

Engenharia Elétrica

**Pesquisa Científica no
Contexto Acadêmico**

Organizadora

Livia da Silva Oliveira



Editora Poisson

VOLUME
2

Livia da Silva Oliveira
(Organizadora)

Engenharia Elétrica:
Pesquisa Científica no Contexto Acadêmico
Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2023

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
Msc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Dra. - Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo - (Centro Universitário FAMETRO)
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

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: Pesquisa científica no contexto acadêmico - Volume 2/ Organização: Livia da Silva Oliveira. Belo Horizonte MG: Editora Poisson, 2023
Formato: PDF ISBN: 978-65-5866-243-3 DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3
Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia
1. Engenharia Elétrica 2. Pesquisa científica 3. Tecnologia I. OLIVEIRA, Livia da Silva III. Título
CDD-620
Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

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

www.poisson.com.br



Organizadora

Livia da Silva Oliveira

Licenciada em Física pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atualmente é coordenadora do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário FAMETRO. Atua no ensino superior desde 2011, como docente nos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica.

Prefácio

A formação acadêmica, em qualquer área, faz parte da construção do capital humano de um país. Este e-book contempla os Trabalhos de Conclusão de Curso da 6ª turma ENGE161N01 de Engenharia Elétrica do CEUNI FAMETRO e evidencia a maturidade e comprometimento dos estudantes finalistas. O resultado demonstra o quanto todos compreendiam, desde o primeiro período, a necessidade de construir seu conhecimento com base na indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão.

A partir da elaboração dos artigos que compõem esta obra, entende-se que o conhecimento deve ser compartilhado à medida que faz parte do cotidiano da sala de aula.

Desta forma, a produção acadêmica contribui com a sociedade apresentando alternativas de solução para os problemas contemporâneos.

A busca de melhoria de qualidade de vida de uma população em âmbito local, regional ou nacional é de responsabilidade também das Instituições de Ensino Superior - IES. O estudante constrói e reconstrói seu conhecimento enquanto se sente desafiado a contribuir como cidadão atuante, neste processo se forma uma rede de conhecimento e são disponibilizados para a sociedade.

Engenharia Elétrica: Pesquisa científica no contexto acadêmico, Vol. 2 tem como objetivo apresentar para a sociedade, os TCCs de futuros profissionais éticos e capazes de promoverem bem-estar à população através da utilização de conhecimentos adquiridos durante a graduação, cumprindo importante papel na utilização de energia elétrica com foco na sustentabilidade e uso responsável dos recursos naturais.

Professora Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo

Coordenadora de Pesquisa e Extensão

Grupo Fametro

SUMÁRIO

Capítulo 1: Sistema de iluminação pública com energia Fotovoltaica Off Grid, um estudo de viabilidade econômica para um projeto de pequeno porte 09

André de Souza Nunes, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.01

Capítulo 2: Instalação de um sensor de fluxo no processo de filtração de cervejas – Um estudo de caso em uma cervejaria de Manaus-AM 25

Ariosmar da Silva Batista, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.02

Capítulo 3: Aplicação de sistemas híbridos de energia solar fotovoltaica e combustível fóssil em uma residência rural 32

Cleonildo Guimarães Costa Júnior, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.03

Capítulo 4: RFID: Monitoramento de equipamentos usados em manutenção de iluminação pública 39

Daniele Ambrósio Freitas, João Souza da Silva, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.04

Capítulo 5: Controle e manutenção elétrica em máquinas em uma indústria de Manaus-AM 45

Danielle Saraiva de Carvalho, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.05

Capítulo 6: Viabilidade de instalação de um sistema de proteção de descargas atmosféricas em um bloco de edificação comercial em Manaus – AM 52

Dilemark Ramos da Silva, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.06

Capítulo 7: Análise da viabilidade técnica de um sistema de aterramento para uma padaria em um bairro da zona norte do município de Manaus-AM 59

Francisco Gonçalves de Araújo, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Análise da viabilidade técnico-econômico de um sistema fotovoltaico conectado à rede em uma residência na cidade de Manaus-AM..... 66

Gabriel Nobre Alves, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.08

Capítulo 9: A importância da segurança no manejo de instalações elétricas e a prevenção de acidentes nestes ambientes 74

Ícaro Fontes Esteves, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.09

Capítulo 10: Melhoria nas instalações elétricas em um prédio antigo na região central no município de Manaus - AM 84

Jarmes Saldanha de Araújo, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.10

Capítulo 11: Domótica aliada à eficiência energética: Sistema para gerenciar consumo de energia em uma residência unifamiliar 96

Jessica Caroline Ferreira de Souza, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.11

Capítulo 12: Aterramento de contêineres em canteiro de obras: procedimentos de aterramento de contêineres baseado na legislação em vigor 108

João Souza da Silva, Daniele Ambrósio Freitas, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.12

Capítulo 13: Atualização em sistemas de telecomunicações: Estudo de caso em estação na cidade de Manaus-AM para adequação do suprimento de energia em corrente contínua..... 117

Josicleo Rodrigues da Silva, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.13

Capítulo 14: Viabilidade técnica-econômica de uma usina solar fotovoltaica conectada à rede em uma pequena indústria na cidade de Manaus-AM..... 133

Kedson França de Oliveira, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.14

SUMÁRIO

Capítulo 15: Projeto de um sensor de corrente não invasivo para aplicação em linhas de baixa tensão utilizando a plataforma arduino 145

Lucas Rangel da Silva Xavier, Livia da Silva de Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.15

Capítulo 16: Estudo da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de iluminação em uma embarcação movido a energia solar..... 151

Moedy de Freitas Feitosa, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.16

Capítulo 17: Estudo sobre viabilidade de implantação de energia fotovoltaica na praça de alimentação Parque das Laranjeiras – Manaus - AM 158

Patrícia Cavalcante Alves, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.17

Capítulo 18: Análise de segurança na realização do teste de hipot em uma empresa do polo industrial de Manaus - AM 165

Phablo Costa Lopes, Livia da Silva de Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.18

Capítulo 19: Estudo da viabilidade da implantação de um sistema de bombeamento de água através de energia solar para uma residência unifamiliar em uma região rural 176

Raphael Benacon Santos Gama, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.19

Capítulo 20: Projeto de sistema fotovoltaico off grid para geração de energia em áreas ribeirinhas do estado do Amazonas 183

Ricardo Ferreira Teixeira, Livia da Silva Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.20

Capítulo 21: Meios de proteção e medidas de segurança contra choques elétricos em equipamentos médico - assistenciais 197

Tawan Ribeiro Piaulino, Livia da Silva Oliveira, Alcía Patrino Cacau dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-243-3.CAP.21

Capítulo 1

Sistema de iluminação pública com energia Fotovoltaica Off Grid, um estudo de viabilidade econômica para um projeto de pequeno porte

André de Souza Nunes

Livia da Silva Oliveira

Resumo: O objetivo desta temática foi impulsionar através de estudos bibliográficos o sistema de iluminação pública com energia fotovoltaica, onde o acarretamento da investigação por soluções sustentáveis com foco em causar o mínimo impacto ao meio ambiente tornou-se prioridade globalizada. Os objetivos específicos foram: Salientar sobre o sistema iluminação pública; citar sobre a realidade brasileira do sistema de iluminação pública; simular o desempenho de um sistema fotovoltaico funcionando no local escolhido, apontar indicadores de análise financeira no pré-dimensionamento de projetos fotovoltaicos, abordar sobre a energia solar e explanar sobre o sistema fotovoltaico. A justificativa do estudo foi associada, diante do contexto de promover a abordagem da iluminação pública que utilize a energia solar como fonte de eletricidade necessária, que possa ser implantado em ambientes públicos como parques, praças, vias públicas e algumas repartições. A metodologia a ser utilizada será uma pesquisa bibliográfica, os dados foram coletados utilizando livros, artigos, banco de dados de softwares da área de irradiação, simulador de projetos fotovoltaicos, e auxílio funções matemáticas que tornaram possível este estudo. O Brasil possui um ótimo índice de radiação solar na região norte, muitas pessoas não possui acesso à energia elétrica porque vivem em comunidades isoladas como ribeirinhos e áreas distantes sem urbanização que possui ligações de energia elétrica clandestina, devido a inúmeros problemas como a falta de agilidade em estudos da ampliação da matriz elétrica em áreas remotas, baixa renda da população, reajuste anual da tarifa de energia elétrica, falta de planejamento urbano e infraestrutura para acompanhar o crescimento do consumo de energia das cidades. Conclui-se que para que a proposta desse estudo se torne uma sugestão para ampliação de projetos fotovoltaicos que sejam economicamente viáveis desde que as associações de seus indicadores apresentem atratividade comparado a outros investimentos conservadores. Onde é necessário a elaboração de um projeto pautado nas especificidades recomendadas por órgãos específicos, assim como a análise do local e das variáveis que podem comprometer o sucesso do projeto.

Palavras-chave: Sistema de iluminação, pública, energia fotovoltaica.

1. INTRODUÇÃO

A premissa da geração de eletricidade acontece por meio da irradiação emitida pelo sol usando células fotossensíveis que, agrupadas nos painéis, formam o painel solar fotovoltaico. Esses painéis fotovoltaicos funcionam automaticamente e possuem taxa de manutenção baixa. Para que a luz solar seja convertida em energia elétrica não é necessária a incidência perpendicular do feixe luminoso (VILLALVA, GAZOLI, 2015).

Desta forma, o Brasil é rico em recursos naturais e possui posição privilegiada em relação à disponibilidade de energia solar, possui ainda recursos humanos disponíveis para atuar no setor de geração de energia solar fotovoltaica. No entanto, apesar de notáveis esforços ainda persistem alguns entraves que impedem inserção em larga escala da energia fotovoltaica na matriz elétrica nacional (RELLA, 2017).

Desta forma, um dos setores de maior impacto no balanço energético mundial é o dos centros urbanos, visto que o processo de concentração das cidades e o aumento no consumo de energia se tornam responsável por 70% do consumo total de energia. Diante disso, no Brasil é importante que se iniciem investimentos a partir de políticas públicas para que o sistema de iluminação pública seja implementado a utilização deste recurso fornecido através da energia fotovoltaica (OLIVEIRA, 2017).

A energia solar é a forma de energia mais abundante do mundo, o Brasil possui um grande potencial de desenvolvimento dessa energia, devido sua localização espacial, onde a maior parte do país constitui-se próximo a linha do equador. A energia solar não causa nenhuma poluição durante seu uso, como sonora por movimentação de partes, ou emissões de gases do efeito estufa, tais como CO₂ por queima de combustíveis fósseis. Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e consequentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão (TEIXEIRA, 2019).

A justificativa do estudo foi associada, diante do contexto de promover a abordagem da iluminação pública que utilize a energia solar como fonte de eletricidade necessária, que possa ser implantado em ambientes públicos como parques, praças, ciclovias, vias públicas e algumas repartições. Buscando incentivar o uso de energias limpas, renováveis e econômicas, de forma mais responsável e sustentável.

O objetivo é mostrar um estudo de viabilidade econômica e a relação da segurança energética para um projeto de iluminação pública de pequeno porte, com ênfase na viabilidade econômica e autonomia de sistemas de geração de energia sustentáveis através da tecnologia fotovoltaica ao longo prazo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia usada neste trabalho é científica aplicada. Fundamenta-se através de uma sólida pesquisa bibliográfica e avaliação do local a ser instalado o sistema, coleta de dados da classificação de vias, características de iluminação e dimensionamento de dispositivos.

Depois de decidir o local, foi extraído dados de irradiação do local através do software SUNDATA da CRESESB, para saber a média de irradiação solar no local. Foi utilizado o software PVsyst para simular um sistema equivalente a consumo da lâmpada Led, verificar capacidade de geração e comparar com os resultados obtidos nos cálculos,

assim como critérios de performance, temperatura, sombreamento, etc. Em seguida será levantado o custo do investimento total do projeto, onde há vários custos envolvidos e foram feitos a partir de pesquisa de diversos fornecedores de dispositivos fotovoltaicos que tivesse o melhor custo benefício.

Para a avaliação econômica deste projeto, será utilizado a ferramenta do Excel. Onde dentro deste, existem ferramentas para trabalhar indicadores econômicos. Portanto será utilizado as funções disponíveis para encontrar o VPL (Valor presente líquido), TIR (Taxa interna de retorno) e PAYBACK. Inicialmente haverá um investimento inicial, que será usado para cálculo do valor do VPL e PAYBACK.

2.1. LUMINÁRIA LED

A especificação da luminária será dimensionada usando método de Lumens, para isso é necessário obter a classificação da via, no qual existe recomendação da NBR5101 para a referido local sobre a iluminância que representa a relação entre o fluxo luminoso e a área, na via específica deste local, A NBR5101 especifica de 20 a 50lux. As dimensões da via assim como largura comprimento, neste caso são 6 metros de largura e 50 metros de comprimento, cuja área de pista é 300M², o fator de manutenção que representa a perda do fluxo luminoso da lâmpada será considerado 0,75 em lâmpada nova. Iremos apresentar resultados sobre o consumo, e mostrar a atratividade de um pequeno sistema de off grid de iluminação pública pode gerar de economia ou perdas.

Para encontrar os parâmetros luminotécnicos da luminária utilizou-se as Equações de lúmens (1), (2) e (3):

$$Fu = \frac{A}{L} - Fm = \frac{10}{6} - Fm = 1,66 - 0,75 = 0,91 \quad (1)$$

onde:

- “L” é o Lumens(lúmens);
- “A” é Altura do poste(m);
- “L” é Largura da via(m);
- “Fu” é o fator de utilização.
- “Fm” é o fator de manutenção;
- “F” Fluxo luminoso total em lúmens (lúmens);
- “fl” Fluxo por luminária em lúmens(lúmens);
- “N” é número de luminária.

$$F = \left(\frac{\text{Lux.Area}}{(Fu) \times (Fm)} \right) \quad (2)$$

e

$$N = F / fl \quad (3)$$

2.2. BATERIA ESTACIONÁRIA

Para dimensionar as baterias foi utilizado a equação abaixo, que define a capacidade da bateria para fornecer corrente elétrica e tensão adequada para lâmpada ao longo de um período de tempo (CECHINEL DOUGLAS IHA YOSHIDA, 2015).

$$Ah = \left(\frac{\text{CONSUMO TOTAL}}{V \times Pn} \right) \quad (4)$$

onde:

- Ah: capacidade bateria;
- V: tensão da bateria;
- Pn: Profundidade descarga.

2.3. DIMENSIONAMENTO DO MÓDULO FOTOVOLTAICO

Para o dimensionar do módulo fotovoltaico foi utilizado a equação (CECHINEL DOUGLAS IHA YOSHIDA, 2015) abaixo:

$$Wp = \frac{\text{Consumo total}}{(\text{horasdesol}) \times (\text{fpp}) \times (\text{fps})} \quad (5)$$

onde:

- Consumo total Wh/dia;
- Wp: potência mínima do módulo fotovoltaico;
- Fpp: fator de perda da potência;
- Fps: fator de perdas e segurança, adota-se 0.8 podendo variar de 0 a 1.

2.4. DIMENSIONAMENTO DO CONTROLADOR DE CARGA

Para dimensionar o controlador será utilizado os valores das correntes dos painéis, neste caso será utilizado a corrente de curto circuito do módulo fotovoltaico. Desta maneira, multiplica a I_{sc} (corrente de curto circuito) por 30% que é um fator de segurança. (CECHINEL DOUGLAS IHA YOSHIDA, 2015).

2.5. POSTE DE ILUMINAÇÃO VERTICAL

De acordo com a norma NBR5101 a via que receberá o sistema off-grid é classificada como coletora. Sobre a definição do poste solar que atenda a norma NBR 5101. Com relação as condições previamente levantadas, foi escolhido o poste solar fotovoltaico 10 metros de aço galvanizado de um fornecedor nacional de sistemas fotovoltaicos. Os requisitos mínimos para um poste de iluminação urbana que a ABNT NBR5101 determina, exige a altura mínima do poste de 10 metros.

2.6. LISTA DE MATERIAIS

No levantamento de pesquisas dos fornecedores de conjuntos de sistemas de iluminação fotovoltaica autônomos, optou-se por utilizar o conjunto PNS-10-120 de uma empresa privada, contendo Kit completo de instalação com chumbadores e cabeamento inclusos:

- 1x Luminária LED 120W;
- 2x Painel Solar Fotovoltaico 280Wp;
- 1x Suporte para 2 módulos fotovoltaicos de 300Wp;
- 1x Controlador de Carga com programação para acendimento/desligamento automático;
- 2x Bateria 280Ah;
- 1x Poste em aço galvanizado de 10,0m;
- 1x Braço para luminária de 1,5m;
- 2x Gabinete para acomodação da bateria e controlador de carga.

2.7. IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA POR GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA (OFF-GRID)

O local escolhido para a aplicação do sistema fotovoltaico foi em uma área deficitária de iluminação de uma universidade de ensino privado, localizada na cidade de Manaus - AM, O local apresenta uma área de insolação favorável, sem sombreamento, para o bom funcionamento dos painéis. O valor médio da irradiação solar de Manaus foi extraído do software SUNDATA, disponível no site CRESESB. Onde indica o nível de irradiação de todos os meses do ano, a média anual, e o nível da irradiação solar para posições diferentes dos painéis solares em relação ao sol conforme apresentado na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Irradiação no plano inclinado Manaus – AM

Cálculo no Plano Inclinado

Estação: Manaus

Município: Manaus, AM – BRASIL

Latitude: 3,101° S

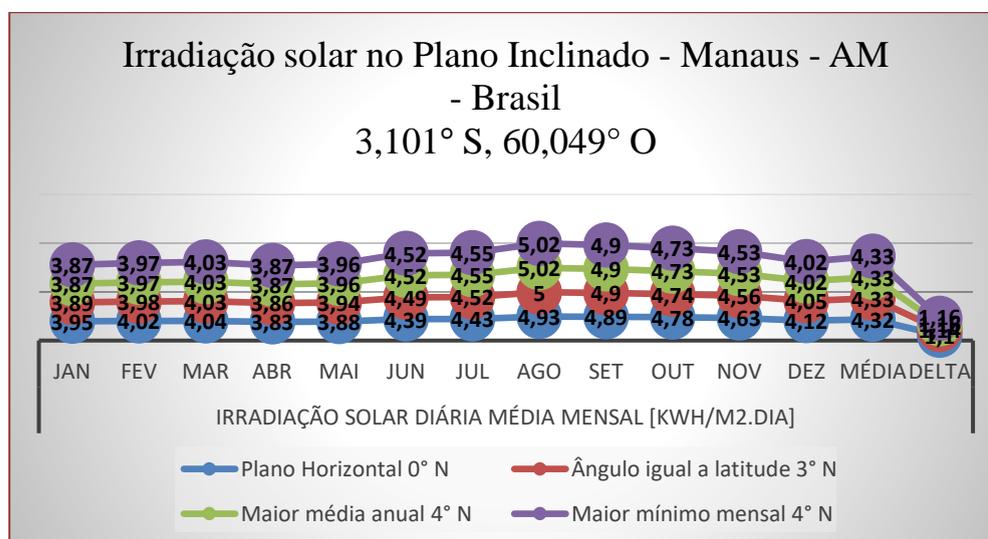
Longitude: 60,049° O

Distância do ponto de ref. (3,060148° S; 60,00858° O): 6,4 km

Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]	Ângulo	Plano Horizontal	Ângulo igual a latitude	Maior média anual	Maior mínimo Mensal
	Inclinação	0° N	3° N	4° N	4° N
Janeiro		3,95	3,89	3,87	3,87
Fevereiro		4,02	3,98	3,97	3,97
Março		4,0	4,0	4,0	4,0
Abril		3,83	3,86	3,87	3,87
Maio		3,88	3,94	3,96	3,96
Junho		4,39	4,49	4,52	4,52
Julho		4,43	4,52	4,55	4,55
Agosto		4,93	5	5,02	5,02
Setembro		4,89	4,9	4,9	4,9
Outubro		4,78	4,74	4,73	4,73
Novembro		4,63	4,56	4,53	4,53
Dezembro		4,12	4,05	4,02	4,02
Média		4,32	4,33	4,33	4,33
Delta		1,1	1,14	1,16	1,16

Fonte: Cresesb (2020)

Figura 1. Irradiação solar no Plano Inclinado em Manaus - AM – Brasil



Fonte: Autores (2020)

Os valores obtidos pelo SUNDATA, servirão para ajudar no dimensionamento do sistema, as células dos módulos fotovoltaicos são posicionadas levando como origem o valor da latitude, ou seja, uma inclinação 3º N, que tem como média 4,33 kWh/m² ao dia.

2.8. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO PROJETO

Para calcular o VPL, é usada a seguinte expressão (DELBERTIN, 2015):

$$VPL = \sum_{i=j}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (6)$$

onde:

- FC₀: fluxo de caixa verificado no momento zero (momento inicial), podendo ser um investimento, empréstimo ou financiamento;
- FC_j: representa o valor de entrada ou saída de caixa previsto para cada intervalo de tempo;
- i: é a taxa de desconto;
- n: é o período de tempo.

Para calcular o PAYBACK simples, é usada a seguinte expressão (DELBERTIN, 2015):

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{t=np} NCF_t \quad (7)$$

onde:

- np representa o número de períodos;
- P o custo inicial do investimento;
- NCF o fluxo de caixa líquido. P representa investimento inicial

Existe uma variedade de formatos sobre o método payback, no entanto, dois tipos destacam-se como mais utilizados, são eles: payback simples e payback descontado ou elaborado, o que os diferencia é o uso de uma TMA estimada pelo projetista, como dedução sobre o fluxo de caixa lucrado pelo projeto.

Para calcular a TIR, é usada a seguinte expressão (CORPORATE FINANCE INSTITUTE, SD):

$$0 = VPL = \sum_{n=0}^N \frac{CF_n}{(1+TIR)^n} \quad (8)$$

onde:

- CF₀: Investimento inicial / despesa;
- CF₍₁₎, CF₂, CF₃... CF_n: Fluxos de caixa;
- n: Cada período;
- N: Período de manutenção;
- VPL: Valor presente Líquido;

- TIR: Taxa interna de retorno;

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o consumo de energia de iluminação pública no estado do Amazonas, referente ao ano de 2017.

Tabela 1. Consumo de Iluminação Pública por subsistema, região e UF's (GWh)

Ano	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\%$ (2016/2015)	Part. % (2016)
Brasil	12.916	13.512	14.043	15.334	15.035	-1,9	100
Subsistemas elétricos	12.916	13.512	14.043	15.333	15.035	-1,9	100
Sistemas Isolados	244	233	174	157	152	-3,2	1,0
Norte	703	812	957	1.097	1.203	9,7	8,0
Nordeste	2.469	2.689	2.821	2.910	3.035	4,3	20,2
Sudeste/C.Oeste	7.354	7.555	7.778	8.810	8.198	-6,9	54,5
Sul	2.146	2.224	2.313	2.359	2.446	3,7	16,3
Regiões geográficas	12.916	13.512	14.043	15.333	15.035	-1,9	100
Norte	709	836	908	991	1.075	8,5	7,2
Rondônia	92	123	130	131	134	2,4	0,9
Acre	37	46	46	47	48	1,9	0,3
Amazonas	138	192	166	168	160	-4,8	1,1
Roraima	30	31	35	38	48	26,0	0,3
Pará	274	304	387	457	526	15,2	3,5
Amapá	41	41	41	40	45	13,2	0,3
Tocantins	97	99	103	111	115	3,5	0,8

Fonte: EPE (2017)

Analisando os dados do EPE, o mês de dezembro de 2016, o consumo de energia para a iluminação pública no estado do Amazonas no mês de dezembro de 2016 foi de 667GW/h, existe uma crescente aumento do consumo de energia elétrica dos anos subsequentes informados na tabela, destinada a demanda de iluminação pública, sistemas de autônomos ajudam a desacelerar o aumento do consumo ocasionado pelo crescimento populacional, desenvolvimento da cidade e desperdício de energia, a partir disso, uma alternativa que está sendo inserida em algumas cidades do Brasil, como em áreas rurais, condomínios, locais isolados e de difícil acesso da rede de distribuição, o sistema off-grid tem sido um aliado para atender essa necessidade.

3.1. LUMINARIA LED

Deste modo, usando a equação 1, 2 e 3, foi encontrado a potência da lâmpada, verificou nas tabelas de fabricantes de lâmpadas led, uma lâmpada LED com 7408 lumens, decidiu-se utilizar 2 luminárias Led 70W totalizando 7000 Lúmens., optamos por utilizar uma luminária LED de 120W de um fabricante de lâmpadas led.

3.2. BATERIA ESTACIONÁRIA

A luminária em operação no tempo estimando de 10 horas calcula-se o valor de Ah por meio da equação (4). Utiliza-se a profundidade de descarga da bateria o valor de 0, 2 do total da carga da bateria, a tensão de entrada da luminária é 12V e o consumo total do equipamento em período 12 horas de iluminação são de 1440Wh/dia, assim a capacidade da bateria é 600Ah.

3.3. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Assim os dados para o dimensionamento são: o consumo total de 1440Wh/dia, as horas equivalentes de sol pleno 6h, $F_{ps} = 0, 8$, o $F_{pp} = 0, 9$. Portanto, o valor em watts pico obtido pela equação (5) é de 333, assim, o equipamento escolhido para equipar o poste solar foram 2 módulos policristalino de 280Wp, modelo de uma empresa estrangeira que fornece produtos para revendedores locais.

3.4. CONTROLADOR DE CARGA MPPT

Encontrado a capacidade do módulo, e definido o modelo a ser utilizado, encontramos no Datasheet do modelo a $I_{sc} = 9,4A$ (corrente de curto circuito) e usando o fator de segurança encontramos = 12,22A. Com isso, o controlador de carga MPPT escolhido foi de uma empresa privada cujo modelo é 2210N e suporta até 29A/100V.

3.5. VALOR DO SISTEMA OFF-GRID EM 28 ANOS

O valor do sistema OFF-GRID foi analisado para um período de 28 anos porque trata-se do tempo estimado de vida útil do módulo fotovoltaico escolhido. Os componentes do poste solar serão necessários trocar a bateria a cada 4 anos, o controlador a cada 10 anos e luminária a cada 10 anos. A Tabela 3 mostra o valor inicial investido e substituição de equipamento em 28 anos, assim como o custo total.

Tabela 3. Custo dos equipamentos

Componentes	Quantidade	Preço (R\$)	Custo Total (R\$)
Bateria DF2500	7	R\$ 974,90	R\$ 6.824,30
Controlador 2210N	3	R\$ 654,55	R\$ 1.963,65
Luminária HSC-2-120	3	R\$ 655,45	R\$ 1.966,35
Painel Solar RS6C-280	2	R\$ 1.485,20	R\$ 2.970,40
Custo Total			R\$ 13.724,70

Fonte: Autores (2020)

Logo, o valor calculado de substituição dos equipamentos do poste solar gira em torno de R\$13724,70. Agora, acrescentando o valor de R\$7559,00 do valor do poste solar PNS-10-120 sobre o valor total, no período de 28 anos tem-se um custo de R\$21.283,70.

3.6. CONSUMO EM REAIS DE UMA LUMINÁRIA LED 120W

O consumo da luminária 120W durante 12h por dia e 30 dias ao mês é de 43,2KWh/mês, utilizando o valor do KWh obtido pela distribuidora local (R\$0,754017) com impostos, é de R\$32,57 por mês.

3.7. SIMULAÇÃO SISTEMA OFF GRID PVSYSY

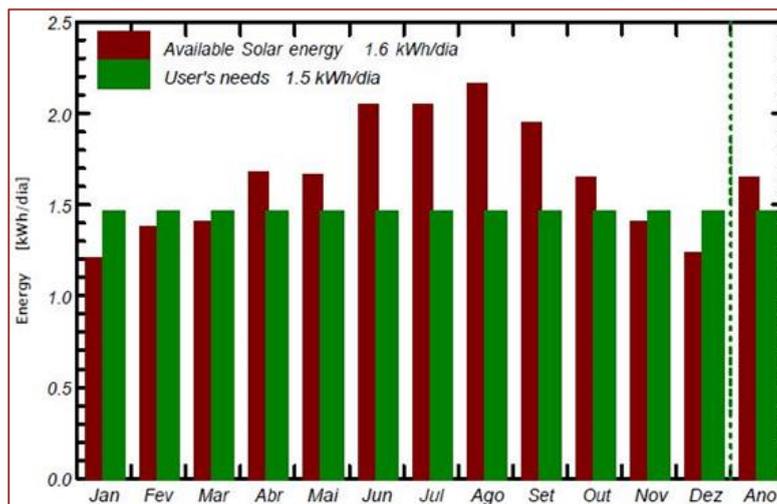
A partir do dimensionamento do projeto foi possível simular no programa PVSYSY, a quantidade de energia gerada pelo sistema (Tabela 4), foi inserido as coordenadas geográficas no programa para que ele extraísse os dados de irradiação solar do local, inserido a potência da lâmpada para que funcionasse durante as 12 horas ao dia, e simulado um sistema que atendesse essa necessidade, foram levadas em consideração as perdas e a performance do sistema durante os 28 anos de vida dos módulos fotovoltaicos. Foi possível simular o rendimento de energia (Figura 2) e a perda de carga das baterias (Figura 3).

Tabela 2. Pré-dimensionamento do sistema isolado

Localização Geográfica	Manaus	País Brasil
Localização	Latitude -3.13° S	Longitude -60.02° W
Tempo definido como	Tempo legal Fuso horário TU-4	Altitude 72 m
Orientação do plano dos módulos	Inclinação 30°	Azimute 7°
Horizonte / Sombras distantes	Altura Média 5.5°	
Avaliação de pré-dimensionamento do sistema	Diário: 1,5kWhdia	Anual: 534KWh
Autonomia	4 dias	
Perda de carga	Fração de tempo: 4,9%	Falta de energia: 52KWh
Sistema de Bateria	Vtagem: 12V	Capacidade: 574Ah
Painel fotovoltaico	Potência Nominal: 452 Wp	Corrente Nominal: 29A
Avaliação de economia bruta	Investimento: R\$21.283,70	KWh = R\$0,754017

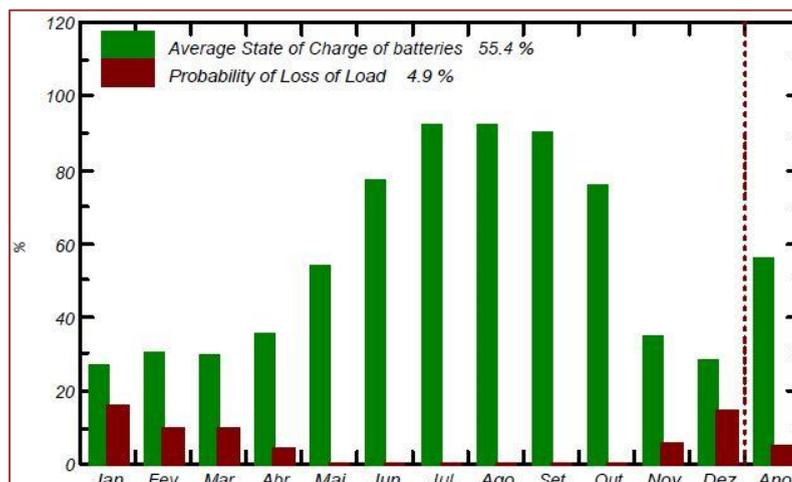
Fonte: Adaptado PVsyst (2020)

Figura 2. Rendimento de energia e necessidade do usuário (dia)



Fonte: Autores (2020)

Figura 3. Bateria e probabilidade de perda de carga (noite)



Fonte: Autores (2020)

Com base no consumo, O software dimensionou um sistema semelhante aos parâmetros encontrados nos cálculos obtidos das equações usadas neste estudo, atendendo ao consumo exigido pela Lâmpada LED 120W durante as 12 horas diária ligada, dando maior confiabilidade ao resultado e a segurança na instalação.

3.8. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

A análise de investimento auxilia o investidor a ter noção da viabilidade de seu projeto, estudando fluxos de caixa, isto é, dispêndio de capital (saídas de caixa) e rendimentos (entradas de caixa) (DEBERTIN, 2015). Nas Tabelas 5 e 6 é possível observar os indicadores de VPL, TIR, PAYBACK e as entradas e saídas do sistema.

Tabela 3. Parâmetros do sistema

Consumo Atual	43 kWh/Mês	Tarifa	R\$ 0,75	
Custo Disponibilidade	0 kWh/Mês	Aumento Tarifa	10,00%	
Energia Gerada	45 kWh/Mês	Juros Mercado	6,50%	
Iluminação pública antes	R\$ 0,00	VPL (Valor Presente Líquido)	-R\$ 4.796,20	
Iluminação Pública Depois	R\$ 0,00	TIR (Taxa Interna de Retorno)	-10,29%	
Investimento	R\$ 21.283,70	Payback	Anos	Meses
			19	6

Fonte: Autores (2020)

Tabela 4. Investimento em 28 anos

Ano	Eficiência	Tarifa de Energia	Conta Sem Energia	Consumo a ser	Conta Com Energia Solar	Economia Mensal	Economia Anual	Saldo Anual
1	100%	R\$ 0,75	R\$ 33	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 33	R\$ 392	-R\$ 20.892
2	99%	R\$ 0,83	R\$ 36	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 36	R\$ 431	-R\$ 20.461
3	99%	R\$ 0,91	R\$ 40	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 40	R\$ 474	-R\$ 19.987
4	98%	R\$ 1,00	R\$ 43	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 43	R\$ 521	-R\$ 19.465
5	97%	R\$ 1,10	R\$ 48	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 48	R\$ 574	-R\$ 18.892
6	97%	R\$ 1,21	R\$ 53	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 53	R\$ 631	-R\$ 18.261
7	96%	R\$ 1,34	R\$ 58	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 58	R\$ 694	-R\$ 17.567
8	95%	R\$ 1,47	R\$ 64	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 64	R\$ 763	-R\$ 16.803
9	95%	R\$ 1,62	R\$ 70	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 70	R\$ 840	-R\$ 15.963
10	94%	R\$ 1,78	R\$ 77	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 77	R\$ 924	-R\$ 15.040
11	93%	R\$ 1,96	R\$ 85	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 85	R\$ 1.016	-R\$ 14.023
12	93%	R\$ 2,15	R\$ 93	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 93	R\$ 1.118	-R\$ 12.906
13	92%	R\$ 2,37	R\$ 102	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 102	R\$ 1.230	-R\$ 11.676
14	91%	R\$ 2,60	R\$ 113	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 113	R\$ 1.353	-R\$ 10.323
15	91%	R\$ 2,86	R\$ 124	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 124	R\$ 1.488	-R\$ 8.836
16	90%	R\$ 3,15	R\$ 136	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 136	R\$ 1.637	-R\$ 7.199
17	89%	R\$ 3,46	R\$ 150	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 150	R\$ 1.800	-R\$ 5.399
18	89%	R\$ 3,81	R\$ 165	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 165	R\$ 1.980	-R\$ 3.419
19	88%	R\$ 4,19	R\$ 182	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 182	R\$ 2.178	-R\$ 1.240
20	88%	R\$ 4,61	R\$ 200	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 200	R\$ 2.396	R\$ 1.156
21	87%	R\$ 5,07	R\$ 220	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 220	R\$ 2.636	R\$ 3.792
22	86%	R\$ 5,58	R\$ 242	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 242	R\$ 2.899	R\$ 6.691
23	86%	R\$ 6,14	R\$ 266	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 266	R\$ 3.189	R\$ 9.880
24	85%	R\$ 6,75	R\$ 292	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 292	R\$ 3.508	R\$ 13.388
25	84%	R\$ 7,43	R\$ 322	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 322	R\$ 3.859	R\$ 17.247
26	84%	R\$ 8,17	R\$ 354	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 354	R\$ 4.245	R\$ 21.492
27	83%	R\$ 8,99	R\$ 389	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 389	R\$ 4.669	R\$ 26.162
28	83%	R\$ 9,89	R\$ 428	0,00 kWh	R\$ 0	R\$ 428	R\$ 5.136	R\$ 31.298

Fonte: Autores (2020)

3.8.1 VPL DO PROJETO

Conforme foi apresentado no trabalho, para o cálculo do VPL foi considerado uma TMA de 6,5% anual dos últimos 10 anos, referente ao rendimento da poupança (IBGE, 2018). O resultado do VPL negativo inviabiliza o projeto, conforme apresentado na revisão bibliográfica. O trabalho terá um investimento de R\$21.283,70 e terá um retorno de negativo de -R\$4.796,20 conforme mostrado na tabela 5. Por outro lado, dimensionou um sistema fotovoltaico de 194,2MWh/ano e 16,18MWh/mês, que representa uma capacidade de geração muito elevada e economia mensal muito superior que os calculados neste projeto, o que mostra que projetos fotovoltaicos com investimento inicial e capacidade elevado, tendem a apresentar maiores rendimentos mensais, consequentemente maior VPL, tornando o investimento mais atrativo (DUAIK, 2018).

3.8.2 TAXA INTERNA DE RETORNO – TIR

Para o observar a viabilidade de um investimento também se torna importante verificar sua taxa interna de retorno que foi feita comparando com a TMA (taxa mínima de atratividade) da caderneta de poupança de 6,5% anual, conforme no VPL. Considerando o valor do investimento, e os dados de retorno encontrados, foi possível obter uma TIR de -10,29%. Comparando a TIR e TMA escolhida, é possível analisar que a TMA deste trabalho é quase o dobro de valor encontrado na TIR, ou seja, o mesmo valor aplicado na poupança ou em títulos públicos, se torna muito mais rentável do que neste projeto. Por outro Lado, em seu estudo, calculou que a TIR do seu sistema, comparado à uma TMA de 4,53%, foi possível encontrar uma TIR de 21,53% o que foi superior a TMA adotada, o que representa uma taxa de 4,75 vezes maior que a TMA, ou seja, um rendimento quatro vezes maior. Isso se deve ao fato de que sistemas fotovoltaicos são economicamente atrativos quando são dimensionados para consumos bem maiores que o dimensionado neste estudo, quando são projetados para pequenos consumos tornam-se investimentos inviáveis do ponto de vista financeiro, no entanto proporcionam maior segurança de energia para os consumidores (DUAIK, 2018).

3.8.3 PAYBACK

Neste trabalho foi calculado um Payback de 19,5 anos no período de 28 anos, para que o capital inicial investido seja recuperado ao longo da vida do sistema. Segundo a Associação de energia solar fotovoltaica, a média do payback no Brasil é de aproximadamente 8 anos, logo o Payback encontrado neste sistema não está de acordo com a média do Brasil, portanto apresenta-se impróprio para investir (ABSOLAR, 2018). Foi dimensionado um sistema de iluminação pública fotovoltaico off grid com uma capacidade aproximada a este, ao ser analisado os rendimentos mensais, os custos de manutenção, concluiu que o investimento era inviável. Traçando um paralelo a este trabalho e encontrado uma semelhança na inviabilidade dos projetos, ficou evidente que os rendimentos mensais pós projeto, não foram suficientes para compensar nem os custos de manutenção do tempo de vida do projeto, o que mostra que sistemas fotovoltaicos pequenos apresentam rendimentos ínfimos, portanto desinteressantes, tornando-os inviável (OLIVEIRA, 2017).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de iluminação pública com energia fotovoltaica representa de forma significativa soluções para a crescente demanda energética mundiais visando minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, dentre tais soluções destacam-se aquelas baseadas em fontes inesgotáveis de energia.

Nesse contexto, destaca-se o grande potencial solar que o Brasil possui, sendo possível interligar a energia solar com uma complementação nas redes elétricas atuais. Logo, observam-se o crescimento de ações, principalmente ao do governo federal e estadual, que mantém projetos, incentivos, financiamentos. Projetos esses desenvolvidos por instituições internacionais, que possuem alto valor de financiamento e implementação.

Este trabalho tentou mostrar a viabilidade econômica na implementação de um sistema de iluminação pública de pequeno porte, com o uso de um sistema fotovoltaico autônomo off-grid. O resultado veio através do dimensionamento do sistema, foi desenvolvido um pré-projeto e feito uma simulação afim de comparação e atendimento a necessidade de iluminação do local escolhido. Por fim, foi feito o cálculo do Payback, VPL e TIR.

Todos os métodos de investimentos apresentaram pontos negativos, que foram fundamentais para tomada de decisão, O investidor visa obter lucro, logo, quaisquer deslizos financeiros devem ser previstos antes da implementação do projeto. Os métodos VPL e PAYBACK demonstraram a inviabilidade do projeto, mais ainda por terem sido utilizados em conjunto. Portanto, fica evidente a importância do uso dos métodos de análise de investimento exemplificados neste trabalho. É importante ressaltar que embora sejam os mais usados, não existem apenas estes métodos, cabe ao investidor utilizar-se daqueles que melhor atenderem suas expectativas, objetivando sempre o êxito em seus negócios.

Ressalta-se que o sistema de iluminação pública com energia fotovoltaica representa de forma significativa soluções para a crescente demanda energética mundiais visando minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, dentre tais soluções destacam-se aquelas baseadas em fontes inesgotáveis de energia. Segue sendo uma promissora fonte energia que veio para ficar e deve sim, continuar em plena expansão para desenvolvimento e diversificação da matriz energética brasileira, que é majoritariamente renovável e limpa.

Salienta-se ainda que apesar de ser considerada uma fonte de energia limpa, o Brasil deve ser apto a ampliar a sua geração em termos de oferta, a legislação brasileira sobre o tema é restrita e a tributação elevada, o que acaba por inibir a competitividade e ampliação.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA NORMAS TÉCNICAS. NBR 5101 - Iluminação Pública. Campos Elíseos (SP): ABNT, 2012.
- [2] ABSOLAR. Investir em energia solar traz bons resultados financeiros. Disponível em: <http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/investir-em-energia-solar-traz-bons-resultados-financeiros.html>. 2018. Acesso em 17/11/2020.
- [3] ASCURRA, Rodrigo Esteves. Eficiência Elétrica em Iluminação Pública Utilizando Tecnologia LED: Um estudo de caso. Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental. Cuiabá (MT): Universidade Federal de Mato Grosso, 2015.
- [4] CAMARGO, Lucas Tamanini. Projeto de Sistemas Fotovoltaicos conectados à Rede Elétrica. TCC. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Departamento de Engenharia Elétrica. Londrina (PR): UEL, 2017.
- [5] CASTRO JUNIOR, Fernando Luiz de. Análise de Um Sistema Fotovoltaico Integrado à Iluminação Pública Eficiente. TCC. Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Elétrica. Uberlândia (MG): UFU, 2018.
- [6] CECHINEL DOUGLAS IHA YOSHIDA, J. D. S. A. Aurélio cechinel douglas iha yoshida. 54, 55. 2015.
- [7] COSTA, Higor José Serafim da. Avaliação do fator de dimensionamento do inversor em sistemas fotovoltaicos conectados à rede. TCC. Fortaleza (CE): [online], UFCE, 2016. Disponível em: <<http://www.dee.ufc.br/anexos/TCCs/2011.1/HIGOR%20JOS%C3%89%20SERAFIM%20DA%20COSTA.pdf>>. Acessado em: 21/04/2020.
- [8] CRESESB. Potencial Solar - SunData. Cresesb, 2017. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em 17/11/2020.
- [9] DEBERTINI, Carolin. Modelo integrado de análise de investimento para produtos e processos inovadores: uma aplicação do Value at Risk. 2015. São Carlos, 2015.
- [10] DELLA LUCIA, Felipe Lorenzo. Desenvolvimento de um sistema de gestão de iluminação pública através de redes de sensores e atuadores sem fio. Campinas, 2015.
- [11] DUAIK, Isis restivo. Estudo sobre a viabilidade financeira da implementação de um sistema fotovoltaico em um hospital público. São Carlos, 2017.
- [12] ELETROBRAS. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). [online], Eletrobrás, 2015. Disponível em: <<https://www.eletronbras.com/ELB/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>>. Acessado em: 23/04/2020.
- [13] EPE, E. d. P. E. Nota técnica dea 13/14: Demanda de energia 2050. Empresa Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2017. 25
- [14] FERREIRA, Elídio Arimatéia. Estudo de Viabilidade Econômica Para Instalação de LEDS e Sistemas Fotovoltaicos na Iluminação Pública da Praça do Viva Angelim. Monografia. Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão. São Luiz (MA): UFM, 2018.
- [15] GODINHO, Jhonatan Machado et al. Estudo da Eficiência Energética e Viabilidade Econômica Voltado à Iluminação do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNIPLAC. São Paulo (SP): Revista Espacios, vol. 38, nº. 42, ano, p. 6, 2017.
- [16] GORE, A. Nossa escolha: um plano para solucionar a crise climática. Our choice: a planto solve the climate crisis. Barueri (SP): Manole, 2018.
- [17] KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; FLORES, Carlos Eduardo Balestrin; BORBA, Willian Fernando de; SILVEIRA, Rafael Borth da; FRANÇA, Jacson Rodrigues; LEVANDOSKI, Natalie. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. [online], Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v.20, n. 1, jan.-abr. 2016 p. 241-247. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/16132/pdf>>. Acessado em: 25/04/2020.
- [18] OLIVEIRA, Bruno Villas Boas de. Estudo de Viabilidade para Instalação de um Poste de Iluminação

Considerando um Sistema Fotovoltaico Autônomo. Universidade Estadual de Londrina. Londrina (PR): UEL, 2017.

[19] PVSYST. Disponível em: <https://www.pvsyst.com/>. Acesso em 17/11/2020.

[20] RELLA, Ricardo. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Criciúma (SP): Revista de Iniciação Científica, v. 15, n. 1, 2017.

[21] TEIXEIRA, W.P Energia solar fotovoltaica: uma revisão sistemática sob a perspectiva da sustentabilidade. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXIX, Nº. 000180, 15/10/2019. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/energia-solar-fotovoltaica-uma-revisao-sistemica-sob-perspectiva-da-sustentabilidade>. Acessado em: 21/10/2020.

[22] TORRES, Regina Célia. Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. São Carlos (SP): USP, 2015.

[23] VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. São Paulo (SP): Érica, 2015.

Capítulo 2

Instalação de um sensor de fluxo no processo de filtração de cervejas – Um estudo de caso em uma cervejaria de Manaus-AM

Ariosmar da Silva Batista

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Nos processos de fabricação de cervejas mesmo com a aplicação de muitas tecnologias a estabilidade do produto no mercado exige que as etapas sejam controladas de forma que a característica do produto seja resguardada do recebimento ao produto acabado. Desta maneira este trabalho, tem o principal objetivo propor ações que permitam identificar e bloquear possíveis etapas críticas de incrementos de oxigênio durante o processo de filtração de cervejas. Para dar condições de trabalho e mais agilidade nas informações para tomadas de decisão é comum que os processos estejam interligados através de tecnologias implantadas em suas etapas. Portanto, o problema científico deste trabalho está relacionado à avaliação de pontos do processo de fabricação que tem grande capacidade de causar oxidação e envelhecimento precoce nas cervejas produzidas.

Palavras-chave: Implementação, fluxo de processos, intertravamento de processo, cervejaria.

1. INTRODUÇÃO

As técnicas básicas de fabricação de cerveja vieram do Oriente Médio para a Europa. Os historiadores romanos Plínio no primeiro século AEC e Tácito no primeiro século EC relataram que saxões celtas e tribos nórdicas e germânicas bebiam cerveja (CRUZ et al, 2018). Na verdade, muitos dos termos ingleses usados na fabricação de cerveja (malte, mash, wort, ale são de origem anglo-saxônica. Durante a Idade Média, as ordens monásticas preservaram a fabricação de cerveja como um ofício. O lúpulo era usado na Alemanha no século 11 e, no século 15, foi introduzido na Grã-Bretanha a partir da Holanda (CASARIN, 2014). A fabricação de cerveja era uma ocupação de inverno, e o gelo era usado para manter a cerveja fresca durante os meses de verão. Na Grã-Bretanha a partir da Holanda.

Uma das medidas nos processos industriais de fabricação de cervejas é a vazão de fluido. Segundo Andrade (2010), a importância de medir essa grandeza está relacionada diretamente em afetar outras variáveis do processo tais como pressão, temperatura, volume final. A implantação de tecnologias nos processos de fabricação, e com a inclusão de um sensor de fluxo iremos melhorar a forma de realizar as etapas do processo de filtração de cerveja. Aplicar a tecnologia e a experiência na fabricação de cerveja pode remover o risco e permitir o controle total do processo.

A competitividade do mercado atual obriga as empresas a melhorar continuamente a sua produtividade e uma das áreas tecnológicas fundamentais para um aumento da rentabilidade é a de controle, automação e otimização de processo (GIORGI, 2015). Portanto, define-se a inclusão do sensor de fluxo como uma alternativa de ganhos e eficiência para a qualidade do produto por se trata de um equipamento simples de manusear, de fácil utilização e sua função será de grande importância para a tomada de decisão para quem esteja no controle do processo em andamento, sua instalação e manutenções serão realizadas internamente sem custos. Os sistemas de filtração são recomendados para produção de cerveja em escala industrial, enquanto as soluções de filtração em profundidade são adequadas para a maioria das cervejarias artesanais e micro. Com isso podemos listar alguns benefícios como aumento de estabilidade dos produtos no mercado, minimização da necessidade de retrabalhos do produto ao fim de cada ciclo de processo, melhoria de processo com ganho de produtividade e eficiência no processo de filtração da cerveja. Equipamento utilizado em empresas de grande e em processos complexos e essenciais como a fabricação de alimentos

O impacto da filtrabilidade da cerveja nos custos de fabricação da cerveja é bem conhecido. As tecnologias de filtro podem lidar com cervejas em diferentes níveis de filtrabilidade sem comprometer a economia e a vida útil do filtro. O objetivo deste trabalho é propor ações que possam incrementar e preservar a qualidade sensorial das etapas do processo ao produto acabado, otimização do processo de filtração de cerveja por melhoria das principais das condições de trabalho e procedimentos de execução das atividades, pela instalação de um dispositivo, sensor de fluxo na transferência de cerveja para o tanque de filtração. Um equipamento com capacidade de travar após a incorporação de oxigênio no circuito de filtração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este artigo foi elaborado através de duas metodologias práticas. A primeira pesquisa conhecida pesquisa básica aplica o conhecimento pelo conhecimento. De acordo

com Cruz (2018) ela é feita para aumentar o que sabemos sobre um determinado assunto sem necessariamente ter alguma finalidade. A segunda pesquisa foi à pesquisa aplicada também se relaciona com a básica pelo fato de muitas vezes determinar um uso prático para as descobertas feitas pelas pesquisas puras. Envolvendo também conhecimento disponível, de diversas fontes, visando uma utilidade econômica e social. O custo-benefício também deve compensar, já que muitos investimentos são necessários para produzir uma pesquisa na área científica e tecnológica.

2.1. LOCAL DE ESTUDO

O estudo realizado em uma cervejaria de grande porte, na região Oeste do Amazonas com mais 18 filiais no Brasil e em 8 países, faixa etária de 780 colaboradores próprios e terceiro divididos em três turnos, e funcionamento de 24 horas por dia, com demanda de produção estimada em média de 75 mil hectolitros de cerveja mensal, distribuído em mais de seis marcas da cervejaria.

2.2. MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Foi utilizada uma ferramenta que permitiu documentar todas as etapas que compõem o processo. Com isso, foi encontrado oportunidades de melhorias no processo. Foi possível mensurar os benefícios e melhorias identificar problemas causadores de atrasos no processo, delimitando funções e mensurando o desempenho de todo o processo.

O objetivo do Mapeamento de Processo foi identificar trabalhos desnecessários que causam desperdícios compreendendo mais claramente cada etapa do processo. Em uma abordagem, Oliveira (2013) define processo como um conjunto de atividades sequenciais que apresentam relação lógica entre si, com a finalidade de atender e, preferencialmente, suplantar as necessidade e expectativas dos clientes externos e internos da empresa. Neste sentido, Barbrow e Hartline (2015) apontam que os processos mapeiam os atrasos e problemas de execução, além de exibirem informações sobre os fluxos de trabalho em um formato que permite aos gestores a tomar decisões baseadas em evidências.

2.3. INSTALAÇÃO DO SENSOR DE FLUXO IFM SI6200

O funcionamento do Sensor de Fluxo pode-se descrever em três simples etapas para as condições de onde o mesmo foi instalado:

1- PASSO: Operador liga a bomba para a transferência da cerveja do tanque maturador para o tanque Puffer ou tanque de armazenagem antes de ser filtrada.

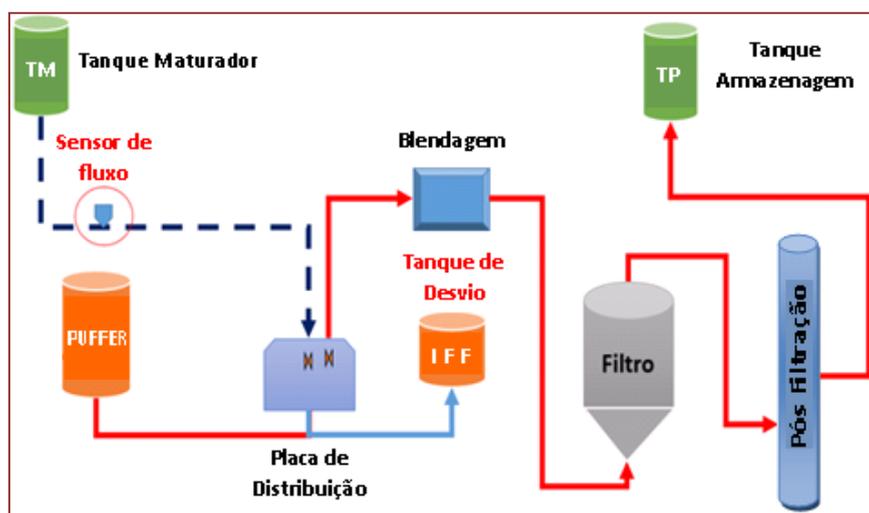
2- PASSO: No momento em que a bomba é ligada, um temporizador é ativado, fazendo a contagem de um tempo de 30 segundos, para que o sensor identifique o fluxo e dê condições para que a bomba entre em funcionamento, se o sensor não identificar o fluxo a bomba é desligada automaticamente.

3- PASSO: Quando o nível tanque maturador baixar o volume e o fluxo do produto diminuir de forma que o sensor não identifique presença de líquido, a bomba será desligada automaticamente, para que não haja o risco de incorporação de oxigênio nos processos seguintes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o sensor de fluxo devidamente instalado no ponto estratégico, observou-se que no final da transferência do primeiro tanque de cerveja maturada não houve ocorrência de contaminação o suficiente para que a bomba pudesse travar através do sistema, já na transferência do segundo e terceiro tanque houve a necessidade de desvio para o tanque reserva, nesse momento houve travamento da bomba de avanço pelo sensor devido o circuito atingir a quantidade de 55ppb de Oxigênio dissolvido. Essas medidas corretivas de desvios, foram adotadas para que as mesmas sejam bloqueadas antes mesmo da contaminação do circuito adiante. Na Figura 1 está mostrado as etapas d filtração de cervejas.

Figura 1. Novo fluxograma de processo destacando as principais etapas da filtração de cervejas.



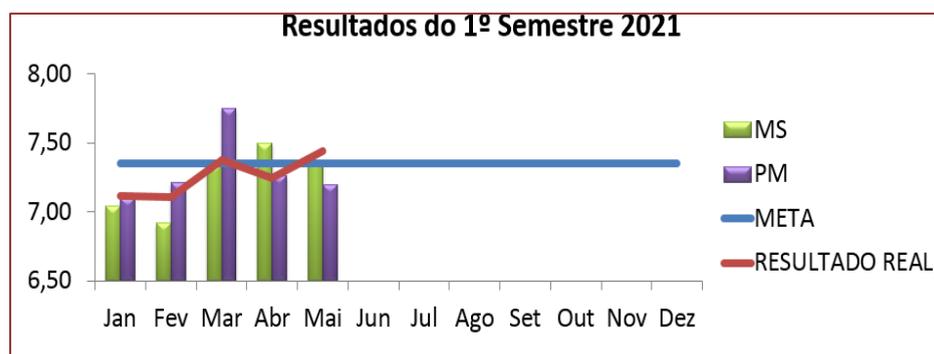
Fonte: Autores (2021)

Após a implantação do sensor, observou-se uma melhora significativa no processo de pureza do líquido, bem diferente ao apresentado anteriormente que apresentava contaminação (impurezas), que poderia ocasiona a oxidação do liquido. Acabando com as paradas não agendadas do setor. Algo que gerava uma perda significativa tanto financeira como o tempo desperdiçado nas linhas de produção.

As reações de oxidação parecem ser o principal mecanismo de deterioração da cerveja. Além do tempo, a temperatura também acelera as reações de oxidação, envelhecendo a bebida mais rapidamente. Para manter a estabilidade dos flavours da cerveja por mais tempo, as cervejarias devem selecionar matérias-primas de qualidade, processá-las adequadamente e armazenar o produto final em temperatura baixa (OETTERER, REGITANO-D'ARCE E SPOTO, 2016).

O Gráfico 1 mostra o resultado de um conjunto de ações levantadas e executadas após a instalação do Sensor de fluxo no processo de filtração de cerveja, medida que melhorou não somente os resultados que se mostram todos acima da meta de 7,15, como também, melhoria significativa na rotina operacional dos colaboradores e na redução do consumo alto de CO2 e consumo de energia utilizada em realização dos retrabalhos.

Gráfico 1 - Resultados do 1º semestre de 2021, a partir de março são os resultados após a implantação do sensor de fluxo no processo de filtração de cervejas



Fonte: Autores (2021)

É possível observar o aumento de produtividade observada já no primeiro semestre de 2021 no mês de Março onde apresentou o maior aumento já registado em 4 anos de funcionamento. No mês de Abril teve uma pequena queda devida os ajustes nos sensores, onde o sistema voltou a trabalhar no dia 12 de maio já apresentando um ganho expressivo referente a todo o mês de fevereiro se comparado.

Os resultados tem se mostrado satisfatórios com a implantação do sensor de fluxo, reduzindo de forma significativa à parada de produção que antes era algo constante, que afetava não somente a linha de produção da cerveja como todo o setor de logística ocasionando o atraso na entrega de bebidas aos clientes.

Além do antioxidante produzido naturalmente pela fermentação, a indústria cervejeira costuma adicionar outros antioxidantes que irão inibir os efeitos negativos dos compostos oxidantes, em particular o oxigênio, evitando reações responsáveis pelas alterações nas características organolépticas da cerveja, ou ainda se ligando aos compostos formados pela oxidação formando um composto inativo organolepticamente. Os antioxidantes mais comumente usados são os ascorbatos e os sulfitos (SANTOS 2012). A Tabela 1 mostra o plano de ação de melhoria do processo adotado pela empresa.

Tabela 1. Plano de ação do Planejamento do trabalho de melhoria

Plano de Ação Gerados no Planejamento				
Ação	Quem	Quando	Onde	Custo
Elaboração de um novo Fluxograma de Processo mostrando as etapas	Wander Oliveira	15/03/2021	Processo Filtração	Mão-de-obra interna
Instalar um Sensor de Fluxo entre o tanque maturador e o tanque de Puffer	Ariosmar /Engenharia	10/03/2021	Processo Filtração	2.951,71
Revisar os procedimentos de recebimento e filtração do processo filtração	Wander Oliveira	02/04/2021	Processo Filtração	Mão-de-obra interna
Treinar os filtradores no procedimento de filtração revisado	Wander / Lucas Joia	15/04/2021	Processo Filtração	Mão-de-obra interna
Criar plano de manutenção para o equipamento Sensor de Fluxo.	Lucas Marchado	15/04/2021	Processo Filtração	Mão-de-obra interna
Criar procedimento de limpeza operacional para o equipamento Sensor de Fluxo.	Wander Oliveira	10/04/2021	Processo Filtração	Mão-de-obra interna

Fonte: Autores (2021)

As ações deste plano foram divididas de acordo com as competências de cada colaborador, com a garantia de total assertividade e coerência na execução, tanto na criação de procedimentos, instalação e na ministração dos treinamentos. Para uma boa visibilidade das etapas do processo, a criação do novo fluxograma esclareceu o entendimento e as possíveis falhas que possam trazer anomalias no produto durante sua passagem por cada etapa.

Para que ocorra o comprometimento e a ação coordenada de todos os indivíduos da organização frente aos programas de melhoria, é necessário o desenvolvimento de uma cultura que valorize a aprendizagem (MURRAY; CHAPMAN, 2013).

No final desse processo o resultado de filtração foi muito eficiente chegou-se a quantia de 7ppb, resultado antes jamais alcançado em um dia normal de rotina, houve também um baixo histórico de registros de retrabalhos ao final de cada produção, sem levar em consideração a redução do consumo de CO₂ (Gás Carbônico e Energia elétrica consumida nos retrabalhos).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após uma profunda pesquisa e a inclusão de um sensor de fluxo no processo de filtração de cervejas o presente trabalho evidencia um resultado muito bom para à qualidade sensorial do produto. De acordo com as conclusões específicas os resultados foram satisfatórios para o desempenho dos resultados e menos sobrecarga para o time operacional além de que: A pesquisa possibilitou encontrar os principais pontos de

incorporação de oxigênio no processo e as medidas implantadas surgiram resultados eficientes para o desenvolvimento das atividades realizadas. No decorrer deste trabalho mostrou-se evidente que a maioria das ações eram voltadas à parte estrutural do processo, condições de trabalho e formas diferentes de como as etapas eram realizadas. Dessa forma este trabalho cumpriu todos seus objetivos gerais e específicos auxiliando na gestão do processo, identificando e padronizando melhorias e aprimorando as ferramentas, além de desenvolver o senso analítico em um processo complexo.

REFERÊNCIAS

- [1] ALBERTIN, M. R.; HERÁCLITO, L. J. P. Administração da produção: administração da produção e operações. Curitiba: Inter Saberes, 2016.
- [2] CARVALHO, B., M., S., Curso de Produção de Cerveja, UNICER, julho, 2014.
- [3] CASARIN, R. Saiba Como a Cerveja Ajudou o Desenvolvimento Humano Através dos Séculos. 2014. Acesso: 05 de abril de 2021.
- [4] CASARIN, R. Saiba Como a Cerveja Ajudou o Desenvolvimento Humano Através dos Séculos. 2014. Acesso: 05 de abril de 2021.
- [5] CRUZ, I.; PINHEIRO, J.; AMORIM, S.; KUGLIN, V. Produção de Cerveja. Florianópolis, 2018. Acesso: 05 de abril de 2021.
- [6] CRUZ, I.; PINHEIRO, J.; AMORIM, S.; KUGLIN, V. Produção de Metodologia Prática. Florianópolis, 2018. Acesso: 05 de abril de 2021.
- [7] GIORGI, V. “Cultos em cerveja”: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil. Universidade Federal de Uberlândia, 2015. Acesso: 07 de maio de 2021.
- [8] LARANJEIRA, R.; PINSKY, I. Alcoolismo. São Paulo: Editora Contexto, 2017. Acesso: 22 de abril de 2021.
- [9] MURRAY, P.; CHAPMAN, R. From continuous improvement organizational learning: developmental theory. *The Learning Organization*, v. 10, n. 5, p. 272-282, 2013. <http://dx.doi.org/10.1108/09696470310486629>.
- [10] OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Barueri – São Paulo: Manole, 2016, 1-48.
- [11] PALMER, J. J. How to brew. Boulder, Colorado, EUA. 2016. Brewers Publications.
- [12] PINSKY, I. Publicidade de bebidas alcoólicas e os jovens. São Paulo: FAPESP, 2009. Acesso: 23 de abril de 2021.
- [13] SANTOS, João Rodrigo da Silva. Determinação do trans-2-nonenal em cerveja por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção espectralométrica. Dissertação para mestrado em química na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Porto, 2012. 158p. Arquivo digital cedido pela Biblioteca Central da Universidade do Porto – Portugal.
- [14] WHITE, C., ZAINASHEFF, J. Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation. Boulder, Colorado, EUA. 2017. Brewers Publications.

Capítulo 3

Aplicação de sistemas híbridos de energia solar fotovoltaica e combustível fóssil em uma residência rural

Cleonildo Guimarães Costa Júnior

Livia da Silva Oliveira

Resumo: O presente estudo de caso trata-se de um trabalho construtivo sobre um sistema híbrido-solar-diesel em uma residência rural. Objetivou-se a melhoria na qualidade de rendimento que o sistema (off grid) trará e na diminuição da queima do combustível fóssil, por não ser dependente unicamente da energia solar que atualmente tem a sua geração muito baixa, atuando em conjunto de um gerador de força movido pela queima de combustível. A importância da diminuição da queima do combustível fóssil que atualmente tem o seu custo financeiro muito alto, é também contribuindo com o meio ambiente na (emissão de CO₂). Com o aperfeiçoamento do sistema fotovoltaico, haverá economia no consumo e no seu aproveitamento da energia e na capacidade de armazenamento.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica, sistema híbrido, residência rural.

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é essencial para o desenvolvimento de todas as atividades econômicas a partir do século XX. A baixa disponibilidade de recursos para conversão em energia pode ser torna um fator limitante para o crescimento e desenvolvimento de um país. A demanda crescente de eletricidade vinda de todos os setores da sociedade, aliada ao aumento do preço e à diminuição das reservas de combustíveis fósseis no mundo, incentivou a pesquisa e o investimento em fontes alternativas de energia.

Além da diversificação da matriz energética visando ao aumento da disponibilidade de energia, outro fator importante para o desenvolvimento de fontes de energia alternativas é a questão ambiental. As fontes alternativas de energia advêm de fontes renováveis de recursos naturais que se regeneram a curto ou médio prazo, e possuem impactos negativos muito menores sobre o meio ambiente em comparação aos combustíveis fósseis. No termo “energias renováveis” estão incluídas principalmente as energias eólicas, solar, hidroelétricas, biomassa, geotérmica e das marés.

A energia é considerada limpa quando sua geração não ocorre emissões de gases poluentes, nem impactos ambientais, e atualmente o maior tipo de geração limpa é a de energia solar, por não precisar, necessariamente, de algum tipo de alteração na paisagem local (FONTES, 2018).

O mercado de geração de energia elétrica por fontes renováveis está se inserindo a passos largos na matriz energética brasileira. Atualmente o nordeste brasileiro já conta com 37,2% de geração de energia elétrica advinda dos parques eólicos (DANTAS, 2017).

O Brasil por esta situado em uma região com maiores incidências de raio solares, beneficia os altos índices de irradiação. Por estar próximo à linha do Equador, ocorre uma variação solar ao decorrer do ano, porém, mesmo com essa variação ainda existe presente, bons níveis de irradiação, podendo dessa maneira obter o aproveitamento energético através do recurso solar (EPE, 2016).

Segundo (EPE), em 2017, após dois anos de queda, o consumo de eletricidade no país cresceu 1,2% em relação a 2016, alcançando 575 TWh, mantendo o Brasil entre os dez maiores consumidores do mundo. Há expectativa de aumento da população da Terra, de crescimento econômico e desenvolvimento tecnológico. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, EPE, projeta-se para 2050 que o Brasil alcance um consumo de 1760 TWh. As reservas de combustíveis fósseis não serão capazes de suprir esse consumo em longo prazo e seu uso contínuo produz efeitos nocivos, como a poluição atmosférica.

O sistema off-grid, são isolados da rede elétrica a partir da geração de energia fotovoltaica, é um dos métodos mais apropriados para converter a energia solar em energia elétrica contínua, que são armazenadas em baterias estacionárias para ser utilizada durante o dia e a noite. Para esse conjunto gerar energia, precisa-se do controlador de carga, baterias e painéis fotovoltaicos (MOREIRA, 2017).

O sistema solar fotovoltaico na produção de energia de um sistema caseiro tem como seu maior objetivo produzir energia constantemente durante o dia quando a emissão dos raios solares é predominante, mantendo as baterias do sistema off-grid carregadas durante uma certa parte da noite até perderem sua capacidade de armazenamento da carga devido ao uso constante do sistema que não é capaz de suportar uma noite inteira ligado, quando assim então é acionado o sistema de energia de grupo gerador onde a sua alimentação é feita pela queima de combustível fóssil, assim podendo suprir o total de energia necessária demandada pela residência, e por isso o sistema a

gerador completará o sistema solar, e portanto esse sistema híbrido visa de maneira mais econômica e sustentável a redução da queima por combustível fósseis a óleo diesel.

2.MATERIAL E MÉTODOS

O estudo deste trabalho trata-se sobre o sistema híbrido solar-diesel, e tem como sua finalidade demonstrar por meio de simulação uma maneira mais econômica do uso do combustível fóssil aumentando a capacidade de geração de um sistema solar off-grid dentro de uma residência.

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma área rural localizada no município de Terra Santa-Pá, apresentada na Figura 1, pertence à família Guimarães. Com produção voltada a pecuária, foi usada apenas uma área parcial de 200m² para a realização do trabalho.

Os dados obtidos foram realizados entre os meses de Julho e Agosto de 2020, através de anotações e imagens e visitas ao local.

Figura 1. Área de estudo do local



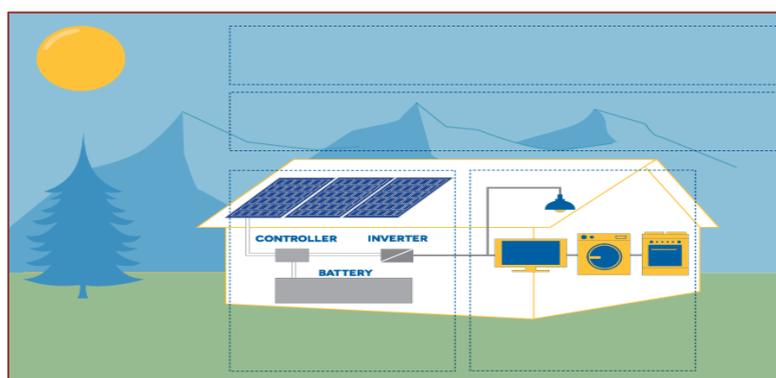
Fonte: Autores (2020)

O sistema off grid de geração de energia solar fotovoltaica estará instalado na residência, conectado a sua rede elétrica, os módulos solares serão conectados eletricamente em associação em série e os terminais ligados ao controlador de carga para monitorar o carregamento do banco de bateria. Por fim, o banco alimentará o inversor de potência e este, o sistema auxiliar elétrico da residência. Sendo os módulos solares instalados e localizados sobre o telhado da casa.

2.2. SOFTWARE PV SYST

O PV syst foi criado no início da década de 90 na Suíça por engenheiros e especialistas da área que almejavam criar uma plataforma virtual capaz de realizar o dimensionamento completo e a confecção detalhada de um sistema fotovoltaico, seja ele conectado ou não à rede. Ainda que existam diversos softwares com a mesma proposta, foi escolhido o PV syst devido a sua interface intuitiva e seu amplo conjunto de dados para o dimensionamento fotovoltaico.

Figura 2. Imagem construída no software PV syst (2020)



Fonte: PV syst (2020)

As simulações foram realizadas de acordo com as necessidades apresentadas para o presente trabalho, de acordo com software as simulações demonstraram por meio de gráfico as devidas alterações propostas pelo presente estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema Híbrido-Solar-Diesel, off grid, que será aperfeiçoado na residência rural, é atualmente ligado pelos seguintes componentes: 1 placa solar de 280 watts, que ficam sobre o telhado da casa, ligada em série com o controlador de tensão de 30 amperes, ligados a duas baterias estacionárias de 115 amperes cada que, por diante, são direcionadas ao inversor de tensão de 3.000 watts de potência que converte à tensão contínua em alternada para o uso dos eletrodomésticos. E na parte externa fica localizado o sistema de grupo gerador a diesel de 4KVA de potência.

A Tabela 1, mostra a quantidades de eletrodomésticos que necessitam do uso do sistema.

Tabela 1. Quantidade de aparelhos elétricos

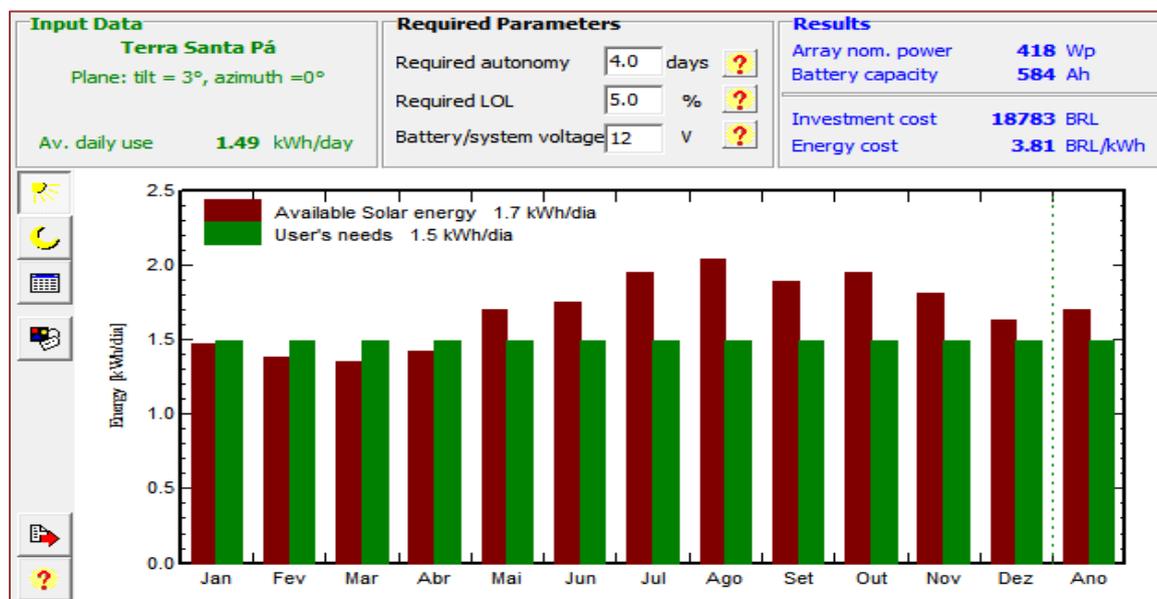
Aparelhos Quantidade	Potência (VA)
Freezer 01	115
Lâmpadas (15 watts) 10	150
TV	110

Fonte: Autores (2020)

O atual sistema Off Grid não consegue ficar por muito tempo em operação, após o sol se pôr, por não haver mais irradiação solar, o banco de baterias não armazena cargas suficiente para suprir a necessidade da residência que suporta no máximo até as 20 horas. Em seguida, é ligado ao grupo gerador à diesel durante 4 horas por dia no período da noite, com um consumo médio de 2 litros de combustível por hora, até as 00:00 horas da noite.

A Figura 3 mostra os resultados das simulações realizadas.

Figura 3. Resultado das simulações do sistema fotovoltaico



Fonte: PV syst (2020)

De acordo com a simulação realizada pelo Software PV syst foram constatadas que para haver um tempo de capacidade de geração e armazenamento teríamos que ter um maior fornecimento elétrico, realizado através do aumento do seu banco de bateria, ou seja, (quatro horas a mais com um total de 6 baterias) de 115 amperes onde ficam armazenados a sua carga, e na quantidade de seus painéis fotovoltaicos (uma a mais de 280W) que são os responsáveis pela alimentação das baterias, fazendo isso teríamos um tempo maior na distribuição da energia, retardando o acionamento do gerador economizando cerca de 2 horas do seu funcionamento, dependendo da quantidade de aparelhos ligados no momento da utilização do sistema solar.

Quanto maior a capacidade da bateria em armazenar energia, maior autonomia de funcionamento na ausência de radiação solar tem o sistema. A capacidade das baterias determina o número de dias em que determinado sistema pode fornecer energia para os equipamentos consumidores, sem a presença do sol. Essa capacidade pode ser expressa em Wh ou kWh, nas, a forma mais comum é expressá-la em Ah (ampère-hora). Essa unidade de energia quantifica a corrente elétrica que se pode tirar em determinado tempo da bateria, considerando-se condições específicas de descarga, temperatura e tensão mínima (SOLENERG, 2016).

De acordo com Pinto (2015), a tecnologia da energia solar traz benefícios com a sua utilização, no que se diz respeito ao baixo impacto ambiental, sem poluidor o meio

ambiente e nem causar ruídos. De fácil transporte e uma alternativa sustentável para lugares com difícil acesso de energia elétrica. As desvantagens relacionadas ao uso da energia solar fotovoltaica referem-se à radiação solar, ou seja, a incidência de luz solar pode variar de acordo com o período do dia e as estações do ano e o custo das células fotovoltaicas ainda é elevado (Pinto, 2015).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos devido ao grande aumento da população mundial e á grande demanda por energia elétrica tem se buscado fontes alternativas para a substituição da queima do combustível fóssil, visando diminuir alguns impactos ambientais, diminuindo o dióxido de carbono emitido na atmosfera. Este trabalho de pesquisa construtivo, apresentou por meio de simulação uma maneira, mas viável de se utilizar um sistema híbrido-solar-diesel, melhorando a sua capacidade de armazenamento e visando a diminuição da queima do combustível fóssil por grupo gerador.

A região norte por ter muitas comunidades afastadas dos grandes centros urbanos, ainda sofrem, pela falta de energia elétrica na maioria de suas residências e devido a essa escassez energética muitas pessoas têm buscado com recursos próprios o acesso à energia elétrica.

Um aspecto muito importante para a busca das energias renováveis foram a grande diminuição no custo dos materiais utilizados para a montagem desses sistemas solares, o barateamento das placas fotovoltaicas e baterias tem impulsionado muito esse setor, e logicamente as diversas linhas de financiamento de energia solar oferecidas hoje no Brasil através de bancos públicos e privados.

Os resultados dessa energia híbrida solar fotovoltaica-diesel como fonte de energia na residência para a redução de custo da queima do combustível se torna muito viável, porque, de acordo com a simulação realizada, aumentando a capacidade de sua geração energética economizaria na queima do combustível fóssil e não comprometeria tanto o meio ambiente. Além de reduzir o custo econômico na compra do combustível.

A manutenção de geração desse sistema solar é muito baixa, uma placa fotovoltaica tomando os devidos cuidados de limpeza no período de duas vezes ao ano ou quando apresentarem baixa eficiência energética, tomando essas devidas precauções a placa poderá ter uma vida útil até 30 anos de duração, mas não somente isso, a manutenção preventiva do restante do equipamento, como inversor, controlador e banco de baterias quando o sistema for off-grid, estas que podem ter uma vida útil entre quatro e cinco anos quando forem estacionárias. Por fim, o sistema se mostrou uma excelente alternativa para a redução do combustível fóssil, aumentando a sua capacidade de geração tanto na quantidade de placas fotovoltaicas, quanto no banco de baterias.

REFERÊNCIAS

[1] ANP-AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Biocombustíveis. 2017a. disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis?view=default>>. Acesso em: 10 de set. 2020.

[2] DANTAS, Rafael. A caminho da geração de energia limpa. Algomas – A revista de pernambuco, jul. 2017. Disponível em: <<http://revista.algomas.com/noticias/a-caminho-da-geração-de-energia-limpa>>. Acesso em: 26 out. 2020.

- [3] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica/Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.) 452p.- EPE: Rio de Janeiro, 2016.
- [4] FONTES, Ruy. O Informativo Definitivo da Energia Limpa: Tudo que você precisa conhecer de forma simples e direta. Disponível em:<<https://blog.bluesol.com.br/energialimpaconceitos/>>Acesso em: 27 out. 2020.
- [5] JÚNIOR, A.M; SOUZA, M.S; ALBUQUERQUE, F.L.; SOUTO, O.C.N.; SILVA, S.B. Análise de viabilidade econômica de sistema fotovoltaico conectado à rede em prédios públicos: um estudo de caso comparativo nos estados de Goiás e Tocantins”. XIV, CEEL,2016. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
- [6] MENDONÇA, D. E.; CARVALHO, P. C. M. de; PRAÇA, P. P.; PINHEIRO, J. S. Photovoltaicpowered reverse osmosis plant for brackish water without batteries with self acting pressurevalve and mppt.Journal of Energy and Power Engineering, v. 11, p. 187–194, 2017.
- [7] MOREIRA, JOSE ROBERTO SIMÕES. Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética. 1. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 393.
- [8] NASCIMENTO, R. L. *Energia solar no Brasil: situação e perspectivas*. Brasília: Câmara dos Deputados do Brasil, 2017. (Estudo técnico). Disponível em: <http://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/32259>. Acesso em: 10 de set. 2020.
- [9] OLIVEIRA, Marcos de. Reações Verdes. Pesquisa FAPESP n. 260, p. 72-75, 2017.
- [10] PINTO, M.A. Utilização de painéis solares fotovoltaicos no seguimento residencial. 2015.
- [11] PINHO, J. T.; BARBOSA, C. F.; PEREIRA, E. J.; SOUZA, H. M.; BLASQUES, L. C.; GALHARDO, M. A.; A, W. N. M. Sistemas Híbridos: Soluções energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2016.
- [12] SANTOS, L.; AZEVEDO, D.; LIMA, G. et al. Dimensionamento prático de um sistema fotovoltaico – Estudo de caso utilizando o Software PVSYSY. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 05 a 09 de novembro de 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333158114_DIMENSIONAMENTO_PRATICO_DE_UM_SYSTEM_A_FOTOVOLTAICO_ESTUDO_DE_CASO_UTILIZANDO_O_SOFTWARE_PVSYSYSTR. Acesso em: 10 nov. 2020.
- [13] SOLENERG. A bateria estacionária para gerador fotovoltaico autônomo. Disponível em:<http://www.solenerg.com.br/produtos-baterias-estacionaias.html,pdf>. Acesso em: 08 nov. 2020.

Capítulo 4

RFID: Monitoramento de equipamentos usados em manutenção de iluminação pública

Daniele Ambrósio Freitas

João Souza da Silva

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Os sistemas de monitoramento automatizados estão se tornando tendências, criando um método mais fácil para identificar itens, rastrear, monitorar e adicionar valores de segurança. Em locais onde há muitos itens acessados por muitos usuários, a tendência de perda e roubo é alta devido à fragilidade no monitoramento de itens. Anteriormente, o monitoramento dos equipamentos da empresa de manutenção em iluminação pública era realizado manualmente pelos despachantes locais da empresa, para cada saída de equipamento, um registro precisava ser preenchido para manter o controle das informações da transação. Este sistema possuía muitos pontos fracos, como uso indevido dos registros do equipamento, perdas de equipamento, nenhuma entrada ou saída de registro de transações, e o extravio de equipamentos era algo constante. Para resolver tal problemática a adoção de um sistema automatizado baseado em rádio frequência foi adotado, dessa forma o equipamento é rastreado inteligentemente, diminuindo toda a parte burocrática existente e dinamizando toda a empresa em termos de organização de equipamentos.

Palavras-chave: RFID, sistema de monitoramento, tags, componentes de transmissão.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de monitoramento automatizados estão se tornando tendências, criando um método mais fácil de identificar item, rastreamento, monitoramento e adicionar valores de segurança. Em lugares onde há muitos itens acessados por muitos usuários, a tendência de perda é alta devido à fraqueza nos itens.

RFID é uma identificação automática sem fio que está ganhando atenção e é considerada por alguns como uma das tecnologias de computação difundidas na história. À medida que a tecnologia cresce muito rapidamente, a RFID tem recebido considerável atenção mundial e amplamente utilizada no monitoramento e rastreamento (OLIVEIRA; PINOTTI; LOPO, 2016), desde a identificação humana até a identificação de produtos. Pesquisas anteriores indicaram com sucesso que RFID tem se expandido cada vez mais em vários campos, como cadeia de suprimentos de varejo, rastreamento de ativos, serviços postais e de correio, educação (OLIVEIRA, 2016), indústria de construção, medicina etc.

Monitorar o registro do equipamento na empresa é importante para garantir que cada item esteja sempre no lugar. Geralmente, o equipamento de entrada e saída é feito manualmente pelo técnico, anotando as informações do equipamento, incluindo hora e data no formulário de circulação do equipamento. Para automatizar o processo, a Identificação por Radiofrequência (RFID) é uma das mais práticas e aplicáveis na implementação real alinhada com a natureza onde a maioria dos sistemas é informatizada. Neste artigo, uma solução foi fornecida para o problema encontrado no sistema de monitoramento de equipamentos em uma empresa que presta serviços de manutenção em iluminação pública.

Este projeto consiste em quatro partes principais: a tag, o leitor de tag, o desenvolvimento do sistema e o sistema de rede. A etiqueta RFID é etiquetada no equipamento de elétricos de substituição, onde a etiqueta contém informações do equipamento da empresa e o leitor RFID está localizado na porta de cada saída. Este sistema de monitoramento permite que o responsável da empresa e o técnico monitorem o equipamento de entrada e saída no ambiente real e aumente a eficiência no gerenciamento de equipamentos da empresa. Os benefícios do sistema incluem o aprimoramento da segurança dos ativos da empresa e redução das perdas de ativos e o aprimoramento do controle de equipamentos e inventário.

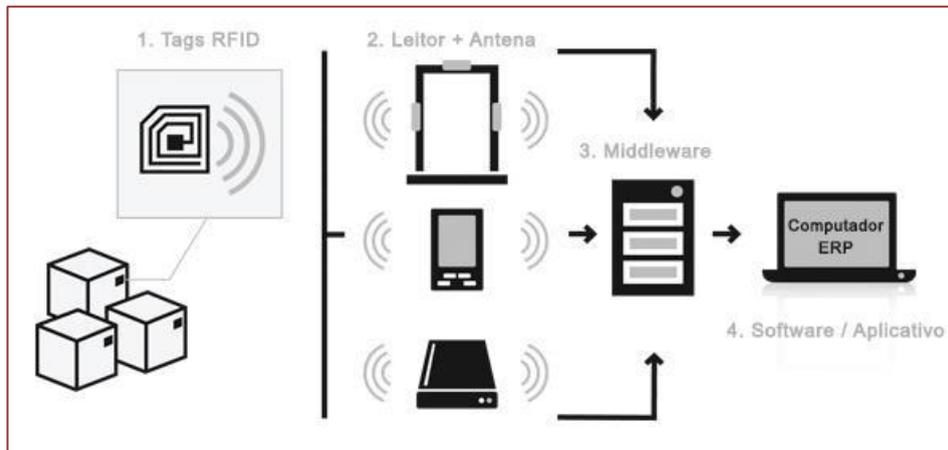
2. MATERIAL E MÉTODOS

Para firmar o objetivo desta pesquisa, foi primordial identificar as carências e problemáticas existentes, bem como definir os propósitos e completo correspondentes. Isso requer uma verificação abrangente da literatura, inclui estudos relativos a aplicações RFID na construção, sistemas e tecnologias de gerenciamento automatizado de materiais. A posterior definição dos processos e funções de rastreamento de materiais, como expedição, recebimento, localização, emissão e organização do espaço, também são necessárias.

Com o suporte da revisão da literatura, são desenvolvidos requisitos gerais e um critério de seleção de tecnologia. Esses requisitos gerais de um sistema de rastreamento de materiais. Com base neste critério, as diferentes tecnologias de coleta automatizada de dados disponíveis são analisadas em termos de sua adequação para identificação e rastreamento de materiais. As tecnologias adequadas para automatizar a identificação e

rastreamento de materiais e componentes que são selecionadas. Apresentamos na Figura 1 a representação do ciclo de funcionamento do sistema de leitura por rádio frequência.

Figura 1. Fluxo de funcionamento do sistema RFID



Fonte: Sem fio.com (2020)

2.1. UMA BREVE IDEIA SOBRE COMO FUNCIONA O SISTEMA RFID ATIVO:

A nossa estrutura interna vai possuir antenas em pontos estratégicos da empresa emitindo a toda hora um sinal de leitura, dessa forma é possível identificar se tal insumo ainda permanece dentro de suas edificações ou saiu para atender alguma emergência, podendo ser também um item de substituição. O sistema adotado é o RFID ativo, o leitor envia sinais para a etiqueta usando uma antena.

A tag recebe essas informações e as reenvia junto com as informações em sua memória. O leitor recebe esse sinal e o transmite ao processador para processamento posterior (BRUNO, 2016), bem diferente do sistema passivo que a antena presente no leitor transmite ondas eletromagnéticas que são recebidas pela antena presente na etiqueta como diferença de potencial através do dipolo. Esta tensão é retificada e filtrada para obter a energia DC. A antena do receptor é mantida em impedâncias diferentes, o que faz com que ela reflita uma parte do sinal recebido. Este sinal refletido é recebido pelo leitor e monitorado de acordo.

2.2. IMPORTÂNCIA NO PROCESSO

É uma tecnologia extremamente simples, ela é muito prática para aqueles que desejam aprimorar e otimizar o monitoramento de ativos de qualquer empresa. (Vale lembrar que a Tecnologia RFID pode ser utilizada para diversas outras finalidades além de monitoramento de equipamentos (BRUNO, 2016). Um exemplo comum de outra aplicação do RFID é a instalação de um sensor em produtos de uma loja para evitar serem roubados).

Outra utilização que podemos somar junto ao monitoramento é automatização do inventário de ativos é uma parte muito importante dentro da gestão e, apesar de sua grande relevância, posso confessar que é uma tarefa muito cansativa de se realizar (pelo

menos no modo convencional). A tecnologia RFID veio facilitar a vida de grandes empresas.

É importante lembrar que, para realizar a gestão de ativos de forma correta, é recomendável que sejam contratados os serviços de uma empresa especialista no mercado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante de tantas vantagens e utilidades, podemos afirmar que o uso de etiquetas RFID é importantíssimo para o controle equipamentos de qualquer empresa, independentemente do seu tamanho. Além do mais, possui distintos modelos para inúmeros tipos de produtos. Atualmente, a agilidade é um diferencial do mercado. O uso dessa tecnologia pode fazer a sua empresa dar um salto à frente de seus concorrentes (ROMANO, 2016), pois contribuirá para ampliar a eficiência operacional, e como resultado, aumentará a margem de lucro do negócio.

Antes de implementar as etiquetas RFID no seu negócio, talvez se pergunte qual é a diferença efetiva entre elas e os já conhecidos códigos de barras.

A primeira delas é que o RFID não armazena apenas o código do produto. Dependendo da tecnologia empregada (leitura, escritas ou ambas), as etiquetas RFID podem ajudar até no monitoramento de temperatura e umidade, sendo importantes aliadas da tecnologia de logística de equipamentos fora da empresa.

Também há possibilidade de incluir outras informações mesmo com o processo já funcionando. Entre outras vantagens, os sistemas RFID são considerados os sucessores dos sistemas de código de barras porque permitem a produtores e fornecedores rastrear itens em lote, reduzindo o tempo e os custos operacionais. Apresentamos na Tabela 1, um quadro comparativo entre o código de Barras e o sistema fonte do nosso trabalho o RFID.

Tabela 1. Quadro comparativo entre as tecnologias

Características	RFID	Código de Barras
Resistência Mecânica	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Etiquetas
Exige Contato Visual	Não	Sim
Vida Útil	Alta	Baixa
Possibilidade de Escrita	Sim	Não
Leitura Simultânea	Sim	Não
Dados Armazenados	Alta	Baixa
Funções Adicionais	Sim	Não
Segurança	Alta	Baixa
Custo Inicial	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não

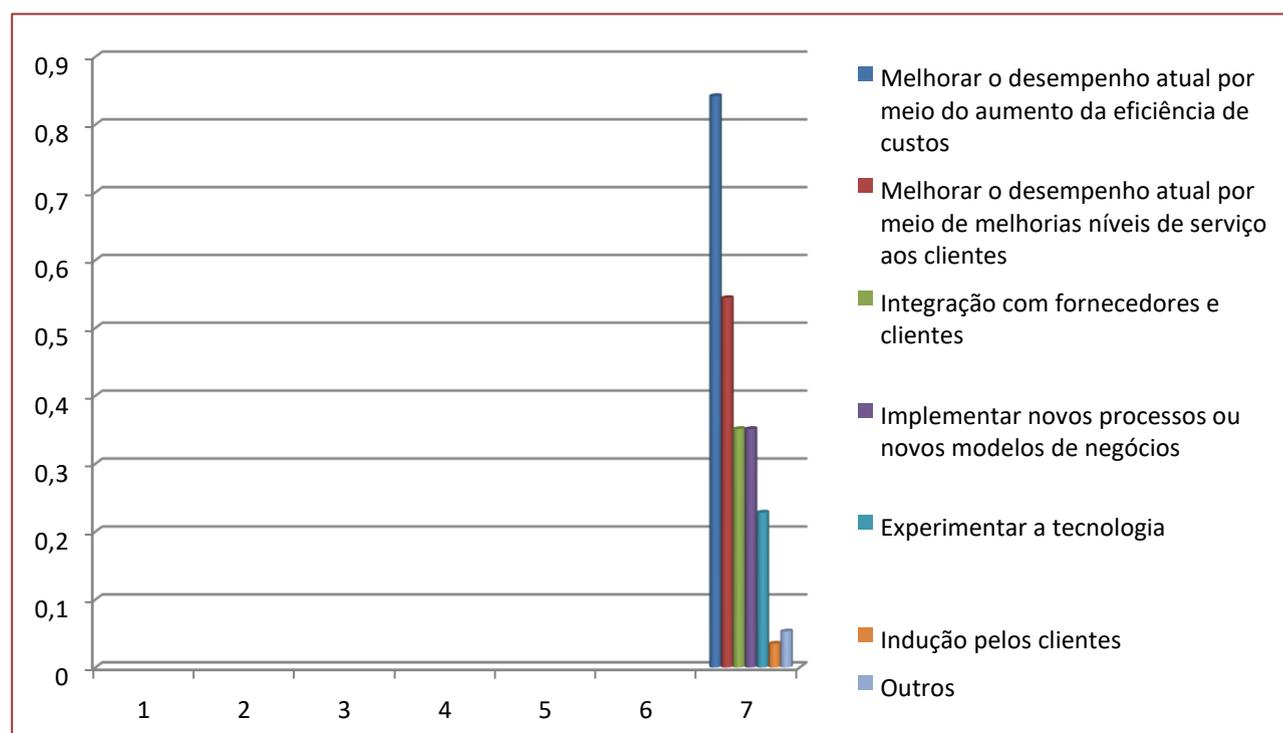
Fonte: Autores (2020)

Muitas empresas relutam em adotar RFID como parte de seus próprios sistemas. Isso decorre principalmente do custo que as empresas incorreriam na implementação de um novo sistema. Mas também os principais motivos são: incerteza quanto aos requisitos e capacidades da própria tecnologia e incerteza quanto aos efeitos da tecnologia nas

relações Inter organizacionais, desde o big bang do RFID (ABDI, 2018), uma série de estudos empíricos foram construídos para investigar a adoção, os benefícios e os desafios da implementação do RFID.

Para as empresas que estão considerando e implementando RFID, os motivos internos para implementar RFID incluem melhor inventário e visibilidade da cadeia de suprimentos, ganhos de eficiência, rastreamento de ativos de eficiência de trabalho e redução de falta de estoque. Estudos sobre os fatores que afetam a decisão de introduzir novas tecnologias de identificação de objetos testaram as seguintes hipóteses citadas no Figura 2, como motivadores para implementação da tecnologia.

Figura 2. Motivadores para implementação do RFID



Fonte: Autores (2020)

Além do custo, já mencionado anteriormente, há alguns entraves à adoção de RFID. Um deles é a regulamentação e a segurança dos processos: enquanto códigos de barra estão bem estabelecidos há décadas, muitos países e setores ainda dependem de boas regulações para aplicar na prática o uso de RFID. Outra questão é a alta complexidade do ecossistema para que o RFID funcione – afinal, além de instruir as pessoas, é preciso cuidar para que leitor estejam sempre posicionados adequadamente e atualizados (EXAME, 2016), com bateria o suficiente para que as informações sejam de fato transmitidas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizado um estudo para uma solução de monitoramento de equipamentos utilizando o sistema de identificação por radiofrequência, conhecido também como RFID. A escolha do sistema RFID deve-se pela velocidade de obtenção de dados (tempo real) e a falta de necessidade de contato e/ou visualização direta do objeto. Inicialmente foi efetuada uma análise das tags RFID comerciais para utilização nos equipamentos da empresa de Iluminação pública. Com isso, identificaram-se as tags mais adequadas para os equipamentos. Em seguida, foi efetuada uma série de medições que permitiram levantar as características de leituras em um cenário real, identificando as limitações como a distância máxima e a robustez das leituras.

O sistema de monitoramento de equipamentos da empresa de manutenção em Iluminação pública, usando RFID é proposto para gerenciar efetivamente o equipamento de entrada e saída da empresa. Através deste sistema, todas as atividades envolvendo a empresa e os equipamentos podem ser monitorados e atualizados por meio de ambiente baseado na web. Para segurança finalidade, apenas o pessoal autorizado tem autorização para monitorar as atividades de transação de equipamentos da empresa em tempo real. A adaptação do monitoramento de equipamentos baseados em RFID o sistema também promoveria diversidade na gestão da empresa que anteriormente eram manuseados manualmente

REFERÊNCIAS

- [1] ABDI. Agenda brasileira para a Indústria 4.0.2018. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Acesso em: 03 de agosto de 2018.
- [2] BRUNO, Flávio da Silveira. A Quarta Revolução Industrial do Setor Têxtil e de Confecção: A visão de Futuro para 2030. São Paulo: Schäffer Editorial, 2016.
- [3] GS1. EPC/RFID e a Indústria 4.0. 2017. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/educacao-epratica/eventos/camp-03623-19y5s9>>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.
- [4] MARR, Bernard. What Everyone Must Know About Industry 4.0. 2016. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/06/20/what-everyone-must-know-aboutindustry-4-0/#aba88b0795f7>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018.
- [5] EXAME. Tecnologia de RFID moderniza empresa. 2016. Disponível em: <<https://exame.com/pme/tecnologia-de-rfid-moderniza-empresa/>>. Acesso em: 24 ago. 2019.
- [6] KLEIST, R. A. et al. RFID labeling: smart labelling concepts and applications for consumer package goods supply chain. 2 ed. Irvine: Printronix, 2019.
- [7] Médium. Etiqueta RFID: O que é, como funciona e como implementar. 2020. Disponível em: <<https://medium.com/logstore/etiqueta-rfid-o-que-%C3%A9-como-funciona-e-como-implementar-d8f42b9a40aa>>. Acesso em: 21 Agos. 2020.
- [8] ODA, O. N. RFID: Vantagens e Desvantagens da Tecnologia, 2018. Disponível em:<<http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/rfid-vantagens-e-desvantagensdatecnologia/84038/>>. Acesso em: 20 de setembro.
- [9] OLIVEIRA, J. C.; PINOTTI, M. A.; LOPO, W. N. Avaliação da implantação da tecnologia RFID no setor de beneficiamento de uma indústria têxtil, 2016. Disponível em: <<http://w.revistaespacios.com/a17v38n17/a17v38n17p17.pdf>>. Acesso em: 10 outubro. 2020.
- [10] ROMANO, M. Saiba quais são os 7 principais benefícios da indústria 4.0 para os negócios, 2016. Disponível em: <<http://www.logiquesistemas.com.br/blog/beneficios-daindustria-40/>>. Acesso em: 18 de setembro (2020).

Capítulo 5

Controle e manutenção elétrica em máquinas em uma indústria de Manaus-AM

Danielle Saraiva de Carvalho

Livia da Silva Oliveira

Resumo: A manutenção é fundamental para o sucesso das organizações, ainda mais quando se refere á sistemas e equipamentos elétricos vitais para organização. Diante o referido artigo ressalta a importância dos controles e manutenções elétricas para bom funcionamento da empresa. No segmento industrial, otimizar o processo de manutenção significa melhorar o desempenho e produtividade, proporcionando a obtenção de melhores resultados. A gestão da qualidade da manutenção permite um aprimoramento dos processos, aumentando a confiabilidade, reduzindo os custos associados e aumentando a competitividade da empresa. As ferramentas da qualidade são utilizadas neste tipo de gestão, pois são capazes de identificar, mensurar e auxiliar na solução dos problemas existentes, visando propor soluções para as principais causas deste problema. Por meio de observações, análise documental, entrevista e aplicação questionário, foi possível obter os dados necessários para a realização deste estudo. Para o crescimento e perpetuidade da indústria no mercado, o seu uso otimizado e zeloso dos equipamentos e colaboradores são essenciais, isso se deve iniciar desde planejamento estratégico da organização até seus níveis operacionais, visto que dependendo da empresa e segmentos os investimentos em máquinas elétricas são elevados, então se faz necessário um efetivo sistema de manutenção e controle desses equipamentos, acompanhando mensalmente tais resultados e tendo contato direto entre várias equipes multidisciplinares da companhia.

Palavras-chave: Controle, manutenção, elétrica, otimização.

1. INTRODUÇÃO

Com referido tema buscou se explicitar algumas realidades de empresas do Pólo Industrial de Manaus, por meio de processo e procedimentos compreender a operacionalidade e complexidade do controle e manutenção das máquinas elétricas, vale ressaltar além do posto de vista financeiro que muitas vezes tais equipamentos possuem alto valor de investimento influenciando até contabilidade financeira da empresa por meio da depreciação, existe outro fator, alta relevância a questão da segurança de todos que operam e acessam os equipamentos, um forte aliado nesse objetivo é a tecnologia onde possa elevar segurança dos operadores por meio de barreiras e sensores, sem ter a mitigação da cadeia produtiva, pois elevando a confiabilidade e segurança para quem opera, consequentemente facilitará para o operador majorando a produção.

O mundo moderno está repleto de desafios no que diz respeito ao desempenho e performance das empresas. Cada vez mais a competitividade exige um aperfeiçoamento contínuo, seja na gestão ou mesmo na produção, onde há uma busca incessante por maior produtividade com a utilização de menos recursos, redução de custos, com maior qualidade e eficiência nos processos.

As organizações têm percebido a importância da manutenção para assegurar a disponibilidade e desempenho tanto de equipamentos, instalações e processos. Diante deste fato, torna-se fundamental a elaboração de um planejamento da manutenção, capaz de administrar devidamente todas as variáveis envolvidas. Segundo Fabro (p. 66, 2015), “o planejamento tem a finalidade de proporcionar maior confiabilidade, sustentação e consequentemente disponibilidade ao equipamento”.

Os objetivos e as políticas da produção devem estar alinhados com os da manutenção para que os resultados sejam otimizados. Tanto os planos de manutenção como o processo de gestão devem estar de acordo com o planejamento estratégico da organização e devem ser revistos e readequados para atender as flexibilidades do processo produtivo, porém, além de um bom planejamento, é preciso haver um bom controle, onde há a necessidade de monitorar a qualidade da manutenção e aperfeiçoar constantemente seu processo através de ferramentas da qualidade.

Num cenário competitivo, as empresas estão continuamente buscando aumentar o tempo de campanha entre as paradas de manutenção e reduzir os prazos e os custos de suas paradas. Para atingir estes objetivos, existe uma evolução contínua de técnicas e melhores práticas que são aplicadas no processo de planejamento e gestão de paradas. Porém muitas indústrias ainda não praticam estas premissas adequadamente. Muitas vezes possuem um planejamento satisfatório, todavia a gestão e execução não são realizadas de uma maneira eficaz, resultando em resultados insatisfatórios.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo tem como finalidade apresentar a metodologia desenvolvida para a realização deste trabalho. Inicialmente foi realizada uma etapa de pesquisa bibliográfica sobre os principais temas abordados na pesquisa. A etapa seguinte consistiu na execução do estudo de caso, com a delimitação do caso, coleta, análise, seleção e interpretação dos dados, gerando resultados como base conclusiva do estudo.

Conforme colocado por Lúcia Santaella (2016), “a pesquisa aplicada está na contribuição para resolver um problema, é feita a partir do levantamento de dados

teóricos já analisados, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, periódicos, etc.". Qualquer trabalho de pesquisa aplicada inicia-se com uma melhoria, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta.

O estudo de melhoria foi aplicado em uma determinada empresa de produtos eletrônicos, situada no Distrito Industrial na cidade de Manaus-AM, com o intuito de melhorar o processo produtivo diário.

A plataforma de melhoria foi instalar um sensor no Fider com o intuito de não montar componentes com polaridade virada, através das cores do componente. Com o propósito de solucionar o problema, idealizou e instalou o sensor na máquina Panasonic módulo NXP, conforme a Figura 1.

Figura1. Máquina Panasonic módulo NXP



Fonte: Autores (2020)

A existência de um sistema informatizado é de suma importância às organizações, pois através dele é possível realizar todo o planejamento da empresa, controlar, monitorar, priorizar e gerenciar todos os serviços ligados à manutenção, e ainda pode possibilitar a eficiência e eficácia no sentido de fornecer boa disponibilidade dos equipamentos e promover a identificação mais pontual das eventuais falhas possíveis de acontecer.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão da literatura foi crucial para um melhor entendimento sobre os assuntos envolvidos nesta pesquisa de controle e manutenção elétrica das máquinas indústrias. O principal entrave para o desenvolvimento deste trabalho foi a aquisição de certos dados específico de determinada empresa, dessa forma trabalhou-se de forma abrangente

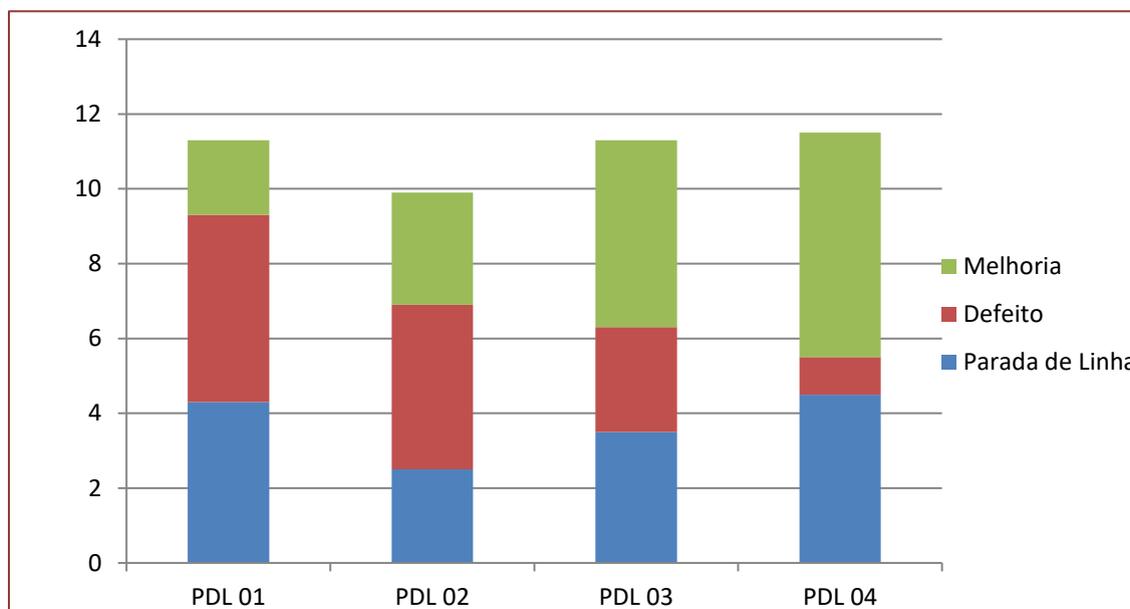
referentes às indústrias instaladas no polo de Manaus, pois muitas informações eram sigilosas, não podendo ser divulgadas.

“A manutenção refere-se ao conjunto de medidas e ações técnicas com a finalidade de conservar e garantir o bom desempenho dos equipamentos e das instalações elétricas”. (MARQUES, p.123, 2016).

Faz-se a ressalva de que as práticas da TPM e do 5S são essenciais como instrumento para exequibilidade dos trabalhos de controle de manutenção, sendo implementadas em sua totalidade resultarão em excelentes retornos para empresa, pois conforme mostrado na fundamentação do trabalho, são práticas de gestão da qualidade voltadas para o ambiente empresarial ligado aos processos produtivos industriais. No entanto, os conceitos que circundam o cuidado e o pensar no bem-estar do equipamento e na sua perpetuidade, pois muitas vezes os valores investidos tais máquinas são elevadíssimos, justificando em programas e controles de manutenção eficientes. “A média de vida útil dos transformadores brasileiros é 10 anos menor que as dos Estados Unidos. Os fatores que influenciam o envelhecimento do componente são: umidade, temperatura, contaminação, estresses elétricos e mecânicos”. (SIEMENS, p. 102, 2017).

Por meio das pesquisas aplicadas e experiência na área, percebe-se uma evolução da organização quando se trata no uso efetivo e controle dos seus sistemas elétricos, por meio de manutenções preventivas e corretivas, *check-list* e equipe de profissionais especializados, pois o investimento tais equipamentos são elevadíssimos, além disso, para segurança de todos na empresa, se faz necessário controlar e gerenciais e afetividade dos referidos equipamentos, para poder otimizar e utilizar de forma efetiva suas funções, para isso a capacitação e a tecnologia da informação são essenciais, e foi o que notou-se em muitas empresas que controlam e fazem manutenções periodicamente em seus equipamentos.

“À medida que o desenvolvimento tecnológico contínuo contribui para o aumento da competitividade e a confiabilidade de órgãos e empresas, estas se buscam aperfeiçoar nos métodos que garantam as condições de uso de recursos fundamentais como a energia elétrica”. (CAMARA, p. 220, 2017). Na Figura 2 vai certifica-se da evolução de melhoria aplicada no processo produtivo.

Figura 2. Período de produção

Fonte: Autores (2020)

A Tabela 1 vai mostrar o índice de problemas que se agregava antes e pós-melhoria.

Tabela 1. Acompanhamento de processo

Acompanhamento de Processo			
Semana	Problema	Quant. de Produção	Quant. de Defeito
W43	Diodo virado	3.480	28
W44	Diodo virado	4.600	32
W45	Diodo virado	5.950	12
W46	Diodo virado	7.930	0
Total		21.960	72

Fonte: Autores (2020)

A existência de um sistema informatizado é de suma importância às organizações, pois através dele é possível realizar todo o planejamento da empresa, controlar, monitorar, priorizar e gerenciar todos os serviços ligados à manutenção, e ainda pode possibilitar a eficiência e eficácia no sentido de fornecer boa disponibilidade dos equipamentos e promover a identificação mais pontual das eventuais falhas possíveis de acontecer.

Neste sentido, manter na organização um sistema de manutenção informatizado representa grandes benefícios é tida como vantagem competitiva, uma vez que ele é capaz de processar informações oriundas do ambiente interno e externo, tornar disponível esse conteúdo de forma que essas informações possam ser processadas no futuro e utilizadas de maneira a aprimorar as atividades e metas empresariais. Além disso, promove melhorias nos processos por meio de procedimentos, visando à qualidade total. Ademais,

a informatização da manutenção pode proporcionar outros benefícios, dentre os quais é possível realizar o gerenciamento e monitoramento dos equipamentos, agregando maior valor aos processos das organizações, podendo inclusive, possibilitar a formação de um banco de dados com foco no armazenamento do histórico desses equipamentos. Também visa facilitar o entendimento do processo de manutenção e alinhar esses aos demais setores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção que se notou que cada vez mais as organizações estão empenhadas no controle e manutenção dos seus sistemas e máquinas elétricas, que além da segurança para toda essa otimização no uso de equipamentos de altos custos e vitais para empresa devem ter políticas, procedimentos e uma formalidade documental que garanta e ratifique tais controles.

Vale ressaltar que tal controle e manutenções dos equipamentos elétricos devem ser adequados à realidade organizacional, sendo aplicável a todos os tipos de segmentos de empresa, isso sendo realizado por pessoas especializadas, de forma contínua corrigindo os problemas, trarão ótimos resultados à empresa e será bem justificado e exemplificado o uso de efetivo dos recursos financeiros em tais equipamentos.

Outro fator a destacar que controle a manutenção, sistemas e máquinas elétricas, deve ser atrelado ao planejamento estratégico da organização onde possam ser delineados as formas e cronograma de manutenção preventiva, corretiva e treinamento, para que dentro do planejado possa ser executado da melhor maneira sem imprevistos ou atrasos. O estudo de caso desenvolvido em uma determinada empresa localizada no Distrito Industrial na cidade de Manaus-AM apresentou uma redução de componentes montado virado. Considerando satisfatórios os resultados obtidos, com a perda de parada de linha.

A gestão tem o papel crucial nesse processo, pois além de administrar equipamentos de altos valores, necessita aperfeiçoar e zelar pelo seu uso, pois ainda encontramos muitas empresas que sofrem e perdem produtividade por parada de linha, acidentes e má uso de seus equipamentos, resultando em uma perda de tempo e dinheiro.

Por tanto interação entre setores de manutenção e a gestão é fundamental para efetividades dos programas e controles implementados, pois adversidade e problema vão ocorrer, mas o diferencial para a organização, como e em quanto tempo ela solucionará isso e resultados seus profissionais obterão.

REFERÊNCIAS

- [1] BRANCO FILHO, Gil. A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2018.
- [2] CAMARA, J. M. Manutenção de Transformadores. Natal: Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.
- [3] CAMPOS JÚNIOR; Estevam Elpídio. Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na gerência de manutenção portuária. São Luís, 2006. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.
- [4] COSTA, Marislaine Cunha; REZENDE, Rayane Cristina Moreira; LOPES, Poliane Cassia dos Santos; SILVA, Dessyrre Aparecida Peixoto; SILVA, Rodrigo Herman. Plano de manutenção em um laticínio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35. 2015, Fortaleza. Anais Eletrônicos. Fortaleza: ABEPRO, 2015.

- [5] FABRO, Elton. Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo. Florianópolis, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- [6] FERREIRA, Luís Andrade. Uma Introdução à Manutenção. Porto: Publinústria, Edições Técnicas, 2017.
- [7] FONSECA, João José Saraiva. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2015.
- [8] LAFRAIA, João Ricardo Barusso. Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2016.
- [9] NOGUEIRA, C. N.; GUIMARÃES, L.M.; SILVA, M.D.B da MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM). Exacta, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 175-197. (2016). Editora UniBH.
- [10] MARQUES, A. P. et al. Técnicas preditivas de manutenção em transformadores de potência ? um estudo de caso. I World Congress on Systems Engineering and Information Technology, COPEC, 2016.
- [11] OTANI M; MACHADO WV. Proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. The proposal of the industrial maintenance management development in the search of the excellence or world class. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil. ISSN 1808-0448 / v. 04, n. 02: p. 01-16, 2018. Revista Gestão Industrial.
- [12] PALADINI, Edson. Pacheco. Gestão da qualidade: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- [13] SIEMENS. Ferramentas para o Monitoramento da Vida Útil de Trafos. São Paulo, 2017. Feira Internacional da Indústria Elétrica, Energia e Automação.
- [14] XENOS, Harilaus G. Gerenciando a Manutenção Produtiva: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2015.

Capítulo 6

Viabilidade de instalação de um sistema de proteção de descargas atmosféricas em um bloco de edificação comercial em Manaus – AM

Dilemark Ramos da Silva

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Dada a importância do constante abastecimento de energia elétrica para os sistemas instalação elétricas que atendam as mais variadas famílias e tipos de instalação, tornando o SPDA uma fonte promissora para estimular a segurança nas instalações em que é empregado, promovendo, com isso, segurança através do planejamento de tecnologias apropriadas que aumentem o valor agregado do que é produzido dentro da edificação comercial. Desta forma para o ideal procedimento da instalação de um SPDA, foram instalados e estudadas no interior de uma edificação comercial de Manaus, um sistema com simulado que atenda as normas de segurança e que mostre por meios de estudo de vários autores novos, a segurança devida que uma instalação deve aceitar, para isso, o projeto analisado deve contar com as devidas normas a serem seguidas, e executadas por profissionais que zelem pela edificação, e por outros aspectos que atendam a referidas éticas e bom planejamento de um Engenheiro Eletricista em formação.

Palavras-chave: SPDA, descargas elétricas, choques elétricos.

1. INTRODUÇÃO

São muitos os cuidados que devemos ter quando trabalhamos com eletricidade, são inúmeros e diferentes riscos com que nos deparamos a cada dia e situação quando falamos de uma das áreas mais perigosas e tão importante em nossa sociedade que é a área elétrica. Há riscos que podem ser falhas ao projetar uma instalação por exemplo, ou a riscos de ordem natural que podem pôr a vida de pessoas por um fio literalmente. Um desses perigos, podem vir do céu e em questões de segundos causar um grande caos em nossas residências, comércios ou indústrias, estamos falando das descargas atmosféricas, ou mais popularmente conhecidos como os raios.

A NBR- 5419 (2015) conceitua a descarga atmosférica como uma descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quilo-ampères, e o raio é conceituado como um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra.

Oliveira (2018) mostra que com o passar dos anos, a ciência passou a compreender tais fenômenos atmosféricos e a desenvolver formas de se proteger dos seus efeitos destrutivos, dando o surgimento ao seguimento de estudos voltados a sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). A implantação de um SPDA está diretamente relacionada aos níveis de proteção, pois edificações específicas necessitam de um nível de proteção específico.

Oliveira (2018) argumenta que devido à grande aglomeração proporcionada pelo desenvolvimento constante dos centros urbanos, a implementação de um sistema de SPDA é de caráter imprescindível para habitação humana, sendo o mesmo responsável pela segurança e preservação de edificações assim como bens materiais e danos físicos a terceiros.

Silva (2017) conta que além de causarem problemas nas redes elétricas, descargas elétricas podem ser muito perigosas. Segundo um estudo divulgado pelo INPE no dia 23/10/2015, em média morrem no Brasil 111 pessoas devido a descargas elétricas. Nosso país é dos países com maior incidência de raios, isso é devido à grande extensão territorial e à algumas características físicas e geográficas que o Brasil possui.

As descargas não escolhem lugar e nem hora para agir, um bloco comercial, pode ser alvo, e se atingido, pode trazer prejuízos econômicos nos equipamentos que estão ligados, mas além disso pode trazer riscos as pessoas que realizam seu trabalho. Um local que merece um estudo sobre uma possível implantação de um sistema SPDA é de 1 bloco comercial que conta com 4 box de lojas, sendo uma assistência técnica de televisores, uma loja de roupas, e uma loja de pesca.

Mostrado o problema o trabalho se dedica a diminuir prováveis perdas causadas pelas descargas atmosféricas, essas perdas em equipamentos eletrônicos e consequentemente perca econômica, além claro da perda de vida humana, visto que um raio tem um pode letal enorme ao ser humano, podendo o levar a óbito. Silva (2017) mostra que mais de 80% dos acidentes com raios poderiam ser evitados. Para isso, é preciso ter um sistema eficiente de previsão de raios e orientar a população para medidas de proteção.

O trabalho visa ter o objetivo geral de avaliar a viabilidade de instalação de um sistema de proteção de descargas atmosféricas em um bloco de edificação comercial. Para isso ele é dividido em três etapas, a primeira é analisar se o bloco comercial para o

dimensionamento adequado do sistema de proteção de descargas elétricas, em seguida análise do solo local, e por fim projetar um SPDA para a edificação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O artigo trata-se de um estudo científico aplicado, e tem a finalidade de demonstrar por meio de simulação um sistema SPDA, projetado para uma edificação comercial.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo será uma edificação comercial, localizado no Bairro Zumbi, nos palmares, a área é composto por 3 pontos comerciais, sendo uma loja de roupa, uma assistência técnica de eletroeletrônicos e uma loja de pesca. A área é medida por 8 metros de altura, cada edificação tem 6m de largura e 12 de fundo, conforme localização mostrada na Figura 1.

Figura 1. Local do estudo



Fonte: Google Maps (2020)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O propósito deste trabalho é realizar um estudo de verificação da necessidade de instalação de SPDA no prédio, conforme a NBR 5419/2015, em caso afirmativo, avaliar qual a classe que deve ser adotada. Inicialmente, deve-se analisar quais os tipos de perda possíveis da edificação. Dentre os quatro tipos de perda citados anteriormente, apenas dois serão considerados nesse estudo, L1 e L2. A perda L3 não será computada, devido ao fato que a edificação do edifício, não ter nenhuma perda cultural caso venha ser atingido por uma descarga atmosférica, já que a mesma não possui nenhuma obra de arte em seu interior.

Já a perda L4, é determinada a partir dos custos dos equipamentos internos e dos valores do patrimônio da edificação. Devido ao fato de não se ter conhecimento sobre os valores dos bens da construção, a perda L4 também será desconsiderada.

Vale destacar que para a análise da necessidade de instalação do SPDA basta apenas que um dos riscos, R1 ou R2 (referente as perdas consideradas L1 e L2), seja maior que risco tolerável correspondente para que o sistema de proteção contra descargas atmosféricas seja instalado.

Na Tabela 1, alguns parâmetros importantes a serem destacados, que mostram os riscos que edificação pode sofrer, sem um sistema.

Tabela 1. Parâmetros de risco da edificação

Análise de eventos perigosos (ND).	Densidade das descargas atmosféricas. (descargas/km ²)	Análise de eventos perigosos devidos as descargas.	Eventos perigosos para a estrutura. (NJ)	Eventos perigosos pertos da estrutura. (AM)	Probabilidade de Danos.
0,01920	13,99	5,55	6,32	6,34	1

Fonte: Autores (2020)

3.1. DEFINIÇÃO DOS SUBSISTEMAS DO SPDA

Após definir o nível de proteção do SPDA a ser utilizado na edificação é necessário determinar as propriedades dele. Sendo assim, o próximo passo é especificar como serão instalados os três subsistemas que compõem o SPDA, que são: subsistema de captação, subsistema de descida e subsistema de aterramento.

3.1.1. SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

O subsistema de captação, é formado por captadores que são elementos condutores expostos, normalmente localizados na parte mais elevada da estrutura, e tem como função receber as descargas e distribuí-las pelas descidas.

Para realizar a captação das descargas atmosféricas da estrutura, optou-se por utilizar captadores do tipo Franklin, devido a estrutura analisada não ser muito elevada e de pouca área horizontal. Através do mesmo, é possível determinar o ângulo de proteção do captor.

Inicialmente foi analisado um sistema de proteção com apenas um captor centralizado na estrutura;

Neste caso, utilizando as dimensões da estrutura, foi calculado o raio mínimo para um captor no centro da edificação, como é mostrado na equação abaixo:

$$Rp (OC) = \sqrt{(12)^2 + (6)^2}/2 = 9,48 \text{ m}$$

Portanto, utilizando apenas um captor centralizado na edificação, foi possível obter um raio mínimo de proteção de 9,48 metros, protegendo toda a estrutura

Após, calcular o raio mínimo de proteção, é possível determinar o ângulo de proteção, a partir da equação 45. Para este cálculo, será utilizado um captor com um mastro de 6 metros de altura.

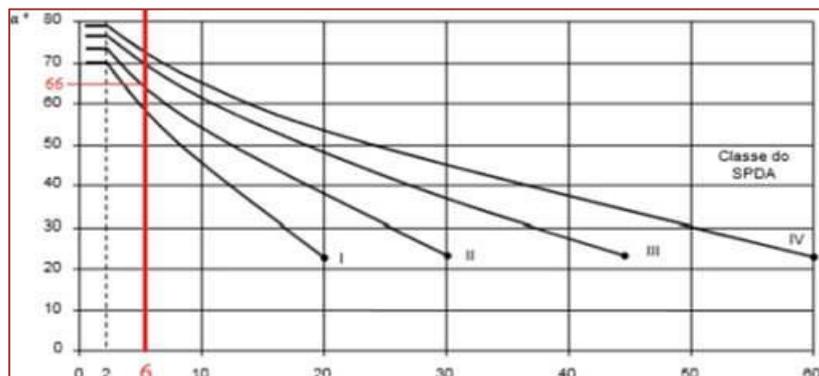
$$Rp(OC) = h1 \times tg(\theta)$$

$$9,48 = 6 \times tg(\theta)$$

$$tg(\theta) = \frac{9,48}{6} = 1,58 \quad \theta = 57,66^\circ$$

Com o ângulo mínimo de proteção calculado, o próximo passo, é avaliar se apenas um captor irá proteger toda a estrutura contra as descargas atmosféricas, sendo que nenhuma parte da estrutura fique desprotegida. Para este caso, será analisado o gráfico 3 utilizando-se a curva correspondente a classe II e uma altura de 6 metros, que é referente à altura do mastro de captação, conforme a Figura 2.

Figura 2. Analisando o gráfico é possível ver que só um captor atende a proteção do sistema



Fonte: Autores (2020)

3.2. DEFINIÇÃO DO MÉTODO A SER INSTALADO NA EDIFICAÇÃO

Analisando todos os métodos estudados, é possível determinar que o método que possui maior custo-benefício para ser instalado na edificação é o método do ângulo de proteção, isso porque, é utilizado apenas duas hastes para captar as descargas atmosféricas e realizar a proteção de toda a estrutura.

Além da proteção central da edificação, deve-se analisar a instalação de proteção lateral. Porém, de acordo com a ABNT NBR 5419:2015, apenas edifícios com altura igual ou superior a 60 metros tem a necessidade da instalação de captadores laterais. Como a construção apresenta uma altura equivalente a 16,2 metros de altura, captadores laterais não serão necessários.

3.2.1. SUBSISTEMA DE DESCIDAS

O subsistema de descidas, é composto por condutores expostos ou não, que interligam o subsistema de captação ao subsistema de aterramento.

O número de condutores de descidas utilizados neste projeto de SPDA é determinado pela seguinte equação:

$$Ncd = \text{Perímetro} \times \text{Distância entre os condutores}$$

$$Ncd = ((2 \times 12) + (2 \times 6)) / 10 = 3.6 = 4 \text{ descidas}$$

De acordo com o cálculo de ncd, serão necessários 4 condutores de descidas para toda a edificação, porém para obter uma maior simetria entre os condutores, optou-se por utilizar 12 descidas no projeto. Segundo a NBR 5419: 2015, a instalação das descidas deve ser realizada, inicialmente, em cada ponta da estrutura, e em seguida, os condutores devem ser distribuídos da maneira mais igualitária possível. Vale lembrar, que a distância entre as descidas pode ser até 20% além do valor constado na tabela, como por exemplo, 10 metros + 20%, totalizará uma distância máxima entre os condutores de 12 metros.

3.2.2. SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O último subsistema a ser analisado, é o de aterramento, composto por um sistema em anel (malha fechada), tendo elementos condutores enterrados no solo e são responsáveis por dissipar a corrente da descarga atmosférica no solo.

Segundo a NBR 5419: 2015, o condutor em anel deve estar pelo menos 80% do seu comprimento total em contato com o solo. O mesmo deve ser enterrado na profundidade de no mínimo 0,5m e ficar posicionado à distância aproximada de 1 m ao redor das paredes externas da edificação;

Resistência da malha de aterramento fechada, foi calculada levando em consideração as dimensões da malha e a resistividade do solo. Para este estudo, foi considerado uma área de malha de 786,687 m², um comprimento total de malha de 114,34 m, e o tipo de solo avaliado foi terra de jardim com 20% de umidade, possuindo resistividade máxima $\rho = 480$ ($\omega.m$).

De acordo com o cálculo anterior, foi possível obter uma resistência de aterramento de malha fechada no valor de 11,78 ω . Contudo, a nbr 5419: 2015 nos diz que se deve obter a menor resistência de aterramento possível, sendo assim, caso deseje-se diminuir a resistência de aterramento deve-se alterar a estrutura da malha ou realizar tratamento químico do solo.

Neste projeto de SPDA, o sistema em malha fechada é composto por um condutor de cobre nu de 30 mm²,

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os vários estudos a respeito, este trabalho buscou mostrar os conhecimentos que são os mais procurados no quesito referente as descargas atmosféricas, os mesmos possuem características que podem mostrar os efeitos e estragos nas estruturas, instalações, de equipamentos eletrônicos, podendo até mostrar fatalidade na vida de pessoas. Podemos mostrar a viabilidade de implementação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas em uma edificação comercial o que torna benéfico tanto para as pessoas, quanto para o proprietário de local, pois demonstra a preocupação do mesmo com a vida das pessoas inseridas nesse contexto.

Por fim, o projeto tem por garantir a agregação de informações de certa complexidade, não somente ao grande público, mas também aos engenheiros, arquitetos

e profissionais da área de elétricas, a abrangência e os benefícios de se utilizar um método de SPDA adequado em suas instalações estruturais, ficando assim todos protegidos de eventuais riscos que envolvem as descargas elétricas. Enfim se todo artigo desse se mostrar importante em vários meios, mas principalmente em quem tiver a chance de ter um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sendo essa instalação de maneira correta teríamos uma minimização significativa no número de acidentes fatais envolvendo descargas atmosféricas.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5419:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas – Partes 1, 2, 3 e 4. 2015.
- [2] BORTOLATO, Wuallyson Wuilton. Estudo comparativo das alterações da norma nbr 5419, avaliação e estudo de gerenciamento de risco. 2016. 90 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina – PR, 2017.
- [3] INPE. ELAT - Grupo de Eletricidade Atmosférica. 2016.. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/homepage/>. Acesso em: 15, ago. 2020.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Cartilha de Proteção contra Raios. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/protecao/cartilha.de.protecao.contra.raios.php>>. Acesso em: 05 set. 2020.
- [5] FISCHER, Darlan. ANÁLISE DE RISCO E PROPOSTA DE PDA PARA UMA EDIFICAÇÃO UNIVERSITÁRIA. URNSP, Ponta Rosa 2019.
- [6] OLIVEIRA, Paulo. PROJETO DE SISTEMA DE ATERRAMENTO E SPDA PARA ESTRUTURA EDIFICADA: UM RETROFIT APLICADO A UMA EDIFICAÇÃO ADMINISTRATIVA DA UFERSA. UFERSA, Mossoró, 2018.
- [7] SANTOS, S. R. Proteção dos sistemas eletroeletrônicos. O Setor Elétrico, Edição 111, p.2015–2017, 2015.
- [8] SILVA, Jeferson. DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, FORMAS DE DIMINUIR O RISCO DE ACIDENTES. UNIJUI, Ouro Preto, 2017.
- [9] SOUZA, A. N. et al. SPDA Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas Teoria, Prática e Legislação. São Paulo: Érica, 2014.
- [10] SOZO, Iverson. Desenvolvimento de uma ferramenta didática para cálculo de malha de aterramento. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5650/1/PB_COELT_2014_2_03.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

Capítulo 7

Análise da viabilidade técnica de um sistema de aterramento para uma padaria em um bairro da zona norte do município de Manaus-AM

Francisco Gonçalves de Araújo

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Aterramento tem função de contribuir para a segurança das pessoas e dos equipamentos em uma instalação elétrica. Nesse sentido, quando um aterramento é feito de forma correta ocorre menos acidentes relacionados a choque elétricos. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi fornecer subsídios para a implementação de um aterramento seguro e funcional, que atenda às necessidades do sistema de distribuição de energia elétrica em uma padaria, localizada em uma área do município de Manaus. O estudo dedicou-se a uma simulação de uma instalação já feita, mas que não possuía a aterramento, e o resultado foi pensado para um sistema de energia elétrica funcionar de modo correto, e com um desempenho seguro de proteção, na garantia dos limites de segurança pessoal, é indispensável que o aterramento mereça um cuidado especial quando for realizar sua execução. Assim, conclui-se que o aterramento elétrico de acordo com seus propósitos possui natureza variada de acordo com a complexidade da obra, de suas instalações elétricas, dos equipamentos e dos procedimentos utilizados. Diante disso, nota-se que vários problemas que atingem o sistema elétrico interferindo na qualidade estão interligados com o aterramento dos condutores em geral, ou sua ausência.

Palavras-chave: Aterramento, instalações elétricas, segurança.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Abracopel (2019), no ano de 2018 o estado do Amazonas registrou 35 acidentes de origem elétrica, sendo desses 17 com vítimas fatais, das quais 11 foram por choque elétrico, e 5 por descargas atmosféricas e uma relacionada ao incêndio, devido a problemas na instalação elétrica. Tozzeto (2018), mostra que ao longo dos anos diversas residências foram criadas a partir de instalações) elétricas fora de padrão, sem considerar ou compreender a importância de se aplicar nestes circuitos elétricos sistemas de proteção como disjuntores, sistemas de aterramento e o dimensionamento correto do circuito.

É comum ver as pessoas não utilizarem mão de obra especializada para fazer e dimensionar suas instalações elétricas, os fatores são vários, podem ser devido ao preço elevado que um serviço cobra, mas uma obra executada de maneira errada pode levar a problemas bem sérios como até mesmo morte, mas se esses serviços mais básicos de uma instalação já são feitos de maneira errônea, imagine algo um pouco mais avançado como um sistema de aterramento elétrico.

Oliveira (2018) mostra, que em instalações elétricas de um modo geral, há uma crescente solicitude em manter continuidade do fornecimento de energia elétrica, tal como em garantir a segurança na utilização de equipamentos que necessitam da rede elétrica para funcionar. O aterramento é uma proteção para uma instalação elétrica, Buss (2016) defende que a segurança elétrica, a funcionalidade e a compatibilidade eletromagnética em uma edificação têm relação com a estratégia de aterramento elétrico adotada. Por isso, é evidente a necessidade de o estabelecimento comercial possuir um aterramento elétrico adequado às suas funções e especificidades. Buss (2016) ainda complementa que o aterramento é uma solução que desempenha papel fundamental e imprescindível, tanto na segurança elétrica como na garantia de condições para o adequado funcionamento de equipamentos.

Segundo Oliveira (2018), a segurança está relacionada com a proteção do patrimônio imóvel e móvel, diante de possíveis incêndios provocados por curto-circuito, a proteção dos recursos humanos perante efeitos danosos de um choque elétrico, bem como a proteção dos próprios equipamentos conectados à rede. Uma definição de aterramento é que diz que o aterramento elétrico “consiste em uma ligação elétrica proposital de um sistema físico (elétrico, eletrônico ou corpos metálicos) ao solo” (VISACRO, FILHO, 2016).

Pimenta (2017) comenta que para o aterramento ser eficiente, algumas características devem ser levadas em conta, tais como o tipo de solo e resistividade do solo. Neste sentido medições e estratificação do solo são importantes para um dimensionamento correto do sistema de aterramento. Solos com alta concentração de água (baixa resistividade) são melhores condutores de corrente do que um solo seco, por exemplo. Solos com alta resistividade podem ocasionar uma corrente de retorno. Assim, algumas decisões visando o reforço do sistema de aterramento devem ser tomadas quando se tem solos com características inadequadas ao aterramento.

Uma padaria certamente é um local que precisa estar com os equipamentos ligados durante boa parte do dia, cada equipamento tem um alto consumo de energia e a padaria deve contar com um bom sistema de instalação para que não haja problemas mais sérios tanto com os equipamentos, e que tenha perdas na parte econômica e que a instalação não apresente risco a segurança de seus funcionários.

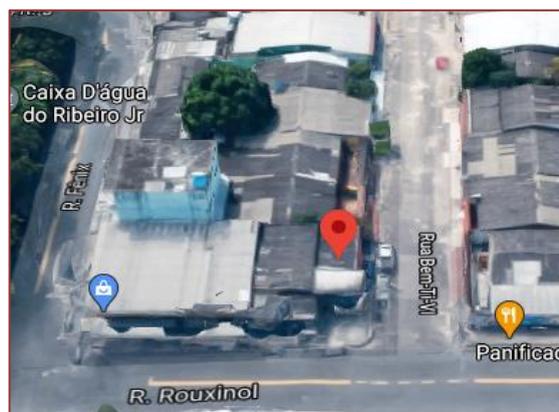
Diante do exposto o trabalho visa elaborar um sistema de aterramento para uma padaria, buscando trazer segurança para a instalação, isso se deve ao fato da busca de segurança para os funcionários, além de evitar qualquer prejuízo econômico para o proprietário. Com o objetivo de analisar a necessidade de um sistema de aterramento para uma padaria, a pesquisa foi dividida em 3 etapas em busca de alcançar esses objetivos, a primeira foi realizar uma análise da necessidade de um sistema de aterramento, a segunda foi realizar um estudo do solo do local, a terceira foi projetar um sistema de aterramento para a padaria.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho trata-se de um estudo científico aplicado, e tem a finalidade de mostrar por meio de simulação um sistema de aterramento, projetado para uma padaria situada em um bairro da zona norte da cidade de Manaus-AM. A simulação do diagrama foi feita por meio do software AutoCad.

2.1. ÁREA DE ESTUDO

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Google maps (2020)

As melhorias propostas nesse estudo foram simuladas para atender uma padaria de pequeno porte, compreendendo uma área de 170 m^2 , com 5 funcionários, localizada no bairro Cidade Nova no município de Manaus-AM, como mostrado na figura 1, acima. A coleta dos dados foi realizada no mês de outubro de 2020, através de observação do processo produtivo no período de uma semana, das 05 h às 20 h, horário referente ao funcionamento do estabelecimento.

A padaria divide-se em duas áreas, a primeira é referente ao processo da fabricação do pão com todos os equipamentos relacionados a fabricação, a segunda é o funcionamento de um pequeno mercadinho. A instalação dela é bastante precária, o que torna a instalação elétrica, um risco para clientes e funcionários, além de não contar de um sistema de proteção como o aterramento.

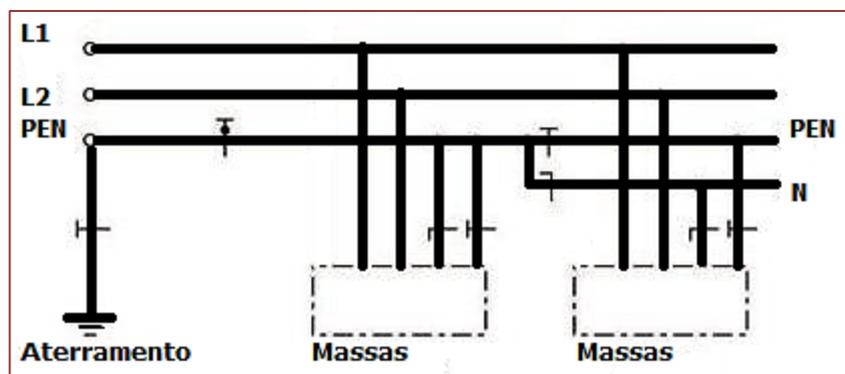
2.2. SOFTWARE AUTOCAD

CAD que significa *Computer Aided Design*, isto é, desenho assistido por computador, é um software comercializado pela Autodesk, para utilização de criação de diversos desenhos de produtos para diversas áreas. Este software foi fundamental para o desenho do diagrama do aterramento, no qual foi utilizado a versão estudantil que está disponível no site da Autodesk (OLIVEIRA, 2018). Nesse estudo o software foi utilizado para fazer o diagrama do circuito após a possível instalação do aterramento.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de aterramento da padaria em razão de sua complexidade, será composto por uma haste de aço cobreada enterrada no solo e ficará numa caixa de inspeção. O sistema aterrado a ser utilizado é TN, com a subdivisão TN – C – S conforme a figura 2 abaixo, ou seja, o cabo neutro, também funcionaria como o cabo de aterramento, possibilitando assim, toda a padaria sendo aterrada em um único ponto, visto essa técnica é utilizada para lugares que já possuem ligação elétrica, mas que ainda não possuem aterramento, e em que os cabos já estão devidamente dimensionados na instalação elétrica. Considerando uma padaria de aproximadamente $170m^2$, com fornecimento de energia elétrica pela concessionária local com corrente alternada de 60 Hz, com sistema normal de 127 a 220 V, e sistema bifásico.

Figura 2. Esquema do Diagrama utilizado no aterramento



Fonte: Autores (2020)

Após ter verificado os utensílios eletrônicos utilizados pelos funcionários da padaria e que a resistência de aterramento se encontrava dentro dos limites estabelecidos pela concessionária de energia de Manaus (Tabela 1), foi necessário definir o local onde a caixa de inspeção seria enterrada. É fundamental que ela fique o mais próximo possível do local de entrega de energia.

Tabela 1. Quantidade de aparelhos elétricos

APARELHO	QUANTIDADE	POTÊNCIA(VA)
Geladeira	02	400
Lâmpadas (40 watts)	09	360
Forno	01	6000
Computador	01	200
Freezer (500 watts)	02	1000
Forno Micro-ondas	01	1320

Fonte: Autores (2020)

De acordo com a NBR para que se possa assegurar a dispersão da corrente da descarga atmosférica na terra, sem causar sobre tensões perigosas, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento (NBR, 5419, 2004).

Diante desse cenário pôde-se verificar que na realização desse estudo de implementação de aterramento elétrico que um sistema de aterramento seja ele longo ou profundo não é necessariamente um bom aterramento para descargas atmosféricas. Se fosse visto apenas pelo lado da resistência, poder seria dizer que eletrodos profundos melhoram a resistência de aterramento. Porém, como o sistema envolve capacitâncias e indutâncias, formas mais exclusivas têm resultado melhor para atenuar a impedância do aterramento.

Buss (2016) prefere utilizar o tipo de aterramento TN-S pois defende que a escolha deste sistema de aterramento, em detrimento dos demais, está relacionada ao fato de este ser mais adequado às questões de compatibilidade eletromagnética, além de permitir a adoção pelas instalações elétricas do potencial elétrico de referência da edificação. Além disso, o barramento de proteção dos quadros de alimentação, presentes no interior da unidade, e todas as carcaças metálicas acessíveis deverão estar conectados à malha de aterramento específica desta unidade. Tal conexão deverá ser feita da forma mais direta possível, preferencialmente em linha reta, para que o menor valor possível de impedância seja alcançado.

No entanto Tozzeto (2018), mostra que no circuito TN-C-S, o T é um ponto diretamente aterrado, N é a Massa ligada diretamente ao ponto de alimentação aterrado que em corrente alternada o ponto normalmente aterrado é o ponto neutro, C é a função de neutro e de proteção combinadas em um único condutor ou S onde a função de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos, poupando assim ter que mexer em toda a infraestrutura da edificação.

Por fim Pimenta (2017), reforça que em qualquer sistema deve contar com necessidade da garantia da segurança, da funcionalidade e da compatibilidade eletromagnética de equipamentos e de instalações elétricas deve ser avaliada para a edificação como um todo, pois a qualidade na prestação de serviços de saúde está intimamente relacionada à atenção dispendida às questões da estrutura do estabelecimento assistencial de saúde.

A realização do estudo da implementação de aterramento elétrico em uma padaria atendendo a proposta de um sistema de aterramento de uma casa localizada em uma área da cidade nova bairro de Manaus, foi concluído com êxito, seguindo as normas, NBR 5410,

e NR 10, que determina as normas de segurança quanto as atividades que envolvem eletricidade. Diante do apresentado no desenvolvimento do estudo o aterramento elétrico residencial trará segurança para os funcionários e clientes da padaria, se ele for realizado, uma vez que o estudo da viabilidade aterramento foi realizada com responsabilidade e ética profissional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve pôr fim a apresentação de um estudo sobre o conteúdo de aterramento para instalações elétricas de uma edificação comercial e a análise de algumas aplicações específicas do aterramento, cujos autores apresentaram soluções e opiniões diferenciadas em seus estudos, assim como a prática profissional na implantação de aterramento.

Diante disso ao se falar sobre um sistema de aterramento, buscou-se por meio publicações de autores recentes e atualizados que demonstram que um sistema de aterramento é feito basicamente utilizando conexões elétricas que ligam o sistema a ser aterrado aos eletrodos, pelos eletrodos de aterramento propriamente ditos e pela terra que envolve tais eletrodos.

Ainda tendo a base de autores referenciados na pesquisa, pode entender que os aterramentos, em geral, são modelados considerando-se os efeitos, resistivo, estudo do solo, umidade e outros aspectos que influenciam no resultado.

Os objetivos definidos para este estudo de implementação de aterramento elétrico de uma padaria foram alcançados. O objetivo principal foi fornecer subsídios para a execução de um projeto de um aterramento seguro e funcional, que atenda às necessidades do sistema de distribuição de energia elétrica em uma padaria localizada em uma área de Manaus.

Esta pesquisa mostrou o trabalho de autores e por meio delas, trouxe a possibilidade de uma reflexão sobre a importância das principais normas de instalações elétricas residenciais, seus sistemas de proteção dentre eles por dispositivos de sistemas de aterramento. Com isso, pôde-se perceber os motivos de, através das normativas já existentes executar uma segura instalação, além disso também mostrou como até em instalações já mais antigas a possibilidade de fazer uma segurança maior, para quem utiliza. O trabalho mostra um aprofundamento no conhecimento sobre aterramento em instalações prediais e contribui de forma significativa para minha formação com Engenheiro Eletricista. Além disso, esta pesquisa também pode contribuir na formação de outros alunos, servindo como material de apoio no estudo de disciplinas com conteúdos relacionados ao aterramento nas instalações elétricas de baixa tensão. Diante exposto, observamos a grandiosidade de um processo de aprimoramento sobre o sistema de aterramento elétrico.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão. 2004.
- [2] _____. NBR 7117: Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo. 2012.
- [3] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília, 2004.

- [4] BUSS, Gabriel. Aterramento elétrico: aplicação em estabelecimentos assistenciais de saúde. Florianópolis: Ufsc, 2016.
- [5] INFORMAÇÕES gráficas e numéricas sobre a realidade da Energia Elétrica no Brasil. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade, 2020. Disponível em: <<http://www.abracopel.org/estatisticas>>. Acesso em: 30 de ago. 2020.
- [6] FERREIRA, Fernando. Análise preliminar de modelagens de sistemas de aterramentos elétricos concentrados considerando ionização do solo. Ouro Preto: Ufop, 2017.
- [7] OLIVEIRA, Welton. Metodologia para dimensionar um sistema de aterramento elétrico um estudo de caso. Brasília: UniCEUB, 2018.
- [8] PIMENTA, Camila. Avaliação da influência da resistividade elétrica do solo e de tipos de envelopamento no sistema de aterramento elétrico e subestação. Campinas: Puc, 2017.
- [9] TOZETTO, Murilo Freitas. Instalações elétricas residenciais e sistemas de proteção. Ponta Grossa: Unopar, 2018.
- [10] VISACRO, FILHO, S. Aterramentos Elétricos. São Paulo: Artliber Editora, 2016.

Capítulo 8

Análise da viabilidade técnico-econômico de um sistema fotovoltaico conectado à rede em uma residência na cidade de Manaus-AM

Gabriel Nobre Alves

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Com a situação atual do nosso meio ambiente, a destruição da camada de ozônio pelos gases gerados em queimadas, usinas térmicas geradores de energia, na destruição de florestas com reservatórios para hidroelétricas, surge a necessidade de novas opções de fontes energéticas limpas e renováveis, a energia solar fotovoltaica é uma dessas fontes que tem grande potência no Brasil. O artigo foi redigido com o auxílio de pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso individual com coleta de dados, para coleta de dados foi usado o programa PVSyst, programa de origem francesa utilizado para realizar simulações de sistemas solares fotovoltaicos com base nos dados inseridos, gerando o sistema completo a ser implementado e a parte econômica do projeto, desde o orçamento de materiais até o tempo de retorno do investimento, fazendo a análise individual da interpretação de dados, o objetivo do artigo é fazer uma análise econômica de um projeto fotovoltaico conectado à rede em uma residência na cidade de Manaus-AM.

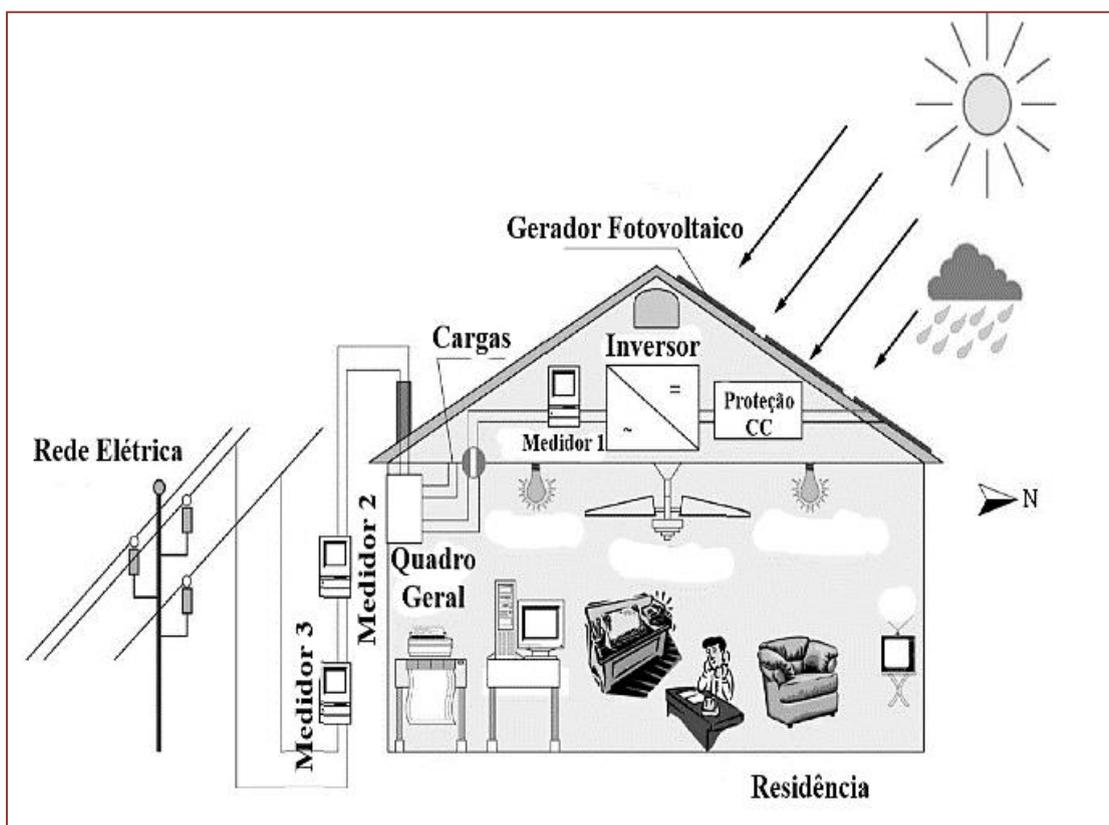
Palavras chave: PVSyst, análise financeira, energia solar, payback.

1. INTRODUÇÃO

Com a necessidade mundial de fontes de energias renováveis, surge a geração distribuída, porém a capacidade instalada é baixa sendo as principais, a energia solar, e a energia eólica, células a combustível, tecnologias de cogeração, energia hidráulica, entre outras (Zilles et al. 2012). A geração distribuída utilizada no Brasil com tecnologia fotovoltaica, sendo incentivada por resoluções normativas, para produção da própria energia a partir de fontes renováveis ou de cogeração qualificada. Lembrando que a cogeração é um processo de combinação de calor e eletricidade, provenientes de combustíveis fósseis, gerando a energia térmica (ANEEL,2020).

O sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCCR), como mostra Figura 1, é ligado na distribuição da concessionária elétrica dispensando a necessidade das baterias de energia. A energia do sistema é mensurada por contadores bidirecionais de kWh, fazendo a medição da energia gerada pelo SFCCR, o excedente do sistema que vai para a rede da concessionária e a compra da mesma (ZILLES et al. 2012). Esses sistemas são caracterizados pois a energia produzida pelo gerador é consumida diretamente pela carga ou entregue à rede, tendo o inversor como elemento indispensável na conversão na energia levando em conta os fatores de segurança e qualidade (BLUESOL, 2020).

Figura 1. Sistema fotovoltaico conectado à rede



Fonte: ZILLES et al. (2012)

A análise de viabilidade econômica, o cálculo do Custo de Produção (CP), que é expresso em R\$ por kWh produzido, relaciona os custos envolvidos e a energia gerada pelo sistema durante a vida útil de modo que o valor obtido seja suficiente para cobrir as

despesas operacionais e de investimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA). Os cálculos do custo de produção levam em consideração tanto os custos iniciais de investimento quanto os custos de operação e manutenção ao longo da vida útil do sistema.

Dentre os métodos mais utilizados para a análise de investimento estão o do Valor Presente Líquido (VPL), payback e Taxa Interna de Retorno (TIR). O valor presente líquido (VPL) é o valor de investimento do projeto menos todos os custos associados a ele. Em outras palavras, é a discrepância do valor atual das receitas menos o valor presente dos gastos (Silva et al. 2005). A TIR (Taxa interna de retorno) é uma taxa de juros aplicada em cima do valor presente líquido para compensar o tempo que irá delongar para se obter o payback (NETO, 2000). Já o Período de Recuperação do Investimento (payback) é basicamente o tempo que se leva para recuperar os investimentos iniciais do projeto (Macedo, 2008).

Portanto o objetivo desse trabalho foi fazer uma análise de viabilidade técnico-econômica de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede em uma residência na cidade de Manaus-AM, o qual irá ser realizado com auxílio do PVsyst que é um aplicativo de simulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho apresentado é uma pesquisa aplicada sob material bibliográfico e de campo obtido para o tema, os procedimentos técnicos utilizados foram pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso individual. Para coleta de dados foi usado um aplicativo de simulação PVsyst, pois assim é possível fazer análise de interpretação de dados realizada de forma individual. Inicialmente foi realizada as pesquisas bibliográficas na área de sistema solar fotovoltaico sendo a mesma uma fonte de energia renovável, além das pesquisas de custo da geração fotovoltaica, e a viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicas conectados à rede e da estrutura tarifária no estado do Amazonas.

A metodologia empregada em um SFCR com sistema de monitoramento, sendo elas referentes a caracterização das cargas por meio da análise das curvas de carga e percentual de autoconsumo, análise das tarifas e impostos que incidem sobre a energia elétrica convencional, recolhimento de dados referentes ao consumo do local, energia gerada pelo SFCR, além da análise das características dos sistemas de geração distribuída. Para a etapa da avaliação econômica serão utilizados os métodos de análise de investimentos: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e payback.

O local escolhido para a realização do estudo da implantação do SFCR fica na Rua João Rodrigues de Souza, Nº 26a, Conjunto Eldorado, Bairro Parque Dez de Novembro, Manaus, Amazonas, sendo uma casa residencial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para estimar o consumo de energia do local foram retirados valores da fatura elétrica dos últimos 12 meses, onde se fez uma média total do consumo de energia do local. Como mostra a Tabela 1:

Tabela 5. Consumo de Energia Anual

Ano	Energia (KWh)
Julho	650
Agosto	604
Setembro	656
Outubro	677
Novembro	625
Dezembro	624
Janeiro	645
Fevereiro	636
Março	656
Abril	606
Mai	668
Junho	692
Valor Médio	644,92
Consumo Anual	7739

Fonte: Autores (2020)

Tendo em vista a capacidade de 5,47kWp instalada, a energia gerada mensalmente foi de 644,92 kWh levando em consideração a média dos meses em questão do presente ano. Portanto a média de energia gerada mensalmente multiplicada por 12 meses do ano resultou em uma energia anual de geração de 7.739 kWh.

Para o SFCR são necessários 16 módulos fotovoltaicos, os quais irão ocupar uma área de 31,2 m².

Para se verificar a análise deste projeto em estudo fez-se uma simulação usando o Pvsyst versão 7 que é um aplicativo computacional como se ver na Figura 2, para testar a viabilidade dos resultados obtidos. Logo todos os parâmetros dos módulos fotovoltaicos e inversores usados para os cálculos foram utilizados no Pvsyst, bem como a potência nominal desejada e a orientação dos módulos foram estabelecidas na simulação. A simulação foi executada com sucesso, apresentando um erro para temperaturas inferiores a - 10 °C, porém ele pode ser descartado, já que essas faixas de temperaturas não existem aqui no estado do Amazonas.

Figura 2. Simulação do SFCR no PVsyst

Configuração global do sistema

1 Número de tipo de sub-grupos

Esquema simplificado

Sumário do sistema global

Número de módulos	16	Potência FV nominal	5.8 kWp
Superfície módulos	32 m ²	Potência máxima FV	5.5 kWdc
N.º de inversores	1	Potência AC nominal	5.0 kWac

Grupo FV

Nome e orientação do sub-grupo

Nome: Grupo FV

Orient.: Plano inclinado fixo

Inclinação: 10°

Azimute: 0°

Ajuda para o dimensionamento

Sem prê dim. Introduza Pnom desejado: 5.5 kWp

Resize superfície disponível(módulos): 30 m²

Seleção do módulo FV

Disponíveis: [dropdown] Filter: All PV modules

Módulo bifacial Sistema bifacial

Canadian Solar Inc. | 360 Wp 33V Si-poly CS3U-360PB-FG HE Since 2018 Manufacturer 2018

Dimens. das tensões ;p (65°C): 33.2 V

Voc (10°C): 49.2 V

Use Optimizer

Seleção do inversor

Disponíveis: [dropdown] Output voltage 240 V Mono 60Hz

SMA | 5.0 kW 250 - 480 V LF Tr 60 Hz Sunny Boy 5000 U-240 Since 2007

N.º de inversores: 1

Tensão de funcionamento: 250-480 V

Tensão máxima entrada: 600 V

Potência global inv.: 5.0 kWac

Dimensionamento do grupo

Número de módulos e strings

Mod. em série: 8 entre 8 et 12

Nr. strings: 2 única possibilidade 2

Perdas sobre-pot.: 0.0 %

Rácio Pnom: 1.15

Nr. módulos: 16 Superfície: 32 m²

Condições de funcionamento

Vmpp (65°C)	265 V
Vmpp (25°C)	314 V
Voc (10°C)	393 V

Irradiância no plano: 1000 W/m²

Imp (STC): 18.5 A

Isc (STC): 19.3 A

Isc (em STC): 19.3 A

A potência máxima, do grupo é maior que a potência máxima especificada para este inversor. (Informação, irrelevante)

Max. dados STC

Potênc. Máx. em funcionamento em 1000 W/m² e 55°C: 5.1 kW

Potência nominal do grupo (5.8 kWp)

Fonte: Autores (2020)

A definição do custo da energia elétrica, como vimos é um importante elemento da análise econômica, no presente estudo o custo foi de R\$ 0,887/kWh. Na figura 3 estão todos os ajustes da tarifa, o período de simulação será de 25 anos, razão pela qual o campo Duration of tariff warranty foi definido com esse valor. Foi inserido a inflação da energia (Annual tariff variation) que foi de 10%, ela tem um peso importante na viabilidade econômica e no tempo de payback do investimento. Vale salientar que a inflação é um excelente argumento para convencer quem vai comprar um sistema fotovoltaico, pois quem adquire o sistema fotovoltaico pelo valor do investimento, toda a energia elétrica que será gerada num período de 25 anos, assim o proprietário do torna-se naturalmente imune ao aumento inflacionário da tarifa de energia elétrica.

Figura 3. Ajuste da tarifa no PVsyst

Avaliação econômica

Projeto e Variante da simulação

Projeto: Novo Projeto
 Simulação: Nova variante da simulação
 Grupo FV, Pnom = 5.8 kWp Sistema: Sistema acoplado à rede
 Módulo FV : CS3U-360PB-FG HE Inversor : Sunny Boy 5000 U-240

Investment and charges | Tariffs | Financial results | Carbon balance

Pricing strategy

Fixed feed-in tariff
 Hourly peak/off-peak tariff
 Seasonal tariff
 Tariff from CSV file

Importar ?

Feed-in tariff

Fixed feed-in tariff 0.887 BRL/kWh

Other general parameters

Annual connection tax 0.000 BRL/ano
 Annual tariff variation 10.0 %/ano
 Duration of tariff warranty 20 anos
 Feed-in tariff variation after warranty 5.0 %

Fonte: Autores (2020)

Depois de ajustar a tarifa de energia, fez-se o ajuste com capital próprio (*Ownfundings*) ou com financiamento. No presente estudo utilizou-se o capital próprio, definiu-se as variáveis tempo de análise (*Project lifetime*) no caso foi de 25 anos, inflação em torno de 5%, redução da potência do sistema ao longo do tempo (*Production variation*) que foi de 0.8% e taxa de desconto (taxa de remuneração do capital investido) que foi de 6%.

Os resultados apresentados na Figura 4 mostram que o tempo de retorno do investimento (payback) é 5,5 anos, o custo normalizado da energia (LCOE) é de 0,55 R\$/kWh, substituindo o gasto que se tinha de 0,887R\$/kWh usando a tarifa da concessionária, com esses dois resultados mostra que o SFCR é viável economicamente.

Figura 4. Resultado financeiro

Simulation parameters	
Project lifetime	25 years from 2021
Salvage value	0.00 BRL
Inflação	5.00 %/ano
Income tax rate	0.0 %
Annual dividend rate	6.0 %
Production variation	<input checked="" type="radio"/> Linear 0.8 %/ano <input type="radio"/> Aging tool results
Investimento (CAPEX)	
Own funds	37'854.59 BRL
Empréstimo	0.00 BRL
Total	37'854.59 BRL
Expenses	
Operating costs (OPEX) incl. Inflation	3'458.15 BRL/ano
Loan annuities	0.00 BRL/ano
Total	3'458.15 BRL/ano
Custo da energia	0.588 BRL/kWh
Return on investment	
Payback period	5.5 anos
Net profit at end of lifetime	196'652.1 BRL
Return on investment (ROI)	519.5 %

Fonte: Autores (2020)

Na Tabela 2 é possível observar os resultados econômicos detalhados do projeto SFCR simulado no aplicativo. Na coluna *energia vendida* vemos o lucro gerado pelo SFCR anualmente. Neste caso o lucro é o próprio valor da energia gerada, já que não há descontos.

A coluna Cumulate profit mostra o lucro acumulado (soma do ano atual e dos anos anteriores) com o sistema fotovoltaico. Na última coluna vemos o percentual da amortização do investimento. Observa-se que a amortização se torna maior do que 100% no ano 5, indicando que o investimento realizado na aquisição do SFCR em estudo foi integralmente recuperado pelo usuário com a economia de energia proporcionada.

Tabela 2. Resultados Econômicos Detalhados

Ano	Energia vendida	Custos Operação	Deprec. Allow.	Taxable Income	Imposto 0,00%	After-tax Profit	Divid. 6,00%	Cumul. Profit	% Amorti.
2021	7.495	1.900	1.514	4.080	0	5.595	336	5.259	13.9%
2022	8.310	1.995	1.514	4.801	0	6.315	379	11.195	29.6%
2023	9.138	2.095	1.514	5.529	0	7.043	423	17.815	47.1%
2024	9.977	2.199	1.514	6.263	0	7.777	467	25.126	66.4%
2025	10.828	2.309	1.514	7.005	0	8.519	511	33.134	87.5%
2026	11.692	2.425	1.514	7.753	0	9.267	556	41.845	110.5%
2027	12.567	2.546	1.514	8.507	0	10.021	601	51.264	135.4%
2028	13.454	2.673	1.514	9.267	0	10.781	647	61.398	162.2%
2029	14.354	2.807	1.514	10.032	0	11.547	693	72.252	190.9%
2030	15.265	2.948	1.514	10.803	0	12.318	739	83.831	221.5%
2031	16.189	3.095	1.514	11.579	0	13.094	786	96.139	254.0%
2032	17.124	3.250	1.514	12.360	0	13.874	832	109.181	288.4%
2033	18.071	3.412	1.514	13.145	0	14.659	880	122.960	324.8%
2034	19.030	3.583	1.514	13.934	0	15.448	927	137.481	363.2%
2035	20.002	3.762	1.514	14.726	0	16.240	974	152.746	403.5%
2036	20.985	3.950	1.514	15.521	0	17.035	1.022	168.760	445.8%
2037	21.980	4.147	1.514	16.319	0	17.833	1.070	185.522	490.1%
2038	22.988	4.355	1.514	17.119	0	18.633	1.118	203.037	536.4%
2039	24.007	4.573	1.514	17.920	0	19.434	1.166	221.306	584.6%
2040	25.038	4.801	1.514	17.723	0	20.237	1.214	240.328	634.9%
2041	4.347	5.041	1.514	0	0	-940	0	239.634	633.0%
2042	4.377	5.293	1.514	0	0	-916	0	238.718	630.6%
2043	4.407	5.558	1.514	0	0	-1.151	0	237.567	627.6%
2044	4.437	5.836	1.514	0	0	-1.399	0	236.168	623.9%
2045	4.467	6.128	1.514	0	0	-1.661	0	234.507	619.5%
Total	340.528	90.681	37.855	225.385	0	249.847	15.340	234.507	619.5%

Fonte: Autores (2020)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta os fatos apresentados e os aspectos observados anteriormente, nota-se que o projeto de implementação de energia solar fotovoltaica tem um ótimo retorno econômico levando em consideração o tempo de durabilidade do sistema que é de 25 anos, e o tempo de payback sendo somente de 5 ano e meio, que deixam 20 anos de uso do sistema gerando lucros, com despesas somente da manutenção do sistema.

O programa de simulação PVsyst é um ótimo auxílio para o engenheiro eletricista projetista, fazendo uma simulação ideal de um projeto fotovoltaico. Trazendo também

uma grande satisfação para o setor ambiental, contribuindo imensamente com a redução da geração de CO₂, proveniente de termoeletricas que usam como fonte de produção, os combustíveis fósseis, sendo a matriz de geração da energia fotovoltaica apenas a luz do sol, sem causar nenhum dano ambiental.

REFERÊNCIAS

- [1] ARRABAÇA, Devair Aparecido; GIMENEZ, Salvador Pinillos. Eletrônica de potência: conversores de energia (CA/CC): teoria, prática e simulação. Saraiva Educação SA, 2016.
- [2] BLUESOL. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>> Acesso em: 10 outubro 2020.
- [3] BRUNI, Adriano Leal. Avaliação de Investimento. São Paulo, Atlas, 2008.
- [4] DE SOUZA, Sandra Marinho; BRUNI, Adriano Leal. Risco de crédito, capital de giro e solvência empresarial: um estudo na indústria brasileira de transformação de cobre. Revista Universo Contábil, v. 4, n. 2, p. 59-74, 2008.
- [5] GITMAN, LAWRENCE J. Princípios de administração financeira. rev. 2010.
- [6] LIDUÁRIO, J. M. M. Inversor de tensão de 12 Vdc para 127 Vac em 60 Hz com potência de 450 W. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2011.
- [7] LIVESCIENCE. Disponível em: <<https://www.livescience.com/49594-electric-fuel-cell-vehicles-explainer.html>>, acessado em 24/09/2020.
- [8] MACEDO, Marcelo Álvaro Da Silva. Seleção de Projetos de Investimento: uma proposta de modelagem apoiada em programação multi-objetivo. In: V Encontro Brasileiro de Finanças. 2008.
- [9] NeoSolar – Empresa distribuidora de matérias solares off-grid. Disponível em<<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>> acessado em 19 de setembro das 2020 às 20 e 30h.
- [10] NETO, Alexandre Assaf. Matemática financeira e suas aplicações. Atlas, 2000
- [11] NETO, Alexandre Assaf; LIMA, Fabiano Guasti. Curso de administração financeira. Atlas, 2009.
- [12] PortalSolar. Portal de assistência e loja de matérias solares online. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/modulo-fotovoltaico>>.
- [13] Resolução Normativa no 235 da Aneel, de 14 de novembro de 2006. Brasília, DF, 2020.
- [14] Resolução Normativa no 482, de 17 de abril de 2012. Brasília, DF, 2020.
- [15] Resolução Normativa no 687, de 24 de novembro de 2015. Brasília, 2020.
- [16] SILVA, Márcio Lopes da; FONTES, Alessandro Albino. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra. Revista Árvore, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.
- [17] ZILLES, Roberto et al. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Oficina de Textos, 2016.

Capítulo 9

A importância da segurança no manejo de instalações elétricas e a prevenção de acidentes nestes ambientes

Ícaro Fontes Esteves

Livia da Silva Oliveira

Resumo: O manejo de instalações elétricas se apresenta como um procedimento que necessita da adoção de medidas de segurança que busquem garantir a integridade, saúde e bem-estar dos profissionais que necessitam estar expostos por conta de sua atividade laboral, bem como das edificações. Este estudo teve como objetivo analisar a importância da segurança no manejo de instalações elétricas. Através de pesquisa bibliográfica e documental foi observada a necessidade de identificar os riscos mais comuns ao contato com instalações elétricas, compreender a norma regulamentadora que trata sobre segurança em instalações elétricas e a análise de metodologias que contribuam para a prevenção de acidentes nestes ambientes. Os dados acerca dos acidentes relacionados a eletricidade apontaram para um elevado número de óbitos, com destaque para os casos decorrentes de choques elétricos. Também foi identificado que fatores como formação profissional, capacitação continuada, manutenção e substituição de equipamentos, e o seguimento das orientações técnicas sobre os procedimentos de segurança.

Palavras-chave: Instalações elétricas, segurança, riscos.

1. INTRODUÇÃO

O cenário das práticas profissionais em instalações e serviços elétricos é permeado de aspectos que necessitam de aprofundamento de estudos, uma vez que é de suma importância a compreensão dos mesmos considerando a necessidade de informações para resguardo dos técnicos envolvidos neste tipo de trabalho. Dentre tais peculiaridades é salutar o reconhecimento das questões relacionadas à segurança destes profissionais, sendo possível apontar os riscos comuns a esta prática laboral, bem como as determinações legais sobre o tema, e quais são as metodologias utilizadas para garantir a segurança dos trabalhadores que tenham contato com instalações elétricas.

Os dados que tratam dos acidentes relacionados ao trabalho refletem a relevância da questão. De acordo com o Anuário Estatístico de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL, 2019) no ano de 2018 foram registrados 1.424 acidentes de origem elétrica, sendo que somente 3% destes casos são atribuídos a causas naturais como raios provenientes de descargas atmosféricas, ao passo que o restante é atribuído a choques e incêndios por sobre carga. A análise destes registros aponta para a urgência de atuação profissional competente quando se trata de instalações elétricas e a segurança do trabalhador, uma vez que é observado que a maioria expressiva das ocorrências tem origem na manipulação de instalações elétricas.

Sobre a questão da segurança de profissionais que atuam em instalações e serviços elétricos, Daniel (2010) afirma que em consideração aos riscos eminentes às instalações e aos serviços em elétrica faz-se mister o desenvolvimento de estudos sobre metodologias voltadas para o resguardo destes trabalhadores. Júnior (2017) complementa ainda que, para tal finalidade, é relevante que sejam elucidados os conceitos pertinentes à segurança e riscos nestes ambientes.

Sobre a especificidade da segurança nos processos destinados ao manejo de instalações elétricas é observado que as particularidades comuns aos riscos de acidentes envolvendo essas estruturas tornam a questão do resguardo ainda mais importante, uma vez que tanto o trabalhador quanto não trabalhadores podem ser afetados por estas ocorrências.

O conceito de segurança no manejo de instalações elétricas é apresentado por Filho, Rabbani e Júnior (2012) como as medidas de caráter preventivo a riscos comuns ao contato, direto ou indireto com instalações elétricas ou na execução de serviços relacionados às mesmas. Cardoso (2014) complementa ainda que tal definição pode ser estendida ao que é apresentado pela Segurança do Trabalho, ciência esta que versa acerca da necessidade de promoção e garantia da saúde do trabalhador de forma geral.

É notado em tais definições sobre segurança que este conceito é mais amplo que somente a prevenção de acidentes em si, mas que também se preocupa com questões como acerca da promoção de saúde, uma vez que somente o risco já é um fator gerador de condições que não agregam ao bem-estar do profissional.

Dentre os riscos identificados no manejo de instalações elétricas Galante (2015) afirma que podem ser apresentados de forma direta o choque elétrico, os arcos elétricos, exposição a campos elétricos, queimaduras, explosões, incêndios. Júnior (2017) complementa ainda que, indiretamente, podem ser citadas ainda questões que envolvem o trabalho específico com instalações elétricas, como o confinamento, quedas, exposição a mudanças climáticas e ataques de animais.

Ao apresentar os tipos de riscos envolvidos no manejo de instalações elétricas verifica-se que existem riscos de duas naturezas que precisam ser igualmente considerados, uma vez que tanto perigos mais específicos a eletricidade quanto aqueles mais amplos podem interferir na segurança dos trabalhadores que manuseiam instalações elétricas.

Neste sentido faz-se necessário o levantamento da questão problema deste estudo: no manejo e serviços em instalações elétricas a segurança se mostra um aspecto importante a ser atentado?

Assim, a temática da segurança do trabalhador que atua com instalações e serviços elétricos se mostra pertinente sob diversas nuances, uma vez que é observada a carência de estudos mais específicos sobre o assunto com o levantamento mais amplo sobre orientações técnicas, por exemplo, assim como se apresenta fonte de desvelo aos acadêmicos e profissionais da área de elétrica, considerando principalmente sua contribuição para a formação daqueles que buscam conhecimentos técnicos quanto aos que já estão atuando na área e necessitam se manter atualizados e capacitados.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a importância da segurança no manejo de instalações elétricas. Para tanto foram estipulados como objetivos específicos: identificar os riscos relacionados ao contato com instalações elétricas; apresentar a Norma Regulamentadora 10 que versa sobre segurança no contato com instalações elétricas; e estudar as metodologias empregadas para a segurança no contato com instalações elétricas.

2. MATERIAL E MÉTODO

Como aporte metodológico, optou-se pelo método dedutivo, uma vez que se compreende que o mesmo compreende a importância do desenvolvimento de uma cadeia de pensamento partindo do contexto mais amplo para o contexto particular, no qual premissas básicas são identificadas, relacionadas e analisadas, finalizando em uma premissa conclusiva, ou seja, identificando um ponto de interseção e conexão entre as premissas iniciais.

Em relação aos procedimentos seguiu-se pela pesquisa bibliográfica e documental considerando os objetivos propostos pelo estudo, o que determina o levantamento bibliográfico existente sobre a temática, identificando artigos científicos, pesquisas acadêmicas, publicações indexadas e livros que tratassem da temática.

A linha escolhida para a realização da pesquisa é a não experimental, em que o pesquisador a limita a observar, registrar, analisar e correlacionar os fatos, não interagindo de forma direta com os fenômenos estudados, ou seja, sem qualquer manipulação dos achados da pesquisa. A pesquisa descritiva foi escolhida em decorrência da mesma se adequar à proposta do estudo, considerando que a mesma se define pela descrição dos achados e das características do objeto estudado.

O levantamento bibliográfico e documental foi realizado através do cruzamento das seguintes palavras-chave: “instalações elétricas”, “segurança” e “riscos”. A inclusão de achados científicos se deu por aqueles no publicados no período de 2010 a 2020, com exceção dos documentos oficiais como a legislação normativa pertinente ao tema, indexados nas línguas portuguesa ou inglesa, sendo excluídos os estudos não indexados

em revistas científicas e aqueles que se apresentem contraditórios aos objetivos propostos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em consideração ao levantamento de riscos e as determinações sobre a necessidade de segurança no manejo de instalações elétricas, é salutar a identificação de quais métodos de prevenção de acidentes devem ser aplicados nessas situações com o intuito principal de salvaguardar o profissional que atua nesta área.

Perretti (2018) apresenta como primeira estratégia preventiva de acidentes a execução de um planejamento adequado e elaborado em conformidade com as determinações normativas em relação ao assunto. Para Santos (2013) quando a preocupação com a segurança é considerada primordial desde a fase de planejamento de um projeto envolvendo instalações elétricas, as chances de ocorrências neste sentido são bastante reduzidas.

É notório nesta estratégia que ao realizar um planejamento minucioso em relação aos quesitos voltados para a segurança do trabalhador na ocasião do manejo das instalações elétricas, é possível identificar previamente

Uma segunda estratégia é efetivamente o seguimento de todas as orientações técnicas determinadas legalmente para a execução de serviços envolvendo instalações elétricas. Sobre isto Cardoso (2014) afirma que cabe ao profissional primeiramente o conhecimento destas orientações seguido da postura de atenção e supervisão para que tais determinações sejam seguidas.

Uma terceira metodologia é apresentada por Moreira (2013), pois de acordo com o autor, é de suma importância o investimento em materiais de qualidade para execução dos serviços de instalação elétrica, caso contrário os riscos de acidentes a longo prazo são exponencialmente elevados.

Nota-se na observância destas estratégias, que a prevenção de possíveis ocorrências acidentais quando do manejo de instalações elétricas se inicia antes mesmo do trabalho em si, pois as etapas de escolha de materiais de qualidade, planejamento e qualificação profissional ocorrem previamente à execução do trabalho direto na edificação, o que demanda investimentos iniciais tanto em questões financeiras quanto em tempo e dedicação.

Outro ponto de destaque no que tange a prevenção de acidentes envolvendo instalações elétricas é a realização de manutenção dos equipamentos instalados, em funcionamento ou não. Segundo Mamede Filho (2015) esta estratégia visa principalmente prevenir futuras ocorrências, sendo de suma importância que sejam atentados os prazos de manutenção, tanto dos fabricante dos materiais quanto da execução de serviços como forma de reparação ou eventual troca.

No que tange a segurança direta do trabalhador em instalações elétricas três pontos são apresentados como primordiais para a prevenção de acidentes: a habilitação profissional, a capacitação contínua e o uso de equipamentos de proteção individual.

Sobre a habilitação profissional, a ABRACOPEL (2019) elucida que a necessidade de conhecimentos técnicos e específicos devidamente reconhecidos é um dos pontos que deve ser considerado quando se trata do manejo de instalações elétricas, uma vez que o amadorismo nestas ocasiões compromete e coloca em risco não somente o trabalhador,

uma vez que influencia diretamente aqueles que irão utilizar os resultados destas instalações.

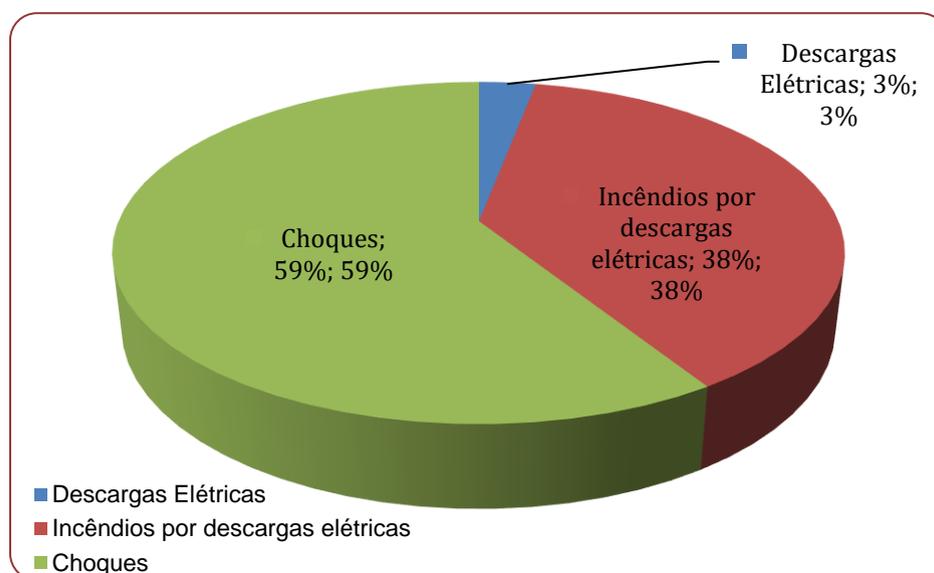
Ainda que o profissional seja devidamente habilitado para a execução dos serviços em instalações elétricas, sua formação deve ser constantemente atualizada, pois, segundo Vignochi (2016) as inovações tecnológicas e o contínuo aprimoramento originados pelas descobertas de novas formas de trabalho com eletricidade determinam os profissionais da área estejam sempre atualizados.

É um último ponto apresentado é a necessidade do uso de equipamentos de segurança. Camargo (2011) aponta primeiramente para a obrigatoriedade da disponibilidade destes equipamentos como apontada pela NR 10, seguida da sensibilização do profissional para o uso dos mesmos, bem como a necessidade de constante manutenção e troca destes equipamentos.

Observa-se assim que a segurança do trabalhador de instalações elétricas se apoia em um tripé fundamentado na capacitação do profissional, o qual deve estar em constante aprimoramento principalmente no que se refere ao uso de EPI's, o que deve ser cumprido à risca.

Na análise da relevância dos procedimentos de segurança no trabalho com instalações elétricas é salutar o aprofundamento sobre os acidentes mais comuns neste contexto, conforme a Figura 1.

Figura 1. Acidentes de origem elétrica em 2018

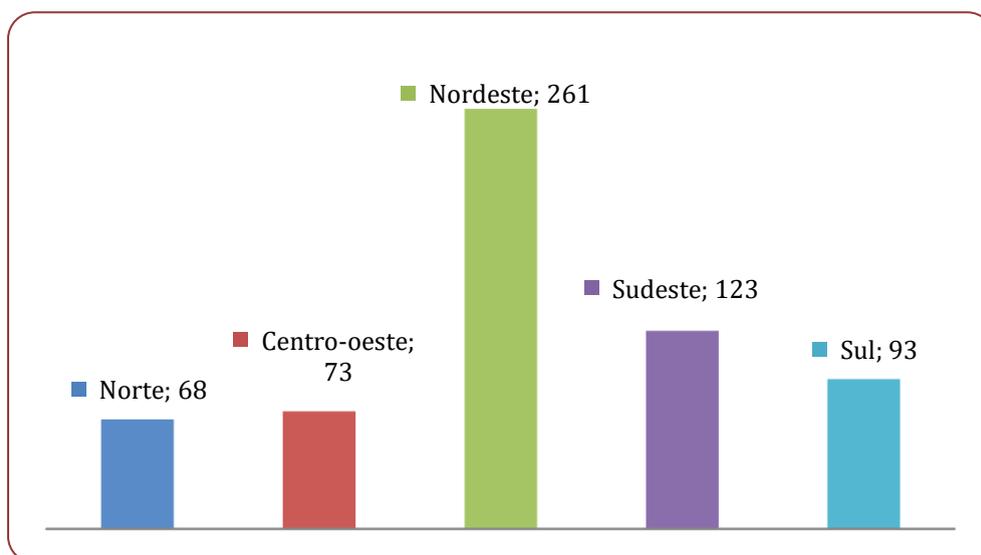


Fonte: ABRACOPEL (2019)

É possível observar que, dos 1424 casos de acidentes, 826 são reconhecidos como ocorrências de choques, seguidos de 542 de incêndios originados por descargas elétricas e 56 casos provocados por descargas elétricas. O elevado quantitativo de acidentes promovidos por choques elétricos demonstra a necessidade apresentada por Daniel (2010) no que tange a necessidade de investimentos no desenvolvimento de estratégias de prevenção destas ocorrências, principalmente no que tange aos profissionais da área.

Além da identificação dos acidentes mais comuns envolvendo eletricidade, principalmente no que concerne aos choques elétricos, outro dado que deve ser analisado concernem com a fatalidade destas ocorrências. Segundo a ABRACOPEL (2019) foram identificados 618 óbitos no Brasil no ano de 2018, sendo possível observar os dados por região do país, conforme a Figura 2.

Figura 2. Óbitos por choque elétrico no Brasil em 2018



Fonte: ABRACOPEL (2019)

É observado que os dados de casos de óbitos no Brasil em 2018 em razão de choques elétricos apontam para um montante de 618 de casos, considerando somente os devidamente notificados, o que corrobora os achados de Coelho (2010) no que tange a urgência em tratar da problemática.

É notório, na comparação entre os dados dos tipos de acidentes e o quantitativo de mortes provocadas que o número de óbitos mais evidentes em relação às instalações elétricas se deu em virtude de choques elétricos, os quais representam mais da metade dos casos de acidentes nesta área de atuação, sendo notada uma expressão maior de casos na região nordeste do país.

Neste sentido é importante o aprofundamento nos riscos que envolvem o manejo de instalações elétricas, da mesma forma que a identificação de peculiaridades comuns aos mesmos. Sobre isto Contrim (2012) e Júnior (2017) se complementam na apresentação dos riscos diretamente e indiretamente relacionados a esta prática laboral, relacionando em primeiro lugar os choques elétricos, os arcos voltaicos, a exposição a campos eletromagnéticos, os riscos de queimaduras, explosões e incêndios, seguidos de riscos mais amplos como o confinamento, as quedas, alterações climáticas e animais que possam atacadas estes indivíduos.

Em consideração aos dados que apontam as elevadas taxas de acidentes por choques elétricos, é salutar o direcionamento dos achados neste quesito. No que tange a sua definição Nogueira e Paiva (2018) complementa os conceitos apresentados por

Sadiku, Alexander e Musa (2014) sobre a necessidade de identificação das sensações corporais do choque, uma vez que a energia é conduzida pelo corpo.

Quanto aos tipos de choques elétricos, Coelho (2010) disserta sobre aqueles provocados por descargas atmosféricas, enquanto Bauer, Westfal e Dias (2012) fala sobre os choques elétricos dinâmicos e Fowler (2013) os choques elétricos estáticos. Um achado importante em relação aos choques elétricos é foram as consequências destes choques no corpo humano no que concerne a intensidade da descarga elétrica, o que Silva (2017) determina entre a leve ou moderada sensação de formigamento até o óbito, sendo respectivamente **1 mA a 10 mA e Acima de 300 mA**.

É notado que estas peculiaridades em relação aos choques elétricos se mostram de suma importância quando se trata das particularidades destes fenômenos para o desenvolvimento de metodologias de prevenção a estes acidentes, considerando ainda quais ocorrências devem ser prevenidas.

Outros riscos identificados foram apresentados por Sá e Câmara (2010) e Alexander e Sadiku (2013) que citam os arcos elétricos, os quais são complementados por Mamede Filho (2015) no que tange a periculosidade deste fenômeno, uma vez que seu potencial é muito elevado, alcançando 20.000°C sendo responsável por queimaduras, perda de visão, quedas e até mortes.

Coiado (2015), Rodrigues (2017) e Elias (2015) citaram ainda a exposição a ambientes ricos em descargas elétricas, explosões e incêndios como outros riscos comuns ao manejo de instalações elétricas, os quais também são identificados como causas de acidentes neste sentido. Dias (2011), Santos (2014) e Júnior (2017) apresentam ainda outros riscos não relacionados somente com o manejo de instalações elétricas, como o confinamento, as quedas e exposição a modificações climáticas.

Observa-se que os riscos eminentes ao contato com instalações elétricas são os mais diversos e que devem ser considerados de forma efetiva para a investigação das melhores formas de atuação diante destes perigos, uma vez que são riscos relacionados à prática laboral. Sobre isto também é observado que questões indiretamente ligadas às instalações elétricas devem ser consideradas como importantes, uma vez que o clima e o confinamento interferem na prática profissional na ocasião do manejo de instalações elétricas.

Dentre as determinações legais acerca da segurança relacionada ao manejo de instalações elétricas a Norma Regulamentadora – 10 (BRASIL, 1982) se destaca pelo nível de especificação em relação a esta atuação profissional. Na análise desta NR autores apontam para a legitimação da obrigatoriedade da adoção de procedimentos de segurança, o que é apresentado por Cardoso (2014) como um dos pontos positivos em relação as determinações para salvaguardar o bem estar e a saúde do trabalhador em instalações elétricas.

Nota-se na questão pertinente à legislação que trata da segurança no manejo de instalações elétricas, que a norma reguladora em questão dispõe de forma detalhada quais são as operações padronizadas a serem seguidas, o que se revela determinante para a execução de um trabalho de forma sistematizada e que considere a segurança como princípio fundamental, obedecendo a legislação e conferindo qualidade ao mesmo.

Em relação as estratégias utilizada como medidas de prevenção de acidentes Santos (2013) apresenta a importância do planejamento das estruturas elétricas, sendo complementado por Perretti (2018) pela importância em efetivar esse planejamento em

conformidade com as determinações técnicas sobre o tema. Ainda sobre tais estratégias Moreira (2013) e Mamede Filho (2015) se complementam ao apresentar a importância dos equipamentos e materiais de trabalho em condições viáveis de trabalho, tanto pela qualidade na hora da aquisição quanto no processo de manutenção dos mesmos, respeitando a periodicidade de troca e ajustes.

Observa-se ainda que outros pontos fundamentais para a segurança em instalações elétricas se referem ao local em que são realizadas as mesmas, uma vez que o reconhecimento do local se faz necessário na fase de planejamento das ações, da mesma forma que a análise do material e das condições em que serão realizadas tais instalações.

As últimas metodologias de prevenção identificadas foram apresentadas por Camargo (2011), Vignochi (2016), ABRACOPEL (2019) como aquelas destinadas diretamente aos trabalhadores da área, envolvendo a necessidade de habilitação profissional para o exercício das atividades com instalações elétricas, a necessidade de constante aprimoramento profissional em virtude das atualizações técnicas da área e por fim a sensibilização para o uso de equipamentos de proteção individual.

Assim, é observado que quando se trata do manejo de instalações elétricas devem ser consideradas diversas questões que perpassam inicialmente pelo planejamento adequado e finalizam nas condições em que as instalações elétricas são empregadas, sempre prezando pelo o que pe estabelecido nas normativas e pelo uso dos equipamentos de proteção individual.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo acerca da segurança no manejo de instalações elétricas é determinado pela eminência de compreensão sobre diversos aspectos referentes à temática, como o levantamento dos riscos comuns a prática laboral em instalações elétricas, o reconhecimento das especificações da Norma Regulamentadora – 10 que trata com exclusividade da segurança nesses casos, assim como a identificação das metodologias mais pertinentes para a prevenção de acidentes nesta área.

Com a constatação dos números relacionados aos acidentes relacionados ao contato com eletricidade foi possível verificar a importância do conhecimento sobre os choques elétricos, os quais despontam com as principais ocorrências neste sentido, o que reverbera na necessidade maior de segurança com os trabalhadores em instalações elétricas.

Neste sentido foi apurado que a segurança se apresenta como um dos itens primordiais a serem considerados quando se trata do manejo de instalações elétricas, sendo que aspectos como a habilitação do profissional para exercer tal atividade, o uso de equipamentos de proteção adequado e a manutenção constante de materiais e peças dos circuitos contribuem significativamente para a segurança de todos.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRACOPEL. Anuário Estatístico de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. Rio de Janeiro: ABRACOPEL, 2019.
- [2] ALEXANDER, Charles. K.; SADIKU, Matthew. N. Fundamentos de circuitos elétricos. Rio de Janeiro: AMGH, 2013.
- [3] BAUER, Wolfgang; WESTFALL, Gary. D.; DIAS, Helio. Física para Universitários-Eletricidade e Magnetismo. Rio de Janeiro: AMGH, 2012.
- [4] BRASIL. Norma Regulamentadora n. 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1982.
- [5] CAMARGO, Wellington. Guia da Segurança do Trabalho. Curitiba: Instituto Federal, 2011.
- [6] CARDOSO, José Geraldo Lemos. Oficina de Segurança em Eletricidade: Segurança em eletricidade, proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências, primeiros socorros, legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individuais e coletivos. 2014. 110f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2014.
- [7] COELHO, Wilson Luiz. Análise do desempenho de redes aéreas de distribuição de média tensão frente à ação das descargas atmosféricas. 2010. 172f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
- [8] COIADO, Lorenzo Campo. Análise de campos eletromagnéticos em edificações urbanas. 2015. 121f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2015.
- [9] COTRIM, Ademaro Alberto. M. B. Instalações Elétricas. São Paulo: Pearcon, 2012.
- [10] DANIEL, Eduardo. A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: um modelo de avaliação. 2010. 116f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) Universidade de São Paulo, 2010.
- [11] DIAS, Silvio Siqueira. Análise de riscos de espaço confinado: estudo de caso do reservatório de água inferior do Campus do Vale da UFRGS. 2011. 46f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.
- [12] DÍAZ, Vitor Vergara; DUTRA, Jair Carlos; DOLIVEIRA, Ana Sofia Clímaco Monteiro Deposição por plasma com arco transferido. Soldagem e Inspeção, v. 15, n. 2, p. 41–51, 2010.
- [13] ELIAS, Carlos Eduardo Spinassi. Instalações elétricas em áreas classificadas. Revista TechnoEng, v. 3, n. 2, 2015.
- [14] FILHO, Esdras Campos de Melo; RABBANI, Emília Rahnemery Kohlman; JÚNIOR, Béda Barkokébas. Avaliação da segurança do trabalho em obras de manutenção de edificações verticais. Production, v. 4, n. 22, p. 817–830, 2012.
- [15] FOWLER, Richard. Fundamentos de Eletricidade-Volume 1-: Corrente Contínua e Magnetismo. Rio de Janeiro: AMGH, 2013.
- [16] GALANTE, E. B. F. Princípios de gestão de riscos. São Paulo: Appris e Eireli-ME, 2015.
- [17] JÚNIOR, Roberto de Carvalho. Instalações elétricas e o projeto de arquitetura. Rio de Janeiro: Editora Blucher, 2017.
- [18] MAMEDE FILHO, João. Manual de Equipamentos Elétricos. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- [19] MOREIRA, Rui P. Monitorização da qualidade da energia elétrica. Revista Robótica, v. 90, p. 60–62, 2013.
- [20] NOGUEIRA, Joyce Dayane de Lima; PAIVA, Rodrigo Anderson de. Tipologia dos acidentes elétricos no Brasil. Abracopel, v. 2, n. 1, p. 1–9, 2018.
- [21] PERRETTI, Osvaldo. D. O planejamento dos recursos e das instalações industriais. São Paulo: SESI SENAI, 2018.
- [22] RODRIGUES, Emanuela Gomes. Medidas preventivas de controle do risco elétrico em trabalhos

com eletricidade. In: ANAIS-UNIC-Congresso de Iniciação Científica-UNIFEV, p. 213–214, 2017.

[23] SÁ, Alessandra de; CÂMARA, Benevides. Modelagem de arco elétrico no ar. Aplicações em sistemas de potência. 2010. 333f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

[24] SADIKU, Matthew N. O.; ALEXANDER, Charles K.; MUSA, Sarhan M. Análise de circuitos elétricos com aplicações. Rio de Janeiro: AMGH, 2014.

[25] SANTOS, Evelyn Andrade Santos. Ocupações com maior risco para acidente com queimaduras. Rev Bras Queimaduras, v. 3, n. 2, p. 15–21, 2014.

[26] SANTOS, Fernando Junqueira. Planejamento de Redes de Distribuição Considerando Geração Distribuída. 2013. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) Universidade de Brasília, 2013.

[27] SILVA, Rui. Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos – Processo de Soldadura por Arco Elétrico com Electrodo Revestido(SER). 2014. 46f. Dissertação (Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho) Instituto Politécnico Setúbal, 2014.

[28] SILVA, Simone Souza e. A norma regulamentadora no10 e a sua aplicação em instalações elétricas e seus entornos. Revista Técnica Científica, v. 5, n. 6, 2017.

[29] VIGNOCHI, Luciano. Método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do sistema elétrico brasileiro. 2016. 121f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

[30] VILLANI, Paulo Marques; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. Soldagem: Fundamentos e Tecnologia. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.

Capítulo 10

Melhoria nas instalações elétricas em um prédio antigo na região central no município de Manaus - AM

Jarmes Saldanha de Araújo

Livia da Silva Oliveira

Resumo: A eletricidade é a forma de energia mais utilizada para suprir a necessidade diária de setores residenciais, comerciais e industriais. Instalações elétricas que apresentam irregularidades podem ocasionar danos a equipamentos ou até mesmo causar incêndios. Entretanto é necessário adotar medidas de controle e prevenção de segurança. Realizando a assim um levantamento de carga, dimensionamento dos condutores, divisão dos circuitos da instalação verificando a individualização dos circuitos terminais para iluminação e tomadas, sistema de aterramento, utilização do condutor de proteção e balanceamento das fases através da distribuição uniforme das cargas, aperfeiçoando as instalações elétricas do prédio com ênfase nos quadros de distribuições, tratou-se de uma pesquisa de campo e revisão bibliográfica, tendo como apoio a leitura de livros, artigos, dissertações e normas de segurança. Portanto através do projeto elétrico se tenha um funcionamento adequado dos equipamentos, levando segurança e confiabilidade ao patrimônio e pessoal, como também uma redução no consumo de energia e assim uma redução na fatura de energia.

Palavras-chave: Instalações elétricas, NBR-54/10, quadros de distribuição.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, dentre todas as formas de energia conhecidas, a eletricidade é a mais utilizada para suprir as necessidades diárias dos setores residenciais, comerciais e industriais. A energia elétrica é gerada, e facilmente transportada através linhas de transmissão até chegar aos grandes centros de consumos de pequeno, médio e grande porte, podendo ser transformada em outras formas de energia para ser utilizada, como térmica, mecânica e luminosa. Porém, a energia elétrica na mesma proporção que é indispensável para o desenvolvimento da sociedade, ela requer cuidados especiais em suas instalações e o uso por partes dos consumidores, exigindo dos profissionais da área aplicações de medidas de controles de riscos elétricos, especificados em normas vigentes, para garantir que a segurança e o bem-estar de todos os usuários da instalação sejam preservados (SANTANA, 2016).

Instalações elétricas em condições precárias que apresenta irregularidades como: falta de dispositivos de proteção, fios e cabos desencapados, emendas malfeitas e materiais não certificados ou piratas, podem ocasionar danos a equipamentos ou até mesmo causar incêndios. Problemas como sobrecarga e más conexões causam perdas desnecessárias como o aumento de consumo de energia, danos e mau desempenho dos aparelhos, queima de condutores falas nas instalações elétricas internas e acidentes como choque (ARAUJO, 2016).

Por isso é necessário adotar medidas de controle e prevenção de seguranças, de quem atua direto ou indiretamente com instalações e serviços elétricos (OLIVEIRA, 2017). Com isso, temos duas excelentes normas vigentes que tratam da segurança das instalações elétricas, NBR-5410 (ABNT, 2004) e da segurança das pessoas NR-10 (TEM, 2018). A segurança envolvida em uma instalação elétrica envolve questões técnicas, sociais, econômicas e financeiras, porém, independentemente do motivo, muitos são os prejuízos causados por instalações elétricas inadequadas que não seguem as prescrições das normas tanto no projeto bem como na execução das instalações, sejam elas, novas ou antigas, levando a um evidente crescimento de acidentes ocasionados por instalações inadequadas ao uso. O tempo de vida útil dos materiais, somado com a falta de informação técnica no projeto e/ou má execução, afeta diretamente na confiabilidade das instalações elétricas e a segurança de seu funcionamento. Dessa forma, a segurança de qualquer instalação elétrica deve ser analisada periodicamente por meio de vistorias e ensaios indicados pelas normas, devem ser realizados por profissionais habilitados pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura), visando identificar pontos em não conformidade com as normas vigentes. Por isso, os proprietários e usuários das edificações devem estar conscientes do grave risco que correm de não manterem de forma adequada o nível de segurança das instalações elétricas, podendo ter como consequências acidentes pessoais e danos materiais significativos. Sendo assim, torna-se indispensável que as instalações elétricas, independentemente do tempo que foi executada, sejam avaliadas periodicamente, pois instalações com péssimo estado de conservação colocam em risco a vida das pessoas e animais (SANTANA, 2016).

Em alguns estabelecimentos verifica-se que a fiscalização e as exigências do cumprimento das normas técnicas e regulamentadoras é pouca explorada durante e após a execução das instalações elétricas. Este trabalho consiste na verificação da atual situação das instalações elétricas de um prédio no centro da cidade de Manaus adequando-o às normas vigentes, buscando dessa forma realizar o levantamento de carga, realizar a localização e diagramas uni filares dos quadros de distribuição de energia elétrica e fazer propostas de melhorias após ter adquirido todas as informações durante as visitas

realizadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado em um prédio no centro de histórico de Manaus/AM, localizado entre as ruas Emilio Moreira e Ramos Ferreira, com uma área total de 2, 444.87 m² (Figura 1), com um fluxo diário de 167 funcionários nos turnos matutino e vespertino, com um fluxo de pessoas externas em torno de 60 pessoas levando todos os tipos de amostras clínicas. Esse número triplicou com a pandemia chegando a mais de 150 amostras por dia, as atividades desenvolvidas são todos os tipos de análises clínicas laboratoriais.

Figura 1. Localização da área de estudo, destacada em vermelho, no prédio no centro da cidade de Manaus



Fonte: Google Earth (2020)

Os procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa se deram através da pesquisa bibliográfica, tendo como apoio a leitura de livros artigos, dissertações normas entre outros. Após o estudo bibliográfico foi realizada a pesquisa de campo tendo como suporte a coleta dos dados através do levantamento das informações das instalações elétricas do prédio.

Levantamento de carga elétrica foi realizado “in loco”, em todo os setores e observando a localização dos pontos de iluminação, interruptores, tomadas de uso geral (TUGs), tomadas de uso específicos (TUE), considerando a potência fornecida pelo fabricante, tensão nominal, corrente nominal e o fator de potência de cada equipamento, a infraestrutura dos eletrodutos e quadros de cargas existentes na instalação. Utilizou-se de materiais como trena comum de 3 metros, prancheta, papel A4, lapiseira e borracha. A digitalização dos dados coletados foi realizada através do software AutoCad (versão educacional), depois da coleta dos dados e digitalização foi realizado o cálculo das cargas instaladas no prédio.

Realizado primeiramente na planta baixa do prédio, enumerando e demarcando todos os quadros de distribuição de energia do prédio, realizando em seguida a identificação dos circuitos de proteção de cada um dos circuitos terminais e sua respectiva

secção transversal dos fios e cabos, é pôr fim a realização dos diagramas unifilares. Em posse dos dados coletados e com o auxílio do software autoCAD (educacional), foi realizado a digitalização dos dados.

Para a adequação em relação a ABNT NBR5410/2008 foram analisados os seguintes itens: previsão de cargas, o dimensionamento dos condutores, a divisão dos circuitos da instalação verificando se há uma individualização dos circuitos terminais para iluminação e tomadas, balanceamento das fases através da distribuição uniforme das cargas, o sistema de aterramento adotado na instalação, a utilização do condutor de proteção em todos os circuitos bem como a corrente e a classe dos dispositivos de proteção utilizado para proteção geral dos quadros de distribuição de energia e dos circuitos terminais, a realização de um estudo luminotécnico para que se realize a troca da iluminação do tipo fluorescente para iluminação a LED, atualização dos quadros de distribuição de energia, para modelos mais atuais como todas as proteções adequadas e de um sistemas contra descargas atmosféricas (SPDA).

Portanto a análise das instalações elétricas do prédio servirá como fonte de dados para futuros trabalhos e adequações que deverão ser realizados no prédio no intuito de que suas instalações elétricas ofereçam segurança e conforto para seu usuário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O local de estudo foi subdividido em quatro setores para melhor análise dos resultados obtidos.

3.1. LEVANTAMENTO DE CARGA.

Realizado conforme os parâmetros determinados no Item 9.5.2 da NBR 5410/2008. O prédio possui 59 salas sendo que 18 salas ficam nos setores de administração e distribuição de material, 19 salas no setor de biologia medica, 13 salas no setor de produtos e 9 salas no setor de virologia e tuberculose, possuindo 492 lâmpadas tubulares T8 fluorescentes com potência unitária de 40 watts, com 806 tomadas de uso geral – TUG e 75 aparelhos condicionadores de Ar. Com o valor adquirido da previsão da potência instalada no prédio, foi possível verificar que o atendimento a unidade consumidora seria em tensão primaria (a tensão de fornecimento do prédio já é de 13.8 Kv), já que a potência instalada ultrapassa os 75 kw estabelecido pelo concessionaria de energia (AME) norma – Fornecimento de energia em média tensão (13,8 kV e 34,5 kV MPN – DC - 01/NDEE - 01 Res nº 179/2014, restando ainda verificar as potência instaladas existentes no prédio através do levantamento de carga instalada de cada ambiente apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Cargas instaladas

TABELA DE CARGA INSTALADA					
SETOR	DESCRIÇÃO	TENSÃO/SISTEMA	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	QUANTIDADE	POTÊNCIA TOTAL (W)
A	Lâmpadas fluorescente T 8 - 40w	127/Monofásico	40	128	5120
B	Lâmpadas fluorescente T 8 - 40w	127/Monofásico	40	166	6640
C	Lâmpadas fluorescente T 8 - 40w	127V/Monofásico	40	88	3520
D	Lâmpadas fluorescente T 8 - 40w	127V/Monofásico	40	110	4400
A	Tomadas de uso geral – TUG	127V/Monofásico	100	182	18200
B	Tomadas de uso geral TUG	127V/Monofásico	100	229	22900
C	Tomadas de uso geral – TUG	127V/Monofásico	100	140	14000
D	Tomadas de uso geral- TUG	127V/Monofásico	100	159	15900
A, B, C e D	Tomadas de uso geral – TUG	220V/Bifásico	100	96	57600
A, B, C e D	Condicionador de Ar 12.000 BTU's	220V/Bifásico	1.086	10	10860
A, B, C e D	Condicionador de Ar 18.000 BTUs	220V/Bifásico	1.954	32	62528
A, B, C e D	Condicionador de Ar 24.000 BTUs	220V/Bifásico	2.212	16	35392
A, B, C e D	Condicionador de Ar 30.000 BTUs	220V/Bifásico	3.256	12	39072
A, B, C e D	Condicionador de Ar 36.000 BTUs	220V/Bifásico	4.000	4	16000
A, B, C e D	Condicionador de Ar 60.000 BTUs	220V/Trifásico	7.500	1	7500
RESUMO DAS CARGAS INSTALADAS					
Iluminação					
					19.680
Tomadas de uso geral - TUG					
					128.600
Condicionador de Ar					
					171.352
TOTAL DE CARGA INSTALADA (W)					319.632
TOTAL DE CARGA INSTALADA (kW)					320

Fonte: Autores (2020)

Com o levantamento das cargas existentes em cada ambiente do constatou-se que o prédio possui uma potência de iluminação instalada de 19.86 kW, utilizando-se de luminárias de sobrepôr para 2 lâmpadas fluorescente com potência unitária de 40 W no

total de 492 lâmpadas, 128.6 kW de potência instalada no total de 806 tomadas de uso geral e uma carga instalada de 171.352 kW dos condicionadores de Ar, sendo que esta é a maior carga existente no prédio, logo esse será o maior consumo de energia do prédio ocasionado em um maior gasto com energia elétrica, constando que o prédio conta com uma potência total instalada de 320 kW, conforme tabela 1. A demanda de potência que poderá ser solicitada ao sistema é de 234.87 kVA calculada conforme os parâmetros descritos no item [8.2.2.1 a 8.2.3 anexo A] da norma da Amazonas Energia (AME), MPN-DC-01/NDEE-RES nº 179/2014 de 04/11/2014, conforme Tabela 2.

Tabela. 2 Demandas

DEMANDA DAS CARGAS INSTALADAS						
SETOR	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (W)	FP	POTÊNCIA (VA)	FD	DEMANDA (KVA)
A	Iluminação	5120	0,92	5565	0,45	2.5
B	Iluminação	6640	0,92	7217	0,45	3.24
C	Iluminação	3520	0,92	3826	0,45	1.72
D	Iluminação	4400	0,92	47782	0,45	1.98
A	Tomadas de uso geral	18200	0,92	19283	0,45	8.68
B	Tomadas de uso geral	22900	0,92	24891	0,45	11.2
C	Tomadas de uso geral	14000	0,92	15217	0,45	6.84
D	Tomadas de uso geral	15900	0,92	17283	0,45	7.77
A,B,C e D	Tomadas de uso geral	9600	0,92	10434	0,45	4.69
A,B,C e D	Condicionador de Ar 12.000 BTU's	10860	0,92	11804	1	11.80
A,B,C e D	Condicionador de Ar 18.000 BTU's	62528	0,92	67965	1	67.96
A,B,C e D	Condicionador de Ar 24.000 BTU's	35392	0,92	38469	1	38.47
A,B,C e D	Condicionador de Ar 30.000 BTU's	39072	0,92	42469	1	42.47
A,B,C e D	Condicionador de Ar 36.000 BTU'S	16000	0,92	17391	1	17.4
A,B,C e D	Condicionador de Ar 60.000 BTU'S	7500	0,92	8152	1	8.15
Demanda de Iluminação e Tomadas de uso geral						48.62
Demanda de Condicionadores de Ar						186.25
Demanda Total (KVA)						234.87

Fonte: Autores (2020)

Demanda é a média das potências elétricas ativos ou reativos solicitados ao sistema elétrico pela parcela das cargas instaladas em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado expressa em quilowatts (Kw) e quilovolt-ampère-reactivo (Kvar) (Resolução Normativa ANEEL nº 414, cap. 1, XX de 9 de setembro de 2010).

Como é fácil de se compreender, em qualquer instalação elétricas raramente se utilizam todos os pontos de luz ou os pontos de tomadas de corrente ao mesmo tempo. Em pequenas residências é mais provável que isso aconteça do que nas grandes moradias. Fator de demanda é o fator que deve ser multiplicada a potência instalada para se obter a potência que será realmente utilizada (CREDER, 2016).

Constatou-se que a demanda prevista em projetos, conforme metodologia anteriormente apresentada, se aproxima bastante da demanda máxima verificada por

medição no medidor de demanda, durante o período de operação das indústrias pesquisadas. Verificou-se, porém, que nas indústrias têxteis, de fiação e tecelagem, havia distorção de resultados, isto é o valor de demanda previsto em projeto era inferior aos resultados registrados no medidor de demanda dessas indústrias. Em faces dessas observações cabe alerta ao projetista quanto a necessidade de conhecer o processo de operação das indústrias, antes de decidir aplicar os fatores de simultaneidade na carga motriz. Como regra geral, para as indústrias que mantem em operação simultânea basicamente todas as máquinas de produção, como é o caso das indústrias têxteis, nas quais a curva de carga é aproximadamente plana durante um ciclo completo de atividade, somente devem ser aplicados os fatores de utilização (MAMEDE FILHO, 2017).

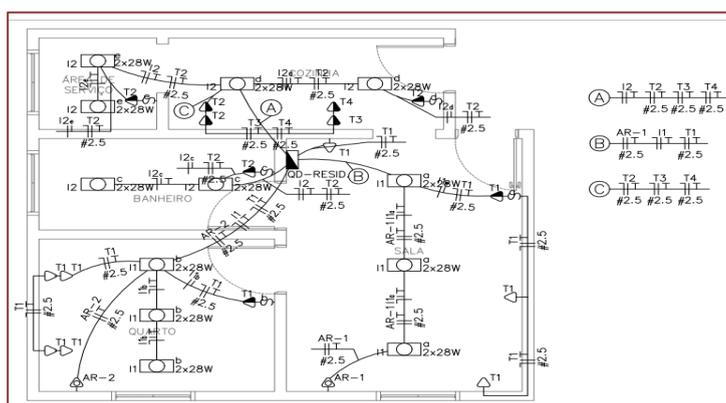
3.2. LOCALIZAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E DIAGRAMAS UNIFILARES.

Foi realizado a identificação dos 28 quadros de distribuição de energia e dos circuitos e dispositivos de proteção como mostra a figura 4.

Dos 28 quadros de distribuição de energia elétrica existentes e utilizados nas instalações elétricas do prédio nenhum foi pré-fabricados, não existindo nenhum tamanho padrão. Outro ponto observado é que não há nenhum circuito reserva para futuras instalações conforme item [6.5.9.2] NBR 5410/2008.

Constatou-se que em alguns quadros de distribuição de energia existem circuitos que apresentam uma identificação de um ponto de utilização (Tomadas) localizado no setor de virologia, porem a alimentação desse ponto de tomada está localizado no setor de endemias, em outro quadro de distribuição localizado no setor de produtos a um circuito com um disjuntor termomagnético bipolar com tensão (fase/fase) 220V com a identificação de Ar condicionado porem este mesmo circuito alimenta as tomadas de um circuito monofásico não obedecendo o que prescreve no item [6.1.5.4] os dispositivos de proteção devem estar dispostos e identificados de forma que seja fácil reconhecer os respectivos circuitos protegidos e o item [4.2.4.5] circuitos devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam.

Figura 2. Identificação dos quadros de distribuição e circuitos de proteção



Fonte: Autores (2020)

Em particular devem ser previstos de circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas NBR 5410/2008, desta forma se faz necessário que se altere a identificação dos circuitos buscando evitar possíveis erros que podem causar danos a instalação e aos equipamentos.

Os quadros ou painéis de distribuição de circuitos terminais devem ser localizados em pontos que satisfaçam, em geral as seguintes condições. No centro da carga, próximo a linha geral de dutos de alimentação (canaletas, eletrocalhas etc.), afastados da passagem sistemática de funcionários, em ambientes bem iluminados em locais de fácil acesso, em locais não sujeitos a gases corrosivos, inundações, trepidações e em locais de temperatura adequada (MAMEDE FILHO, 2017).

Os quadros de distribuição devem ser construídos de modo a satisfazer as condições dos ambientes em que serão instalados, bem como apresenta um bom acabamento, rigidez mecânica e disposição apropriada nos equipamentos e instrumentos. Os quadros de distribuição QGF, CCM e QDL instalados, abrigados e em ambientes de atmosfera normal devem, em geral, apresentar grau de proteção IP40, característico de execução normal. Em ambientes de atmosfera poluída, devem apresentar grau de proteção IP54 OU acima, de conformidade com a severidade dos poluentes. Estes são vedados e não devem possuir instrumentos e botões de acionamento fixados exteriormente (MAMEDE FILHO, 2017). A Figura 3 mostra a situação atual de um dos quadros de distribuição de energia, onde se evidencia a falta de organização e a falta de conhecimento da norma NBR 5410/2008 onde se determina os princípios básicos para o correto funcionamento das instalações elétricas. Como se observa o quadro não possui as proteções necessárias como DR, fio de proteção (terra), barramento de neutro, proteção dos barramentos de fases, os disjuntores estão obsoletos, os fios estão derivando diretos dos barramentos de fase sem passar pelos dispositivos de seccionamento (disjuntores), a falta de identificação dos circuitos terminais assim como a falta de circuitos reservas para futuras instalações.

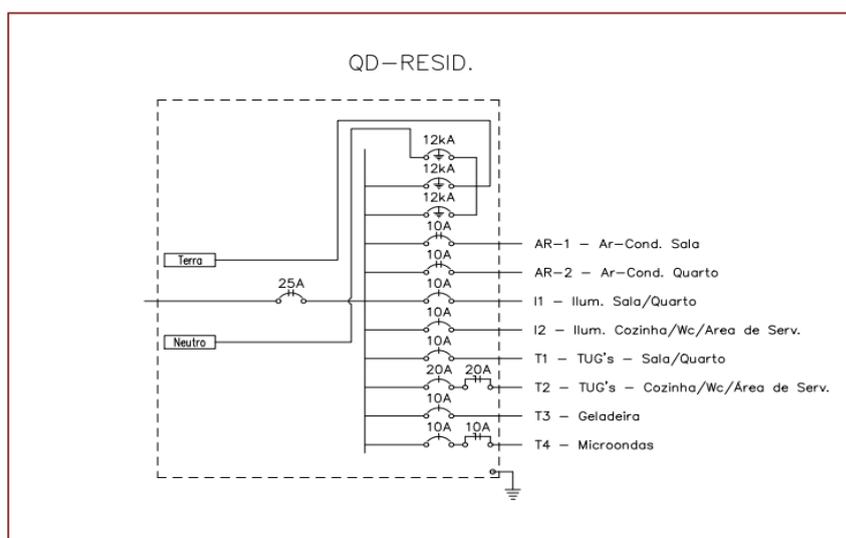
Figura 3. Situação atual dos quadros de energia



Fonte: Autores (2020)

As principais características dos quadros de distribuição são. Tensão nominal, corrente nominal (capacidade do barramento principal), resistência mecânica aos esforços de curto-circuito para o valor de crista, grau de proteção, acabamento (revestido de proteção e pintura final). Deve – se prever circuitos de reservas nos quadros de distribuição, de forma a satisfazer os seguintes critérios determinados pela NBR 5410 (MAMEDE FILHO, 2017). A Figura 4 se refere ao diagrama unifilar de um dos quadros de distribuição de energia de acordo com as especificações da norma NBR 5410/2008.

Figura 4. Diagrama unifilar



Fonte: Autores (2020)

Quadros de distribuição com até 6 circuitos espaço para, no mínimo, 2 circuitos reservas, quadros de distribuição contendo de 7 a 12 circuitos: espaço para no mínimo, 3 circuitos, quadros de distribuição contendo de 13 a 30 circuitos: espaço para no mínimo, 4 circuitos, quadros de distribuição acima de 30 circuitos: espaço reserva para uso de no mínimo 15% dos circuitos existentes (MAMEDE FILHO, 2017).

3.3. PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.

Finalizada as atividades de verificação das instalações elétricas devem ser traçadas estratégias para as adequações necessárias, inicialmente deve ser realizado um estudo por uma equipe interdisciplinar para desenvolver os projetos da edificação, as adequações devem atender ao especificado no projeto toda documentação deve ser registrada bem como estar aos cuidados da responsável pela edificação e equipe de manutenção (SILVINO, 2018). Se observou que o prédio não possui um projeto das instalações elétricas sendo que essa é uma etapa fundamental para o funcionamento correto das instalações.

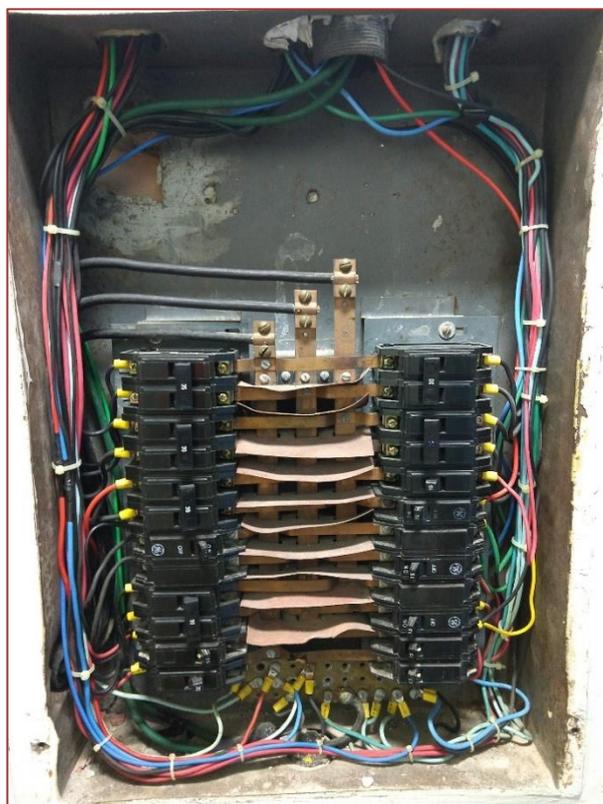
Para (CREDER, 2016) um projeto elétrico é a previsão escrita da instalação, com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização de energia elétrica, os comandos, o trajeto dos condutores, a divisão em circuitos, a seção dos condutores, os dispositivos de manobras, a carga de cada circuito, a carga total etc.

A elaboração do projeto elétrico de uma instalação industrial deve ser precedida do conhecimento dos dados relativos as condições de suprimento e das características funcionais da indústria em geral (MAMEDE FILHO, 2017).

Desta forma a realização do projeto elétrico é imprescindível para que se tenha o funcionamento adequado de toda a instalação elétrica, obedecendo as normas NBR 5410 – Instalação Elétricas de Baixa Tensão; NBR 14039 – Instalação Elétrica de Média Tensão de 1 a 36 kV; NBR 5413 – Iluminação de Interiores; NBR 5419 – Proteção de Estrutura Contra Descargas Atmosféricas.

Uma das partes fundamentais de um projeto é a localização e distribuição dos quadros de distribuição de energia e seus componentes de acordo com o que determina a norma NBR 5410, contribuindo para o funcionamento adequado de toda a instalação, além da segurança e confiabilidade as pessoas, a Figura 5 mostra como se encontra um dos quadros de distribuição de energia, sem disjuntor principal sendo derivado de um outro quadro de distribuição o que vai de encontro com o que se prescreve a NBR 5410, um outro ponto é a falta dos barramentos de neutro e terra, havendo somente um barramento que está sendo usado tanto para neutro como para proteção (terra), os disjuntores estão obsoletos, os circuitos terminais de iluminação e tomadas estão no mesmo quadro junto aos circuitos de condicionadores de ar, não houve uma preocupação com as cores dos cabos, falta de proteção contra contatos diretos dos barramentos de fases, a falta dos dispositivos de proteção DR e DPS não obedecendo os requisito mínimos estabelecidos na norma 5410/2008.

Figura 5. Quadro de distribuição de energia atual do prédio



Fonte: Autores (2020)

A elaboração de um esquema completo de proteção elétrica individual envolve várias etapas, desde o estabelecimento de uma estratégia de proteção, selecionados os respectivos dispositivos de atuação, até a determinação dos valores adequados para calibração destes dispositivos (MAMEDE FILHO 2017).

Um outro ponto relevante é a falta de um sistema de aterramento como previsto no item [6.4.1.1] as características e a eficácia dos aterramentos devem satisfazer as prescrições de segurança das pessoas e funcionais da instalação NBR 5410/2008.

Toda instalação elétrica de alta e baixa tensão, para funcionar com desempenho satisfatório e ser suficientemente segura contra risco de acidentes fatais, devem possuir um sistema de aterramento dimensionado adequadamente para as condições de cada projeto. Um sistema de aterramento visa à segurança de atuação de proteção, proteção das instalações contra descargas atmosféricas proteção do indivíduo contra contatos com partes metálicas da instalação energizadas acidentalmente, uniformização do potencial em toda área do projeto prevenindo contra lesões que possam surgir durante uma falta de fase a terra (MAMEDE FILHO, 2017).

Sistema de proteção contra descargas atmosféricas são projetados com a finalidade de interromper as descargas atmosféricas que atingem diretamente a parte superior da estrutura ou suas laterais permitindo que a corrente elétrica decorrente flua para terra sem ocasionar transitórios períodos à vida e aos patrimônios, centelhamento e efeitos térmicos e mecânicos danosos a estrutura (MAMEDE FILHO 2017).

Com isso sugeri que se realize um estudo técnico para a viabilização das adequações proposta neste trabalho levando em consideração as normas vigentes se esperando assim um melhor rendimento dos equipamentos elétricos levando assim a um menor consumo de energia evitando o desperdícios devido as perdas por efeito joule, a utilização de maneira eficiente elaborando um estudo luminotécnico para realização da troca da iluminação para LED, a realização da malha de aterramento como um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), devido a quantidade de bens e patrimônio de altíssimos valores, levando acima de tudo segurança, proteção e confiabilidade para as instalações e para as pessoas prevenindo acidentes, valorizando e salvando vidas, esperando desta forma se obter uma redução no consumo de energia e consequentemente a redução na conta de energia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo a adequação das instalações elétricas de um prédio no centro da cidade de Manaus-AM, devido a defasagem que as instalações se encontra e o perigo que elas representam devido à falta de conhecimento da norma NBR 5410/2008: Instalação elétrica de baixa tensão, foi sugerido a adequação da instalação elétrica, inicialmente pela elaboração do projeto elétrico, troca dos quadros de distribuição de energia, um estudo luminotécnico, a realização da malha de aterramento e o projeto do sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPDA) tendo como objetivo o funcionamento adequado das instalações evitando perdas de bens e levando segurança a pessoal e animais.

Como base nas informações adquiridas de outros trabalhos e de outros profissionais e autores da área de engenharia elétrica, normas nacionais que determinam os parâmetros para instalações elétricas, concluímos que para a segurança de equipamentos e pessoal se faz necessário a adequação da instalação elétrica do prédio.

Antes de tudo se faz necessário uma análise técnica por um profissional qualificado para a realização das adequações sugeridas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, Resolução Normativa nº 414/2010: Atualizada até a Resolução Normativa nº 725 de 7 de junho de 2016. Brasília, DF. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/REN_414-Texto_Compacto-725-2016.pdf/3cc31bf8-4833-4d03-95d9-d93e902bef8c. Acesso em: 24 Nov.2020.
- [2] ARAÚJO, FRANCISCO JADILSON SANTOS et al. ENGENHARIA ELÉTRICA. 2016. Acesso em 28 de Out. 2019.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410/2008: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2008.
- [4] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10– Segurança em instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016. Disponível em: <<http://www.mtsp.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf>>. Acesso em: 07 Out. 2019.
- [5] CREDER, Hélio. Instalação Elétrica.16.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- [6] SILVA JÚNIOR, Franclin Róbias da. Projeto de balanceamento de cargas elétricas em instalações com múltiplos quadros de distribuição com base em uma heurística evolutiva. 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil. Acesso em 31 Out 2020.
- [7] NORMA TÉCNICA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO (EDIFICAÇÕES INDIVIDUAIS). Disponível em: <http://www.amazonasenergia.com/cms/wp-content/uploads/2017/09/NDEE-02-Norma-Forn-de-Energia-El%C3%A9trica-em-BTEdifica%C3%A7%C3%B5es-Individuais.pdf>. Acesso em 08 Nov. 2020.
- [8] NORMA TÉCNICA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MEDIA TENSÃO Disponível em: <http://www.amazonasenergia.com/cms/wp-content/uploads/2017/09/NDEE-01-Norma-Forn-de-Energia-El%C3%A9trica-em-MT138KV-e-345KV.pdf> Acesso em 09 Nov. 2020.
- [9] MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétrica Industriais. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- [10] OLIVEIRA, Adriel de. Estudo das normas NR 10 e NBR 5410 aplicado a instalações elétricas hospitalares. 2017. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11255>>. Acesso em: 07 Set. 2019.
- [11] SANTANA, WOLNEY LUCENA. Inspeção das Instalações Elétricas do bloco K, L e M do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica. João Pessoa, 2016. Disponível em: http://www.cear.ufpb.br/arquivos/cgee/TCC/TCC_-_Wolney_-_vers%C3%A3o_final.pdf. Acesso em: 23 Out. 2020.
- [12] DA SILVA, Mauricio Dias Paixão. Prevenção de acidentes nas instalações elétricas. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://monografia.poli.ufrj.br/monografia/monopoli10017749.pdf>>. Acesso em: 28 de Out. 2019.

Capítulo 11

Domótica aliada à eficiência energética: Sistema para gerenciar consumo de energia em uma residência unifamiliar

Jessica Caroline Ferreira de Souza

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Este artigo apresenta um estudo perante questões conflitantes quando se fala de energia elétrica, relacionando a automação residencial e a economia, em seus diversos aspectos. Objetiva-se aqui citar os conceitos mais comuns quando se fala sobre o tema, além de mostrar formas de cálculos usadas em projetos reais de eficiência energética. Numa demonstração de fácil entendimento buscou-se desmistificar que a domótica ainda seja uma tecnologia distante da realidade e de altos custos, fazendo -se atraente para os mais diversos públicos. A amostra de dados real coletada na cidade de Manaus - AM, em um bairro de classe média torna a comparativa ainda mais interessante quando utilizada dados reais de tarifa energética para efeito de cálculo e comparação com os valores estimados nos resultados. Usando a plataforma de hardware Arduino Uno, junto aos seus dispositivos compatíveis, é possível simular um sistema que perfeitamente possa ser implementado de forma real posteriormente.

Palavras-chave: Automação residencial, arduino, eficiência energética.

1. INTRODUÇÃO

Os conceitos de tecnologia, conforto, economia e segurança são fortemente ligados. A interação homem-máquina é dita como ação ultrapassada visto que a automatização de processos vem substituindo ações manuais, às vezes trabalhosa e suscetíveis à falha, por ações pré-programadas, realizadas por sistemas embarcados. Como área em constante crescimento, automação é denominação para sistemas de controle, onde os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, sem interferência. Para Souza (2016), ela está presente em diferentes níveis de atividade humana, desde residências e sistemas de controle de tráfego, até processos industriais, projetos de pesquisa e jornadas espaciais.

O crescente aumento do consumo de energia elétrica também é uma peça importante para se observar, visto que grande parte da energia consumida ainda é proveniente de fontes não renováveis. Para Nowaczyki (2018) visando contornar esta situação devem ser priorizados o uso das fontes de energias limpas e renováveis, bem como optar por métodos que possibilitam a eficiência energética do sistema, diminuindo assim o desperdício de energia e consequentemente garantindo um melhor aproveitamento do sistema.

A tecnologia para casas inteligentes é uma proposta muito bem aceita pelos consumidores. Através dela, a automação residencial oferece inúmeras possibilidades de serviço, como a interação de áudio e vídeo, controle de entrada e saída dos condomínios e residências, monitoramento e automatização de cortinas e muitas outras opções que privilegiam o conforto das residências. A automação residencial pode trazer diversos benefícios a quem a utiliza. Através de um aplicativo móvel pode-se obter maior praticidade na execução das tarefas diárias, como por exemplo apagar uma luz, ativar o alarme, abrir uma porta, dentre tantas outras possibilidades (VANDRAMETO, 2018). Pensando nisso, a ideia de automatizar uma residência define-se em simplificar e facilitar diversas ações realizadas no dia a dia, e principalmente visar a economia e eficiência de energia, visto que, de acordo com dados da ANEEL, o estado do Amazonas tem um dos mais altos valores de KW por hora do Brasil.

A automatização quanto segurança, traz muitos recursos que podem ser utilizados em conjunto, variedades de sensores, sejam eles de presença, de barreira, alarme, como também de nível, fumaça, calor, os que medem temperatura ambiente, todos estes dão o “feedback”, para seus usuários do que está acontecendo com seu imóvel (SOUZA, 2016).

Quando o assunto é conforto, a climatização passa a ser um fator de grande relevância, mas também preocupação. Com as altas temperaturas quase que o ano todo, a cidade de Manaus tem altos níveis de consumo de energia relacionados à condicionadores de ar. Com a automatização o usuário pode, por exemplo, ativar remotamente o sistema de climatização da casa e então ao entrar na residência encontrar o ambiente em condições mais favoráveis se

comparado ao clima externo, como também, desligar o aparelho em determinado horário ou temperatura, evitando o alto custo de várias horas ligado. Para que isso ocorra são necessários alguns equipamentos, de preferência de baixo custo, como placas de Arduino, que são interligadas aos dispositivos automatizados da residência através de um servidor web.

Este estudo objetiva fazer uma análise comparativa entre os elementos conforto versus economia. Tendo como objeto de estudo um apartamento em um condomínio de classe média na cidade de Manaus, faz-se um levantamento de carga, comparando com a

tarifa referente, simula todo um sistema de automação na plataforma de prototipagem do Arduino, faz-se o cálculo referente aos dados da simulação e discute se houve diferença significativa e relevante para o estudo em questão, podendo, caso viável e favorável, implementar o projeto de forma real no local de estudo. Sempre visando a economia de energia aliados à conforto e praticidade no dia a dia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo caracteriza-se como uma pesquisa científica aplicada que visa explorar a automação residencial simulada via software Tinkercad, que é uma plataforma de fácil acesso e exercício.

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O local de estudo em questão é um apartamento de 60 m² em um condomínio de classe média, situado no bairro Colônia Terra nova, Zona norte da cidade de Manaus. Este condomínio conta com cerca de 45 076 habitantes (CENSO, 2010). O apartamento em estudo tem um histórico de altas tarifas de energia praticamente todos os meses do ano. A média anual de kwh é de 702. Para efeito de estudo temos em mãos a tarifa referente ao mês de outubro de 2020. Essas informações servirão como base comparativa que busca economia de energia e diminuição no valor da tarifa. Para melhor visualização apresenta-se a planta do apartamento na Figura 1.

Figura 1. Planta do apartamento



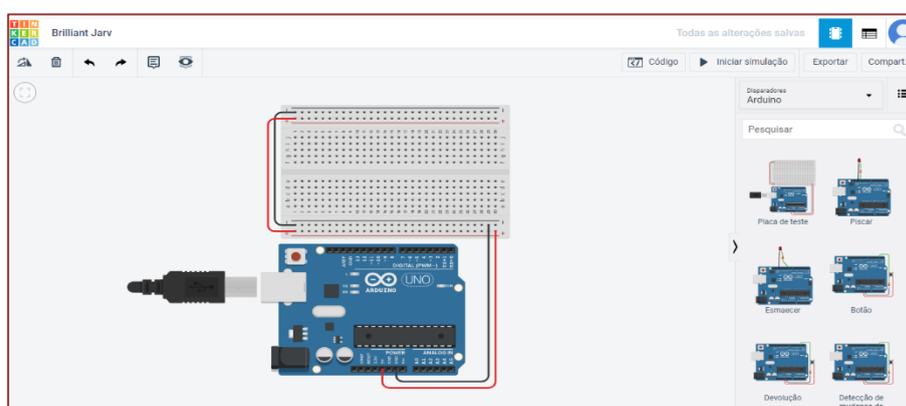
Fonte: Autores (2020)

2.2. TINKERCAD

O Tinkercad é uma ferramenta online de design de modelos 3D em CAD e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk. Por ser gratuito e fácil de usar, encontramos nele uma oportunidade de ensino de Programação Embarcada, visto que a primeira barreira encontrada pelos alunos é a de não possuir os componentes e o microcontrolador em mãos.

É utilizada no ensino de circuitos eletrônicos para leigo. A plataforma possui uma biblioteca de armazenamento de componentes eletrônicos, onde, com um simples toque, o usuário consegue arrastar alguns componentes para montar um circuito e fazer uma simulação (LEITE et al., 2019). Uma de suas maiores vantagens é em ser um simulador online, de muito fácil acesso. A Figura 2, mostra a interface na plataforma, bem como algumas de suas funções:

Figura 2. Interface Software



Fonte: Autores (2020)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para dar início ao estudo foi necessário levantar dados para identificar a problemática.

Sendo o local de estudo uma residência comum, foi averiguada a tarifa de energia elétrica referente ao mês de outubro, conforme na Tabela 1.

Tabela 1. Tarifa mês de outubro de 2020.

KWh (ÊS Outubro)	Valor	Total
496	R\$ 702 x 0,886453	R\$ 624,78
Contrib. Iluminação	R\$ 25,05	R\$ 464,73
Correção monetária	R\$ 15,68	R\$ 480,41
Juros de Mora de importe/serviço	R\$ 4,94	R\$ 670,45

Fonte: Autores (2020)

A tarifa visa assegurar aos prestadores dos serviços receita suficiente para cobrir custos operacionais eficientes e remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade e garantir o atendimento com qualidade (ANEEL, 2017). Tendo conhecimento de que o local de estudo conta apenas com 1 (um) morador, pode-se dizer que é uma tarifa consideravelmente alta. Tendo conhecimento do dado ano mais recente, a ANEEL (2017) informa que em 2018, o valor médio tarifário foi de R\$ 524,22 por MWh.

Aprofundando-se mais na problemática, tenta-se achar os aparelhos ou circuitos que elevam essa tarifa (aparelhos de maior potência e/ou que permanecem ligados por muitas horas) e foi identificado o sistema iluminação e os condicionadores de ar. Um fato talvez determinante para o alto consumo nessa residência seja que o morador trabalhe em home office, fazendo com que passe muito tempo em casa, com luzes, ar-condicionado, computadores e impressoras ligados.

O home office caracteriza-se como uma forma de trabalho flexível, decorrente das evoluções tecnológicas que aconteceram ao longo dos anos. Estas evoluções, como o desenvolvimento e o uso frequente da Internet, proporcionaram uma nova forma de desenvolver o trabalho, tanto para as organizações, quanto para os trabalhadores (Taschetto & Froehlich, 2019).

Com os dados coletados, podemos estipular valores para cada ponto chave dos possíveis problemas, em reais e utilizando os conceitos citados no decorrer do estudo. Na Tabela 2 constam os números de ambiente dentro do local de estudo, seus pontos de iluminação e suas respectivas potências dadas em VA. A NBR 5410 tem regras para o cálculo quanto à previsão de carga, porém os valores citados aqui foram levantados de acordo com o estado real do apartamento.

Tabela 2. Levantamento de carga iluminação

Dependência	Número de pontos	Potência total
Sala	2	200VA
Cozinha	2	200VA
Quarto 1	1	100VA
Banheiro	2	160VA
Quarto 2	1	100VA
Corredor	1	100VA
		Total: 860VA
		Pt* Fp (0,8) = 688W

Fonte: Autores (2020)

Estipulando um total de 10 horas de uso/dia devido ao tempo que o usuário passa em casa, temos:

$$(688 \times 10 \times 30)/1000 = 206,4\text{kWh}$$

Considerando o valor do kWh à R\$: 0,89 como visto na fatura, resulta em **R\$: 183,7** por mês. Os aparelhos de ar-condicionado, também são parte dessa problemática sendo aparelhos de alto consumo ligados por longos períodos. A residência conta com o total de 3 aparelhos, porém, apenas dois são de uso diário.

O aparelho 1 é um ar-condicionado de janela Electrolux, de **10000 BTU** de potência. Transformando para Watts temos **970,19 W**. O aparelho 2 é um ar-condicionado de janela Gree de **7500 BTU**, transformando em Watts tem-se **699,84 W**. Sabendo os valores da potência, na Tabela 3 é possível estipular quantos kWh é utilizado e assim saber o valor em reais, aproximado, de acordo com as horas de uso e considerando o mesmo valor do kWh citado acima.

Tabela 3. Potência dos aparelhos de ar-condicionado

Aparelho	Potência (W)	Consumo horas dia	Total (R\$)
1	970,19	9h	233,13
2	670	8h	141,5
			382.63

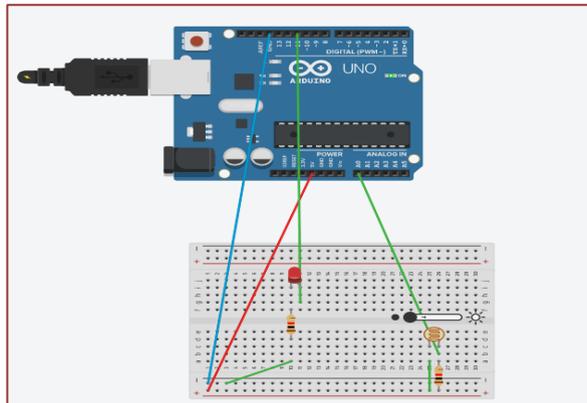
Fonte: Autores (2020)

Após os dados levantados então pode-se implementar as melhorias do sistema utilizando os conceitos de automação residencial. Como dito, neste estudo foi utilizado a plataforma Arduino uno, sensores de luminosidade e movimento, e shields como o Ethernet.

A proposta de melhoria quanto ao circuito de iluminação consiste basicamente em usar sensores de luminosidade (pensando no melhor aproveitamento do da luz natural) e sensores de movimento (para acionar as lâmpadas quando identificar que há uma pessoa no local e apagar quando não detectar nada na área de cobertura. Pinto (2018) diz que o sensor pir, que é um sensor que detecta movimentos, cuja sensibilidade pode ser regulada e, ao acionar o sensor, dependendo de qual função ele esteja operando, irá disparar e fazer com que aconteça aquilo que o projeto tem por finalidade.

Sensores são indispensáveis em residências, condomínios e indústrias que utiliza algum tipo de tecnologia inteligente para economizar energia, para garantir a segurança, para identificar se o carro está parado em frente ao portão eletrônico, etc (Moi, 2014). O sensor LDR (ou fotos sensor) funciona como um coletor de luz produzido pelo laser de diodo. O valor da resistência do LDR serve como um indicador de se a carga passa pelo sensor para que seja possível ver por quanto tempo a carga cai (Jefiza, 2020). A Figura 3, mostra o esquema o esquema elétrico projetado. O led vermelho representa a lâmpada interligada ao sistema.

Figura 3. Led ligado, iluminação baixa



Fonte: Autores (2020)

Enquanto não detectado movimento no raio de alcance, a luz (representada pelo led) permanece desligada. Levando em consideração que o aproveitamento da luz natural durante o dia reduza a necessidade de luz artificial e, em cômodos onde não se tem movimento, as luzes ficam inativas juntamente com o tempo que o usuário fica fora da residência, podemos estipular uma diminuição de consumo nesse circuito de aproximada 4 horas. E utilizando à equação (1), substituindo a variável tempo, temos:

$$(688 \times 6 \times 30) / 1000 = 123,84 \text{ kWh}$$

Considerando o valor do KWh à R\$: 0,89 resulta em R\$: 110,21 por mês. Podemos observar a diferença entre os valores na Figura 4.

Figura 4. Iluminação



Fonte: Autores (2020)

Ribeiro (2018) salienta que aliado a sensores e atuadores, um programa gerenciador de energia pode otimizar a utilização de equipamentos de alta potência, permitindo um uso mais racional e inteligente da energia. A ativação de equipamentos de

grande potência em horários pré-determinados e o controle de portas, janelas e persianas para permitir maior utilização da luz natural são passos iniciais na racionalização.

Para os aparelhos de ar-condicionado uma alternativa para melhor otimizar a integração e interação do usuário com ambiente e tentar diminuir seu consumo foi a utilização do arduino junto à Ethernet shield que coloca o circuito na rede possibilitando que usuário possa controlar de maneira remota via web ou app (como o Arduino Bluetooth Kawalan). A Figura 6, mostra a interação dos elementos.

Figura 5. Esquemático arduino



Fonte: Autores (2020)

Com esse esquema é possível que o usuário programe pequenos intervalos de tempo para desligar o ar-condicionado a qualquer hora do dia, mas no caso em estudo, é interessante que seja programado durante as horas de sono e em curtos intervalos de tempo, para que o usuário não sinta nenhum tipo de desconforto. O usuário através do App programa a partir de certo horário, o sistema faça intervalos de 15 minutos a cada hora. O contador espera até o horário para ativar o relé, começa a contagem e depois o período desativa o relé. Supondo que o sistema faça isso das 22 horas até as 6 horas, totalizando 8 intervalos de 15 minutos igual a 2 horas no ar-condicionado do dormitório.

A Tabela 4 reescreve o novo intervalo de tempo proposto pós implementação do sistema apenas no ar-condicionado do dormitório, onde a ideia de programar intervalos de tempo seja melhor aceita. Já o aparelho de ar-condicionado da sala, onde o usuário utiliza para home office, permanece com suas horas normais, porém abre possibilidade de automatizar apenas sistemas para controle e averiguação de temperatura nesta tela, o usuário também possui a informação da temperatura atual do cômodo, assim podendo decidir antes de chegar em casa se já deve acionar o ar-condicionado (TRETER, 2014).

Tabela 4. Novo dado do aparelho de ar-condicionado

Aparelho	Potência (W)	Consumo horas dia	Total (R\$)
1	970,19	9h	233,13
2	670	6h	107,33
			330,46

Fonte: Autores (2020)

A Figura 6 mostra uma comparação, em reais, dos valores estipulados de antes e depois da simulação. Treter (2014), em seu estudo “Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo com acesso remoto via web” tem um resultado

parecido com o esperado quando diz que o sistema de ar-condicionado permite o gerenciamento remoto do ar-condicionado da residência, através do sistema de supervisão.

Figura 6. Gráfico de comparação de aparelho de ar-condicionado



Fonte: Autores (2020)

Na tela do sistema de ar-condicionado, o usuário pode desligar o ar-condicionado ou acionar de acordo com algumas funções pré-estabelecidas, tais como: função frio à 18°C ou à 22°C, função quente à 20°C ou à 25°C, além de ligar somente a ventilação. Além disso o usuário pode fazer um agendamento para ligar e/ou desligar o ar-condicionado, definindo dia, hora e a função desejada.

A análise econômica da simulação do sistema de automação residencial, manipulando apenas as variáveis citadas acima, em reais fica em uma diferença de R\$ 125,66 abaixo do consumo inicial, como mostrado na Figura 9.

É possível observar uma redução significativa em reais após a simulação baseada em análises de dados reais postos em equações que realmente são utilizadas na elétrica. Obviamente também que, por se tratar de uma simulação estipulada de dados, abre espaço para margens de erro, mas que mesmo assim, pode-se associar a automação residencial como uma tecnologia que vai além do conforto, ela também gira em torno da economia de energia.

Figura 9. Comparação geral



Fonte: Autores (2020)

Contrariando a ideia defendida aqui, Ribeiro (2018) fala que em relação às possibilidades que a automação residencial pode trazer aos moradores com algum tipo de limitação, em especial em relação a sua segurança física no imóvel e principalmente na sua independência para as tarefas cotidianas, elas extrapolam a esfera do conforto para atingir um aspecto muito mais elevado, a independência do usuário.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi apresentado uma análise de uma situação real que constantemente se torna foco das discussões no âmbito da eficiência energética, bem como na área de automação. O estudo conjunto desses fatores levou ao êxito da proposta. Foi mostrado a automação residencial não mais como uma tecnologia distante e utópica para a maioria das pessoas, mas como uma proposta acessível à todas as classes.

A automação de modo geral, está para facilitar a vida e as ações das pessoas. Sua principal característica de um ambiente inteligente é a capacidade de integrar os sistemas de uma habitação, além de facilitar a utilização pelos usuários. Do ponto de vista do usuário, ela torna a vida doméstica mais confortável e dinâmica, e com as aplicações certas, mais segura também. Já do ponto de vista econômico, viu-se bastante favorável, oferecendo economia significativa manipulando poucas variáveis. Para esse estudo foi levado em consideração apenas os pontos mais problemáticos apontados pelo próprio usuário, porém com tamanha vastidão dessa área, seria possível atentar para outros pontos ou integrar toda a residência.

É importante salientar que foi um estudo muito característico, já que se trata de um objeto real, com dados reais. Características essas que podem ou não destoar do senso comum, por exemplo, relacionado ao número de horas que o usuário fica em casa mas que também entra em outra questão intrinsecamente ligada à automação residencial: A liberdade de se ter um sistema totalmente personalizado e pensado de acordo com as necessidades de cada um.

REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, Eduardo Rodrigues de. Domótica: Controle de Automação Residencial Utilizando Celulares com Bluetooth. Univali - VIII Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/16014124.pdf> Acesso em 04 nov. 2020.
- [2] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL: Tarifa energética brasileira. 2017. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/infografico>. Acesso em: 14 out. 2020.
- [3] ARAÚJO, Warley Monteiro. et al. Visão geral sobre microcontroladores e prototipagem com arduino. Revista Tecnologias em Projeção, v10, n°1. 2019. Disponível em: <http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao4/article/view/1357>. Acesso em: 17 out. 2020
- [4] ARDUINO. ARDUINO. Disponível em <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 30 set. 2020.
- [5] COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Victor Hugo do Nascimento. Edifícios inteligentes: uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo: Blucher, 2017. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/openaccess/9788580392210/00.pdf> Acesso em: 14 nov.2020
- [6] FERRONI, Eduardo Henrique, et al. A plataforma Arduino e suas aplicações - Centro Universitário do Sul de Minas UNIS-MG. 2015. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/uiips/article/view/14354>.

Acesso em: 02 nov. 2020

- [7] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- [8] JEFIZA, Adlian; NOVIANAS, Hafidz. ptimasi Pesawat Atwood Menggunakan Sensor LDR(Light Dependent Resistor). 2020. Disponível em: <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/ASEECT/article/view/2361/1176>. Acesso em 25 nov. 2020.
- [9] LEITE, J. et al. Proposta de inclusão do Programa Meninas Digitais no Movimento Maker através da plataforma digital Autodesk Tinkercad. In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DE MATO GROSSO, 10., 2019. Anais [...] SBC, 2019. p. 157-159. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/erimt/article/view/8619/8520>. Acesso em: 03 out. 2020.
- [10] MOI, Caio Vargas. Alarme ativado por um sensor de movimento - Centro Universitário de Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/5933/1/20817168.pdf>. Acesso em: 24 out. 2020.
- [11] MURATORI, José Roberto; DAL BÓ, Paulo Henrique. Automação Residencial - Conceitos e Aplicações. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Educere, 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/22071576/Automa%C3%A7%C3%A3o_Residencial_2_Edicao_OK Acesso em: 23 set. 2020.
- [12] NOWACZYKI, Ana Paula Padilha. et al. Domótica aplicada à sala de aula: Medição de tensão. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/100598>. Acesso: 03 out.2020.
- [13] OLIVEIRA, José Domingos Da Silva. et al. Demonstração de automação residencial com Arduino. Disponível em: <https://www.unibalsas.edu.br/wp-content/uploads/2017/01/ARTIGO-JOSE-DOMINGOS.pdf>. Acesso em: 07 out.2020.
- [14] PINHEIRO JR, José Augusto da Cruz. Proposta de melhoria no processo de produção de uma padaria de pequeno porte com base em um processo de automação. 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/proposta-de-melhoria-no-processo-produtivo-de-uma-padaria-de-pequeno-porte-com-base-em-um>. Acesso em 26 set. 2020.
- [15]
- [16] PINTO, Kassio Henrique Oliveira. APLICAÇÃO DA DOMÓTICA NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES DOMÉSTICOS. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO - UFRSA. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4573/1/KassioHOP_ART.pdf. Acesso em 23 out. 2020.
- [17] RIBEIRO, Carlos Eduardo. DOMÓTICA: viabilidade da Automação Residencial. 2018. Centro Universitário Sul de minas. Disponível em: http://192.100.247.84/bitstream/prefix/651/1/TCC%20-%20Viabilidade%20da%20Automa%C3%A7%C3%A3o%20Residencial_FINAL.pdf Acesso em 23 set. 2020.
- [18] SANTOS, Jôsi Mylena de Brito. et al. Aplicação da domótica para o conforto residencial e sua implicação na eficiência energética. Caderno de ciência e tecnologia. 2019. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26391/14443>. Acesso em 05 out. 2020.
- [19] SARTORI, Guilherme. et al. Desenvolvimento de um sistema microcontrolado de baixo custo utilizando smartphone para aplicação de automação residencial - Universidade federal do Paraná, 2016. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3884/1/CT_COELE_2014_2_09.pdf. Acesso em: 30 set. 2020.
- [20] SOUZA, Antonio Roniel Marques de. et al. Automação residencial e eficiência energética: um estudo de caso - Brazilian Journal of Development. 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/2899>. Acesso em: 20 out. 2020.
- [21] SOUZA, Marcelo Varela. Domótica de baixo custo usando princípios de IoT. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22029/1/MarceloVarelaDeSouza DISSERT.pdf>. Acesso em: 23 set. 2020.

- [22] SOUZA, Ruan Giovani, SANTOS, V. Sistema de automação residencial de baixo custo - Faculdade de Tecnologia de Garça “Deputado Julio Julinho Marcondes de Moura”, 2016. Disponível em: <https://fatecgarca.edu.br/uploads/documentos/tcc/monografias/mecatronica/2016-1/Ruan%20Giovani%20de%20Souza%3b%20Vinicius%20dos%20Santos%20-%20Automa%C3%A7%C3%A3o%20residencial%20de%20baixo%20custo.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2020.
- [23] TASCETTO, M., & Froehlich, C. (2019). Teletrabalho sob a perspectiva dos profissionais de recursos humanos do Vale do Sinos e Paranhana no Rio Grande do Sul. *Revista de Carreiras e Pessoas*, 9(3), 349-375. <https://doi.org/10.20503/recape.v9i3.39652>
- [24] TRETER, Marcos E. et al. Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo com acesso remoto via web. 2014. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática*. Disponível em: <http://www.swge.inf.br/CBA2014/anais/PDF/1569935133.pdf>. Acesso em: 18 nov.2020.
- [25] VENDRAMETTO, Marlon Bruno. Automação residencial utilizando o microcontrolador Arduino e aplicativo móvel - Universidade tecnológica do Paraná. 2018. Disponível em : http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10421/1/PG_COADS_2018_2_07.pdf. Acesso em: 23 set .2020.
- [26] YOUNG AN, Paulo Áquila Sin. Eficiência energética em refrigeração de ar para aplicação residencial ou industrial utilizando o microcontrolador arduino. 2019. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_publicacao_paulo_rev2.pdf. Acesso em: 02 nov. 2020.
- [27] ZAMBERLAN, Bernardo cervo. Automação residencial por comando de voz com Arduino - Antonio Meneghetti Faculdade - AMF. 2016. Disponível em: <http://repositorio.faculdadeam.edu.br/xmlui/handle/123456789/81>. Acesso em: 30 set. 2020.

Capítulo 12

Aterramento de contêineres em canteiro de obras: procedimentos de aterramento de contêineres baseado na legislação em vigor

João Souza da Silva

Daniele Ambrósio Freitas

Livia da Silva Oliveira

Resumo: As atividades de construção são sempre crescentes na maioria das regiões do planeta, e a velocidade da construção desses canteiros de obras que são áreas de vivência, e a exigência cada vez mais de um melhor padrão se faz necessário, e para ter uma qualidade superior, buscou elaborar uma estrutura melhor que madeiras e alvenarias, adotou-se os containers que melhor atende as empresas de pequeno, médio e grande porte, facilitando a logística e a mobilidade na hora de construir. Hoje com os containers, os canteiros de obras levam a metade do tempo, pois as estruturas já são existentes, é apenas uma questão de modulação e estética. Devido ao material que são fabricados exige uma preocupação quanto a segurança de descargas elétricas oriundas de mudanças climáticas e outros fatores, esse artigo vem mostrar de forma simples e clara os procedimentos de aterramento de contêineres baseado na legislação vigor existente.

Palavras-chave: Segurança, aterramento, canteiros de obras.

1. INTRODUÇÃO

Canteiro de obra é uma área de trabalho duradoura ou temporária, onde se avança as operações de apoio e execução de uma obra e é constituído por áreas de convivência e áreas de trabalho.

Devem ser criados e projetados antes mesmo do início da construção (TISSEI, 2017) de qualquer obra. Esse processo potencializa o espaço de trabalho e viabiliza maior eficácia e segurança para a construção. O planejamento do canteiro de obras, ou planejamento de “layout” como também é chamado, pode ser determinado como o planejamento da logística da obra, como a distribuição das instalações provisórias, abastecimento de materiais, movimentação de colaboradores e máquinas, entre outros. Essa organização, se bem idealizado, proporcionará melhor eficiência para obra devido a diminuição do tempo de deslocamento de materiais, máquinas e pessoas, atuando diretamente na ação da obra e na funcionalidade na execução de cada processo de trabalho.

O uso de contêiner como cantinas, vestiário, banheiros, alojamentos, entre outras funcionalidades instalações residências e de equipamentos é uma economia de espaço (LOPES, 2016), a vantagem é que a solução não exige muito trabalho para ficar pronto. Em casos em que é indispensável iniciar rápido a obra e não há imposições para construir alojamentos fixos, a melhor opção é o container.

Os containers utilizados no canteiro de obras devem incluir todas as recomendações da NR-18. Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção, para afirmar o bem-estar dos trabalhadores em canteiros.

O aterramento é um sistema adotado para inibir desequilíbrios na tensão elétrica de uma instalação qualquer, remover fugas de energia que sejam capazes oscilar as fases na rede externa (fornecimento) e prevenir contra choque elétrico por meio do contato humano com a carcaça (parte metálica) de equipamentos com falha no isolamento (KINDERMANN, 2016).

Esse projeto dispõe-se o aterramento de containers em canteiro de obra com o objetivo de resguardar as pessoas e o patrimônio de falhas (curto-circuito, choques, sobrecargas de energia, descargas atmosféricas etc.) na instalação, bem como ajudar no bom funcionamento de outros dispositivos de segurança, como fusíveis e disjuntores, visto que a corrente é desviada para a terra.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Quando utilizados contêineres, estes devem dispor de proteção contra ameaças de choque elétrico por contatos indiretos, além do aterramento elétrico. Um container opera pelo mesmo princípio da Gaiola de Faraday: um condutor, quando carregado (TISSEI, 2017), propende a espalhar suas cargas uniformemente por toda a sua extensão. Se esse condutor for uma esfera oca, por exemplo, os resultados de campo elétrico criados no interior do condutor terminam se anulando, criando assim um campo elétrico nulo. É a mesma origem dos aviões e dos carros, contrariando o pensamento popular de que são os pneus que fazem essa proteção.

Um canteiro de obras é uma área ou terreno em que estão sendo realizadas obras de construção. O termo 'canteiro de obras' é frequentemente usado em obras, embora isso tenda a indicar que edifícios (e às vezes, mais especificamente, habitações) estão sendo

construídas, enquanto o termo 'canteiro de obras' pode referir-se a todos os tipos de obras, como como construção de estradas, construção de esgoto, paisagismo e assim por diante.

Para produção deste artigo, foram realizadas revisões bibliográficas em livros, normas, manuais técnicos, sites de internet de abastecedor e grandes empresas que atuam na construção civil. Além do mais, pesquisas referentes aos temas de edificações em container para canteiro de obras, preferivelmente voltadas para o setor da construção civil. Tais levantamentos se deram tanto em artigos científicos como em livros que possibilitaram uma ampliação teórica. A partir das revisões bibliográficas, foi possível realizar um estudo de caso com mais exatidão levando em consideração algumas empresas especializadas em aterramento de contêineres.

O ponto preliminar do nosso processo é a descrição do local onde será feito o sistema de aterramento. Esta descrição deve ser examinada minuciosamente caso a caso, levando-se em conta as características do sistema elétrico que será aterrado, a flexibilidade de local, as particularidades econômicas do projeto, a segurança das pessoas, a probabilidade de inundação do terreno e as proporções iniciais realizadas no local.

O solo expõe resistividade que precisa do tamanho do sistema de aterramento. A distribuição da corrente elétrica alcança camadas profundas com o crescimento da área envolvida pelo aterramento.

Para desenvolver o projeto do sistema de aterramento e necessário conhecer a resistividade visível que o solo indica. A observação destes valores de resistividade é realizada através de medições em campo, usando técnicas de prospecção geoeletrica. As técnicas mais conhecidas são método de Wenner, método de Lee e método de Schlumberger – Palmer. Em nossos estudos optaremos pelo método de Wenner.

2.1. MÉTODO DE WENNER

Este método utiliza um Megger (Terrômetro / Telurímetro) para medir os valores de resistência e fundamental para o cálculo de resistividade do solo. Este instrumento contém dois terminais de corrente e dois de potencial (GOLD, 2020). As medidas são executadas fazendo circular, através da fonte interna do aparelho, uma corrente elétrica entre as duas hastes externas que estão conectadas aos terminais de corrente C1 e C2. O aparelho mostra na leitura o valor da resistência elétrica medido entre as hastes ligadas aos terminais de potencial P1 e P2. A resistência medida pode ser representada em (1).

$$R = \frac{V_{P1}}{I} = \frac{\rho}{4\pi} \left(\frac{1}{a} + \frac{2}{\sqrt{a^2 + (2p)^2}} - \frac{2}{\sqrt{(2a)^2 + (2p)^2}} \right)$$

onde:

R = Leitura da resistência em Ω no Megger para uma profundidade "a".

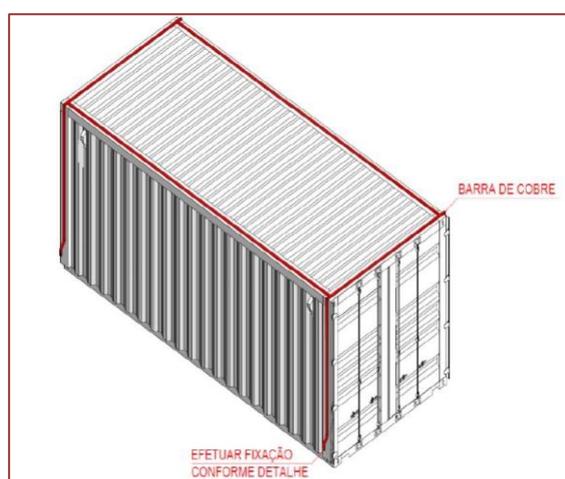
a = Espaçamento das hastes cravadas no solo p = Profundidade das hastes cravadas no solo.

2.2. PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA (SPDA)

O Contêiner precisará estar provido de sistema de proteção contra descarga atmosférica responder a norma NBR 5419 proteções de estruturas contra descargas atmosféricas. O Contêiner deverá ter uma malha de aterramento interna, em formato de anel por barra retangular de cobre respondendo corrente máxima de 150 Amperes e uma malha de aterramento externa, em formato de anel por barra retangular de alumínio respondendo a corrente máxima de 150 Amperes, todas interligadas a uma barra de equipotencialização. Na parte externa do contêiner será transmitido em uma das extremidades um ponto de conexão por meio de conector fendido de 50,00 mm² para a conexão da malha de terra local.

Na Figura 1, apresentamos na área externa do contêiner, a primeira etapa do processo de aterramento.

Figura 1. Container estrutura de Captação



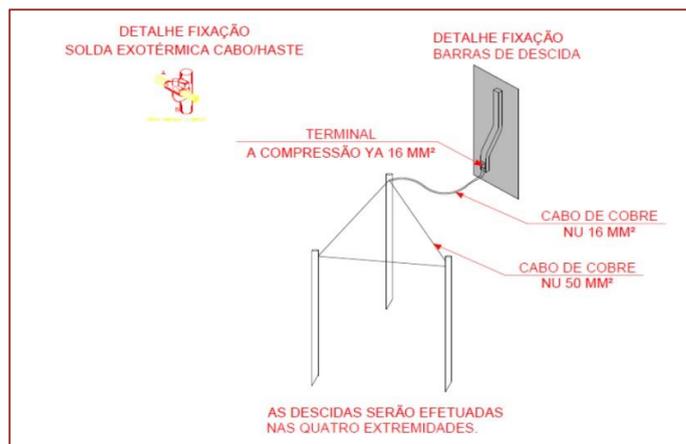
Fonte: Autores (2020)

Cada terminal aéreo recebe um “raio de atração”, que é calculado em função de sua altura, raio de curvatura, localização na estrutura, dimensões da estrutura e um conjunto de parâmetros do local, atmosféricos e relâmpagos. De maneira semelhante, um raio atraente é atribuído a todas as “características concorrentes” na estrutura que também podem capturar um raio, por exemplo, bordas de edifícios, cantos, parapeitos, mastros, salas de motor de elevadores etc.

Os cálculos dos raios atraentes também dependem do critério de iniciação do líder ascendente empregado, no caso presente um campo crítico de quebra de mais de uma carga espacial efetiva ou raio corona de ambos retirados de experimentos de laboratório de investigações anteriores (KINDERMANN, 2016). Os cálculos de raio atraente envolvem cálculos tridimensionais do campo eletrostático na superfície e imediatamente em torno da estrutura, ou seja, o grau de intensificação do campo elétrico criado pela penetração da estrutura no campo ambiente da tempestade. A estrutura é considerada protegida se as áreas atrativas combinadas dos vários terminais aéreos se sobrepõem às das características concorrentes.

A Figura 2 mostra a segunda parte do aterramento onde sua conexão será efetuada nas quatro extremidades.

Figura 2. Decida e aterramento



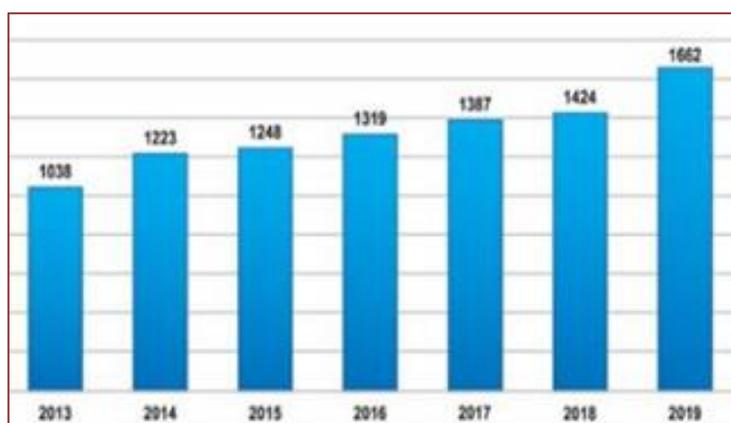
Fonte: pmsantoangelo.abase.com.br (2020)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Normalmente os canteiros de obras possuem estruturas habitacionais por um curto período, com essa ideia os contêineres são instalações que podem ser adequadas para o trabalho de certos setores ou funcionar como alojamentos e banheiros (ALMEIDA, 2017). Rapidamente se tornam sujas e fedorentas se não forem limpas todos os dias. Os recipientes de armazenamento adaptados podem ser conectados ao sistema de esgoto e fornecer torneiras de trabalho. O resultado é algo muito melhor do que o sistema de banheiro temporário comum. Você pode até dividi-los em banheiros masculinos e femininos.

Na Figura 3, é mostrado de forma bem clara e intuitiva o crescimento do uso de containers em canteiro de obra ano a ano.

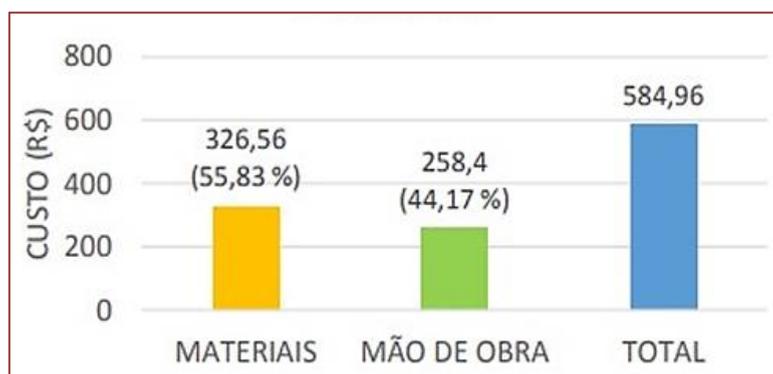
Figura 3. Crescimento do uso de contêiner em canteiros



Fonte: BGengenharia (2020)

A instalação elétrica de contêiner pode ser personalizada conforme a base da necessidade e orçamento e pode adicionar uma nova dimensão de funcionalidade ao contêiner de remessa. Podem ser incluídas luminárias, um aquecedor de placa de base com termostato embutido, tomadas elétricas e interruptores de luz e um painel de disjuntores conectado à parte externa do contêiner de transporte. Em seguida, basta conectar o contêiner a uma fonte de alimentação externa e toda a instalação estará instalada e funcionando. Na Figura 4 mostramos o valor da instalação de um contêiner.

Figura 4. Custo de instalação de um contêiner



Fonte: BGenharia (2020)

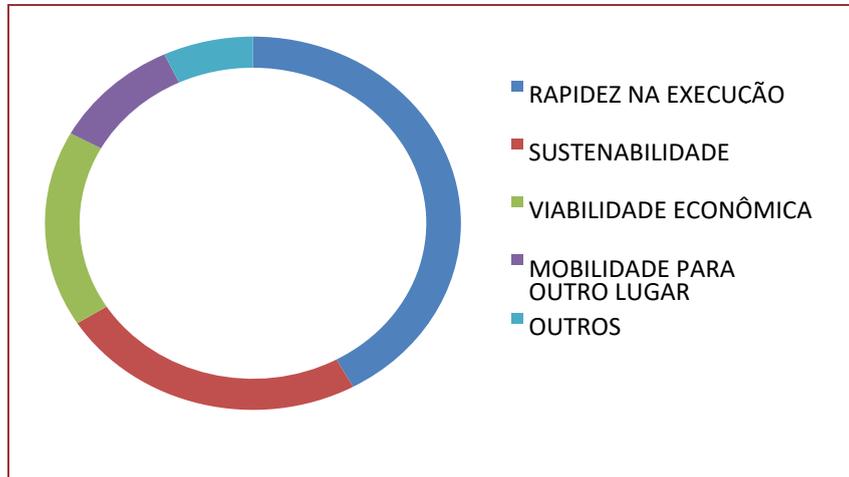
3.1. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Fora a economia de lugar, o interesse é que a solução fica terminada de maneira bastante rápida. Mobilidade e funcionalidade são outros benefícios exposto pelos containers, já que, usualmente, as empresas de engenharias alugam a estrutura, que é entregue pronta no canteiro e pode ser consumido como banheiros, escritório, vestiário, dormitórios, entre outras habitações. Sem numerar que ao acabar a obra (WELLNER, 2020), o container é rapidamente desmobilizado.

A desvantagem é a temperatura que, muitas empresas optam por não investirem em técnicas que reduzam o calor do interior dos containers. Além disso, embora a NR – 18 exija um pé direito mínimo de 2,4 metros, muitas empresas não respeitam a norma. Assim, containers com o pé direito baixo apresentam um conforto térmico ainda é mais.

As Figuras 5 e 6, mostram as vantagens do uso de contêineres em vários aspectos, como sustentabilidade e viabilidade econômica.

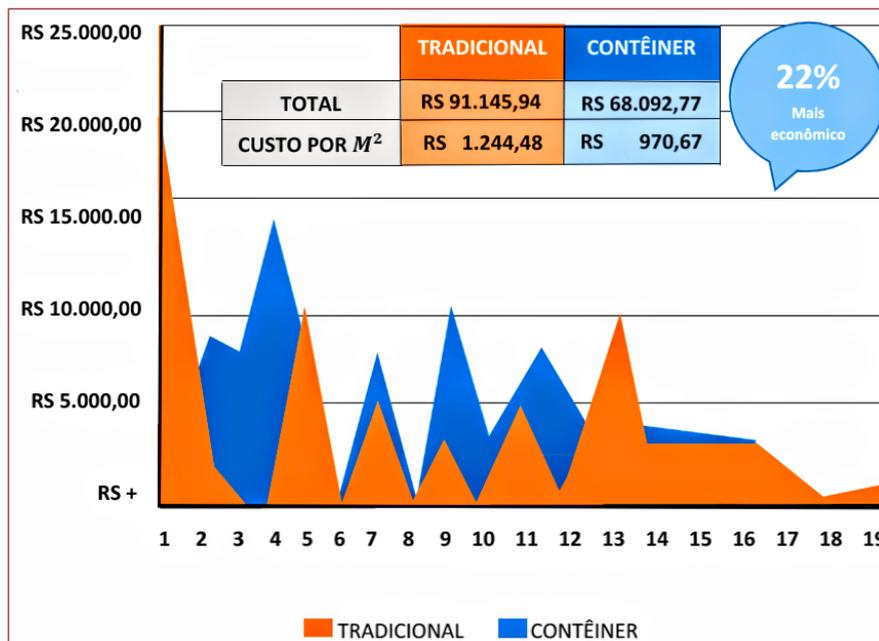
Figura 5. Vantagens referentes ao uso de contêineres



Fonte: BGenharia (2020)

O gráfico mostra que, dentre todas as possíveis vantagens indicadas pelos entrevistados, a que mais se repetiu percentualmente em relação às outras foi: rapidez na execução, seguida da questão da sustentabilidade. Foram utilizados pelos entrevistados vários conceitos e denominações para enumerar as vantagens que este método dispõe, como, por exemplo, rapidez na construção e praticidade na instalação, que, tecnicamente, representam situações distintas, mas que englobam a questão do tempo mais reduzido na execução de um modo geral.

Figura 6. Comparativo entre construção de canteiro tradicional e com o contêiner



Fonte: Autores (2020)

Mostramos a comparação de gasto na construção total de um canteiro de obra tradicional em comparação a um canteiro construído com contêiner, onde podemos economizar até 22% da obra, e levando em consideração que podemos reutilizá-lo depois em outra obra, algo impossível da forma tradicional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os canteiros de obras são um dos ambientes mais desafiadores para o uso seguro da energia elétrica, pois as obras são realizadas em todos os climas. Condições e locais úmidos e molhados que mudam constantemente com o progresso do trabalho podem aumentar o risco de choque elétrico. Conseqüentemente, a diligência e a observação dos requisitos relevantes são ainda mais necessárias.

Dessa forma, não é difícil perceber que a durabilidade dessa opção é uma vantagem a ser observada no momento de escolher em optar por container. Feito de aço ou de alumínio, ele é resistente a ações climáticas e não se deteriora facilmente, mesmo quando exposto a condições adversas como chuva, calor e vento. Canaliza a eletricidade estática por meio da ligação e aterramento e tira mais do que apenas aquela sensação de formigamento após um choque. Ele fornece um caminho seguro para canalizar a energia estática, evitando faíscas e evitando explosões.

Objetivo desse artigo foi mostrar de maneira fácil à instalação do aterramento de container em canteiros de obras, que hoje é uma constante devido à praticidade e a rapidez que essa estrutura apresenta sem contar os custos que são muitos inferiores as instalações comuns realizadas de madeira

REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, D. A.; RODRIGUES, L. T. Viabilidade do reuso de contêiner marítimo para habitação. Adamantina, 2016. Em < <https://minhacasacontainer.com/2017/01/17/viabilidade-do-reuso-de-container-maritimo-para-habitacao-trabalho-de-conclusao-de-curso/>>. Acesso em 25 setembro. 2020.
- [2] ALMEIDA, Caliane Christie Oliveira. OCCHI, Tailene. Uso de Containers na Construção Civil: Viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo – RS. Faculdade Meridional – IMED. Passo Fundo, RS 2017.
- [3] ABNT NBR 1652. Aterramento para sistemas de distribuição. Válida a partir 06/10/2016
- [4] BG ENGENHARIA ELÉTRICA. Segurança do Trabalho. Disponível em: <https://web.facebook.com/pg/BGengenharia/posts/>. Acesso em 01/08/2020
- [5] BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 18 Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção. Disponível em: Acesso em: 15 setembro. de 2020.
- [6] GOLD LOG BRAZIL. Tipos de containers. Disponível em: <<http://www.goldlogbrazil.com/informacoes-gerais/tipos-de-containers/>> Acesso em: 11 setembro. 2020.
- [7] KINDERMANN, Geraldo; CAMPAGNOLO, J.M. Aterramento elétrico. 6. ed. Florianópolis, 2016. 226 p.
- [8] LOPES, G.T.A.; LOIOLA, I. T.; SAMAPAI, A. V. C. F. Arquitetura de Container: Reutilização para 17 Construção Civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.
- [9] Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 18 Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção. Disponível em: <http://www.mte.gov.br> Acesso em: 04

Agos de 2020.

[10] SILVA, L. G. Z.; SPERANDIO, D. Sustentabilidade na construção civil: comparativo de custos entre o sistema de alvenaria convencional e wood frame como forma de redução do déficit habitacional no município de Frederico Westphalen/RS, Revista Gedecon, v6, n.1, 2018.

[11] TISSEI, P. L.; FERNANDA, H. GRAF, M. Sc.; CARVALHO, H. J. S., M.Sc.; SCHEER, S., Dr. Processo BIM em edificações de containers reaproveitados. Mix sustentável, Florianópolis, 2017.

[12] TISSEI, Paula et al. Processo BIM em edificação de containers reaproveitados. Mix sustentável, Florianópolis, v. 3, n.2, p. 101-107, maio.2017. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1933>>. Acesso em: 22 maio. 2020.

[13] VILLANUEVA, Marina M. A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação, 2016. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/mono_poli_10000970.pdf>. Acesso 20/08/2020

[14] WELLNER, Denise. O container! Disponível em <<http://blog.pr.sebrae.com.br/organizacao/o-container>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

Capítulo 13

Atualização em sistemas de telecomunicações: Estudo de caso em estação na cidade de Manaus-AM para adequação do suprimento de energia em corrente contínua

Josicleo Rodrigues da Silva

Livia da Silva Oliveira

Resumo: A humanidade tem vivenciado avanços significativos nos variados meios tecnológicos e estratégicos direcionados para produzir comodidade e condições de aprimoramento dos sistemas que, surgiram com limitação de operação e que se potencializam ou se reinventam para novos processos que vão subsidiando mudanças na forma do agir social levando, entre outros aspectos, agilidade e se sobrepondo a barreiras, que ora imaginadas intransponíveis. No universo das telecomunicações as transformações são muito bem vindas e o sistema vai se reconfigurando em escala exponencial, dessa maneira os mecanismos, os acessos, as relações exigem a cada instante “atualizações”, o que deixa evidente que as telecomunicações incorporam a tecnologia em tempo real e dinamiza parâmetros de adequação e dimensionamento de suas aplicações. Este estudo tece considerações a cerca de um processo de adequação em estação de TELECOM, na cidade de Manaus, através de uma concessionária que aqui será chamada “CT”, cujo nome real será preservado para manter a confidencialidade da informação da empresa. O objetivo desta aplicação, objeto desta pesquisa, foi estabelecer os procedimentos, de atualização, para o fornecimento de energia em Corrente Contínua (SR, Baterias, QDF) como meio de permitir a autonomia de funcionalidade da estação, em vista que, mesmo em processos intermitentes de fornecimento de energia, o sistema não sofra danos na sua funcionalidade, uma vez que, para operação consistente o sistema precisa de energia capaz de subsidiar a demanda dos equipamentos da estação. A metodologia aplicada é exploratória e de caráter qualitativo, um estudo de caso, pois mostra uma aplicação direta de intervenção para adequação do sistema de energia da estação de telecomunicações. A intervenção na estrutura de fornecimento de energia na estação de TELECOM é necessária para acompanhar a evolução do sistema e mantê-lo apto e consistente para subsidiar serviços de qualidade e de caráter constante.

Palavras-chave: Telecomunicações, corrente contínua, tecnologias, adequações.

1. INTRODUÇÃO

A evolução da humanidade vem acompanhada em avanços dos mais variados segmentos tecnológicos que ditam regras para a relação do tempo x sociedade e, as inovações que ocorrem personalizando as gerações, são identificadas pelo vínculo dessa sociedade ao aparato tecnológico que é utilizado em certo instante que faz jus a evolução e sua caracterização. O tempo passa, a ciência promove evolução dos instrumentos e suas inserções conduzem o mundo progressivamente para o futuro embarcando, entre outras formas de tecnologia, as que personalizam os sistemas tornando-os mais ágeis e propensos a eficiência.

Squirra (2016) destaca que a imersão tecnológica reconceitua as individualidades na virtualização dos processos, cabendo que o estabelecimento da comunicação entre homens e máquinas se concretiza com interrelações de natureza elétrica, por interconexões acionados pelos contatos e deslocamentos físicos, falas, biometria e outros, a neurociência interconecta as máquinas à mente humana e passam a compreender as instruções a partir de comandos oriundos do cérebro humano.

A tecnologia concerne os aspectos de progressão de suas características de aplicação baseada na estrutura de sistemas autônomos, como por exemplo o corpo humano, ela tende a plugar as conexões diminuindo as distâncias entre o natural e o artificial, personalizando cada vez mais sistemas que outrora eram passivos de interrupções e dificuldades de processamento.

No mundo das comunicações essas modificações atreladas à tecnologia são muito evidentes e multáveis em escala temporal, muito ágil que muda, quase que imperceptível, para a maioria das pessoas da sociedade, sobretudo, aquelas que não tem a expertise de questionar tais modificações. Sartor (2020) destaca que as novas tecnologias impactaram o meio social, se reconfigurou e se popularizou transformando processos de produção, a distribuição e uso de dados ente outros, houve um salto das mídias unidimensionais tradicionais para um sistema de rede, que se amplifica e se reconfigura instantaneamente, com uma mobilidade muito ampla, sai do papel para a tela de um dispositivo que subsidia inúmeras possibilidades e resolve a dificuldade ocasionada pelo tempo.

A organização da informação que passa, necessariamente, pelo ajuste das tecnologias que difundem as condições de uso de estruturas que vão se moldando com as exigências que o avanço tecnológico requer, por essa razão os sistemas incorporam a necessidade de melhorias e se aprimora pela propriedade de fatores que ajustam, simultaneamente, em sistemas adaptáveis e voltados a implementação de melhorias.

Este artigo caracteriza o meio de estabelecer os procedimentos para o fornecimento e instalação de equipamentos para o Sistema de suprimento de Energia em Corrente Contínua (SR, Baterias, QDF). A necessidade de atualização faz com que a operadora de serviços em telecomunicações cujo fundamento foi instalar equipamentos do tipo 02 SR 2400 A/-48 VCC. Para a execução da implementação foi subsidiado um estudo das necessidades de dimensionamento dos materiais, a caracterização das condições de trabalho e a formalização de acordo com o memorial descritivo e as especificações planejadas.

A metodologia aplicada leva em consideração a aplicação em uma situação de intervenção a uma estação já em operação, mas exige adequação, sem que o sistema sofra interrupção, é um estudo de caso pois se realiza em estação de telecomunicações na cidade de Manaus. Tema a característica exploratória pois tem o caráter de familiarizar o

problema dentro do desenvolvimento da aplicação de modificações na estação de telecomunicações, com isso foi necessário se realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema, acesso ao material técnico de aplicação e as análises no contexto da realização das atividades.

Por se tratar de uma situação específica de aplicação de melhorias em sistema de tecnologia da informação, nesse caso, numa estação de telecomunicações, se pressupõe que este estudo venha a colaborar com as discussões acerca das adaptações tecnológicas do meio, os projetos de engenharia com foco em problemas relacionais que exige maior empenho para simplificar os caminhos, aumentar a competitividade pela qualidade do serviço aplicado e favorecimento de novas possibilidades de valorização da informação para aumentar a eficiência dos sistemas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Por se tratar de um sistema de adequação no setor elétrico da estação de telecomunicações e sendo um estudo de caso que mostra o processamento dos trabalhos cujas as diretrizes são acionadas para gerar confiabilidade de instalação das novas implementações, por essa razão o detalhamento dos passos a tomar devem ser embasados em parâmetros técnicos que vão possibilitando aos profissionais a capacidade de interferir, proferir as adequações com o sistema em pleno funcionamento.

Dentro de uma demanda de serviços que foram executados a pedido da operadora de telecomunicações, onde a relação detalhada da reestruturação requerida está expresso na Tabela 1:

Tabela 1. Etapas e mecanismos da realização dos adequações

Nº	Atividade a realizar	Discriminação do objeto	Especificação/mecanismo
01	Remanejar da sala de baterias/retificadores	01 rack do conversor desativado	layout intermediário
02	Remanejar com transferência de consumidores	o Inversor existente na sala de baterias/retificadores	layout intermediário * cabeamento novo, (CAI-01 e CCI-01)
03	Instalar na sala de Baterias/Retificadores:	02 SR 2400 A/-48 Vcc	layout intermediário
04	Alimentar a nova SR 01 2400 A/-48 Vcc, no QDCA 01	circuito CA-01 e CA-02	memorial de cálculo *Incluir Cabo de Terra, (CC-09 e CC-10)
05	Alimentar a nova SR 02 2400 A/-48 Vcc, no ADCA-02	circuito CA-03 e CA-04	memorial de cálculo e descritivo. *Incluir Cabo de Terra conforme CC-11 e CC-12.
06	Desconectar do sistema e isolar, a alimentação do banco de baterias nº 01	tipo VRLA, 2000 AH, 24 elementos	SR DELTA existente
07	Alimentar o banco de baterias (Bateria 01) tipo VRLA de 2000Ah, 24 elementos (existente)	SR 01 Nova de 2400A/-48Vcc, (FB01 E FB02-630 A)	utilizar os mesmos cabos desconectados da SR antiga DELTA
08	Desconectar do sistema e isolar, a alimentação do banco de baterias nº 02	tipo VRLA, 2000 AH, 24 elementos, existente	sai da SR DELTA existente

Tabela 1. Etapas e mecanismos da realização dos adequações (continuação)

Nº	Atividade a realizar	Discriminação do objeto	Especificação/mecanismo
09	Alimentar o banco de baterias (Bateria 02) tipo VRLA de 2000Ah, 24 elementos (existente)	SR 01 Nova de 2400A/-48Vcc, (FB03 E FB04-630 A)	utilizar os mesmos cabos desconectados da SR antiga DELTA
10	Desconectar do sistema e isolar, alimentaR o banco de baterias nº 05	tipo VRLA, 2000 AH, 24 elementos, existente	SR ELTEK existente
11	Alimentar o banco de baterias (Bateria 05) tipo VRLA de 2000Ah, 24 elementos (existente)	SR 02 Nova de 2400A/-48Vcc, (FB03 E FB04-630 A)	utilizar os mesmos cabos desconectados da SR antiga ELTEK
12	Desconectar do sistema e isolar, a alimentação do banco de baterias nº 06	tipo VRLA, 2000 AH, 24 elementos, existente	sai da SR ELTEK existente
13	Alimentar o banco de baterias (Bateria 06) tipo VRLA de 2000Ah, 24 elementos (existente)	SR 02 Nova de 2400A/-48Vcc, (FB05 E FB06-630 A)	utilizar os mesmos cabos desconectados da SR antiga ELTEK
14	Alimentar o QDDC SICLOM 200 A (Consumo 102 A)	nova SR 01 2400 A, FC-01 200 A, ampliar cabeamento, prever cabeção nova	conforme CC-01 do memorial de cálculos e layout futuro
15	Alimentar o QDDC RANAHAL 200 A (Consumo 25 A)	nova SR 02 2400 A, FC-01 200 A	conforme CC-02 do memorial de cálculos e layout futuro; remanejar alimentação antiga
16	Alimentar o QDDC ELETROPAINÉIS 400 A (Consumo 116 A)	nova SR 01 2400 A, FC-02 400 A	prever cabeção nova, conforme CC-03 do memorial de cálculos e layout futuro
17	Alimentar o QDDC EMERSON 300 A (Consumo 30 A)	através da nova SR 01 2400 A, FC-03 300 A	CC- 04 do memorial de cálculos e layout futuro
18	Alimentar o QDDC WALTEC 500 A (Consumo 140 A)	nova SR 02 2400 A, FC-02 500 A	conforme CC-05 do memorial de cálculos e layout futuro
19	Alimentar o QDDC ELTEK 1000 A (Consumo 370 A)	nova SR 01 2400 A, FC-04, FC-05 630 A	conforme CC- 06 do memorial de cálculos e layout futuro
20	Alimentar o QDDC SICLOM 1000 A (Consumo 320 A)	nova SR 02 2400 A, FC-03, FC-04 630 A	, conforme CC- 07 do memorial de cálculos e layout futuro
21	Alimentar o QDDC RANAHAL 600 A (Consumo 200 A)	nova SR 02 2400 A, FC-05 630 A	conforme CC-08 do memorial de cálculos e layout futuro
22	Desativar e remanejar da sala de energia	SR DELTA 2400 A antiga	Incluir cabos alimentadores em geral
23	Mover e posicionar a nova SR DELTA 01 2400 A	para o lugar da SR DELTA antiga	Fazer acabamento dos cabos alimentadores
24	Desativar e remanejar da sala de energia	a SR ELTEK 2400 A antiga	Incluir cabos alimentadores em geral
25	Mover e posicionar	a nova SR DELTA 02 2400 A	para o lugar da SR ELTEK antiga. Fazer acabamento dos cabos alimentadores;
26	Alimentar o banco de baterias (Bateria 03) tipo VRLA de 2000Ah, 24 elementos (existente)	a SR 01 Nova de 2400A/-48Vcc, (FB05 E FB06-630 A)	utilizar os mesmos cabos desconectados da SR antiga DELTA
27	Alimentar o banco de baterias (Bateria 04) tipo VRLA de 2000Ah, 24 elementos (existente)	a SR 02 Nova de 2400A/-48Vcc, (FB01 E FB02-630 A)	utilizar os mesmos cabos desconectados da SR antiga ELTEK
28	Realizar a instalação dos cabos de alarmes	das 02 SR's 2400 A novas	conforme CC-26 e CC-27, do memorial de Cálculo
29	Identificar extremidades de todos os cabos com anilhas	-	Indicando origem/ destino

Fonte: Autores (2020)

Foram 29 exigências que se procedeu de modo adequacional dentro da Estação, e todos os passos devidamente detalhados no memorial descritivo sendo aplicados conforme a determinação planejada.

A estação de telecomunicações destacada neste estudo se situa em bairro Nobre da Zona Sul da cidade de Manaus se tratando de um importante centro de distribuição e replicação de sinais de telefonia e internet para a Cidade de Manaus e redondezas. Aqui neste estudo se utilizará o pseudônimo “CT” para representar a estrutura da empresa e preservar a confidencialidade da informação.

Por se tratar de um estudo que requer cuidados para a seleção dos materiais a descrição detalhadas dos passos a seguir requer uma metodologia ágil capaz de permitir fácil adaptação e permitir que as mudanças requeridas sejam executadas de forma segura e rápida. Segundo Da Trindade (2016) essas metodologias ágeis possuem características que permite o contato constante com o cliente, a geração de releases ao final de cada etapa do processo, a priorização dos pontos mais importantes requeridos pelo contratante, além de se adequar, fortemente, às mudanças. Dessa maneira, se faz notório os impactos gerados pelas alterações, que levando em consideração as dificuldades de rastreabilidade em ambientes ágeis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades de adequação são requeridas como meio de atualização do sistema, por essa razão a empresa encarregada de distribuir e manter o sistema de telecomunicações ativo em determinada região tem o compromisso, de continuamente atualizar o sistema, garantindo assim a antecipação de problemas, eventuais que venham a ocorrer no decorrer do período de utilização.

Pedraça (2016) destaca que a qualidade da energia dentro de um sistema que requer consistência de funcionalidade exige que sejam tomadas providências para amparar as demandas antes que elas venham a ser requeridas, portanto, calcular, estimar e analisar a qualidade de energia é uma necessidade básica para se requerer mudanças e toda a inserção deve ser discriminada no memorial descritivo e no diagrama unifilar.

Pelo Memorial descritivo elaborado para embasar a realização do serviço foi planejado a atualização do Sistema de corrente contínua para estabelecer os procedimentos para o fornecimento e instalação de equipamentos para o sistema de suprimento de Energia em CC (SR, Baterias, QDF).

Dos Santos (2020) que utilizando metodologia adequada é possível estimar o indicador de qualidade dos grupos de baterias, pois é possível acessar parâmetros como o tipo de acumuladores, ano de fabricação, condições ambientais de instalação, além da possibilidade de ensaios que permitem a manutenção preventiva sistemática e detectar falhas prováveis e manter o sistema operante e sua funcionalidade constante.

Como a intervenção é para impactar diante da necessidade de contrapor possíveis falhas a empresa solicita a adequação no sistema com equipamentos que foram instalados, cujo comando se refere ao serviço 02 SR 2400^a/-48 VCC. Foram 29 inserções aplicadas e detalhadas na seção anterior e destacado no memorial descritivo do projeto. Dentre os materiais que foram retirados a Tabela 2 discrimina as retiradas que foram armazenados na estação, para fim de coleta da operadora de Telecomunicações.

Tabela 2. Materiais retirados na estação de Telecomunicações

Item	Descrição	Unid.	Qtde.
1	SR 2400 A	Unid.	2
2	Cabo #70 mm ² (QDF 200 A-RANAHAL Eltek) (4 lances de 48m)	m	192
3	Cabo #120mm ² (QDF 400 A-ELETROPAINÉIS DELTA) (2 lances de 40m)	m	80
4	Cabo #120mm ² (QDF 500 A-WALTEC Eltek) (4 lances de 28m)	m	112
5	Cabo #70mm ² (SR ELTEK E SR DELTA ANTIGAS) (08 lances de 15m) e (08 lances de 11m)	m	208
6	No Break 10 KVA	Unid.	01
7	Trafo 10 KVA	Unid.	01

Fonte: Autores (2020)

A remoção dos equipamentos segue a parâmetros guiados para que a instalação seja adequada sem que seu funcionamento seja interrompido, já com a perspectiva das novas inserções que são subsidiadas. As Tabelas 2 e 3 destacam uma monção das cargas das SR`s instaladas, sendo em duas seções a SR 1 e SR 2, trazendo uma descrição do equipamento, a capacidade, a condição de consumo, dimensionamento da cabeaço, as distancias e a localização, todos esses cuidados devem ser previamente pontuados, para que a realização das atividades concorde com a expectativa acionada.

Tabela 3. Indicativo de cargas das SR`s instaladas na estação de telecomunicações

SR 01 DELTA 2400 A					
Equipamento	Capacidade	Consumo (A)	Cabeamento (mm2) /Polo	Distância Equip/ FCC	Localização
QDF Siclon	200A	102	3x185	48	Transporte
QDF Eletropainéis	400A	116	4x240	41	Switch
QDF Eltek	1000A	370	4x240	16	Switch
QDF Emerson	300A	30	5x120	36	Switch
Inversor	10KVA	30	2x95	15	Baterias
CONSUMO TOTAL	648 A				

Fonte: Autores (2020)

A nova organização de dispositivos dentro da estação que tende a estruturar a capacidade de sustentação elétrica cuja demanda exige estabilidade. A projeção das modificações e a forma de apresentação do layout da infraestrutura de telecomunicações, Martins (2018) descreve que é possível a utilização de software que potencializam a realização dos cálculos obedecendo as especificações técnicas exigidas para as modificações.

Pela perspectiva de Martins (2020),

“Os desafios da evolução tecnológica e regulamentar na área das comunicações eletrônicas são dinâmicos e potenciam a criação de novas e avançadas ferramentas de trabalho para o auxílio do projeto de Telecomunicações” (MARTINS, 2020. Pag. 10).

A adoção de tecnologias embarcadas para a criação da estrutura de intervenção na estação de telecomunicações exige que sejam tomadas todas as providências cabíveis, para que se atinja o resultado esperado. Para isso o acesso a planta Parcial da sala de baterias/ retificador é importante para a descrição do layout de equipamentos existentes e os propostos. Adicionado a essas condições de parâmetros o diagrama Unifilar parcial deve ser acionado, um memorial de cálculos de cabos e fusíveis tende a ser visualizado, além, do esboço do projeto, um relatório fotográfico e a lista de materiais são componentes essenciais na realização do projeto.

A observação tem que está voltada aos aspectos que fique claro ao fornecedor de materiais que a certificação da suficiência dos mesmos deve constar na tabela de cabos, visto que, a responsabilidade de fornecimento de materiais e completa instalação dos equipamentos dependem do feedback desse profissional.

Para a instalação foi necessário o remanejamento do Rack do conversor, que estava desativado, e do inversor, que foi remanejado e a migração favoreceu consumidores em janela de manutenção, esse redimensionamento foi executado para aumentar espaço para a instalação de novos dispositivos e para manobra das novas fontes.

Ainda foi necessário o remanejamento do inversor para o lado oposto da sala com a necessidade de adequação para a entrada da nova SR01 cujo objetivo foi transferir consumidores em JM. A bitola dos cabos dos consumidores foi dimensionada conforme sua capacidade de corrente e para os circuitos CC-01, CC-04, CC-06 e CC-07 foram reaproveitados os cabos existentes na seção e a ampliação de novos cabos para se atingir a bitola adequada dos equipamentos instalados, respeitando os padrões técnicos. Para o circuito CC-08 (QDF RANAHAL 600A) os cabos foram reaproveitados os existentes e ampliados para conexão com a via que está desativada, dentro da SR ELTEK.

De acordo com Silva (2018) as empresas do segmento das telecomunicações precisam atualizar ou substituir sua infraestrutura de redes existente, assim buscam maneiras de impacto e melhoria na eficiência energética e reduzir as despesas de capital e de operação.

Um ponto de impacto de diversificação está na estrutura de cabeamento, por exemplo, o uso do cabeamento metálico que transpõe significativamente essa evolução e se mantém aplicado em larga escala. O que na contramão, destaca Dias (2017) que, devido ao gigantesco potencial da fibra óptica, uma tecnologia mais recente e emergente, garante uma significativa redução de custo e sugere condições promissoras de utilização da tecnologia de redes ópticas passivas nas redes de acesso que entregam serviços *tripleplay* (dados, voz e vídeo). Essa proeminência de tecnologia compósita permitiu o desenvolvimento e proposição de novas formas de solução para cabeamento e combinação.

Fey (2016) explica que meio físico ou meio de transmissão é todo o tipo de interligação física (meio guiado-condutor físico ou meio não guiado-que usa onda de rádio em diferentes frequências) entre dois equipamentos de comunicação, dessa maneira dois meios de transmissão são mais comuns no Cabeamento Estruturado: os cabos de pares trançados de cobre e os cabos de fibras ópticas.

Essa determinação de fatores que justificam a estruturação do cabeamento dentro da estação de telecomunicações é o que torna as implementações passivas de ajuste da capacidade de geração de energia que forneça condições melhoradas para sustentar as demandas atuais, fazendo migrar consumidores para sítios mais adequados, assim como

propiciar que novos sejam adicionados sem sobrecarga do sistema.

O dimensionamento dos cabos é uma importante condição de observação de escolha das potencialidades dos materiais assim a Tabela 4 destaca a relação de cabos e suas respectivas propriedades elétricas uma vez dimensionado esses aspectos o processo se desenvolve de modo consistente, visto que, se tem utilidades aqueles cujas condições esperadas são aproveitáveis e descartadas aquelas que se mostram fora do padrão.

Tabela 4. Dimensionamento dos cabos e suas especificações

LISTA DE CABOS CA																	
Item	Circuito		$\Delta(V)$	Corrente da Fonte (A)	Distância (M)	Tensão (V)	N Fases	Corrente do Circuito	Bitola (mm ²)	Cabo p/ fase	Corrente Cabo suporta	Seção Obtida	$\Delta(V)$ Total %	Comprimento Total (m)	Cor do cabo	Descrição	Código SAP
1	QDCA	FORTE CC	4	1200	15	380 TRI+ NEUTRO	3+N	121,61	50	1	134	50	0,29	60	PT	CABO 50MM2/PT /CLASSE 5/1KV	40099 79000
2	QDCA	FORTE CC	4	1200	15	380 TRI+ NEUTRO	3+N	121,61	50	1	134	50	0,29	60	PT	CABO 50MM2/PT /CLASSE 5/1KV	40099 79000
3	QDCA	FORTE CC	4	1200	11	380 TRI+ NEUTRO	3+N	121,61	50	1	134	50	0,21	44	PT	CABO 50MM2/PT /CLASSE 5/1KV	40099 79000
4	QDCA	FORTE CC	4	1200	11	380 TRI+ NEUTRO	3+N	121,61	50	1	134	50	0,21	44	PT	CABO 50MM2/PT /CLASSE 5/1KV	40099 79000

LISTA DE CABO CC, ATERRAMENTO E ALARME																
Item	Circuito		$\Delta(V)$	Corrente (A)	Distância (M)	Bitola Mirim (mm ²)	Cabo por pólo	Bitola (mm ²)	Corrente Cabo suporta	Seção Obtida	$\Delta(V)$ Total	Cor do cabo	N Pólos	Comprimento Total (m)	Descrição	Código SAP
1	FORTE CC	QDCC	0,7	200	48	480	2	185	926	370	0,91	PT	2	192	CABO 185MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 4400
2	FORTE CC	QDCC	0,7	200	48	480	2	240	1092	480	0,70	PT	2	192	CABO 240MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 4500
3	FORTE CC	QDCC	0,7	400	41	820	4	240	2184	960	0,60	PT	2	328	CABO 240MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 4500
4	FORTE CC	QDCC	0,7	300	37	555	3	120	1056	360	1,08	PT	2	222	CABO 120MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 3800
5	FORTE CC	QDCC	0,7	500	28	700	3	240	1638	720	0,68	PT	2	168	CABO 240MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 4500
6	FORTE CC	QDCC	0,7	1000	16	800	1	240	546	240	2,33	PT	2	32	CABO 240MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 4500
7	FORTE CC	QDCC	0,7	1000	17	850	2	240	1092	480	1,24	PT	2	68	CABO 240MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 4500
8	FORTE CC	QDCC	0,7	600	-	-	3	185	1389	555	-	PT	2	-	CABO 185MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 4400
9	FORTE CC	ATERRAMENTO	4	122	15	16	1	25	131	25		VD	1	15	CABO 25MM2/VD/CLASSE 5/750V	400998 2300
10	FORTE CC	ATERRAMENTO	4	122	15	16	1	25	131	25		VD	1	15	CABO 25MM2/VD/CLASSE 5/750V	400998 2300
11	FORTE CC	ATERRAMENTO	4	122	11	12	1	25	131	25		VD	1	11	CABO 25MM2/VD/CLASSE 5/750V	400998 2300
12	FORTE CC	ATERRAMENTO	4	122	11	12	1	25	131	25		VD	1	11	CABO 25MM2/VD/CLASSE 5/750V	400998 2300
26	FORTE CC	ALARME	-	-	15	-	1	-	-	-		PT	-	15	CABO MANGA BLINDADO 10 PARES	400997 8100
27	FORTE CC	ALARME	-	-	15	-	1	-	-	-		PT	-	15	CABO MANGA BLINDADO 10 PARES	400997 8100

LISTA DE CABOS CA INVERSOR																	
Item	Circuito		$\Delta(V)$	Corrente entrada inversor	Distância (m)	Tensão entrada (V)	N fases	Corrente do circuito	Bitola (mm ²)	Cabos p/ fase	Corrente Cabo suporta	Seção obtida	$\Delta(V)$ Total	Comprimento Total (m)	Cor do cabo	Descrição	Código SAP
1	QDCA	INVERSOR	4	50	10	380 TRI + NEUTRO	3+N	8,01	25	1	89	25	0,03	40	PT	CABO 25MM2/PT/CLASSE 5/1KV	400997 6100

LISTA DE CABOS CC DO INVERSOR																
Item	Circuito		$\Delta(V)$	Corrente (A)	Distância (m)	Bitola (mm ²)	Cabo por pólo	Bitola (mm ²)	Corrente Cabo suporta	Seção obtida	$\Delta(V)$ Total	Cor do cabo	N Pólos	Comprimento Total (m)	Descrição	Código SAP
1	FORTE CC	INVERSOR	0,7	200	18	180	2	95	608	190	0,66	PT	2	72	CABO 95MM2/PT/CLASSE 5/750V	400998 3600

Fonte: Autores (2020)

Os dados destacados em vermelho permitem a observação das propriedades dos

dispositivos, como pode ser denotado que à medida que se sugere as informações o sistema vai embasando as condições de utilização dos materiais, assim fica possível dimensionar sem precisar de muitos utensílios sofisticados.

As atividades que foram programadas para realização das modificações na estação de telecom com a seleção dos equipamentos que foram instalados, se tratandoda unidade 02 SR 2400 A cuja modificação foi nos cabos alimentadores. Nessa seção foram aplicadas as medições das distâncias em metros que segue a descrição na Tabela 5, que favorecem a realização do trabalho readapatando o local para maior mobilidade e adequação do mesmo.

Tabela 5. Parametrização do local de instalação dos dispositivos novos

Ordem	Descrição do objeto	medida	Unidade de medida
1	ALTURA DO ESTEIRAMENTO	2,25	m
2.2	DISTÂNCIA ALIMENTAÇÃO AC ATÉ FCC	15;11	m
2.3	DISTÂNCIA FCC ATÉ CENTRAL DE ALARME	30	m
2.4	DISTÂNCIA DA FCC ATÉ QDCC	5 ; 8	m
2.5	DISTÂNCIA DA QDCC ATÉ CENTRAL DE ALARME	10;12	m
2.6	DISTÂNCIA DA FCC ATÉ O BANCO DE BATERIAS	9,10,11 ; 9,10,11	m
2.7	ALTURA DA FCC EXISTENTE OU A INSTALAR	2	m
2.8	ALTURA DO QDF EXISTENTE OU A INSTALAR	1,6	m
2.9	ALTURA BANCO BATERIA EXISTENTE OU A INSTALAR	2,15	m
2.10	DISTÂNCIA DA FCC ATÉ INVERSOR	12 ; 4	m
2.11	DISTÂNCIA DA FONTE AC ATÉ INVERSOR	12; 12	m
2.12	DISTÂNCIA DO INVERSOR ATÉ QDCA	12	m

Fonte: Autores (2020)

As medições favorecem que o sistema seja mapeado e os ajustes tenham uma relação de simetria pensada a aumentar a capacidade de alimentação de energia elétrica dentro da estação de telecomunicações.

Sobre as condições de instalações o sistema pode ser do tipo 380 V trifásico, os equipamentos cujas fontes a instalar na FCC completa apresentam a seguinte particularidade: ambas as SRs 1 e 2 com capacidade de 2400 A, mas sendo que na SR1 não houve a instalação de esteiras, calhas e dutos, mas na SR2 foi instalado cabos. De acordo com o que o projeto de ajuste da instalação de novos equipamentos e desativar os antigos. Na FCC existente, tinha uma capacidade de 4800 distribuída em quatro gabinetes em que cada uma comporta 1200 estas foram desativadas e mantidas no site para eventual aplicação, o serviço aplicado foi a instalação dos cabos.

Taveres (2018) destaca que para que o sistema de energia tenha eficiência precisa ser instalado de modo a preservar as condições de adaptabilidade e porpenso a atualizações, na busca de otimização de plataformas que de fato funcionem, o sistema de energia não pode oscilar, caso isso ocorra, medidas tem que ser tomadas de modo para que o trabalho nao se extravie em decorrecorrência de falhas elétricas. A alocação dos dispositivos, ajustados corretamente, minimizam as perdas que se revertem em benefícios adquiridosna prática, pela otimização do sistema.

Dentro de uma escala de programação e ajuste das estações de telecomunicações

destaca-se desde os aspectos logísticos até a submissão do sistema ao processo de estruturação a Figura 1 destaca pontos de acesso a estação e detalha o ponto de recebimento dos materiais.

Figura1. Locais de acesso e entrega para descarga no site



Fonte: Autores (2020)

Para a atualização do sistema de telecomunicação a equipe de trabalho deve primar pela qualidade, fazendo com que todos os aspectos sejam cabais para que o produto, seja o material que é retirado, assim como o material que é adicionado ao sistema tenha sido trabalhado de forma correta. O conhecimento do local, a logística de armazenagem e deslocamento dos matérias também tem que compor e estar claro no plano de trabalho.

A seleção dos materiais é uma alternativa de organizar as inserções, como planejado no memorial descritivo, para atender às exigências do contratante do serviço, neste caso, as implementações foram as modificações em troca de cabos, ou arranjos de cabos já existentes nas seções para redimensionar o sistema, atualizar setores que já existiam e funcionavam de modo eficiente, mas que necessitam de condições vistoriadas para não tender a problemas ocasionais.

Segundo Ferreira (2017) o dimensionamento de equipamentos, pode conter apenas os passos essenciais, sem indigência de uma demonstração cansativa dos cálculos efetivados. Mas, uma descrição clara e inequívoca deve existir embasando todas as instalações que fazem parte do projeto.

A formulação do projeto que foi executado foi realizada aproveitando as condições de disponibilidade de informação que se padroniza em projetos de engenharia para subsidiar troca e adequações de cabos e estruturas em estação de telecomunicações, por essa razão foi executada uma vistoria técnica para destacar os setores de modificação e seu devido mapeamento. A figura 2 destaca a importância de se observar os pontos de inserção das atualizações, destacando 2 (a) o local de instalação das novas SR's; 2 (b) o local de instalação das fontes. essas informações são relacionadas num levantamento fotográfico que foi apresentado ao contratante mostrando as condições da estação que foi submetida às ações de atualização.

Abrantes (2019) descreve que a atualização nos sistemas de telecomunicações, quando se refere ao sistema de reserva de energia, os acumuladores, requer que se tome providências para que a atualização já predisponha condições de ganhos energéticos de reserva para que a subestação não venha a ter danos que comprometam a funcionalidade do sistema, para tanto seria se faz conveniente monitorar de modo que os dispositivos de monitoramento possam discriminar os erros, que amplifiquem as possibilidades de manutenção preventiva, cuja taxa de soluções de erros sejam sobrepostas à adversidade operacional.

O sistema de energia é uma problemática séria para uma central de telecom, pois esse sistema funciona em demandas constantes de energia. Cujos trabalhos de Oliveira (2018), Schlosser (2018) e Rocha (2000) destacam que a implementação de um sistema com energias alternativas e que se proponham a subsidiar energia suficiente para subsidiar condições normais de funcionamento da estação de telecomunicações, tem dado certo, uma vez que projetos bem estruturados fazem a predição das propriedades e subsidia vantagens de utilização de sistemas combinados.

Figura 2. Destaque dos pontos de inserção das atualizações. Em (a) o local de instalação das novas SR's; (b) o local de instalação das fontes

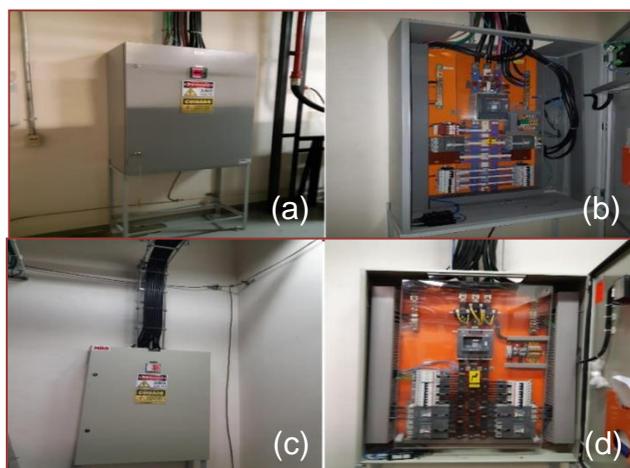


Fonte: Autores (2020)

Se observa que no local de instalação das atualizações existe um rack do conversor desativado, que foi devidamente remanejado para a entrada da nova SR DELTA 01 2400 A e o inversor foi remanejado para outro ponto da sala, objetivando a adequação do espaço para a nova SR Delta 02 2400 A que foi instalada.

A Figura 3 evidencia o QDCA 01 e o QDCA 02 que alimentam as novas SR's 01 e 02 que forma instaladas. Nesse contexto em (a) e (b) referem-se a SR 01 e (c) e (d) a SR 02.

Figura 3. Locais de alimentação das SR's instaladas, sendo em (a) e (b) referem-se a SR 01 e (c) e (d) a SR 02.



Fonte: Autores (2020)

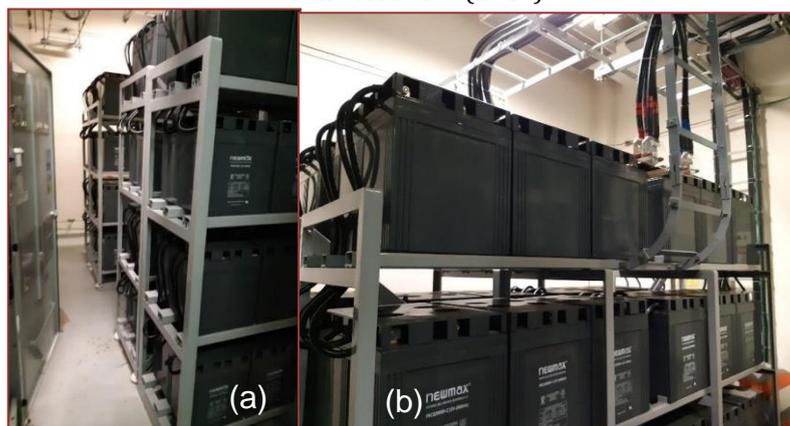
O local de alimentação das SR's instaladas comporta um quadro instalado com um sistema de proteção e sinalização para que o operador possa visualizar e operar com segurança, como foram instaladas duas SR's a disposição das figuras 4 a e b destaca o setor de alimentação da SR 01 e as figuras 4 c e d se refere ao local da instalação da SR 02.

Note que o sistema está estruturado e em pleno funcionamento e as atualizações são executadas sem interrupção do sistema, por isso toda e qualquer manipulação no sistema tem que ser pensado para sustentar o padrão de funcionalidade da estação.

Na figura 4 mostra a seção 06 BB'S 2000 AH existente na sala de energia, que se refere a um local de banco de alimentadores posicionados para subsidiar energia para manter o sistema operante.

Figura 4. Dispositivos de carga em 06 BB'S AH existentes na sala de energia, em perfil vertical (a) e horizontal (b)

Fonte: Autores (2020).



Essa seção é importante pois se refere a seis bancos de baterias cuja cujo controle

de carga é feito em Ampere hora. Na figura 4 vê em perfil vertical (a) e horizontal (b).

Magalhães (2018) descreve que o banco de baterias, é fundamental ao funcionamento dos sites, pois os mesmos devem funcionar ininterruptamente, que deve ter autonomia de até 4 horas na falta de energia. O mesmo é dimensionado de acordo com os equipamentos a ele ligados, sendo, na sua maior parte, bancos de 4, 8 ou 12 baterias, de 100Ah ou 170Ah.

A Figura 5 mostra o inversor que foi remanejado para a entrada da SR 02 instalada, para aproveitamento, como mencionado, dentro das atividades de atualização, muitos dos equipamentos que se encontram na estação podem ser reutilizados, desde que estejam em conformidade e condições de funcionamento.

Figura 5. Inversor remanejado para nova SR 02, em (a) entrada da SR antiga e em (b) instalado na SR2



Fonte: Autores (2020).

Sobre os inversores e sua funcionalidade a conversão de energia elétrica é um parâmetro desafiador nas atividades de geração de energia, segundo Biava (2016), sobre os inversores:

Nas aplicações contemporâneas a conversão de energia elétrica eficiente tem se tornado cada vez mais importante, os conversores multiníveis se destacam dentre os principais sistemas de eletrônica de potência para conversões CC-CA. O circuito é controlado por um dispositivo de lógica reconfigurável. Sendo possível realizar simulações com diferentes fatores de modulação de amplitude para verificar o comportamento do código de controle e também do projeto como um todo, assim, validando o circuito driver responsável pela transferência isolada do sinal lógico das saídas programadas. Esse mecanismo aciona diretamente os gates de cada IGBT que compõe o circuito do inversor. (BIAVA, 2016.pag. 2).

As aplicações e a necessidade de conversão de energia exigem cada vez mais equipamentos versáteis que se configure com plataformas cada vez mais estruturadas e assim subsidiar melhoria contínua em sistemas que se reconfiguram constantemente.

A Figura 6 mostra o esteiramento da sala de energia/baterias que interconecta todo o sistema de operação da estação. Esse sistema deve estar devidamente sinalizado e acondicionado em ambiente seguro para garantir conformidade ao sistema.

Figura 7. Esteiramento de conexão dentro da estação de telecom



Fonte: Autores (2020)

Sobre o esteiramento se espera que as instalações precisam estar em conformidade de segurança e atendendo a todas as regulamentações pertinentes, o que se observa nesse estudo é que o sistema fica ajustado, mesmo quando se atualiza os sites, se mobiliza setores e se redimensiona os cabos(CRUZ, 2019. Pág. 28).

Para este estudo cuja aplicação de atualização do sistema de TELECOM, referido a energia de sustentação onde a organização dos trabalhos conduziu para subsidiar condições de adequações para o fornecimento de energia numa estação de TELECOM na cidade de Manaus. Com isso foi feito o planejamento citando todos os pontos de ação e a execução do sistema foi em conformidade com o memorial descritivo e citado, detalhadamente no relatório técnico de execução da obra.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Estação de telecomunicações é um local de implementação tecnológica e as modificações no sistema de telecomunicações exige que se utilize meios versáteis de manter sempre o sistema alinhado e funcional. A conversão de tensão se torna um requisito primordial para aplicações na área de engenharia elétrica, com sistemas otimizados, consolidando a fonte conversora num mecanismo de sincronização de componentes para funcionar integrado mantendo a interdependência de cada setor.

As maneiras de manutenção e conversão de carga são muitos versáteis e a utilização de sistemas planejados e embarcados de tecnologias em atualização fazem das condições de alinhamento de circuitos com alternância de sinais voltado a conversão corrente contínua em corrente alternada, que dependendo do local onde se tem a demanda

o sistema tende a ser configurado para atender aos requisitos solicitados.

Os sistemas de telefonia integram uma rede de bens e serviços que está em constante arranjo, relacionado aos aspectos funcionais e estruturais. Nas regiões onde o fator geográfico impõe barreiras, como é o caso da Amazônia, o serviço tende a se ajustar para gerar o máximo possível de cobertura, subsidiando assim, possibilidades de se instalar em pontos estratégicos estações cujo objetivo é somente replicar o sinal para que atinja com mais eficiência os centros onde a concentração de pessoas é maior e a exigência de utilização de dados são mais requeridos.

É um desafio para as prestadoras de serviços telefônicos manter, de modo eficiente, essas demandas tão expressivas, onde por trás dessa magnitude de utilidades a energia elétrica é o pivô de sustentação dessa cadeia. As estações de telecomunicações são equipadas para situações adversas, pois sua funcionalidade não pode ser afetada em função da intermitência ou ausência total de energia elétrica, por razões como essas as estações são dotadas de estruturas de geração de energia reserva e sempre exigindo atualização do sistema para potencializar condições de qualidade nos serviços aplicados.

A estação de telecomunicações objeto deste estudo faz parte de uma rede de sustentação de sinal de telefonia na cidade de Manaus, cuja sua função é manter atualizado o sistema em si, por ser uma estrutura macro, funciona como uma matriz de distribuição e requer sempre atualização que ocorre periodicamente por equipe técnica especializada. Como se trata de um sistema que funciona monitoradamente, à medida que o sistema mapeia variações ou sobrecarga de clientes em sites especializados é solicitada a inspeção técnica que dita as inserções que devem ser tomadas. Neste estudo se acompanhou a modificação de acesso a clientes, instalação de seções com potencial mais arrojado, mesclando setores e sobretudo, o dimensionamento dos cabos, por se tratar de um aparelhamento de adequação de fornecimento de energia elétrica.

A validação deste estudo se dá para avaliar as condições de atuação profissional dentro de um sistema que se reconfigura instantaneamente, das aplicações de materiais dinâmicos e de aspecto conciliador de soluções. A realização dos trabalhos é embasada em respaldo técnico, mas o profissional da engenharia tem a obrigação de observar aspectos de coexistência de aproveitamento de materiais, análise de todas as etapas do processo que vai desde a chegada do material, da retirada de estruturas e da disposição de novos, sempre mantendo as características de adequações e funcionalidade constante.

REFERÊNCIAS

- [1] BIAVA, Hiuri Franchinconi; FRANCISCO, Mariana Salomoni; COELHO, Michella Aguiar. Implementação de um inversor multinível monofásico com seis chaves semicondutoras controlado por dispositivo FPGA. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- [2] CAMPOS, Maria de Nazaré de Souza. Ações de aperfeiçoamento no processo de orientação para elaboração de diagnóstico organizacional: um estudo de caso exploratório. 2017.
- [3] CRUZ, Yasmin Jorge Silva. Exemplo de conformidade em: Norma Regulamentadora N° 10 (NR 10) e Norma Regulamentadora n° 12 (NR 12). 2019.
- [4] DA TRINDADE, Gabriela Oliveira; LUCENA, Márcia. Rastreabilidade de Requisitos em Metodologias Ágeis: um Estudo Exploratório. In: Anais Principais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. SBC, 2016. p. 478-485.
- [5] DIAS, Leonardo P. Redes ópticas passivas: uma nova alternativa para as redes locais LAN. Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação, v. 7, n. 2, ago. 2017.

- [6] DOS SANTOS, Mafalda Isabel Guia. Avaliação da Condição de Sistemas de Alimentação de Corrente Contínua (SACC) de Subestações e Postos de Corte de AT E MT. 2020.
- [7] FERREIRA, João Carlos Fonseca Seabra. Projetos de instalações elétricas e telecomunicações em edifícios. 2017. Tese de Doutorado.
- [8] FEY, Ademar F.; GAUER, Raul R. Cabeamento estruturado: da teoria à prática. Editora ITIT, 3. ed., 2016.
- [9] MAGALHÃES, Isabela Maria Novaes de. Projeto de um sistema de geração híbrido para suprimento de energia elétrica às estações rádio base de um sistema de telecomunicações. 2018.
- [10] MARTINS, Hélder Nelson Moreira; RAMOS, Sérgio Filipe Carvalho. ITCALC: Desenho e cálculo de infraestruturas de telecomunicações. Neutro à Terra, v. 21, p. 75- 78, 2018.
- [11] MATTAR, F., Motta, S. Pesquisa de Marketing, 7ª Edição. Elsevier Brasil, 2014.
- [12] OLIVEIRA, Oneide Antonio Siveris de. O uso de energia de fonte solar fotovoltaica aplicado em telecomunicações. 2018.
- [13] PEDRAÇA, A. S.; OLIVEIRA, D. A. B ; ROCHA, V. O. ; TORRES, A. R. ; SANTOS, C. P. ; ARANHA, A. F. . Análise Da Qualidade De Energia Elétrica-QEE Empresa - Pólo Industrial De Manaus/AM. 2016.
- [14] PIEDADE, C. S. ; PAIXAO, S. U. A. ; FREITAS, M. A. B. ; PEDRAÇA, A. S. Um Estudo de Caso Sobre Eficiência Energética nas Escolas Públicas na Cidade de Manaus/Am: Uma Proposta para a Redução do Consumo de Energia Elétrica. 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. 82-91.
- [15] ROCHA, PALOMA LS; SANTOS JR, BARTOLOMEU F. Ajuste Polinomial Para A Curva De Descarga De Bateria Estacionária, 2016.
- [16] SARTOR, Basílio Alberto. Comunicações. Brasil em números. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Vol. 27 (2020), p. 359-375, 2020.
- [17] SCHLOSSER, Guilherme Smit. Projeto e simulação de conversor CC-CC Buck-boost para estação de telecomunicações. 2018.
- [18] SILVA, Marco Aurélio da. Redes ópticas passivas e as redes LAN. 2018.
- [19] SQUIRRA, Sebastião Carlos. A tecnologia e a evolução podem levar a comunicação para a esfera das mentes. Revista FAMECOS: mídia, cultura e tecnologia, v. 23, n. 1, 2016.
- [20] TAVARES, Taíssa; RODRIGUES, Renan Albuquerque. Condições e adaptabilidades necessárias para atualizações do SEER instalado em plataformas Open Journal System (OJS) em Parintins, Amazonas. Revista Eletrônica Mutações, v. 9, n. 16, p. 99-114, 2018.

Capítulo 14

Viabilidade técnica-econômica de uma usina solar fotovoltaica conectada à rede em uma pequena indústria na cidade de Manaus-AM

Kedson França de Oliveira

Livia da Silva Oliveira

Resumo: O presente trabalho apresenta um estudo de análise acerca da viabilidade técnico-econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR) instalado em uma indústria localizada na cidade de Manaus/AM considerando os fatores que influenciam na análise de investimentos de projeto. Apresentando conceitos sobre SFCR e seus componentes, normas regulatórias para os sistemas de micro e minigeração distribuída e métodos para análise de investimento de projeto. Manifesta também a aplicação dos métodos de payback no fluxo de caixa gerado, da Taxa Interna de Retorno (TIR), do Valor Presente Líquido (VPL) a partir das variáveis: aumentos na tarifa de energia elétrica, potência gerada pelo sistema, consumo energético do local e investimento. Por fim, expõe os resultados e conclusões obtidas que indicam por meio dos três métodos citados, além de fazer uma comparação com o aplicativo de simulação PVsyst para verificar se o projeto em estudo é factível sob o ponto de vista econômico.

Palavras-chave: Sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR), PVsyst, viabilidade econômica.

1. INTRODUÇÃO

A carência do mundo de fontes de energias renováveis traz uma série de questões no que diz respeito ao consumo de energia elétrica assim surge a geração distribuída, porém a capacidade de geração instalada é baixa, assim temos algumas gerações distribuídas como energia solar, a energia eólica, células a combustível, tecnologias de cogeração, energia hidráulica, entre outras (Zilles et al. 2012).

O modelo tradicional de geração de energia elétrica é denominado geração centralizada, sendo baseado em empreendimentos de grande porte, como hidrelétricas, termelétricas e usinas nucleares. Nesse modelo, a energia elétrica produzida deve ser transportada por grandes distâncias, empregando linhas de transmissão, subestações e redes de distribuição para chegar ao consumidor final (GUIMARÃES, 2019).

A fonte de geração fotovoltaica serve como contribuição ao setor elétrico quando é injetada energia elétrica na rede elétrica, tendo o consumidor o direito à redução na conta de energia da concessionária, o que proporciona ao mesmo a recuperação no investimento da geração fotovoltaica em um prazo atrativo (LOPEZ, 2012).

A Microgeração Fotovoltaica sob condições atuais e perspectivas futuras mostra que o custo da energia solar fotovoltaica depende basicamente de três fatores: irradiação solar, desempenho do sistema e custo dos sistemas fotovoltaicos. Por se tratar de um país tropical, o Brasil possui grande capacidade de irradiação solar quando comparado a outros locais, trazendo assim um alto desempenho dentro de um sistema bem projetado. No que tange os custos dos sistemas fotovoltaicos, já ocorre em algumas localidades a chamada paridade tarifária, que é a equivalência entre o preço da energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos e o preço da tarifa convencional (SOLAR, 2019).

A geração distribuída utilizada no Brasil com tecnologia fotovoltaica, sendo incentivada por resoluções normativas, para produção da própria energia a partir de fontes renováveis ou de cogeração qualificada. Lembrando que a cogeração é um processo de combinação de calor e eletricidade, provenientes de combustíveis fósseis, gerando a energia térmica (ANEEL,2002).

Portanto o objetivo desse trabalho foi fazer uma análise de viabilidade técnico-econômica de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede em uma indústria na cidade de Manaus-AM, o qual irá ser realizado com auxílio do PVsyst que é um aplicativo de simulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho apresentado será uma pesquisa aplicada, cujo objetivo é a realização de uma pesquisa exploratória e explicativa sobre material bibliográfico e de campo obtida para o tema. Os procedimentos técnicos a serem utilizados são os de pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso individual.

O método de abordagem utilizado será o hipotético-dedutivo e a elaboração será por meio do método de procedimento monográfico. Para a coleta de dados, foi usado um aplicativo de simulação PVsyst pois assim pode ser feita uma análise e interpretação dos dados realizada de forma individual. Inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas em áreas sobre energias renováveis, uso da tecnologia fotovoltaica para a geração de energia elétrica, tipos de sistemas fotovoltaicos existentes e suas aplicações,

além de pesquisas sobre os custos da geração fotovoltaica, e a viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede e estrutura tarifária do Brasil.

A metodologia empregada em um SFCR com sistema de monitoramento, sendo elas referentes a caracterização das cargas por meio da análise das curvas de carga e percentual de autoconsumo, análise das tarifas e impostos que incidem sobre a energia elétrica convencional, recolhimento de dados referentes ao consumo do local, energia gerada pelo SFCR, além da análise das características dos sistemas de geração distribuída. Para a etapa da avaliação econômica serão utilizados os métodos de análise de investimentos: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e payback.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O local escolhido para a realização do estudo da usina solar fotovoltaica conectada à rede fica na Rua Mário Mota, Nº 145, Compensa, Manaus-AM. As coordenadas geográficas são: latitude -3.10917717° ao sul e longitude -60.0663790° oeste. Na imagem obtida através do Google Earth ilustrada na Figura 1, podemos ver a localização exata de onde será feito a instalação do SFCR.

Figura 1. Local do estudo e implantação do SFCR



Fonte: Google Earth, 2020

Vale ressaltar que o projeto vai atender um setor industrial, lembrando que a análise da viabilidade econômica pode ser obtida em um SFCR desde que se obedeça a metodologia proposta onde a escolha do local deve estar ligada a critérios principais como: facilidade no recolhimento de informações e dados, bem como acessibilidade ao local.

Para estimar o consumo de energia do local foram retirados valores da fatura de energia elétrica dos últimos 12 meses, onde se fez uma média do consumo de energia total do local, como podemos ver na Tabela 1.

Tabela 1. Média Mensal do Consumo de Energia

Mês	Consumo (kWh/mês)
Janeiro/2019	19364
Fevereiro/2019	17349
Março/2019	19801
Abril/2019	17963
Maió/2019	18522
Junho/2019	17955
Julho/2019	20284
Agosto/2019	20530
Setembro/2019	19301
Outubro /2019	18916
Novembro/2019	19632
Dezembro/2019	17557
Valor médio	18931
Total (kWh/mês)	18931
Consumo Anual (kWh)	227172

Fonte: Autores (2020)

Analisando as informações de consumo de energia da indústria é de 18931 kWh/mês.

De acordo com o consumo de energia, a indústria está classificada no grupo A, alta tensão (AT) trifásico de 220 Volts.

A potência do SFCR (POT_{SFCR}) pode ser calculada pela equação 1:

$$POT_{SFCR} = \frac{E_{CONS}}{HSP} = \frac{18931/30 \text{ [kWh/dia]}}{3,923 \text{ [kWh/dia]}} \approx 160,8 \text{ kWp} \quad (1)$$

Logo a potência do SFCR como calculado é de 160,8 kWp para reduzir o consumo até 18931 kWh/mês.

O módulo solar fotovoltaico escolhido para o estudo foi de 335Wp da Canadian Solar sendo que o fabricante é uma empresa alemã, para energia solar residencial. O mesmo possui um excelente desempenho, confiabilidade para o sistema em estudo. Sendo que esse módulo da Canadian Solar passou por testes rigorosos e qualidade certificado pelo INMETRO classe A.

Os módulos solares da Canadian Solar de 72 células sua potência máxima (P_{max}) 335W, possui ótima resistência a névoa, sal, areia e entre outras periferias climáticas. O módulo conta com uma garantia de 10 anos contra defeito de fabricação e 25 anos para perda de eficiência maior que 20%, como especificado na Tabela 2.

Tabela 2. Operacional do Módulo Canadian Solar 335P

Módulo CS6U	335P
Potência máxima de operação (Pmax)	335 W
Tensão de Operação (Vmp)	37.4V
Corrente de Operação (Imp)	8.96A
Tensão de circuito aberto (Vco)	45.8V
Corrente de curto-circuito (Isc)	9.58A
Eficiência do módulo	17.23%
Temperature de operação	- 40°C a 85 °C
Corrente máxima de fusível	15A
Classe de aplicação	Classe A
Potência tolerável	0 ~ +5W

Fonte: Datasheet Canadian Solar (2020)

Tendo em vista a capacidade de 160.8 kW instalada, a energia gerada mensalmente foi de 18.931 kWh levando-se em consideração a média dos meses em questão do presente ano. Portanto, o resultado anual será a energia média gerada mensalmente multiplicada pelos 12 meses do ano que resultou em uma energia anual de geração de 227.172kWh. Com isso, foi possível estabelecer a perspectiva de produção anual e redução de produção energética para os próximos 25 anos, utilizando a Tabela 3 tem as expectativas de geração com as especificações técnicas do fabricante do módulo utilizado no estudo da instalação do SFCR.

Tabela 3: Energia relativa ao desempenho do sistema nos próximos 25 anos

Período de Garantia (Anos)	Valor de Desempenho mínimo (%)	Desempenho do sistema (kWh)
0	100,0%	227172,0
1	97,5%	221493
2	96,8%	219942
3	96,1%	218403
4	95,4%	216874
5	94,7%	215356
6	94,0%	213848
7	93,3%	212351
8	92,6%	210865
9	91,9%	209389
10	91,2%	207923
11	90,5%	206468
12	89,8%	205022
13	89,1%	203587
14	88,4%	202162
15	87,7%	200747
16	87,0%	199342
17	86,3%	197946
18	85,6%	196561
19	84,9%	195185
20	84,2%	193818
21	83,5%	192462
22	82,8%	191114
23	82,1%	189777
24	81,4%	188448
25	80,7%	187129

Fonte: Autores (2020)

Sabendo a potência do SFCR e as especificações do MF, pode-se dimensionar a quantidade de módulos fotovoltaicos, sua associação e os inversores a serem utilizados. O número de módulos pode ser determinado pela equação 2:

$$N^{\circ}\text{mod} = \frac{\text{POT SFRC}}{P_{n,\text{mod}}} = \frac{160,8[\text{kW}]}{335[\text{w}]} = 480 \text{ unidades} \quad (2)$$

onde: $P_{n,\text{mod}}$ é a potência nominal máxima do MF.

O inversor podemos dizer que é considerado a peça mais importante do SFCR. A seleção do inversor de boa qualidade assegura um bom desempenho em termos de produtividade e segurança de um SFCR. Para que o inversor funcione corretamente é necessária a análise de seus parâmetros de saída: frequência, corrente e tensão, pois os mesmos devem ser compatíveis com a rede a qual se pretende conectá-lo, assim como, a análise de seus parâmetros de entrada.

O fator de dimensionamento de inversores (FDI), que representa a relação entre a potência nominal do inversor e a potência nominal do gerador fotovoltaico como mostra a equação 7, deve ser avaliado de acordo com o local de operação do sistema. Um FDI de 0,7 indica que a capacidade do inversor é 70% da potência nominal ou de pico do gerador fotovoltaico.

$$\text{FDI} = \frac{P_{\text{Inv}}^0}{P_{\text{FV}}^0} = \frac{60[\text{kW}]}{80,4[\text{kW}]} = 0,7462 = 74,62\% \quad (3)$$

Para o projeto foram selecionados dois inversores solares SMA 60 kW trifásico 380V com monitoramento wi-fi. Os dados da Tabela 4 foram tirados da ficha de especificações técnicas do equipamento, disponibilizada pelo fabricante.

Tabela 4. Principais informações do inversor selecionado

Inversor solar SMA 60 kW Trifásico 380V			
Entrada CC			
Máxima Corrente Recomendada	Icc.max	110	A
Tensão Máxima	Vcc.max	1000	V
Tensão mínima	Vcc.mín	565	V
Saída CA			
Potência Nominal	Pca.max	60	kW
Máxima Corrente	Ica.max	87	A
Tensão de Saída	Vout	360/530	V
Frequência Nominal	f	60	Hz
Máxima eficiência	η	98,8	%

Fonte: Autores (2020)

Um dos fatores principais para realização da análise da viabilidade econômica é saber qual o investimento financeiro necessário para implantação o projeto. Na Tabela 5 são apresentados os principais elementos do SFCR como os módulos fotovoltaicos, os inversores e a estrutura metálica necessária para fixação, bem como a descrição física e o valor total dos componentes onde estão incluídos os impostos de importação.

Tabela 5. Equipamentos do Sistema

Arranjo fotovoltaico- 160.8 kWp de potência	
Qtd.	Equipamento
480	Painéis Solar Policristalino Q-Cells 335 Wp
2	Inversores Solar SMA 60 kW Trifásico 380V com Monitoramento Wi-fi
2	Stringbox Solar Dehn + DPS com 16 entradas - 1 saída
64	Conectores Mc4 Acoplador Fêmea
64	Conectores Mc4 Acoplador Macho
100m	Cabo Solar 0,6/1kv (1500 Vdc) Preto
100m	Cabo Solar 0,6/1kv (1500 Vdc) Vermelho
120	Estruturas para Pannel Solar Perfil Alumínio 4 Placas Solo
120	Estruturas para Pannel Solar Kit Fixação 4 Placas Solo
	Infraestrutura para instalação dos suportes
	Valor total: R\$ 719.900,00

Fonte: Autores (2020)

Para o estudo do SFCR em relação a viabilidade econômica com a aplicação dos métodos VPL, TIR e *payback* criou-se um fluxo de caixa real onde foram consideradas as variáveis Investimento, a Receita e os custos de Operação e Manutenção (O&M).

A variável Receita foi calculada levando em consideração a diferença entre o valor aproximado que seria gasto nos próximos 25 anos sem a instalação do SFCR e com a utilização do SFCR. Para isso levou-se em conta o consumo antes do SFCR instalado, ou seja, qual o valor gasto financeiramente nos próximos 25 anos, tomando como base o consumo anual e o aumento nas tarifas de energia elétrica referentes ao período, o qual foi considerado um aumento de 5% a.a. Os mesmos critérios foram utilizados para a avaliação dos possíveis valores gastos com a utilização do sistema.

Em relação aos custos de O&M, utilizou-se o valor de 0,5% a.a. Na Tabela 6 é apresentado o cenário utilizado com os dados do SFCR em estudo.

Tabela 6. Dados do cenário do SFCR em estudo

Classe	Comercial
Potência Anual de Geração (kWh)	227.172,0
O&M (Operação e Manutenção)	0,5% a.a.
N (anos)	25
Redução de Produtividade dos Módulos	Tabela 3
Reajuste da Tarifa de Energia Elétrica	6% a.a
Inflação (IPCA)	9%
Taxa de Desconto	6,1%
Investimento	R\$ 719.900,00

Fonte: Autores (2020)

Para se verificar a análise deste projeto em estudo fez-se uma simulação usando o Pvsyst versão 7 que é um aplicativo computacional como se ver na Figura 2, para testar a viabilidade dos resultados obtidos. Logo todos os parâmetros dos módulos fotovoltaicos e inversores usados para os cálculos foram utilizados no Pvsyst, bem como a potência nominal desejada e a orientação dos módulos foram estabelecidas na simulação. A simulação foi executada com sucesso, apresentando um erro para temperaturas inferiores a - 10°C, porém ele pode ser descartado, já que essas faixas de temperaturas não existem aqui no estado do Amazonas.

Figura 2. Simulação do SFCR no Pvsyst.

The screenshot displays the Pvsyst software interface with the following sections:

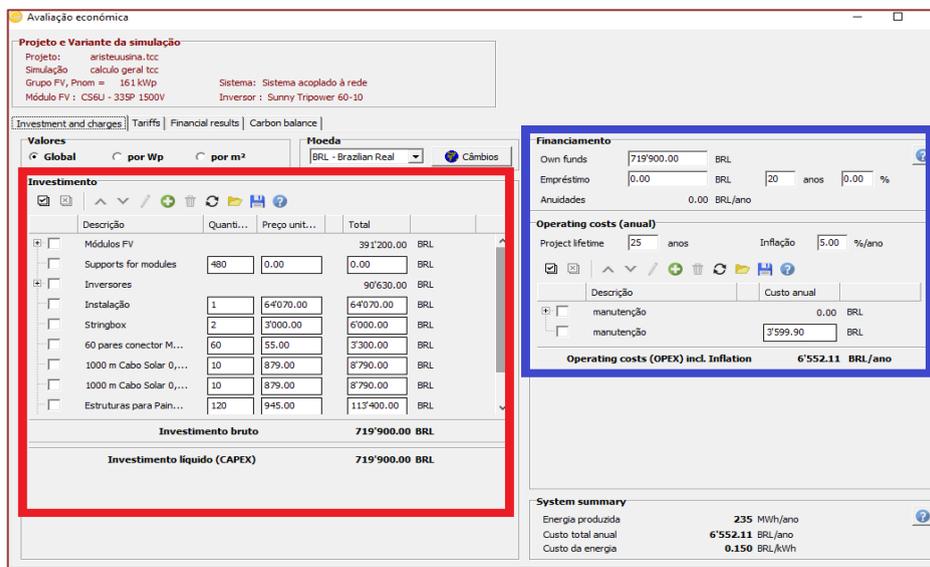
- Configuração global do sistema:**
 - Número de tipo de sub-grupos: 1
 - Esquema simplificado
- Sumário do sistema global:**

Número de módulos	480	Potência FV nominal	161 kWp
Superfície módulos	933 m ²	Potência máxima FV	150 kWdc
N.º de inversores	2	Potência AC nominal	120 kWac
- Sub-grupo #1:**
 - Nome e orientação do sub-grupo:**
 - Nome: Sub-grupo #1
 - Orientação: Plano inclinado fixo
 - Inclinação: 10°
 - Azimute: 0°
 - Ajuda para o dimensionamento:**
 - Sem pré dim. (selected)
 - Introduza Pnom desejado: 161.8 kWp
 - superfície disponível(módulos): 939 m²
- Seleção do módulo FV:**
 - Disponíveis: All PV modules
 - Filter: All PV modules
 - Número aproximado de módulos necessários: 483
 - Selected: Canadian Solar Inc., 335 Wp 32V, Si-poly, CS6U - 335P 1500V, Since 2017, Manufacturer 2017
 - Use Optimizer:
 - Dimens. das tensões :p (65°C): 31.0 V
 - Voc (10°C): 48.1 V
- Seleção do inversor:**
 - Disponíveis: Output voltage 400 V Tri 50Hz
 - Selected: SMA, 60 kW, 570 - 800 V, TL, 50 Hz, Sunny Tripower 60-10, Since 2015
 - N.º de inversores: 2
 - Tensão de funcionamento: 570-800 V
 - Potência global inv.: 120 kWac
 - Tensão máxima entrada: 1000 V
- Dimensionamento do grupo:**
 - Número de módulos e strings:**
 - Mod. em série: 20 (entre 19 et 20)
 - Nr. strings: 24 (entre 18 et 24)
 - Perdas sobre-pot.: 0.6 %
 - Rácio Pnom: 1.34
 - Ver dimension. button
 - Nr. módulos: 480
 - Superfície: 933 m²
 - Condições de funcionamento:**
 - Vmpp (65°C): 620 V
 - Vmpp (25°C): 747 V
 - Voc (10°C): 962 V
 - Irradiância no plano: 1000 W/m²
 - Imp (STC): 216 A
 - Isc (STC): 229 A
 - Isc (em STC): 229 A
 - Alerta:** A potência máxima, do grupo é maior que a potência máxima especificada para este inversor. (Informação, irrelevante)
 - Max. dados / STC:**
 - Potênc. Máx. em funcionamento em 1000 W/m² e 55°C: 141 kW
 - Potência nominal do grupo (5161 kWp)

Fonte: Pvsyst

A opção avaliação econômica fica disponível somente após a execução da simulação apresentado na Figura 3, onde a energia gerada pelo SFCR é uma das entradas da análise econômica. Feito a simulação, foi inserido os custos dos materiais, equipamentos e serviços (CAPEX) na região circulada de vermelho na Figura 5, que fazem parte do projeto fotovoltaico, como mostra. Os custos podem ser inseridos de forma absoluta (valor global) ou normalizada por potência (R\$/Wp). Também foi inserida na região azul da Figura 5 os custos de operação e manutenção (OPEX).

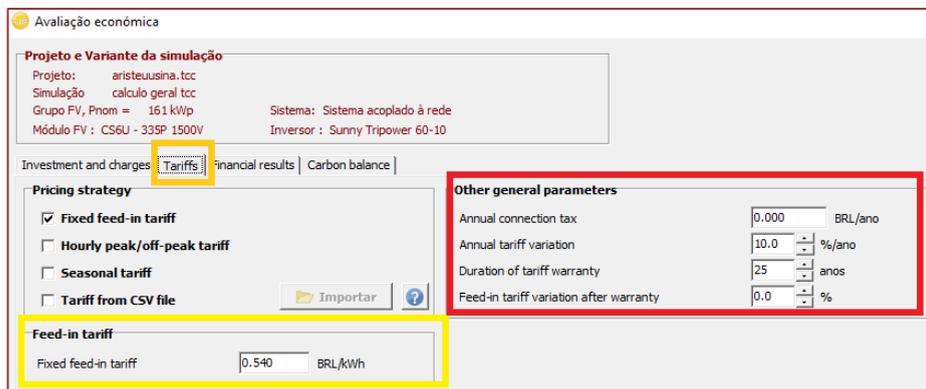
Figura 3. Simulação da análise econômica do SFCR no PVsyst



Fonte: PVsyst

A definição do custo da energia elétrica, como vimos é um importante elemento da análise econômica, no presente estudo o custo foi de R\$ 0,55/kWh. Na Figura 4 estão todos os ajustes da tarifa, o período de simulação será de 25 anos, razão pela qual o campo Duration of tariff warranty foi definido com esse valor. Foi inserido a inflação da energia (Annual tariff variation) que foi de 10%, a mesma tem um peso importante na viabilidade econômica e no tempo de payback do investimento, como foi visto no gráfico 3. Vale salientar que a inflação é um excelente argumento para convencer quem vai comprar um SFV, pois quem adquire o SFV pelo valor do investimento, toda a energia elétrica que será gerada num período de 25 anos, assim o proprietário do torna-se naturalmente imune ao aumento inflacionário da tarifa de energia elétrica.

Figura 4. Ajuste da tarifa no PVsyst

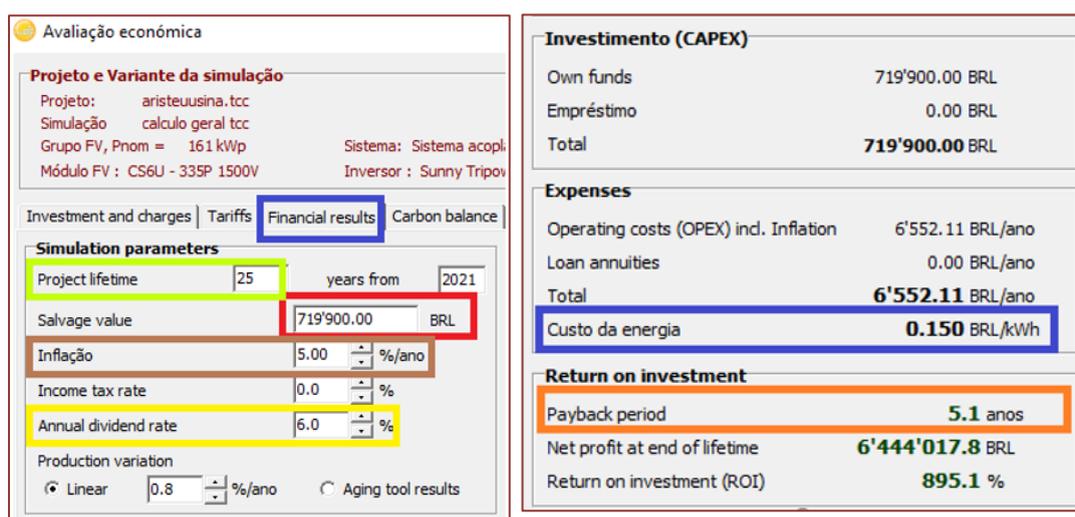


Fonte: PVsyst

Depois de ajustar a tarifa de energia, fez-se o ajuste com capital próprio (*Ownfundings*) ou com financiamento. No presente estudo FV utilizou-se o capital próprio, na Figura 5, definiu-se as variáveis tempo de análise (*Project lifetime*) no caso foi de 25 anos, inflação em torno de 5%, redução da potência do sistema ao longo do tempo (*Production variation*) que foi de 0.8% e taxa de desconto (taxa de remuneração do capital investido) que foi de 6.1%.

Os resultados apresentados na Figura 5, verifica-se que o tempo de retorno do investimento (payback) é 5,1 anos, o custo normalizado da energia (LCOE) é de 0,15 R\$/kWh, substituindo o gasto que se tinha de 0,55 R\$/kWh usando a tarifa da concessionária, com esses dois resultados mostra que o SFCR é viável economicamente.

Figura 5. Resultado financeiro



Fonte: PVsyst

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizado um estudo acerca do SFCR aplicado a uma indústria para se analisar a viabilidade econômica do sistema. Como citado, muitos são os fatores que irão ter influências nesse tipo de análise de investimentos tais como, os reajustes relativos à tarifa de energia elétrica e os impostos que incidem sobre ela, a produção de energia do SFCR ao longo dos anos, o percentual de autoconsumo e a energia injetada na rede. Logo, os resultados obtidos são características fundamentais para se verificar se vale a pena ou não a instalação do SFCR com base nos dados do local, podendo ser utilizadas para casos industriais na cidade de Manaus.

Os dados em hipótese se mostraram válidos, visto que foi possível realizar a avaliação econômica com os dados indicados, e o projeto se mostrou economicamente viável ao longo dos 25 anos, o valor calculado do VPL foi R\$ 12.939.329 um cenário positivo, a TIR também nos dois casos foi acima da expectativa de 6%, e o *payback* calculado foi de 4,65 anos que mostrou um valor muito próximo do simulado cujo resultado foi de 5,1 anos. Sendo assim, a minigeração distribuída se mostra uma alternativa eficaz e interessante de produção de energia no contexto energético da cidade de Manaus, trazendo benefícios econômicos diretos para a indústria.

Verificou-se também uma aproximação dos valores calculados com os simulados no PVsyt, sendo que o aplicativo trás valores bem mais precisos do que os calculados, pois o mesmo está considerando as perdas no condutor, fatores bem mais rígidos para implantação dos inversores e etc. Conclui-se que a opção de gerar a própria energia é uma alternativa que apesar de um alto investimento inicial mostra-se viável economicamente, devido principalmente aos aumentos cada vez maiores na tarifa de energia elétrica e os altos níveis de irradiação solar presentes em Manaus.

REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas de energia elétrica do Brasil. 1^o ed. Brasília: 2002.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. [S. l.]: 2012.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Energia solar fotovoltaica: Terminologia. NBR 10899. Rio de Janeiro, 2012.
- [4] B. PARIDA, Bhubaneswari; INIYAN, S.; GOIC, Ranko. A review of solar photovoltaic technologies. Renewable and sustainable energy reviews, v. 15, n. 3, p. 1625-1636, 2011.
- [5] BARBOSA, C. F. O. Montagem, Comissionamento e Telesupervisão de um Sistema Híbrido Solar-Eólico-Diesel para Geração de Eletricidade. Trabalho de Conclusão de Curso, Belém: UFPA, 2004.
- [6] BLUESOL. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>>, acessada em 10/09/2019.
- [7] BLUESOL. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>>, acessada em 10/09/2019.
- [8] CRESEB- Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. 2008. Disponível em:<http://cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=341>, acessada em 15/10/2019.
- [9] DATASHEET CANADIUM SOLAR. Disponível em:<<https://download.aldo.com.br/pdfprodutos/Produto342231dArquivo4478.pdf>>, acessada em 28/08/2020.
- [10] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Rio de Janeiro, 2012.
- [11] GONÇALVES, Patrícia., GONÇALÉZ, Mário. Energia Solar Fotovoltaica: Estrutura Conceitual, vol. 74, p.590-601, 2017.
- [12] GUIMARÃES, G. Sistemas Fotovoltaicos Isolados. Disponível em: <<http://www.solarvoltenergia.com.br/sistema-fotovoltaico-isolado-ou-conectado/>>, acessada em 03/11/2019.
- [13] LOPEZ, Ricardo Aldabó. Energia solar para produção de eletricidade. São Paulo: Artliber, 2012.
- [14] NAKABAYASHI, RennyKunizo. Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- [15] PENG, Kui-Qing; LEE, Shuit-Tong. Silicon nanowires for photovoltaic solar energy conversion. Advanced Materials, v. 23, n. 2, p. 198-215, 2011.
- [16] RÜTHER, Ricardo. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.
- [17] SAMANEZ, Carlos Patrício. Gestão de investimentos e geração de valor. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- [18] SINGEP (2017). Disponível em: <<http://singep.org.br>>, acessada em 15/09/2019.
- [19] SOLAR, Disponível em: <<https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/energia-solar-em-industrias->

e-fabricas/>, acessada em 16/11/ 2019.

[20] SOLARIZE. Disponível em: <[http:// www.solarize.com.br](http://www.solarize.com.br)>, acessada em 16/10/2019.

[21] SOUZA, Ronilsondi. Os sistemas de energia solar fotovoltaica: Livro digital de introdução aos sistemas solares. Ribeirão Preto: Bluesol Energia Solar, v. 201, p. 114, 2014.

[22] ZILLES, R.; MACÊDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; DE OLIVEIRA, S. H. F. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

Capítulo 15

Projeto de um sensor de corrente não invasivo para aplicação em linhas de baixa tensão utilizando a plataforma arduino

Lucas Rangel da Silva Xavier

Livia da Silva de Oliveira

Resumo: Conquanto não seja tecnologicamente enigmático, a conferência do consumo de energia elétrica dos diversos dispositivos que equipam as residências, não é uma tarefa corriqueira para o usuário comum. Habitualmente, essa medição demanda a desfazer a tomada ou a exposição dos fios do equipamento a ser aferido. Em vista disso, essa aferição é dispensada e conseqüentemente não se tem ideia do quanto cada dispositivo consome de fato e, sendo assim, qual o impacto dele nos custos domésticos com energia elétrica. De outra forma, existe uma ansiedade crescente com a eficiência energética desses aparelhos, tanto por causa de seu impacto ambiental quanto por causa do seu impacto econômico. Com o barateio de componentes eletrônicos como microcontroladores, dispositivos de automação residencial e de comunicação sem fio, bem como com a difusão de plataformas de automação, como Arduino, tornou-se viável o desenvolvimento de dispositivos de baixo custo, baixo consumo e de fácil utilização para ocorrer o acompanhamento em tempo real do consumo de energia elétrica individual de todos os aparelhos elétricos e eletrônicos que são utilizados nos ambientes residenciais.

Palavras-chave: Sistemas embarcados, eficiência energética, arduino uno, sensor não invasivo.

1. INTRODUÇÃO

A demanda de sistemas de conferência inteligentes e sensores inovadores fundamentado na Internet das Coisas (IoT) métodos cresceram graças aos avanços nos campos da eletrônica de baixa potência, informação tecnologia e comunicações. É plausível realizar novos dispositivos para distintas aplicações com uma enorme variedade de elementos sensores capazes de comunicar as informações com manutenção mínima e sem a adoção de fios.

Contudo, a fim de permitir a amplo aumento de dispositivos, eles devem ser simples de usar e para instalar. Nesse âmbito, dispositivos de medição que adotam princípios de detecção sem contato representam capacitando tecnologias para a IoT.

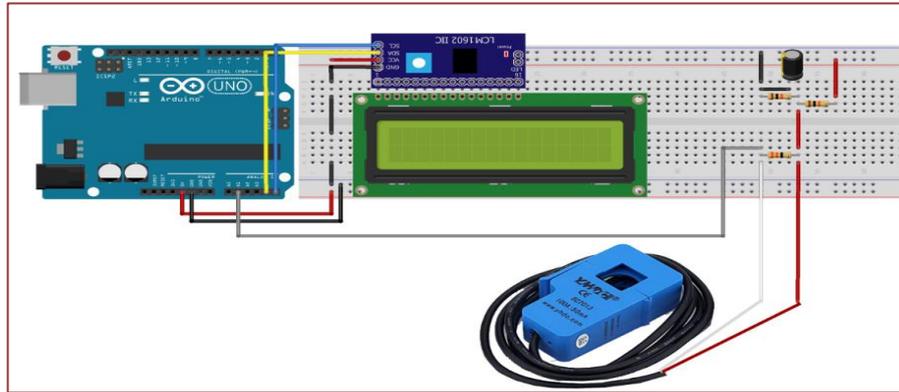
Sensores de tensão e corrente sem contato têm inúmeras aplicações em sistemas de energia elétrica. Eles são usados para monitoramento de estado de aparelhos de linha de transmissão de alta tensão e baixa, acompanhamento de carga, aplicações para residências e indústrias inteligentes, execução de medição inteligente e para situação de monitoramento e registro de máquinas elétricas girantes. Procedimentos estabelecidos estão disponíveis para aferição de corrente não invasiva para aplicações de corrente contínua (DC) e corrente alternada (AC) como sensores de corrente de efeito Hall e transformadores de corrente com elevado grau de precisão.

Existem poucos esquemas de medição CA não invasivos usando medição baseada em acoplamento capacitivo da tensão da linha de transmissão. Mesmo que algumas das soluções apontadas apresentem alta precisão e foram empregados para aplicações, todos eles são caracterizados por alto consumo de energia (relacionado a aplicativos IoT), o que os torna para fútil para o paradigma IoT.

O maior propósito desse projeto é implementar de forma fácil um medidor de corrente, fazendo uso de uma tecnologia inteligente onde se pode de forma gradativa evoluir em sua tecnologia, apenas aprimorando o instrumento criado, nesse caso um medidor de corrente não invasivo de forma descomplicada e segura.

2.MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados documentos de fabricantes de medidores inteligentes, com a finalidade de identificar melhor as tecnologias existentes para se espelhar em uma melhor construção. Após o embasamento dos estudos acumulados na teoria envolvida e nos medidores inteligentes existentes no mercado, iniciará o desenvolvimento do protótipo. O protótipo foi idealizado a um estudo de caso para comprovação de seu funcionamento e reunião de dados para argumentação dos resultados (Figura 1).

Figura 1. Esquema de ligação dos componentes

Fonte: Autores (2020)

Bem como na computação quanto na automação, o código-fonte é qualquer coleção de código, com ou sem comentários, descrito utilizando uma linguagem de programação legível por humanos, comumente como texto simples (ARDUINO, 2020). O código-fonte de um programa é principalmente projetado para facilitar o trabalho de programadores de computador e no caso de automação criar autonomia, que especificam as ações a serem executadas por um computador principalmente escrevendo o código-fonte. O código-fonte é frequentemente transformado por um montador ou compilador em código de máquina binário que pode ser executado pelo computador. O código de máquina pode então ser armazenado para execução posterior. Como alternativa, o código-fonte pode ser interpretado e, portanto, executado imediatamente (Figura 2).

Figura 2. Fragmento do código-fonte do projeto

```
#include "EmonLib.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
EnergyMonitor SCT013;
int pinSCT = A1; //Pino analógico conectado ao SCT-013
int tensao = 127;
int potencia;
// Inicializa o display no endereço 0x27
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
void setup()
{
  SCT013.current(pinSCT, 60.607);
  lcd.begin(16,2);
}
```

Fonte: Autores (2020)

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de que fosse possível verificar se os resultados ganhos no protótipo estavam corretos, foi executado uma série de medições em um outro equipamento de uso residencial, com o objetivo de realizar as comparações dos valores descobertos no

protótipo com valores obtidos pelo medidor de energia certificado e calibrado fornecido pela SAGA 1000. Após a calibração, foram realizados vários ensaios para garantir a veracidade das medidas obtidas pelo protótipo (Tabela 1).

Tabela 1. Quadro comparativo de corrente

Quadro Comparativo		
Corrente(A)		
SAGA 1000	PROTÓTIPO	TAXA DE ERROS
1,13	1,18	4,24%
3,15	3,21	1,87%
5,18	5,38	3,72%
7,01	7,21	2,77%
9,1	9,3	2,15%
11,06	11,41	3,07%
13,2	13,62	3,08%
15,13	15,7	3,63%
17,11	17,85	4,15%
19,17	19,73	2,84%
21,05	21,87	3,75%
23,11	23,7	2,49%
25,01	25,64	2,46%
27,1	27,8	2,52%
29,15	30,19	3,44%
31,3	32,42	3,45%
33,11	34,04	2,73%
35,13	36,37	3,41%

Fonte: Autores (2020)

Como visto na Tabela 1 o protótipo apresenta resultado levemente superior a saga 1000 como taxas de erro que variam de 1,87% a 4,24% em diferentes correntes, com uma instalação pouco complexa e com um custo menor quando comparado aos disponíveis no mercado atualmente, garantido maior qualidade e segurança

A falta de precisão quando medida uma carga não linear, que para esse caso a solução poderia ser a substituição do microcontrolador por um microcontrolador de maior velocidade de conversão A/D reduz ainda mais as taxas de erros. Outro ponto que poderia ser melhorado é efetuar o cálculo de maior número de variáveis, ou seja, efetuar simultaneamente o cálculo do fator de potência, da distorção harmônica, entre outros. (ODAIR, 2019).

No Projeto de monitoramento de corrente alternada, Rodrigo Barbosa utiliza de um núcleo de matéria de quando no formato toroidal, com fio esmaltado enrolado paralelamente a sua seção transversal. Por dentro deste toróide passará o fio do circuito que se deseja analisar o qual, por um processo de indução eletromagnética promovido pela corrente deste fio, produzirá uma força eletromotriz (Tensão Induzida) na bobina que, conseqüentemente, induzirá o movimento ordenado de elétrons (RODRIGO, 2019).

Com o sistema desconectado e sem carga conectada, o protótipo gerava um ruído na entrada analógica, onde é executada a leitura da corrente, fazendo com que o sistema fizesse uma leitura incorreta. Para corrigir este problema, foi realizada alterações na programação do protótipo para que ele fosse capaz de identificar um valor de corrente maior que o ruído e pelo desconto de média desse o valor certo.

O sensor de corrente SCT-013-000 tem capacidade para calcular correntes CA (corrente alternada) até 100A RMS. É um sensor não invasivo, ou seja, ele não é eletricamente conectado ao circuito medido. Na prática, trata-se de um transformador de corrente com razão de 100 para 0.05 (no caso do sensor usado nesse exemplo, verifique a razão de espiras do seu próprio exemplar), ou seja, uma corrente no primário de 100 A aparece no secundário como uma corrente de 50 mA. Esse sensor não auxilia para medição de corrente contínua CC, somente para CA. Sempre lembrando que quando falamos de corrente, estamos falando dos valores RMS, ou seja, o pico de corrente medido pelo sensor é maior, cerca de 142 A, o que corresponde ao valor RMS multiplicado por 1.4142 (raiz quadrada de dois). Caso necessário o sensor detém uma abertura por onde o fio com a corrente a ser aferida deve ser passado (em uma casa, seria ou a fase ou o neutro). Esse fio funciona como o primário do transformador, gerando no secundário uma corrente proporcional, de acordo com a razão de transformação do circuito.

Figura 3. Forma correta de funcionamento do sensor



Fonte: Autores (2020)

Uma diferença importante é que este sensor tem sinal de saída de corrente e não de tensão. Assim, é preciso um circuito adicional na saída para converter a corrente de saída em uma tensão passível de ser lida pelo Arduino.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo expôs um modelo de sistema embarcado para monitoramento de energia elétrica, por meio desta solução, os utilizando podendo fazer uma certa análise sobre os equipamentos eletrônicos que utilizam em sua residência. Foi apresentado a implementação de um sistema embarcado conectado com uma aplicação móvel de análise de corrente em tomadas buscando apresentar o consumo de seus equipamentos eletrônicos. Durante o andamento do trabalho foi apresentado também que o sistema embarcado fosse instalado internamente as tomadas dos ambientes, porém foi observado que o espaço interno não era apropriado para a instalação. Os resultados foram obtidos através de testes utilizando um equipamento eletrônico. O emprego no móvel também funcionou de forma esperada, o gráfico expôs para um possível cliente o consumo da tomada analisada.

Medidores inteligente de energia, vem sendo especulado de uma forma notória como tendência futura, a criação e implementação de variados tipos de medidores vem ganhando cada vez mais, espaço em estudos de automação. Além de informações com alto grau de confiabilidade, os consumidores desta tecnologia passam a ter um controle maior do consumo diário, mensal e até anual, de cargas elétricas usadas em sua residência, ou até mesmo, em alguns tipos de máquinas industriais. Neste ponto de vista, economias diárias passam a ser geradas.

O resultado final deste artigo foi alcançado, alguns sinais, e a falta do mesmo geraram dificuldades ao decorrer do trabalho, porém o objetivo de medir informações através de um microcontrolador de forma automática, foi realizado da forma esperada. Através de muitos aspectos positivos, o conhecimento acadêmico foi adquirido.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2015.
- [2] ARAUJO, JOSIAS MATOS DE; A transformação do setor elétrico mundial. Smart Grid Fórum/2013. São Paulo, 2016.
- [3] ARDUINO, Ethernet Shield. Tutorial Arduino Ethernet Shield. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>. Acesso em: 1 de Maio. de 2020.
- [4] ARDUINO, What is arduino? 2015. Disponível em:<<https://www.arduino.cc/>> . Acesso em: 21/10/2020.
- [5] BEM-TOVIM, Erez. "ITU G.hn - Broadband Home Networking". In Berger, Lars T.; Schwager, Andreas; Pagani, Pascal; Schneider, Daniel M. MIMO Power Line Communications: Narrow and Broadband Standards, EMC, and Advanced Processing. Devices, Circuits, and Systems. CRC Press. 2016.
- [6] BEN. Balanço Energético Nacional. 2015. Disponível em . Acesso em: 08/2016. BRITISHGAS. SmartEnergy. 2015. Disponível em:<https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf> . Acesso em: 25/10/2020.
- [7] BULHMAN, H. J. ; CABIANCA, L. A. Tutorial Lan/Man Wireless I. 2006. Disponível em:<<http://www.britishgas.co.uk/>>, acesso em 11/2020.
- [8] Duailibe, Prof Paulo. Consultoria para uso Eficiente de Energia. Janeiro – 2000. Disponível em: <www.uff.br/lev/downloads/apostilas/Capacitores.pdf> . Acesso em: 17 de Abril de 2015.
- [9] LECCHI, Thiago. Trabalho final de Iniciação Científica. 2015. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/thiagolecchi/sistemasmart-grid-de-telemetria-no-invasiva-para-monitoramento-de-consumo-deteco-e-comunicaode-anomalias-e-fraudes-de-energia-utilizando-tecnologia-arduino>> . Acesso em: 14 de Abril. de 2020.
- [10] THOMSEN, Adilson. 2015. Blog Felipeflop. MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA COM ARDUINO. Disponível em: < <http://blog.filipeflop.com/arduino/medidor-de-energia-eletrica-com-arduino.html>>. Acesso em: 5 de Maio. de 2020.
- [11] BRITO, João. 2016 SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA PARTICULAR, EM TEMPO REAL E NÃO INVASIVO UTILIZANDO A TECNOLOGIA ARDUIN. Disponível em: < http://www.uel.br/ctu/deel/TCC/TCC2016_JoaoLuisGrizinskyBrito.pdf> , acesso em 6 de maio. de 2020

Capítulo 16

Estudo da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de iluminação em uma embarcação movido a energia solar

Moedy de Freitas Feitosa

Livia da Silva Oliveira

Resumo: O presente artigo se trata de uma análise da substituição de um sistema de iluminação movido a combustível fóssil, para um sistema fotovoltaico como fonte geradora de energia elétrica para a embarcação. Aproveitando a onda e força que a energia solar vem apresentando o artigo tem como objetivo evidenciar a melhoria que o sistema trará, por não mais ser dependente unicamente dos combustíveis fósseis, que atualmente tem custo financeiro muito elevado, também contribuindo para o meio ambiente, por não haver a queima do combustível diminuído o dióxido de carbono emitido para a atmosfera. A importância da conservação de energia já está em discussão no mundo todo, com o intuito de conscientizar a população da seriedade de manter a busca por fontes alternativas em máximo andamento. Com a substituição de um sistema movido a combustível fóssil por um sistema fotovoltaico, haverá economia no consumo e no aproveitamento de energia. O uso do sistema solar também traz economia para seu usuário, por sua forma de geração não depender de terceiros e sua fonte ser inesgotável.

Palavras-chave: Energia solar, placas fotovoltaicas, embarcação regional.

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da sociedade atual, é buscar formas de gerar energia limpa, que suportem suas demandas de consumo e que sejam viáveis economicamente, aliados a aspectos como responsabilidade social, sustentabilidade, e, que não agridam o meio ambiente, que substituam as fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis por exemplo. Desse modo, uma das fontes que atendem todas essas características é a energia solar.

Utilizando a luz do sol como fonte de energia, a energia solar utiliza um processo químico para transformar os raios solares em energia elétrica, sua utilização tem crescido de forma rápida em todas as partes do mundo, devido sua eficiência energética, sua fonte ser abundante e praticamente infinita (o sol), mas, acima de tudo por seus cálculos econômicos mostrarem ser bastante satisfatório ao longo dos anos. Segundo dados da ANEEL (2019), o Brasil apresentou recorde de potência instalada utilizando energia solar, chegando à marca de 1GW em geração distribuída no ano de 2019.

No estado do Amazonas, segundo Souza (2016), entre as várias as fontes renováveis que podem ser utilizadas a fonte que se destaca é a energia solar, tendo em vista que a região norte do Brasil possui um dos maiores índices de incidência solar no território brasileiro, fazendo com que assim esteja apta para receber investimentos para a instalação de usinas solares fotovoltaicas.

Ainda sobre o estado do Amazonas, uma de suas principais características é a utilização dos rios como estradas e as embarcações sendo usadas como meio de transporte, de cargas e passageiros, com a cidade de Manaus a capital do estado, sendo o principal ponto de encontro e distribuindo por meio dela, mercadorias e passageiros, para todos os municípios do estado, além de outros estados da região norte como o Pará, de acordo com a ANTAQ (2018), mais de 9,8 milhões de passageiros e 3,4 milhões de toneladas de cargas foram distribuídos pelos transportes longitudinais estadual e interestadual, além de travessia, na Região Amazônica no ano de 2017.

Moura (2016) destaca que todos os estados dessa região, tem sua economia dependente desse tipo de transporte. Eles exercem, além de uma função econômico-logística, a de cunho social, uma vez que são os grandes responsáveis pelo abastecimento e comunicação entre as comunidades ribeirinhas da região. Esse tipo de embarcação, de acordo com a ANTAQ (2016), são as mais adaptadas às condições de cargas e passageiros para operar nos afluentes do Rio Amazonas.

Segundo Moura (2016), as embarcações são produzidas com madeira local ou as maiores com ferro, chegando a navegar em média a 25 Km por hora, e equipadas por motores movidos a diesel, um combustível fóssil, que torna seu custo de operação elevado, devido a seu preço.

Diante do exposto, o trabalho de pesquisa busca estudar uma maneira de que a energia utilizada no sistema de iluminação do transporte fluvial (barcos regionais), seja gerada por meio de painéis fotovoltaicos, para isso utilizaremos uma embarcação do trecho de Manaus a cidade de Parintins, município localizado a 369km da capital. Substituindo assim, o diesel, um combustível fóssil, por uma fonte de energia limpa.

Com o objetivo de estudar a viabilidade da implantação de um sistema de iluminação em uma embarcação, movido a energia solar. A pesquisa adotou as seguintes atividades, dividido em 03 (três) etapas: Na primeira etapa desenvolveu-se a pesquisa de campo para fazer a observação in loco, da embarcação, onde houve o levantamento de

todos os dados referentes ao consumo de diesel para a o sistema de iluminação em um determinado espaço de tempo. Na segunda etapa, projetou-se a colocada de painéis fotovoltaicos na embarcação, a fim de que a demanda utilizada na parte da iluminação, fossem totalmente suportadas. Na terceira parte do trabalho, realizou-se o cálculo playback do empreendimento, calculando em quanto tempo o sistema terá o retorno do dinheiro empregado.

2. MATERIAL E METÓDOS

O estudo trata-se de um estudo científico aplicado, e tem a finalidade de demonstrar por meio de simulação um sistema solar para uma embarcação, projetado com a ajuda do software PV system.

A área de estudo é o Navio Motor Novo Aliança, que faz linha de Parintins – Manaus, saindo toda sexta da cidade de Parintins, e toda terça da cidade de Manaus, o barco possui 8 anos de viagem, e com uma capacidade de 300 passageiros, dispostos em 3 convés, é um dos principais no trecho da viagem, na Figura 1, é possível ver a embarcação fazendo uma manobra de atracação.

Figura 1. Navio Motor Novo Aliança, chegando a Manaus



Fonte: Autores (2020)

O software utilizado é PV system mundialmente conhecido, **é um dos mais utilizados** para simulação de sistemas de energia solar. Ele fez tanto sucesso porque oferece **facilidade de uso** e agilidade no processo da venda, mas também muitas **ferramentas avançadas para projetistas**. No estudo, o mesmo foi usado para fazer a simulação, utilizando a base de horas em que o sol é presente no dia, além disso, ele permite posicionar os painéis, inclusive com seu ângulo de inclinação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa realizada em setembro de 2020, no barco referente ao consumo de iluminação, foi constatado, conforme a Tabela 1, que o barco, possui 5 dias de funcionamento efetivo desse sistema no período noturno, e que existe pouca variação de consumo entre os dias em que há viagem e os dias em que o barco fica atracado no porto de ambas as cidades, pois o mesmo realiza, embarque e desembarque de mercadorias

durante todos os 5 dias, além de todas as noite em vésperas da viagem acontecer a limpeza e higienização conforme os nossos protocolos referentes a proteção contra o coronavírus.

Tabela 1. Levantamento de consumo da iluminação

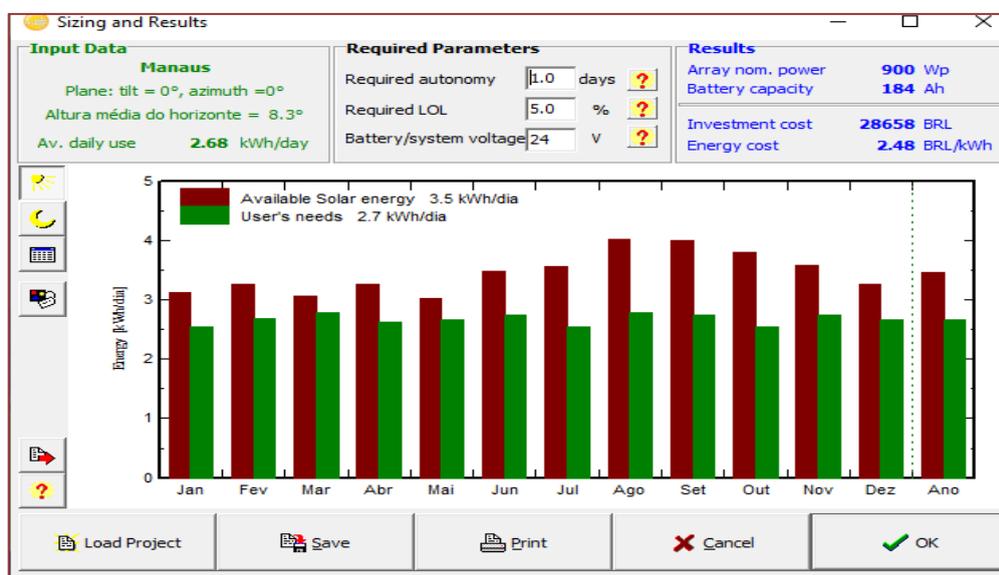
Quantidade	Objeto	Dias de consumo	Horas/dia	Potência (w)
15	Lâmpadas convés superior	5	6	12
15	Lâmpadas convés principal	5	6	12
20	Lâmpadas, passadiço e porão	5	6	12
01	Holofote de luz.	4	1	200

Fonte: Autores (2020)

O gasto aproximado por semana com sistema de iluminação é cerca de 125,00 reais, ou seja, em um mês o gasto aproximado chega em torno de 400,00 reais. Essa é uma média realizada pegando os dados dos dozes meses.

Usando o PV syst é possível observar qual a potência de geração do sistema off grid, necessário para abastecer a iluminação da embarcação, são utilizados como base os valores levantados na Tabela 1, pode ser conferido conforme a Figura 2.

Figura 2. Simulação do sistema da embarcação



Fonte: Autores (2020)

Com a potência geral do sistema em torno de 900 wp. Na Tabela 2 temos valores a serem adotados para os materiais utilizados na embarcação, ou seja, os custos do sistema. Destaque para os 3 painéis de 355 W que precisaram ser adotados para suprir a necessidade do sistema, esses painéis seriam colocados na parte superior da embarcação, os três medem 8 m de comprimento ao total, e precisariam ser encaixados na parte superior da embarcação que mede 15m de comprimento no total, as boias salva vidas, teriam que ser alocadas mais para os lados, a embarcação mede 8 m de largura, e os

painéis aproximadamente 1 m, eles ficariam bem no meio de forma que a luz do sol, não ter os sombreamento das boias salva vidas.

Tabela 2. Custo do sistema

MATERIAL	QUANTIDADE	PREÇO FINAL
PAINEL SOLAR 355W	3	R\$ 2517
BATERIA SOLAR 200AH	1	R\$ 3000
Controlador de Carga	1	R\$ 110
Inversor de Tensão 24V/127V	1	R\$3600
String Box	1	R\$ 1200
TOTAL FINAL		R\$ 7727

Fonte: Autores (2020)

Com o projeto em funcionamento, obteve-se uma economia de em média R\$ 500,00 mensais, que era gasto com combustível, dependendo do uso do motor de luz, nos períodos que eram necessários utilizar além do normal, aumentava a quantidade de combustível e conseqüentemente o custo. Foi utilizado o período de Payback simples para determinar o tempo de retorno do investimento empregado no projeto.

$$\text{Payback} = \frac{R\$7727}{R\$500} = 15,4 \text{ meses.}$$

Como mostrado no cálculo acima, o tempo em que o projeto se paga é de 15,4 meses, após sua instalação.

Santos (2018), entretanto, alerta que para que o investimento obtenha valores próximos ao determinado para viabilizar a aceitação do projeto. Pode ser que, qualquer aumento que ocorrer nos próximos meses, altere a situação de aceitação do projeto. Este projeto poderá não ser viável, entretanto, não se pode analisar somente os aspectos econômicos, já que aspectos técnicos como localização do espaço para instalação das placas e elementos que alteram substancialmente o custo do sistema fotovoltaico. Ele continua ainda mostrando que para determinadas pessoas a viabilidade econômica não é favorável tendo em vista que, quando se leva em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo, o projeto se torna inviável pelo fato de que os indicadores não atingiram.

Já Lima (2018) alerta que sempre deve-se ter a análise dos pontos elencados, conclui-se que devem ser adotados todos os cuidados na aquisição de um bom projeto, bem como a utilização de materiais e equipamentos de qualidade em um sistema de geração fotovoltaica, complementados também por critérios técnicos de instalação e manutenção.

Freitas (2019) complementa que o sistema fotovoltaico ainda possa possuir um sistema de apoio em casos de quando a energia solar for insuficiente, um pequeno gerador a diesel, por exemplo, o que vai de encontro ao que ao estudo se propôs a fazer. Reis (2016) aponta que outro detalhe importante é que as baterias não devem ser recarregadas excessivamente. Os painéis fotovoltaicos podem elevar as baterias a elevadas voltagens, acarretando danos.

Por fim Reis (2016), recomenda uma análise logística de quantas pessoas de fato utilizariam o serviço, qual seria o preço da passagem e em quanto tempo haveria um retorno do investimento da tecnologia empregada na embarcação, em caso de uma ampliação do sistema. Deve-se estudar ainda, a interferência de ondas, no rendimento dos painéis.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entusiasmados com uma nova alternativa de geração de energia limpa que faça a substituição dos combustíveis fósseis visando barrar o aquecimento global. Este projeto de pesquisa, apresentou a viabilidade de um sistema elétrico de iluminação, feito a partir da energia solar fotovoltaica em um barco fluvial no interior do Amazonas, substituindo o gerador de luz da embarcação como fonte geradora de energia elétrica. Como Engenheiro Eletricista, deve-se estar atento as mudanças no domínio energético, nesse sentido para motivar as pessoas a migrarem para uma nova fonte, deve-se ter como impulso o aspecto econômico, no custo de capital e no operacional, que se relacionam diretamente aos custos de aquisição e consumo de tecnologias. Existe uma frente que impulsiona a tecnologia por soluções não impactantes ambientalmente. De forma mais sustentável, os engenheiros e pesquisadores que desenvolvem as tecnologias

Outro ponto de destaque é que o desenvolvimento dos painéis fotovoltaicos, só ganhou espaço no mercado quando os investimentos se deram para a redução do custo de fabricação, para que o produto pudesse ganhar um menor valor de comércio. Ainda há muitos desenvolvimentos a serem feitos, além de que no Brasil, ainda sofre com a venda da maioria dos produtos serem importados, e com isso, sofrem com vários impostos e outros fatores como o valor de dólar e etc. No entanto os painéis, possuem matéria prima bem abundante como é o caso dos atuais módulos baseados em silício, que podem baratear ainda mais sua produção.

Os resultados da aplicação dessa energia solar fotovoltaica como fonte de energia alternativa para a iluminação da embarcação, se aplicada pode ocasionar a redução de custos e de diversificação energética, se torna viável, porque sua forma de geração atende as necessidades de energia elétrica sem comprometer o meio ambiente na sua geração. Além de trazer inestimáveis benefícios ao planeta. E por ser uma energia praticamente inesgotável e abundante em nosso estado, se mostrou uma ótima opção para o transporte fluvial.

Por fim, a manutenção do sistema de geração de energia solar é mínima. Consiste na limpeza das placas a cada 6 meses ou quando apresentarem queda de eficiência. A manutenção preventiva também é muito importante, assim como a verificação periódica da isolamento do sistema, da fixação da estrutura, corrosão e outros cuidados, que pode facilmente ser feita pelo próprio proprietário. Por fim, o projeto se mostrou uma excelente alternativa para a substituição dos combustíveis fósseis em qualquer tipo de veículo de transporte, sendo cada um adaptado da forma que o veículo exige.

REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Disponível <https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-marca-de-1gw-em-geracao-distribuida/656877> em: Acesso em: 27 set. 2020
- [2] ANTAQ Agência Nacional de Transportes Aquaviários – Ministério dos Transportes Indicadores de Desempenho Portuário – Cartilha de Orientação, 2018
- [3] BACCART, Roberto. CONVERSÃO DE SISTEMA DE EMBARCAÇÕES DE MECÂNICO PARA ELETRO ELETRONICO. UFSP, São Paulo, 2020.
- [4] BARBOSA, José. Desenvolvimento da planta fotovoltaica de uma embarcação de passageiros por meio da curva de potência característica do modelo. Uea, Amazonas, 2019.
- [5] BASTOS, Ricardo. Potencial do sistema diesel elétrico para a redução do consumo de combustível fóssil em embarcações de pesca: um estudo de caso do consumo de energia da frota de espinhel de fundo do rio de janeiro. UFRJ, Rio de Janeiro, 2019.
- [6] CASTRO, Ruy. Fotovoltaico: fontes renováveis como elemento educacional no ensino da ciência. Ufam, Amazonas, 2020
- [7] FREITAS, Lutergardo. Eficiência energética no amazonas: a alternativa solar. ITEGAM, Amazonas, 2019.
- [8] FONSCECA, Suzele. Barco Regional: Meio de transporte. Uea, Amazonas, 2016.
- [9] JÚNIOR, Elder. Instalação elétrica para o hospital naval Papa Francisco: desenvolvimento do projeto elétrico de um barco hospital para atendimento de populações ribeirinhas nas amazonas. UNIT, FORTALEZA, 2020.
- [10] MOURA, Joel. Transporte misto de carga e passageiros através de barcos regionais(recreios) no Estado do Amazonas: Uma proposta para cálculo da modicidade da tarifa. Ufam, Manaus, 2016.
- [11] REIS, Marcelo. Projeto conceitual de uma embarcação solar para o transporte público de passageiro. UFSC, Santa Catarina, 2016
- [12] SANTOS, Fabricio. Energia Solar: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação de sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga – MG. Fumec, Minas Gerais. 2018.
- [13] SOUZA, Marcia Pires de. Análise da viabilidade da utilização da energia solar como fonte alternativa de geração de energia na cidade de Manaus. Ufam, Manaus, 2016.

Capítulo 17

Estudo sobre viabilidade de implantação de energia fotovoltaica na praça de alimentação Parque das Laranjeiras – Manaus - AM

Patrícia Cavalcante Alves

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Com o aumento populacional e a elevação do perfil de consumo dos recursos naturais no mundo, verificou-se a necessidade de debater as questões energéticas e investir em soluções renováveis. Diante disso o objetivo do trabalho foi analisar a viabilidade de implantação de energia fotovoltaica como fonte alternativa na geração de energia elétrica na Praça de Alimentação do Parque das Laranjeiras – Manaus/Amazonas. Para isso foram levantados três pontos relevantes que serviram como objetivos específicos, o estudo da área do local, tecnologias disponíveis buscando analisar melhor configuração do sistema de geração solar de energia e demonstrar resultados da viabilidade. A metodologia utilizada foi um estudo de caso descritivo e bibliográfico com a utilização da técnica de observação direta. Os resultados apresentaram A proposta do projeto prevê apenas a colocação de painéis solares que 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.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica, viabilidade, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a principal fonte de geração de energia elétrica é a hidráulica, em seguida encontra-se a geração térmica (ANEEL, 2016). Como fontes alternativas e renováveis dessa energia observa-se o crescimento do uso da biomassa, dos ventos e da proliferação de pequenas centrais hidroelétricas, todas impulsionadas por programas governamentais de incentivo a Geração Distribuída (FRAUNHOFER, 2013).

As fontes renováveis, embora inicialmente mais caras, tornam-se mais competitivas na medida em que se expandem, sendo a competitividade resultante da redução dos custos devido ao ganho de escala e dos avanços tecnológicos.

A necessidade de gerar energia com o mínimo de impacto ambiental, com um processo mais sustentável, tornou-se o maior objetivo. Uma das alternativas é a geração de energia elétrica a partir da radiação solar. Esse processo é realizado com a utilização de células fotovoltaicas, onde o principal componente é o silício, elemento abundante no planeta.

A conversão de energia solar fotovoltaica apresenta elevado potencial no Brasil, onde a irradiação média diária está entre 4,8 e 6,0 kWh/m² por dia. Na Alemanha, país que possui a maior capacidade instalada em energia fotovoltaica, a máxima irradiação diária não ultrapassa 3,2 kWh/m² (COMERC, 2016).

A crescente preocupação com a preservação do meio ambiente e a busca pela diversificação da matriz elétrica, associado com o aumento na demanda por energia e desenvolvimento da indústria, impulsionou a geração de energia elétrica no mundo a partir de fontes renováveis, como a fonte solar.

Diante da problemática o objetivo do trabalho é analisar a viabilidade de implantação de energia fotovoltaica como fonte alternativa na geração de energia elétrica na Praça de Alimentação do Parque das Laranjeiras – Manaus/Amazonas. Para isso serão levantados três pontos relevantes que servirão como objetivos específicos, citar o estudo da área do local, apresentar tecnologias disponíveis buscando analisar melhor configuração do sistema de geração solar de energia e demonstrar resultados da viabilidade.

A implantação de sistemas fotovoltaicos pode contribuir para a redução de despesas e a dependência de outras fontes de geração, contribuindo ainda para o meio ambiente ao produzir energia limpa, renovável e sem emissão de poluentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Praça de Alimentação Parque das Laranjeiras (Figura 1), localizada Av. Prof. Nilton Lins - Flores, Manaus - AM, 69058, possui um espaço informal com restaurantes para todos os gostos, incluindo opções italianas, japonesas e brasileiras, sua dimensão é de 60 metros de largura com 150 metros de comprimento, totalizando 900 m².

Figura 1. Praça de Alimentação Parque das Laranjeiras



Fonte: Autores (2020)

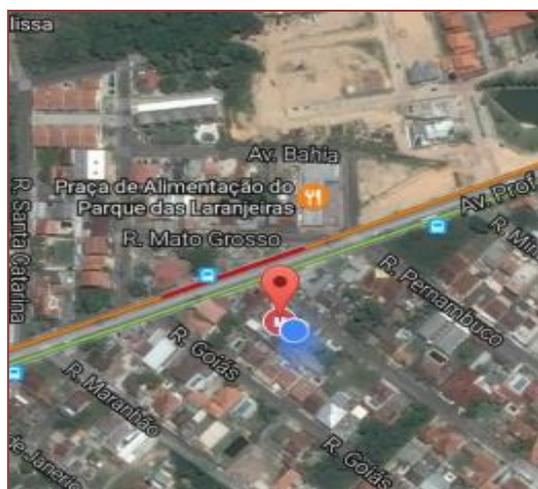
Para proceder com um estudo de caso, algumas premissas deverão ser consideradas, como: intensidade de irradiação solar do local, energia total produzida, quantidade de painéis fotovoltaicos necessários, a porcentagem do consumo que este sistema atenderia, o custo de implantação do sistema.

Os critérios que norteiam a escolha de implantação do sistema fotovoltaico considerando a atratividade econômica são:

- a) Critérios econômicos, vinculados à rentabilidade do investimento ou redução de despesas;
- b) Critérios financeiros, ligados à disponibilidade de recursos, e
- c) Critérios imponderáveis, associados a fatores não conversíveis em valores monetários como, por exemplo, o marketing verde.

A Figura 2 apresenta o local sugerido para a instalação dos painéis solares.

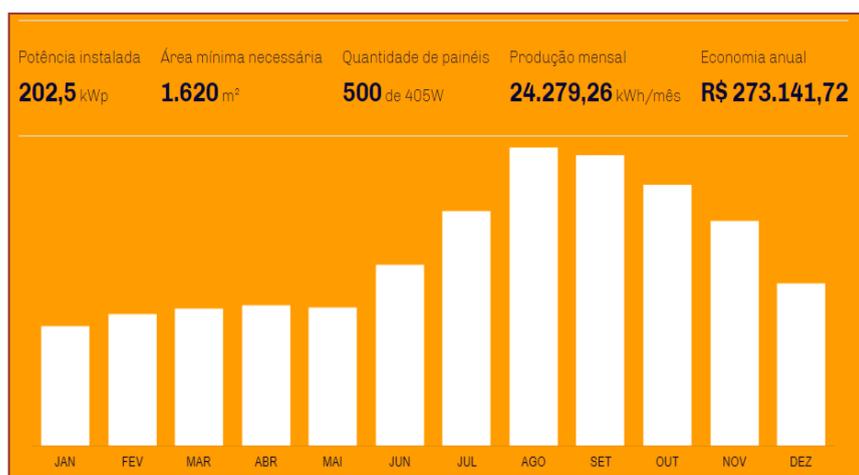
Figura 2. Localização Praça de Alimentação Parque das Laranjeiras



Fonte: Google maps (2020)

Foi realizada uma simulação de potência a ser instalada, área, quantidade de painéis, produção mensal e economia anual como mostra a Figura 3.

Figura 3. Expectativa de produção mensal de energia (kWh)



Fonte: BISSOLAR (2020).

A Tabela 1. Apresenta a produção mensal (Kwh/mês)

Tabela 1. Produção Mensal Kwh/mês

Mês	Kwh/mês
Janeiro	21.570,62
Fevereiro	22.013,86
Março	22.210,85
Abril	22.358,59
Mai	22.260,10
Junho	23.836,03
Julho	25.805,95
Agosto	28.169,86
Setembro	27.874,37
Outubro	26.790,91
Novembro	25.461,22
Dezembro	23.146,56

Fonte: Autores (2020)

O local de instalação do projeto será no telhado da praça de alimentação, a área disponível para a instalação do sistema é de 425 m² onde se encontram os Box dos restaurantes. Deixando uma área livre entre os módulos para a circulação de pessoas para a realização da manutenção e também para que os módulos da frente não projetem sombra sobre os módulos instalados nas fileiras adjacentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma análise de dados mensais históricos de consumo e demanda medida pela distribuidora e disponibilizados através da conta de energia. A Tabela 2 apresenta as faturas do ano de 2018 até os primeiros meses de 2020.

Tabela 2. Demonstrativo de Contas de Energia

Faturas contas de energia praça de alimentação	
Mês/Ano/2018	Valor
17/05/2018	R\$ 13.557,65
18/06/2018	R\$ 13.985,01
17/07/2018	R\$ 14.945,87
16/08/2018	R\$ 16.505,79
Mês/Ano/2019	Valor
22/08/2019	R\$ 20.320,10
18/09/2019	R\$ 21.055,56
Mês/Ano/2020	Valor
18/08/2020	R\$ 27.826,80
17/07/2020	R\$ 23.158,03
18/06/2020	R\$ 20.436,19
19/05/2020	R\$ 23.581,13

Fonte. Autores (2020)

Após análises realizadas, em relação aos dados obtidos sobre o sistema de energia na Praça de Alimentação do Parque das Laranjeiras – Manaus - Amazonas, observou-se que o consumo é alto ocasionando um problema para os donos dos restaurantes, dessa forma foi realizado um levantamento de quantidade de painéis solares para busca de minimizar o consumo de energia, diminuído assim as despesas. As especificações técnicas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Especificações Técnicas

Célula	156mm x 15 mm, Policristalino, 3 barramentos, Nível de Eficiência 16%, Integrado em folha EVA e Nitreto de Silício texturizado: baixa reflexão de luz, coloração homogênea
Quadro/Armação	Alumínio preto anodizado revestido, Aparafusado e adicionalmente colado, Capacidade de carga: 5.400 n/m ² , Abertura drenagem interna contra danos por geada e montagem flexível.
Caixas de Junção	Totalmente selado, Módulos de 36 e 48 células, Pré montados com linha conector, Pré montados com linha de conexão e uniões plug in e Inclui diodos de bypass
Emparelhado	Processo de classificação, Potência nominal e Dois módulos
Produção	Processo de produção totalmente automatizado.

Fonte: www.technosun.com (2020)

De acordo com o objetivo proposto, a viabilidade de implantação de energia fotovoltaica como fonte alternativa na geração de energia elétrica na Praça de Alimentação do Parque das Laranjeiras – Manaus/Amazonas é viável de acordo com os levantamentos realizados.

A viabilidade na iluminação é essencial para economia dos proprietários, pois a

energia solar é uma energia alternativa, renovável e sustentável, que funciona utilizando o sol como fonte de energia e pode ser aproveitada e utilizada por diferentes tecnologias, como: aquecimento solar, energia solar fotovoltaica

A proposta do projeto prevê apenas a colocação de painéis solares que 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.

A implantação de sistemas fotovoltaicos integrados as propriedades públicas é essencial para contribuir para a redução de despesas e a dependência de outras fontes de geração, contribuindo ainda para o meio ambiente ao produzir energia limpa, renovável e sem emissão de poluentes (ESTAQUIO et al 2017).

A construção modular de um sistema fotovoltaico também facilita sua instalação nos aeroportos, em locais não utilizados para a aviação ou como área comercial. A energia fotovoltaica, além de ser renovável, gera energia para ser consumida no próprio local de produção, evitando despesas com a transmissão e distribuição, suprimindo parcela da demanda de energia dos sítios aeroportuários e, dependendo do porte da instalação, até as propriedades do entorno. (ESTAQUIO et al 2017).

Para que haja ainda uma expansão da geração fotovoltaica no Brasil é necessário políticas de incentivos através de financiamentos com baixas taxas de juros e isenções fiscais. Por ser uma tecnologia extremamente dependente do mercado externo, é necessário que haja ainda desenvolvimento das indústrias brasileiras nesse setor para que ocorram reduções nos custos de implantação de sistemas fotovoltaicos (BIAGIO et al 2014).

O sistema fotovoltaico gera energia elétrica a valores máximos fazendo com que a concessionária não sobrecarregue seu sistema elétrico e o consumidor que possui o sistema fotovoltaico instalado diminua seu consumo de energia elétrica proveniente da rede de distribuição (HOBMEIR, 2013).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por novas tecnologias, levou a busca por analisar a viabilidade de implantar energia fotovoltaica na Praça de Alimentação do Parque das Laranjeiras para proporcionar uma economia de energia e buscar incentivar a atitudes sustentáveis, dessa forma foi realizado levantamos em relação ao consumo do lugar da pesquisa, assim como pesquisas bibliográficas para fundamentar o trabalho.

Conclui-se que é necessário buscar tecnologias de geração de energia baseadas em fontes inesgotáveis como a solar, reduzindo os impactos oriundos das atividades humanas como, por exemplo, o transporte aéreo. A aplicação destas tecnologias não deve ser avaliada apenas pelo aspecto técnico e econômico, pois há benefícios intrínsecos e não mensuráveis financeiramente ao se proceder com a implementação de um sistema fotovoltaico.

REFERÊNCIAS

- [1] ANAEEL. Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira. Disponível em: > Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira — Português (Brasil) (www.gov.br). Acesso em 25 de outubro de 2020.
- [2] Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). Geração Distribuída Solar Fotovoltaica. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE. Rio de Janeiro, 2017.
- [3] BANDEIRA, F. P. M. O aproveitamento da energia solar no Brasil – situação e perspectivas. Brasília. Câmara dos Deputados. 2012.
- [4] BIAGIO, Arthur Canedo Montesano Miranda. Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à rede 2014
- [5] COMERC. Energia solar no Brasil e no mundo. Disponível em: <http://www.panoramacomerc.com.br/?p=2517>. Acesso em: 25 de Novembro de 2020.
- [6] EUSTÁQUIO, Bruno Lima Pereira. Análise de Viabilidade Econômica de Implantação de um Sistema de Geração de Energia Elétrica Através de Painéis Fotovoltaicos em Sítio Aeroportuário. Nova Frigurgo – RS, 2017.
- [7] FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS. World Record Solar Cell with 44.7% Efficiency. Freiburg, 2013. Disponível em: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2013/world-record-solar-cellwith-44-7-efficiency.html>>. Acesso em: 12 novembro 2020.
- [8] FRANÇA, Sávio. Como funciona a energia solar, 2017? Disponível em: <http://brassolar.com.br/como-funciona-a-energia-solar/>Acesso em: 19 de novembro de 2020.
- [9] GALLI, Claudio. Sobre Volta, Batatas e Fótons. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.
- [10] HOBMEIR, Guilherme Alfredo. Análise da Viabilidade Técnica de Painéis Solares Fotovoltaicos Conectados à Rede, com backup de Energia, Instalados em Postos de Combustíveis, 2013.
- [11] JUCÁ, Sandro C. S.; CARVALHO, Paulo C. M. de. Métodos de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos: Aplicações em dessalinização. 1 ed. Duque de Caxias, 2013.

Capítulo 18

Análise de segurança na realização do teste de hipot em uma empresa do polo industrial de Manaus - AM

Phablo Costa Lopes

Livia da Silva de Oliveira

Resumo: Este trabalho de cunho acadêmico tem por objetivo avaliar e implantar formas de segurança e a saúde ocupacional do operador de teste do HIPOT validando melhorias que possam agregar no seu ambiente de trabalho aprimorando o que já é feito em seu processo produtivo de forma inteligente e gradativa partindo dos princípios da norma regulamentadora NR10, que trata da segurança em instalações em serviços com eletricidade. Conforme observações para esse estudo de caso, o teste de HIPOT apresenta necessidades de melhorias na adaptação às condições materiais da empresa com o fim de garantir, de acordo com a NR 10, saúde, segurança e a integridade física dos profissionais que estão envolvidos de forma direta ou indireta na prestação ligada a esse tipo de serviços e atividades laborais.

Palavras-chave: Teste de HIPOT, acidente, segurança do trabalho.

1. INTRODUÇÃO

A constante demanda nos lançamentos de aparelhos eletrônicos e a acessibilidade cada vez maior da população a esses aparelhos e a tecnologia que acompanha esses equipamentos eletroeletrônicos também se faz necessário que esses equipamentos de uso doméstico apresentem total segurança e desempenho ao consumidor final desde o consumidor mais experiente no manuseio do seu aparelho até ao consumidor menos desprovido de conhecimentos técnicos para o uso e a instalação dele (ARAÚJO&VILAÇA, 2016).

Contudo, a fim de permitir que esses produtos eletroeletrônicos e eletrodomésticos sejam produzidos em grande escala para o consumidor final se faz necessário que esses dispositivos e aparelhos sejam testados ao limite máximo de sua rigidez dielétrica conforme portaria do INMETRO nº371 de 2009, que trata dos regulamentos técnicos metrológicos e de avaliação da conformidade bem como considera os acidentes de consumo ocorridos com diversos aparelhos eletrodomésticos e similares.

E por esses aspectos, a norma tem por objetivo estabelecer os critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade de Aparelhos Eletrodomésticos e Similares, com foco nos requisitos de segurança, através do mecanismo de Certificação, atendendo aos requisitos da norma ABNT NBR NM 60335-1 ou IEC 60335-1 – Requisitos Gerais, e das normas de requisitos particulares da série ABNT NBR NM 60335-2-X ou IEC 60335-2-X aplicáveis ao produto, visando prevenir acidentes de consumo e proteger os consumidores em relação aos riscos elétricos, mecânicos, térmicos, fogo e radiação dos aparelhos, quando em utilização normal. Este RAC (Requisitos de Avaliação da Conformidade) trata da segurança de aparelhos eletrodomésticos e similares, cuja tensão nominal não seja superior a 250 V, para aparelhos monofásicos, e 480 V para outros aparelhos.

Na indústria de aparelhos eletrodomésticos e eletroeletrônicos é comum que as estruturas da linha de produção sejam feitas em sua maior parte de alumínio tanto nas laterais das esteiras de produção quanto nas partes de apoio (roletes das esteiras) do operador de produção. Em meio aos diversos equipamentos ligados a esteira de produção para os testes dos aparelhos eletroeletrônicos, o uso do HIPOT é essencial para atestar que a carcaça do aparelho produzido seja realmente isolante, e não um condutor de corrente elétrica. O teste de HIPOT possibilita detectar deficiência de isolamento o que permite aos fabricantes de eletrodomésticos e eletroeletrônicos coordenarem reajuste ou mesmo reposição do produto com o fim de não produzir choque elétrico ao consumidor (SOBRAEP, 2020).

O HIPOT é o equipamento que viabiliza o teste de HIPOT, esse nome é uma abreviação da língua inglesa (High Potential), que em tradução livre significa “alta tensão”. Para que sejam realizados os testes e ensaios é necessário gerar altas tensões para que se realize o ensaio de rigidez elétrica sobre os equipamentos e ferramentas elétricas fabricadas, que se possa verificar se não houve rompimento da corrente elétrica (DÉR CARRIÃO, 2019).

É evidente que existem outros meios de equipamentos para a realização do teste de rigidez dielétrica, porém a sua aplicação para a realização dos testes e ensaios seguirão o mesmo princípio e procedimentos estabelecidos em todos eles, ou seja, seguindo a sua característica principal por aplicar altos níveis de tensão nos equipamentos eletrônicos, elétricos ou ferramentas como também entre diferentes partes energizadas do equipamento, assim como as partes acessíveis. Essas partes energizadas devem estar

localizadas nas partes isoladas dos pontos acessíveis. Estas partes devem estar com isolação apropriada para que o operador do equipamento não sofra com a descarga de choques elétricos.

Este artigo tem o propósito de avaliar e implantar formas de segurança e a saúde ocupacional do operador de teste do HIPOT validando melhorias que possam agregar no seu ambiente de trabalho aprimorando o que já é feito em seu processo produtivo de forma inteligente e gradativa partindo dos princípios da norma regulamentadora NR10 que trata da segurança em instalações em serviços com eletricidade, fazendo com que essa norma também tenha como responsabilidade garantir a saúde, a segurança e a integridade física dos profissionais que estão envolvidos de forma direta ou indireta na prestação ligada a esses tipos de serviço e atividades laborais.

O presente artigo tem o objetivo em analisar a realização do teste de HIPOT em uma empresa do Polo Industrial de Manaus (indústria de eletroeletrônicos e eletrodomésticos), observando as dificuldades enfrentadas durante o processo na realização do teste, objetivando tomar cuidados de possíveis causas de acidente de trabalho, tornando a atividade e o processo mais seguro para a sua realização. Especificamente, se trata de uma análise com o fim de: a) identificar como realizar o teste de rigidez dielétrica mais seguro e eficiente através de pesquisa bibliográfica; b) analisar como se dá o processo para a realização do teste de rigidez dielétrica, e desenvolver melhorias, através de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo; c) atenuar as principais causas de acidentes de trabalho na indústria com choque elétrico e identificar as maiores dificuldades da empresa no campo operacional através de pesquisa de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Metodologicamente, o trabalho foi constituído de consultas a materiais produzidos acerca do tema como revistas técnicas, artigos científicos e monografias temáticas com o fim de abordar o tema com amplitude teórica. A análise acerca do teste de HIPOT foi conduzida por meio de observação direta em uma empresa do Polo Industrial de Manaus, porém por questões éticas, a referência a esta empresa será mantida em sigilo, pois faz parte do ambiente de trabalho protegendo sua marca por direitos autorais e condiz com o estudo de caso que subsidia a fundamentação dos resultados obtidos da pesquisa de campo somada à análise teórica do tema em questão.

Para a produção do estudo de caso, observamos durante 30 (trinta) dias, o setor de Teste de HIPOT na empresa MANAUS ELECTRONICS e constatamos o seguinte:

- Durante o revezamento de 8 (oito) colaboradores no setor de teste de HIPOT, antes do treinamento, orientações quanto ao uso de EPI's, pois eles tinham contato indireto com choque elétrico na aplicação do teste de HIPOT;
- Antes do treinamento direcionado aos funcionários, ocorriam cerca de 8 (oito) acidentes por choque elétrico por mês sem afastamento do trabalho; e
- Após nosso período de observação, constatamos apenas 1 (um) acidente sem afastamento do trabalho por parte dos operadores do teste de HIPOT.

É importante observar que nossa análise se deu em um período de transição em que os operadores tinham relativo conhecimento sobre os riscos de trabalho na operação do teste de HIPOT no aparelho eletrônico testado.

A média de trabalho nas empresas do Polo Industrial de Manaus são de 8 (oito) horas diárias durante 5 (cinco) dias da semana, salvo aqueles que realizam a “hora extra” diária ou ainda aos sábados, mediante grande produção.

No setor de teste de HIPOT, observamos que os operadores não faziam uso de botas emborrachadas, e sim, tênis e sapatos do seu cotidiano no ambiente de trabalho. Durante oito horas diárias de trabalho, esses operadores faziam uso, ainda, de luvas comuns durante o manuseio do HIPOT no teste dos aparelhos eletrônicos, e observamos alguns relatos de choques elétricos eventuais mediante o processo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No segundo semestre do ano de 2020, as empresas do Polo Industrial de Manaus, reduziram parcialmente o tempo de trabalho dos funcionários em seu interior com o fim de evitar a circulação do vírus do COVID-19, o que provocou o acúmulo de banco de horas e férias coletivas. Após um período de estabilidade, as empresas retomaram a produção em decorrência das necessidades humanas e de negócios estabelecidos em “alimentar” a demanda do mercado mundial por consumo de produtos eletroeletrônicos e eletrodomésticos.

Em se tratando especificamente de uma empresa do Polo Industrial de Manaus, nosso objeto de estudo de caso em questão, a qual denominaremos por nome fictício de MANAUS ELECTRONICS, os funcionários receberam orientações acerca das novas regras de trabalho como: linha de produção com maior distanciamento entre funcionários, distância social no refeitório e área de lazer, uso de máscara de proteção descartável e álcool em gel bem como o reforço no uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).

O teste de rigidez dielétrica mais seguro e eficiente qualifica o entendimento sobre a importância de aumentar a segurança nas indústrias que lidam com equipamentos industriais ou fabricam equipamentos eletroeletrônicos para o uso doméstico, além dos funcionários que trabalham todos os dias diretamente operando e fazendo parte dessa classe produtiva. É importante entender sua utilidade e como o equipamento deve ser utilizado colocando essas duas variáveis em paralelo para o operador de HIPOT, assim é possível afirmar que a operação de teste será mais segura e rápida influenciando na qualidade, durabilidade e na segurança dos produtos fabricados.

Na empresa MANAUS ELECTRONICS, o processo para a realização do teste de rigidez dielétrica é feito da seguinte forma:

- Ajustando a tensão do ensaio no equipamento HIPOT;
- Ligando os terminais de aplicação de tensão do equipamento HIPOT no eletroeletrônico ou isolante que se encontra sob o teste;
- Ativando o HIPOT para aplicar a tensão e fazer o monitoramento adequado da corrente elétrica;
- Aguardando o teste terminar e a avaliar o resultado; e
- Se o resultado estiver dentro dos parâmetros ajustados e der “OK” o eletrônico está aprovado para o uso doméstico, caso contrário, o aparelho é rejeitado e reprocessado.

No que diz respeito ao teste de HIPOT, utilizemo-nos do exemplo de produção de televisores. Na linha de produção da MANAUS ELECTRONICS, o funcionário conecta um cabo USB no aparelho por onde a corrente elétrica percorre a parte metálica interna realizando o teste com uma tensão elétrica entre 2.000 a 3.000 KVa e o setup de corrente (i) de até 10 mA. O processo segue e, ao final, caso ocorram problemas o material é recusado e encaminhado ao setor responsável pela qualidade do produto. Observamos que durante esse processo, por vezes, o funcionário é pego em choques elétricos eventuais e elencamos alguns problemas:

- O descuido eventual e não intencional do funcionário no toque da tampa metálica/chapa do televisor;
- O uso inadequado de luvas no manuseio do teste de HIPOT no setor.

O teste de HIPOT sinaliza para a segurança voltada ao consumidor que adquire um televisor para sua residência, por exemplo, em que ele não receba o produto com defeito e possa sofrer choque elétrico acidental bem como possíveis lesões no corpo. Internamente, os funcionários da empresa costumam alcunhar o processo que o teste de HIPOT faz como “fuga de energia”. Essa é uma das preocupações constantes das empresas em fornecer produto de qualidade e que não ofereçam riscos no momento da instalação e uso deles.

A Norma Regulamentadora - NR 10 foi instituída pelo então Ministério do Trabalho e Emprego no ano de 1978 e desde então vem sofrendo alterações, sendo a última do ano de 2019. A NR10 trata sobre a garantia de “segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade”. As medidas de controle de riscos são essenciais para proteção do funcionário e no reconhecimento dos riscos envolvidos nas etapas de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia (SILVA & MICHALOSKI, 2017).

Ainda discutindo sobre a NR 10, é importante frisar os números crescentes de acidentes provocados por choque elétrico no Brasil. Segundo a publicação do Anuário Estatístico Abracopel 2021 (ano-base de referência ao ano de 2020), as mortes por choque elétrico decresceram em relação aos anos anteriores, especialmente com o ano de 2019. Conforme a análise direcionada aos acidentes fatais de origem elétrica, ocorreu uma redução de quase 9% no número de mortes no Brasil. Isso se deve em decorrência da pandemia provocada pelo COVID-19 em que as pessoas passaram a trabalhar em molde “home-office”, porém o saldo ainda continua negativo quanto às vidas perdidas por ações de descaso e desconhecimento dos riscos (ABRACOPEL, 2021).

Um caso de grau de alerta máximo tratado na empresa MANAUS ELETRONICS foi de uma jovem operadora que sofreu choque elétrico operando o HIPOT e, por desconhecimento de sua gravidez, a operadora sentiu-se com mal-estar anormal, e após a investigação do caso descobriu-se que ela se encontrava grávida. Após esse evento, a empresa passou a selecionar apenas operadores do sexo masculino atuando no setor de teste de HIPOT. Essa foi uma adoção de segurança e controle do setor dialogado junto aos seus funcionários.

Sobre os efeitos que o choque elétrico pode produzir no corpo humano, as pesquisas voltadas para a segurança do trabalho bem como do campo das ciências

médicas é de que o organismo reage ao movimento perturbador que aciona o corpo, o que acaba produzindo uma série de tensões internas.

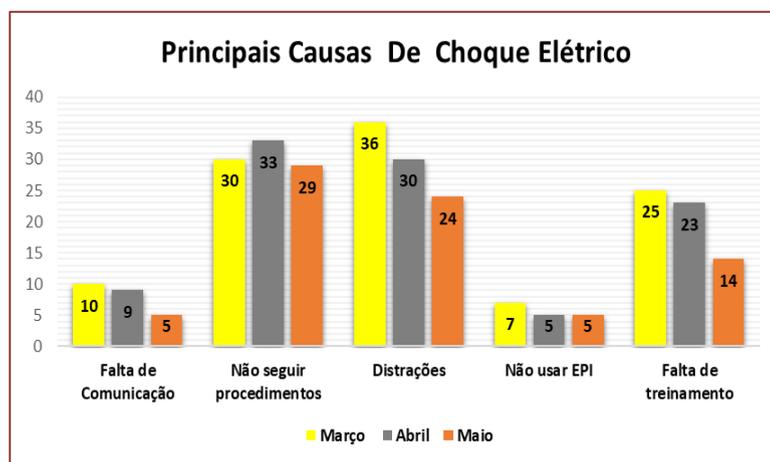
Variáveis importantes como idade da pessoa, estado de saúde, frequência da corrente elétrica, tempo de duração mediante choque elétrico, dentre outras, podem interferir nas condições físicas particulares do ser humano e suas respectivas reações que podem ir desde contrações musculares, fibrilações e parada cardíaca e, ainda, queimaduras (THOMÉ & BELINE, 2018).

Esse caso, em especial, da operadora que sofreu riscos durante a gravidez em decorrência de choque elétrico no teste de HIPOT da empresa, chamou atenção da equipe do setor quanto às necessidades de manipulação dos produtos produzidos com maior evidência, os cuidados com tomadas elétricas, além de equipamentos diversos de apoio como televisores e computadores e seus cabamentos ligados ao HIPOT.

Ainda que o número de casos de choque elétrico no Brasil denote uma maior proporção nas residências particulares e mesmo no meio rural do País, ainda há estatísticas registrando choques elétricos nas empresas. E por isso, as empresas têm adotado treinamentos específicos para manipulação de materiais que possam sofrer descarga elétrica. Todavia, o que apontamos como necessidade é a sugestão de um treinamento intensivo e não esporádico no interior das empresas do Polo Industrial de Manaus. Isso exige esforços do setor de Qualidade e de Gerência que são responsáveis em solucionar dúvidas de seus funcionários e empreender cursos de capacitação que possibilitam agregar conhecimentos às funções já executadas.

Na empresa MANAUS ELECTRONICS, conforme nossas observações de pesquisa de campo presentes no (Gráfico 1), as principais causas de acidentes de trabalho na indústria com choque elétrico ocorrem justamente na área produtiva seja pela falta de comunicação, deixar de seguir os procedimentos básicos de não utilizar objetos metálicos no bolso ou uso de adereços ao corpo, distrações no local de trabalho, falta de EPI ou uso incorreto e a ausência de treinamento técnico.

Gráfico 1 – Principais causas de acidente com eletricidade



Fonte: Autores (2021)

Durante as observações *in loco* foi possível analisar que alguns operadores não seguem os procedimentos e as instruções de trabalho corretamente mesmo tendo o

acompanhamento de técnicos de segurança do trabalho na linha produtiva onde esses procedimentos foram criados a fim de fornecer segurança no ambiente de trabalho. Para cada atividade existe um roteiro a ser seguido com procedimentos e normas bem definidos. Porém, a partir do momento em que o trabalhador perde o foco do objetivo da sua atividade laboral, e ele deixa de seguir os procedimentos começando a agir por conta própria, a probabilidade para os acidentes de trabalho são grandes.

Distrações e a falta de comunicação também se destacaram durante o estudo de campo. Durante a realização do teste de HIPOT, a distração é um grande inimigo na segurança no trabalho. Ao longo do processo produtivo com as esteiras ligadas em velocidade contínua e a diversidade de produtos produzidos na mesma linha de produção, a profissão de operador de produção exige atenção e foco no que está fazendo e as conversas com os colegas de trabalho geram distrações que podem afetar na qualidade do teste do produto como também o contato involuntário de choque elétrico.

Dentro de uma grande empresa com milhares de funcionários, a comunicação eficaz é de extrema importância desde que obedecendo a procedimentos e o tempo dispensado para os esclarecimentos. É necessário que entre os trabalhadores da área elétrica quanto os operadores conversem entre si, tendo em vista que ambos possam estar resolvendo situações específicas ou ainda realizando procedimentos de manutenção em equipamentos energizados. Isso, de fato, pode ajudar a evitar uma possível causa de acidente com choque elétrico de fraca ou até mesmo de forte intensidade na área de trabalho.

E, nesse sentido, quanto às observações de campo somado à leitura temática, que buscamos apresentar informações pertinentes sobre os riscos de segurança no manuseio do teste de HIPOT bem como apontamos prováveis melhorias em que destacamos na Tabela 1:

Tabela 1. Aperfeiçoamento do Teste de HIPOT

Como aperfeiçoar o teste de HIPOT na empresa do polo industrial de manaus?	
1. Reconhecimento das instruções normativas no manuseio do aparelho	Um aspecto importante de segurança dos operadores é a disposição de instruções de manuseio do HIPOT no setor. O reconhecimento de símbolos da eletricidade é fundamental para segurança dos funcionários. 
2. Uso de tapete emborrachado	O tapete ou piso emborrachado funciona como elemento isolante elétrico. Afora o uso de botas emborrachadas, o tapete se tornaria um elemento a mais de proteção aos funcionários.
3. EPI adequado para o teste como luvas de média e alta tensão	Uma reclamação constante na empresa diz respeito ao uso de luvas de tecido comuns da linha de produção que são utilizadas no setor do teste de HIPOT. O uso de luvas específicas é uma exigência de proteção e de segurança aos operadores.
4. Treinamento qualificado intensivo	Orientação aos operadores do teste de HIPOT através de treinamentos realizados por pessoas especializadas quanto ao uso correto do equipamento e possíveis riscos à saúde ocupacional do colaborador.
5. Partes metálicas ou condutoras de corrente elétrica	Maximizar o fluxo ou fuga de corrente elétrica através das partes metálicas da esteira de produção com material isolante, onde o contato involuntário do operador é frequente ao realizar o teste de HIPOT.

Fonte: Autores (2021)

Durante o período em que os operadores realizaram treinamento especializado no setor de teste de HIPOT, pudemos observar (Gráfico 02) um decréscimo no número de casos de choques elétricos. Os operadores foram divididos em quatro grupos para constatação dos riscos de choque elétrico. E as observações foram as seguintes:

GRUPO 1: Primeira semana de observação \therefore dos 8 operadores, 2 colaboradores obtiveram treinamento e 6 sofreram choque elétrico \therefore redução de 25%;

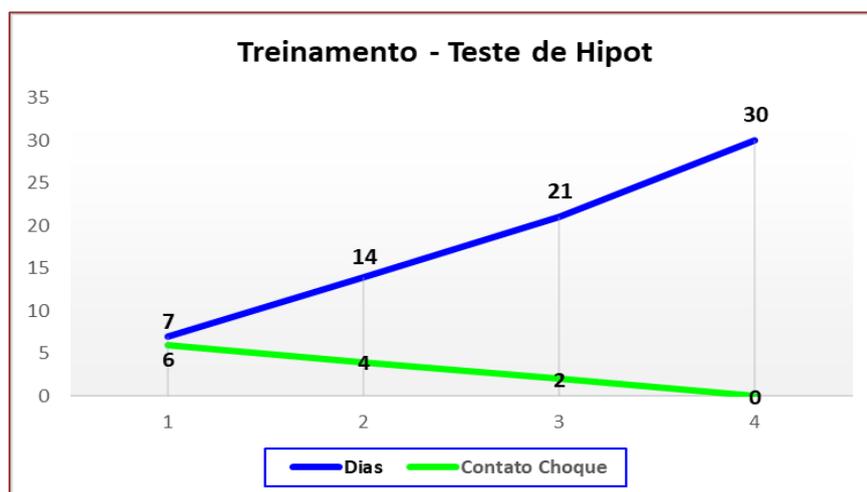
GRUPO 2: Segunda semana de observação \therefore dos 8 operadores, 4 colaboradores obtiveram treinamento e 4 sofreram choque elétrico \therefore redução de 50%;

GRUPO 3: Terceira semana de observação \therefore dos 8 operadores, 6 colaboradores obtiveram treinamento e 2 sofreram choque elétrico \therefore redução de 75%;

GRUPO 4: Quarta semana de observação \therefore dos 8 operadores, 8 colaboradores obtiveram treinamento e 0 incidentes de choque elétrico \therefore redução de 100%.

Importante citar que, passado o período de treinamento de trinta dias dos oito operadores, a análise apontou, conforme o (Gráfico 2) abaixo, a redução de choques elétricos no setor de teste de HIPOT na empresa, após o treinamento específico aos operadores. Com o treinamento especializado e orientações aos colaboradores quanto ao uso de EPI's no teste de HIPOT, o registro de acidentes eventuais de choque elétrico durante a observação em campo caiu 100%.

Gráfico 2 – Análise dos acidentes por choque elétrico no Teste de HIPOT



Fonte: Autores (2021)

A falta de conhecimento quanto ao uso correto de EPI's e demais instruções normativas sinalizam para prováveis acidentes por choques elétricos no setor do teste de HIPOT. Evidentemente que após o período de treinamento, os operadores do setor passaram a reduzir os casos por choque elétrico. Todavia, é importante apontar que há uma relativa rotatividade de operadores no setor, seja por falta justificada do trabalhador ou ainda no rápido treinamento de novos operadores, o que exigiria treinamento qualificado intensivo como apontamos anteriormente, com o fim de manter ativas as instruções normativas presentes no setor e reduzir o número de acidentes por choque elétrico no teste de HIPOT.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante nosso processo de observação do teste de HIPOT pudemos constatar que são relativamente comuns os conhecidos “choques rápidos” dos operadores. Em grande medida, passam despercebidos de seus superiores esses eventos, pois os operadores costumam “esconder” ou ainda camuflar erros cometidos na manipulação do HIPOT. O desejo em não ser chamado à atenção pelos superiores do setor os obriga a não evidenciar que sofreram breves choques elétricos no teste de HIPOT.

O uso de luvas específicas para manipulação do teste de HIPOT foi um elemento bastante observado na empresa MANAUS ELECTRONICS. Os operadores reclamavam dada a necessidade em fazerem uso de luvas específicas com o fim de diminuir a intensidade provocada pelo choque elétrico no corpo dos operadores. Segundo informações coletadas junto a um grupo de operadores, os funcionários dos demais setores da empresa recebem artigos de proteção como botas emborrachadas, calcanheiras, pulseiras antiestáticas, porém, em se tratando do teste de HIPOT, requeriam luvas específicas para manipulação dos televisores.

Um dos eventos corriqueiros de acidentes por choque elétrico no setor de teste de HIPOT da MANAUS ELECTRONICS diz respeito ao toque involuntário do operador na tampa metálica dos televisores. Esses “pequenos choques” foram relatados pelos operadores com relativa frequência durante a observação de campo. Em geral, os trabalhadores relataram se tratar de descuidos ou ainda a necessidade de luvas específicas para manuseio do teste de HIPOT e mesmo na colocação e retirada dos televisores. Sobre a fuga de corrente elétrica e EPI's elétricos. Luziano (2018) afirma que as cores dos EPI's remontam ao grau de importância do manuseio correto. Para o autor, a classificação de cores dos EPI's auxilia na proteção e prevenção dos riscos por choque elétrico e outros acidentes. Assim, equipamentos como capacetes, mangote isolante de borracha, ferramentas com isolamento, luvas proteção de borracha com níveis de tensão adequados, dentre outros compõem os equipamentos ideais para instalações elétricas o que garante segurança aos trabalhadores.

Um dado importante a considerar nas observações que fizemos junto aos operadores do teste de HIPOT é de que há um relativo desconhecimento quanto às instruções normativas específicas do setor bem como o uso intensivo dos EPI's. Em grande medida, os operadores manuseiam equipamentos diferenciados do seu cotidiano, fazem uso de equipamentos de uso idêntico aos demais setores como luvas simples, protetores auriculares, porém, desconhecem os riscos no manuseio do teste de HIPOT da empresa que está interligado através de barramentos instalados debaixo da esteira de produção sob uma tensão nominal de 220V. E o aparelho de HIPOT tem um software instalado em um computador com um monitor de tamanho de 24 polegadas junto à linha de produção para auxiliar na leitura dos resultados após a realização do teste de rigidez dielétrica, porém os operadores desconhecem todas as configurações pré-definidas para a realização do teste ou até mesmo as informações que estão ali espelhadas no monitor como também no próprio aparelho de HIPOT.

Essas observações mostram uma deficiência grave no campo operacional e técnico sobre os objetivos do teste de rigidez dielétrica e as normas que estabelecem os critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade de Aparelhos Eletrodomésticos e Similares, com foco nos requisitos de segurança, através do mecanismo de Certificação, atendendo aos requisitos da norma ABNT NBR NM 60335-1 como também a portaria do INMETRO nº371 de 2009 que exige testes de no limite máximo de sua rigidez dielétrica.

Discutindo acerca da norma regulamentadora NR 10. Bassetto et al (2017) afirmam que se trata de um documento importante com o fim de garantir a segurança individual e coletiva no momento das instalações elétricas em decorrência do grau de periculosidade envolvido bem como evidenciam substancialmente uma certa negligência das indústrias em não seguir corretamente as instruções dispostas na NR 10 e os riscos de possíveis acidentes nas atividades laborais.

Os dados apresentados nesse artigo foram constituídos de leitura de material investigativo temático ao campo da engenharia elétrica bem como de artigos e revistas que abordaram sobre o teste de HIPOT. Esse mesmo estudo foi constituído, ainda, de um estudo de caso em uma empresa do Polo Industrial de Manaus, à qual mencionamos de modo fictício no texto, com observação direta no setor de teste de HIPOT com vistas a desenvolver uma análise detalhada na manipulação do HIPOT bem como os problemas recorrentes de choques elétricos sofridos por operadores do setor.

Procuramos detalhar possíveis melhorias do setor observando a Norma Regulamentadora NR 10 que trata sobre a segurança e saúde dos funcionários. Dessa forma, ressaltamos que a segurança do trabalho no interior de uma empresa é organizada a partir de orientações, política de aperfeiçoamento quanto ao uso correto dos EPI's, disponibilização dos equipamentos específicos do setor, atendimento aos requisitos mínimos de proteção à segurança dos funcionários, o que preconiza harmonia e qualidade no processo de trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRACOPEL - Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (2021). Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica (2021 – ano base 2020). Salto/SP.
- [2] ARAÚJO, Elaine Vasquez Ferreira de; VILAÇA, Márcio Luiz Corrêa (2016). Sociedade Conectada: Tecnologia, Cidadania e Infoinclusão. In: ARAÚJO, Elaine Vasquez Ferreira de; VILAÇA, Márcio Luiz Corrêa. Tecnologia, sociedade e educação na era digital. Duque de Caxias (RJ): UNIGRANRIO.
- [3] BASSETTO, Priscila Bassetto et al (2017). NR-10: Segurança no trabalho com eletricidade. In: XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial-EEPA, 12 a 14 de setembro de 2017, Campus Campo Mourão. ANAIS Unespar. Campo Mourão: UNESPAR, 12p. Disponível em: http://anais.unespar.edu.br/xi_eepe/data/uploads/artigos/8/8-05.pdf Acesso em 04 jun. 2021.
- [4] DÉR CARRIÃO, Fábio Henrique et al (2019). Testes em Campos de Barramento (Cap. XI). Revista O Setor Elétrico. Ed. 166, novembro, p. 30-33. Disponível em: https://www.osetoareletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Ensaio_em_campo_166.pdf Acesso em 12 mai. 2021.
- [5] LIMA, Letícia Stephanes (2018). Revisão da Norma ABNT NBR 5410:2004 Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Monografia. Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Rio de Janeiro.
- [6] LUZIANO, Carlos Eduardo Camacho (2018). Acidente de trabalho com energia elétrica. UNIVERSIDADE CESUMAR. Trabalho de conclusão de curso. Engenharia Elétrica. Centro Universitário Cesumar/UniCesumar, Maringá.
- [7] SANTANA, Camila Lima Santana & SALES, Kathia Marise Borges (2020). Aula em casa: educação, tecnologias digitais e pandemia COVID-19. Revista Interfaces Científicas-Educação. Vol. 10, N. 1, p.75-92. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9181> Acesso em 12 mai. 2021.
- [8] SILVA, Rodrigo Nicole de Alcântara (2018). Sistema de Monitoramento de Fornecimento de Energia Elétrica para uma Residência. Monografia. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Universidade de Brasília/UnB, Brasília.
- [9] SILVA, Silvane de Souza & MICHALOSKI, Ariel Orlei (2017). A Norma Regulamentadora N°10 e a sua aplicação em instalações elétricas e seus entornos. Revista Técnico-Científica do CREA-PR. 6. ed. abril,

8p.

[10] SOBRAEP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA (2020). A importância dos ensaios de isolamento e aterramento. SOBRAEP. Tecnologia. 18/05/2020. Disponível em: <https://sobraep.org.br/2020/05/18/a-importancia-dos-ensaios-de-isolacao-e-aterramento/> Acesso em 13 mai. 2021.

[11] THOMÉ, Pedro & BELINE, Ederaldo Luiz (2018). Choque elétrico: causas, consequências e seus efeitos para o corpo humano. Anais. XII EEPA – Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Campo Mourão, Paraná, 20 a 22 de novembro, 9p. disponível em; http://anais.unespar.edu.br/xii_eepa/data/uploads/artigos/8-engenharia-do-trabalho/8-08.pdf Acesso em 13 mai. 2021.

Capítulo 19

Estudo da viabilidade da implantação de um sistema de bombeamento de água através de energia solar para uma residência unifamiliar em uma região rural

Raphael Benacon Santos Gama

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Mostrar a importância que a energia solar garantiu em outros meios, mostra que o seu fornecimento contínuo de energia elétrica para os sistemas de irrigação que atendam a agricultura familiar, torna-se uma alternativa promissora para estimular a produção nas pequenas lavouras agrícolas, promovendo, com isso, geração de renda através do planejamento de tecnologias apropriadas que aumentem o valor agregado do que é produzido dentro das pequenas propriedades. Para isso, como forma de experimento do sistema de bombeamento fotovoltaico para irrigação, foram instalados em uma comunidade agrícola familiar carente no interior de Manaus, um sistema com um conjunto fotovoltaico, um motor de corrente contínua e uma bomba-d'água, além disso, foi utilizado um reservatório para a água, uma vez que, o sistema de bombeamento funciona sem baterias para armazenamento de energia, e o armazenamento da água em reservatórios é a solução mais comumente adotada na maioria das aplicações de bombeamento, ademais, são necessários acessórios para instalação e operação do sistema, como fios condutores, mangueiras, válvula hidráulica etc.

Palavras-chave: Energia solar, bombeamento solar, rural.

1. INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica vem se tornando uma importante fonte de eletricidade, especialmente, para atender às áreas distantes dos centros distribuidores de energia elétrica. Essa tecnologia vem sendo adotada para eletrificação rural, tendo como uma das principais aplicações o bombeamento de água. Indiscutivelmente a energia solar entra cada vez mais em vários aspectos do nosso cotidiano, aliada a ela outro recurso natural também se apresenta, ZILLI (2018) diz os recursos hídricos são de fundamental importância tanto para a vida dos seres vivos, quanto para as atividades antrópicas. A falta destes pode ser um fator limitante para a ocupação e desenvolvimento de uma determinada região. Sistemas de bombeamento de água são uma alternativa para solução destes casos, sendo a geração elétrica a partir de painéis fotovoltaicos uma opção localmente sem poluentes e com menos manutenção quando comparado a moto geradores à combustão. Este trabalho visa a análise de um sistema de bombeamento fotovoltaico com duas diferentes tecnologias de células, silício amorfo e policristalino.

BEM (2016) mostra que apesar do elevado grau de desenvolvimento tecnológico que o Brasil tem experimentado, algumas regiões ainda padecem da falta de soluções simples do ponto de vista tecnológico e baratas que facilitem o dia a dia do produtor rural, responsável pelo setor primário da economia brasileira, transpondo as barreiras naturalmente impostas à categoria. Acentuadas distâncias dos grandes centros urbanos e vias pouco trafegáveis, somado ao fato de se situarem em áreas com baixíssima densidade populacional, são fatores que dificultam o acesso à rede elétrica de distribuição da concessionária de energia.

Campos (2018) afirma que os sistemas fotovoltaicos autônomos para bombeamento de água em sistemas de irrigação tem se tornado cada vez mais uma opção economicamente competitiva para o pequeno produtor rural, sobretudo para a agricultura familiar localizadas em áreas remotas, pois, além incentivar este segmento rural, é uma alternativa que estimula novos processos produtivos, visto que o modelo energético implantado através de um sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação das pequenas lavouras atendeu de maneira integrada ao uso dos recursos renováveis localmente acessíveis, usufruindo dos seus impactos benéficos ao meio ambiente local, nos quais as tecnologias são menos agressivas ambientalmente e, sustenta-se uma adequada relação entre a conservação do meio ambiente e a produtividade.

Campos (2018) ainda complementa mostrando que uma vez que, dentro de uma comunidade que for implantado o sistema fotovoltaico de bombeamento deve ter o incentivo nos moradores de expandir a área de cultivo com outras espécies para aumentar a produtividade, e com isso gerar benefícios econômicos para as famílias produtoras que passaram a fazer o aproveitamento da área com mais espécies de hortaliças, assim também como um benefício nas tarefas do cotidiano, como a preparação de alimentos e os cuidados com a higiene básica.

A agricultura familiar sofre com a ausência tecnológica para auxiliar na produção de suas plantações, reduzindo cada vez mais a produtividade e gerando êxodo rural, porém, é possível adotar como alternativa um sistema de irrigação por gotejamento em comunidades agrícolas através do bombeamento fotovoltaico para irrigação, com intuito de despertar o interesse, não só dos produtores rurais, mas também das organizações em geral para esta importante fonte alternativa de energia, tendo-se em vista que o Brasil

possui grande potencial de incidência de energia solar, apresentando condições extremamente favoráveis para o emprego de energia solar fotovoltaica.

Em vista disso, esse trabalho analisa a possibilidade de utilização de uma configuração, de modo a ser o mais simples possível, para bombeamento solar em uma área rural, para ajudar na plantação desse local.

Com o objetivo geral de simular uma implantação de um sistema de bombeamento solar em uma casa em uma região rural. O trabalho está dividido em três etapas: analisar a viabilidade do bombeamento para o local; projetar um sistema de bombeamento solar, e, por fim, calcular o retorno financeiro do projeto.

2. MATERIAL E METÓDOS

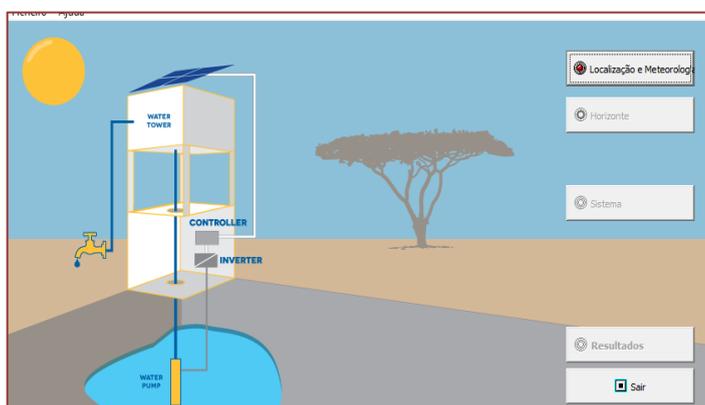
O trata-se de um estudo científico aplicado, e tem a finalidade de demonstrar por meio de simulação um sistema bombeamento de água, projetado para um terreno rural, a simulação será feita por meio do software PV SYSTEM.

A área de estudo será um terreno rural, localizado na região de Manaus, a área é composta por 30m de comprimento por 9m de largura, na área utilizada tem uma família composta por 5 pessoas.

O PVSyst é um software utilizado para auxiliar no dimensionamento e desenvolvimento de projetos de geração solar fotovoltaica. Segundo o site oficial do PVsyst é informado que ele foi projetado para ser usado por arquitetos, engenheiros e pesquisadores. Os profissionais do Setor Fotovoltaico utilizam o software por estudar, por exemplo, cálculo de perdas por sombreamento e sujeira nos módulos, além de estimar a produção de energia considerando a eficiência de cada equipamento do SFV, Figura 1, mostra o layout do software para a área de bombeamento.

Nele foi possível inserir em que contexto e ângulo a bomba da água funcionaria, além de determinar os ângulos a serem utilizados.

Figura 1. PV Syst



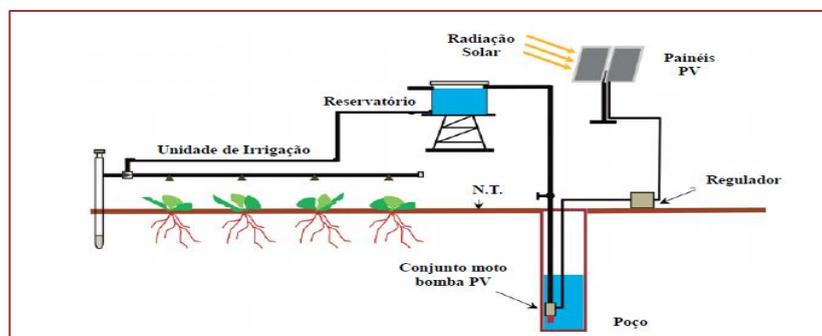
Fonte: Autores (2020)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A energia solar fotovoltaica para captação de água mostra-se extremamente viável para aplicação na agricultura familiar, por mais que, os pequenos produtores rurais pratiquem uma agricultura de base familiar, com padrões tecnológicos de exploração e cultivo distintos e através de relações de produção diferenciadas. Atualmente urge que se desenvolvam novos processos produtivos nos quais as tecnologias sejam menos agressivas ambientalmente, mantendo uma adequada relação produção/produktividade. A agricultura familiar não visa grandes produtividades, porém, ela sofre com a ausência tecnológica para auxiliar na produção de suas plantações, reduzindo cada vez mais a produtividade, e gerando êxodo rural. Bem (2016) mostra que nesse cenário, o uso de sistemas fotovoltaico para o bombeamento de água para irrigação e obtenção de produtos oriundos da agricultura de pequeno porte torna-se um sistema de produção que pode ser adotado em comunidades agrícolas.

O bombeamento fotovoltaico para irrigação (Figura 2) em uma comunidade agrícola familiar de Manaus, em que, adotou-se como base a demanda de água um sistema de irrigação por gotejamento, uma vez que, no gotejamento, Campos (2018), afirma que a água é aplicada na forma de gotas em pequenos pontos no solo e é mais adequado para solos com presença de argila, sendo, um sistema de irrigação que mais economiza água, porque em um dado tempo sai pouca água da mangueira de polietileno de 16 ou 18 mm pelos gotejadores

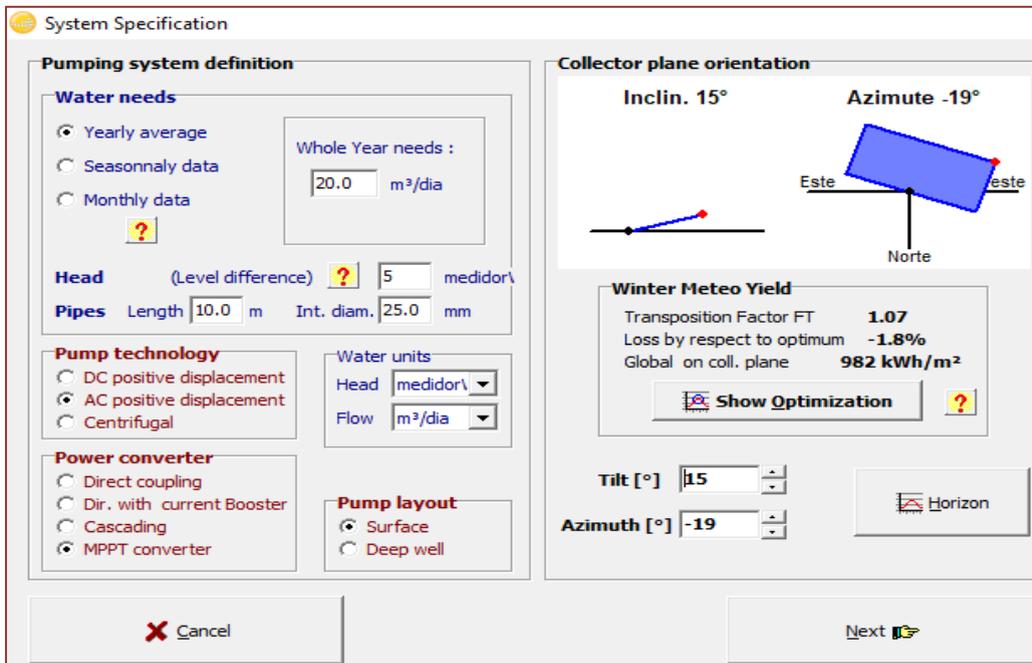
Figura 2. Esquema de como o bombeamento deveria ficar



Fonte: Zilli (2018)

Com isso, a implantação desse sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação da pequena lavoura da família, atendeu de maneira integrada ao uso dos recursos renováveis localmente acessíveis, promovendo assim o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável, favorecendo o plantio de culturas como pomares, hortaliças e as denominadas culturas orgânicas, das quais, necessitam, além dos nutrientes adequados, de uma regularidade na sua irrigação.

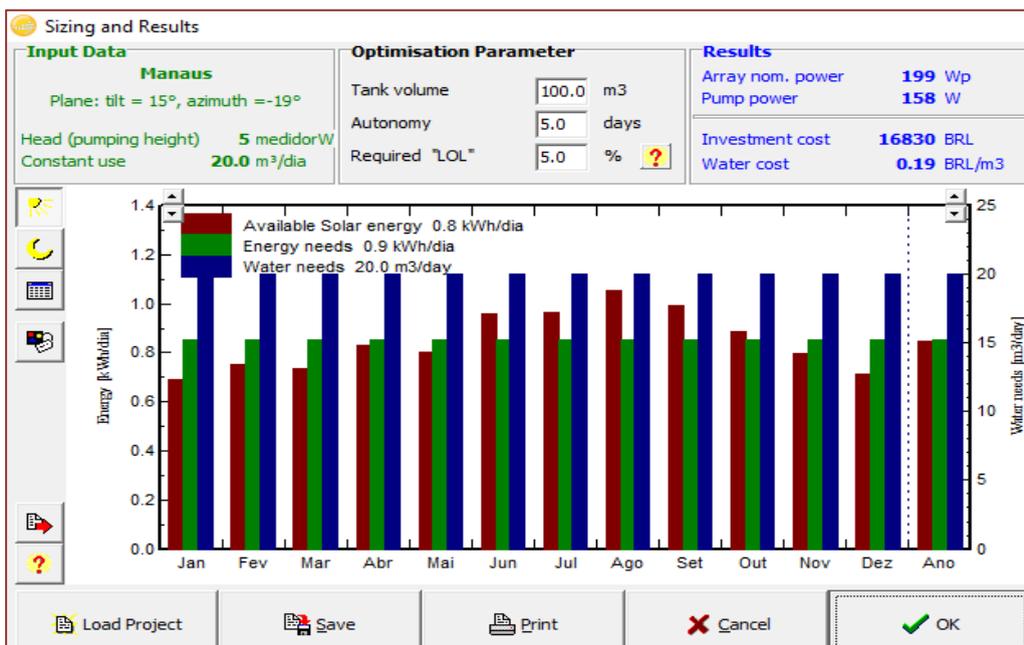
Figura 3. Valores no PV Syst



Fonte: Autores (2020)

O sistema terá desnível de 5m, vazão de 20 mil litros de água, diâmetro do tubo de 25 mm e comprimento de 10 m, conforme os dados foram colocados na Figura 3.

Figura 4. Sistema simulador, e valores da potência e do motor bomba



Fonte: Autores (2020)

Na Figura 4, observamos que o sistema teria uma potência de 199 WP, ou seja, poderá ser colocada um painel de 260 W, e o motor bomba de 180 W, para o funcionamento desse sistema.

Entre as plantações das residências escolhidas da comunidade estão o cultivo de: mandioca, tomate, cebola, abóbora, repolho, alface, pimentinha, além de culturas alimentares como feijão e espécie frutíferas. Zilli (2018) porém, mostra que o sistema de irrigação por gotejamento atende a princípio as hortaliças por estarem espacialmente próximas dentro do terreno, levando o incentivo ao produtor de expandir a área de cultivo com mais espécies para fazer parte do cardápio diário dos moradores da comunidade, assim como, o excedente da produção pode ser comercializado na cidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas fotovoltaicos autônomos para bombeamento de água em sistemas de irrigação tem se tornado cada vez mais uma opção economicamente competitiva para o pequeno produtor rural, sobretudo para a agricultura familiar localizadas em áreas remotas, pois, além incentivar este segmento rural, é uma alternativa que estimula novos processos produtivos, visto que o modelo energético implantado através de um sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação das pequenas lavouras atendeu de maneira integrada ao uso dos recursos renováveis localmente acessíveis, usufruindo dos seus impactos benéficos ao meio ambiente local, nos quais as tecnologias são menos agressivas ambientalmente e, sustenta-se uma adequada relação entre a conservação do meio ambiente e a produtividade. Uma vez que, dentro da comunidade que foi implantado o sistema fotovoltaico de bombeamento houve o incentivo nos moradores de expandir a área de cultivo com outras espécies para aumentar a produtividade, e com isso gerar benefícios econômicos para as famílias produtoras que passaram a fazer o aproveitamento da área com mais espécies de hortaliças, assim também como um benefício nas tarefas do cotidiano, como a preparação de alimentos e os cuidados com a higiene básica.

Espera-se, com esta aplicação, despertar o interesse, não só dos produtores rurais, mas também das organizações em geral para esta importante fonte alternativa de energia, tendo-se em vista que o Brasil possui grande parte do seu território entre trópicos, do qual, recebe grande potencial de incidência de energia solar apresentando condições extremamente favoráveis para o emprego de energia solar fotovoltaica.

Por fim, a partir da implantação do sistema de produção agrícola adaptados ao ambiente que estimule a adoção de medidas e procedimentos semelhantes em futuros sistemas de bombeamento fotovoltaico haverá redução do uso da energia baseada em fontes como combustíveis fósseis e carvão que exercem impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa n. 481, de 17 de Abril de 2012. Brasília, 2012.
- [2] BEM, Julio. Solução para bombeamento de água em propriedades rurais utilizando energia solar fotovoltaica. Florianópolis: Ufsc, 2016.
- [3] CAMPOS, Mayara. Sistema de bombeamento fotovoltaico para irrigação na agricultura familiar. UFPA, Pará, 2018.

- [4] FRAUNHOFER Institute for Solar Energy Systems-ISE. Photovoltaics Report. 2016. Disponível em: < www.ise.fraunhofer.de>. Acesso em: 18 set. 2020.
- [5] MIRZAEI, M.; MOHIABADI, M.Z. A comparative analysis of long-term field tests of monocrystalline and polycrystalline PV power generation in semi-arid climate conditions. *Energy for Sustainable Development*, v. 38, p. 93-101, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2017.01.002>
- [6] NEOSOLAR. Painel Solar Fotovoltaico Yingli YL022P-17b-1/7(22Wp). 2016. Disponível em: < <https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-yingliyl022p-17b-22wp.html> >. Acesso em: 20 ago. 2020.
- [7] SAMPAIO, P.G.V.; GONZÁLEZ, M.O.A. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 74, p. 590-601. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.081>
- [8] SANTOS, R.K.; RISPOLI, Í.A.G. Seleção do coletor solar em sistemas brasileiros de aquecimento de água. *Acta Iguazu*, v. 4, n. 3, p. 31-47, 2015. INSS: 2316-4093
- [9] SONTAKE, V.C.; KALAMKAR, V.R. Solar photovoltaic water pumping system – A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 59, p. 1038-1067. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.021>
- [10] ZILLI, Bruno. Sistema autônomo de bombeamento de água acionado por painéis fotovoltaicos amorfo e policristalino. Paraná, 2018.

Capítulo 20

Projeto de sistema fotovoltaico off grid para geração de energia em áreas ribeirinhas do estado do Amazonas

Ricardo Ferreira Teixeira

Livia da Silva Oliveira

Resumo: Essa pesquisa apresenta um projeto de sistema Fotovoltaico off grid para Geração de Energia Elétrica, para alimentar um kit Multimídia em áreas ribeirinhas do Estado do Amazonas. A metodologia utilizada foi a pesquisa em campo para a compreensão da realidade da escola localizada na zona rural do município de Iranduba-Am, na comunidade Lago do Catalão, que não tem acesso à energia elétrica. A proposta resolutiva para essa problemática foi a instalação de um sistema Fotovoltaico Off-Grid. O sistema proposto é composto por um conjunto de 2 (dois) módulos fotovoltaicos com potência de 325Wp, banco de baterias em série, totalizando 2 (duas) baterias de 12V/240Ah, 1(um) controlador com MPPT de 24V/20A, 1 (um) inversor senoidal puro de 1000W, 24Vdc/110Vac e um kit multimídia. A relevância desse projeto foi proporcionar as crianças ribeirinhas o acesso ao ensino remoto por meio da geração de energia, com o kit multimídia. Após os valores acima mencionados para implementação do Sistema fotovoltaico (R\$ 5.183,90) e do Kit multimídia (R\$4.677,69), aponta-se que o custo total para a implementação do projeto é de R\$ 9.861,59. Após análise de viabilidade econômica realizado através dos critérios de Taxa interna de Investimento (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Payback simples verifica-se o projeto é viável.

Palavras-chave: Geração de energia, sistema Off Grid, áreas ribeirinhas.

1. INTRODUÇÃO

O acesso à energia, depois da evolução da civilização humana tornou-se uma necessidade para as pessoas. Isso, porque a eletricidade está presente em praticamente todos nossos cotidianos, quando acendemos uma lâmpada, guardamos um alimento na geladeira para conservá-lo, ao assistirmos à televisão, ou até mesmo conseguir acesso à educação. Contudo, principalmente em países em desenvolvimento, o acesso à energia ainda não é universalizado, ainda existe algumas regiões que não conseguem ou possuem parcialmente o acesso à energia elétrica (BASTOS, 2018).

Por isso, um dos grandes desafios da atualidade é garantir que todos possuam acesso à energia elétrica, e o Brasil está incluso nessa classificação. Em especial a Região Norte que possuem várias comunidades ribeirinhas, isoladas, que em sua maioria não possuem acesso a eletricidade e não conseguem se beneficiar com as vantagens. Uma das vantagens de interesse dessa pesquisa é a educação, já que com o uso da energia elétricas as comunidades conseguem por meio de um kit multimídias se conectar a longa distância à educadores para adquirir conhecimento (COELHO; GARCILASSO, 2018).

Um dos sistemas energéticos usado para fornecimento de energia para essas comunidades é o sistema de energia solar fotovoltaica. Segundo Dos Reis e Santos (2015), o sistema solar fotovoltaico é o que apresenta maiores possibilidades de expansão no Brasil. Este sistema de produção de energia elétrica compreende os painéis fotovoltaicos e outros equipamentos relativamente convencionais que transformam ou armazenam a energia elétrica para que possa ser utilizada convenientemente.

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: Sistemas Isolados (Off-grid) e Sistemas Conectados à Rede (Grid-tie). Para Boso, Gabriel e Gabriel Filho (2015), o sistema off-grid não tem contado com a rede de distribuição de eletricidade das concessionárias, próprio para áreas rurais, podendo atuar com ou sem armazenamento interno (Banco de Baterias). Ao contrário do Sistema On-Grid que conectado à rede de distribuição da concessionária de energia elétrica, onde todo o potencial energético excedente gerado é absorvido pela própria concessionária, que atua como “um banco de baterias”, armazenando e distribuindo a energia gerada.

Essa pesquisa é de grande relevância para a sociedade no que se refere a mostrar as especificações técnicas e financeiras necessárias para implementação de um projeto de geração de energia solar, uma vez que este projeto se baseia em uma das modalidades de energia mais promissoras existentes na atualidade, não poluente, disponível em todo o planeta e acima de tudo, renovável e inesgotável. Além dessa contribuição ambiental que é de suma relevância no cenário em que vivemos, destacamos a possibilidade de os alunos voltarem a estudar graças ao acesso à energia elétrica proveniente do sistema fotovoltaicos com o kit multimídia. Para os acadêmicos a relevância dessa pesquisa está em agregar conhecimento científicos e técnico.

Dada essas informações, o objetivo geral dessa pesquisa é apresentar um projeto de sistema Fotovoltaico off grid de Geração de Energia Elétrica, para alimentar um kit Multimídia em áreas ribeirinhas do Estado do Amazonas. Os objetivos específicos são: abordar sobre a demanda de energia elétrica, energia renovável e sistema fotovoltaico; descrever o sistema fotovoltaico on-grid usado no projeto piloto; e analisar a viabilidade de implementação de um sistema fotovoltaico on-grid.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O método na pesquisa é fator chave para a construção e obtenção dos dados pesquisados, deste modo, esta pesquisa de campo tem caráter descritivo por se tratar do desenvolvimento de um projeto de energia solar, onde estão contextualizadas especificações para o desenvolvimento e instalação de um sistema de microgeração fotovoltaica modalidade Off-Grid, desenvolvido para aplicação em uma escola ribeirinha buscando otimizar o acesso a aulas na modalidade à distância.

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada com um objetivo de atender uma escola ribeirinha que não tem acesso à energia elétrica e consequente os alunos não estavam tendo aula por falta de acesso ao sistema multimídias. A escola localizada na zona rural do município de Iranduba-Am, na comunidade Lago do Catalão (Figura 1), foi construída em modelo flutuante, pois em épocas de cheia do rio Amazonas o nível da água ultrapassa 6 metros de altura, inundando toda a região.

Figura 2. Escola ribeirinhas, foto no local



Fonte: Autores (2020)

2.2. MÉTODO DO ESTUDO

A proposta resolutiva para esses problemas foi o desenvolvimento e apresentação de um kit multimídia com sistema solar fotovoltaico off grid para geração de energia elétrica para a escola em questão. Todavia, é importante destacar o sistema off-grid foi considerado ideal para a escola na comunidade Lago do Catalão porque não possuem contato com a rede de distribuição de concessionárias. Logo, a pesquisa apontou os componentes do sistema necessário para implementação desse projeto na escola ribeirinha. Além disso, é importante destacar que o sistema proposto deve suprir a demanda de energia elétrica, e deverá possibilitar aos alunos oportunidade de ter aulas na escola

Desse modo, este projeto foi desenvolvido por meio da descrição dos painéis fotovoltaico necessário para implementação do sistema, bem como das baterias para carregamento energético, do modelo de controle de bateria, dos controladores de carga e do kit multimídia.

2.3. CÁLCULOS REALIZADOS PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE

Para análise de viabilidade econômica utilizando o critério de Taxa interna de Investimento (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Payback simples.

Segundo Silva et al (2017) a Taxa Interna de Retorno (TIR) é um critério econômico convencional para a avaliação de um único projeto de investimentos. Segundo De Almeida (2017) a fórmula de cálculo do TIR é:

$$VP = \text{capital} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

onde:

VP = valor presente;

Capital = valor do investimento;

N = quantidade de períodos;

F_t = entrada de capital no período t;

i = taxa interna de retorno.

Boggiss (2015) explica que o valor presente líquido (VPL) representa o retorno descontado menos o investimento inicial. É quanto sobra de dinheiro, depois que o lucro obtido pelo produto ou serviço do projeto, cobre a taxa de atratividade e devolve o investimento inicial, esse cálculo também é muito usado em análise de investimento. Segundo De Almeida (2017) a fórmula de cálculo do VPL é:

$$V_{PL} = \text{capital} + \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n} \quad (2)$$

onde:

VPL = Valor Presente Líquido

FC = fluxo de caixa

t = momento em que o fluxo de caixa ocorreu

i = taxa de desconto (ou taxa mínima de atratividade)

n = período de tempo

Para Jose (2016) o critério do período para payback simples serve para medir quanto tempo um projeto demora para pagar aos investidores o capital investido, sem remuneração alguma do capital. Segundo De Almeida (2017) a fórmula de cálculo do payback simples é:

$$PBs = \frac{I}{FC} \quad (3)$$

onde:

I = Investimento de custeio do sistema

FC = fluxo de caixa anual

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa sessão serão apresentadas a síntese do projeto fotovoltaico com seus comparativos de funcionalidade.

3.1. PAINEL FOTOVOLTAICO

Os módulos necessários para a instalação do sistema na comunidade Lago do Catalão foram 2. No estudo de De Sousa e Zamperin (2017) foram usados 5 módulos na implementação de sistema fotovoltaico off-grid em um food truck, essa quantidade explica-se pela necessidade energética do local porque deve atender uma demanda maior porque se trata de um estabelecimento comercial de alimentos. Já no estudo Dinca e Baccan (2018), foi usado 10 Painel solar fotovoltaico, e essa necessidade explica-se devido ser uma residência com diversos equipamento eletrônicos necessário para atender uma família.

A corrente de saída do módulo do projeto piloto da escola ribeirinha foi determinada pela quantidade de área superficial e eficiência por unidade de uma célula individual no módulo. Dessa forma, foi necessário 2 (dois) módulos fotovoltaicos com potência de 325Wp. No projeto realizado por De Sousa e Zamperin (2017) o módulo utilizado no projeto é da marca Komaes com uma potência de 150W cada placa que pesa 11,6Kg e tem dimensões de 1480 x 680 x 35 (mm). A essa menor potência de cada placa pode explicar a necessidade de utilização de mais painel fotovoltaico. Já no projeto de Dinca e Baccan (2018), a potência usada foi de 260 Wp, no modelo, Canadian CSI CS6P-BR, e essa potência foi calculada com base na necessidade energética da residência no qual o projeto seja implementado.

Na instalação dos módulos ocorreu forma perpendicular sobre o telhado da escola, como apresentado na Figura 2.

Figura 3: Pannel fotovoltaico, foto no local do projeto piloto



Fonte: Autores (2020
)

3.2. BATERIAS

O banco de baterias em série escolhidos para o projeto totalizando 2 (duas) de 12V/240Ah (Figura 3).

Figura 4. Banco de baterias, foto no local do projeto piloto



Fonte: Autores (2020)

Os parâmetros do projeto piloto se diferem dos estudos de De Sousa e Zamperin (2017) e Dinca e Baccan (2018). Porque o banco de baterias usado no estudo De Sousa e Zamperin (2017) foi composto por duas baterias em série de 12V e 240Ah cada totalizando em saída uma tensão total de 24V. A energia armazenada pelo banco de bateria é de 37,71 Wh. Segundo o autor esses parâmetros foram usados porque os sistemas fotovoltaicos quanto maior é a tensão contínua para a carga das baterias, menores serão as perdas de energia nos cabos. Mas, no projeto de Dinca e Baccan (2018) foi realizado com duas baterias do modelo Stringbox IP65 com capacidade de 25 A.

Nos três projeto acima citados verifica-se distinções porque trata-se de demandas diferente, no qual o primeiro é o projeto piloto da escola ribeirinha, o segundo é um estabelecimento comercial e o outro uma residência. A escola é a que menos exige gasto energético por funciona com pouco equipamento e apenas 16 horas diárias.

3.3.CONTROLADOR DE CARGA

O controlado usado no projeto piloto, considerando as características do projeto foi o controlador com MPPT de 24V/20A (Figura 4).

Figura 5: Controlador de carga, foto no local do projeto piloto



Fonte: Autores (2020)

O controlador de carga do modelo MPPT tem corrente de carga de 20 A, tensão de entrada 24 VDC e utilizado no sistema é o Tracer2110A. No projeto realizado por De Sousa e Zamperin (2017) o controlador de carga, com base na configuração dos módulos fotovoltaicos, utiliza corrente máxima 25,2A com uma corrente de 26,7, e o modelo usado foi Smart PWM. No sistema proposto por Dinca e Baccan (2018) foi o controlador de carga do modelo Epever Landstar com potência de 20A e correte.

3.4. CONVERSORES E INVERSORES CC/CA

Para sustentar a energia gerada pelo painel instalado no projeto foi usado 1 (um) inversor (Figura 5) senoidal puro de 1000W, 24Vdc/110Vac.

Figura 6. Controlador de carga, foto no local do projeto piloto



Fonte: Autores (2020).

A potência nominal do inversor usado no projeto piloto da escola ribeirinha é de 1.000 W, proteção contra curto-circuito, eficiência mínima de 90% é um inversor de onda senoidal pura. Mas, no estudo de De Sousa e Zamperin (2017) os inversores foram de 2000W, com e eficiência de 30%, para atender necessidade do aumento de produção de energia no food truck. O modelo usado foi o Hayama (Ent:12v Saída:127v). Já no sistema de Dinca e Baccan (2018) o inversor foi do modelo Fronius Galvo de 2000W, com eficiência de 85%. No projeto do food track e da residência são apontados a mesma necessidade de potência nominal por se tratar de locais com grande demanda energética.

3.5. KIT MULTIMÍDIA

O kit multimídia é um conjunto periférico com o objetivo de possibilitar o trabalho com imagens e sons. É um recurso que utiliza três elementos simultaneamente: imagem, com e movimento. Atualmente, o kit multimídia já vem com o próprio computador não havendo necessidade de comprá-lo separadamente. (LEMES; MOREIRA, 2019).

Figura 7. Kit multimídia, foto no local do projeto piloto



Fonte: Autores (2020)

Ao final o projeto o Kit multimídia foi composto de 1 televisor LED de 43", 1 CPU com teclado e mouse USB, 1 monitor de 18", 1 microfone de mão unidirecional semiprofissional, 1 webcam HD, usado para recepção das aulas por via satélite transmitidas por protocolo multicast de um estúdio de Manaus para todo o Estado do Amazonas. O kit multimídia do projeto apresenta os seguintes componentes apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Consumo de cada equipamento do kit multimídia

LEVANTAMENTO DE CARGAS		
Quant.	Carga	Consumo (Wh)/Mês
1	CPU/Monitor	150 W
1	Televisor LED (42")	250 W
1	Sistema VSAT	150 W
TOTAL		550W

Fonte: Autores (2020)

Os valores da Tabela 1 demonstram que o consumo total usado pelo kit multimídia em um mês é de 550W. No trabalho realizado por De Sousa e Zamperin (2017) observa-se uma necessidade de consumo maior porque ao dia estima 2514 W. Contudo, pode ser explicado pela necessidade de utilização de um Freezer horizontal, Máquina de cartão de crédito, micro-ondas, lâmpadas internas e externas. No projeto de Dinca e Baccan (2018) foi estimado uma necessidade de 6009 W ao ano para suprir: chuveiro elétrico, torneira elétrica, geladeira, freezer, micro-ondas, forno elétrico, máquina de lavar, secadora de roupas, ferro elétrico, televisores, computadores e notebooks e ar-condicionado.

3.6. CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Os valores gastos para a implementação do sistema fotovoltaicos estão expostos na Tabela 2, onde consta os equipamentos, a quantidade necessária de cada produto, o preço unitário e os preços total.

Tabela 1. Custo para implementação do sistema fotovoltaico

Quantidade	Produtos	Preço Unitário	Preço Total
2	Módulos fotovoltaicos - 325Wp	R\$ 699,00	R\$ 1.398,00
2	Bateria freedom Modelo DF4100 - 240Ah	R\$ 674,50	R\$ 1.349,90
1	Controlador de carga MPPT de 24V/20 ^a	R\$ 1.039,00	R\$ 1.039,00
1	inversor senoidal puro de 1000W, 24Vdc/110Vac..	R\$ 1.397,00	R\$ 1.397,00
TOTAL			R\$ 5.183,90

Fonte: Autores (2020)

A Tabela 2 expõe o custo para implementação do sistema fotovoltaico que é R\$ 5.183,90.

Considerando todo o equipamento necessário para implementação do sistema fotovoltaico do De Sousa e Zamperin (2017) foi estimado que o investimento seria de R\$ 10.094,59 em todo o projeto, e esses valores podem ser explicado pela necessidade maior de painéis fotovoltaico porque trata-se um estabelecimento comercial alimentício. Mas, no trabalho de Dinca e Baccan (2018) foi estimado um investimento de R\$ 23.469,55 em equipamentos, porém trata-se um sistema residência que deve atender a demanda maior de equipamento eletroeletrônico

A Tabela 3 aponta o custo do kit multimídia no qual é composto por CPU/Monitor, Televisor LED (42”) e Sistema VSAT.

Tabela 2. Custo do kit multimídia

Quantidade	PRODUTOS	VALORES
1	CPU/Monitor	R\$ 2.399,70
1	Televisor LED (42”)	R\$1.798,00
1	Sistema VSAT	R\$479,99
TOTAL		R\$4.677,69

Fonte: Autores (2020)

A Tabela 3 expõe o valor de cada equipamento necessário para a implementação do kit multimídia que é R\$4.677,69.

Após os valores acima mencionados para implementação do Sistema fotovoltaico (R\$ 5.183,90) e do Kit multimídia (R\$4.677,69), aponta-se que o custo total para a implementação do projeto é de R\$ 9.861,59.

3.7. ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETO

Na decisão inicial do investimento foi feita uma análise de viabilidade econômica utilizando o critério de Taxa interna de Investimento (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Payback simples. Contudo, para a obtenção desses resultados foi necessário realizar o cálculo de consumo a ser pago as concessionárias de energia pelo uso do kit multimídia. Assim expõe-se os seguintes dados:

- Consumo (Wh)/Mês: 550 W
- Custo unitário KW: R\$0,90

Conforme dos dados acima calcula-se que mensalmente a escola pagaria o valor de R\$495,00 as concessionárias de energia, já anualmente seria pago o R\$5.940,00 pelo uso dos equipamentos do kit multimídia.

Através dos dados acima mencionados realiza-se os cálculos da Taxa interna de Investimento (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Payback simples.

Explica-se a base de cálculo da seguinte maneira:

- Taxa mínima de atratividade (TMA) considerada foi de 20% porque o tempo estimado de vida útil de um sistema fotovoltaico é de 20 anos (FURTADO et al, 2018);
- O investimento inicial do projeto considerado foi de R\$ 5.183,90 porque esse foi o valor calculado para implementação do sistema fotovoltaico;
- Os valores do fluxo de caixas considerado foram de R\$5.940,00 porque esse foi o total calculado pelo uso do kit multimídia por ano.

Assim, elabora-se A Tabela 4 com base nas descrições de cálculos acima mencionadas.

Tabela 3. Dados de base de cálculo

Ano	Fluxo de Caixa	Saldo
0	-R\$ 5.183,90	-R\$ 5.183,90
1	R\$ 5.940,00	R\$ 756,10
2	R\$ 5.940,00	R\$ 6.696,10
3	R\$ 5.940,00	R\$ 12.636,10
4	R\$ 5.940,00	R\$ 18.576,10
5	R\$ 5.940,00	R\$ 24.516,10

Fonte: Autores (2020)

Após a realização dos cálculos com uso das informações anterior expostas alcançasse os resultados da Tabela 5.

Tabela 5. Resultados

Taxa mínima de atratividade (TMA)	20%
Taxa interna de Investimento (TIR)	111,9%
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 12.580,34
Payback simples	1,9

Fonte: Autores (2020)

Após cálculos alcançasse o resultado de 111,9% no TIR, e com base nesse valor menciona-se que o TIR é maior do que a TMA, então, o projeto é viável.

Após cálculos alcançasse o resultado de R\$ 12.580,34, e esse resultado é positivo e isso implica dizer que o projeto é viável porque traz retorno ao investidor, gerando lucro. Mas, se analise fosse apenas de 1 ano o VPL seria negativo, o que tornaria o projeto inviável ao investimento.

Após cálculos alcançasse o resultado de 1,9 o que significa que em 1 ano e 9 meses o projeto acumular o valor de retorno igual ao investido inicialmente, tornando projeto viável a implementação.

Na análise de viabilidade observa-se que nos estudos De Sousa e Zamperin (2017) e Dinca e Baccan (2018) os resultados demostram-se favoráveis, porém o Payback de retorno em ambos é superior a 3 anos, enquanto no estudo piloto da escola ribeirinha o período é de 1 ano. Mas, salienta-se que no caso da escola ribeirinha o equipamento para implementação do sistema fotovoltaico Off-grid necessita de menos equipamento comparados aos projetos anteriores citados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema proposto é constituído de 02 Painéis Fotovoltaicos de 325W com eficiência de 16%, sendo dois painéis ligados em série. Um módulo de armazenamento

composto de 02 baterias de 240Ah/12Vdc, sendo duas ligadas em série para alcançar a tensão de 24 Vdc de entrada do inversor. Um controlador com MPPT de carga de 20A/24Vdc. Um módulo Inversor Senoidal Pura de 1.000 W com tensão de entrada de 24Vdc e tensão senoidal de saída de 110Vac e eficiência de 90%. A autonomia do sistema é de 24 horas, suprindo todas as cargas como, Modem VSAT, TV 42” e Desktop/monitor com boa eficiência de energia.

A importância principal desse projeto está ligada ao fato de proporcionar as crianças ribeirinhas acesso ao ensino de modo remoto no qual os professores conseguem lecionar aos estudantes as disciplinas dando oportunidades as pessoas dessa comunidade o acesso a educação.

Além disso, o projeto é importante pelo baixo custo de implementação e também ao baixo custo de manutenção, no entanto, faz-se necessária uma limpeza periódica nos painéis a fim de evitar que os mesmos acabem bloqueando a receptividade das fotocélulas, dificultando a produção de energia, reduzindo assim sua eficiência e o tempo de vida útil do sistema. O monitoramento remoto é um dos grandes aliados contra tais falhas no sistema, pois, diariamente é possível avaliar a oscilação na produção de energia, podendo assim, entrar com medidas preventivas e corretivas conforme o caso.

Dado o exposto, aponta-se que esta pesquisa proporciona informações reais, confiáveis e valiosas; ferramentas essas que irão contribuir para que os interessados pelo projeto de microgeração de energia fotovoltaica Off-Grid verifiquem as condições elétricas e também a viabilidade financeira, uma vez que será de relevante auxílio para se obter uma visão mais sistêmica e ampla dos parâmetros para elaboração de um projeto e sua viabilidade econômica, uma vez que o estudo proporcionou a compreensão sobre as principais vantagens de se aderir ao sistema de geração distribuída, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Para estudos futuros sugere-se que esse projeto seja implementado na escola ribeirinha para que seja obtido dados reais de viabilidade desse projeto, uma vez que se pode fazer um comparativo do realizado com o projetado a fim de verificar que a proposta é realmente a melhor alternativa a escola.

REFERÊNCIAS

- [1] ANAMI, André Massayoshi. Painel fotovoltaico: perspectivas e desafios. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- [2] BASTOS, Robson de. Implantação e sustentabilidade do Programa Luz para Todos no estado do Amazonas. 2018.
- [3] BOSO, Ana Cláudia Marassá Roza; GABRIEL, Camila Pires Cremasco; GABRIEL FILHO, Luís Roberto Almeida. Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil. Revista Científica ANAP Brasil, v. 8, n. 12, 2015.
- [4] BOGGISS, George Joseph. Matemática financeira. São Paulo: Editora FGV, 2 de set. de 2015
- [5] COELHO, Suani Teixeira; GARCILASSO, Vanessa Pecora. Geração de eletricidade em comunidades isoladas a partir de resíduos de biomassa: uma opção para a região amazônica. Inclusão Social, v. 12, n. 1, 2018.
- [6] CORRÊA, Juliana Ferraz et al. Energias Renováveis: Uma Realidade Possível. Revista Viver IFRS, v. 8, n. 8, 2020.
- [7] DA COSTA DANTAS, Fabiano; COSTA, Edward Martins; DA SILVA, Jorge Luiz Mariano. Elasticidade preço e renda da demanda por energia elétrica nas regiões brasileiras: uma abordagem através de painel

dinâmico. Revista de Economia, v. 42, n. 3, 2016.

- [8] DE ALMEIDA, Renata Ribeiro Guedes et al. Proposição de uma metodologia para análise de viabilidade econômica de uma usina fotovoltaica. Rev Principia, v. 1, n. 34, p. 84-92, 2017.
- [9] DE SOUSA, Tamires Lopes; ZAMPERIN, João. Análise E Dimensionamento De Um Sistema Fotovoltaico Off-Grid Em Um Food Truck. Revista Engenharia em Ação UniToledo, v. 2, n. 1, 2017.
- [10] DINCA, Tatiane; BACCAN, Marcos Antonio. Estudo do desempenho da implantação de um sistema de energia solar fotovoltaico em uma residência. A Economia em Revista-AERE, v. 26, n. 2, p. 41-56, 2018.
- [11] DEKA, Deepjyoti; BACKHAUS, Scott; CHERTKOV, Michael. Structure learning in power distribution networks. IEEE Transactions on Control of Network Systems, v. 5, n. 3, p. 1061-1074, 2017.
- [12] DOS REIS, Lineu Belico; SANTOS, Eldis Camargo. Energia elétrica e sustentabilidade: Aspectos tecnológicos, socioambientais e legais. São Paulo: Lira, 1º edição, 2015
- [13] DOS SANTOS, Jorge André Madeiras. Introdução de painéis fotovoltaicos num sistema off-grid. Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores Major Energia. 2019.
- [14] DUPONT, Fabrício Hoff; GRASSI, Fernando; ROMITTI, Leonardo. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, p. 70-81, 2015.
- [15] ENERTEC DO BRASIL Ltda. Manual Técnico Bateria estacionária FREEDOM.. Disponível em: <http://www.logik.com.br/download/ManualTecnicoBateriasFreedom.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2019
- [16] FURTADO, Luis Otávio de Sousa et al. Dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede (on-grid) para uma residência em Belém-PA. Universidade Federal do Pará, 2018.
- [17] GOMES, Wedja Maria Barbosa et al. Potencialidades e desafios das energias renováveis para o desenvolvimento sustentável: uma análise do programa de certificação de energia renovável no Brasil. 2018.
- [18] JOSE, Carlos Abreu. Administração Financeira 1: finanças para empreendedores e iniciantes. São Paulo: Editora FGV, 26 de jan. de 2016
- [19] LANA, Luana Teixeira Costa et al. Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica. Engenharias On-line, v. 1, n. 2, p. 21-33, 2016.
- [20] LEMES, Lucas Oliveira; MOREIRA, João Padilha. Instituto Porto Alegre Da Igreja Metodista. Projetos E Relatórios De Estágios, v. 1, n. 1, 2019.
- [21] MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. Revista virtual de química, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015.
- [22] POTTMAYER, D. et al. The Brazilian energy matrix: From a materials science and engineering perspective. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 19, p. 678-691, 2015.
- [23] SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Instalação de sistema de microgeração solar fotovoltaica. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.
- [24] SANTOS, Fernanda Carvalho Lima et al. Análise de Decisão Multicritério para a Gestão de Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica. GESTÃO. Org, v. 18, n. 1, p. 82-102, 2020.
- [25] SANTOS, Signie LF et al. Spacer Design for 15 kV Compact Overhead Distribution Networks for Regions with High Environmental Aggressiveness. IEEE Latin America Transactions, v. 16, n. 10, p. 2634-2641, 2018.
- [26] SILVA, Jeferson Santos da et al. Equações algébricas e progressões geométricas utilizadas nos métodos de decisão de investimentos baseados no VPL e TIR. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- [27] TIMOSSI, Marcelo Santiago et al. Reconfiguração de redes de distribuição de energia considerando variáveis multiatributo no desenvolvimento de novas topologias. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016

[28] TREVILIN, Felipe Camargo et al. Estudo Comparativo entre métodos de rastreamento solar aplicados a sistemas fotovoltaicos. São Carlos School of Engineering, 2015.

Capítulo 21

Meios de proteção e medidas de segurança contrachocos elétricos em equipamentos médico - assistenciais

Tawan Ribeiro Piauilino

Livia da Silva Oliveira

Alícia Patrino Cacau dos Santos

Resumo: Os equipamentos médicos apresentam uma grande importância na prática da medicina, uma vez que podem ter inúmeras funcionalidades como: diagnosticar, prevenir e tratar de enfermidades que acomete o paciente. No entanto a medicina moderna apresenta diversos equipamentos que podem gerar riscos ao paciente caso ocorra alguma falha, sendo que umas das maiores falhas que podem acontecer ao paciente é uma descarga elétrica. Tendo em vista isso, é necessário adequar uma série de parâmetros de manutenção e segurança às diversas exigências normativas e regulamentares, envolvendo dispositivos de proteção e medidas de segurança aplicados a infraestrutura predial, a instalações elétricas, a equipamentos, máquinas, aparelhos e procedimentos. O objetivo deste estudo foi compreender o funcionamento do bisturi e do cardioversor/desfibrilador, mecanismo de ação e riscos envolvendo seu uso, e o mais importante, como prevenir acidentes, fazendo uso correto dos equipamentos eletromédicos e evitando situações de perigo iminente.

Palavras-chave: Equipamentos médicos, choque elétrico, manutenção.

1. INTRODUÇÃO

Crescentes inovações e o aumento da dependência tecnológica nos sistemas de saúde têm provocado um crescimento contínuo dos gastos em saúde e pressionado os gestores a adotarem processos de avaliação mais sistemáticos e racionais. Os equipamentos médicos possuem um papel muito relevante na medicina e a necessidade de sua utilização tornou-se evidente devido ao fato de terem se firmado como um auxílio fundamental na realização da maioria das ações médicas em hospitais (XAVIER, 2017).

A Organização Pan-Americana da Saúde (2019), estabelece os dispositivos médicos como vitais para a prestação de cuidados e melhoria da saúde da população, assim como recomenda a pesquisa, desenvolvimento, regulação, avaliação e a gestão dos mesmos para que ocorram escolhas racionais e adequadas para a utilização eficaz e produtiva.

A prática médica utiliza equipamentos eletromédicos (EEMs) no auxílio diagnóstico e terapêutico, principalmente no ambiente hospitalar. Na sala de cirurgia, os cirurgiões e os anesthesiologistas fazem uso desses recursos eletrônicos, fundamentais para o procedimento cirúrgico e a monitoração do paciente. No entanto, a crescente complexidade dos EEMs traz consigo um aumento do número de erros na utilização dos equipamentos (XAVIER, 2017).

Entre os fatores associados a um maior risco de acidente elétrico estão: instalação elétrica inadequada no centro cirúrgico; uso inadequado e falta de manutenção dos equipamentos eletrônicos; maior vulnerabilidade do paciente sob efeito anestésico frente a uma agressão elétrica e falta de treinamento do operador (SILVA et al., 2018).

Tendo em vista, estes diversos fatores colocaremos em pauta dois equipamentos médico- assistenciais, sendo um deles de grande importância em procedimentos cirúrgicos, o bisturi bipolar é um instrumento necessário para realizar incisões, por isso está presente em variadas especialidades de cirurgias, esse também pode ser utilizado em procedimentos de coagulação de tecidos. O outro dispositivo é o cardioversor/desfibrilador que possui como função o processo de ressuscitação, a terapia proporcionada por esses equipamentos tem como função interromper as arritmias ou irregularidades dos batimentos cardíacos. Restaurando, assim, o ritmo normal do órgão. Ambos os dispositivos utilizam da eletricidade de forma direta para o benefício do paciente, porém é evidente que procedimentos que envolvem a eletricidade em contato com o corpo humano, possa acarretar sérios danos à saúde do assistido.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2017), a necessidade de proteção do paciente, do operador, do usuário e do meio ambiente contra riscos inerentes à utilização de equipamentos eletromédicos exige a combinação de medidas que visem garantir a qualidade e a segurança, principalmente, no que diz respeito ao grau de proteção elétrica destes dispositivos. A manutenção e a segurança hospitalar é abrangente, atuante em diversas áreas para garantir proteção contra incêndios, proteção química, mecânica, radiológica, controle de infecções e acidentes elétricos. A partir disso, foi elaborada uma variedade de padrões, regulamentos, leis e normas para aumentar a qualidade dos serviços médicos prestados e assegurar máxima proteção contra agentes causadores de choques elétricos. Tais padrões são aplicados a instalações elétricas e a infraestrutura hospitalar, bem como máquinas aparelhos e equipamentos elétricos, eletrônicos e eletromédicos equipamento elétrico destinado a diagnóstico, tratamento ou monitoração do paciente, ou compensação ou alívio de doenças, ferimentos ou invalidez utilizado sempre sob supervisão médica.

Desta forma o presente estudo possuiu como objetivo propor melhorias nas operações e na manutenção de equipamentos médico-assistenciais, visando a prevenção de choques elétricos, assim como uma maior eficiência dos equipamentos e uma melhora na gestão hospitalar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foi realizada uma pesquisa científica aplicada, no qual possui um conjunto de ações tomadas quando se tem o objetivo de encontrar soluções para problemas existentes. Possuindo como base procedimentos operacionais e sistemáticos.

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado em uma unidade hospitalar onde os ambientes selecionados, são aqueles onde é necessário atentar-se aos requisitos de instalação de equipamentos médico-assistenciais. O primeiro ambiente, é a sala de engenharia clínica, essa possui uma área de 49 m² tendo todo um suporte para o controle desses dispositivos médicos, assim como a gestão das tecnologias utilizadas nas atividades produtivas de procedimentos ligados à assistência ao paciente, estabelecendo as estratégias de gestão de vida útil dessas tecnologias incorporadas através de rotinas de manutenções preventivas e corretivas, conforme mostra a Figura 1. O outro ambiente escolhido foi a sala de cirurgia, escolhida de forma proposital, por conter os dois dispositivos médicos que serão abordados ao longo deste estudo. Possuindo uma área de 25 m², tem todo um aparato necessário para a realização de cirurgias, estando localizada em uma área do hospital que oferece segurança necessária às técnicas assépticas, portanto distante de locais de grande circulação de pessoas, de ruídos e poeira.

Figura 8. Sala da Engenharia Clínica



Fonte: Autores (2020)

2.2. PROCEDIMENTO

O desfibrilador é um equipamento que tem como função de descarregar cargas elétricas no paciente que se encontra em quadro de arritmia cardíaca, assim seu objetivo é reverter o estado do paciente em tempo hábil, para que não ocorra perda ou algum dano nas funções cardíacas e até mesmo cerebrais. O equipamento possui duas pás, que devem

ser posicionadas adequadamente no tórax de forma que a descarga atinja apenas o coração, conforme mostra a Figura 2. Pode ser usado nas funções de desfibrilador ou cardioversor. A função de desfibrilação acontece quando é aplicada uma carga elétrica contínua e sincronizada, que fará com que o coração bata em um ritmo adequado, sendo adequada quando ocorrem casos de arritmia, como fibrilação atrial e taquicardias com complexo largo e com pulso (MANUTEN et al., 2019).

Figura 9. Desfibrilador/Cardioversor



Fonte: Autores (2020)

Bisturis elétricos (eletrônico / eletrocirúrgico), são equipamentos utilizados em cirurgias denominadas de eletrocirurgia ou diatermia, conforme mostra a Figura 3. A eletrocirurgia ou a diatermia, são processos em que os tecidos biológicos são destruídos através da aplicação da eletricidade, coagulando os vasos sanguíneos. Esse procedimento é possível com a utilização do bisturi elétrico. Na eletrocirurgia, a corrente elétrica é produzida por um gerador, chegando ao corpo do paciente através de um eletrodo ativo agindo no tecido biológico alvo. Esta corrente irá encontrar a saída através do eletrodo neutro que é a placa colocada junto ao corpo deste paciente. Quando a corrente elétrica encontra a resistência do tecido biológico, ela se transforma em calor. Através desse calor que foi produzido é que serão definidos os efeitos terapêuticos que podem ser o corte ou a coagulação. A energia térmica de alta frequência produzida irá aquecer a ponta metálica do eletrodo positivo. Essa energia irá passar através do corpo do paciente sendo eliminada por meio da placa dispersiva, que estará direta ou indiretamente ligada ao aterramento.

Se este aquecimento for de forma lento e fraco, o calor produzido dentro da célula provocará evaporação de água e a diminuição do volume celular, constituindo o efeito terapêutico da coagulação. Por sua vez quando o aquecimento acontece de forma rápida e forte, ocorrerá a explosão da membrana celular, com evaporação do conteúdo intracelular, constituindo desta forma o efeito terapêutico de corte (DIMAVE, 2016).

Figura 3. Bisturi elétrico



Fonte Autores (2020)

2.3. VERIFICAÇÕES DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Os objetivos das etapas abaixo buscam reparar os equipamentos que apresentam falhas, panes ou paradas. Para os equipamentos que precisam de substituição, no caso de empresas públicas, a aprovação do orçamento pode ser bastante demorada, pois depende de uma série de fatores (disponibilidade de verbas, limites para licitação, necessidade de concorrência etc.). Isso pode atrapalhar a rotina do grupo com um todo.

Tabela 6. Etapas de Verificação

Etapas	Demanda	Executor
1	Solicitar manutenção de equipamento	Chefia do setor de demandante
2	Verificar prioridade para atendimento	Equipe do setor de engenharia clínica
3	Realizar primeiro atendimento	Equipe do setor de engenharia clínica
4	Executar plano de contingência	Processo de interface
5	Verificar garantia ou se há contrato de manutenção em vigor	Equipe do setor de engenharia clínica
6	Avaliar viabilidade de reparo (custo, tempo)	Engenheiro clínico, Técnico do setor de engenharia clínica
7	Acionar empresa contratada de manutenção	Equipe do setor de engenharia clínica
8	Acionar fabricante/fornecedor	Equipe do setor de engenharia clínica
9	Verificar necessidade de enviar equipamento à empresa	Engenheiro Clínico
10	Avaliar situação do equipamento	Engenheiro clínico, Técnico do setor de engenharia clínica
11	Enviar equipamento à empresa	Equipe do setor de engenharia clínica
12	Descartar equipamentos	Processo de interface
13	Solicitar aquisição de novas peças e/ou serviços	Equipe do setor de engenharia clínica
14	Realizar compra	Processo de interface
15	Executar serviço de manutenção	Técnico do setor de engenharia clínica, Técnico contratado, Técnico do fabricante
16	Testar equipamento reparado	Técnico do setor de engenharia clínica, Técnico contratado
17	Registrar atividades realizadas	Técnico do setor de engenharia clínica, Técnico contratado
18	Atestar os concluída	Equipe do setor demandante, Técnico do setor de engenharia clínica
19	Arquiva-os	Equipe do setor de engenharia clínica

Fonte: EBSERH (2017)

2.4.SITUAÇÃO ATUAL DOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos analisados encontram-se em uso na sala de cirurgia da unidade hospitalar, ambos apresentando falhas decorrentes da falta de manutenção especializada para as características dos próprios. O bisturi possui um tempo de trabalho de três anos e o cardioversor/desfibrilador de dois anos e seis meses. Esses estavam instalados de maneira inadequada e desrespeitando seus devidos requisitos assim como o padrão de higiene exigido pelo fabricante não só para garantir um bom funcionamento do dispositivo como também evitar qualquer risco de contaminação para o paciente ou operador.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo, com as análises realizadas foi possível perceber falhas técnicas em ambos os equipamentos, como: falta de aterramento, mau dimensionamento dos condutores e de seus dispositivos de proteção. Em relação ao uso dos equipamentos foi observado que os operadores cometiam erros na sua utilização como descrito no quadro abaixo:

Tabela 2. Uso inadequado dos Equipamentos

Bisturi Elétrico	Cardioversor/Desfibrilador
Retirada direta do cabo de força	Não verificação do nível de carga do aparelho
Má fixação da placa dispersão	Falta de atenção a carga do aparelho antes da descarga
Contato com objetos metálicos no paciente	Uso incorreto dos eletrodos no tórax do paciente
Falta de atenção ao indicador sonoro de atuação do aparelho	Contato físico do paciente com o operador

Fonte: Autores (2020)

Através da análise feita comparando as funções descritas no manual do equipamento com o seu funcionamento, foram observados fatores insatisfatórios que alteraram o processo de desempenho do aparelho, conforme descrito no quadro abaixo:

Tabela 3. Análise do Rendimento dos Equipamentos

Bisturi Elétrico	Cardioversor/Desfibrilador
Apresentou a perda do aquecimento da lâmina metálica para o processo de corte ou coagulação de tecidos biológicos.	Falta de corrente elétrica adequada para atordoar o paciente momentaneamente e assim, permitir que um ritmo sinusal normal entre no marcapasso do coração.

Fonte: Autores (2020)

Visando propor melhorias para dirimir ou solucionar percalços relacionados a choques elétricos, queda nos fatores de rendimento e uso inadequado dos equipamentos, assim como melhorias nas operações e na manutenção desses dispositivos médicos

assistenciais, o presente estudo propõe a elaboração de um plano de manutenção preventiva na unidade que vise a inclusão de um checklist para desenvolver um procedimento de verificação do estado de cada equipamento após a intervenção, no qual podemos citar os de mecânica, lubrificação, elétrica e segurança. Após essa verificação os equipamentos devem ser identificados com as etiquetas de seus respectivos checklist. Em casos de falhas da manutenção preventiva deve ser realizado a manutenção corretiva, como meio de intervenção. Em relação ao uso inadequado dos equipamentos o presente estudo propõe que os profissionais façam capacitações contínuas, que estejam sempre atualizados e aptos a exercer tal função. É importante também exigir do operador responsabilidade, comprometimento e conhecimento técnico.

As falhas técnicas observadas na Unidade de Hospitalar são preocupantes pois de acordo com suas instalações pode-se concluir que estes dispositivos estão correndo risco de danificarem por inteiro ou pôr em risco o paciente e o operador, por não possuir um dimensionamento condizente com seus métodos de instalação estabelecidos pelo fabricante. Segundo Bisnotto et. al (2017), apesar dos inúmeros avanços na tecnologia médica e dos riscos existentes grande parte dos operadores não recebem nenhum tipo de treinamento específico, formal e apropriado para atuar na utilização destes dispositivos. O que implica no número de acidentes como por exemplo no caso do bisturi elétrico onde o cirurgião deve possuir habilidade com ele para evitar eventuais complicações no trato do paciente. Outro erro que pode levar a complicações é a má fixação da placa de dispersão. Para o cardioversor/desfibrilador um dos principais problemas é o mau posicionamento dos eletrodos acarretando descargas indevidas em órgãos inapropriados, além do contato do operador com o paciente no ato da descarga.

Uma vez que o objetivo de toda empresa é obter lucro, é natural que seus donos façam planos e projeções, analisando possíveis investimentos, com a finalidade de aumentar sua produtividade e por consequência seus lucros. Entre esses investimentos, os recursos alocados em manutenção tendem a ser de vital importância. É evidente, que a manutenção é uma ação fundamental para o prolongamento da vida útil de qualquer equipamento, desde de que se tenha um plano de manutenção voltado para as características de funcionamento do equipamento e que se tenha uma rigorosidade na aplicação deste, com isso pode-se obter resultados com maior eficiência, menor custo, maior durabilidade dentre inúmeros benefícios associados a manutenção de equipamentos. De acordo com Furtado et. al (2017) manutenções de equipamentos médicos são imprescindíveis, pois envolve a qualidade de vida humana assim como prolonga o tempo de vida útil do equipamento e uma maior eficiência em seus serviços prestados.

Atualmente ainda existem diversas barreiras no quesito assistência especializada a equipamentos médicos, entre elas destacam-se o descaso de estabelecimentos de saúde com os planos de manutenção, pois muitos ainda não possuem a visão que um plano de manutenção seja a solução para diminuir os custos de serviços recorrentes a este setor de serviço. Outro desafio é a falta de gestão adequada para o gerenciamento deste setor, além da falta de investimento em especialização destes aparelhos, assim como a escassez de estudos nessa área (FERNANDES, 2017).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se perceber através deste estudo que existe uma variedade de aparelhos mal instalados, em estado de má conservação, assim como aparelhos parados aguardando auxílio técnico, tornando-se evidente a falta de preocupação com esse setor da saúde, o qual tem uma grande importância na sociedade. Além disso pode-se observar que em muitos casos os operadores não possuem treinamento, conhecimento técnico e confiança para fazer o manuseio. Dessa forma fica claro que a manutenção e a capacitação dos profissionais devem ser a ação primordial para solução desses problemas, visando garantir melhores resultados não só do equipamento como também de todo o sistema de gestão que está ligado de forma direta ou indireta a esse setor. Dos poucos estudos existentes estes comprovam e garantem que a manutenção é o principal fator de recomendação para a mudança desse cenário atual.

REFERÊNCIAS

- [1] ANVISA. Equipamentos Médicos Assistenciais Hospitalares. 2018
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Equipamento eletromédico Parte 1-2: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial — Norma Colateral: Perturbações eletromagnéticas — Requisitos e ensaios Abnt nbr iec 60601-1-4. 2017.
- [3] BISNOTTO, F. Queimaduras relacionadas à eletrocirurgia - Relato de caso. 2017.
- [4] DIMAVE. BISTURI ELETRICO. 2016.
- [5] FERNANDES, R. F. Procedimentos para manutenção e verificação de equipamentos médicos. 2017.
- [6] FURTADO, P. A. G. D. C. MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS MÉDICOS NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UFJF. Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2017.
- [7] JOSÉ, R.; SILVA, P. Processos de Manutenção Preventiva e Corretiva – Estágio na BTL Portugal. 2019.
- [8] MACIEL, J.C.C.; RODRIGUES, C. L. P. Riscos de choques elétricos em equipamentos eletromédicos. p. 7, 2015.
- [9] MANUTEN, L. D. E. I. D. E. et al. DESFIBRILADORES / CARDIOOVERSOR DO HOSPITAL DE DESFIBRILADORES / CARDIOOVERSOR DO HOSPITAL DE. p. 1–42, 2019.
- [10] ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Principais dispositivos médicos para serviços de atenção primária à saúde. 2019.
- [11] SILVA, A. A IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS MÉDICOS NA QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO. Pontos de vistas, 2019.
- [12] SILVA, A. J. N. et al. Work accidents and automatic circuit reclosers in the electricity sector: Beyond the immediate causes. Cadernos de Saude Publica, v. 34, n. 5, p. 1–13, 2018.
- [13] XAVIER, L. D. S. G. Segurança elétrica na Cirurgia. v. 4, p. 9–15, 2017.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

