrica solar; V) Caso a energia produzida seja maior do que a consumida, o excesso é mandado para a distribuidora elétrica convencional gerando créditos para o consumidor doador (Portal Solar, 2020; LOPES, 2017).

Muito se questiona sobre a eficiência do sistema solar fotovoltaico (DO NASCIMENTO, 2018), e pelos altos custos de investimento e a forma de obtenção que está muito voltadas aos parâmetros de exportação e a nuvem de incertezas que pairam sobre essa tecnologia, mas é promissor os estudos e isso motiva a especular novas investidas.

Trata-se de uma fonte de energia renovável, que de acordo com Behrens (2016) é obtida pela conversão de energia luminosa em energia elétrica, é aquela que capta energia luminosa proveniente do sol e através da transformação feita pelo homem resulta em energia elétrica.

De acordo com Aldous (2000), em dias ensolarados, a Terra recebe em média 1000 W/m^2 de energia e a avaliação das condições de insolação o Brasil é país privilegiado no quesito radiação solar. O Plano Nacional de Energia 2030 reproduz dados do Atlas Solarimétrico do Brasil demonstrando que a radiação varia de 8 a 22 MJ (megajoules) por metro quadrado durante o dia (KELMAN, 2008). Uma forma de energia considerada renovável, e priorizada cientificamente é a energia solar, ou definida de energia fotovoltaica, fonte energética que consiste basicamente na conversão direta da energia solar em eletricidade (DERRINGTON, 2009).

Aspectos geográficos analisados por Agnaldo (2006), destaca que o fornecimento da energia do Sol para a Terra pode ser mensurado em cerca de 3.072 joules por ano, o que representa uma média de 10.000 vezes mais do que a população global necessita. Hipoteticamente, se 0,1 % da superfície da terra fosse coberto com células solares, com uma eficiência de 10 % seria suficiente para sustentar a demanda mundial de energia por um ano.

Atualmente, as células solares são classificadas em três tipos, das quais a diferenciação se baseia nos materiais e tecnologias de processamento utilizado na fabricação, Raphael (2018), descreve da seguinte maneira: Células Solares de primeira geração, também conhecidas como células de *Wafer*, baseadas na junção pn, exemplo são as células solares de silício cristalino, tecnologia dominante no mercado atual, que apresentam eficiências entre 15-20%, e que, apesar da queda acentuada dos preços nos últimos anos, ainda apresentam alto custo de produção e instalação (JEAN, 2015).

Nessa classe de células solares o semicondutor utilizado é o silício, um elemento tetravalente em rede cristalina, sendo um semicondutor intrínseco (AGNALDO, 2006). Diferentemente de um átomo isolado no material sólido, com a aproximação de diversos átomos, as funções de onda que descrevem os elétrons individuais se superpõem e somam-se de modo que resultam em um desdobramento dos níveis de energia, constituindo praticamente uma banda contínua de energia, na qual as energias possíveis dos elétrons estão agrupadas em bandas permitidas (bandas de valência e condução) separadas por bandas proibidas de energia (bandgap). Na construção de uma célula solar de silício é necessária uma junção pn (HODES, 2014).

As células solares de segunda geração, ou de filmes finos comerciais são à base de silício amorfo, CIGS (seleneto de cobre, índio, gálio), CdTe (telureto de cádmio) ou CZTS (sulfeto de cobre, zinco, estanho), têm custo mais baixo, se comparado com as de silício cristalino, embora ainda exijam processos de produção envolvendo vácuo e tratamentos térmicos a altas temperaturas -, porém apresentam uma eficiência mais baixa que as anteriores.

Na avaliação de células solares, a eficiência e o custo são os parâmetros mais importantes a serem considerados, os tipos de materiais utilizados na confecção, a geometria e a estrutura da célula é critérios para obtenção de um elevado desempenho com redução de custos, fato que pode ser observado na evolução das tecnologias das células solares (YU, 2012).

As células de terceira geração, ou de filmes finos emergentes, representam as tecnologias atuais mais pesquisadas no meio científico de acordo com Raphael (2018). São à base de materiais orgânicos, corantes, pontos quânticos ou perovskitas, e também englobam estruturas mais complexas como as células tandem (ou multi-junção), células de portadores quentes e tecnologias de upconversion.

Jean (2015); Machado (2015) estimam que essas células envolvem a geração de múltiplos éxcitons, oferecendo a possibilidade de ultrapassar os limites teóricos de eficiência de Shockley e Queisser (S-Q), associando elevada eficiência e baixo custo.

A literatura destaca (PARK, 2013; GREEN, 2014) que nos últimos anos uma rápida, e sem precedentes, ascensão de uma nova classe de células solares, dentro das células de terceira geração, baseadas em *Perovskitas* tem sido situada no cerne das atenções de estudos.

As Células solares de perovskitas (PSCs) são baseadas em haletos orgânico-inorgânicos têm chamado a atenção da comunidade científica nos últimos anos por chegar à eficiência superior a 20% com apenas meia década de estudos (PARK, 2013; GREEN, 2014). Além de terem alta eficiência, as PSCs podem ser preparadas com materiais e técnicas de baixo custo, tornando-se extremamente interessantes para comercialização em larga escala (SUM, 2014). As propriedades únicas desses materiais absorventes fornecem numerosas vantagens em aplicações optoeletrônicas, que em muitos aspectos se originam a partir da natureza da estrutura da Perovskita (SONG, 2015).

Perovskitas de haleto de metilamônio de chumbo surgiram como materiais fotovoltaicos promissores devido às suas propriedades, tais como: elevado coeficiente de absorção na região visível do espectro solar (DE WOLF, 2014), band gap direto (devido ao alinhamento das bandas de valência e condução) e tunelável (em que elétrons podem escapar de regiões cercadas por barreiras de potencial, mesmo quando sua energia cinética é menor que a energia potencial da barreira), com a alteração dos cátions e ânions; transporte ambipolar de carga; alta mobilidade de elétrons e buracos comparados com semicondutores orgânicos; e comprimento de difusão que excede micrometros em monocristais (RAPHAEL, 2018).

Atualmente, a aplicação desses materiais em dispositivos fotovoltaicos tem se tornado objeto de estudo apresentando considerável evolução na arquitetura das células solares, bem como no valor de eficiência de conversão (PCE, do inglês *Power Conversion Efficiency*), a qual atualmente é certificada com valor de 22,1%, de acordo com o Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL) dos Estados Unidos (NREL, 2019).

A perspectiva de utilização de energia solar fotovoltaica é animadora em vista da possibilidade de ajuste com tecnologias que estão em ascensão cujos estudos demonstram efetivo potencial que em breve hão de estar no mercado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, buscou-se integrar as condições de inserção do conhecimento de estruturas que ainda não se tem muita clareza das aplicações no mercado atual. As tecnologias que trazem as inovações no processo de implementação de um sistema solar de impacto. Então a possibilidade em conciliar um problema recorrente a uma aspecto de implantação de uma tecnologia ascendente faz desse trabalho uma oportunidade de destacar a importância da utilização das energias renováveis para minimizar problemas de ordem social, o estudo proporcionou vislumbrar as possibilidades de implantação de sistemas solares fotovoltaicos em moradias sustentáveis na cidade de Manaus. Para tanto foi realizado um estudo sobre as formas de energia solar fotovoltaica, observando as gerações e as tecnologias que estão embarcadas em cada geração. Por se tratar de um estudo exploratório, com aspecto bibliográfico foi necessário fazer o levantamento das condições de tecnologia de sistemas fotovoltaicos, as diferentes formas de moradias insalubres em Manaus e a maneira de conciliação de ferramentas de acesso a novas tecnologias às comunidades menos desenvolvidas.

Por se tratar de uma tecnologia ainda inacessível para grande parte da população, foi vista condições de caracterização da população que habita as regiões de impacto, as suas maneiras de aplicação do sistema em casas populares consultando os sistemas de legislação e estudos que abordem o assunto.

Como o estudo pretende dimensionar as formas de aplicações, e se tratando de um sistema que será aplicado na cidade, o sistema solar *on grid* é o mais indicado pelas condições de conciliação com a rede elétrica da concessionária de energia, uma vez que o sistema dessa magnitude não necessidade de bancos de baterias para sua concepção.

Outro fator que se deve estudar é a característica da placa solar, uma vez que o mercado tem um monopólio desses insumos, este estudo sinaliza que há outras formas de células em advento e que se deve considerar as novas tecnologias para aplicações no mercado atual.

A pesquisa apresentou caráter qualitativo, pois não se prende a dados correlacionados, os dados expressos no decorrer das discussões são apenas demonstração de dados que colaboram para o entendimento das possibilidades de aplicações.

Como o estudo não tem pretensão de materializar algo como um caso, se direciona para a discussão sobre as condições de implantação e as possibilidades de ajuste e dimensionamento de um modelo de utilização de energia solar fotovoltaica em residências populares na cidade de Manaus.

A pesquisa foi realizada em livros, manuais, portas de divulgação científica e internet, cujas informações foram trabalhadas para trazer ao leitor um pouco da contribuição de utilização de um sistema inovador e de impacto para moradias populares no município.

Para a aplicação Silva Junior, (2018) descreve uma opção de método a ser seguido, mas é meramente uma sugestão. A disposição de fatores de interesse para o sistema efetuar a leitura dos dados e criar uma condição de dimensionamento do consumo, da margem de investimento aplicado e direcionar para qual segmento utilizar um sistema de adequação do consumo. Em muitos casos de implementação de tecnologias se procura um setor das residências para aplicação, como por exemplo, aquecimento de água, alimentar um condicionador de ar, um micro-ondas, um sistema qualquer que a margem de consumo seja maior e de impacto na tarifa aplicada para cada consumidor. Assim, alguns passos devem ser seguidos para se ter noção dos custos, aplicação direta no problema e busca de vantagens.

3.1. ANÁLISE DA CONDIÇÃO DO USUÁRIO

Para a análise das condições de consumo, se processa pelo cálculo da média desse consumo dos últimos 12 meses. Verificando a fatura da unidade consumidora com contexto de consumo anual (de janeiro a dezembro). A tabela 1 destaca um modelo de instrumento de coleta de dados para situar as condições de uso e consumo do usuário, transpondo os dados das contas de energia para a tabela e observar o comparativo no decorrer do ano.

Tabela 1- Proposta de coleta do consumo dos últimos 12 meses

| MÊS | CONSUMO (kWh) | OBSERVAÇÃO |
|-----------|---------------|------------|
| JANEIRO | | |
| FEVEREIRO | | |
| MARÇO | | |
| ABRIL | | |
| MAIO | | |
| JUNHO | | |
| JULHO | | |
| AGOSTO | | |
| SETEMBRO | | |
| OUTUBRO | | |
| NOVEMBRO | | |
| DEZEMBRO | | |

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

O sistema de coleta sugere que os dados sejam disponibilizados na tabela e que as variações sejam observadas e anotadas para subsidiar meios de intervir no processo de utilização da energia.

3.1.1. CÁLCULO DO CONSUMO DIÁRIO

Relacionado ao potencial de utilização de energia, pode ser utilizado um mecanismo para determinar o valor médio de energia consumida por dia, dividimos o valor médio mensal encontrado por 30 dias, assim se pode utilizar uma equação matemática.

$$C_d = \frac{CM}{QD} \quad (Eq. 1)$$

C_d = Consumo diário (kWh)

CM = Consumo Mensal (kW)

QD = Quantidade de dias no mês

A partir dessa perspectiva e se obtendo a descrição do cenário mensal, baseado no consumo diário é possível visualizar os pontos de maior distorção e de aplicação de mecanismos de correção, dessa forma pode-se visualizar o período de maior incidência de consumo, o horário de maior incidência de consumo.

3.1.2. HORÁRIO SOLAR INCIDENTE EM MAIOR ESCALA

Para se estimar a utilização da maior incidência solar e o maior período de consumo do usuário, se faz necessário conhecer a quantidade de horas de sol disponível na localidade onde vai ser instalado o sistema, relacionado a insolação se considera a: Localidade, a Latitude e a Longitude, que permitem subsidiar as condições de georeferenciamento para situar os pontos de melhor captação da energia solar. De posse dos dados de latitude e longitude da localidade na qual se deseja instalar o sistema solar fotovoltaico, deve ser pesquisado o valor da Irradiação solar diária, a média mensal, baseado nas horas de maior incidência solar. Existem sites especializados que colaboram com as estimativas de média de irradiação é aconselhável verificar através de tabelas elaboradas, a oscilação dos valores observados, além dos valores médios da Irradiação solar, o melhor ângulo de inclinação do painel solar, para que tenha uma máxima captação de insolação e ter uma melhor geração de energia elétrica.

3.1.3. ESTIMATIVA DE CAPACIDADE DO DE GERAÇÃO DO SISTEMA

Para se ter a clareza da aplicação de um sistema solar fotovoltaico em residências populares, se fez necessário estudar a estimativa de capacidade que possa ser gerada na condição de subsidiar o consumo estimado da residência.

$$C_s = \frac{C_d}{H_s} \quad (Eq. 2)$$

Onde :

C_s = Capacidade do sistema (kWp)

C_d = Consumo diário (kWh/dia)

H_s = Horas de pico solar (h/dia)

Além de situar as condições de geração do sistema se faz importante o dimensionamento dos painéis, ponderar sobre o número de placas baseando-se na potência máxima, a característica do material, as dimensões de instalação dos dispositivos, assim como a leitura da área. A quantidade de painéis necessários deve ser determinada para suportar o sistema e o modelo do painel com sua potência e todas as especificações devem ser rigorosamente avaliadas.

Para o cálculo deve-se utilizar uma fórmula como a seguinte:

$$N_p = \frac{C_s}{P_p} \quad (\text{eq. 3})$$

Sendo que:

N_p = Numeros de placas

C_s = Capacidade do sistema (Wp)

P_p = Potencia da placa (W)

Uma vez dimensionado o sistema de materiais base, se deve dimensionar o inversor cuja escolha deve seguir um procedimento ajustado para adequar a quantidade de painéis, a potencia de cada painel e do conjunto, esses requisitos são fatores importantes para a escolha adequada do inversor.

$$P_i = P_p \times N_p \quad (\text{Eq. 04})$$

Sendo que:

P_i = Potência do Inversor (W)

P_p = Potência da placa (W)

N_p = Número de placas

Os valores devem ser calculados, levando em consideração a potência mínima que o inversor deverá ter e será escolhido diante o fabricante o inversor mais próximo a partir da potência.

O sistema acolhe e precisa ser alinhado, as tendências de consumo, baseadas na leitura real do consumo in loco, as possibilidades de geração e sua perspectiva de utilização para assim estimar a aplicação de um sistema, como alternativa de minimização de danos para a concessionária, visto que, se o usuário deixa de furtar energia e se regularizar com suas faturas e sistemas de controle de consumo, e para o usuário, o maior beneficiário que conterà com um serviço inovador, econômico e equilibrado com meio ambiente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As moradias no Brasil, como pode ser verificada, tem um marco tradicional que vem com a colonização do povo brasileiro, que deixou uma lacuna de pobreza e miséria, das quais as políticas públicas não conseguem minimizar com atitudes pontuais e de planejamento reduzido. Não se pode esquecer, que a sociedade precisa de condições dignas de moradias e, a forma como se procedeu até a atualidade vem postergando um devido papel conciliador de inovação tecnológica, casas populares, melhoria na qualidade de vida das populações e a compressão do cenário de atuações.

Pensar em casas populares sustentáveis é pensar como um todo e, a forma de alimentação de energia elétrica é, sem dúvidas, uma condição que diferencia as aplicações. A energia solar fotovoltaica é uma realidade hoje na sociedade, Carvalho (2019) destaca que o aproveitamento dos recursos presentes na natureza de modo a solucionar problemas é bem-vindo, e a logística reversa que permite ponderar sobre a aplicação de recursos dentro de uma perspectiva de inovação requerem educação e conhecimento para atenuar problemas sociais.

As moradias populares são bastante diversificadas, mas existem situações comuns que ocorre em todos os âmbitos, como exemplo, as dificuldades em subsidiar as despesas de energia e água devido à falta de infraestrutura que é um problema recorrente, ocasionando destaque em várias situações, pois ao se implementar uma política de desenvolvimento social como as moradias populares, também se busca fazer com que as ações dentro do âmbito de vivencia dos indivíduos possam ser subsidiadas e se sustentar, mas na ausência de emprego e renda e a presença de pressões pontuais como a falta de capacitação e

escolarização, dentre outros, vão minando as possibilidades de sustentação e acabam por expor a população à fatores de risco como a precariedade da saúde, educação propensão para o crime e aliciamentos.

Silva Junior (2018) descreve que diariamente são notados esforços para minimizar o desperdício do consumo da energia elétrica, ao mesmo tempo em que são feitos estudos em busca de uma melhor eficiência em relação às energias renováveis, que num futuro próximo vai se tornando uma alternativa viável para inserir na matriz energética para complementar a produção de energia.

A possibilidade de emancipação dos sistemas e da busca de soluções para atenuar os problemas que são crônicos na sociedade de baixa renda, como a ausência de recursos para subsidiar despesas fixas, como a cesta básica, água, luz e por muitas vezes aluguel.

Pedraça (2017) destaca que se fazendo um estudo de impacto pode se viabilizado a implantação do sistema solar fotovoltaico conectado à rede de distribuição, pois esse sistema vai favorecendo a inclusão de demandas que popiciam visões inovadoras, e ainda pode ser sustentado quando Pedraça (2020) indica que nas regiões rurais existem muitos ambientes que ainda não tem acesso a energia, para esse caso seria viável a produção de de um sistema independente o *off grid*, pois gera uma tendência de subsidiar soluções em determinado local que outrora estava isolado.

A utilização da energia solar fotovoltaica é, de fato, uma possibilidade de conciliar as tecnologias em ascensão com a necessidade de implantação de um sistema de autosuficiência que pode, subsidiar e intermediar em situações problemas, como furto de energia, falta de acesso a programas do governo e critérios de exclusão de pessoas consideradas inabilitadas para tal aplicação.

A primeira Usina Solar Fotovoltaica no no Brasil, foi inaugurado em 2011, com incumbência de gerar eletricidade comercial, de acordo com a ANNEL (2018), a usina tinha capacidade de geração de 1 megawatt até 2017, a maior usina solar construída no Brasil está localizada no município de Tubarão, estado de Santa Catarina composta por mais de 19 mil painéis e gerando em torno de 3 megawatts, sendo suficiente para abastecimento de mais de 2500 casas.

A magnitude de um sistema com esse que requer uma estrutura gigantesca e muito oneroso para implantação em sistemas escassos de recursos o que de frente já faz com que os programas de moradias não queiram implementar as tecnologias, por que encarece o sistema e dinunui a possibilidade de aquisição de quites de aplicação.

Para o dimensionamento a coleta de dados foi primordial seguindo as especificações do processo metodológico gerando uma resultado com a seguinte logística.

A média mensal de consumo residencial de acordo com estudos realizados por Silva Júnior (2018) varia de 131 a 267 kWh por mês, perfazendo uma média de 207 kWh mensal, cujo consumo diário calculado era de 6,9 kWh/dia, levando em consideração a irradiação solar diária média mensal, mensurada pelo CRESESB, cuja inclinação em diferentes posições refletiu uma latitude de -9.3859509 e a longitude -37.9988769.

Os painéis devem ser instalados respeitando o posicionamento do sistema em relação ao hemisfério a que está localizado cujo angulo de inclinação obedeça a condição de está mais ao norte ou mais ao sul.

Pedraça (2020) destaca que os índices de desempenho energético em edificações, sejam elas públicas ou privadas leva em consideração os fatores que implicam para um diferencial no consumo e o dimensionamento dos dispositivos são fatores importantes para adequar as condições de operação, escolha de novas tecnologias a aplicar, assim como, tender a implantar novas metodologias que imprimam entre outros aspectos, qualidade no funcionamanto do sistema.

Quanto ao fator capacidade a base do sistema deve seguir aos preceitos do consumo diário do pico de irradiação, o que deve ser observado que a energia gerada tem que subsidiar a demanda de eletricidade da residência, como no estudo realizado por Silva Júnior (2018) o sistema calculado era de 1,24 kWp e a potencia instalada deve ser igual ou superior a ,24 kWp de potencia instalada.

Quanto ao número de placas a estimativa é atender ao número determinado no projeto de execução do sistema, como exemplo se a perspectiva for o máximo de potencia em 260 w, com placas de material de silicio policristalino cuja dimensão de (1956 X 999 X 40) mm para cumprir uma área de 1,94 m², precisará de, aproximadamente cinco painéis fotovoltaicos de 260 w cada, para cumpriri a demanda, pois o valor calculado tem que ser ligeiramente abaixo do ponto mínimo, nesse caso o valor calculado é de 4,47 painéis, suficiente para gerar 6,9 kWh/dia de energia elétrica, que se trata do valor calculado de energia para subsidiar as condições de estabilidade da residência.

Relacionado ao inversor o sistema tem que operar com a potência do inversor em torno de 1300 watts, uma vez que os cinco painéis de 260 W integrados produzirão cerca de 1300 W, cujo inversor escolhido tem que subsidiar a capacidade de potência mínima de 1300 W, para tanto o inversor terá que ter uma potência de 1500 W para subsidiar as necessidades do sistema montado.

Quanto ao modelo do sistema deve-se estar vinculado a um projeto do sistema elétrico da residência uma vez que se dimensionou para cinco painéis, mas por uma condição de economia e condições de implantação desses sistema pode ter redução ou amplitude de estrutura, mas sempre validando as dimensões especificadas pelos cálculos executados para o dimensionamento do sistema.

5. CONCLUSÃO

A construção do saber, pela base do entendimento da sociedade é bastante intrigante pois remete a uma reviravolta no tempo e na construção da história que vai imbricando seus dogmas e heranças diante da diferença de poder dentro da construção de uma sociedade desigual e muito desconforme. Aqui não se busca questionar os porquês da mácula social, mas sim sugerir ações que possam impactar diretamente na vida das pessoas que de alguma forma padecem pela ausência de infraestrutura e bem estar, como profissional em formação, contribuir para a ascensão do saber para propor mudanças positivas na sociedade.

O que se propôs foi a avaliação da inclusão de um sistema de fornecimento de energia sustentável, de maneira que possa atenuar o impacto social, econômico, de infraestrutura e ambiental, uma vez que as populações menos abastadas ficam a margem das políticas de inclusão, e quando não ficam de fora, os serviços subsidiados são precarizados ou de má qualidade. A inclusão de um sistema solar fotovoltaico em residências populares na cidade de Manaus se mostra viável, uma vez que o processo de aquisição dos insumos esteja baseado num projeto de adequação, onde se busque adequar as formas de atuação seja da concessionária de energia, que terá a possibilidade de minimizar os impactos com furto de energia, aos moradores a possibilidade de poder subsidiar suas custas sem que haja uma ação desproporcional de suas atribuições.

Subsidiar uma moradia sustentável é dotá-la de condições de aproveitamento dos recursos naturais existente e disponíveis para equilibrar a balança entre o impacto ambiental e social, fazendo da utilização dos subsídios naturais uma forma de ganho, para a casa sustentável destacada neste trabalho, as condições de implantação do sistema se mostra viável pois é provado que ele consegue subsidiar energia limpa e de custo mais baixo, a longo prazo, desde que a aquisição dos insumos sejam adquiridos para certo padrão de aplicação, que vai desde a funcionalidade de um equipamento, em particular, seja para uma residência completa. Ao que compete o olhar de projeção da construção do projeto e das condições de funcionalidade tem viabilidade, cabe então se mobilizar a busca de investimentos em programas sociais de inclusão para que sejam implantados em comunidades, começando por sistemas modelos, estruturados como planejamento incluso em orçamentos estruturados ou em comunidades que já operam com precariedade de subsídio, uma alternativa de inclusão em políticas voltadas a promoção social.

Com a realização deste trabalho se pretende chamar atenção a assistência social, com políticas paliativas que não resolvem problemas, que sustentam velhos hábitos e que degeneram a sociedade pela sua má gestão de recursos. Sabe-se que a inclusão de sistemas inteligentes e viáveis em comunidades seriam um ponto de diferenciação para minimizar as dificuldades sociais herdadas pela ausência de políticas de enfrentamento a pobreza e ao descaso social.

REFERÊNCIAS

- [1] AGNALDO, J. S.; Bastos, J. B. V.; Cressoni, J. C.; Viswanathan, G. M.; *Rev. Bras. Ens. Fís.* 2006, 28, 77.
- [2] ALDOUS, S. "Como funcionam as células solares." *HowStuffWorks*, 2010. Disponível em <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/celulas-solares.htm>> acesso Set/ 2020).
- [3] BEHRENS, Frank; BARBOSA, Karen Garcez; TEIXEIRA, Igor T. Tenório. Monitoramento da Eficiência de Conversão de Energia de Painéis Fotovoltaicos. In: *Proceedings of the Brazilian Technology Symposium, PA-50*. 2016.
- [4] BRAGA, Mônica Maranhão. Internet e política: as mídias sociais como ferramentas de manipulação da opinião pública. 2018.
- [5] CARVALHO, M. R. B. ; Carvalho, K. C. P. ; Pedraça, A. S. ; Ramirez, Y. S. ; Piedade, C. S. Logística Reversa e Coleta Seletiva do Lixo: A Educação Ambiental Como Ferramenta Auxiliar no Processo de Reciclagem do Lixo Eletrônico Doméstico. In: Aline dos Santos Pedraça, Marcos Antonio Braga de Freitas e Shigeaki Ueki Alves da Paixão. (Org.).

Feminismo na Amazônia: violência doméstica, educação ambiental e políticas públicas. 1ed. Manaus: *Alexa Cultural: São Paulo / EDUA*: Manaus, AM, 2019, v. , p. 129-145.

[6] CINTRA, Bruno Lúcio; CARVALHO, Laisa Cristina. PATOLOGIAS EM HABITAÇÕES POPULARES EM VARGINHA-MG, 2020.

[7] COSTA, Gabriel Petinatti Teixeira. Gerenciamento de resíduos: estudo de caso com foco na política dos 3R's em um município do interior do estado de São Paulo. *Anais do X SIMPROD*, 2018.

[8] DA SILVA, Luiz Antonio Machado. Fazendo a cidade: trabalho, moradia e vida local entre as camadas populares urbanas. Mórula Editorial, 2020.

[9] DE WOLF, S.; Holovsky, J.; Moon, S.-J.; Löper, P.; Niesen, B.; Ledinsky, M.; Haug, F.-J.; Yum, J.-H.; Ballif, C. *The Journal of Physical Chemistry Letters* 2014, 5, 1035.

[10] DERRINGTON, I; *et al. Solar Energy*. University of Washington. 2009.

[11] DO NASCIMENTO, Leonardo Moreira Antunes; FERREIRA, Rodrigo Arruda Felício. Otimização de um Sistema Fotovoltaico Conectado À Rede Elétrica: Considerações Sobre a Eficiência do Sistema E Análise de Posicionamento. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 10, n. 3, p. páginas 238-249, 2018.

[12] FREITAS, Urânia Flores da Cruz. Desenvolvimento à moda brasileira: dinheiro e desigualdades como bases estruturantes da Educação. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília-unb.

[13] GREEN, M. A.; Emery, K.; Hishikawa, Y.; Warta, W.; Dunlop, E. D.; *Progress in Photovoltaics: Research and Applications* 2014, 22, 701.

[14] HODES, G.; Cahen, D.; *Nature Photon* 2014, 8, 87.

[15] JEAN, J.; Brown, P. R.; Jaff, R. L.; Buonassisi, T.; Bulović, V.; *Energy Environ. Sci.* 2015, 8, 1200.

[16] KELMAN, J. (Org.). Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2008.

[17] LOPES, Isabella Fontes Beage; Kozak, Naisa Nayane. Proposta de um Projeto Arquitetônico Para Habitação Popular Sustentável. 2017.

[18] MACHADO, C. T.; Miranda, F. S.; *Rev. Virtual Quim.* 2015, 7, 126.

[19] NASCIMENTO, Denise Morado. As políticas habitacionais e as ocupações urbanas: dissenso na cidade. *Cadernos Metrópole*, v. 18, n. 35, p. 145-164, 2016.

[20] NETTO, W. P. G., Buffoni, H., Netto, M. O. C., Fisbhen, M., Matt, R. T., & Conrado, L. O impacto na qualidade de vida de uma comunidade após participar de um sistema de mutirão para a construção de casas populares. In *I Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social*, 2017.

[21] NREL - National Renewable Energy Laboratory. Disponível em < www.nrel.gov > acesso em Setembro de 2020.

[22] PARK, N.-G.; *J. Phys. Chem. Lett.* 2013, 4, 2423.

[23] PEDRAÇA, A. S.; Silva, R. R. S. ; Araujo, L. F. O. ; Santos, J. F. ; Lima, G. C. Análise das Problemáticas e Soluções de Energia Elétrica na Zona Rural do Município de Tefé-AM. *European Academic Research*, v. VIII, p. 1518-1537, 2020.

[24] PEDRAÇA, A. S.; Oliveira, D. A. B ; Silva, R. C. ; Torres, A. R. ; Souza, T. R. B. Análise De Viabilidade E Aplicação Do Sistema Fotovoltaico Conectado À Rede de Energia Elétrica em Uma Edificação Comercial. *Review Of Research*, v. 7, p. 1-10, 2017.

[25] PEDRAÇA, A. S.; Piedade, C. S.; Pedraca, J. A.; Araujo, L. F. O.; Barcelay, Y. R. Estudo Considerando os Índices de Desempenho Energético para o Setor de Escolas Públicas? Estudo de Caso da Cidade de Manaus/AM. *European Academic Research*, v. VIII, p. 1485-1497, 2020.

[26] PORTAL SOLAR. Vantagens e desvantagens a Energia Solar fotovoltaica. Disponível em < <https://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar.html> > acesso em 20.09.2020.

[27] RAPHAEL, E., Silva, M. N., Szostak, R., Schiavon, M. A., & Nogueira, A. F. Perovskites Solar Cells: A New Emerging Technology. *Química Nova*, 41(1), 61-74, 2018.

[28] SILVA JÚNIOR, Jackson Alves da. Dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico on grid para uma residência em Delmiro Gouveia-Alagoas. 2018.

[29] SOARES, Pedro Paulo de Miranda Araújo; CRUZ, Sandra Helena Ribeiro. A Ecologia Política das inundações urbanas na Bacia do Una em Belém (PA)(The Political Ecology of urban flooding in the Una Watershed in Belém, state of Pará). *Emancipação*, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2019.

[30] SONG, T.-B.; Chen, Q.; Zhou, H.; Jiang, C.; Wang, H.-H.; Yang, Y. M.; Liu, Y.; You, J.; Yang, Y.; *J. Mater. Chem. A* 2015, 3, 9032.

- [31] SUM, T. C.; Mathews, N.; *Energy Environ. Sci.* 2014, 7, 2518.
- [32] TEIXEIRA, Isabela Vasco et al. Análise orçamentária do projeto arquitetônico de uma casa modelo sustentável em comparação com o projeto convencional. 2018.
- [33] WENDLING, J.R. Política Habitacional para Manaus. Câmara dos Deputados, Brasília, DF. 2020.
- [34] YU, M.; Long, Yun-Ze.; Sun, B.; Fan, Z.; *Nanoscale* 2012, 4, 2783.
- [35] ZACCARA, Suzana Maria Loureiro Silveira; MASTRODI, Josué. O que é o objeto “moradia” do Programa Minha Casa, Minha Vida?. *Revista de Direito da Cidade*, v. 8, n. 3, p. 859-885, 2016.

Capítulo 15

Viabilidade técnico-econômica de um projeto de eficiência energética aplicado em uma residência na cidade de Manaus-AM

Michaelly Gomes de Oliveira

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: As crises energéticas tornaram-se mais constantes a partir de 1971, com a crise do petróleo, sendo necessário criar ações de conservação de energia que podem ser realizadas por instituições públicas ou privadas. Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnico-econômica de eficiência energética em uma residência na cidade de Manaus-AM, com o intuito de analisar onde é possível adequar o consumo de energia. Através das ferramentas de valor presente líquido, payback e fluxo de caixa, que analisam o investimento aplicado e se é rentável a curto, médio e longo prazo a implementação do projeto. A partir de um investimento de R\$8254,60 é possível ter retorno financeiro conforme a coluna VPL a partir do ano 1 de implementação, através do bom dimensionamento das cargas e circuitos. Diante da análise do modelo apresentado, com dados de demanda, VPL e fluxo de caixa o sistema mostrou-se eficiente economicamente, tendo o retorno esperado a partir do primeiro ano de implementação do projeto na residência.

Palavras-chave: eficiência, efetividade, ferramentas econômicas.

1. INTRODUÇÃO

As crises energéticas tornaram-se mais constantes a partir de 1971, com a crise do petróleo. Diante desta crise, governos e sociedades passaram a se conscientizar sobre os desperdícios de energia e no que poderia ser feito para implementar melhorias no sistema energético. No Brasil, temos o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), cujo objetivo é unir as ações de conservação de energia que são realizadas por instituições públicas ou privadas (FILHO, 2017).

Devido ao aumento de consumo de energia no mundo, é preciso estar atento para a utilização consciente das diversas formas de energia disponíveis. Por este motivo, todas as fontes de energia precisam ser preservadas e é de suma importância que a energia seja aproveitada da melhor forma a fim de evitar danos ao meio ambiente (FILHO, 2017).

Portanto, para que a energia seja mais eficiente faz-se necessário o estudo de várias ferramentas que precisam ser analisadas, como a VLP (Valor presente líquido), VAE (Valor presente anual), VET (Valor esperado da Terra), fluxo de caixa e qual tipo de eletrodomésticos, eletroeletrônicos e equipamentos utilizar para ter êxito na eficiência energética (SILVA, 2002).

Mediante essa exploração, o trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnico-econômica de eficiência energética em uma residência na cidade de Manaus-AM, com o intuito de analisar onde é possível adequar o consumo de energia, para garantir que toda energia fornecida seja aproveitada de forma inteligente através do entendimento das cargas na carga.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CRISE ENERGÉTICA

A crise energética ocorreu em meados da Revolução Industrial no início da recente década de 70, devido à escassez do petróleo e a intensificação do consumo de energia primária. Sendo o principal fator a grande variação de preço dos países produtores e variação da taxa de consumo com os altos e baixos da economia mundial (ORTEGA, 2015).

A energia mecânica começou a ser utilizada para fins de produção e captação de energia advinda da natureza onde iniciou-se a inclusão da tecnologia para que a energia captada fosse mais intensa, exemplo disso é que o custo do carvão que é o elemento primário de um dos tipos de energia mecânica foi reduzido (DIAS, 1982).

É possível constatar que na crise atual de energia elétrica é possível retrabalhar ou remodelar o sistema energético mundial em novas bases, mais sólidas e menos poluentes, tornando-o eficiente e baseado em energias limpas, renováveis, onde o efeito negativo de poluição ao meio ambiente e aumento do efeito estufa podem ser minimizados, através da redução da utilização dos combustíveis fósseis (LUCON; GOLDEMBERG, 2009).

No Brasil, os Ministérios das Minas e Energia e da Indústria e Comércio absorveram essa missão em 1985, com a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), cuja finalidade era unir ações que pudessem conservar a energia, através dos projetos que estavam em andamento por organizações públicas e privadas (FILHO, 2007).

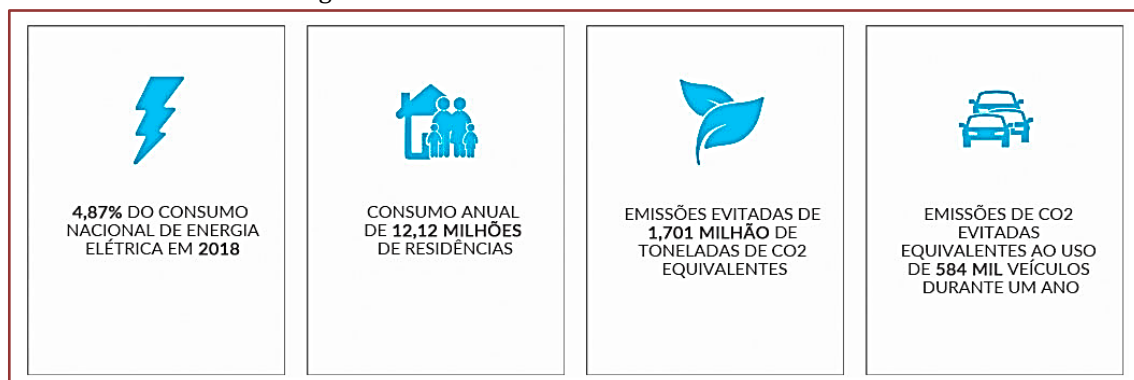
A maior crise energética no Brasil ocorreu em 2001, devido a escassez da chuva e baixo nível dos reservatórios de água, pois as usinas hidrelétricas eram responsáveis por cerca de 90% de toda a produção da demanda nacional. A partir deste momento, foram implementadas outras usinas como termelétricas, com o uso do óleo e gás (DA SILVA LOPES LIMA et al., 2015).

2.2. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi criado para integrar ações para que haja conservação de energia elétrica no País, a partir da geração, transmissão e distribuição de energia, bem como para o usuário final, a fim de aumentar competitividade para assim reduzir custos, reduzir emissão de gases do efeito estufa e impactos ambientais (Diário Oficial da União, DECRETO Nº 9.863, DE 27 DE JUNHO DE 2019).

A Procel trabalha para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para a disseminação de conhecimento sobre o uso eficiente da energia e para a adoção de hábitos de consumo mais conscientes. Este programa promove integra ações em vários segmentos da economia, entre eles: Equipamentos, Indústria e comércio, Edificações e Iluminação Pública (PROCEL, 2017). Na figura, observa-se os benefícios advindos da Procel.

Figura 1 – Benefícios da Procel no ano de 2018.



Fonte: (www.procelinfo.com.br)

Dentre várias ações implementadas pelo Procel, podemos citar o Selo Procel que objetiva um controle visual claro para identificação dos produtos que demonstram através de testes os melhores índices de eficiência por categoria de equipamentos, para que de um modo claro o consumidor possa escolher o melhor produto, ou seja, aquele que tem maior economia de energia (PROCEL, 2017).

Nesta etiquetagem as notas A ou B possuem maior eficiência e menor consumo de energia que as etiquetas D ou E. Este método é utilizado através da fixação do Selo Procel a partir da fabricação dos eletrodomésticos e eletroeletrônicos, para facilitar ao consumidor no momento que for adquirir um novo objeto (PROCEL, 2017).

2.3. FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE CONSUMO

O projeto de redução de custo da energia elétrica é feita através de uma análise de viabilidade econômica, através de índices econômicos que o tornem um bom investimento, dentre esses índices podemos citar valor presente líquido, valor anual uniforme, utilizando o padrão de fluxo de caixa, para assim avaliar economicamente cada projeto (SANTOS, 2001).

O fluxo de caixa é uma ferramenta gráfica para representação de forma visual das despesas e receitas de um projeto em função do tempo. É um tipo de modelagem que demonstra ganhos, perdas, despesas, investimentos e demais custos de um projeto (MAMEDE, 2017).

Segundo Hazzan e Pompeo (1993), o valor presente líquido é uma ferramenta de comparação entre alternativas que sejam mais eficientes entre si, observando sempre quais diferenças existem em função do tempo e a redução de custo apresentado no momento chamado presente, utilizando o valor presente. Para que a análise seja correta é preciso avaliar as alternativas no mesmo espaço de tempo.

O custo de oportunidade é quando avalia-se as vantagens tecnológicas entre dois tipos de produtos ou comparação de análise econômica por viabilidade de impacto ambiental. Levando em consideração que o custo é importante, mas se a comparação entre produtos não render um alto valor de lucratividade, deve-se considerar a que gera menor impacto ao meio ambiente (FERREIRA, 2009).

O valor líquido anual também é uma ferramenta de comparação entre oportunidades, mas analisa o custo de manutenção e reposição do produto a longo prazo. Essa opção de análise visa a distribuição de custos e investimentos através do fator de recuperação de capital (HOJI, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. VALOR PRESENTE LÍQUIDO

As empresas necessitam de financiamentos, as quais movimentam o crescimento econômico, uma vez que geram empregos e rendas que são revestidos em consumo e, conseqüentemente, em mais demanda, produção, empregos e rendas. Com o financiamento em abundância, a economia entra em um ciclo de crescimento sustentável (EID JUNIOR, 2012).

Essas empresas buscam maximizar seu valor de mercado em longo prazo a fim de aumentar a riqueza de seus proprietários ou sócios, cotistas ou acionistas. Os investidores esperam o retorno econômico-financeiro superior ao risco assumido. Dessa forma, elas podem ser entendidas como um sistema que aumenta os recursos investidos nela (HOJI, 2001).

VPL é uma análise que tem como fatores de ponderação: as compensações do fluxo de caixa, benefícios futuros e valores finais em termos de valor presente equivalente. Essa avaliação permite aos tomadores de decisão quantificar a liquidez do saldo que determina a natureza das compensações econômicas financeiras envolvidas (HELFFERT, 2000).

3.2. PAYBACK

O payback é o método que representa o tempo médio em anos para recuperar o investimento inicial (BRIGHAM; GAPENSKI; EHRHARDT, 2001). Ele é um método bastante utilizado no meio financeiro por contar o tempo necessário para que o capital investido seja recuperado por meio de benefícios (ASSAF NETO, 2008). Assim sendo:

Assim, o payback é um critério que faz uso de um período em anos para a tomada de decisão em projetos de investimentos. Dessa forma, os projetos que apresentam o payback igual ou inferior proporcionam uma recuperação do investimento. Naqueles projetos em que a taxa estipulada é superada, o projeto deve ser rejeitado uma vez que o retorno é inferior ao estipulado (ROSS; WESTERFIELD; JAFFE, 2011).

$$PB = \sum_{t=0}^n \frac{\text{Recebimentos}}{\text{valor do investimento}}$$

3.3. FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa, como instrumento de finanças, são as entradas e as saídas de recursos da conta caixa com intuito de pagar credores e dividendos aos acionistas. Por outro lado, o fluxo de caixa não leva o tempo em consideração (ROSS; WESTERFIELD; JAFFE, 2011).

Nos projetos de investimento, o método do fluxo de caixa descontado obedece a dois critérios: prever os fluxos de caixa livres esperados e aplicar uma taxa de desconto para ser administrada nesses fluxos de caixa investimento (BRIGHAM, GAPENSKI; EHRHARDT, 2001). Assim:

$$FCD = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{1+i^t}$$

A avaliação de investimento, que faz uso do fluxo de caixa, é o método mais adotado para o cálculo sobre o valor investido em uma aplicação seja residencial ou empresarial. Indicando com maior precisão a avaliação dos recursos econômicos e os benefícios operacionais de caixa esperados e descontados versus o custo de oportunidade de instalação do projeto (ASSAF NETO, 2008).

Há inúmeras ferramentas para análise de investimentos. Contudo, a interpretação ainda se mantém subjetiva. O processo de análise depende de inúmeros critérios de forma interpretativa, isto é dizer que, para o resultado, existe mais de uma raiz ou solução (TITMAN; MARTIN, 2010).

A análise de sensibilidade é utilizada no monitoramento do investimento para garantir que existam objetivos estratégicos com os planos de ação. Dessa maneira, é utilizada como uma ferramenta que mostra

a situação do investimento. Aplica-se três ferramentas fundamentais para essa observação rotineira: análise de cenário, análise de sensibilidade no ponto de equilíbrio e análise de simulação (TITMAN; MARTIN, 2010).

Essa análise é uma ferramenta para explorar os custos de investimento sob diferentes aspectos sejam planejados ou não planejados que podem ocorrer durante a implementação do projeto. Uma análise mais profunda é preciso para analisar e prever as possíveis alterações nas premissas e nas previsões, a fim de acompanhar o projeto e a dinâmica do Mercado (ROSS; WESTERFIELD; JAFFE, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento de carga deste estudo baseia-se nos dados das tabelas abaixo. Conforme tabela 1, podemos analisar os circuitos 1 e 2 de iluminação da residência. Nesta tabela compactamos os vários cômodos para analisar carga e corrente de projeto em relação ao circuitos de iluminação.

Tabela 1- Levantamento de dados circuito de iluminação

| Circuito número | Circuito tipo | Circuito tipo/ local | Tensão (V) | Carga ILUM (W) | Carga TUG (W) | Carga TUE (W) | Carga TOTAL (W) | Carga F1 (W) | Carga F2 (W) | Carga F3 (W) | FCA | FCT | Corrente de Projeto (A) | Corrente Corrigida (W) | Condutores vivos (mm ²) | Condutores de proteção (mm ²) | Proteção: Tipo | Proteção: número de pólos | Proteção: corrente de nominal |
|-----------------|---------------|---|------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|----------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 | ILUMINAÇÃO | Banheiro1 Banheiro2 Dormitório 1 Dormitório 2 Hall1 Sala | 127 | 1160 | 0 | 0 | 1160 | 0 | 1160 | 0 | 0,6 | 0,87 | 9,93 | 19,02 | 2,5 | 2,5 | Curva C | 1 | 6A |
| 2 | ILUMINAÇÃO | Cozinha Garagem sala de Jantar Serviço Piscina | 127 | 920 | 0 | 0 | 920 | 0 | 920 | 0 | 0,7 | 0,87 | 7,87 | 12,93 | 2,5 | 2,5 | Curva C | 1 | 10A |

Fonte: dados do autor, 2020.

Em seguida também foi realizado o levantamento de carga das TUGs (Tomada de Uso Geral), conforme tabela 2, a qual foi listado a tensão que cada tomada receberia, potência e corrente nominal.

Tabela 2- Levantamento de dados tomadas de uso geral

| Circuito número | Circuito tipo | Circuito tipo/ local | Tensão (V) | Carga ILUM (W) | Carga TUG (W) | Carga TUE (W) | Carga TOTAL (W) | Carga F1 (W) | Carga F2 (W) | Carga F3 (W) | FCA | FCT | Corrente de Projeto (A) | Corrente Corrigida (W) | Condutores vivos (mm ²) | Condutores de proteção (mm ²) | Proteção: Tipo | Proteção: número de pólos | Proteção: corrente de nominal |
|-----------------|---------------|---|------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|----------------|---------------------------|-------------------------------|
| 3 | TUGs | Banheiro 1 Dormitório 1 Hall 1 Dormitório 2 Sala | 127 | 0 | 3400 | 0 | 3400 | 0 | 0 | 3400 | 0,6 | 0,87 | 29,10 | 66,76 | 10 | 10 | Curva C | 1 | 32A |
| 4 | TUGs | Banheiro 2 Cozinha Dormitório 2 Garagem Sala de bombas Sala de Jantar Serviço | 127 | 0 | 5200 | 0 | 5200 | 0 | 0 | 5200 | 0,7 | 0,87 | 44,51 | 73,08 | 10 | 10 | Curva C | 1 | 50A |

Fonte: dados do autor, 2020.

Abaixo também podemos notar na tabela 3, informações das cargas de cada circuito onde são utilizadas as tomadas de uso específico, tamanho dos condutores e corrente nominal de cada circuito.

Tabela 3– Levantamento de dados tomadas de uso específico

| Circuito número | Circuito tipo | Circuito tipo/ local | Tensão (V) | Carga ILUM (W) | Carga TUG (W) | Carga TUE (W) | Carga TOTAL (W) | Carga F1 (W) | Carga F2 (W) | Carga F3 (W) | FCA | FCT | Corrente de Projeto (A) | Corrente Corrigida (W) | Condutores vivos (mm ²) | Condutores de proteção (mm ²) | Proteção: Tipo | Proteção: número de pólos | Proteção: corrente de nominal |
|-----------------|---------------|-----------------------------------|------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|----------------|---------------------------|-------------------------------|
| 5 | TUE | Torneira elétrica cozinha | 220 | 0 | 0 | 400 | 400 | 400 | 0 | 0 | 0,6 | 0,87 | 20,00 | 38,31 | 6 | 6 | CurvaC | 2 | 20A |
| 6 | TUE | Chuveiro banheiro 1 | 220 | 0 | 0 | 5000 | 5000 | 5000 | 0 | 0 | 0,6 | 0,87 | 22,73 | 43,54 | 10 | 10 | CurvaC | 2 | 25A |
| 7 | TUE | chuveiro banheiro 2 | 220 | 0 | 0 | 5000 | 5000 | 0 | 5000 | 0 | 0,6 | 0,87 | 22,73 | 43,54 | 10 | 10 | CurvaC | 2 | 25A |
| 8 | TUE | Ar condicionado do dormitório 1 | 220 | 0 | 0 | 3360 | 3360 | 0 | 3360 | 0 | 0,6 | 0,87 | 15,23 | 29,17 | 4 | 4 | CurvaC | 2 | 16A |
| 9 | TUE | Ar condicionado do dormitório 2 | 220 | 0 | 0 | 3360 | 3360 | 0 | 3360 | 0 | 0,6 | 0,87 | 15,23 | 29,17 | 4 | 4 | CurvaC | 2 | 16A |
| 10 | TUE | Ar condicionado da sala | 220 | 0 | 0 | 3360 | 3360 | 0 | 0 | 3360 | 0,6 | 0,87 | 15,23 | 29,17 | 4 | 4 | CurvaC | 2 | 16A |
| 11 | TUE | Ar condicionado da sala de jantar | 220 | 0 | 0 | 3360 | 3360 | 3360 | 0 | 0 | 0,6 | 0,87 | 15,23 | 29,17 | 4 | 4 | CurvaC | 2 | 16A |
| 12 | TUE | Salada bomba | 220 | 0 | 0 | 2200 | 2200 | 0 | 0 | 2200 | 0,7 | 0,87 | 10,00 | 16,42 | 25 | 25 | CurvaC | 2 | 10A |
| 13 | TUE | Máquina de lavar serviço | 220 | 0 | 0 | 500 | 500 | 500 | 0 | 0 | 0,7 | 0,87 | 2,27 | 3,73 | 25 | 25 | CurvaC | 2 | 4A |
| 14 | TUE | Geladeira | 220 | 0 | 0 | 500 | 500 | 500 | 0 | 0 | 0,7 | 0,87 | 2,27 | 3,73 | 25 | 25 | CurvaC | 2 | 4A |

Fonte: dados do autor, 2020.

Vale ressaltar, que conforme o dimensionamento das cargas pôde-se calcular a demanda máxima da residência e com esta informação calcular a viabilidade do projeto. Na tabela 4, podemos analisar pelos próximos 15 anos, onde ano 0 é o ano de implementação do projeto e no ano 15, será o ano base estudado para avaliar se com a implementação do projeto haveria ganhos na eficiência energética desta residência.

A partir de um investimento de R\$8254,60 já conseguiríamos ter retorno financeiro conforme a coluna VPL a partir do ano 1 de implementação, como obter essa redução de custo? Através do bom dimensionamento das cargas e circuitos e utilizando os componentes que contribuem para a redução do consumo de energia, como lâmpadas LEDs.

Tabela 4– Aplicação dos cálculos de fluxo de caixa e Valor presente Líquido

| ANO | DEMANDA (KW) | TAXA DE VALORIZAÇÃO DA TARIFA | TARIFA | TAXA DE DESVALORIZAÇÃO | O&M | Entrada | Fluxo de Caixa | VPL |
|-----|--------------|-------------------------------|--------|------------------------|--------|----------|----------------|--------------|
| 0 | - | - | - | - | - | - | -R\$8.254,60 | |
| 1 | 17397,51 | 1,100 | 0,668 | 1,04 | -41,27 | 11133,28 | R\$2.878,68 | R\$2.713,18 |
| 2 | 17275,72743 | 1,210 | 0,653 | 1,08 | -44,64 | 10391,71 | R\$2.137,11 | R\$2.014,24 |
| 3 | 17154,79734 | 1,331 | 0,719 | 1,12 | -46,43 | 10914,76 | R\$2.660,16 | R\$2.507,22 |
| 4 | 17034,71376 | 1,464 | 0,791 | 1,17 | -48,28 | 11464,12 | R\$3.209,52 | R\$3.024,99 |
| 5 | 16915,47076 | 1,611 | 0,870 | 1,22 | -50,21 | 12041,13 | R\$3.786,53 | R\$3.568,83 |
| 6 | 16797,06247 | 1,772 | 0,957 | 1,27 | -52,22 | 12647,18 | R\$4.392,58 | R\$4.140,03 |
| 7 | 16679,48303 | 1,949 | 1,052 | 1,32 | -54,31 | 13283,72 | R\$5.029,12 | R\$4.739,98 |
| 8 | 16562,72665 | 2,144 | 1,158 | 1,37 | -56,48 | 13952,3 | R\$5.697,70 | R\$5.370,12 |
| 9 | 16446,78756 | 2,358 | 1,273 | 1,42 | -58,74 | 14654,52 | R\$6.399,92 | R\$6.031,97 |
| 10 | 16331,66005 | 2,594 | 1,401 | 1,48 | -61,09 | 15392,07 | R\$7.137,47 | R\$6.727,12 |
| 11 | 16217,38843 | 2,853 | 1,541 | 1,54 | -68,72 | 16161,56 | R\$7.906,96 | R\$7.452,37 |
| 12 | 16103,81706 | 3,138 | 1,695 | 1,60 | -74,33 | 16972,15 | R\$8.717,55 | R\$8.216,35 |
| 13 | 15991,09034 | 3,452 | 1,864 | 1,67 | -80,40 | 17823,33 | R\$9.568,73 | R\$9.018,59 |
| 14 | 15879,15271 | 3,797 | 2,051 | 1,73 | -86,96 | 18717,12 | R\$10.462,52 | R\$9.861,00 |
| 15 | 15767,99864 | 4,177 | 2,256 | 1,80 | -94,05 | 19655,65 | R\$11.401,05 | R\$10.745,57 |

Fonte: dados dos autores, 2020.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados nas tabelas, foi possível concluir com os cálculos de VPL e fluxo de caixa a viabilidade da instalação elétrica em uma residência, com a implementação/ análise dos circuitos bem dimensionados e utilização dos componentes que contribuem para a economia de energia e melhoria do sistema de eficiência energética.

Portanto, faz-se necessário que um projeto de instalações elétricas seja realizado pelo profissional habilitado, o engenheiro eletricitista, pois o referido, é aquele que vai realizar os cálculos, fazer o levantamento de materiais, acompanhar a execução do projeto e avaliar se o projeto atingiu as expectativas iniciais de economia de energia, operação e manutenção e eficiência energética.

Com análise do modelo apresentado, com dados de demanda, VPL e fluxo de caixa o sistema mostrou-se eficiente economicamente, tendo o retorno esperado a partir do primeiro ano de implementação do projeto na residência.

Nesse sentido, conclui-se que a instalação do sistema de forma correta é viável para redução de custo e retorno financeiro, além de contribuir para que não haja desperdícios no consumo de energia através do controle de potência reativa do sistema energético, tendo rentabilidade positiva de R\$10745,57 após 15 anos.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSAF NETO, Alexandre. Finanças Corporativas e Valor. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [2] BRIGHAM, Eugene F.; GAPENSKI, Louis C.; EHRHARDT, Michael C. Administração Financeira Teoria e Prática. São Paulo: Atlas, 2001.
- [3] DA SILVA LOPES LIMA, Maria Thereza; CORRÊA DE SOUZA, Marina; SANTOS FLORES, Tarcísio; DA SILVA CRUZ, Nathália Gracielle; DUARTE DIAMANTINO, Hugo; ALVES BARROSO, Livia; ROCHA, Bruna Almeida; MENDES SOUZA, Rômulo Luiz; RAMOS, Pedro Camilo; MARQUES MACEDO, Márcio Henrique. Sobre a Situação Energética Brasileira: De 1970 a 2030 Ciência e Natura, vol. 37, núm. 2, 2015, pp. 6-16
- [4] DIAS, Adriano Batista. O impacto da crise energética na evolução tecnológica e seus reflexos nas economias periféricas. Recife, CME/pimes/UFPE, 1982. (Texto para discussão n.<.> 128.)
- [5] EID JÚNIOR, William. A importância dos Fundos de Investimento no Financiamento de Empresas e Projetos. FGV Investimentos em foco. Disponível em: <<http://cef.fgv.br/sites/cef.fgv.br/files/file/Estudo%20I.pdf>> Acesso em: 13 set. 2020.
- [6] FERREIRA, Roberto G. Engenharia econômica e avaliação de projetos de investimento: critérios de avaliação: financiamentos e benefícios fiscais: análise de sensibilidade e risco. 1a ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [7] FILHO, João Mamede. Instalações Elétricas Industriais. 7ª edição, 2007.
- [8] FILHO, João Mamede. Instalações Elétricas Industriais. 9ª edição, pag. 1175
- [9] HAZZAN, S., POMPEO, N. J. Matemática Financeira, Editora Atlas S.A, p. 2-39, 1993.
- [10] HELFERT, Erich A. Técnicas de Análise Financeira. 9. ed. São Paulo: Bookman, 2000.
- [11] HOJI, Masakazu. Administração Financeira Uma Abordagem Prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- [12] HOJI, Masakazu. Administração financeira uma abordagem prática. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- [13] LUCON, Oswaldo; GOLDEMBERG, José. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. São Paulo, 2009.
- [14] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Energia – Procel, 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/acoes-e-programas/programas/procel-programa-nacional-de-conservacao-de-energia-eletrica>> Acesso em: 07 agosto 2020.
- [15] ORTEGA, Enrique. O conceito de SIPAES e Novos índices energéticos. Laboratório de Engenharia Ecológica. DEA/FEA/ Unicamp, 2015.

- [16] PROCEL, Plano Nacional de Eficiência Energética: Plano Anual de Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 2017. Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/Plano%20de%20Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Recursos%20do%20PROCEL%20PAR%202017.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2020, 09:07:00.
- [17] PROCEL, Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissa e Diretrizes Básicas, Brasília, DF, Brasil, 2019. Disponível em: <www.procelinfo.com.br>. Acesso em: 06 set. 2020, 21:16:00.
- [18] ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. Administração Financeira Corporate finance. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- [19] SANTOS, Edno Oliveira de. Administração Financeira da Pequena e Média Empresa. São Paulo: Atlas, 2001
- [20] SILVA, M.L.; JACOVINE, L.A.G.; VALVERDE, S.R. Economia florestal. Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 2002. 178p.
- [21] TITMAN, Sheridan; MARTIN, John D. Avaliação de Projetos e Investimentos {Valuation}. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Capítulo 16

A evolução e eficiência dos carros híbridos

Warley Carneiro da Silva

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Embora sejam comumente atrelados ao desenvolvimento tecnológico do século XXI e da popularização oriundas por grandes empresas automobilísticas como BMW, Nissan e Tesla, os carros híbridos são uma realidade desde o século passado, apesar de serem vistos à margem da industrial automobilística à época. O objetivo do trabalho foi analisar a real eficiência que o veículo híbrido pode trazer em relação aos modelos convencionais pelo ponto de vista do consumidor, além disso foram analisados os fatores sociais e as barreiras que ainda impedem a implementação em larga escala do referido. Foi realizado um levantamento de dados em artigos científicos, teses de acadêmicos, associações nacionais e em periódicos do governo para analisar e considerar os benefícios, vantagens e desvantagens para a adoção, implementação de tecnologias e fatores sociais, como a aceitação desse tipo de automóvel por parte da sociedade e segurança. Os modelos convencionais movidos a combustão, apesar de evoluírem bastante aos longos dos anos, ainda são considerados bastante ineficientes em determinados pontos em relação ao consumo de energia. Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que os carros híbridos tiveram uma relevante evolução ao longo dos anos e apesar das vantagens econômicas, sociais e ambientais que podem proporcionar as pessoas, ainda sofrem certa resistência no mercado.

Palavras-chave: Desenvolvimento tecnológico, meio ambiente e fatores sociais.

1. INTRODUÇÃO

Embora sejam comumente atrelados ao desenvolvimento tecnológico do século XXI e da popularização oriundas por grandes empresas automobilísticas como BMW, Nissan e Tesla, os carros híbridos são uma realidade desde o século passado, apesar de serem vistos à margem da industrial automobilística à época (VONBUN, 2015).

Segundo Zaneti (2018), os carros híbridos foram banalizados no mercado pelos seguintes fatores: Em 1912, o Fordismo possibilitou a compra de carros a gasolina por 50% do preço em relação a um carro elétrico. Já em 1920, a construção de grandes rodovias nos EUA, interligando vários municípios, dificultou o uso dos carros elétricos devido a problemas com baterias e por fim, a descoberta de petróleo no Texas tornou mais viáveis carros movidos a gasolina.

Somente a partir da década de 60, devido as políticas ambientais, os carros híbridos voltaram a ser cogitados. Em 1970 teve início os debates sobre energia, eficiência e meio ambiente. Já em 1972 o clube de Roma estabeleceu um limite de recursos e teve sua tese reforçada um ano depois com a crise do petróleo (1973), na qual o governo americano resolveu, sem sucesso, investir nos carros elétricos. A agenda 21 (1992) abordou sobre os problemas causados pelo uso de fontes fósseis até que somente em 1997, prius, o carro híbrido da Toyota se tornou um sucesso de vendas, incentivando outras montadoras (BARAN e LEGEY, 2011).

Tendo em vista a ascensão do carro híbrido ao longo da história, é de suma importância o conhecimento das razões pela qual o automóvel elétrico passou a ser uma alternativa importante no quesito desenvolvimento sustentável e se realmente atende aos padrões necessários para suprir as necessidades de lucratividade do mercado, gerando empregos e rendas.

Diante da explanação, o objetivo do trabalho foi analisar a real eficiência que o veículo híbrido pode trazer em relação aos modelos convencionais pelo ponto de vista do consumidor, além disso foram analisados os fatores sociais e as barreiras que ainda impedem a implementação em larga escala do referido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A ATIVIDADE HUMANA VERSUS COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

Ao longo dos tempos, o crescimento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera, que em excesso são prejudiciais ao planeta, vem sendo diretamente correlacionadas com as ações do homem, crescimento populacional e com o PIB (elemento que define a situação econômica de um país). Os Estados Unidos e a China, donos dos maiores PIBs do mundo, são respectivamente também os maiores emissores do mundo de CO₂ na atmosfera. Das fontes de emissões nos EUA, cerca de 29% é proveniente do setor de transportes, que tem em sua principal matriz de consumo os combustíveis fósseis. (VITAL, 2018)

Tendo em vista as problemáticas ambientais criadas pelo homem como: Mudanças climáticas e aquecimento global, faz-se necessário a criação de acordos internacionais que, através dos líderes de estados, firmam compromissos nas quais buscam, ao menos, diminuir o problema através de metas e tomadas de decisões. O acordo de Paris (2015), mais recente tratado internacional, surgiu dessa necessidade de frear as emissões de CO₂, visando que a temperatura na terra não se eleve mais de 2°C até 2050. (SOUZA e CORAZZA, 2017)

Vários países aderiram ao acordo, inclusive o Brasil, comprometendo-se em reduzir 37% das emissões do efeito estufa. Apesar do comprometimento internacional e segundo dados da ANFAVEA (2018), associação nacional dos fabricantes de veículos automotores, foram produzidos apenas em 2018 cerca de 3.970 unidades de veículos híbridos.

Baseada numa estrutura fundamentada no consumo de combustíveis fósseis, o setor de transportes brasileiro está fortemente atrelado aos impactos ambientais causados pelo efeito estufa (ANDRADE e MATTEI, 2011). De acordo Roitman e Silva (2018) o setor rodoviário consome cerca de 93,7% do consumo de energia de transporte e é responsável por 48,2% da emissão dos gases de efeito estufa, sendo o óleo diesel utilizado como o principal recuso energético.

2.2. TECNOLOGIA AUTOMOTIVAS

Eficiência energética, arquitetura do veículo e uso de baterias são algumas das principais tecnologias que envolvem o processo de fabricação e comercialização dos veículos híbridos. Nos automóveis convencionais a ineficiência energética está relacionada, em grande parte, ao motor de combustão interna, este por sua vez, responsável por fazer a transformação do combustível em energia mecânica (gerando movimento), acaba retendo cerca de 60% da energia. É possível analisar também outros fatores responsáveis pela perda de energia, como o atrito gerado no maquinário do carro, a dissipação de energia em forma de calor e fatores aerodinâmicos (BARAN, 2012).

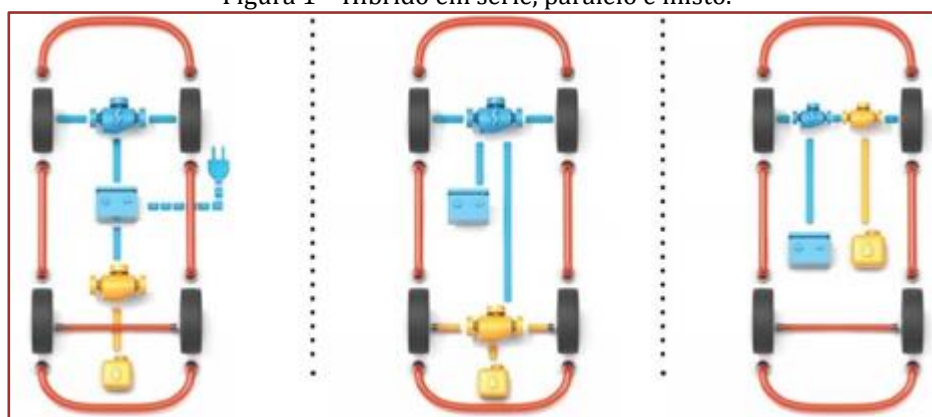
Segundo Vonbun (2015) os veículos híbridos são aqueles que possuem dois tipos de fontes de energia: O motor de combustão interna e motor elétrico, ambos podendo ser responsáveis pelo bom funcionamento do automóvel, todavia com suas particularidades. Essa mistura heterogênea de motores demanda uma arquitetura complexa para tal funcionamento, sendo classificada em sistema híbrido em série, sistema híbrido em paralelo e sistema híbrido misto. (VAZ, BARROS e CASTRO, 2015)

A arquitetura em série tem em seu alicerce o acionamento do motor executado por duas fontes de energia, onde o gerador é acionado pelo motor de combustão interna. O combustível líquido objetiva a conservação de energia que auxilia no processo de produção de energia elétrica. Nessa arquitetura, quando for indispensável a elevação na potência da aceleração, o motor de combustão interna (movido a gasolina ou diesel) juntamente com a bateria proporcionam ao motor elétrico a energia necessária, bem como no decorrer de uma possível frenagem (SÁNCHEZ, 2012).

Tendo o mesmo princípio de acionamento de motor do modelo em série, no modelo paralelo, normalmente empregado à automóveis de pequeno porte, o motor pode ser utilizado por ambas as fontes de energia de maneira simultânea ou de maneira individual, trazendo consigo o benefício de não ser essencial o uso de gerador, sendo possível o recarregamento de baterias através do motor de combustão e pelo uso da energia cinética (VASCONCELLOS, 2011).

Já no modelo de arquitetura mista, é feita uma mescla tanto do modelo em série quanto do paralelo para que seja possível ter o máximo de aproveitamento que ambos modelos podem oferecer (figura 1). A potência oriunda do motor de combustão interna é aproveitada no sistema de propulsão do automóvel e o restante é transformado em energia elétrica, podendo ser utilizada posteriormente por baterias. De forma automática, o sistema do veículo identifica maneiras de trabalhar com menor consumo de combustível possível tendo sua atuação oscilante conforme o modo de utilização. Em longas distâncias, a utilização individual de motores por combustão interna se mostrou mais eficiente, todavia, em trajetos curtos, dentro da cidade, o motor elétrico leva vantagem (PITA, 2011).

Figura 1 – Híbrido em série, paralelo e misto.



Fonte: Quatro rodas (2019)

As baterias, na busca de atender as necessidades da tecnologia, estão em constante mudança e aperfeiçoamento. Uma bateria tem o objetivo de armazenar energia química e transformar em energia elétrica, tendo a temperatura do ambiente e o modo de uso como razões que afetam diretamente sua performance.

Vale ressaltar que, apesar da maioria dos sistemas de um automóvel elétrico atuarem em regime de corrente alternada, as baterias fornecem energia em corrente contínua, o que implica numa conversão de potência; Os inversores por meio de usos dos retificadores, possibilitam a recarga das bateria por meio de corrente alternada, fazendo bom uso da ferramenta, apesar de ainda demandar altos custos.

2.3. AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS NO BRASIL

Bem como o aumento do excesso gases na atmosfera, tópico abordado anteriormente, a crescente demanda de automóveis elétrico também está relacionada com o desenvolvimento econômico de um país e seu respectivo PIB que, mediante crescimento financeiro, passa a investir mais em tecnologias (BARAN e LEGY, 2011).

De acordo com Wolffenbuttel (2020) o Brasil, historicamente, tem uma longa atuação na disseminação do etanol como alternativa à gasolina para veículos convencionais, impactando na comercialização dos veículos híbridos. Esses veículos, apesar de sua singela participação no mercado, vêm demonstrando certo crescimento, principalmente no período pós crise econômica. Em 2017, a frota de automóveis elétricos equivalia a 0.8% do total de veículos, correspondendo a 3296 unidades licenciadas. No ano seguinte, apenas nos primeiros meses, foram registrados 50% do valor total de veículos elétrico do ano de 2017 (ZANETI, 2018).

A despeito do leve crescimento de comercialização, sob a ótica do consumo, os carros híbridos levantam dúvidas sobre as dimensões do espaço que o veículo tem no mercado e se serão, de fato, aceitos pelo público em geral no longo prazo. Por isso, faz-se necessário trabalhadores qualificados para atuarem em fabricas e produzirem estudos avançados para a criação e aperfeiçoamento de tecnologias, infraestrutura modernizada (locais com postos de recargas para baterias), mudanças na legislação de trânsito e possivelmente a criação de impostos sobre o uso desse tipo de energia (DUARTE, 2014).

No Brasil, embora sejam poucos os incentivos governamentais para produção e comercialização de carros híbridos, pode-se concluir que são de suma importância para impulsionar esse tipo de mercado. Os modelos convencionais movidos a etanol tiveram um forte incentivo do governo por intermédio do programa Proálcool, que barateou e popularizou tais veículos. Somente em 1983 (quatro anos após o lançamento do programa) os carros movidos a etanol representavam cerca de 84% dos carros comercializados no Brasil (BARAN, 2012).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Diante do exposto propósito de pesquisa, tema da qual foi abordado previamente, este projeto de pesquisa, quanto sua natureza é classificada como pesquisa aplicada, pois busca propiciar informações, conhecimento e fundamentos para a solução de problemas que envolve a eficiência dos carros híbridos e os fatores que dificultam sua evolução no mercado.

Com relação a abordagem empregada, se tipifica como qualitativa pois, para compreensão do tema abordado, faz-se necessário da interpretação de fatores históricos, sociais e econômicos. De acordo com Fontanella et al. (2011) a pesquisa qualitativa é definida por conjuntos que são auxiliados a interpretação e análise de dados.

Quanto aos objetivos, é uma pesquisa exploratória, pois procura descrever e explicar as causas dos elementos que operam sobre os veículos híbridos como economia e meio ambiente.

Por fim, os procedimentos da pesquisa são caracterizados como pesquisa bibliográfica. Foi realizado um levantamento de dados em artigos científicos, teses de acadêmicos, associações nacionais e em periódicos do governo para analisar e considerar os benefícios, vantagens e desvantagens para a adoção, implementação de tecnologias dos carros híbridos e fatores sociais, como a aceitação desse tipo de automóvel por parte da sociedade e segurança (VONBUN, 2015).

3.2. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada no período de agosto a novembro de 2020, utilizando as plataformas de pesquisa: *Scientific Electronic Library Online* – (SciELO), Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA). Para a pesquisa foi utilizado os seguintes descritores: Veículos elétricos; efeito estufa; emissões; avaliação econômica; economia ambiental. Foram considerados os artigos que datam do período de 2009 a 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. EFICIÊNCIA DOS CARROS HÍBRIDOS

Para que seja analisada a eficiência que carros híbridos possam exercer em relação aos modelos convencionais é necessário ter em mente que a análise pode variar em relação ao tipo de híbrido (série, paralelo e misto).

O veículo híbrido, independentemente da arquitetura, tem na sua estrutura um motor a combustão e um motor elétrico. Os modelos convencionais movidos a combustão, apesar de evoluírem bastante aos longos dos anos, ainda são considerados bastante ineficientes em determinados pontos em relação ao consumo de energia. O foco dos motores elétricos nos carros híbridos consiste basicamente em atuar nos momentos de ineficiência dos motores a combustão, podendo proporcionar melhoras significativas.

As melhoras proporcionadas pelos motores elétricos são: Uma redução de consumo de combustível e diminuição da emissão de poluente. De acordo com Vonbun (2015), devido à falta de estímulos econômicos por parte do governo, o levantamento de dados para descrever precisamente a eficiência dos veículos híbridos ainda está em fase embrionária, o que atrasa o processo de modernização.

4.2. FATORES SOCIAIS

Conforme os tópicos abordados anteriormente, os veículos híbridos apresentam vantagens e desvantagens para o consumidor final, tanto no curto prazo quanto no longo prazo.

Para que a boa parte das pessoas possam aderir completamente ao carro híbrido seria necessário que haja uma mudança na perspectiva social e econômica. O usuário precisaria sentir que ele e sua família estariam seguros ao utilizarem tais veículos, além de apresentar claras de vantagens econômicas que possibilitariam a compra do veículo.

Em relação à segurança, os híbridos não teriam maiores problema do que o modelo convencional. Em uma situação hipotética, o veículo poderia continuar seu curso normalmente movido a gasolina caso as baterias fiquem descarregadas em uma longa estrada (VASCONCELLOS, 2011).

Em um cenário de curto prazo, sob a perspectiva econômica, o carro híbrido leva vantagem sob os convencionais somente após 10 anos de uso, tornando-se mais atrativo no longo prazo. O fator determinante para a qualidade do uso do veículo híbrido é a autonomia. Os motoristas terão que se adaptar e adquirir novas habilidades para o bom manuseio dos comumente conhecidos “carros do futuro” (VONBUN, 2015).

4.3. BARREIRAS

Apesar das inúmeras vantagens que os carros híbridos podem apresentar, exibem também inúmeras desvantagens que impactam diretamente na sua comercialização em larga escala.

Um dos maiores fatores que prejudicam a comercialização é o preço. O grande vilão nesse ponto são as baterias. A bateria é o “coração” do carro híbrido e para que se tenha uma diminuição no custo de utilização é necessário que as novas baterias necessitem englobar materiais que certifiquem maior capacidade energética subtraindo simultaneamente o uso de metais preciosos que elevam o preço da fabricação.

Em relação aos baixos incentivos financeiros por parte das autoridades responsáveis, o cumprimento das metas em acordos internacionais na diminuição de poluentes faz com que o Brasil não sinta ainda a necessidade de investir na tecnologia dos carros híbridos, pois demandaria uma reformulação na estrutura do modelo de mercado, desde a capacitação de profissionais até à grandes infraestruturas.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que os carros híbridos apresentaram uma relevante evolução ao longo dos anos e apesar das vantagens econômicas, sociais e ambientais que podem proporcionar as pessoas, ainda sofrem certa resistência no mercado.

No Brasil, apesar do baixo investimento governamental, faz-se necessário a presença do engenheiro eletricista para auxiliar, criar e desenvolver métodos e pesquisas que possam difundir a implementação em larga escala dos carros híbridos. Por fim, somente através de estudos será possível aperfeiçoar o desempenho de baterias, aprimorar a arquitetura dos veículos e projetar novas tecnologias que visem um carro eficiente, seguro e economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, A. L. C.; MATTEI, L. Consumo energético e emissões de CO₂: uma análise do setor de transportes brasileiro. 2011.
- [2] ANFAVEA. Anfafea revela balanço de 2018 e projeções para esse ano. ANFAVEA. Disponível em: http://www.anfafea.com.br/docs/07.01.19_Press_Resultados_2018_V2.pdf. Acesso em: 23 outubro. 2020.
- [3] BARAN, R.; LEGEY, L. F. L. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 33, p. 207-224, mar. 2011., 2011.
- [4] BARAN, R. A introdução de veículos elétricos no Brasil: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. 2012.
- [5] DUARTE, K. P. Aplicação de um modelo híbrido para predição do tempo de vida de baterias utilizadas em dispositivos móveis. 2014.
- [6] FONTANELLA, B. J. B. *et al.* Amostragem em pesquisas qualitativas: proposta de procedimentos para constatar saturação teórica. Cadernos de Saúde Pública, v. 27, p. 388-394, 2011.
- [7] PITA, H. J. T. Projecto de Um Motor de Combustão Interna para Um Veículo Automóvel Utilitário. 2011. Dissertação de Mestrado.
- [8] ROITMAN, T.; SILVA, T. B. Concorrência Interenergética e intermodal no setor de transportes: possibilidades para o Brasil. Boletim de Conjuntura, n. 7, p. 15-23, 2018.
- [9] SÁNCHEZ, F. Z. Eficiência energética de veículos elétricos híbridos em série. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Mecânica da PUC-RIO, 2012.
- [10] SOUZA, M. C. O.; CORAZZA, R. I. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 42, 2017.
- [11] VASCONCELLOS, R. H. Projeto De Um Veículo Híbrido Para Uso Urbano. Monografia–Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo, 2011.
- [12] VAZ, L. F. H.; BARROS, D. C.; CASTRO, B. H. R. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. 2015.
- [13] VITAL, M. H. F. Aquecimento global: acordos internacionais, emissões de CO₂ e o surgimento dos mercados de carbono no mundo. 2018.
- [14] VONBUN, C. Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos plug-in: uma revisão da literatura. Texto para Discussão, 2015.
- [15] WOLFFENBUTTEL, R. F. O sistema tecnológico do automóvel elétrico e as redes de inovação brasileiras. Geographia Meridionalis, v. 5, n. 2, p. 153-173, 2020.
- [16] ZANETI, L. A. L. Diagnóstico dos produtos e serviços complementares para a adoção dos carros elétricos e híbridos no Brasil. 2018.

Capítulo 17

Engenharia Clínica: A importância da manutenção preventiva em equipamentos laboratoriais.

Dã Corrêa de Jesus

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Com o desenvolvimento da tecnologia, unidades hospitalares, laboratórios de análise clínica e clínicas odontológicas, adotaram equipamentos para auxiliar no tratamento de patologia, entre eles estão os contadores de células responsáveis pela análise sanguínea, importantes para distinguir alterações, no entanto devido seu alto valor monetário manutenções tornam-se caras, e a falta de profissionais especializados na área, como engenheiros Clínicos, potencializam os gastos com estes equipamentos. O objetivo deste trabalho foi relatar a importância da manutenção preventiva em equipamentos laboratoriais assim reduzindo custos e prolongando sua vida útil. Relatou-se a importância de um setor de engenharia em uma unidade hospitalar e o papel da manutenção preventiva nos equipamentos, observando a entrada e saída de equipamentos em uma assistência técnica, observando as recomendações do fabricante. Com as análises realizadas, foi possível catalogar contadores de células que estavam em conformidade com as recomendações do fabricante, as manutenções realizadas e as consequências de um cuidado adequado e um inadequado. Com os resultados e possível concluir que as manutenções preventivas realizadas no prazo estipulado, além dos cuidados no uso diário, reduzem os custos com estes equipamentos, prolongando sua vida útil e trazendo uma maior precisão e segurança para pacientes, além de relatar a função do setor de engenharia em diversas áreas da saúde.

Palavras-chave: Equipamentos de saúde, contadores de célula, redução de custos.

1. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento dos primeiros homens, a humanidade tem se desenvolvido e se preocupado cada vez mais com a sua saúde, dessa maneira criando novas formas para, de certo modo, prolongar a sua vida. O surgimento de novas patologias tivera grande influência no desenvolvimento de tratamentos menos invasivos, e a criação de equipamentos que possibilitassem tratar e prolongar a vida de uma pessoa (DEL SOLAR, 2017).

Com a criação desses equipamentos, houve a necessidade de desenvolver uma área com a capacidade de lidar com essa nova tecnologia, pois na década de 70 houve um aumento no número de casos de mortes de pacientes por choques elétricos, visando este problema os engenheiros da época começaram a ter mais participação na área clínica, assim desenvolvendo o que hoje conhecemos como engenharia clínica (SEAERJ, 2018).

Segundo Souza et al. 2012, no Brasil, as preocupações com os equipamentos voltados a saúde começaram a partir de 1975, com a criação da Sociedade brasileira de engenharia biomédica que teve um papel importante na criação de medidas para a regulamentação e fiscalização de equipamentos médicos, como a criação, na década de 90, das normas nacionais de equipamentos médicos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2009), existem mais de dezesseis mil laboratórios de análise no Brasil, e em cada um desses faz-se necessários equipamentos tecnológicos e complexos estes são chamados de analisadores bioquímicos, são os responsáveis, por fazer análises rápidas e precisas de amostras de sangue, sua principal característica e a agilidade e facilidade nos processos, toda via, são equipamentos sensíveis e de auto custo.

Por serem equipamentos sensíveis, necessitam de uma atenção maior com manutenções preventivas periódicas, para evitar possíveis defeitos, tendo em vista que uma manutenção corretiva, pode chegar a mais de dez mil reais algo que pode ser evitado. Diante disto, o objetivo do trabalho será demonstrar os benefícios de uma manutenção preventiva nos equipamentos laboratoriais com isto, trazendo redução de custos para seus proprietários, além de trazer uma análise dos benefícios de sua utilização.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A GÊNESE DA ENGENHARIA CLÍNICA

A engenharia se tornou essencial, devido a sua grande participação em diversas áreas, em hospitais tem como objetivo a assistência na área da saúde os profissionais que atuam nessa área são chamados de engenheiros clínicos. Segundo Del sol 2017, a EC (Engenharia clínica), tem obtido um papel fundamental dentro de uma unidade hospitalar, como organização de equipamentos, manutenção preventiva e corretiva além do auxílio no pleno desenvolvimento de novas tecnologias na área da saúde, equipamentos mais modernos com custo reduzido além de uma melhor segurança e precisão.

Mas a história da engenharia com a medicina tem outro começo, antes da década de 70 nos Estados Unidos (EUA), pouca relação se via entre essas duas áreas, a princípio com pouca relação, tendo em vista suas áreas de estudo e pesquisa diferentes porém a partir da década mencionada, houve um aumento dos casos de choques elétricos em centros cirúrgicos, aparelhos que eram utilizados não tinham o devido aterramento e instalação, causando acidentes que possivelmente poderiam ser fatais (SEAERJ, 2018). Com isto a partir desse momento houve uma busca por profissionais que pudessem auxiliar na resolução desses problemas, no entanto não havia um curso específico nesta área, tendo em vista este déficit, houve o desenvolvimento da área de engenharia clínica e biomédica.

No Brasil o processo foi um pouco mais gradativo, porém com atitudes importantes, em 1975 houve um importante passo tomado com a criação da sociedade brasileira de engenharia biomédica (SOUZA et al. 2012), órgão que teve papel fundamental na criação de normas e regras que auxiliaram na normatização da área, estipulando parâmetros para equipamentos, e categorizando os profissionais especialistas e atuantes na área, a partir desse momento houve a criação de outros órgãos fiscalizadores que influenciaram positivamente no desenvolvimento desta área no Brasil.

Atualmente o Brasil tem se desenvolvido grandemente nesta área, existem diversas instituições de ensino que disponibilizam cursos de graduação e pós-graduação em engenharia clínica e biomédica, trazendo profissionais mais capacitados para atuação no mercado.

É importante frisar que atualmente a EC está mais focada na redução de custos, porém não perde sua importante participação no auxílio em Gestão, instalação e manutenção de equipamentos.

Deve-se mencionar um crescimento exponencial de empresas especializadas neste serviço de manutenção e instalação, que são geralmente terceirizadas por órgãos públicos para prestação de serviços, muito dificilmente encontrasse profissionais concursados ou contratados dentro dos hospitais com esta função, com exceção de unidades de grande porte.

2.2. O SETOR DE SAÚDE NO BRASIL NA ÁREA DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

O Brasil se destaca no cenário mundial por ter um sistema de saúde público e coletivo, chamado SUS (Sistema Único de saúde), diferente de outros países como EUA quem tem um sistema de saúde privatizado, as vantagens do sistema público no Brasil são inúmeras, podendo alcançar a milhões de Brasileiros, porém é um sistema falho e que tem muito a melhorar (CARVALHO, 2013).

Observando questões acerca da melhoria do sistema de saúde no Brasil observou-se que era necessário um melhor análise da situação, foi então que entre as décadas de 70 e 90, as autoridades Brasileiras iniciaram debates sobre o tema (TERRA et al., 2014), buscando experiências e conhecimento com outros países que se destacavam no cenário mundial, notou-se então a falta de profissionais na área, foi então que seis engenheiros foram enviados para a primeira oficina avançada de engenharia clínica que se realizaria em Washington EUA (COSTA, 2016), a partir do aperfeiçoamento que estes engenheiros obtiveram, notou-se a importância destes profissionais e o treinamento de outros.

Do período em que houve um crescimento da preocupação com a manutenção dos equipamentos médicos, ocorreu um aumento significativo no número de profissionais capacitados. Na década de 90 um grande incentivo do governo federal foi realizado para a criação de cursos na área da saúde, como graduações, mestrados e doutorados em engenharia clínica e biomédica (COSTA, 2016), um dos marcos principais foi a criação da Faculdade de tecnologia da saúde, fundada em 1991 com o objetivo de capacitar tecnólogos da saúde, em período de 3 anos, deste momento em diante grandes saltos e avanços aconteceram, hoje engenheiros clínicos trabalham dentro de hospitais com médicos e enfermeiros para os pacientes tenham um melhor atendimento e segurança.

2.3. MANUTENÇÃO PREVENTIVA COM FOCO NA REDUÇÃO DE CUSTOS EM UNIDADES DE SAÚDE

Nos dias contemporâneos umas das características das unidades de saúde e o seu alto aparato tecnológico, unidades do Brasil e mundo possuem equipamentos de todas as especialidades que auxiliam os profissionais da saúde e pacientes dia após dia, e importante mencionar que estes aparelhos tem uma vida útil, e dependendo do modelo, e o seu propósito, são extremamente caros assim necessitando de manutenções preventivas e corretivas.

Antes de tudo faz-se necessário o entendimento do termo “Manutenção preventiva”; segundo Trojan et al. (2013), a manutenção preventiva tem objetivo de evitar a falha do equipamento, desta forma evitando uma manutenção corretiva, conforme a NBR 5462 a manutenção preventiva é:

“Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou -de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item (ABNT NBR 5462. 1994).”

Entende-se que este tipo de manutenção tem por objetivo evitar possíveis falhas de um equipamento, e possíveis interrupções prolongadas para manutenções.

Em uma unidade hospitalar não é diferente, os equipamentos que são utilizados precisam excessivamente de manutenção preventiva para o seu devido funcionamento, tendo em vista que por serem equipamentos de alto valor, tendem a ter suas peças e concertos muito caros, e isto se torna um motivo para que muitas vezes, ele seja abandonado, por falta de recursos para seu concerto. Diante disto é legível entender a presença de uma equipe de engenharia clínica dentro de um hospital, além de auxiliar em diversas áreas, as manutenções preventivas prestadas influenciam diretamente nas questões financeiras, quanto maior este auxílio, menor será os gastos com peças caras e até mesmo com equipamentos novos, dessa forma direcionado estes recursos para um melhor atendimento dos pacientes (RODRIGUES, DINIZ, RODRIGUES, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho foi através da pesquisa descritiva, que segundo Ferreira (2011) busca correlacionar dados para buscar relação entre eles, assim foi feita uma análise de entrada de equipamentos para reparos em uma assistência técnica, tendo em vista que a referida é referência na manutenção de equipamentos laboratoriais, hospitalares e odontológicos, com ênfase em equipamentos laboratoriais. Com isto, foi observado que devido à falta de uma manutenção preventiva e até mesmo pela falta de cuidados os equipamentos danificavam.

Os equipamentos utilizados para a análise foi um contador de células automatizado, da marca HUMAN, modelo HumaCont 30 TS. O equipamento é um contador de células hematológicas de bancada totalmente automatizado, que implementa o chamado método *Coulter* primeiramente descrito em 1956 por Wallace Coulter para contagem de células que passam por uma pequena abertura e mede o conteúdo de hemoglobina dos glóbulos vermelhos (BACALL, 2009). O analisador possui um módulo de display LCD gráfico colorido com tela de toque, e tem um botão INICIAR separado conforme a figura 1. O *software* permite o envio de resultados para uma impressora externa (via porta USB), ou para o módulo de impressora térmica embutido de 58 mm. Sua memória interna é capaz de armazenar 1000 registros com histogramas completos, e dados individuais do paciente, as medições de QC também são armazenadas separadamente em uma base de dados, o instrumento permite a conexão a um computador para upload de registros armazenados na memória por meio de uma porta USB.

Figura 1 - Contador de células automatizado



Fonte: Manual Do Fabricante (2015)

O analisador pode processar 30 amostras por hora no modo diferencial WBC de 3 partes, as amostras podem ter dados de amostra individuais e parâmetros adicionais, podendo imprimir os resultados de um link externo ou para o opcional built-in impressora, o analisador determina os seguintes 18 parâmetros de hematologia, incluindo Diferencial de leucócitos de 3 partes, a partir de uma amostra de sangue total de 25 μ , entre os 18 parâmetros incluem-se: WBC contagem total de glóbulos brancos, LYM contagem de linfócitos, SEG contagem de monócitos, NEU contagem de neutrófilos, LYM% percentagem de linfócitos, SEG% percentagem de monócitos, NEU% percentagem de neutrófilos, HGB hemoglobina, RBC contagem de glóbulos vermelhos, HCT hematócrito. MCV volume corpuscular médio, MCH hemoglobina corpuscular média, MCHC concentração média de hemoglobina corpuscular, RDWcv Largura da distribuição das células vermelhas, PLT contagem de plaquetas, PCT percentagem de plaquetas. MPV volume médio de plaquetas, PDWcv largura de distribuição de plaquetas.

Segundo o fabricante o equipamento precisa de uma manutenção preventiva a cada seis meses o que muitas vezes não ocorre. Outras marcas que também fabricam analisadores semelhantes, possuem os mesmos parâmetros de manutenção, de seis em seis meses, o que difere as marcas são alguns componentes internos, porem em questões de parâmetros e resultados são semelhantes.

Outro equipamento abordado neste trabalho também foi o HumaLyzer Primus (figura 2), um equipamento mais simples, O aparelho destina-se ao teste clínico de diagnóstico in vitro [IVD], é composto por um sistema ótico, um sistema sipper, e um sistema de controle por computador e software, assim sendo capaz de analisar amostras de soro, plasma, sangue total e urina. Dessa forma sendo um analisador químico semiautomático. Sua estrutura é composta de pequeno painel LCD monocromático, apresentando um menu em inglês que pode ser trocado para outros idiomas (espanhol e russo a pedido).

Figura 2 -Fotômetro Semi-automático Humalyzer Primus



Fonte: Manual Fabricante (2015)

Ele é capaz de realizar dois modos de teste, comprimento de onda único e comprimento de onda duplo, além de possuir os seguintes métodos de teste ponto final, Tempo fixo, cinética, Bi cromático, Absorvência, multiponto e de calibração, ele é compatível com reagentes sem quaisquer restrições específicas, possui uma impressora interna que pode imprimir relatórios e parâmetros de programação, etc.

4. DISCURSÃO E RESULTADOS

Gastos com equipamentos médicos tem sido em parte uma das maiores dificuldades de uma unidade hospitalar, quando filtramos os dados, é perceptível de que uma simples manutenção preventiva no prazo estipulado pelo fabricante, diminuiria grandemente os custos com esses aparelhos, além de aumentar sua vida útil, em uma pesquisa realizada em um assistência de equipamentos medico hospitalares, notou-se os períodos de entrada e saída de equipamentos, e as manutenções realizadas nos aparelhos conforme a tabela.

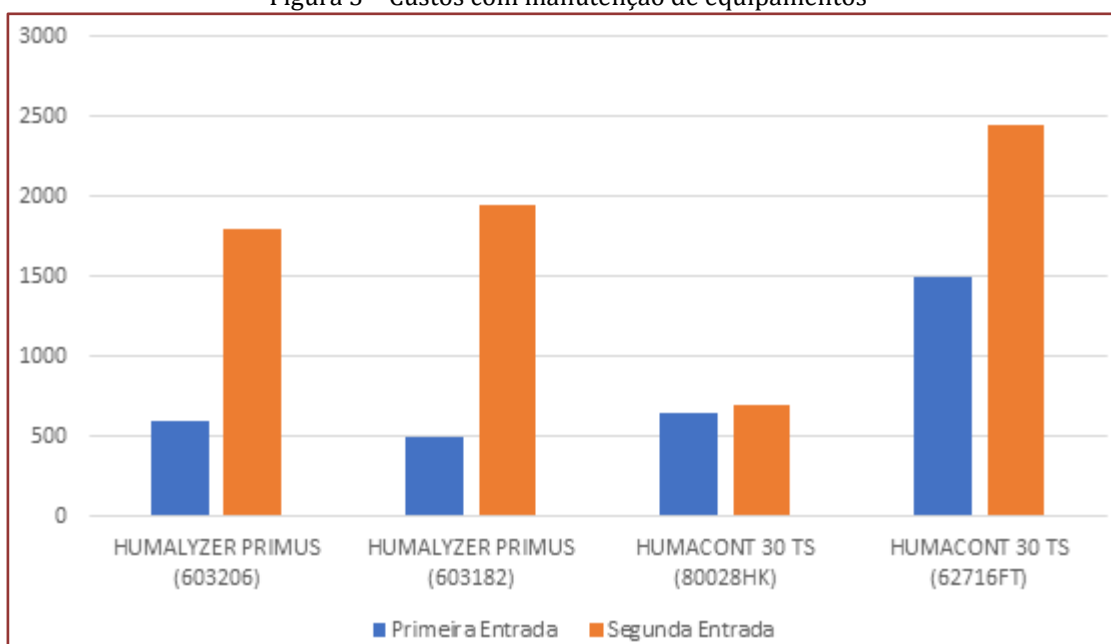
Tabela – Entrada e saída de equipamentos

| Equipamentos (nº de serie) | Primeira Entrada | Procedimentos realizados | Custos (R\$) | Segunda entrada | Procedimentos realizados | Custos (R\$) |
|----------------------------|------------------|---|--------------|-----------------|--|--------------|
| HumaLyzer Primus (603206) | 23/12/2017 | Limpeza das células de fluxo, manutenção na bomba peristáltica. | 600 | 05/08/2018 | Manutenção do sistema hidráulico, troca de tubo peristáltico, limpeza de células de fluxo. | 1.800.00 |
| HumaLyzer Primus (603182) | 23/12/2017 | Manutenção preventiva no sistema hidráulico. | 500 | 28/01/2019 | Troca de lâmpada, limpeza na mangueira de sucção, troca da bomba peristáltica. | 1.952.00 |
| HumaCont 30 TS (80028HK) | 20/07/2018 | Limpeza do sistema hidráulico, verificação de parâmetros. | 650 | 10/01/2019 | Limpeza interna, limpeza do sistema hidráulico, verificação da lâmpada. | 700.00 |
| HumaCont 30 TS (62716FT) | 16/08/2018 | Troca da lâmpada, troca de válvulas, limpeza da parte hidráulica. | 1.500.00 | 30/04/2019 | Troca da placa de força, troca de tubos, limpeza da parte hidráulica. | 2.450.00 |

Fonte: dados dos autores(2020)

Conforme a tabela, é possível observa a entrada de quatro aparelhos analisadores bioquímicos com diferentes parâmetros, nota-se o longo período entre as manutenções realizadas, e apenas um obedeceu às recomendações do fabricante, que estipula um período de seis meses para uma manutenção preventiva, na maioria dos casos passou-se de seis meses, causando problemas mais sérios nos aparelhos, notou-se que quando obedecido os custos são bem menores, com pouco aumento, em alguns casos os custos com manutenção aumentaram mais de 100% conforme a figura 3, demonstrando o auto valor de suas peças de reposição e mão de obra especializada.

Figura 3 – Custos com manutenção de equipamentos



Fonte: dados dos autores(2020)

Os resultados demonstrados trazem à tona o que Rodrigues et al (2016) relata sobre o tema, é discutido que devido à falta de uma atenção adequada ao setor de manutenção de equipamentos ou setor de engenharia clínica, gastos desnecessários são realizados, a falta de valorização com este setor traz à tona um problema abrangente e recorrente nos estabelecimentos de saúde, situação que se revestida poderia trazer benefícios para os a unidade de saúde e pra os pacientes.

Uma forma de reduzir custo, são as manutenções preventivas, dentro do prazo determinado, além do cuidado durante o uso dos equipamentos, alguns problemas como o entupimento de tubos peristálticos (figura 4), são ocasionados pela falta de limpeza depois de uma análise sanguínea, outros problemas, como a queima de placas de análise, comando e display (figura 5), são ocasionados por uma rede elétrica despreparada ou precária para receber estes aparelhos. É importante frisar que alguns desses aparelhos são de comunidades distantes de Manaus, municípios pequenos ou comunidades, problemas na rede elétrica como quedas de energia e picos são recorrentes, dificultando o devido funcionamento destes aparelhos ou causando defeitos, neste contexto o engenheiro especialista se torna fundamental para sanar qualquer tipo de problema.

Figura 5 – Tubos Peristálticos



Fonte: dados dos autores(2020)

Figura 6 – Placa de Comando



Fonte: dados dos autores(2020)

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa procurou analisar o papel do setor de engenharia dentro da área da saúde, trazendo a tona problemas que geralmente são encarados na área da saúde, como apresentado muitos equipamentos são utilizados dentro de uma unidade hospitalar e em laboratórios, equipamentos com alto valor de mercado e manutenção, cuidados e manutenções são essenciais, obedecendo sempre as recomendações do fabricante, dessa forma trazendo benefícios financeiros, como redução de custos, pois com a devida manutenção preventiva evitou se gastos exacerbados com manutenção corretiva, podendo assim haver o investimentos em outras áreas, além de trazer uma melhor qualidade no atendimento de pacientes, pois com equipamentos devidamente calibrados, limpos e em pleno funcionamento, um atendimento mais adequado e seguro poderá ser fornecido.

Neste contexto o engenheiro se mostrou importante, desenvolvendo o papel de profissional capacitado para realizar as manutenções, além de, em alguns casos, gerenciar e programar as manutenções nos aparelhos, aumentado seu papel trazendo mais benefícios para o local de trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. NBR 5462: 1994 - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Confiabilidade e Manutenibilidade. 1994.
- [2] BACALL, N.S. Analisador Automático Hematológico E A Importância De Validar Novos Equipamentos Em Laboratórios Clínicos. Rev. Bras. Hematol. Hemoter. São Paulo, vol.31 no.4. 2009.
- [3] CARVALHO, G.; A Saúde Pública No Brasil. Estud. av. vol.27 no.78 São Paulo 2013.
- [4] DEL SOLAR, J.G.M. A Engenharia Clínica Brasileira Objetivos, Responsabilidades, Requisitos. UNB. BRASÍLIA. 2017.
- [5] DEL SOLAR, J.G.M.; SOARES, F.A.; MENDES, C.J.M.R. Regulamentações Brasileiras De Engenharia clínica: Gestão De Equipamentos De Saúde E condições Para O Exercício Profissional. Res. Biomed. Eng. vol.33 no.4 Rio de Janeiro. 2017.
- [6] IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística, Pesquisa de Assistencia Medico-Sanitaria. < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9067-pesquisa-de-assistencia-medico-sanitaria.html?=&t=sobre> > Acessado em 10 de outubro de 2020, às 15:24h.
- [7] OLIVEIRA, E.J.V. Engenharia Clínica Aplicada À Definição E Implementação De Uma Proposta Desenvolvimentista Para O Sistema Nacional De Inovação De Produtos Médicos. UNICAMP, Campinas-SP. 2010.
- [8] QUADRI, G.M. Estudo Dos Processos Do Setor De Manutenção Na Área Hospitalar. UFFS, CHAPECÓ. 2017.
- [9] RODRIGUES, T.A.; DINIZ, I.A.; RODRIGUES, L.A. Manutenção Preventiva Com Foco Na Redução De Custos Em Unidades Hospitalares: Uma Revisão Integrativa Da Literatura. RAHIS. BRASIL. 2015.
- [10] SBPC - Sociedade Brasileira De Patologias Clinicas. Disponível em <http://www.sbpc.org.br/noticias-e-comunicacao/ibge-mostra-quantos-laboratorios-ha-no-brasil/> > acessado em 25 de setembro de 2020, às 18:00 h.
- [11] SOUZA, D.B.; MILAGRE, S.T.; SOARES, A.B. Avaliação Econômica Da Implantação De Um Serviço De Engenharia Clínica Em Hospital Público Brasileiro. Rev. Bras. Eng. Bioméd. vol.28 no.4 Rio de Janeiro Dec. 2012.
- [12] TERRA, T.G.; GUARIENT, A.; SIMÃO, E.M.; RODRIGUES JÚNIOR, L.F. Uma Revisão Dos Avanços Da Engenharia Clínica No Brasil. Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 47-61, 2014.
- [13] TROJAN, F.; MARÇAL, R.F.M.; BARAN L.R. Classificação Dos Tipos De Manutenção Pelo Método De Análise Multicritério Electre Tri. Simpósio Brasileiro De Pesquisa Operacional. Natal-RN. 2013.

Capítulo 18

Manutenção em redes energizadas e sua necessidade para diminuição dos indicadores DEC e FEC no Estado do Amazonas

Luiz Henrique da Costa Farias

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Rôney da Gama Dias

Resumo: Com o crescimento populacional e o uso da rede de energia elétrica, as concessionárias do Brasil em especial a do Amazonas, buscam atender essas demandas de fornecimento de energia, investindo cada vez mais em melhorias e em manutenções preventivas e corretivas. O objetivo deste artigo foi analisar se nos aspectos de qualidade de serviço desse setor no Estado, os indicadores de continuidade DEC e FEC foram influenciados de forma direta ou indireta pelas manutenções realizadas na rede de distribuição de energia elétrica com técnicas de Linha Viva. Tratou-se de uma pesquisa de campo com dados extraídos de uma empresa terceirizada da concessionária, e pesquisa bibliográfica com dados coletados do site da ANEEL durante o período de oito meses. Dos dados obtidos, foram utilizados somente o quantitativo, ignorando as peculiaridades de cada campo de pesquisa, dessa forma sendo divididos e analisados por o conjunto de unidades consumidoras (alimentadores) e tabelados de forma que fossem retirados a média e o alimentador mais influenciado. Do resultado esperado, somente a média dos indicadores de cada alimentador foi influenciada de forma indireta pela média de serviços executados, tendo em vista que para uma análise mais precisa, é necessário o uso de dados mais específicos, como por exemplo o detalhamento de cada serviço e o tempo de duração, dando ainda mais atenção aos atendimentos de emergências. De certa forma, pode-se concluir que os investimentos nas manutenções em redes energizadas estão tendo retorno como esperado.

Palavras-chave: setor elétrico do Amazonas, linha viva, perdas de energia.

1. INTRODUÇÃO

Conforme a sociedade atual evolui e junto consigo o uso da tecnologia, é de se esperar que ocorra também um aumento considerável na demanda do uso da energia elétrica. Sabendo disso as concessionárias de energia trabalham hoje com a missão de fornecer energia elétrica nas casas da população, e que a mesma seja contínua e com qualidade (RAMOS, 2017).

A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, é a responsável hoje pela fiscalização das concessionárias de energia elétrica no Brasil, regulando e averiguando a geração, transmissão, distribuição e a comercialização da energia (BERNARDINO, 2013), a Amazonas Energia é a empresa que administra esse setor no estado do Amazonas e junto a ela diversas empresas terceirizadas seguem normas como a NR 10, para que os projetos de redes de distribuição aéreas urbanas atendam a demanda com condições técnicas, econômicas e seguras (AME, 2012).

O setor elétrico brasileiro é composto quase todo por redes de distribuição aéreas compactas, e a manutenção em redes energizadas são feitas por técnicas conhecidas como Linha Viva (DUMA, 2017), na qual abrange equipamentos de segurança coletiva - EPC, segurança individual - EPI e eletricitista devidamente capacitados e habilitados (BRASIL, 2004). Seja de forma preventiva ou corretiva, as manutenções têm como objetivo reduzir os indicadores de Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora - DEC e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora - FEC (ANEEL, 2016).

Diante do exposto, o objetivo do artigo foi analisar se os serviços de manutenção em redes energizadas tiveram impacto direto ou indireto de forma positiva ou negativa dentro dos indicadores DEC e FEC. A análise de dados foi feita mediante pesquisa bibliográfica descritiva e pesquisa de campo dentro de uma empresa terceirizada no estado do Amazonas e valores mensais disponibilizados pela ANEEL no site da Agência, o período de análise foi limitado a oito meses.

Vale ainda ressaltar os obstáculos e dificuldades na distribuição de energia elétrica no Amazonas com diversas perdas na rede, seja pela grande extensão territorial em vegetação que necessitam de longos cabeamentos, pelos furtos de energia elétrica em grande escala ou ainda pelo clima nada comum no estado, com chuvas fortes e um calor acima da média (AME, 2018).

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O setor elétrico brasileiro é formado quase todo por redes de distribuição aéreas compactas, na qual tem seu processo que vem desde geração de energia elétrica que é produzida em grande parte por hidrelétricas, seguida pelo transporte em alta tensão em linhas de transmissão, onde é reduzida através do auxílio de transformadores abaixadores nas subestações, e por fim até chegar ao consumidor pelas linhas de distribuição (ANEEL, 2015).

Foram registradas cerca de 85 milhões de Unidades Consumidoras - UC ativas no Brasil em 2019, sendo 85% em âmbito residencial (ABRADEE, 2019), e os outros 15% na área comercial e industrial.

Segundo a AME no ano de 2018 foram registrados 1.001.550 de consumidores (UC) no estado do Amazonas sendo dessa energia em Manaus cerca de 51% importada do Sistema Interligado nacional (SIN) (tabela 1).

Tabela 1 - Energia Requerida em Manaus.

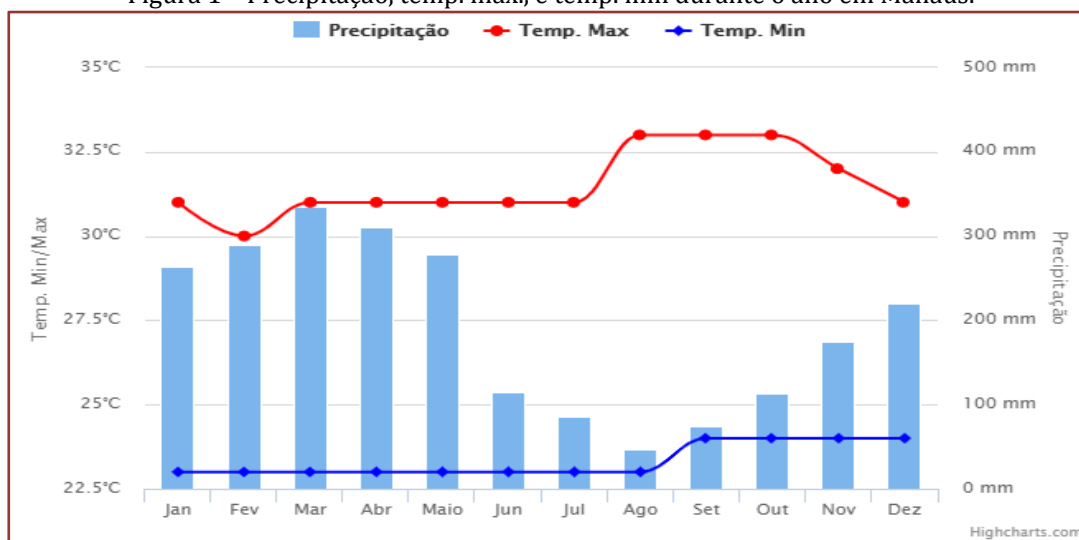
| Fonte de Suprimento | 2018 | | 2017 | |
|----------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|
| | GWh | % de Participação | GWh | % de Participação |
| Termelétrica a Óleo | 861 | 10 | 765 | 9 |
| Termelétrica a Gás | 3.496 | 39 | 2.945 | 34 |
| Hidrelétrica Balbina | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIN | 4.558 | 51 | 5.020 | 57 |
| Total | 8.915 | 100 | 8.730 | 100 |

Fonte: AME, 2018.

2.2. CLIMA EM MANAUS-AM

O Amazonas é conhecido pelo clima equatorial, com chuvas e ventos fortes, além de temperaturas bem acima da média em relação ao resto do Brasil, o que torna isso uma das maiores dificuldades na distribuição de energia e na manutenção dessas redes (AME, 2018), a figura 1 mostra a variação do clima em média durante o ano usando dados calculadas ao longo de trinta anos.

Figura 1 – Precipitação, temp. máx., e temp. min durante o ano em Manaus.



Fonte: CLIMATEMPO, 2020.

2.3. PERDAS DE ENERGIA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Toda rede de distribuição é passível de perdas, e essas perdas seja pelos equipamentos elétricos utilizados como transformadores ou ainda por conta das resistências ao longo dos cabamentos e quanto maior a rede maior as perdas (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2017).

São classificadas em dois segmentos segundo a ANEEL (2015), perdas técnicas (PT) onde estão correlacionadas as perdas por conta do Efeito Joule que é proveniente da dissipação de calor na transformação da energia térmica que ocorre nos condutores provenientes da transmissão de energia elétrica, perdas no núcleo dos transformadores (trafos) ou perdas dielétricas. E perdas não técnicas (PNT) que está diretamente ligada aos “furtos de energia”.

2.3.1. PERDAS TÉCNICAS (PT)

Segundo Brasil (2019) as perdas técnicas relacionam-se a parte das perdas no processo de transporte, transformação de tensão e medição durante a distribuição da rede na concessionária.

O percentual dessa perda pode ser calculado usando dados como potência dos transformadores, fluxo de potência, bitola, tamanho dos condutores e carga ou ainda os medidores das unidades consumidoras (ANEEL, 2017). Usando o valor de Energia injetada (EI) na rede pode se calcular o percentual de perdas técnicas (PPT) através da fórmula abaixo:

$$PPT = \frac{PT}{EI} * 100 [100\%]$$

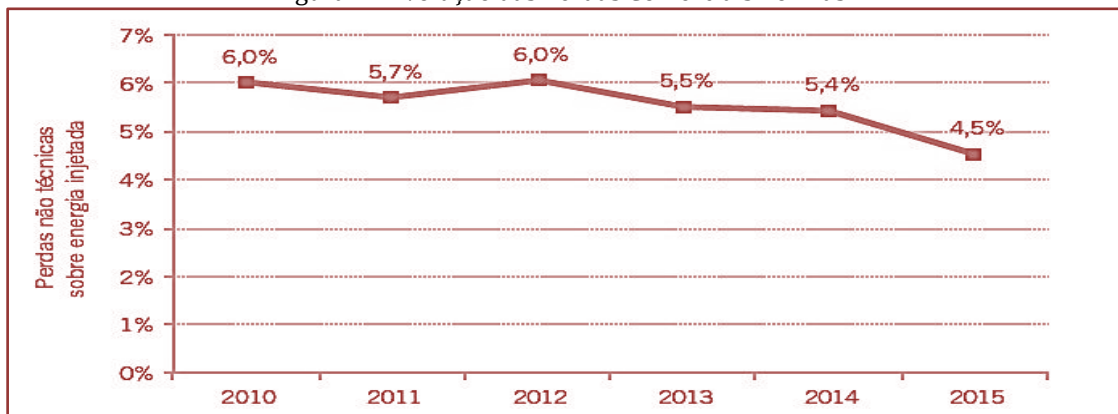
Fonte: ANEEL, 2017, p.17.

2.3.2. PERDAS NÃO TÉCNICAS (PNT) - FURTOS E FRAUDES DE ENERGIA

A PNT ou Perdas Comerciais podem ser definidos como a energia consumida que não é paga ou faturada, e podem ocorrer por meio de furto (ligações clandestinas, ou como conhecidos “gatos”), fraudes (manipulação do medidor) e falhas (pode ser de origem da concessionária durante a leitura e faturamento, ausência de medidor na UC ou ainda na manutenção do equipamento) (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2017).

No Brasil segundo o INSTITUTO ACENDE BRASIL (2017) as perdas comerciais de 2010 a 2015 tiveram uma redução de 1,5 % (figura 2).

Figura 2 - Evolução das Perdas Comerciais no Brasil.



Fonte: INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2017.

No Estado do Amazonas da energia injetada na rede (EI) segundo a ANEEL (2015) a perda total da somatória caiu de 50,74% em 2008 para 44,13% em 2019, ou seja aproximadamente 6,61%, de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 - Evolução das Perdas técnicas e Não Técnicas.

| Distribuidora | Ano | EI - Energia Injetada sem A1 | BT - Mercado Baixa Tensão | PTot - Perda Total | PTecReg - Perda Técnica Regulatório | PNTec - Perda Não Técnica | PTecReg/ EI | PNTec/ EI | PTot/ EI |
|---------------|------|------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|----------|
| Amazonas | 2008 | 4.627.063 | 1.751.436 | 2.347.774 | 400.824 | 1.946.950 | 8,66% | 42,08% | 50,74% |
| Amazonas | 2009 | 5.319.064 | 1.855.241 | 2.827.631 | 460.770 | 2.366.861 | 8,66% | 44,50% | 53,16% |
| Amazonas | 2010 | 8.353.333 | 2.150.746 | 3.539.611 | 642.987 | 2.896.624 | 7,70% | 34,68% | 42,37% |
| Amazonas | 2011 | 8.743.496 | 2.180.961 | 3.661.664 | 672.552 | 2.989.113 | 7,69% | 34,19% | 41,88% |
| Amazonas | 2012 | 9.182.897 | 2.544.027 | 3.586.871 | 705.860 | 2.881.011 | 7,69% | 31,37% | 39,06% |
| Amazonas | 2013 | 9.715.266 | 2.938.005 | 3.747.911 | 746.782 | 3.001.130 | 7,69% | 30,89% | 38,58% |
| Amazonas | 2014 | 10.275.370 | 3.195.837 | 4.000.545 | 789.835 | 3.210.710 | 7,69% | 31,25% | 38,93% |
| Amazonas | 2015 | 10.592.217 | 3.481.797 | 4.266.960 | 814.190 | 3.452.770 | 7,69% | 32,60% | 40,28% |
| Amazonas | 2016 | 10.576.552 | 3.257.761 | 4.566.185 | 812.986 | 3.753.199 | 7,69% | 35,49% | 43,17% |
| Amazonas | 2017 | 10.389.556 | 3.058.763 | 4.537.116 | 798.612 | 3.738.504 | 7,69% | 35,98% | 43,67% |
| Amazonas | 2018 | 10.638.226 | 3.083.742 | 4.671.799 | 817.727 | 3.854.072 | 7,69% | 36,23% | 43,92% |
| Amazonas | 2019 | 10.997.363 | 3.279.105 | 4.852.609 | 845.332 | 4.007.277 | 7,69% | 36,44% | 44,13% |

Fonte: ANEEL, 2015.

2.4. DURAÇÃO EQUIVALENTE DE INTERRUPÇÃO POR UC - DEC

Durante a descontinuidade do fornecimento de energia, o período de tempo que em média, um grupo de consumidor ficou desamparado é medida pelo indicador DEC (MAGALHÃES, 2017), no qual é associado a fatores de análise como os que antecedem o atendimento (tempo médio de preparação e deslocamento) e atendimento (tempo médio de execução) (ANEEL, 2016). Pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$DEC = \frac{\sum_{j=1}^{C_c} DIC(j)}{C_c}$$

Fonte: ANEEL, 2016, p. 53.

Entre as diversas causas dos indicadores DEC, de forma geral existem diversas causas que impactam diretamente, exemplo: condições adversas do clima, o uso dos EPC's (fusíveis, relés e religadores), a existência de equipes à disposição para o atendimento, e o acesso ao local de atendimento (POMALIS et al, 2014), que pode ser a dificuldade por conta da distância, pavimentação, rua estreita, carros no local, etc.

2.5. FREQUÊNCIA EQUIVALENTE DE INTERRUPÇÃO POR UC - FEC

O indicador FEC deriva da quantidade de interrupções, em média numa determinada análise, dentro de um conjunto de unidades consumidoras (ANEEL, 2016). No qual está associado à poda da vegetação em torno da rede, condições favoráveis do clima e manutenções na rede, sendo para melhoria ou aumento. Pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$FEC = \frac{\sum_{j=1}^{C_c} FIC(j)}{C_c}$$

Fonte: ANEEL, 2016, p. 53.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foi usado como método de investigação pesquisa bibliográfica descritiva e pesquisa de campo dentro de uma empresa terceirizada no Estado do Amazonas, usando dados arquivados dos serviços executadas durante o período de aproximadamente oito meses pela empresa, juntamente com valores disponibilizados pela ANEEL no site da própria agência, é válido ressaltar que a informações utilizadas aqui são na maioria disponibilizadas ao público para consulta.

3.1. MANUTENÇÕES EM REDES ENERGIZADAS COM TÉCNICAS DE LINHA VIVA

As manutenções são programadas para garantir o fornecimento contínuo de energia de cada zona e bairro na cidade, sempre com o objetivo de redução de falhas, faltas de energia ou ocorrências emergenciais, e para isso as concessionárias investem sempre em novas técnicas e gestão da manutenção (MAGALHÃES, 2017).

Esta pesquisa teve como análise o quantitativo de serviços realizados de manutenção em redes energizadas utilizando técnicas de Linha Viva que consiste na execução do serviço, como o próprio nome sugere, em redes energizadas com tensões de até 34.5 KV, com métodos de execução com contato e à distância, sempre com uso obrigatório de proteção utilizando EPI's, EPC's (CEMIG, 2017) além de eletricitas totalmente treinados, capacitados e com atestado de saúde emitida pelo setor responsável da empresa (BRASIL, 2004). Na figura 3, configura-se uma equipe de eletricitas executando suas atividades em uma rede energizada de 13.8 KV.

Figura 3 - Equipe de Linha Viva fazendo a substituição de cruzetas.



Fonte: Dados do autor, 2020.

3.2. SERVIÇOS EXECUTADOS PREVENTIVOS, CORRETIVOS E EMERGENCIAIS

A pesquisa de campo foi realizada dentro de uma empresa privada prestadora de serviços da AME, da qual é responsável por quase toda instalação e manutenção da rede elétrica em Manaus, atuando desde a verificação de possíveis furtos de energia, como também na integração de melhorias. Os dados no qual foram investigados, são do departamento que é exclusivo para manutenção da rede, com atividades hoje em Linha Viva, Linha Morta e Poda da vegetação.

Com equipes de cinco eletricitas, os caminhões saem todos os dias, com programações de manutenções preventivas pré-definidas como acordado pela contratante, sendo ainda subdivididas em turmas exclusivas para os grupos de atividades supracitados, existe também a possibilidade de atendimento de ocorrências emergências, no qual são solicitadas pelo Centro de Operação Integrado - COI, onde todas as turmas estão autorizadas a atender tais ocorrências, sendo ainda uma definida para atendê-la exclusivamente.

As informações dos serviços prestados são integradas a um cronograma contendo a data de execução de serviço, horário, equipe, fiscal (inspetor do serviço), descrição do serviço, endereço, alimentador, e algumas mais informações básicas. Para este relatório foram filtrados individualmente os alimentadores, de forma que sejam tabelados em quantitativo e período, nesse momento os valores estão sem padrão ou forma.

3.3. DADOS COLETADOS ANEEL

A pesquisa foi realizada através de dados coletados do *site* da própria agência, visto que qualquer informação ausente indica uma possível inadimplência por parte da concessionária conforme a ANEEL (2015). No primeiro momento foi necessário entrar no *site*, em seguida buscar por “Indicadores Coletivos de Continuidade (DEC e FEC)”, e por fim filtrar os dados na devida ordem:

- 1º Concessionária;
- 2º Distribuidora – AME;
- 3º Período – janeiro a agosto (para cada mês será um relatório individual);
- 4º Ano – 2020.

Realizado isto, foram extraídas diversas informações como o exemplo, conforme demonstrado na tabela 3, que é composta por conjuntos de instalações que operam em níveis de alta tensão (superior a 69 kV), código, nº de consumidores de cada conjunto e média do indicador DEC e FEC.

Tabela 3 - DEC e FEC estratificada por mês.

| Indicadores de Continuidade por Conjunto | | | | |
|--|--------|--------------------|-----|-----|
| AME – Janeiro/2020 | | | | |
| CONJUNTO | CÓDIGO | Nº DE CONSUMIDORES | DEC | FEC |

Fonte: ANEEL, 2015.

Dos dados extraídos foram utilizados somente as informações dos principais conjuntos de Manaus, no qual foram identificadas pelo seu devido alimentador, de acordo com a tabela 4.

Tabela 4 - Conjuntos analisados neste trabalho.

| Alimentador | Conjunto |
|-------------|------------------------|
| AD | Aparecida |
| CC | Cachoeirinha |
| CD | Cidade nova |
| DI | Distrito industrial I |
| DD | Distrito industrial II |
| FL | Flores |
| MG | Marapatá |
| PN | Ponta negra |
| RE | Redenção |
| SO | Santo Antônio |
| SJ | São José |
| VO | V8 |

Fonte: Dados do autor, 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 5, encontra-se o quantitativo planejado de serviços executados nos oito meses, no qual foram extraídos do cronograma de serviços, que inclui diversos tipos de serviços, como poda da vegetação, auxílio a equipe de Linha Morta (substituição de poste, transformadores, implantação de rede nova, e entre outros), e manutenção preventiva (substituição de cruzetas de madeira por fibra, substituição de para-raios, substituição de chaves porta fusível, e entre outros).

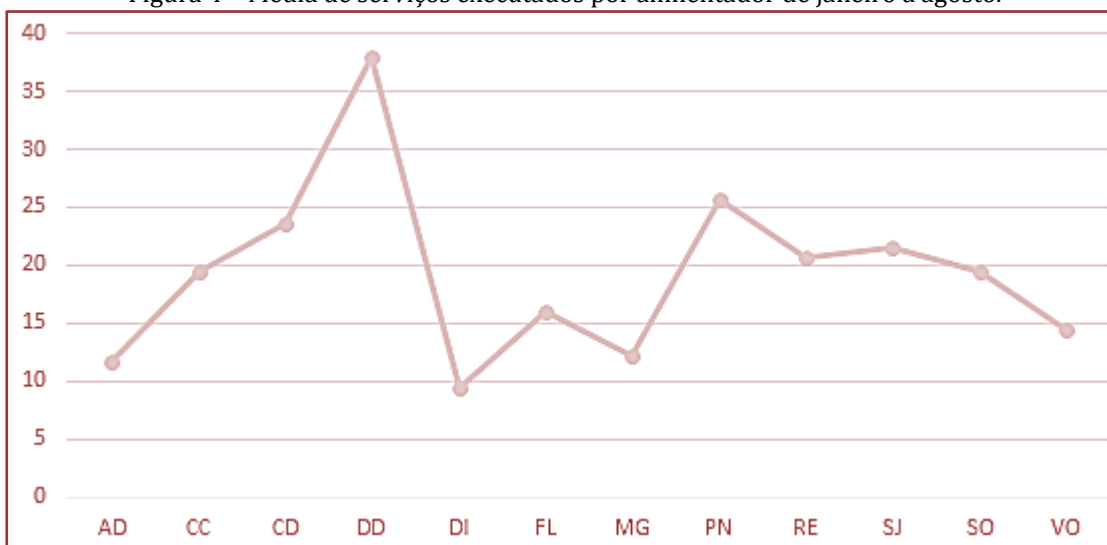
Tabela 5 - Quantitativo de serviços executados de janeiro a agosto.

| MÊS/ALM | AD | CC | CD | DD | DI | FL | MG | PN | RE | SJ | SO | VO |
|-----------|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Janeiro | 14 | 18 | 48 | 13 | 10 | 32 | 7 | 75 | 23 | 15 | 14 | 35 |
| Fevereiro | 30 | 19 | 34 | 26 | 9 | 22 | 4 | 20 | 36 | 14 | 18 | 8 |
| Março | 9 | 27 | 20 | 42 | 15 | 10 | 5 | 13 | 11 | 7 | 6 | 7 |
| Abril | 3 | 13 | 9 | 43 | 3 | 8 | 2 | 6 | 10 | 16 | 3 | 12 |
| Maiο | 14 | 26 | 12 | 54 | 13 | 16 | 5 | 20 | 16 | 21 | 22 | 4 |
| Junho | 9 | 16 | 21 | 61 | 7 | 14 | 21 | 37 | 11 | 47 | 29 | 11 |
| Julho | 7 | 29 | 26 | 38 | 13 | 7 | 37 | 27 | 34 | 25 | 42 | 15 |
| Agosto | 7 | 7 | 19 | 27 | 6 | 19 | 17 | 7 | 25 | 27 | 21 | 23 |
| TOTAL | 93 | 155 | 189 | 304 | 76 | 128 | 98 | 205 | 166 | 172 | 155 | 115 |

Fonte: Dados do autor, 2020.

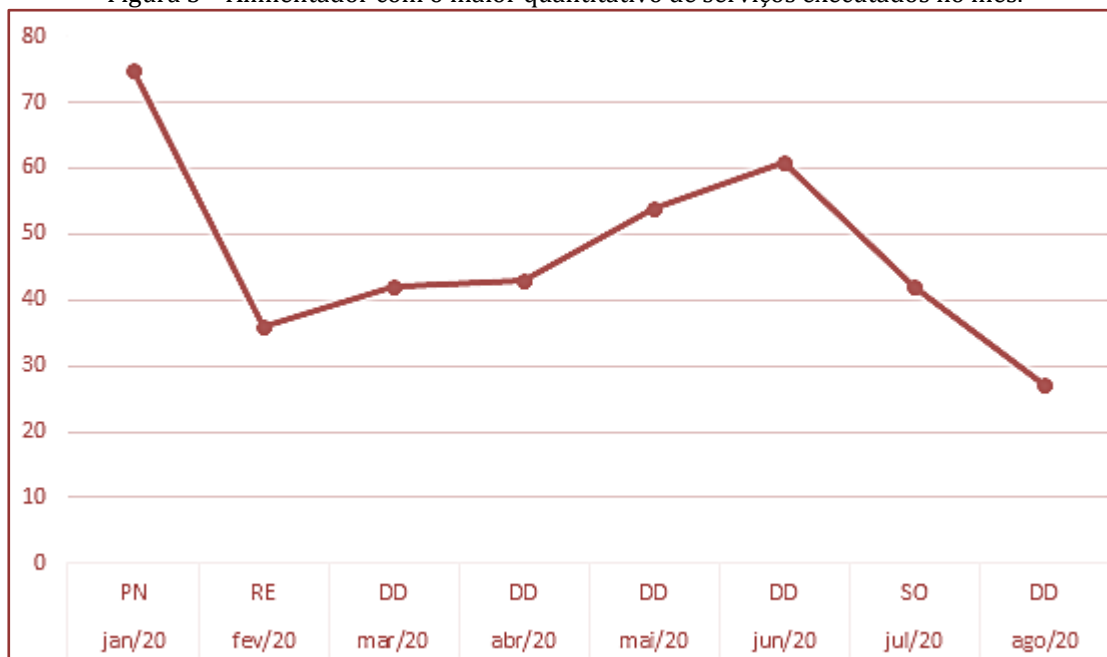
Desta forma, nesse primeiro momento, foram avaliadas os meses individualmente e projetadas na figura 4 e 5.

Figura 4 – Média de serviços executados por alimentador de janeiro a agosto.



Fonte: Dados do autor, 2020.

Figura 5 – Alimentador com o maior quantitativo de serviços executados no mês.



Fonte: Dados do autor, 2020.

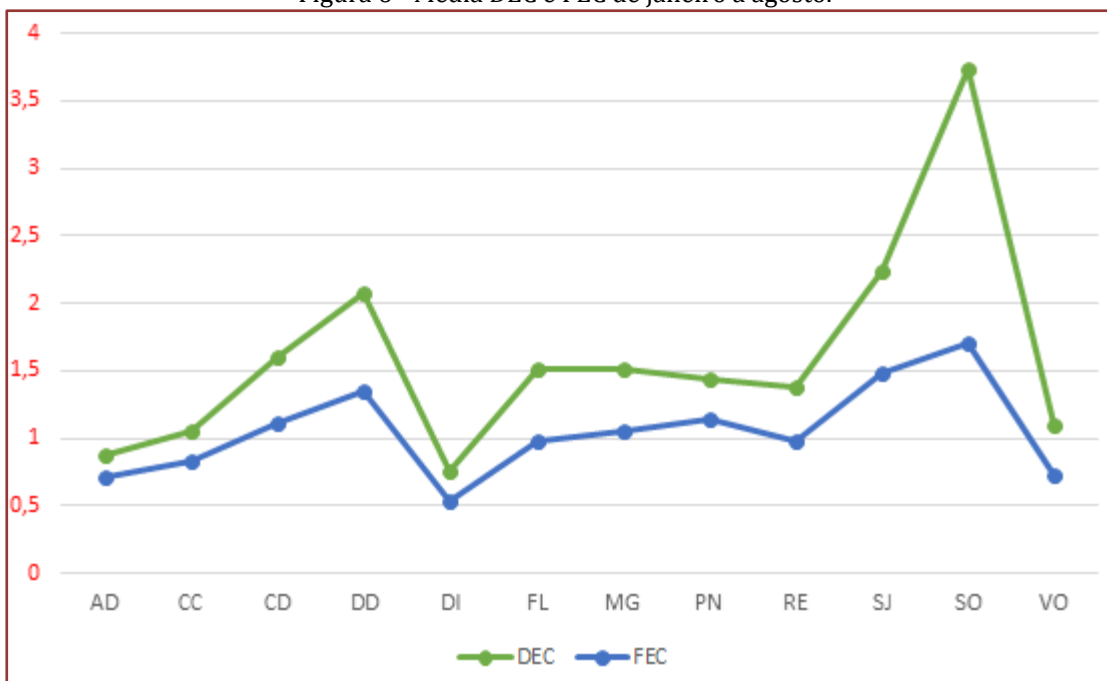
Nesse segundo momento, foram analisados os dados extraídos do *site* da ANEEL de duas formas, a primeira no qual foram retiradas as médias dos indicadores de continuidade no período citado, como mostra a tabela 6 e a figura 6.

Tabela 6 – Média DEC e FEC de janeiro a agosto.

| ALM | AD | CC | CD | DD | DI | FL | MG | PN | RE | SJ | SO | VO |
|-----|-------|------|-------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| DEC | 0,878 | 1,06 | 1,605 | 2,06875 | 0,76 | 1,506 | 1,511 | 1,431 | 1,376 | 2,244 | 3,73 | 1,099 |
| FEC | 0,711 | 0,84 | 1,11 | 1,35375 | 0,54 | 0,981 | 1,059 | 1,141 | 0,975 | 1,48 | 1,71 | 0,721 |

Fonte: ANEEL, 2015.

Figura 6 - Média DEC e FEC de janeiro a agosto.



Fonte: Dados do autor, 2020.

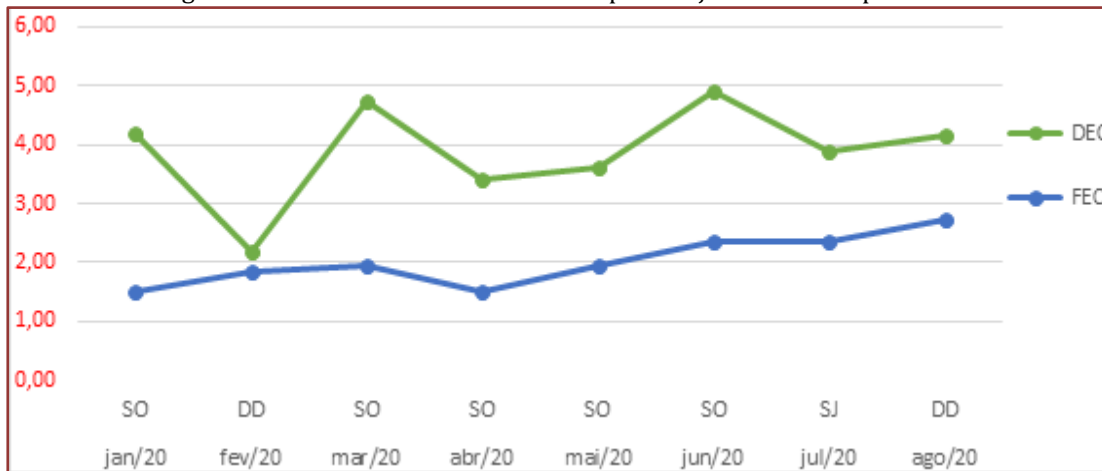
E a segunda, que foram filtrados nas seguintes ordens: mês/ano, DEC do maior para o menor, FEC do maior para menor, do resultado foi retirado o valor máximo DEC e FEC de cada mês, de acordo com a tabela 7 e figura 7.

Tabela 7 - Indicadores de Continuidade por Conjunto máximo por mês.

| MÊS/ANO | ALM | CONJUNTO | Nº DE UC'S | DEC | FEC |
|---------|-----|------------------------|------------|------|------|
| JAN/20 | SO | SANTO ANTÔNIO | 83749 | 4,19 | 1,52 |
| FEV/20 | DD | DISTRITO INDUSTRIAL II | 25032 | 2,20 | 1,83 |
| MAR/20 | SO | SANTO ANTÔNIO | 83666 | 4,74 | 1,94 |
| ABR/20 | SO | SANTO ANTÔNIO | 83578 | 3,42 | 1,51 |
| MAI/20 | SO | SANTO ANTÔNIO | 83442 | 3,62 | 1,93 |
| JUN/20 | SO | SANTO ANTÔNIO | 83387 | 4,89 | 2,37 |
| JUL/20 | SJ | SÃO JOSÉ | 75011 | 3,89 | 2,35 |
| AGO/20 | DD | DISTRITO INDUSTRIAL II | 24872 | 4,16 | 2,72 |

Fonte: ANEEL, 2015.

Figura 7 - Indicadores de Continuidade por Conjunto máximo por mês.

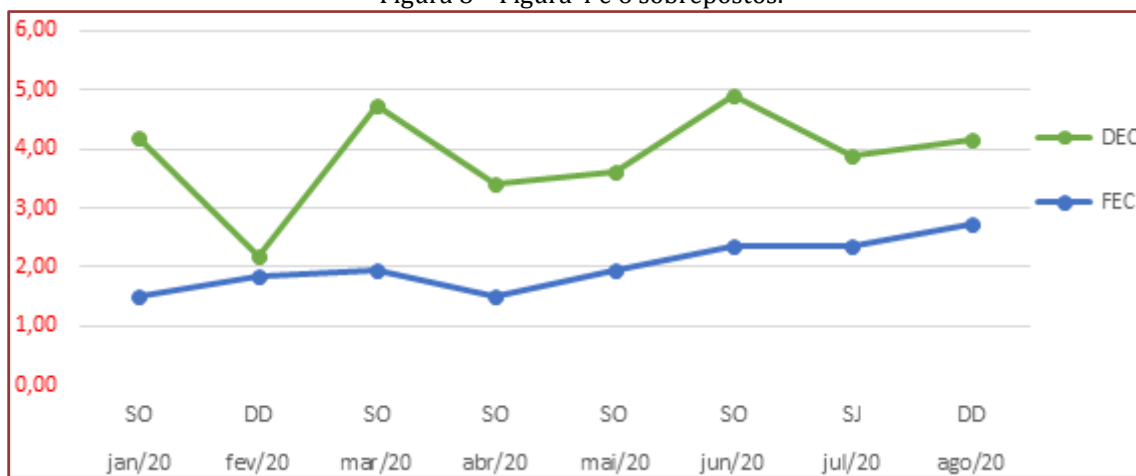


Fonte: Dados do autor, 2020.

Tendo em vista que o resultado esperado era obter a relação na totalidade dos valores mencionados supracitados, de forma que a figura 5 do alimentador com o maior quantitativo de serviços executados no mês coincidissem com a figura 7, e a figura 4 da média de serviços executados por alimentador de janeiro a agosto com a figura 6.

Do resultado esperado, a segunda parte foi de forma satisfatória, sendo ainda somente de forma indireta, no qual os gráficos se sobrepõem em alguns pontos, como se vê na figura 8.

Figura 8 – Figura 4 e 6 sobrepostos.



Fonte: Dados dos autores, 2020.

Por conta do pouco tempo para finalização do projeto, foi se necessário a utilização de dados de forma quantitativa, sem levar em consideração diversos fatores qualitativos que implicam diretamente nesses indicadores como:

- Tempo de cada serviço;
- Tipos de serviços: poda de vegetação, manutenção preventiva, manutenção corretiva (substituição de chaves queimadas, substituição de para-raios, e entre outros);
- Ocorrências emergências e ocorrências com interrupções de energia: Nesse caso seriam analisados o tempo médio de preparação (TMP), tempo médio de deslocamento (TMD) e tempo médio de execução (TME) (ANEEL, 2016).

Fica em aberto a possibilidade de uma pesquisa mais aprofundada com à atenção no atendimento desses fatores. Além do mais, foi levado em consideração somente os serviços finalizados nos últimos oito meses, assim sendo descartado os serviços executados parcialmente.

5. CONCLUSÃO

Com base na pesquisa que foi apresentada, os serviços de manutenção em redes energizadas apontaram de forma indireta uma influência positiva nos indicadores DEC e FEC. Portanto pode-se afirmar que a concessionária junto a empresa privada contratada está investindo nas manutenções, buscando manter uma qualidade de energia dentro dos padrões, mesmo diante das dificuldades na distribuição de energia, tendo em vista o clima nada constante ou ainda o grande índice de ligações clandestinas no Estado do Amazonas.

Este trabalho teve como base a fundação teórica de artigos e trabalhos acadêmicos, além de experiências nas vivências de trabalho em meio social, no qual surgiu da observação das diversas possibilidades de melhoria em sistemas já existentes, o que é fato um artifício que o estudante adquiri durante o curso de engenharia elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica. A distribuição de Energia. 2012. Disponível em: <<https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/a-distribuicao-de-energia/>>. Acesso em 26/09/2020.
- [2] AME, A. E. Relatório Anual de Responsabilidade Socioambiental 2018. Disponível em: <<http://www.amazonasenergia.com/cms/index.php/sustentabilidade/relatorios-de-sustentabilidade/>>. 2019. Acesso em 15/09/2020.
- [3] AME, A. E. RES nº 085/2012. Manual de procedimentos de redes de distribuição. Disponível em: <<http://www.amazonasenergia.com/cms/>>. 2012. Acesso em 20/09/2020.
- [4] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Módulo 8: Qualidade da Energia Elétrica. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Disponível em: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL: <<https://www.aneel.gov.br/modulo-8>>. 2016. Acesso em 26/09/2020.
- [5] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Indicadores Coletivos de Continuidade (DEC e FEC). 2015. Disponível em: <<https://aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade#back-top>>. Acesso em: 26/09/2020.
- [6] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Tempo de Atendimento às Ocorrências Emergenciais. 2016. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/tempo-de-atendimento-as-ocorrencias>>. Acesso em: 06/10/2020.
- [7] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Módulo 7: Cálculo de Perdas na Distribuição. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Revisão 5 da Resolução nº 771/2017. Disponível em: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL: <<https://www.aneel.gov.br/modulo-7>>. Acesso em 26/09/2020.
- [8] BERNARDINO, J. Análise dos processos, equipamentos e medidas de segurança na manutenção de redes de distribuição em uma companhia de eletricidade. Curitiba. Monografia (Especialização) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Departamento Acadêmico de Construção Civil. UTFPR, 56 p. 2013.
- [9] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-10: Instalações e Serviços em Eletricidade. Alterada pela Portaria MTE N.º 598, em 7 de dezembro de 2004. Brasília.
- [10] BRASIL. Ministério Público Federal. Câmara de Coordenação e Revisão, 3. Perdas não técnicas de energia elétrica. Brasília. 2019. 35 p. – (Roteiro de atuação, v. 4). Disponível em: <www.mpf.mp.br>. Acessado em 03/10/2020.
- [11] CEMIG. Distribuição S. A. Norma de Distribuição: Manutenção em Redes e Subestações de Distribuição Aéreas Energizadas de Média Tensão (Linha Viva). ND-4.4. Minas Gerais. 2017. Disponível em: <<https://novportal.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/07/ND-4.4-00001-1-1.pdf>>. Acesso em 04/10/2020.
- [12] CLIMATEMPO. Site Parceiro do UOL Notícias. 2020. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/25/manaus-am>>. Acesso em 18/10/2020.
- [13] DUMA, M. Avaliação da manutenção de redes de distribuição compactas de 34,5 KV com técnicas de Linha Viva. Curitiba. Monografia (Bacharel) - Curso de Engenharia Elétrica, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná. 2017.
- [14] INSTITUTO ACENDE BRASIL. Perdas Comerciais e Inadimplência no Setor Elétrico. White Paper, ed. 18, São Paulo, 40 p. 2017.
- [15] MAGALHÃES, Emerson F. A. Modelagem e Simulação de Indicadores de Continuidade: Ferramenta Auxiliar para a Manutenção em Redes de Distribuição de Energia Elétrica. 142 f. il. 2017. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial (PEI), Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2017.
- [16] POMALIS, M.; LEBORGNE, R. C.; ROSSINI, E. A Influência da Metodologia de Regulação nos Indicadores de Continuidade DEC e FEC. Anais do V Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos [...] Foz de Iguaçu. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263586512_A_Influencia_da_Metodologia_de_Regulacao_nos_Indicadores_de_Continuidade_DEC_e_FEC>. Acesso em 30/09/2020.
- [17] RAMOS, A. Avaliação dos riscos e incertezas de contratações das empresas distribuidoras de energia elétrica. Monografia (Bacharel) - Curso de Engenharia de Produção de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2017.

Capítulo 19

Projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas do pavilhão de manutenção e transporte do 7º Batalhão de Polícia do Exército

Dillyan Viana de Souza

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Com as diversas mudanças climáticas que o planeta sofreu nas últimas décadas e com as intensificações das descargas atmosféricas, o homem sentiu a necessidade de se proteger, assim, ao longo dos tempos foram criados sistemas que buscam amenizar os impactos causados pelas descargas atmosféricas e até mesmo para preservar a vida humana. A presente pesquisa teve como o propósito abordar os conceitos e os procedimentos adotados no tocante à elaboração de um projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), que visa proporcionar uma cobertura completa no que concerne à estrutura das edificações e a segurança das pessoas e os equipamentos elétricos e eletrônicos que se encontrem em seu interior, contra as possíveis ocorrências diretas dos raios. O local que irá receber o SPDA será a futura instalação do Pavilhão de Manutenção e Transporte (PMT) do 7º Batalhão de Polícia do Exército (7º BPE), na cidade de Manaus, Amazonas, onde foram realizados os estudos e coletas de dados. Na abordagem do assunto será mostrado e explicado as condições climáticas, a física dos raios, os critérios adotados para definir o sistema de captação, descida, aterramento e equipotencialização da edificação. Destarte, nesse projeto de um SPDA encontram-se os benefícios à segurança das pessoas e do patrimônio diante da ocorrência de descargas elétricas em geral.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Estrutura elétrica, Dimensionamento

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos seis anos, o Brasil registrou uma média de 77,8 milhões de raios por ano, ocupando o primeiro lugar na lista de países com maior incidência de raios no mundo, segundo o levantamento feito pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE, 2017).

Cumprir destacar que as descargas atmosféricas podem ser diretas, as quais incidem diretamente sobre as edificações, linhas de transmissão de energia ou qualquer outra instalação exposta ao tempo, e indiretas, que se traduzem em surtos induzidos (por acoplamento indutivo ou capacitivo) ou injetados (por acoplamento resistivo, via aterramento), os quais podem danificar as linhas de energia e de sinal, bem como os equipamentos terminais (CREDER, 2016).

Nesse contexto, é fundamental adotar medidas adequadas no tocante à proteção do patrimônio (edificação) e as pessoas que estão dentro da edificação. Desta maneira, houve a necessidade de se elaborar um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) para as instalações do novo Pavilhão de manutenção e transporte (PMT) do 7º Batalhão de Polícia do Exército (7º BPE) – Unidade responsável por exercer o poder de polícia no âmbito das Forças Armadas e missões atinentes à Garantia da Lei e da Ordem – (Ministério da Defesa, 2018).

Desta forma, objetiva-se com este trabalho, abordar o dimensionamento de um projeto de SPDA do PMT, levando-se em consideração a norma da ABNT 5419/2015, que é a norma regulamentadora que fixa as condições exigíveis a esse tipo de projeto, e em cumprimento as exigências do corpo de bombeiros, o qual determinar que edifícios com mais de 30 metros de altura e instalações comerciais e industriais, com mais de 1500 m² de área construída precisam de um SPDA.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS VERSUS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

As condições climáticas fundamentam-se em agente transformador dos diversos geossistemas os quais compõem o planeta Terra. Desta forma, segundo Souza, et al. (2016), a ação climática, como mecanismo de regulação temporal no espaço, está ligada ao comportamento dinâmico atmosférico, representado pelos seus atributos e com certo ritmo capaz de afetar as relações entre homem e ambiente.

Além disso, segundo Santos (2000), a condição climática é considerada elemento condicionador no processo ambiental, por fornecer calor e umidade, principalmente, por ser responsável pelo desencadeamento de uma série de processos, como a formação de solos, das estruturas de formas de relevo, dos recursos hídricos, do crescimento, desenvolvimento e distribuição das plantas e animais, chegando a refletir nas atividades econômicas e na sociedade.

Nesse viés, a preocupação com o clima sempre foi de interesse do homem, desde o início da civilização, quando a capacidade de compreensão da dinâmica do clima era uma questão de sobrevivência, num contexto em que a vida humana seguia os ciclos das mudanças de estações (DREYFUSS, 2018).

Contudo, é importante ressaltar que as condições climáticas vêm sofrendo inúmeras mudanças nos últimos anos, em virtude, principalmente, da atividade humana no planeta, acarretando impactos ambientais e efeitos no clima urbano (DREYFUSS, 2018).

Consoante Dreyfuss (2018), o tempo de resiliência dos ecossistemas será excedido pela combinação de mudanças climáticas, seus distúrbios associados e outros causadores de mudanças globais. Espera-se, por exemplo, que o sequestro de carbono pelos ecossistemas terrestres aumente, tendo seu pico em torno de 2050, e diminuindo em seguida, podendo até reverter seu efeito, aumentando as mudanças climáticas.

Diante desse cenário, cumpre destacar que as descargas atmosféricas exercem certa influência no que concerne as condições climáticas, é o que aponta Saba (2001), “As tempestades são como grandes trocadores de calor. Ou seja, o ar que próximo ao chão encontrava-se, em dias de verão, a quase 40 °C, pode ser transportado até o topo da tempestade onde pode chegar com a temperatura de -70 °C. Existem estimativas de que o nosso planeta sem essas nuvens trocadoras de calor teria uma temperatura média 10 C maior”.

Ademais, sabe-se que a maioria das descargas atmosféricas ocorrem dentro das nuvens, e, ainda, de acordo com Saba (2001), a origem de uma nuvem está no calor que é irradiado pelo Sol atingindo a superfície de nosso planeta.

A partir disso, tem-se a formação das nuvens de tempestades, que ocorre usualmente nos finais de tarde (entre as 16 e as 18h), como consequência do aquecimento da Terra pelo Sol, que produz correntes ascendentes de ar úmido, as quais vão ao encontro de camadas mais altas e mais frias da baixa atmosfera (CREDER, 2016).

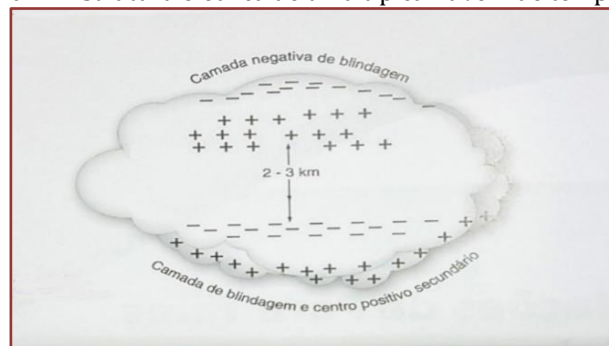
2.2. A FÍSICA DOS RAIOS

Na era moderna, com o desenvolvimento da teoria clássica do eletromagnetismo e os subsequentes avanços tecnológicos obtidos no século XX, o conhecimento humano sobre as descargas elétricas na atmosfera se expandiu muitíssimo e finalmente foi possível descrever o fenômeno de maneira cientificamente satisfatória (MEDEIROS, 2019; SOUZA, 2019; SABA, 2019).

Atualmente, a física dos raios ainda se constitui em um tema de intensa investigação científica, tanto no campo teórico quanto no campo experimental (MEDEIROS, 2019; SOUZA, 2019; SABA, 2019). Nesse sentido, no que diz respeito ao fenômeno dos raios na atmosfera, algumas perguntas são naturais e pertinentes, a saber: de onde vêm os raios? como se formam? quais são os tipos de raios existentes? para responder essas perguntas, faz-se necessário entender, primeiramente, a origem das nuvens.

A explicação para a origem das nuvens de tempestades segundo Creder (2016), ocorre quando se inicia o aquecimento da mistura de ar e vapor d'água nos dias quentes, que se expande, diminui de densidade e sobe para camadas mais frias da atmosfera. Se nessas camadas a temperatura for igual ou inferior ao ponto de orvalho (ou de condensação), o vapor volta ao estado líquido sob a forma de gotículas, dando origem às nuvens, conforme figura 01.

Figura 1 - Estrutura elétrica de uma típica nuvem de tempestade



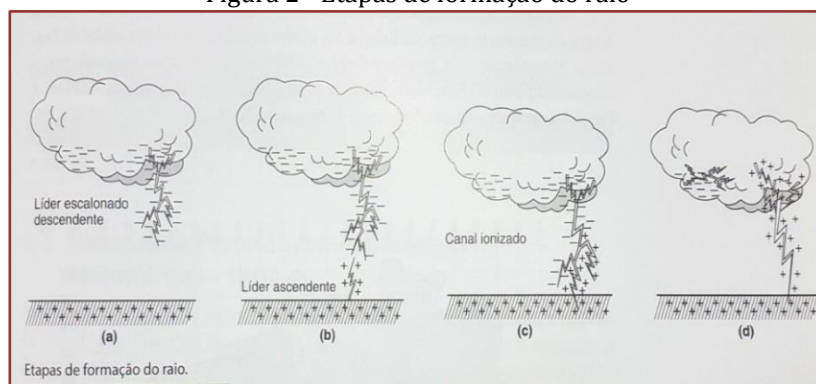
Fonte: Creder (2016)

Medeiros, Souza e Saba, (2019) explicam que dentro das nuvens existem gotas de água, cristais de gelo, gotas superesfriadas e granizo. Devido à grande velocidade dos ventos dentro das nuvens, gelo e granizo se chocam e, através da transferência de cargas elétricas entre elas, acabam eletrificando a nuvem. As cargas elétricas geradas são abundantes e produzem um campo elétrico forte, fora e dentro da nuvem. Esse campo por sua vez, também induz cargas elétricas no solo. Quando o campo elétrico na nuvem é intenso ocorre a quebra da rigidez dielétrica do ar e a formação dos relâmpagos.

Os relâmpagos podem ser classificados de dois tipos segundo: os que não tocam o solo, chamados de relâmpagos intranuvem, e os que tocam o solo, chamados simplesmente de raios. Que podem ser identificados como: descendentes e ascendentes (MEDEIROS, 2019; SOUZA, 2019; SABA, 2019).

Creder, (2016) ressalta que os raios descendentes de polaridade negativa são os mais frequentes (90% em estruturas com altura inferior a 100 m), de acordo com pesquisa realizada em todo o mundo, sendo que a sua formação, de maneira geral, passa pelas seguintes etapas figura 02.

Figura 2 - Etapas de formação do raio



Fonte: Creder (2016)

Além dos raios que descem, existem raios que sobem, este tipo de relâmpago ocorre a partir de torres e prédios altos e não aconteceriam se essas estruturas não estivessem presentes. Os raios ascendentes se iniciam quando o campo elétrico na ponta das estruturas se intensifica e gera uma descarga pra cima em direção a nuvem, conforme figura 03.

Figura 3 - Raios ascendentes registrados pela primeira vez no Brasil



Fonte: Inpe-Elat (2012)

Desta forma, após o seu processo de formação, o raio tem a capacidade de liberar Grande parte de energia, que, conseqüentemente, é transformada em calor, luz, som e ondas de rádio. Ademais, apenas uma fração dela é convertida em energia elétrica (SABA, 2001).

2.3. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Com as diversas mudanças climáticas que o planeta sofreu nas últimas décadas e com as intensificações das descargas atmosférica, o homem sentiu a necessidade de se proteger, assim, ao longo dos tempos foram criados sistemas que buscam amenizar os impactos causados pelas descargas atmosféricas e até mesmo para preservar a vida humana (CZAPSKI, 2019; AQUINO, 2019; LOPES, 2019).

Além dos riscos inerentes à vida humana, as descargas atmosféricas causa prejuízos para a sociedade, isso ocorre em todos os setores da economia, desde a construção civil, agricultura, pecuária a economia pessoal do indivíduo. Nesse viés, a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANNEE) cria normas reguladoras para que possam reduzir os prejuízos e danos a vida humana como o SPDA (CZAPSKI, 2019; AQUINO, 2019; LOPES, 2019).

Consoante Creder (2016), o sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA, refere-se ao conjunto de mecanismos instalados no ponto mais alto da edificação, sendo este conectados ao aterramento e pode ser dividido, classicamente, em três partes, a saber:

- rede captora de descargas – elementos horizontais (condutores suspensos ou em malhas) e elementos verticais (hastes e mastros);
- descidas;
- aterramentos.

Cumpre, ainda, destacar que a rede de interligação dos aterramentos e das massas metálicas da instalação, em uma concepção mais atual, pode ser considerada a quarta parte do SPDA (CREDER, 2016).

Desta maneira, os Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas têm por objetivo básico interceptar raios e conduzi-los à terra. No entanto, é necessário frisar que ao se considerar a complexidade do fenômeno e as simplificações contidas nos modelos, não se pode obter uma proteção 100% de garantia, o que significa dizer que, por melhor que seja dimensionado o sistema de proteção de uma estrutura, ela poderá, eventualmente, ser atingida por um raio, especialmente pelos de menor intensidade (CREDER, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo foi realizada com foco na elaboração de um projeto de SPDA do novo Pavilhão de Manutenção e Transporte do 7º Batalhão de Polícia do Exército, com a utilização de ferramentas como: QiSPDA – Software para elaboração de projetos de sistemas preventivos de descargas atmosféricas – e AutoCAD – Software utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões e para criação de modelos tridimensionais.

Inicialmente, cabe ressaltar que durante a realização de um projeto de SPDA, é imprescindível definir a sua classe, a qual deverá ser definida entre as quatro disponíveis na NBR 5419:2015 – Parte 1, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Relação entre níveis de proteção para descargas atmosféricas e classe do SPDA

| Nível de proteção | Classe de SPDA |
|-------------------|----------------|
| I | I |
| II | II |
| III | III |
| IV | IV |

Fonte: Creder (2016)

Para definir a classe do SPDA, foi realizada uma avaliação de risco conforme a NBR 5419/2015 – parte 2. Nesse sentido, a avaliação de risco do PMT - 7º BPE foi realizada por meio do Software QiSPDA, que levou em consideração a área de exposição da edificação, bem como as suas dimensões. A partir de então, foi possível realizar a avaliação de risco, considerando-se as características da estrutura e meio ambiente, característica da zona considerada, perda econômica, linhas de energia e linhas de comunicação, a fim de se obter os riscos padrões, definidos pela NBR 5419/2015 como:

- R1: risco de perda de vida humana;
- R2: risco de perda de serviço ao público;
- R3: risco de perda de patrimônio cultural;
- R4: risco de perda de valor econômico

Vale ressaltar que cada risco R é a soma dos seus componentes de risco, agrupados de acordo com as fontes de danos e os tipos de danos. Outro fator de suma importância que deve ser considerado na hora de definir o nível de proteção do projeto é o índice de densidades atmosféricas da região, esse índice no estado do Amazonas é igual a $13,45 \text{ raios.km}^{-2}.\text{ano}^{-1}$, de acordo com o (ELAT).

Diante dos valores obtidos, o próprio *Software* realiza uma avaliação da necessidade de proteção, por meio da comparação dos riscos (R_1, R_2 e R_3) frente aos riscos toleráveis R_T , de acordo com a Tabela 2 da NBR 5419:2015:

Tabela 2 – Valores típicos de risco toleráveis R_T

| Tipo de perda | | $R_T (y^{-1})$ |
|---------------|--|----------------|
| L1 | Perda de vida humana ou ferimentos permanentes | 10^{-5} |
| L2 | Perda de serviço ao público | 10^{-3} |
| L3 | Perda de patrimônio cultural | 10^{-4} |

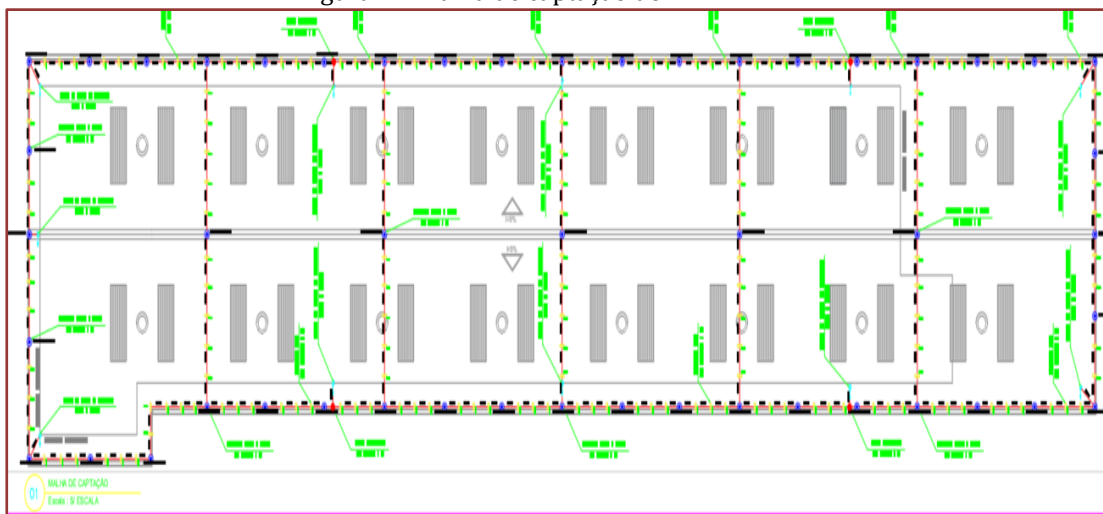
Fonte: NBR 5419 (2015)

A classe definida, pelo Software, para o projeto em questão, foi a classe III. Com a classe definida, é imprescindível realizar o lançamento dos elementos que formarão os subsistemas de captação, descida e aterramento.

Segundo Creder (2016), as características e o dimensionamento do subsistema de captação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas diretas de uma edificação são determinadas pelos aspectos geométricos da estrutura a ser protegida e pelo nível de proteção considerado.

Tendo em vista que as instalações do novo PMT – 7° BPE possui uma grande área de cobertura, fez-se necessário optar pelo Método de Faraday, que consiste na instalação de um sistema de captadores, os quais são formados por diversos condutores horizontais interligados no formato de malha, formando uma rede modular de condutores envolvendo todos os lados da edificação a proteger, originando uma espécie de "gaiola". A figura 4 mostra o sistema de captação do PMT – 7° BPE, de acordo com o Método de Faraday.

Figura 4 – Malha de captação do PMT – 7° BPE

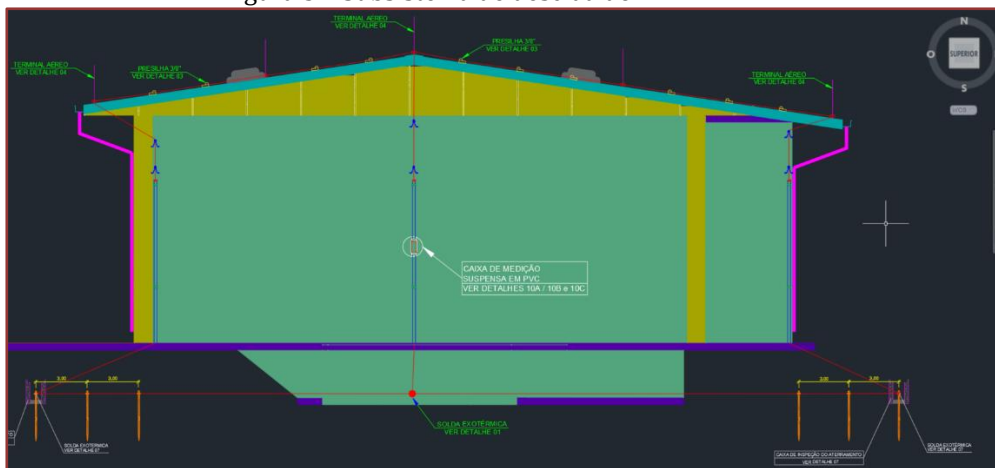


Fonte: AutoCad (2020)

A escolha por esse método se justifica, segundo Creder (2016), pelo fato de que a adoção de outras técnicas de dimensionamento da rede captora implica na utilização de um grande número de mastros captadores, os quais demandam uma ampla rede de condutores de interligação que, por si só, já é uma aproximação da Gaiola de Faraday.

No que concerne o subsistema de descida, de acordo com Creder (2016), os condutores de descida devem ser instalados de forma exequível, de modo a formarem uma continuação direta dos condutores do subsistema de captação e devem ser instalados em linha reta e vertical, constituindo o caminho mais curto, direto para a terra e sem emendas conforme a figura 5.

Figura 5 – Subsistema de descida do PMT – 7° BPE



Fonte: AutoCad (2020)

Por último, a NBR 5419:2015 recomenda a interligação dos aterramentos da instalação, o que deve ser feito com as devidas precauções, a fim de que se evitem interferências indesejadas entre subsistemas distintos. Além disso, ainda, conforme a norma, é necessário obter a menor resistência de aterramento possível, o que dependerá, especificamente, da área disponível para a construção da edificação, assim como a resistividade do solo no local.

A seguir, a tabela 3 apresenta os materiais e os condutores, com suas respectivas seções mínimas que podem ser utilizados no SPDA.

Tabela 3 – Seções mínimas dos materiais do SPDA

| Material | Captor e anéis intermediários mm ² | Descidas (para estruturas de altura até 20 m) mm ² | Descidas (para estruturas de altura superior a 20 m) mm ² | Eletrodo de aterramento mm ² |
|--|--|--|---|--|
| Cobre | 35 | 16 | 35 | 50 |
| Alumínio | 70 | 25 | 70 | - |
| Aço galvanizado a quente ou embutido em concreto | 50 | 50 | 50 | 80 |

Fonte: NBR 5419 (2015)

Utilizando como referência os dados contidos na tabela supracitada, definiu-se que a malha a ser utilizada no projeto seria composta por cabo de Cobre, com seção de 35 mm, conforme mostrado na figura 6.

Figura 6 – Malha de aterramento do PMT – 7° BPE



Fonte: AutoCad (2020)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de SPDA proposto pela presente pesquisa pode gerar inúmeros benefícios para uma instalação, seja ela predial, industrial ou rural. Nessa lógica, o projeto de SPDA em questão será capaz de evitar acidentes de importante impacto para o PMT – 7° BPE, como, por exemplo, danos maiores à infraestrutura e queima de equipamentos elétricos e eletrônicos. Ressalta-se, ainda, que o sistema proporcionará a proteção das pessoas e das áreas com produtos inflamáveis em seu raio de proteção.

Contudo, vale frisar que a utilização do SPDA não impede a incidência de descargas atmosféricas no local, visto que as descargas são fenômenos naturais causados, pelo atrito das nuvens no céu, este atrito gera um efeito de eletrização de grande diferença de potencial, desta maneira é quase impossível inibir a incidência das descarregas, porém através dos SPDA's, pode-se atenuar seus efeitos nas instalações, construções e proteger as pessoas nelas abrigadas, assim como os equipamentos elétricos e eletrônicos.

Cumprе salientar que os valores apresentados no projeto estão dentro dos padrões preconizados e reconhecidos pela doutrina majoritária, isto é, os valores aceitáveis, que tornam um SPDA seguro. Desta forma, o sistema encontra-se em condições para ser implementado na futura instalação do PMT – 7° BPE, sendo capaz de proporcionar o pleno funcionamento das atividades que serão desempenhadas nessa instalação.

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo mostrar a elaboração de um projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas em uma instalação do Exército Brasileiro em Manaus. Nesse sentido, foi utilizado o QiSPDA para o correto dimensionamento do projeto por meio do método da gaiola de Faraday, possibilitando obter uma maior margem de segurança.

Com o uso do software, foi possível produzir simulações no tocante à área de proteção da instalação, bem como realizar a avaliação de risco em conformidade com a norma NBR 5419:2015, possibilitando, assim, chegar a um maior grau de confiabilidade e eficiência no resultado final do projeto.

Portanto, a instalação do SPDA proporcionará uma maior segurança tanto para a própria edificação do PMT – 7° BPE, quanto para as áreas adjacentes e sua população, uma vez que as possíveis incidências de descargas atmosféricas na edificação composta por SPDA tendem a ser filtradas para um local seguro – a terra – diminuindo os riscos para a vida humana.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419:2015 Proteção contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2015.
- [2] CREDER, Hélio. Instalações elétricas. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- [3] CZAPSKI, Gabriel Félix, et al. Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA. Tocantins, 2019.
- [4] DREYFUSS, André. Mudanças climáticas. Vol. 2. São Paulo: PUC, 20018.
- [5] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Corrente elétrica do raio, 2017. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 06 Set. 2020.
- [6] MEDEIROS, S. F. et al. A física dos relâmpagos – Uma sequência didática referencial na aprendizagem significativa de Ausubel. Vol. 13. São Paulo: INPE, 2019.
- [7] MINISTÉRIO DA DEFESA. EXÉRCITO BRASILEIRO – EB. Atividades desempenhadas pela polícia do exército. Roraima, 2018. Disponível em: <http://www.eb.mil.br>. Acesso em: 06 Set. 2020.
- [8] SABA, Marcelo. A física das tempestades e dos raios. Vol. 2. São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas, 2001.
- [9] SANTOS, M. J. Z. dos. Mudanças Climáticas e o planejamento agrícola. In: San'tana Neto, João Lima & Zavatini, João Afonso. Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem 2000.

Capítulo 20

O uso da tecnologia de telegestão no sistema de iluminação pública Led em Manaus/AM

Kevin Taques da Silva

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Com a descoberta das lâmpadas de LED que estão em grande crescimento no mercado atual, substituir as lâmpadas de Vapor de Sódio de alta pressão se tornou imprescindível, pelo baixo consumo de energia elétrica e o baixo custo que as luminárias de LED apresentam no sistema de iluminação pública, além de terem uma aplicabilidade na telegestão que monitora cada luminária em tempo real. O estudo teve como objetivo geral avaliar a diferença de consumo utilizando as luminárias de LED e a aplicabilidade do monitoramento em tempo real, facilitando a troca de luminárias com defeito, evitando congestionamento na central de atendimento e reduzindo custos de operação e manutenção na cidade de Manaus/AM. Quanto aos materiais e métodos utilizados, o trabalho teve como característica teórica, quanto à abordagem é quantitativa, e em relação aos objetivos é avaliativa. O valor da diferença de custo com a substituição de 1000 lâmpadas VSAP pelas de LED no período de um ano foi de 712.800,00 reais, apresentando uma economia de 62%, que é ainda mais econômica com a tecnologia de telegestão, onde esse valor pode ser até 79% mais baixo. Diante dos resultados apresentados, concluiu-se que a implantação desse sistema demonstrou ser bastante vantajoso para os órgãos públicos e para as próprias pessoas que podem desfrutar de um ambiente bem iluminado, além de pagar menos na sua conta mensal de energia elétrica.

Palavras-chave: sustentabilidade, luminárias VSAP, luminárias LED, fontes renováveis.

1. INTRODUÇÃO

Uma cidade bem iluminada gera mais conforto e segurança para todos, e com um sistema de gestão mais eficiente, as pessoas podem usufruir mais do ambiente, no qual prédios, monumentos, parques e áreas de lazer ficam mais bonitos. Está diretamente ligada também a segurança no trânsito a noite, possibilitando vias claras e seguras para os motoristas (LIMA; GOUVEIA, 2019).

Os critérios a serem seguidos são da norma NBR5101:2018 – iluminação pública, que estabelece requisitos para a iluminação de vias e para o tráfego de pedestres, proporcionando uma segurança para ambos (ABNT, 2018). Pensando a longo prazo em meio à crise econômica e a escassez de recursos, se busca no mercado alternativas eficientes, benéficas ao meio ambiente, que ajudem a minimizar os custos e facilitem a aplicação de novas tecnologias.

Pensando nisso, as luminárias de LED foram escolhidas por terem uma vida útil aumentada em relação as lâmpadas tradicionais, e um dos fatores é que não há efeito vibratório nelas, isso se dá pelo fato de elas não conterem filamentos e por ter um chip reduzido comparado as lâmpadas tradicionais (LOPES, 2014). Além de serem utilizadas em um sistema de telegestão, que consiste em um controlador em cada ponto de luz, fornecendo as informações do equipamento para a central de controle (BUENO; NALON, 2016).

O tema se deve por meio da melhoria que um sistema de telegestão da iluminação pública pode causar na vida das pessoas e dos cofres públicos, trazendo uma maior qualidade de iluminação, melhor atendimento ao cidadão reduzindo a sensação de insegurança, e possibilitando uma redução no consumo de energia elétrica.

Diante da problemática, o objetivo foi aplicar essa tecnologia para o monitoramento em tempo real dos pontos de luz, reduzindo os custos e facilitando a manutenção com a detecção automática de defeito nos equipamentos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL

Um dos objetivos da iluminação pública é gerar uma maior segurança para o cidadão, além de proporcionar uma visão mais bonita da cidade, atraindo turistas e melhorando o seu desenvolvimento socioeconômico.

Para isso, a ELETROBRAS criou o Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente – PROCEL Reluz com o apoio do Ministério de Minas Energia. Esta instituição visa a valorização dos espaços públicos, melhorando a qualidade de iluminação das cidades brasileiras. Tendo em vista a racionalização dos recursos naturais, buscando por fontes alternativas que sejam capazes de conservar essa energia elétrica, que sejam benéficas ao meio ambiente e tenham uma maior durabilidade (SCHULZ, 2016).

De acordo com Carneiro (2018), o consumo de energia elétrica em 2017 no Brasil foi de 467.161 GWh, deste valor, o setor de iluminação pública foi responsável pelo consumo de 15.443 GWh, cerca de 3,31% do consumo total. Essa energia consumida aliada ao custo de manutenção que são pagos pelo poder público, acabam gerando um impacto na conta de energia elétrica mensal dos consumidores.

De acordo com Schulz (2016), deve-se seguir alguns passos para se projetar um Sistema de Iluminação Pública para se ter uma satisfação maior dos usuários. São eles: a utilização das tecnologias mais eficientes disponíveis no mercado e a classificação dos parâmetros luminotécnicos pra cada via de acordo com o volume de carros e pessoas. Após escolher as luminárias adequadas o próximo passo é determinar a altura da montagem, espaço, posicionamento dos postes, e por fim realizar os cálculos luminotécnicos.

2.2. LED COMPARADA COM LUMINÁRIAS CONVENCIONAIS

De acordo com Santos *et al* (2015) a lâmpada de LED (Diodo Emissor de Luz), ganhou muito destaque no mercado por ser uma tecnologia muito eficiente, sendo composta por semicondutores preenchidos com gases e revestidos com diferentes materiais de fósforo. O LED do passado era utilizado apenas para indicar se o eletroeletrônico estava ligado ou desligado.

Com o passar do tempo, a tecnologia avançou e hoje essas lâmpadas iluminam um ambiente inteiro, tendo várias ramificações de utilização sendo uma delas a iluminação pública. Um dos fatores positivos é que o LED (figura 1) é produzido com materiais atóxicos ao meio ambiente e o seu consumo de energia é inferior as lâmpadas convencionais incandescentes e fluorescentes, tendo uma vida útil maior, reduzindo o descarte final de resíduos por demandarem menos trocas em comparação as lâmpadas convencionais que contém mercúrio e necessitam de um cuidado maior no seu descarte para não afetar os aspectos ambientais (SANTOS *et al*, 2015).

Figura 1- Lâmpada Led de usada na Iluminação Pública.



Fonte: Soluções industriais (2020)

A geração de Luz do LED não emite calor, ampliando ainda mais a quantidade de utilização de materiais que podem receber a instalação desta lâmpada. Segundo Santos *et al* (2015), com a crescente demanda dessa tecnologia, o custo para consumidor irá reduzir comparado aos valores atuais que são a maior desvantagem desta tecnologia em relação as lâmpadas convencionais.

De acordo com a Abilumi (2018), a relação lúmens/watt vêm atingindo valores mais altos, gerando um maior fluxo luminoso em relação ao watt consumido. Entre os anos de 2016 a 2018 se obteve um aumento no valor da lâmpada de 60 lúmens/watt para 90 lúmens/watt, podendo chegar em até 200 lúmens/watt em laboratório. Os processos estão em constante mudança, a miniaturização dos componentes facilita a construção das lâmpadas. As lâmpadas de LED iluminam qualquer tipo de espaço, seja ele doméstico, público ou profissional com um baixo custo, economizando cerca de 80% comparado aos outros tipos de luminárias. Isso se dá devido ao diodo ter uma capacidade luminosa excelente e boa parte da corrente elétrica ser revertida em iluminação, não em calor, o que faz com que a produção de luz seja maior com um uso menor de energia. Se formos analisar e comparar os tipos de luminárias, vamos verificar que as luminárias tem quase a mesma eficiência luminosa, entretanto, a vida útil das luminárias LED é maior que a das luminárias convencionais (quadro 1).

Quadro 1 – Comparativo entre índice de reprodução de cores (IRC), eficiência luminosa, vida útil e preço.

| Tipo de lâmpada | Eficiência luminosa (lúmens/watt) | Índice de reprodução de cor (IRC) | Vida útil da lâmpada (horas) | Preço (BRL) |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------|
| vapor de sódio de alta pressão | 80 - 150 | 24 | 15.000 - 24.000 | R\$ 316 |
| vapor metálico | 70 - 130 | 96 | 8.000 - 12.000 | R\$ 320 |
| vapor de mercúrio | 35 - 65 | 40 | 10.000 - 15.000 | R\$ 285 |
| LEDs | 70 - 160 | 70 - 90+ | 40.000 - 90.000 | R\$ 1.500 |

Fonte: Exati, (2020)

Os maiores desafios de implantação são a falta de profissionais qualificados que possam atuar tanto na implantação quanto na manutenção quando houver alguma falha no sistema, além do alto investimento inicial. É necessário um bom planejamento da gestão para que todos entendam a idéia e executem sem maiores dificuldades (CARNEIRO, 2018)

2.3. TELEGESTÃO

Uma Rede Inteligente possui componentes e equipamentos capazes de realizar a comunicação com a Central de Operações, ou seja, isso facilita que as informações cheguem mais rápido aos operadores de rede, evitando com que vias e lugares públicos fiquem com pontos de luz apagados ou funcionando indevidamente. Gerando uma redução no consumo de energia elétrica, e contribuindo com o objetivo da utilização de fontes renováveis (BUENO; NALON, 2016).

De acordo com Silva (2016), a maior vantagem desse sistema de telegestão é a sua precisão na identificação de falhas. Cada ponto de luz contém uma localização individual, e com essas informações se estipula qual pode ser a possível causa da interferência no funcionamento das lâmpadas, possibilitando tanto uma manutenção corretiva quanto uma manutenção preventiva, gerando uma redução notável nos custos de manutenção.

Em uma rede existem vários pontos de luz (nós), sendo um denominado nó mestre que se liga na rede 3G/GPRS ou por conexão de cabos. Segundo a H2xtech (2018), a eficiência do sistema pode ser diretamente afetada por falhas e demoras na transmissão dos dados.

2.4. LEIS QUE REGEM O CUSTEIO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA EM MANAUS

Segundo a lei Nº 715, de 30 de outubro de 2003, a taxa de iluminação pública é transformada em custeio do serviço de Iluminação Pública - COSIP, com base no artigo 149-A, da constituição federal e das outras providências.

▪ Art. 1º - A Taxa de Iluminação Pública passa a denominar-se Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública - COSIP, com base no artigo 149-A da Constituição Federal, que tem como fato gerador a prestação do serviço de iluminação pública no Município de Manaus.
Art. 2º - A base de cálculo da Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública - COSIP é a despesa efetuada na prestação do referido serviço.

- 1º Integram a base de cálculo da COSIP as despesas relativas a:
 - I - consumo de energia para iluminação de vias e logradouros públicos;
 - II - instalação, manutenção, melhoramento, modernização e expansão da rede de iluminação pública;
 - III - administração do serviço de iluminação pública;
 - IV - quotas mensais de depreciação de bens e instalações do sistema de iluminação pública;
 - V - quotas mensais de investimentos destinados a suprir encargos financeiros para expansão, melhoria ou modernização do sistema de iluminação pública;
 - VI - Outras despesas correlatas. - 2º A Contribuição terá seu valor calculado em Unidade Fiscal do Município - UFM, tendo como referência o consumo mensal (kWh) de cada contribuinte.

▪ Art. 3º - Contribuinte da COSIP é o proprietário, o titular do domínio útil ou possuidor a qualquer título de unidade imobiliária edificada, beneficiada direta ou indiretamente pelo serviço de iluminação pública.

▪ Art. 4º - O lançamento da Contribuição será efetuado mensalmente para recolhimento na rede bancária autorizada.

▪ Art. 5º - O Poder Executivo poderá celebrar contrato com a empresa concessionária de energia elétrica para promover a cobrança da COSIP, que poderá ser lançada na fatura de consumo mensal do contribuinte.

- 1º Se a cobrança da Contribuição for efetuada na forma estabelecida neste artigo, a concessionária do serviço de energia elétrica fará a transferência dos recursos arrecadados ao Município, na forma e prazos estabelecidos no Contrato.
- 2º Em caso de mora do contribuinte, a empresa concessionária de energia elétrica contratada para arrecadação da COSIP calculará os acréscimos moratórios devidos, com base no mesmo índice que utilizar para atualização de seus créditos.
- Art. 6º - Estão isentos do pagamento da Contribuição, considerando os critérios de classificação de consumidores de energia elétrica definidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, os contribuintes classificados como residenciais que tenham consumo mensal de até 100 kWh e os demais contribuintes não residenciais com consumo mensal de até 250 kWh.
- Parágrafo Único - Estão isentos também da Contribuição os contribuintes considerados administração direta do Poder Público, suas autarquias e fundações.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ILUMINAÇÃO PÚBLICA INTELIGENTE

De acordo com o Radar Amazônico (2020), a cidade de Manaus, reconhecida como a “capital do LED” possui no mês de agosto de 2020, aproximadamente, 130 mil pontos de iluminação pública no qual 45% estão com LED instalados, o que representa cerca de 58 mil pontos, distribuídos em mais de 60 localidades. Segundo a Prefeitura de Manaus (2020), atualmente Manaus tem um aplicativo chamado de Manaus + Luz, onde o usuário pode relatar apenas três tipos de falhas, são elas: lâmpada apagada, acesa durante o dia e lâmpada oscilando. É necessário que o local e os pontos de referência sejam indicados no mapa que o aplicativo disponibiliza, e o prazo máximo de atendimento é de 48 horas.

Para se ter um tempo menor de resposta a reclamação do consumidor, a verificação em campo foi substituída com a automatização do sistema IP (Iluminação Pública), ou seja, não será necessário um operador para fazer a inspeção e o levantamento de dados da iluminação em termos físicos. A eficiência do sistema automatizado, trouxe um maior controle da iluminação, detectando de forma mais rápida quando um ponto de luz está apagado/queimado ou funcionando indevidamente durante o dia. De acordo com Abdi (2019), essa tecnologia ocasiona um menor consumo de energia elétrica, além de uma redução de custos após sua implementação, principalmente operacionais (figura 2).

Figura 2 – Esquema de Controle e Monitoramento de Luminárias.



Fonte: Santos et al., (2016).

De acordo com Fagundes (2019), com o avanço da tecnologia IOT (Internet das Coisas) se torna possível o controle e monitoramento dos pontos de luz, via internet remotamente. Suas aplicabilidades são:

- Controle da intensidade de iluminação por horário ou detecção de movimento, reduzindo o consumo de energia elétrica;

- Instalação de câmeras de monitoramento que reduziriam assaltos e ajudariam a identificar os assaltantes, além de identificar veículos estacionados em locais proibidos e outras infrações;
- Instalação de radares para se ter o controle de velocidade na via;
- Aproveitamento dos pontos de telecomunicações para oferecer internet gratuita para os cidadãos;
- Identificar locais de estacionamento vagos para auxiliar os motoristas via aplicativo móvel, reduzindo o tempo de busca e economizando combustível;
- Identificar acidentes de trânsito ou incêndios em casas ou em terrenos baldios;
- Usar o sistema de telecomunicações dos postes para auxiliar os serviços de medição e controle de fornecimento de água e eletricidade (Smart Grid).

3.2. SOFTWARE DE TELEGESTÃO

Além de controlar as luminárias de forma centralizada, a telegestão permite realizar o monitoramento remoto do sistema para um melhor acompanhamento da operação e manutenção da Iluminação. Todo esse processo é realizado por meio da comunicação entre diversos equipamentos elétricos e eletrônicos, baseado em protocolos de comunicação.

O software a ser utilizado nesta pesquisa foi o GisWorks, que de acordo com o MundoGeo (2016) realiza o cadastro dos postes de iluminação pública através de um georreferenciamento dos referidos, possui uma central de atendimento ao cliente, mapas esquemáticos, que podem auxiliar no controle do estoque e nas execuções das Ordens de Serviço.

Os clientes podem fazer a configuração conforme a sua necessidade, reduzindo a luminosidade, ligar/desligar as luminárias conforme o uso daquela via, podendo também deixar em modo de sensor de movimento, reduzindo o consumo de energia elétrica (GISWORKS, 2019).

Os postes são identificados com placas numeradas que são colocadas pelos técnicos para logo após fazer o cadastro e georreferenciar cada um, carregando um tablet com o software disponibilizado pela GisWorks, ao identificar um poste, os técnicos abrem o mapa e é feita a marcação manual da posição exata do mesmo para coleta de dados (MUNDOGEO, 2016).

De acordo com o 3gsoft (2019), a comunicação de uma luminária inteligente é feita por Rádio Frequência, os comandos são enviados da Central de Operação para microprocessadores que estão alocados nas lâmpadas, no qual é feito o armazenamento em memórias para a operação.

Segundo o GisWorks (2019), o objetivo deste software é dar ao cliente o poder de fiscalização da iluminação pública, reduzindo o consumo de energia, o tempo de atendimento as solicitações dos clientes, evitando congestionamentos na Central de atendimento, e conseqüentemente o preço final na conta, gerando uma maior satisfação para todos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. COMPARAÇÃO DE CONSUMO E CUSTO DE ENERGIA ENTRE AS LÂMPADAS VSAP E LED.

A cidade de Manaus tem cerca de 130 mil pontos de iluminação pública, e o intuito dessa pesquisa foi analisar a mudança no consumo e no custo gerado a partir da substituição de 1000 luminárias de Vapor de Sódio por luminárias de LED.

Para isso vamos analisar primeiro as características de uma luminária de Vapor de Sódio. Foi realizada a multiplicação da potência pela quantidade de luminárias para se obter a potência instalada, e com esse valor foi possível saber o consumo de energia elétrica diário, mensal e anual das lâmpadas de Vapor de Sódio somado ao reator eletromagnético (tabela 1).

Tabela 1 – Avaliação de consumo de energia elétrica do sistema VSAP.

| Descrição | Potência (W) | Qualidade | Potência Instalada (KW) | Tempo (HS) | KW (DIA) | KW (MÊS) | KW (ANO) |
|--|--------------|-----------|-------------------------|------------|----------|----------|-----------|
| Lâmpadas OSRAM Vapor de Sódio | 400 | 1000 | 400 | 12 | 4800 | 144.000 | 1.728.000 |
| Reados Eletromagnético Phillips Vapor de Sódio | 38 | 1000 | 38 | 12 | 456 | 13.680 | 164.136 |
| Consumo Total | | | | | 4.344 | 130.320 | 1.563.840 |

Fonte: Dados do autor retirado da OSRAM e PHILIPS, 2020.

Usando o mesmo método de cálculo da tabela 1, iremos analisar o consumo diário, mensal e anual das lâmpadas de LED (tabela 2).

Tabela 2 – Avaliação de consumo de energia elétrica do sistema LED.

| DESCRIÇÃO | POTÊNCIA (W) | QUANTIDADE | POTÊNCIA INSTALADA (KW) | TEMPO (HS) | KW (DIA) | KW (MÊS) | KW (ANO) |
|--------------|--------------|------------|-------------------------|------------|----------|----------|----------|
| Lâmpadas LED | 150 | 1000 | 150 | 12 | 1.800 | 54.000 | 648.000 |

Fonte: Dados do autor (2020)

Realizada a comparação de consumo (tabela 1 e 2) das lâmpadas VSAP e LED. O próximo passo foi saber a diferença de custo entre elas, para isso foi realizada a multiplicação da tarifa kWh/h pelo consumo kW/dia para se obter a diferença de custo por dia, mês e ano, e também o valor dessa diferença em porcentagem (tabela 3).

Tabela 3 – Diferença do custo de energia elétrica entre o sistema VSAP e LED.

| LUMINÁRIAS | TARIFA R\$ (KWH) | CONSUMO KW/DIA | CUSTO KW/DIA | CUSTO KW/MÊS | CUSTO KW/ANO | % |
|--------------------------------|------------------|----------------|--------------|---------------|------------------|-----|
| VSAP | 0,66 | 4.800 | R\$ 3.168,00 | R\$ 95.040,00 | R\$ 1.140.480,00 | 100 |
| LED | | 1.800 | R\$ 1.188,00 | R\$ 35.640,00 | R\$ 427.680,00 | 38 |
| Diferença do Custo Total Anual | | | | | R\$ 712.800,00 | 62 |

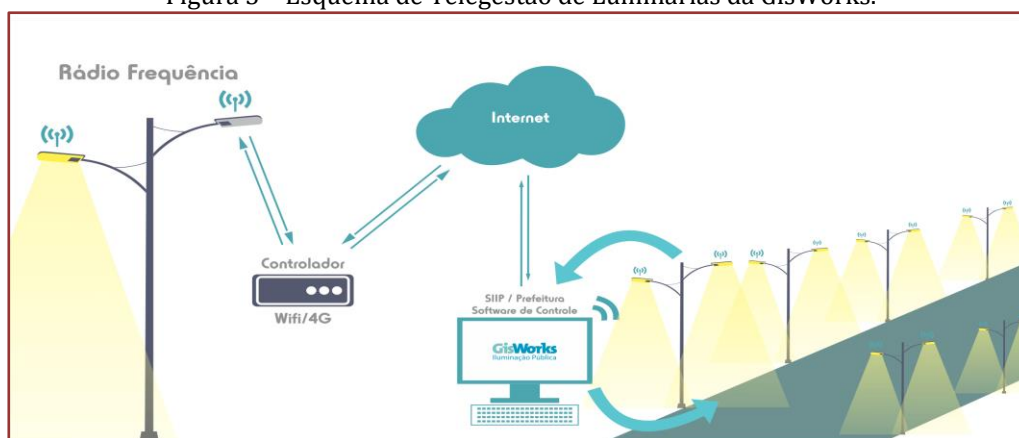
Fonte: Dados do Autor (2020)

A tabela 3 mostra a diferença de consumo e custo entre as lâmpadas VSAP e LED, enquanto as lâmpadas VSAP tem um custo anual de R\$ 1.140.480,00, as lâmpadas de LED custam anualmente R\$ 427.680,00 gerando uma economia de R\$ 712.800,00, ou seja, equivalente a 62% menor que o custo das lâmpadas VSAP.

4.2. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO NAS LÂMPADAS DE LED.

Além de serem mais baratas e ter um consumo de energia elétrica inferior, as lâmpadas de LED possibilitaram a utilização do sistema de monitoramento em tempo real, denominado telegestão (figura 3).

Figura 3 – Esquema de Telegestão de Luminárias da GisWorks.



Fonte: GisWorks (2019)

Com a identificação dos pontos de luz através do sistema de georreferenciamento, a localização é precisa e em tempo real, e o consumidor não precisa ligar para a central para relatar o seu problema e sua localização, isto reduz o congestionamento na central de atendimento, facilita a manutenção preventiva e de emergência, e aumenta a sensação de segurança para a população, pois as vias ficam mais claras e sem problemas recorrentes com os pontos de luz.

A utilização da dimerização possibilitou o armazenamento de dados fazendo com que se tenha um maior controle no tempo de uso nas luminárias, ou seja, o sistema identifica que em determinado horário uma via ou área, o movimento seja baixo, essas informações são repassadas para a central de operações, e com isso há uma redução em média de 30% na luminosidade da lâmpada, que de acordo com a Exati (2020), a economia de energia elétrica pode chegar até 79% menor do valor comparado ao consumo e custo das lâmpadas de LED sem o sistema de telegestão.

A telegestão juntamente com as lâmpadas de LED, apresentam um ótimo custo-benefício tanto para a empresa quanto ao consumidor, e deve ser implantada na cidade de Manaus em projetos futuros para que possamos ter um controle maior da iluminação de vias e lugares públicos, ajudando a reduzir desperdícios relacionados ao consumo de energia elétrica, custos de operação e também o valor da taxa na conta de energia elétrica do consumidor, mantendo a cidade com uma sensação de segurança nos ambientes e aumentando o embelezamento da mesma.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos com a substituição das lâmpadas de Vapor de Sódio pelas lâmpadas de LED, houve uma redução no consumo e no custo de energia elétrica, chegando a ser 62% mais barata que as lâmpadas antigas de Vapor de Sódio que vinham sendo utilizadas na cidade.

Em seguida foi feita uma análise para obter um melhor aproveitamento da energia elétrica, utilizou-se um sistema de controle e monitoramento em tempo real (telegestão), onde todo o sistema de iluminação pública é controlado pela central de operações e algumas funções pelo próprio consumidor. Com um projeto de engenharia bem detalhado, e um esforço das autoridades públicas realizando investimento inicial, essa tecnologia deve significar uma redução de até 79% no consumo e no custo de energia elétrica evitando desperdícios de operação.

Além de ajudarem na iluminação pública esta tecnologia também pode ser estudada para a implementações futuras e uma delas é a tecnologia de Bluetooth Low Energy (BLE) que permite a identificação de pessoas e animais, ajudando na localização de desaparecidos, sendo utilizada também na procura por vagas de estacionamento, onde os postes recebem um sinal de vagas disponíveis, e essa informação é repassada ao cidadão através de um aplicativo, dentre outras aplicações.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. Cidades Inteligentes. Disponível em: <https://cidadesinteligentes.abdi.com.br>, 2019.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUTOS DE ILUMINAÇÃO - ABILUMI. Não há limites para a evolução do LED. Disponível em: <https://www.abilumi.org.br/artigo-nao-ha-limites-para-evolucao-led/>, 2018.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5101: requisitos para iluminação de vias públicas. Rio de Janeiro, 2018.
- [4] BRASIL. (2003) Lei nº 715 - Transforma a taxa de iluminação pública em contribuição para custeio do serviço de iluminação pública. Manaus. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/am/m/manaus/lei-ordinaria/2003/71/715/lei-ordinaria-n-715-2003-transforma-a-taxa-de-iluminacao-publica-em-contribuicao-para-custeio-do-servico-de-iluminacao-publica-cosip-com-base-no-artigo-149-a-da-constituicao-federal-e-da-outras-providencias>> Acesso em 24 de set de 2020.
- [5] BUENO, E.M; NALON, J.A. Iluminação Pública inteligente utilizando rede mesh. REVISTA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, v. 19, n. 35, p. 71-81, jul/dez, 2016.
- [6] CARNEIRO, A.L.C. Gestão da Qualidade aplicada a implantação de tecnologia LED na iluminação pública. Maranhão. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Energia e Ambiente. Universidade Federal do Maranhão - UFMA. 2018.
- [7] EFAGUNDES. Iluminação pública a porta de entrada para uma cidade inteligente. Disponível em: <https://efagundes.com/artigos/iluminacao-publica-a-porta-de-entrada-para-uma-cidade-inteligente/>, 2014.
- [8] EMTEMPO. Tarifa de energia no Amazonas é a segunda mais cara da Região Norte. Disponível em: <https://d.emtempo.com.br/economia/197579/tarifa-de-energia-no-amazonas-e-a-segunda-mais-cara-da-regiao-norte>, 2020.
- [9] EXATI. 5 benefícios da modernização do parque de Iluminação Pública. Disponível em: <https://blog.exati.com.br/5-beneficios-da-modernizacao-do-parque-de-iluminacao-publica/>, 2020.
- [10] GISWORKS. Plataforma completa de gerenciamento de serviços de Iluminação Pública focada em produtividade, facilidade de uso e customização. Disponível em: <https://gestoriluminacaopublica.com.br/>, 2016.
- [11] H2XTECH. Iluminação LED para cidades inteligentes. Disponível em: <http://www.h2xtech.com.br/iluminacao-led-para-as-cidades-inteligentes-veja-como-funciona/>, 2018.
- [12] LIMA, L.C; GOUVEIA, L.D.S. Iluminação Pública: Histórias, tecnologias e aplicações. Rio de Janeiro. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2019.
- [13] LOPES, L.B. Uma avaliação da tecnologia LED na iluminação pública. Rio de Janeiro. Projeto de Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ. 2014.
- [14] MUNDOGEO. Software para gerenciamento de iluminação pública dos municípios. Disponível em: <https://mundogeo.com/2016/11/16/conheca-o-software-gisworks-iluminacao-publica-para-gerenciamento-de-iluminacao-dos-municipios/>, 2016.
- [15] OSRAM. Manual Luminotécnico. Disponível em: https://www.osram.com.br/ecat/VIALOX%20NAV-E%20SUPER%204Y-Lampadas%20de%20vapor%20de%20sódio%20de%20alta%20pressão%20para%20luminárias%20de%20embutir-Lampadas%20de%20descarga%20de%20alta%20intensidade-Lampadas-Digital%20Systems/br/pt/GPS01_1028089/PP_LATAM_BR_eCat/ZMP_58266/. Acesso em 15 out de 2020.
- [16] PHILIPS. Manual Luminotécnico. Disponível em: https://www.lighting.philips.com.br/habitacao?origin=7_br_pt_b2blighting_google___marin%257CsgOJbvOMy&pcrid=5954847936. Acesso em 16 out de 2020.
- [17] PREFEITURA DE MANAUS. Aplicativo Manaus + Luz. Disponível em: <http://www.manaus.am.gov.br/post-rede-social/manaus-conta-com-uma-nova-solucao-em-iluminacao-publica-para-a-cidade-%F0%9F%92%A1por-meio-do-aplicativo-manaus-luz-disponivel-nas-plataformas-android-e-ios-o-cidadao-pode-solicitar-servicos-de-ma/>, 2020.
- [18] RADAR AMAZÔNICO. Manaus terá 100% da iluminação pública por LED até o fim do ano. Disponível em: <https://radaramazonico.com.br/manaus-tera-100-da-iluminacao-publica-por-led-ate-final-do-ano/>, 2020.
- [19] SANTOS, I.M *et al.* Viabilidade Econômica da Aplicação da Tecnologia LED nos Parques de Iluminação Pública: Estudo de Caso. Salvador, Universidade Federal da Bahia, 2016.

- [20] SANTOS, T.S *et al.* Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, 2015.
- [21] SCHULZ, W. Iluminação Pública. Série de Cadernos da Agenda Parlamentar – CREA/PR. Paraná, 2016.
- [22] SILVA, D.A.M.S. Medidas de eficiência energética em redes de IP. Portugal. Dissertação (Mestrado) integrado em Energia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia Universidade de Porto - FEUP. 2016.
- [23] SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. Luminárias Led para iluminação pública preço. Disponível em: https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/eletricidade-e-eletronica/cortem-group-brasil/produtos/iluminacao/luminarias-led-para-iluminacao-publica-preco?gclid=EAlaIqObChMIsLruij_K6AIVBQyRCh23RAvYEAAAYASAAEgL3XPD_BwE. Acesso em 02 de out de 2020.
- [24] 3GSOFT. Cidades inteligentes e a telegestão da iluminação pública. Disponível em: <https://www.3gsoft.com.br/2019/07/05/cidades-inteligentes-e-a-telegestao-da-iluminacao-publica/>, 2019.

Capítulo 21

Iluminação pública: Implementação das novas tecnologia no avanço da iluminação no bairro Biribiri – Manacapuru - Amazonas.

Larissa Lima

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: No Brasil, os primórdios da iluminação pública nos remetem ao século XVIII, quando foram instaladas cerca de 100 luminárias a óleo de azeite pelos postes da cidade do Rio de Janeiro, em 1794. Com a utilização da luz elétrica, a iluminação pública começa a viver uma nova era. No início do século XX, intensifica-se a evolução da geração de energia no Brasil, contribuindo para a evolução da iluminação pública. Diante disto, o trabalho teve como objetivo buscar métodos para implementar a tecnologia Led (light emitting diodes) na melhoria da iluminação pública no bairro Biribiri-Manacapuru – Amazonas. Observou-se que a maior parte das ruas é constituída por pontos de iluminação que utilizam lâmpadas de vapor de mercúrio com potência de 125 W. Foi utilizado como método um levantamento de números de pontos de iluminação existentes no bairro e suas respectivas potências. Logo para direcionamento da escolha dos modelos foi a partir de fluxo luminoso e potência que os modelos do mercado oferecem. A proposta do projeto para o bairro Biribiri no Município de Manacapuru prevê apenas a substituição das lâmpadas existentes por luminárias LED. Sabendo-se que serão utilizadas 128 luminárias de 138W operando 13 horas por dia. Conclui-se que existem outras tecnologias que podem ser implantadas, entre elas as luminárias solares, pois são amplamente utilizadas, possui as vantagens de forte adaptabilidade, economia de energia

Palavras chave: Região Metropolitana de Manaus, Novas Tecnologia de Iluminação, Luz elétrica

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os primórdios da iluminação pública nos remetem ao século XVIII, quando foram instaladas cerca de 100 luminárias a óleo de azeite pelos postes da cidade do Rio de Janeiro, em 1794. Com a utilização da luz elétrica, a iluminação pública começa a viver uma nova era. No início do século XX, intensifica-se a evolução da geração de energia no Brasil, contribuindo para a evolução da iluminação pública (HAAS, 2009).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2011), a iluminação pública é o serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual.

O ramo da iluminação pública tem avançado com o desenvolvimento de tecnologias como *Leds*, esse novo método comparado com o tradicional de lâmpada de vapor de sódio, oferecem muito mais vantagens devidas suas qualidades como economia e durabilidade.

A iluminação pública é essencial a qualidade de vida dos municípios, atuando como instrumento de cidadania permitindo aos habitantes desfrutar nos lugares públicos com segurança e lazer principalmente no período noturno evitando também o índice de criminalidade assaltos entre outros.

O estado do Amazonas apresenta 62 municípios, os referidos apresentam carência em relação à iluminação pública, dentre estes, o município de Manacapuru, o qual faz parte da região metropolitana do Estado.

Diante da problemática, o objetivo do trabalho foi implementar a tecnologia Led (*light emitting diodes*) na melhoria da iluminação pública no bairro Biribiri-Manacapuru -Amazona, no qual a maioria das ruas utilizam luminárias antigas e outras nem isso apresentam.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A TRAJETÓRIA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL

Até o século XVIII, não existia iluminação pública – nos momentos de festas e comemorações, a população iluminava as fachadas das casas com as velas feitas de sebo e gordura. No século XIX, algumas cidades brasileiras passaram a ser iluminadas com lâmpadas de óleo de baleia. Na cidade do Rio de Janeiro, a iluminação pública à base de óleos vegetais e animais foram implantados no ano de 1794 (CARVALHO, 2017).

A cidade de Campos, no Rio de Janeiro, foi a primeira cidade a ter luz elétrica nas ruas, em virtude da presença de uma usina termoelétrica, desde 1883. Rio Claro, em São Paulo, foi a segunda cidade a ter luz elétrica nas ruas, também em razão da presença de uma termoelétrica. A cidade do Rio de Janeiro somente implantou o serviço de luz elétrica nas ruas no ano de 1904; e São Paulo, no ano posterior, em 1905.

De acordo com Campos; Souza et al. (2019), para manter e gerir as novas instalações de iluminação pública advindas do crescimento da população e das cidades, em meados do século XX, foram criados diversos departamentos ligados as prefeituras ou as concessionárias responsáveis pelo setor, visando a implantação de técnicas e aplicações das tecnologias disponíveis.

Outras cidades, como Juiz de Fora, Curitiba, Maceió, entre outras, implantaram o serviço de iluminação pública elétrica bem antes que o Rio de Janeiro e São Paulo. Mas a implantação da luz elétrica nas ruas não substituiu totalmente os lampiões a gás – estes foram sendo substituídos aos poucos, convivendo ao mesmo tempo nas cidades a luz elétrica e os lampiões a gás, ou seja, a modernização junto com o antigo (CARVALHO, 2017).

Conforme Campos; Souza et al. (2019).no Brasil a partir da constituição de 1988 a responsabilidade pela iluminação pública passou a ser de atribuição local cabendo as prefeituras gerir o setor ou delegar tal tarefa a terceiros.

2.2. AS NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

As tecnologias mais modernas viabilizam o conceito de redes inteligentes (*smart grids*), que permitem o gerenciamento da iluminação pública de forma bastante eficaz. Para essa nova tendência ser efetivada, os postes deve estar em posições estratégicas e ficar a uma distância de 30 metros de um para o outro (PALHARES, 2017).

A tecnologia LED, o diodo emissor de luz, que vem conquistando seu espaço, devido principalmente à sua enorme durabilidade e eficiência energética. Essa tecnologia está em pleno desenvolvimento e apresenta um crescimento contínuo de eficiência ao longo dos anos, permitindo propor que no atual estágio tecnológico já seja possível sua implementação em larga escala (BARBOSA et al., 2014).

Para Campos et al. (2019), o LED produz sua luminosidade, basicamente, através da liberação de fótons provocada quando uma corrente elétrica flui através deste componente.

O Led, possuindo dimensões muito reduzidas e fecho direto, pode ser considerado como fonte de luz pontual, o que lhe confere grande versatilidade e facilidade para o direcionamento do seu fecho. Tal característica proporciona às luminárias Led altos rendimentos quando comparadas com as luminárias para lâmpadas de descarga, que, além de suas dimensões relativamente grandes, têm parte de seu fluxo emitido perdida devido à absorção nos refletores e lentes e pela própria lâmpada, que funciona como um obstáculo à luz rebatida pelo refletor (AGUILERA, 2015).

O Led não necessita de tempo de resfriamento, retornando imediatamente a emitir luz depois de uma interrupção, bastando que seja reestabelecida sua alimentação elétrica.

2.3. A ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO INTERIOR DO AMAZONAS

A matriz energética do Estado é formada por termoelétricas com potência efetiva de 1618,6 MW composta por 281 unidades geradoras na capital Manaus e 110 sistemas isolados operando no interior com 426 unidades (ELETROBRÁS, 2012).

Visando garantir a oferta de energia elétrica no interior do Estado do Amazonas e melhoria da confiabilidade técnica das usinas, a Amazonas Energia, realizou em 2012 um acréscimo de 111,5 MW de potência instalada por meio de aditiva e nova contratação de locação de unidades geradoras (ELETROBRÁS, 2012).

A iluminação de ruas, avenidas e centros urbanos ou nas regiões periféricas é um bem público, cuja oferta é de interesse para a população, principalmente nos grandes centros urbanos, onde atividades comerciais são desenvolvidas. Devido a fatores socioeconômicos, a iluminação desempenha papel fundamental como inibidor da violência e como mecanismo de desenvolvimento das comunidades de baixa renda, que convivem diariamente com a falta de infraestrutura urbana (HAAS, 2009).

É também importante esclarecer que, amparada pela determinação constitucional, a Resolução Normativa ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010, no art. 218, determinou que as distribuidoras deveriam transferir os ativos de iluminação pública (luminárias, lâmpadas, relés e reatores) às prefeituras.

O Governo Federal, consciente da necessidade de levar este ativo à população, através do Ministério de Minas e Energia (MME) e das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás), desde 2004, está implantando um programa nacional de eletrificação chamado de Luz Para Todos. No Estado do Amazonas, este serviço público de energia elétrica se estenderá a toda a zona rural do interior amazonense (LIMA et al., 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O bairro Biribiri é um dos 13 logradouros pertencentes a cidade de Manacapuru no estado de Amazonas, a estrutura desta localidade é de 12 ruas entre elas:

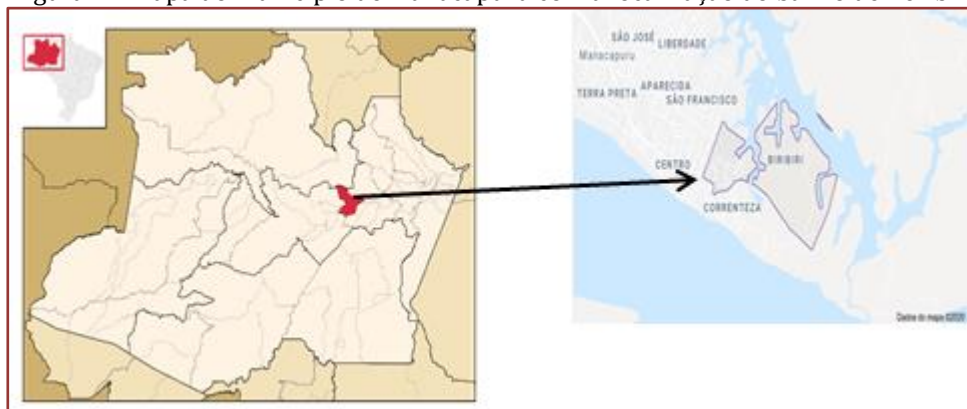
- Avenida Getúlio Vargas
- Beco Antônio Pacheco Teles
- Beco Luciano Galvão
- Beco Olímpio Campos

- Rua Abel
- Rua Antônio Pacheco Teles
- Rua Cariolano Durand
- Rua da Quadra
- Rua do Módulo
- Rua Francisco Pacheco Teles
- Rua Joana D'Ângelo
- Rua João Lelis

Existem aproximadamente três estabelecimentos comerciais, distribuídos entre vários segmentos da cadeia do comércio, serviço, indústrias dentre outros.

No mapa do município Manacapuru, podemos verificar a localização do bairro Biribiri (figura 1), no qual exibe as principais avenidas e ruas que interligam o bairro com outros pontos da cidade.

Figura 1 – Mapa do município de Manacapuru com a localização do bairro de Beribiri.



Fonte: mapasapp.com, 2020

O primeiro passo para realização deste trabalho foi a busca por dados relativos ao sistema de iluminação pública do bairro do Biribiri, ou seja, uma caracterização básica do sistema. Nesse processo foi levantado o número de pontos de iluminação existentes no bairro e suas respectivas potências.

A tecnologia de iluminação utilizada (tipo de luminária) também foi levantada. Esse levantamento permitiu uma extrapolação dos cálculos feitos para vias, considerando a extensão, carga de iluminação instalada e o impacto visual.

Também foram consideradas questões de marketing ambiental, uma vez que algumas vias de maior fluxo permitiriam que toda a população sentisse mais rapidamente o impacto da mudança no sistema de iluminação. Para o estudo foram adotados os seguintes levantamentos:

- 1) extensão da via;
- 2) tipo de posteamento;
- 3) quantidade de luminárias;
- 4) tipo de luminárias;
- 5) potência das luminárias.

Para o quantitativo de luminárias utilizou-se a distância entre postes, a cada 25 metros como apresentada na tabela 1, ainda existem postes de eucalipto no bairro, as lâmpadas são do tipo Lâmpadas de vapor de mercúrio. Com o uso do *Google maps* foram medidos os comprimentos das vias, que determinou tipo de posteamento e luminárias.

Tabela 1 - Levantamento de Quantitativo de Luminárias entre distância dos postes

| Vias | Comprimento (m) | Distância média entre os postes (m) |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Avenida Getúlio Vargas | 1.500 | 23.0 |
| Beco Antônio Pacheco Teles | 500 | 24.5 |
| Beco Luciano Galvão | 450 | 25.0 |
| Beco Olímpio Campos | 400 | 25.0 |
| Rua Abel | 800 | 25.0 |
| Rua Antônio Pacheco Teles | 700 | 25.5 |
| Rua Cariolano Durand | 655 | 24.5 |
| Rua da Quadra | 855 | 23.5 |
| Rua do Módulo | 755 | 25.0 |
| Rua Francisco Pacheco Teles | 950 | 24.5 |
| Rua Joana D'Ângelo | 850 | 24.5 |

Fonte: dados do autor-2020

Para a análise de viabilidade técnica: foram utilizados catálogos para seleção de luminárias LED compatíveis com as luminárias convencionais a serem substituídas. Diante da diversidade de modelos optou-se por modelos com maior detalhamento técnico disponível, eficiência e possibilidade de ajuste de fluxo luminoso (controle eletrônico).

Na atualidade existe uma gama significativa de modelos de luminárias LED, mas a preocupação central foram os aspectos de grau de iluminamento, eficiência e compatibilidade com o posteamento (braço).

De acordo com todo levantamento realizado em relação às vias, distanciamento e tamanho, chegou-se a quantidade de postes com luminárias LED (tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de Postes do bairro do Biribiri

| Vias | Quantidade de Postes |
|-----------------------------|----------------------|
| Avenida Getúlio Vargas | 25 |
| Beco Antônio Pacheco Teles | 08 |
| Beco Luciano Galvão | 07 |
| Beco Olímpio Campos | 06 |
| Rua Abel | 10 |
| Rua Antônio Pacheco Teles | 12 |
| Rua Cariolano Durand | 08 |
| Rua da Quadra | 12 |
| Rua do Módulo | 10 |
| Rua Francisco Pacheco Teles | 10 |
| Rua Joana D'Ângelo | 10 |

Fonte: dados do autor - 2020

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tecnologias empregáveis para iluminação pública vivem em constantes transformações, são amplamente usadas sem padronização. A divergência de maior atenção é a eficiência oferecida para a mesma aplicação.

Após análises realizadas, em relação aos dados obtidos sobre o sistema de iluminação pública no bairro do Biribiri – Município de Manacapuru, observou-se que a maior parte das ruas é constituída por pontos de iluminação que utilizam lâmpadas de vapor de mercúrio com potência de 125 W, de acordo com a figura 2.

Figura 2- Ruas do Bairro Biribiri apresentado os pontos de iluminação com lâmpadas de vapor de mercúrio com potência de 125 W.



Fonte: Dados do autor/2020

Foram analisadas 12 vias do bairro, levando em consideração a extensão das referidas, carga de iluminação instalada e o impacto visual. Nas ruas, levantou-se o tipo de posteamento, a distância média entre os postes, o comprimento destes e a quantidade de lâmpadas necessárias, como apresentando na tabela 3.

Tabela 3 - Levantamento do número de lâmpadas e a potência nominal das vias do bairro Biribiri para implementação.

| Vias | Quantidade de Lâmpadas | Potência Nominal |
|-----------------------------|------------------------|------------------|
| Avenida Getúlio Vargas | 25 | 400 |
| Beco Antônio Pacheco Teles | 08 | 400 |
| Beco Luciano Galvão | 07 | 250 |
| Beco Olímpio Campos | 06 | 110 |
| Rua Abel | 10 | 200 |
| Rua Antônio Pacheco Teles | 12 | 250 |
| Rua Cariolano Durand | 08 | 200 |
| Rua da Quadra | 12 | 200 |
| Rua do Módulo | 10 | 400 |
| Rua Francisco Pacheco Teles | 10 | 250 |
| Rua Joana D'Ángelo | 10 | 400 |

Fonte: Dados do autor - 2020

Depois das análises realizadas, buscou-se por luminárias que atende-se as condições mínimas, como: nível de iluminância e fator de uniformidade exigida pela norma NBR 5101.

Logo para direcionamento da escolha dos modelos foi a partir de fluxo luminoso e potência que os modelos do mercado oferecem. Assim definiu-se pela aplicação de luminárias *Istanium LED*, modelo NATHL, que oferece 15 mil lumens de fluxo luminoso, numa potência de consumo equivalente a 138W.

De acordo com as informações construtivas fornecidas por fabricante, esta luminária é produzida em alumínio injetado a alta pressão, com difusor de vidro liso plano.

O acabamento é realizado por pintura eletrostática, na cor padrão RAL 9007 (cinza). O conjunto óptico é formado por um conjunto de módulo de 64 LEDs com lentes incorporadas. No Quadro 1 apresentam-se os dados técnicos das luminárias Modelo Nathl.

Quadro 1 - Especificação Técnica da Luminária Modelo Nathl

| | |
|-----------------------------|---------------|
| Tensão Nominal | 90 a 305 Vac |
| Frequência | 50/60 Hz |
| Potência | 138W |
| Fator de Potência | > 0.95 |
| Fluxo Luminoso | 15.000 Lm |
| Temperatura de Cor | 5.000 k |
| Temperatura de Uso | -30°C a +40°C |
| Índice de Reprodução de Cor | > 70% |
| Vida Útil | 60.000 h |
| Grau de Proteção | IP66 |

Fonte: <http://tecnowatt.com.br>

A melhoria na iluminação pública para o bairro do Biribiri é essencial para a qualidade de vida dos moradores, pois devido ao grande índice de criminalidade ocorrido no período noturno a população fica vulnerável, sendo assim, com essa implantação será permitido aos habitantes desfrutar nos lugares com segurança e lazer.

A proposta do projeto para o bairro Biribiri no Município de Manacapuru prevê apenas a substituição das lâmpadas existentes por luminárias LED. Sabendo-se que serão utilizadas 128 luminárias de 138W operando 13 horas por dia.

Entretanto existem outras tecnologias que podem ser implantadas, entre elas as luminárias solares, pois são amplamente utilizadas, possui as vantagens de forte adaptabilidade, economia de energia, sem poluição, segurança e alta eficiência. A energia solar é a principal direção do desenvolvimento de novas energias.

5. CONCLUSÃO

As ruas do bairro Biribiri localizado no município de manacapuru, possuem luminarias antigas, deixando a população do local vulneravel a criminalidade. Diante a esse fato, o trabalho apresentou Implementação das Novas Tecnologia no Avanço da Iluminação no Bairro Biribiri.

Foi realizado um levantamento através do *Google maps* sobre a quantidade de ruas existentes no bairro, a partir dessa pesquisa pode-se chegar ao total de postes e luminárias necessárias para a implemntação. A proposta do projeto para o bairro Biribiri no Município de Manacapuru foi para a substituição das lâmpadas existentes, por 128 luminárias LED de 138 W operando 13 horas por dia.

Conclui-se que a elaboração do trabalho ajudou a compreender melhor sobre as tecnologias utilizadas na iluminação pública, e sobre a importância de realizar estudos mais profundos sobre o assunto. As recomendações para trabalhos futuros é realizar pesquisas sobre programas sociais que o governo oferece em relação a iluminação solar.

REFERÊNCIAS

- [1] AGUILERA, M. A. Ampliação e Remodelação da Iluminação Pública. O setor Elétrico, edição 110. São Paulo, 2015.
- [2] ANAEL. Iluminação Pública. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/049/apresentacao/aneel_belo_horizonte_ap_049_2011_src-aneel.pdf. Acesso em: 02 de setembro de 2020.
- [3] BARBOSA, L. Uma Avaliação da Tecnologia Led na Iluminação Pública. Rio de Janeiro, 2014.
- [4] CAMPOS, L. L; SOUZA, L. G.. Iluminação Pública História, Tecnologias e Aplicações, Rio de Janeiro, 2019.
- [5] Carvalho, L. História da iluminação pública no brasil. Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/historia/historia-da-iluminacao-publica-no-brasil.htm>. Acesso em 07 de setembro de 2020.
- [6] HASS, L. R. Desenvolvimento da Iluminação Pública no Brasil. O setor Elétrico. Disponível em: https://www.fne.org.br/upload/documentos/projetos/iluminacao-publica/desenvolvimento_i_p_no_brasil_-_luciano_haas_rosito.pdf. Acesso em 02 de setembro de 2020.
- [7] MAPA. Bairro do Biribiri, Manacapuru Disponível em: <http://mapasapp.com/brasil/amazonas/manacapuru-am/biribiri>. Acesso em de setembro de 2020.
- [8] MME. Iluminação Pública. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/servicos/ouvidoria/perguntas-frequentes/iluminacao-publica>. Acesso em 25 de setembro de 2020.
- [9] NATHL. Especificação Técnica da Luminária Modelo Nathl. Disponível em: <https://tecnowatt.com.br/portfolio-items/nath-l/>Acesso em 25 de setembro de 2020.
- [10] PALHARES, G. COMO VIABILIZAR A IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA? Disponível em: <https://blog.houer.com.br/novas-tecnologias-para-iluminacao-publica/#:~:text=As%20tecnologias%20mais%20modernas%20viabilizam,de%20um%20para%20o%20outro>. Acesso em 07 de setembro de 2020.

Capítulo 22

Reformulação da ferramenta “auditoria interna de processo industrial” em uma empresa do ramo de segurança eletrônica do polo industrial de Manaus: uma ideia inovadora

André Felipe Soares

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Transformação digital é definido como a utilização de um conjunto de tecnologias em desenvolvimento como meio de gerar novas formas de negócio e/ou otimizar os já existentes. Dentro do ambiente industrial é comum existir melhorias e inovações no processo. Melhorias que proporcionam formas de análise e diferentes aplicações como métodos, ferramentas, conceitos de gestão, etc. O desenvolvimento de ferramentas digitais para auxiliar em atividades de gestão como a auditoria, vem cada vez mais ganhando destaque no mercado organizacional. Tal ação é vista como um diferencial para as empresas e em muitos casos associada como uma adaptação inovadora. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi apresentar a importância da adaptação da ferramenta auditoria de processo industrial, proporcionando praticidade e agilidade ao auditor, segurança e economia para a empresa uma vez que a ferramenta não necessite utilizar papéis, além de aumentar a qualidade do serviço, possibilitando uma melhoria contínua tanto para a ferramenta quanto para os processos auditados. Primeiramente fez-se necessário realizar uma pesquisa in loco para recolher dados referentes ao fluxo do processo da empresa e o fluxo de preparação, realização e análise das informações coletadas pelo auditor. Tal etapa foi de grande relevância para identificar as possíveis melhorias a serem executadas. O conceito de transformação digital foi claramente evidenciado no desenvolvimento do projeto de remodelação de auditorias de processo, uma vez que a adaptação da ferramenta de gestão para a forma digital, apresentou uma melhoria significativa.

Palavras-chave: Processo de Inovação, Avanços tecnológicos, transformação digital

1. INTRODUÇÃO

O processo de inovação pode ser definido como um processo iterativo, desempenhado através da contribuição de diferentes agentes econômicos e sociais que apresentam variados tipos de informações e conhecimentos, com a finalidade de melhorar um produto ou serviço (LEMOS, 2009).

A ideia de inovação pode ser conceituada como agregar valor gerando riquezas através de atendimento eficiente que atenda às necessidades do consumidor. Tendo em vista que, ela não restringe à utilização de novos conhecimentos adquiridos pela pesquisa, mas sim, ao desenvolvimento de novos produtos ou serviços que são obtidos de forma criativa com conhecimentos novos ou já conhecidos (GOLDSMITH, 2009).

Dentro do ambiente industrial, deve existir melhorias e inovações no processo produtivo, uma tarefa que não é fácil. Tais melhorias acompanham muitas possibilidades em relação a métodos, ferramentas e conceitos de gestão. Pode-se destacar entre elas, a auditoria de processo industrial, uma ferramenta útil para a prevenção e correção de anomalias, possibilitando melhoria contínua para a empresa (COSTA, 2008).

Devido ao avanço tecnológico, possibilitou-se a informatização e o desenvolvimento de ferramentas que auxiliam no ambiente de trabalho, uma delas é a auditoria de processo, as empresas vem substituindo seus procedimentos manuais por procedimentos eletrônicos, a fim de otimizar seu desempenho, pois dentre outros benefícios, o uso de sistemas informatizados possibilita maior quantidade de dados processados (MELO, 2016).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi apresentar a importância da adaptação da ferramenta auditoria de processo industrial, proporcionando praticidade e agilidade ao auditor, segurança e economia para a empresa uma vez que a ferramenta não necessite utilizar papeis, além de aumentar a qualidade do serviço, possibilitando uma melhoria continua tanto para a ferramenta quanto para os processos auditados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Em razão dos avanços tecnológicos, fez-se necessário o desenvolvimento de ideias novas, de ferramentas práticas e essenciais para o dia a dia, a palavra inovação recebe todo o foco (VILHA, 2009). Segundo Fuck (2011) inovação relaciona-se a ação de inovar ou de fazer algo novo.

A ideia de inovação também pode ser conceituada como agregar valor gerando riquezas através de atendimento eficiente que satisfaça às necessidades do consumidor. Tendo em vista que, ela não restringe à utilização de novos conhecimentos adquiridos pela pesquisa, mas sim, ao desenvolvimento de novos produtos ou serviços que são obtidos de forma criativa com conhecimentos novos ou já adquiridos (GOLDSMITH, 2009).

Em um mundo onde as mudanças são muito presentes e devido à alta competitividade no mercado, muitas empresas buscam a inovação como forma de apresentar um diferencial dos concorrentes melhorando seu desempenho obtendo uma vantagem competitiva (MAMBRINI, 2011).

Ressalta Lemos (2009), que dentro do contexto de evolução tecnológica, é necessário considerar que uma empresa não inova sozinha, pois as fontes de informações e/ou conhecimentos necessários para inovar podem ser obtidas tanto dentro, como fora dela.

Pode-se considerar que as inovações são capazes de gerar vantagens competitivas a médio e longo prazo, inovar permite a evolução das empresas. A implantação de inovações possibilita agregar valor aos produtos e serviços da empresa, meio a um ambiente competitivo. Sua utilização é ainda mais importante em mercados com alto nível de competição onde os produtos são de mesma categoria dos concorrentes (THE GLOBAL INNOVATION INDEX, 2015). O empreendedorismo corporativo e inovação são dois assuntos muito importantes pois permitem que as empresas acessem novos mercados, cresçam, realizem novas parcerias, adquiram novos conhecimentos e aumentem o valor de suas marcas (TURRÓ; URBANO; PERIS-ORTIZ, 2014).

Uma empresa empreendedora busca investir em inovações de seus produtos e serviços, corre riscos, busca melhorar de forma simples que faça a diferença, apresenta ideias que agregam valor, ganhando vantagem frente aos concorrentes no mercado de trabalho (HAAR; WHITE, 2013).

2.2. AUDITORIAS DE PROCESSO

Auditoria é a verificação e apuração de todos os registros e evidências contábeis, com a finalidade de executar uma análise cuidadosa, sistemática e imparcial das atividades desenvolvidas em uma determinada empresa ou setor, tendo como foco, evidenciar se as áreas ou setores estão em conformidade executando suas atividades de acordo como os procedimentos estabelecidos (MARQUES, 2013).

Considerada uma ferramenta de relevância na gestão da empresa. Através dela é possível visualizar o desenvolvimento dos processos organizacionais, o desempenho comercial e operacional da companhia, além de contribuir auxiliando os gestores fornecendo informações precisas para tomadas de decisões (WESTPHAL, 2012).

A ferramenta proporciona muitos benefícios para a empresa, através dela é possível visualizar a real situação e evitar as anomalias que podem ocorrer, com isso, entende-se que a auditoria proporciona vantagens bastante significativas, beneficiando todos os integrantes em uma organização, pois ela mostra dados efetivos e confiáveis das demonstrações (FURTADO, 2009).

Segundo Westphal (2009), a auditoria fornece uma grande segurança às informações administrativas e relacionadas ao processo. Como resultado de sua aplicação o auditor pode formular uma opinião sobre a realidade das evidências proporcionando uma contribuição essencial na tomada de decisão.

A ferramenta auditoria apresenta duas ramificações a auditoria interna e a externa. Vale ressaltar que ambas possuem definições diferentes entre si.

A auditoria interna, por orientação gerencial da alta administração da empresa, tem de examinar cada ramificação e os segmentos, em períodos regulares de tempo, para observar a aderência às políticas, à legislação, à eficiência operacional e aos aspectos tradicionais de controle e salvaguarda da empresa. Apesar de ambas as funções de auditoria cobrir algumas atividades similares, a ênfase e a forma de abordá-las variam, a auditoria externa tem como objetivo a revisão global das atividades, de maneira menos detalhada. A auditoria externa não elimina a necessidade da auditoria interna, porque a auditoria interna da organização auditada possibilita maior segurança ao auditor independente, evitando a duplicidade de trabalho e reduzindo os custos de ambas as partes, uma vez que a qualidade dos trabalhos praticados assim indique, e permite a identificação e resolução antecipada de problemas que só são solucionados no último instante (LIMA, 2011).

As etapas a serem seguidas na auditoria devem ser planejadas para que tenha uma sequência lógica de atividades. Em seguida é analisado os procedimentos de controle interno, caso necessário, é realizado a revisão dos mesmos. Após executar os procedimentos de auditoria, é feita a coleta de evidências, ou seja, os fatos ocorridos, após isso é elaborado um relatório abordando sobre não conformidades do setor e sugestões de melhoria MAESTA (2008).

Os procedimentos de auditoria interna abordam sobre exames, análises, avaliações, ferramentas de controle interno e sistemas de gerenciamento de risco afim de que a organização alcance seus objetivos. Essas atribuições quando aplicadas de maneira sistemática contribuem significativamente para a eficiência no trabalho da auditoria interna (LINS, 2011).

2.3. TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Ao utilizar o termo transformação Digital, é muito comum interpretar que se trata de uma grande mudança tecnológica. Tal pensamento não é totalmente errôneo, na realidade, a transformação digital apresenta um impacto muito mais amplo e compreende expressivas mudanças no âmbito social e econômico, no mundo empresarial é empregado o conceito de como transformar seus negócios e a maneira como funcionam (KANE, 2015).

Digital não é somente vista como interfaces e canais de comunicação, está presente em todos os aspectos das empresas de hoje.

A partir do momento que as tecnologias digitais continuam transformando a economia, muitos líderes buscam melhorar seus gerenciamentos para definir uma estratégia digital, mudar as estruturas organizacionais e eliminar as adversidades que os impedem de maximizar o potencial das novas tecnologias digitais (GROSSMAN, 2016).

A transformação digital é o fenômeno com capacidade de gerar mudanças na forma como a tecnologia é desenvolvida, utilizada e gerenciada. Novas estruturas de negócio estão sendo desenvolvidas, gerando impactos para trabalhadores, clientes, fornecedores e organizações. A transformação digital traz oportunidades para as empresas, indivíduos e países participem da economia, além de mudar o balanço dos negócios, uma vez que as empresas tradicionais buscam vantagem competitiva em mão de obra barata, perderão espaço para aquelas que apostam em tecnologia e inovação (LOPES, 2016).

3. MATERIAS E MÉTODOS

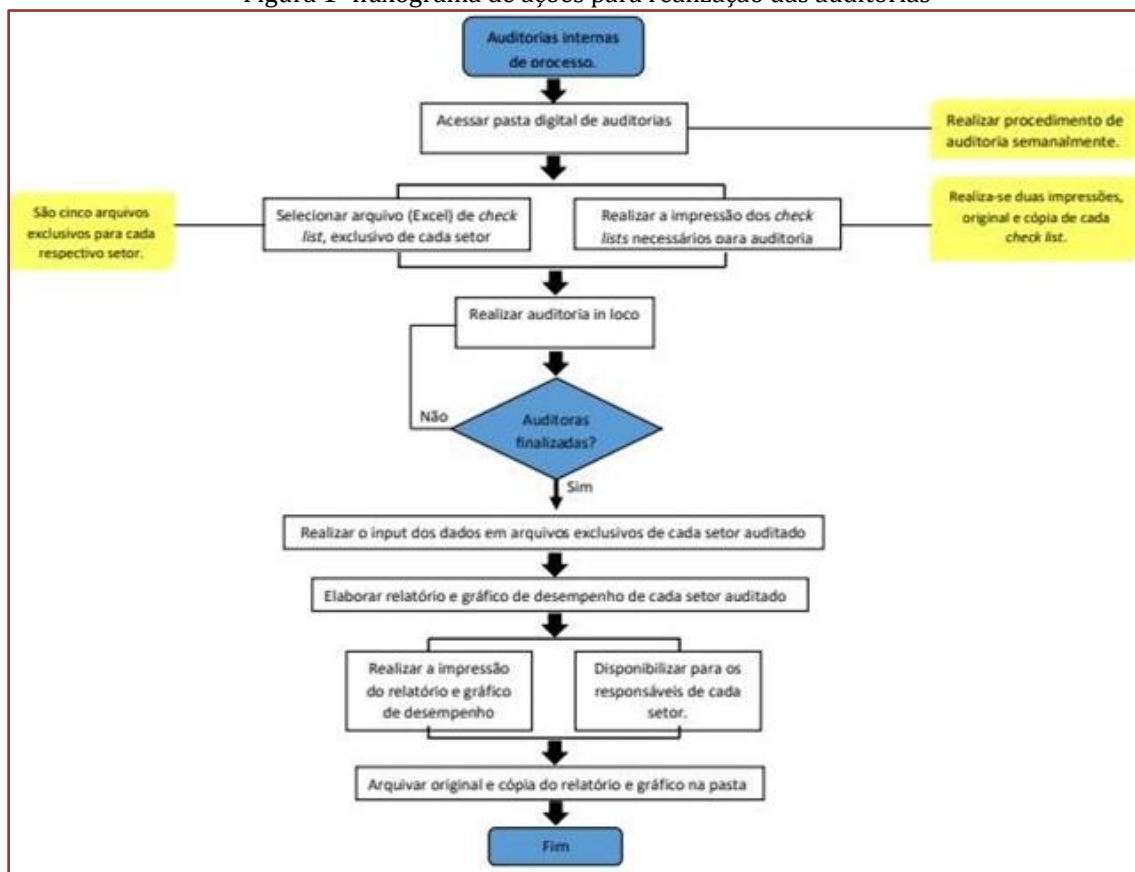
A proposta apresentada foi de repaginar a ferramenta auditoria interna de processo industrial, a qual se deu em uma empresa de médio porte, produtora de equipamentos do segmento de segurança eletrônica do polo industrial de Manaus.

A proposta foi de apresentar uma remodelação da estrutura de etapas realizadas nas auditorias, bem como, agilizar o processo de análise das informações recolhidas durante as referidas. Ressaltando que, a proposta oferece um investimento zero em equipamentos.

Primeiramente fez-se necessário realizar uma pesquisa *in loco* para recolher dados referentes ao fluxo do processo da empresa e o fluxo de preparação, realização e análise das informações coletadas pelo auditor. Tal etapa foi de grande relevância para identificar as possíveis melhorias a serem executadas.

O fluxograma das etapas que o auditor realiza em cada auditoria são apresentadas na figura 1.

Figura 1- fluxograma de ações para realização das auditorias



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Foi evidenciado alguns pontos importantes como, o auditor precisa realizar auditorias em cinco setores diferentes da fábrica, os quais são: Montagem SMD, Montagem Placa PTH, Montagem Final, Injetora Plástica e Almoarifado. Cada setor possui um *check list* próprio.

Outro ponto observado foi a utilização de papéis durante a auditoria, que no final não agrega valor para a ferramenta e para empresa, tendo em vista que para cada um dos cinco setores auditados são impressos dois papéis (um para o auditor e outro para o acompanhante), e sua frequência era semanal, ficando claro o gasto desnecessário de recursos da fábrica.

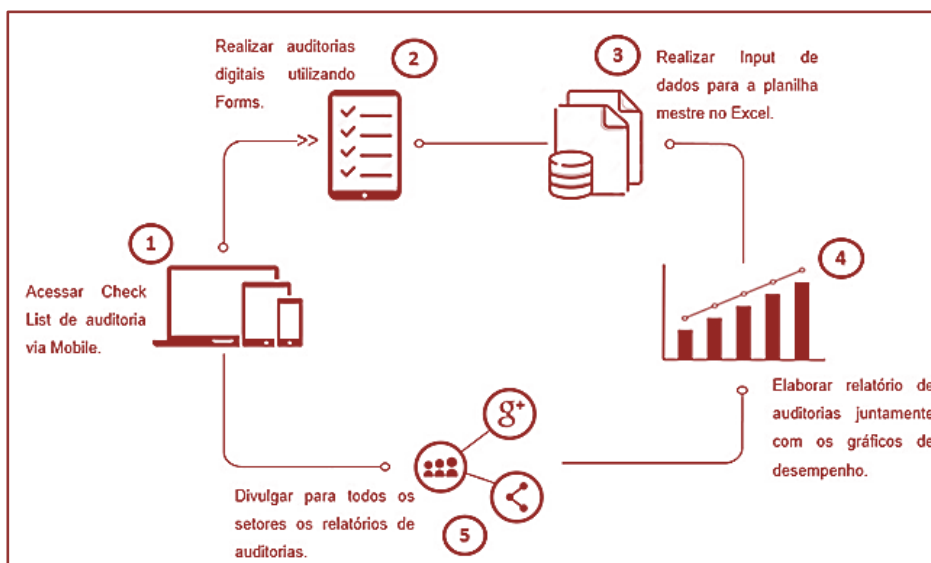
Devido os dados supracitados, foi apresentado a proposta de realizar as auditorias e análise de dados de forma mais sistemática, utilizando ferramentas acessíveis dentro da organização.

As ferramentas utilizadas para implantação da nova estrutura de auditorias foram:

- Tablet;
- Check List via Sistema Forms;
- Banco de dados e DASHBOARD via EXCEL;

As ferramentas utilizadas para implantação do projeto juntamente com sua estrutura de operação são apresentadas na figura2.

Figura 2 - ferramentas utilizadas e fluxo de operação,



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

As ferramentas utilizadas foram devidamente selecionadas afim de atender aos critérios da empresa, além de encaixarem no conceito de inovação visto pela empresa “Fazer algo simples e diferente que proporcione melhor qualidade e satisfação para a empresa e seus colaboradores”.

Primeiramente foi realizado a conversão do *check list* de auditoria, no qual foi elaborado um formulário digital contendo todos os itens de verificação do processo, utilizando a ferramenta *Forms*. Uma ferramenta da MICROSOFT®, sendo mais utilizada atualmente dentro do ambiente corporativo.

Microsoft Forms é ferramenta utilizada para criar questionários e cadastros personalizados online. A ferramenta possibilita criar perguntas de vários formatos diferentes, gerando possibilidades de compartilhar o formulário, seja por e-mail, ícones criados e publicar em um link na web, proporcionando coletar as respostas em tempo real, gerando gráficos automaticamente, por enquanto, se mantém restrita ao Office 365 comercial (ALVES, 2018).

Como a ferramenta *forms* já apresenta uma interface digital de um questionário, possibilitou uma interação mais dinâmica com o auditor, uma vez que ele não precisa escrever no papel e guardar um documento físico, já que, através do *forms* o formulário é enviado para o e-mail particular ou do grupo de auditores.

A interface do novo *check list* de auditoria de processo interno pode ser visualizado na figura 3.

Figura 3 - Interface do check list de auditoria digital versão *mobile*,



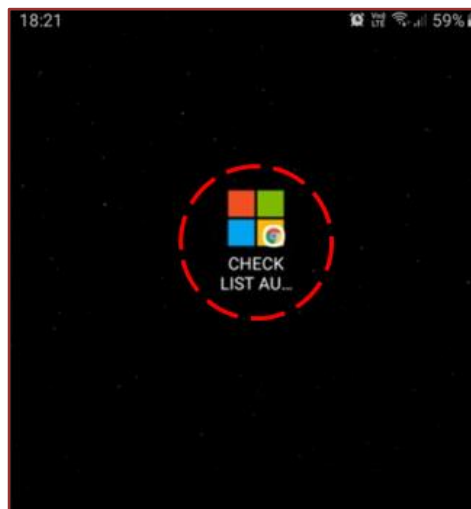
Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Em uma auditoria de processo, o auditor não fica parado na mesa, logo é necessário que ele verifique todos os itens de auditoria *in loco*, afim de atender essa necessidade de flexibilidade de locomoção, o tablete corporativo foi selecionado como equipamento essencial para o auditor.

Após concluir a elaboração do formulário, a ferramenta *Forms* possibilita criar um *link* de acesso para utilização do mesmo, o qual foi gerado e convertido em ícone para ser fixado na tela principal do *Tablet*, afim de garantir agilidade de acesso para o auditor, vale ressaltar que um critério estabelecido foi que somente as contas de e-mail autorizados poderiam acessar o formulário, uma vez que, o nome do auditor é salvo automaticamente no formulário pelo sistema, garantindo a segurança de acesso.

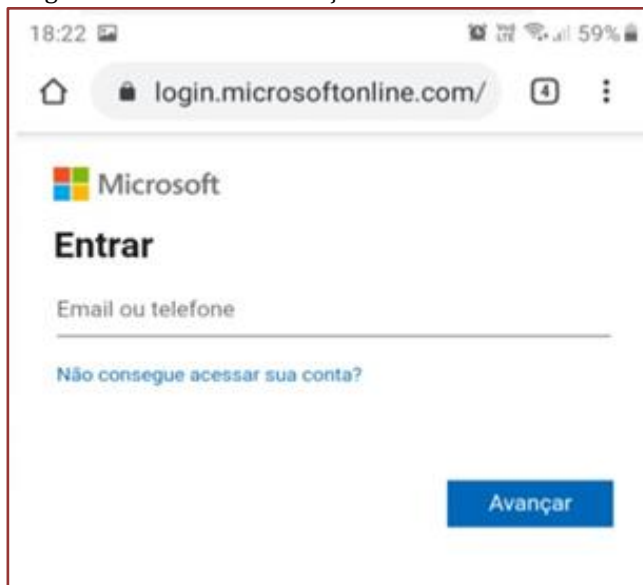
A criação do ícone versão *mobile* juntamente com a aba de confirmação de acesso via *outlook*, podem ser visualizados nas figuras 4 e figura 5, respectivamente.

Figura 4 - ícone versão *mobile*



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Figura 5 - Aba de Confirmação de Acesso via Outlook



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Com elaboração do novo formulário e definição da ferramenta *mobile*, fez-se necessário elaborar uma forma de armazenar as informações para análises futuras e gerar gráficos, além de garantir a segurança de armazenamento das informações. Uma ferramenta muito utilizada até hoje no ambiente corporativo atendeu de forma significativa todos os requisitos mencionados, o EXCEL.

O Excel é uma das ferramentas mais conhecidas, tanto no mundo acadêmico como no corporativo, um programa que possibilita a criação de planilhas, fórmulas, operações, diversos tipos de gráficos, atendendo variados níveis de complexidade, uma ferramenta ideal para gerenciamento de informações (LAWRENCE, 2009).

Tal ferramenta possibilitou organizar todas informações coletadas durante as auditorias, gerar gráficos que possibilitam compreensão dos resultados de forma mais clara, além de proporcionar um histórico mais eficiente para consultas futuras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para Blattman (2010), um aspecto que deve ser trabalhado nas empresas é a substituição do uso de papel por registros de dados de forma digital, também apresenta uma comparação da quantidade de espaço que as informações ocupam quando registradas em papel se comparadas com o registro em meios digitais:

- 1 Gigabyte: pode armazenar o conteúdo de cerca de 10 metros de livros em uma prateleira;
- 100 Gigabytes: poderiam armazenar um andar de biblioteca de publicações acadêmicas;
- 1 Terabyte: 50000 árvores transformadas em papel e impressos;

A utilização do *Excel* como banco de dados, possibilitou o armazenamento das informações coletadas nas auditorias de forma mais eficiente, uma vez que não é mais necessário arquivar documentos físicos.

É possível observar na figura 6 a diferença de ocupação de espaço entre um disco rígido (HD) e uma pasta de arquivos.

Figura 6 - Comparação de espaço ocupado entre um HD e uma pasta para arquivos.
Área aproximada de ocupação: 90 cm²



Fonte: <https://www.impress>

Área aproximada de ocupação: 445 cm²



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/>

Segundo Busch e Delgado-Ceballos (2012), o termo sustentabilidade pode ser definida como uma abordagem de negócio que considera de forma equilibrada os aspectos econômicos, sociais e ambientais, gerando em longo prazo benefícios a gerações futuras. Segundo os mesmos autores, desde o surgimento do termo sustentabilidade no mundo empresarial, as organizações perceberam a importância da sustentabilidade para alavancar seus negócios.

O projeto de auditoria digital buscou apresentar o conceito de sustentabilidade, levando em consideração o objetivo de aproveitar ao máximo os recursos de maneira eficiente. Vale ressaltar que o projeto foi estopim na adaptação para plataforma digital das ferramentas utilizadas na empresa, possibilitando assim, redução significativa no uso de papel e otimização dos processos.

Segundo alguns autores como Zysman e Kenney (2016), transformação digital pode ser definida como a utilização de um conjunto de tecnologias emergentes como meio para gerar novas oportunidades de negócios e otimizar aquelas já existentes.

O conceito de transformação digital foi claramente evidenciado no desenvolvimento do projeto de remodelação de auditorias de processo, uma vez que a adaptação da ferramenta de gestão para a forma digital, apresentou uma melhoria significativa.

A necessidade do uso de prancheta, papéis, caneta e câmera fotográfica para evidenciar as não conformidades, logo foram substituídos pelo uso do *Tablet*, tendo em vista que o *check list* de auditoria poderia ser acessado e registrado de forma digital, além de que o aparelho também possui a capacidade de registrar imagens com a câmera.

A transformação digital da ferramenta auditoria, proporcionou mais agilidade, confiabilidade, conforto e praticidade, uma vez que, todas as ferramentas para realização da mesma se resumiram ao uso de um único aparelho.

5. CONCLUSÃO

Este artigo objetivou demonstrar a importância de implementar melhorias digitais voltadas para auditoria interna no controle das operações da empresa, como na identificação de falhas que ocasionam perdas e ineficiências na gestão, auxiliar na melhoria dos processos apontando para os gestores recomendações para que o problema seja tratado, com o objetivo de melhorar o desempenho sem perda de eficiência e qualidade.

Para utilização de auditorias na empresa é fundamental que o auditor ao elaborar o relatório consiga expressar os resultados alcançados através dos levantamentos de forma clara, objetiva e coesa, para que a gestão ao ter contato com o relatório consiga entender os pontos apontados e assim destinar o responsável pela implantação dos planos de ação para tomar as medidas corretivas, acerca dos pontos levantados na auditoria.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, Paulo. COMO USAR O MICROSOFT FORMS PARA CRIAR UM FORMULÁRIO ONLINE. 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2018/05/como-usar-o-microsoft-forms-para-criar-um-formulario-online.ghtml>. Acessado em: 11/10/2020.
- [2] BLATTMAN, Ursula. INFORMATIZAÇÃO DE BIBLIOTECAS. Florianópolis. CIN/CED/UFSC: 2010.
- [3] FURTADO, Daiani. AUDITORIA INTERNA E SUAS VANTAGENS. 2009. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/auditoria-interna-e-suas-vantagens>. Acessado em: 18/09/2020.
- [4] FUCK, M. P.; VILHA, A. M. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: DA DEFINIÇÃO A AÇÃO. Ed. UFABC. Contemporâneos: Revista Artes e Humanidade. 2012.
- [5] GOLDSMITH, R. Inovação salta de produtos a serviços e modelos de negócios. Jornal Gazeta Mercantil: 2009.
- [6] GROSSMAN, R., The Industries That Are Being Disrupted the Most by Digital, Harvard Business Review, Information & Technology: 2016.
- [7] JÚNIOR, David Lorenzi; SIEDENBER, Dieter Rugar. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E SEUS EFEITOS SOBRE O NÍVEL DE EMPREGO NO SETOR INDUSTRIAL. Santa Cruz do Sul, RS: 2018.
- [8] HAAR, J. M.; WHITE, B. J. Corporate entrepreneurship and information technology towards employee retention: a study of New Zealand firms. Human Resource Management Journal: 2013.
- [9] KANE, G. C., PALMER, D., PHILLIPS, A. N, KIRON, D. e BUCKLEY, N., Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation, MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press: 2015.
- [10] Katz, B. R., Preez, N. D. du e Louw, L. Alignment of internal and external business and innovation domains. South African Journal of Industrial Engineering. Africa do Sul: 2016
- [11] LAWRENCE, Kenneth D.; KLIMBERG, Ronald K.; LAWRENCE Sheila M. FUNDAMENTALS OF FORECASTING USING EXCEL. Industrial Press. Inc. 2009.
- [12] LEMOS, Cristina. INOVAÇÃO NA ERA DO CONHECIMENTO. Ciência, Tecnologia e Sociedade: 2009.
- [13] LIMA, Leandra Jesus; LIMA, Robernei Aparecido. A IMPORTÂNCIA DA AUDITORIA INTERNA NAS ORGANIZAÇÕES. UNIVAP. São José dos Campos, SP: 2012.
- [14] LINS, L. S. Auditoria: uma abordagem prática com ênfase na auditoria externa. São Paulo, Atlas: 2011.
- [15] MAMBRINI, Aluisio Broering; DATTEIN, Erni; MEDINA, Jorgge Antonio Arias. CULTURA INOVADORA NA PEQUENA E MÉDIA EMPRESA. GeP: 2011.
- [16] MARQUES, Wagner Luiz. AUDITORIAS. Fundação Biblioteca Nacional. 2d: 2013. MELO, Paula Alves. FERRAMENTAS INFORMATIZADAS UTILIZADAS NA AUDITORIA. Volta Redonda: 2016.
- [17] TURRÓ, A.; URBANO, D.; PERIS-ORTIZ, M. Culture and innovation: The moderating effect of cultural values on corporate entrepreneurship. Technological Forecasting & Social Change: 2014.
- [18] THE GLOBAL INNOVATION INDEX. Effective Innovation Policies for Development. Fontainebleau, Ithaca, and Geneva: Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2015.
- [19] VILHA, A. M. GESTÃO DA INOVAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS: UMA ANÁLISE SOBRE A PERSPECTIVA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. UNICAMP. 2009.
- [20] WESTPHAL, Flávia Sotero. AUDITORIA INTERNA COMO FERRAMENTA DA GESTÃO OPERACIONAL NA ÁREA DE SUPRIMENTOS DE UMA EMPRESA METAL MECANICA. UNESC. Criciúma, SC. 2012.
- [21] Zysman, John e KENNEY, Martin. The Next Phase in the Digital Revolution: Platforms, Abundant Computing; Growth and Employment. Califórnia: 2016.

Capítulo 23

A importância da aplicabilidade da NBR 5410:2004 em uma instalação elétrica de baixa tensão e sua adequação em uma residência.

Geovana Inês Menezes Mota

Francimeire Gomes Pinheiro

Marcus Tulio Alves

Alexandra Priscila Tregue Costa

Resumo: Uma instalação elétrica realizada de forma correta é de extrema importância, e para isso é necessário que atenda à NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Esta norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os problemas encontrados em uma instalação de uma autoconstrução antiga que está em total desacordo com a NBR 5410:2004 e adequá-la à norma. Para isso realizou-se uma pesquisa de campo, onde obteve-se as informações do próprio morador e uma inspeção visual das instalações elétricas. Os resultados encontrados mostram que a instalação elétrica da residência oferecia risco aos seus moradores, equipamentos e estrutura devido ausência de inúmeros requisitos e dispositivos previstos em norma. Um projeto elétrico foi realizado para a prevenção de possíveis acidentes futuros, o qual atende à norma vigente. Para uma instalação elétrica segura, é de suma importância que sua execução seja realizada por um profissional da área qualificado. Um projeto bem dimensionado e que atenda às necessidades atuais e pensando nas possíveis necessidades futuras do cliente deve ser realizado por um engenheiro eletricista, é dele a função de projetar e fiscalizar as instalações elétricas tornando-a mais segura e confiável tanto para seus moradores quanto para seus equipamentos e estruturas.

Palavras-chave: Riscos elétricos. Segurança. Conformidade.

1. INTRODUÇÃO

Antes do surgimento da energia elétrica o mundo era totalmente diferente, a eletricidade é de suma importância para a sociedade atualmente. A praticidade da transformação da energia elétrica em outros tipos de energia a torna essencial, os motores que a transformam em energia mecânica ou os chuveiros elétricos que a transformam em energia térmica são exemplos práticos que demonstram a sua versatilidade nos dias de hoje (CÂMARA, 2017).

Para fazer um bom uso da energia elétrica em uma residência, uma instalação elétrica executada de forma correta é essencial. Um projeto elétrico deve ser realizado por um profissional qualificado, atendendo às normas técnicas regulamentadoras vigentes para cada caso específico, o que garantirá qualidade e segurança no fornecimento da energia elétrica. (SAUCEDO, 2019).

Uma instalação elétrica realizada de forma correta é de extrema importância e para isso é necessário que atenda à NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Esta norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens (ABNT, 2004).

Os problemas oriundos de uma instalação elétrica se dão por diversos fatores, o aumento do consumo de energia sem acréscimo na carga instalada, queima de equipamentos elétricos, dispositivos de proteção mal dimensionados, choques elétricos e o uso excessivo de benjamins são alguns exemplos desses problemas, o que causa sobrecarga na instalação e curtos-circuitos, ocasionando, assim, acidentes causados pela eletricidade (LIMA JÚNIOR, 2019).

Diante disto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os problemas encontrados em uma instalação elétrica antiga de uma residência, a qual está em desacordo com a NBR 5410:2004, buscando solucionar esses problemas através de um projeto elétrico para adequação de sua instalação, atendendo as normas técnicas vigentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. HISTÓRICO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO NO BRASIL

O surgimento da norma regulamentadora surgiu da necessidade de uma padronização de regras referentes às instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, visando uma redução de acidentes provenientes da eletricidade, assegurando assim a proteção das pessoas, animais e bens materiais. E, em outubro de 1941, foi publicada pelo Departamento Nacional de Iluminação e Gás (DNIG) a primeira edição da NBR 5410, a qual na época era chamada NB-3, sob o título de Norma Brasileira para Execução de Instalações Elétricas (NUNES, 2016).

Ainda com dados o autor supracitado, a primeira revisão da NB-3 foi realizada em 1960, referenciada pela norma americana *National Electrical Code* (NEC), a qual foi publicada pela *National Fire Protection Association* (NFPA). Publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NB-3 se tornou um documento com conteúdo limitado de cerca de 20 páginas, diferente da norma em que foi baseada.

Em 1980 foi realizada a segunda revisão da norma, no qual o rótulo NB-3 foi substituído por NBR 5410. Baseada na norma francesa NFC 15 100 e sendo alinhada com a norma internacional IEC 60364 (*Electrical Installations for Buildings*), esta edição foi um grande marco na normalização das instalações elétricas de baixa tensão do país devido às novidades adquiridas ao enquadrar esta norma no sistema internacional de unidades e no sistema métrico de condutores elétricos que eram vigentes, sendo uma versão mais detalhada e moderna (CTGÁS-ER, 2010).

Após esta publicação, a norma passou por mais 3 revisões até chegar na edição que está sendo utilizada atualmente. A de 1990 se destacou pela necessidade da norma de exigir que o aterramento do condutor de alimentação neutro fosse realizado no início da instalação. Em 1997, foi introduzido ao documento mais requisitos sobre a utilização do Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS). E, por último, em 2004 foi publicada a última edição da norma sem muitas alterações, porém, com um amadurecimento no texto, tornando-o mais detalhado e trazendo explicações mais específicas sobre determinados assuntos (NUNES, 2016).

A ABNT NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (CE - 03:064.01) e está em vigor até os dias de hoje (ABNT, 2004).

2.2. CONDIÇÕES ATUAIS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ANTIGAS

A segurança é de suma importância no âmbito das instalações elétricas, e a busca por ela não vem de hoje. Profissionais e entidades deste setor têm se esforçado para conscientizar a sociedade sobre esta necessidade, porém não vêm obtendo o sucesso esperado. Apesar das normas vigentes no país estarem entre as mais modernas do mundo, nem sempre as mesmas são aplicadas na elaboração e execução de um projeto elétrico (PROCOBRE, 2014).

Segundo o Instituto Brasileiro do Cobre (PROCOBRE, 2014), os maiores problemas das instalações elétricas são em imóveis com mais de 20 anos e na autoconstrução, no qual as obras não são realizadas por profissionais habilitados e não é comum o uso das normas técnicas vigentes, o que a torna insegura, uma vez que apresenta diversos problemas como a não divisão dos circuitos, ausência de dispositivos de proteção e dimensionamento dos condutores realizados de forma incorreta.

Hoje em dia as residências e escritórios possuem um maior número de equipamentos elétricos (computadores, eletrodomésticos, equipamentos de aquecimento e refrigeração), quando comparados com construções mais antigas, o que demanda uma maior carga elétrica do que há duas décadas. Devido a isso, mesmo que suas instalações tenham sido efetuadas de acordo com a normalização daquela época, hoje já estão defasadas, pois, não previam as potências demandadas. É válido ressaltar também que ao decorrer do tempo, os dispositivos das instalações sofrem um deterioramento natural, podendo assim, ter uma perda de rendimento (PROCOBRE, 2014).

A Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos de Eletricidade – ABRACOPEL (2020), diz que:

Os eventos com choque elétrico lideram o ranking de acidentes de origem elétrica no país no ano de 2019, com 909 registros, sendo 697 fatais, seguidos pelos incêndios por sobrecarga, com 656 ocorrências levando a óbito 56 pessoas. As causas mais comuns atribuídas aos acidentes são gambiarras elétricas, as instalações elétricas antigas, a falta de manutenção, o desconhecimento do risco e o uso de uma mesma tomada para conexão de diversos tipos de equipamentos ao mesmo tempo.

O Brasil, atualmente, possui uma norma técnica de instalação moderna, coerente e adequada em relação às normas internacionais, porém, não possui uma regulamentação que exija do cliente o cumprimento das mesmas, possibilitando uma avaliação sistemática das instalações elétricas de baixa tensão. Esta inconstância acarreta altos riscos à vida, saúde e segurança das pessoas e seus patrimônios (DANIEL, 2010; PROCOBRE, 2014).

2.3. ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

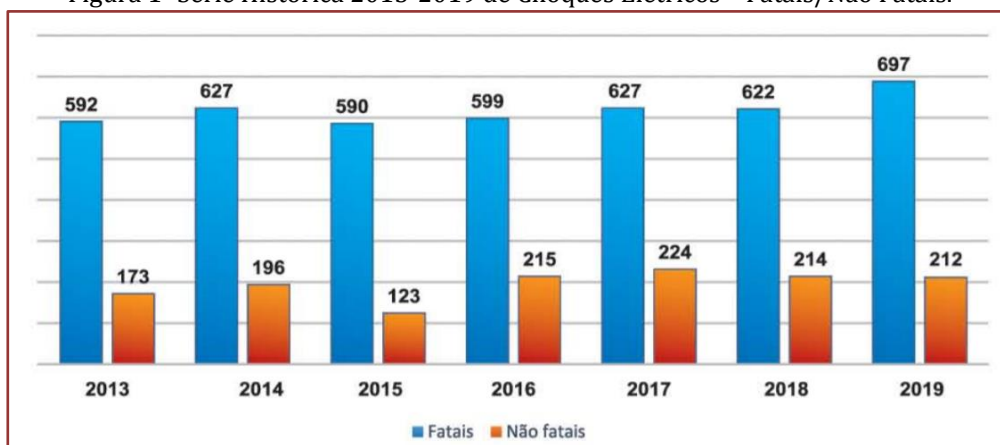
2.3.1. ACIDENTES POR CHOQUES ELÉTRICOS

Este acidente pode ser ocasionado de forma direta ou indireta, a primeira situação se dá pela interação da vítima com partes energizadas, que são causadas, na maioria das vezes, por terminais de equipamentos elétricos não isolados, condutores e cabos com isolamento deteriorada e o uso de equipamentos velhos. Já a segunda, ocorre quando há um contato com estruturas energizadas devido sobrecarga de algum equipamento ou até mesmo pelo material ser antigo e perder suas características isoladoras, fazendo com que sua carcaça entre em contato com as partes energizadas (SILVA, 2016).

Os ambientes familiares estão se mantendo na liderança no número de mortes por choques elétricos, 90% dos acidentes ocorre devido à falta de conhecimento, distração, descaso e roubos de cabos (ABRACOPEL, 2020).

A figura 1 mostra que, em 2019, o número de vítimas fatais por choque elétrico sofreu um aumento de 60% em relação ao ano de 2013.

Figura 1- Série Histórica 2013-2019 de Choques Elétricos – Fatais/Não Fatais.



Fonte: Anuário Estatístico Abracopel.

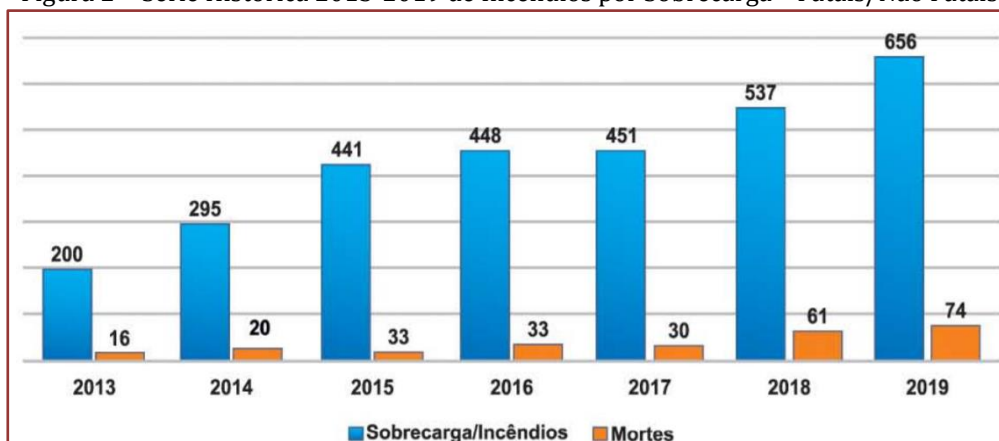
2.3.2. ACIDENTES POR SOBRECARGAS NOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

Este acidente ocorre quando o limite máximo de um circuito é excedido, havendo uma corrente superior à nominal. Isto pode se dar pela aquisição de novos equipamentos que possuem uma potência superior do que a carga instalada pode suportar, outro fator é o uso de benjamins com vários plugues em uma única tomada, não esquecendo das gambiarras elétricas (SILVA, 2016; ABRACOPEL, 2020).

As consequências oriundas deste tipo de acidente, além de queimaduras e choques elétricos, são os curtos-circuitos podendo ocasionar um incêndio, originados pelo aquecimento do circuito e isolamento deteriorado (SILVA, 2016).

A figura 2 demonstra que, em 2019, o número de ocorrências e de vítimas fatais de incêndios por sobrecarga sofreu um aumento dramático de 228% em relação ao ano de 2013.

Figura 2 - Série Histórica 2013-2019 de Incêndios por Sobrecarga – Fatais/Não Fatais.



Fonte: Anuário Estatístico Abracopel.

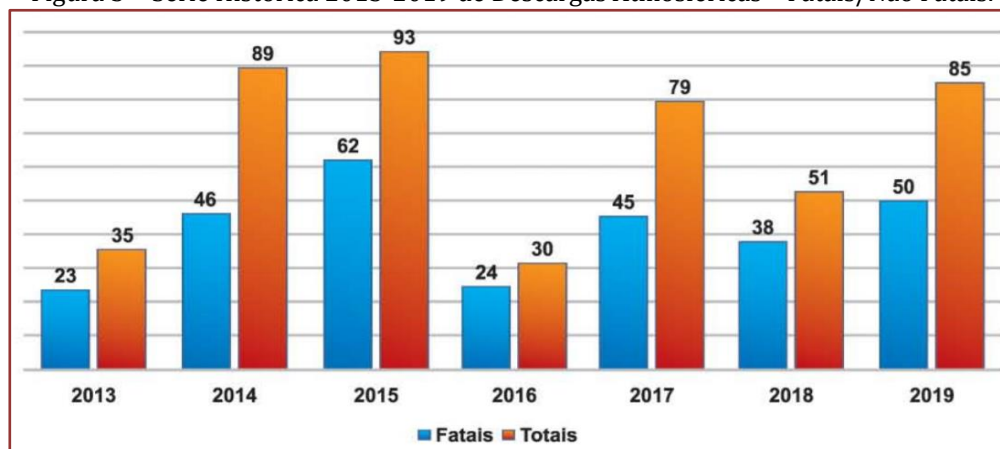
2.3.3. ACIDENTES POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Este tipo de acidente ocorre devido as descargas elétricas de origem de fenômenos da natureza, da nuvem ao solo, provocando surtos de tensão diretos ou indiretos. Os indiretos atingem linhas de transmissão e distribuição de energia, incidindo de forma direta em árvores, estruturas ou solo. Já os diretos, incidem de forma direta sobre edificações ou em suas proximidades, submetendo os elementos metálicos e o aterramento a diferentes níveis de tensão, causando prejuízos à estrutura atingida (SILVA, 2016).

As consequências ocasionadas poderão ser o óbito ou sérias queimaduras, danos no coração, pulmões, sistema nervoso e em outras partes do corpo, caso atinja diretamente uma pessoa. É importante ressaltar que a chance de sobreviver após ser atingido por uma descarga é de apenas 2% (SILVA, 2016).

A figura 3 apresenta que no ano de 2019 houve um aumento de 143% nos acidentes por descargas atmosféricas em relação ao ano de 2013.

Figura 3 - Série Histórica 2013-2019 de Descargas Atmosféricas – Fatais/Não Fatais.



Fonte: Anuário Estatístico Abracopel.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica para o embasamento do referencial teórico. Diante disto, foi realizado um levantamento das informações sobre a instalação elétrica da residência localizada no município de Presidente Figueiredo. Após o levantamento, buscou-se a solução através de um projeto elétrico que seguirá as normas técnicas, o qual foi dividido em etapas.

3.1. COLETA DE DADOS

A primeira etapa foi a visita *in loco* onde obteve-se as informações necessárias. A instalação elétrica da residência, que é monofásica e possui 22 anos, encontra-se em total desacordo com a NBR 5410 e apresenta problemas como a ausência de quadro de distribuição de circuitos, de dimensionamento dos condutores, de dispositivos de proteção e de tomadas de uso específico (TUE's). Além disso, foi levantado os dados das dimensões de cada cômodo do imóvel.

Diante disto, pode-se analisar o extremo risco que seus moradores estão expostos, além de sua estrutura física e bens materiais, uma vez que essa desconformidade pode causar choques elétricos e incêndios devido à falta de condutores e dispositivos de proteção e à sobrecarga nos circuitos elétricos.

3.2. LEVANTAMENTO DAS POTÊNCIAS

A segunda etapa foi o levantamento de dados de metragem, como área e perímetro, dos cômodos da residência, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Dimensão da Área e Perímetro dos Cômodos

| Cômodo | Área | Perímetro |
|-------------------|---------------------|-----------|
| Cozinha | 6 m ² | 10 m |
| Sala Estar/Jantar | 18 m ² | 18 m |
| Quarto 1 | 10,5 m ² | 13 m |
| Quarto 2 | 7,5 m ² | 11 m |
| Quarto 3 | 12 m ² | 14 m |
| Banheiro 1 | 3 m ² | 7 m |
| Banheiro 2 | 3 m ² | 7 m |
| Varanda | 27 m ² | 24 m |

Fonte: dados do autor (2020).

O levantamento das potências foi realizado mediante previsão de cargas mínimas de iluminação e tomadas que foram instaladas, o que possibilitou determinar a potência total prevista para a instalação.

3.2.1. ILUMINAÇÃO

De acordo com a NBR 5410 (2004), na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, conforme prescrito na alínea a) de 4.2.1.2.2, pode ser adotado o seguinte critério:

- a) em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA; b) em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

3.2.2. PONTOS DE TOMADA

De acordo com a NBR 5410 (2004), o número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1; b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos; c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada; d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

A norma também diz que a potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

- a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente; b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

O que também deve ser levado em consideração são as tomadas de uso específico que teve sua quantidade determinada de acordo com o número de aparelhos de utilização que estarão localizados em lugares fixos. A potência que foi atribuída é a potência nominal do equipamento a ser alimentado.

3.3. DEMANDA MÁXIMA

A demanda elétrica máxima foi calculada a partir da expressão abaixo:

$$D = (P_1 \times d_1) + (P_2 \times d_2) \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

P1: Soma das potências de iluminação e tomadas de uso geral;

d1: Fator de demanda de acordo com a tabela de fatores de demanda para iluminação e TUG's da Eletrobras;

P2: Soma das potências nominais das tomadas de uso específico;

d2: Fator de demanda conforme o número de circuitos de TUE's de acordo com as tabelas de fatores de demanda para TUE's da Eletrobras.

3.3.1. TIPO DE FORNECIMENTO E TENSÃO

De acordo com a Norma Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Individuais) da ELETROBRAS (2014), se a carga instalada for:

- Até 7,5 kW: o fornecimento será monofásico com dois fios (fase e neutro) e com tensão de 127 V.
- De 7,6 a 15 kW: o fornecimento será bifásico com 3 fios (2 fases e neutro) e com tensões de 127 e 220 V.
- De 15,1 a 75 kW: o fornecimento será trifásico com 4 fios (3 fases e neutro) e com tensões de 127 e 220 V.

3.4. DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

De acordo com a NBR 5410 (2004), deve ser constituído um circuito independente quando a corrente nominal de um equipamento ultrapassar a faixa de 10 A. Os circuitos para a alimentação das tomadas de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser exclusivos.

A norma também diz que em locais de habitação, admite-se que pontos de tomada e iluminação possam ser alimentados por circuito comum desde que:

- a) a corrente de projeto (IB) do circuito comum (iluminação mais tomadas) não deve ser superior a 16 A; b) os pontos de iluminação não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas); e c) os pontos de tomadas, já excluídos os indicados em 9.5.3.2, não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas).

As tomadas de uso específico deverão ter um circuito exclusivo para cada aparelho específico.

A potência ativa dos pontos de iluminação e das tomadas de uso geral é o resultado da multiplicação entre a potência aparente com seu fator de potência, no caso da iluminação teremos o FP=1,0 e nas TUG's será 0,8.



3.5. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Para dimensionar os condutores é necessário saber o valor da corrente de projeto (I_p), que é o resultado da razão entre a potência total (P) de cada circuito e a tensão (V), conforme expressão abaixo:

$$I_p = \frac{P}{V} \text{ (Equação 2)}$$

As demais informações serão adquiridas através dos quadros 1 e 2, retirados da NBR 5410, é válido ressaltar que para informações completas dos quadros abaixo deve-se consultar à norma:

Quadro 1 – Tipos de linhas elétricas

| Método de instalação número | Esquema ilustrativo | Descrição | Método de referência ¹⁾ |
|-----------------------------|--|---|------------------------------------|
| 1 |  Face interna | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾ | A1 |
| 2 |  Face interna | Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾ | A2 |
| 3 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto | B1 |
| 4 |  | Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto | B2 |
| 5 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede | B1 |
| 6 |  | Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede | B2 |
| 7 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria | B1 |

Fonte: ABNT NBR 5410:2004

Quadro 2 – Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

| Seções nominais mm ² | Métodos de referência indicados na tabela 33 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| | A1 | | A2 | | B1 | | B2 | | C | | D | |
| | Número de condutores carregados | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) |
| Cobre | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 | 10 | 9 | 12 | 10 |
| 0,75 | 9 | 9 | 9 | 9 | 11 | 10 | 11 | 10 | 13 | 11 | 15 | 12 |
| 1 | 11 | 10 | 11 | 10 | 14 | 12 | 13 | 12 | 15 | 14 | 18 | 15 |
| 1,5 | 14,5 | 13,5 | 14 | 13 | 17,5 | 15,5 | 16,5 | 15 | 19,5 | 17,5 | 22 | 18 |
| 2,5 | 19,5 | 18 | 18,5 | 17,5 | 24 | 21 | 23 | 20 | 27 | 24 | 29 | 24 |
| 4 | 26 | 24 | 25 | 23 | 32 | 28 | 30 | 27 | 36 | 32 | 38 | 31 |
| 6 | 34 | 31 | 32 | 29 | 41 | 36 | 38 | 34 | 46 | 41 | 47 | 39 |
| 10 | 46 | 42 | 43 | 39 | 57 | 50 | 52 | 46 | 63 | 57 | 63 | 52 |
| 16 | 61 | 56 | 57 | 52 | 76 | 68 | 69 | 62 | 85 | 76 | 81 | 67 |
| 25 | 80 | 73 | 75 | 68 | 101 | 89 | 90 | 80 | 112 | 96 | 104 | 86 |
| 35 | 99 | 89 | 92 | 83 | 125 | 110 | 111 | 99 | 138 | 119 | 125 | 103 |
| 50 | 119 | 108 | 110 | 99 | 151 | 134 | 133 | 118 | 168 | 144 | 148 | 122 |
| 70 | 151 | 136 | 139 | 125 | 192 | 171 | 168 | 149 | 213 | 184 | 183 | 151 |
| 95 | 182 | 164 | 167 | 150 | 232 | 207 | 201 | 179 | 258 | 223 | 216 | 179 |
| 120 | 210 | 188 | 192 | 172 | 269 | 239 | 232 | 206 | 299 | 259 | 246 | 203 |

Fonte: ABNT NBR 5410:2004

3.6. DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

3.6.1. DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO

É um dispositivo que protege os condutores e os equipamentos de um circuito elétrico contra correntes de sobrecargas, quando há um corrente acima da projetada de longa duração que pode danificar a instalação, e contra curtos-circuitos, quando há um corrente muito alta e de curto período (CÂMARA, 2017).

3.6.2. DIFERENCIAL RESIDUAL (DR)

O DR é um dispositivo de proteção utilizado em instalações elétricas, permitindo desligar um circuito sempre que seja detectada uma corrente de fuga superior ao valor nominal.

A NBR 5410 (2004), diz que devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA, nas seguintes condições:

- a) os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro (ver 9.1); b) os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação; c) os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior; d) os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens; e) os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas

Segundo Câmara (2017), para o correto dimensionamento dos dispositivos de proteção, precisamos saber qual o condutor de cada circuito. O tipo de condutor irá dizer a sua máxima corrente suportada, não podendo ter um disjuntor de corrente maior do que o condutor suporta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados coletados foi possível identificar alguns problemas da instalação elétrica da residência, como demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 - Levantamento dos problemas identificados na instalação elétrica da residência.

| Item | Possui | Não possui |
|--------------------------------------|--------|------------|
| Projeto elétrico | | X |
| Aterramento de proteção | | X |
| Quadro de distribuição | | X |
| Disjuntores Termomagnéticos | | X |
| Dispositivo DR | | X |
| Dispositivo DPS | | X |
| Condutores protegidos por eletroduto | | X |
| Uso de benjamins ou T's | X | |

Fonte: elaborada pelo autor (2020).

Mediante as informações da tabela 2 foi realizada uma adequação da instalação elétrica da residência através de um projeto elétrico, o qual foi executado de acordo com as normas vigentes.

Com as instruções da NBR 5410, realizou-se o levantamento de potências da instalação elétrica. Vale ressaltar que a norma estabelece o número mínimo de pontos de iluminação e tomadas, logo alguns cômodos tiveram um acréscimo em seus pontos de acordo com a necessidade de seus residentes, conforme demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 - Levantamento da potência total da residência.

| Nº | DEPENDÊNCIAS | ILUMINAÇÃO | | TUG | | TUE | |
|--------------------------|-------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------------|
| | | Nº DE PONTOS | POTÊNCIA UNIT.(VA) | Nº DE PONTOS | POTÊNCIA UNIT.(VA) | Nº DE PONTOS | POTÊNCIA UNIT.(W) |
| 1 | COZINHA | 1 | 100 | 3 | 600 | 1 | 620 (Microondas) |
| 1 | SALA ESTAR/JANTAR | 2 | 100 | 6 | 100 | 0 | 0 |
| 1 | QUARTO 1 | 2 | 100 | 4 | 100 | 1 | 822 (ar-condicionado) |
| 1 | QUARTO 2 | 1 | 100 | 4 | 100 | 1 | 822 (ar-condicionado) |
| 1 | QUARTO 3 | 2 | 100 | 4 | 100 | 1 | 822 (ar-condicionado) |
| 1 | BANHEIRO 1 | 1 | 100 | 1 | 600 | 1 | 5500 (chuveiro elétrico) |
| 1 | BANHEIRO 2 | 1 | 100 | 1 | 600 | 0 | 0 |
| 1 | VARANDA | 4 | 100 | 2 | 100 | 0 | 0 |
| SUB-TOTAIS (VA) | | 14 | 1400 | 25 | 5000 | - | - |
| SUB-TOTAIS (W) | | 14 | 1400 | 25 | 4000 | 4 | 8586 |
| POTÊNCIA ATIVA TOTAL (W) | | | | 13.986 | | | |

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A demanda máxima para estabelecimento do tipo de fornecimento e tensão foi realizado através da Equação 1, do qual obteve-se uma demanda máxima de 9.466,2 W, com esse resultado, a residência passou de um tipo de fornecimento monofásico para um bifásico (Tipo B: 220-127V), com 2 condutores fases – neutro, conforme o padrão utilizado pela distribuidora de energia local, Eletrobras.

A carga instalada total da residência foi dividida em circuitos, conforme previsto em norma e é demonstrado na tabela 4.

Tabela 4 - Quadro de distribuição de circuitos

| Circuito | Seção (mm ²) | Disjuntor (Idisj) (A) | DR I(A) | Tensão (V) | Potência (VA) | Corrente (Ip) | Agrupamento | FCA | Ib | Descrição |
|----------|--------------------------|-----------------------|---------|------------|---------------|---------------|-------------|------|-------|-------------|
| 1 | 1,5 | 10 | - | 127 | 700 | 5,51 | 8 | 0,52 | 10,6 | Iluminação |
| 2 | 1,5 | 10 | - | 127 | 700 | 5,51 | 8 | 0,52 | 10,6 | Iluminação |
| 3 | 2,5 | 10 | - | 127 | 1200 | 9,45 | 8 | 0,52 | 18,17 | Tomadas |
| 4 | 2,5 | 10 | 25 | 127 | 1200 | 9,45 | 8 | 0,52 | 18,17 | Tomadas |
| 5 | 2,5 | 10 | - | 127 | 800 | 6,3 | 8 | 0,52 | 12,11 | Tomadas |
| 6 | 2,5 | 10 | 25 | 127 | 1200 | 9,45 | 6 | 0,57 | 16,58 | Tomadas |
| 7 | 2,5 | 10 | 25 | 127 | 600 | 4,72 | 6 | 0,57 | 8,29 | Tomadas |
| 8 | 2,5 | 10 | - | 220 | 822 | 3,74 | 8 | 0,52 | 7,19 | Ar 9kBTU |
| 9 | 2,5 | 10 | - | 220 | 822 | 3,74 | 8 | 0,52 | 7,19 | Ar 9kBTU |
| 10 | 2,5 | 10 | - | 220 | 822 | 3,74 | 6 | 0,57 | 6,56 | Ar 9kBTU |
| 11 | 10 | 25 | 25 | 220 | 5500 | 25 | 8 | 0,52 | 48,08 | Chuveiro |
| 12 | 2,5 | 10 | 25 | 127 | 620 | 4,88 | 6 | 0,57 | 8,56 | Micro-ondas |

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Onde:

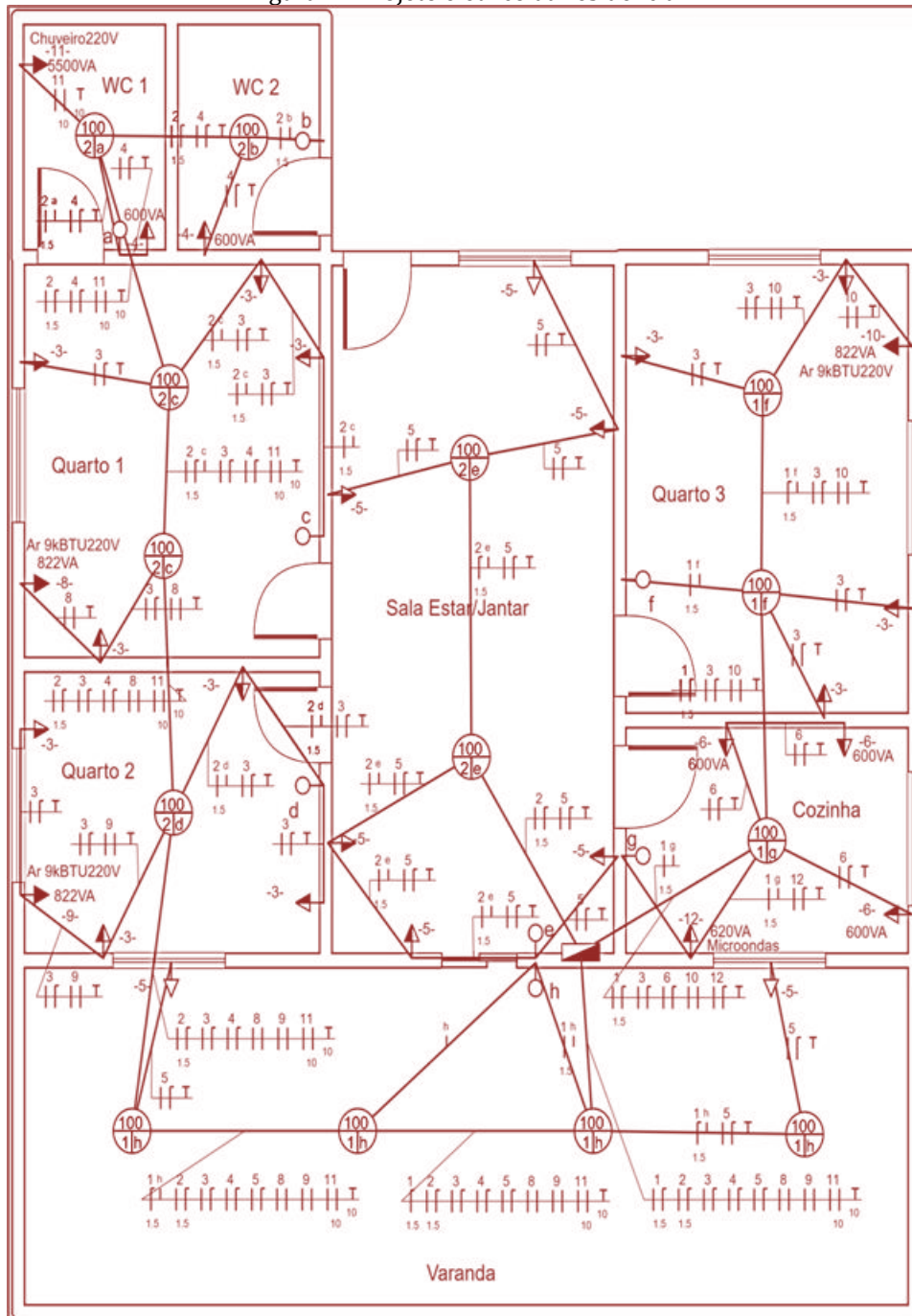
- Ip: corrente de projeto
- Agrupamento: número máximo de circuitos com o qual este circuito compartilha um eletroduto.
- FCA: Fator de Correção por Agrupamento
- Ib: corrente corrigida (Ip / FCA)

Os dados da tabela supracitada foram adquiridos mediante auxílio do site WOCA Elétrica, do qual foi realizado o projeto da residência estudada com todas suas informações necessárias. É válido lembrar que o site corresponde às normas da ABNT NBR 5410.

O circuito 1 é o de iluminação e abrange a cozinha, sala de estar/jantar e varanda, e o circuito 2 abrange a iluminação dos demais cômodos. As tomadas de uso geral foram divididas em 5 circuitos, o circuito 3 abrange os quartos, o circuito 4 os banheiros, o circuito 5 a sala de estar/jantar e a varanda, e os circuitos 6 e 7 a cozinha. Os circuitos 9, 10, 11 e 12 são os das tomadas de uso específico, onde cada tomada atende um único aparelho, sendo os condicionadores de ar de cada quarto, o chuveiro elétrico do banheiro 1 e o micro-ondas na cozinha.

A figura 4 demonstra o diagrama unifilar realizado através do site WOCA.

Figura 4 - Projeto elétrico da residência.



Fonte: Elaborada pelo autor, através do site WOCA (2020).

Além dos disjuntores termomagnéticos e dos dispositivos diferenciais residuais, também foi instalado um DPS dimensionado conforme à norma. O dispositivo utilizado na instalação elétrica da residência foi o DPS 45kA, o qual é recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais e urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios classificadas como diretas (AQ3). Deve ser instalado junto com o quadro de distribuição central de rede elétrica.

5. CONCLUSÃO

Mediante os resultados apresentados, nota-se que a residência era uma autoconstrução e apresentava uma instalação elétrica antiga e obsoleta sem conformidade com a NBR 5410:2004, a qual passou por adequação na sua instalação obedecendo às normas técnicas necessárias, e obtendo, assim, uma maior segurança para seus moradores, animais e equipamentos, evitando acidentes provenientes de uma má instalação ou da ausência dos requisitos das normas.

Para uma instalação elétrica segura, é de suma importância que sua execução seja realizada por um profissional da área qualificado. Um projeto bem dimensionado e que atenda às necessidades atuais e pensando nas possíveis necessidades futuras do cliente deve ser realizado por um engenheiro eletricista, é dele a função de projetar e fiscalizar as instalações elétricas tornando-a mais segura e confiável tanto para seus moradores quanto para seus equipamentos e estruturas.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRACOPEL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE. Anuário estatístico ABRACOPEL. Acidentes de origem elétrica 2020 - ano base 2019, São Paulo, 2020.
- [2] ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410:2004: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- [3] CÂMARA, Andrew Augusto Santos da. Projeto de instalações elétricas em baixa tensão. 2017.81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- [4] CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS. Apostila PIEBT Projeto de Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Natal/RN: CTGÁS-ER, 2010.
- [5] DANIEL, Eduardo. A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: Um modelo de avaliação. 2010. 114 p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [6] ELETROBRÁS AMAZONAS ENERGIA. Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Individuais), nº179, Manaus, 2014.
- [7] LIMA JÚNIOR, Gerinaldo Santana. A importância da prevenção de incêndios ocasionados por curto circuito em edificações: Estudo de caso do condomínio bossa nova x condomínio morada dos bosques. Ideia e Inovação, v. 5, n. 1, p. 83-92, abr, 2019.
- [8] NUNES, Eduardo de Godoi Saldanha. Prevenção contra choque elétrico em edificações prediais do Distrito Federal: estudo exploratório das Normas NR 10, NBR 5410 e NBR 5419. 2016. xx, 137 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) — Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.
- [9] PROCOBRE. INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE. Panorama da situação das instalações elétricas no Brasil, São Paulo, 2014.
- [10] SAUCEDO, Nichollas Kowaleski. Inspeção visual de instalações elétricas residenciais de baixa tensão. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- [11] SILVA, Maurício Dias Paixão da. Prevenção de acidentes nas instalações elétricas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica da Escola Politécnica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2016.
- [12] WOCA ELÉTRICA. Instalação elétrica online. Disponível em: <https://woca.ocalev.com.br/>. Acesso em: 11 de outubro de 2020.

