

REVISTA ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA
VOLUME 5, NÚMERO 2 - ISSN 2526-4141

REVISTA CIENTÍFICA



EXPEDIENTE
Publicação Semestral
ISSN 2526-4141
Temática: Tecnologia

Revisão Português
Leandro Siqueira Lima

Capa
Marketing Faculdade Brasileira Multivix- Vitória

Elaborada pela Bibliotecária Alexandra B. Oliveira CRB06/396

Revista Esfera Acadêmica Humanas/ Faculdade Brasileira. – Vitória, ES:
Multivix, 2020.

Semestral
ISSN 2526-4141
eISSN 2675-5807

1. Ciências Humanas- Produção científica I. Faculdade Brasileira/Multivix.

CDD.610

*Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem, necessariamente,
os pensamentos dos editores.*

Correspondências
Coordenação de Pesquisa e Extensão Faculdade Brasileira Multivix- Vitória

Rua José Alves, 135, Goiabeiras, Vitória/ES | 29075-080

E-mail: pesquisa.vitoria@multivix.edu.br

FACULDADE BRASILEIRA MULTIVIX- VITÓRIA

DIRETOR GERAL

Leila Alves Côrtes Matos

COORDENAÇÃO ACADÊMICA

Michelle Oliveira Menezes Moreira

COORDENADOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

Hêmyle Rocha Ribeiro Maia

CONSELHO EDITORIAL

Alexandra Barbosa Oliveira
Karine Lourenzone de Araujo Dasilio

Michelle Moreira
Patricia de Oliveira Penina

ASSESSORIA EDITORIAL

Karine Lourenzone de Araújo Dasílio
Leandro Siqueira Lima
Vinicius Santana Nunes
Patrícia de Oliveira Penina

ASSESSORIA CIENTÍFICA

Helber Barcellos da Costa
Ketene W. Saick Corti
Maycon Carvalho
Patrícia de Oliveira Penina
Tania Mara Machado
Vinicius Santana Nunes

APRESENTAÇÃO

A Revista Científica Esfera Acadêmica Tecnologia é uma revista científica que tem como objetivo contribuir para o entendimento aprofundado das diferentes tecnologias na sociedade, mediante a divulgação de trabalhos de pesquisa e análises teóricas que possam subsidiar as atividades acadêmicas e a ação profissional em diferentes organizações.

Esta edição traz contribuições das áreas tecnológicas, reunindo estudos das diferentes Engenharias. Dessa forma, a Revista Científica Esfera Acadêmica Tecnologia, da Faculdade Multivix – Vitória, pretende contribuir com o estímulo à pesquisa e para divulgação e geração do conhecimento.

Boa leitura!

SUMÁRIO

USO DE INFORMAÇÕES MÉDICAS PARA O CONTROLE DE AUTOMATIZADO DE CIRURGIAS BARIÁTRICAS.....	06
Carlos Matheus de Souza, Camilla Santos da Fonseca, Adan Lucio Pereira.	
DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA APOIO NA PARAMETRIZAÇÃO DE RELÉS E CRIAÇÃO DE COORDENOGRAMA.....	16
Gabriela Santos Martins Soares Souto, Jociene dos Santos Rangel, Adan Lucio Pereira.	
PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM BANCO DE CAPACITORES EM UM AMBIENTE HOSPITALAR DA GRANDE VITÓRIA.....	34
André Antônio Massaria, Adan Lucio Pereira.	
DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA AUTOMAÇÃO NA ESTRUTURA COMERCIAL DOS SUPERMERCADOS.....	48
Carlos Matheus de Souza, Mariana Gentilia L. Krugel Magioni, Bruno Rocha Baggieri, Adan Lucio Pereira.	
SISTEMA DE APOIO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA BASEADO NA TARIFAÇÃO PRÉ-PAGA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	61
Diego Siqueira Menezes, Ludymylla Dias Gusmão, Wallace da Silva Pimenta de Castro, Adan Lucio Pereira.	
ANÁLISE DO PERFIL DE CARREGAMENTO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	80
Leon Moreti de Souza, Romulo Barbosa dos Santos, Adan Lucio Pereira.	

USO DE INFORMAÇÕES MÉDICAS PARA O CONTROLE DE AUTOMATIZADO DE CIRURGIAS BARIÁTRICAS

Carlos Matheus de Souza¹, Camilla Santos da Fonseca², Adan Lucio Pereira³.

1. Engenheiro Eletricista pela Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

2. Graduanda do curso de Enfermagem - Universidade Federal do Espírito Santos

3. Engenheiro da Computação, Mestre em Energia, Docente na Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

RESUMO

O presente artigo relata a construção de um software responsável pela ordenação dos pacientes que estão aguardando por cirurgias bariátricas oferecidas pelo Sistema Único de Saúde brasileiro (SUS). O objetivo da pesquisa foi levantar os aspectos necessários para a construção de um meio de controlar a disponibilização de cirurgias bariátricas, utilizadas no tratamento da obesidade, utilizando os parâmetros fornecidos pelas portarias vigentes do Ministério da Saúde. Para tanto, levantou-se os aspectos abordados na Portaria GM/MS nº 424, de 19 de março de 2013, que utiliza o índice de Massa Corporal (IMC) como critério básico na indicação das cirurgias como último caso no tratamento do sobrepeso. Após a análise desses critérios e das contraindicações e pré-requisitos, percebeu-se a necessidade de criar um mecanismo que elimina o aparato burocrático na ordenação dos pacientes, visto que a obesidade pode levar a diversas outras doenças, como a diabetes, por exemplo. Para isso construiu-se um sistema WEB, responsável por ordenar os pacientes levando em consideração os resultados do IMC calculado. Como não houve acesso a base de dados que compõe o sistema do SUS, simulou-se um simples questionário onde pode-se levantar todos os aspectos destacados pela portaria estudada. Contatou-se que a ferramenta criada pode auxiliar no controle da fila de cirurgias e garantir transparência ao processo, evidenciando os critérios de classificação e exibindo informações facilmente auditáveis.

Palavras-chave: Cirurgias Bariátricas; Obesidade; Software.

ABSTRACT

This article reports the development of a software responsible for the order of patients that are waiting for bariatric surgeries offered by Brazilian Single Health System (SUS). The aim of research is to bring up necessary aspects to the construction of means to control the availability of bariatric surgeries, used in treatment of obesity, by parameters provided from the latest decree of the Ministry of Health. According to GM / MS No. 424, of March 19, 2013, which uses the Body Mass Index (in Portuguese, IMC) as a basic criterion in indicating surgeries as the last option for the treatment of obesity. After analyzing the criteria, contraindications and requirements, there was a need to create a mechanism which eliminates all bureaucratic issues, or red tapes, in the order of patients, once obesity leads to several other diseases, such as diabetes, for example. For this, a WEB system has been developed, responsible for ordering patients by their calculated IMC results. Once there was no access to the database from the SUS system, a simple questionnaire was simulated in which all aspects highlighted by the studied decree could be researched. It has been found that the created tool allows helping controlling the order of surgeries and it guarantees transparency to the process, highlighting the classification criteria and showing easily auditable information.

Keywords: Bariatric Surgery; Obesity; Software.

1 INTRODUÇÃO

A obesidade é considerada uma doença integrante do grupo de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT), as quais são multifatoriais, ou seja, possuem diversos

fatores, sejam eles fatores genéticos, sexo, idade, hábitos e comportamentos prejudiciais à saúde, entre muitos outros. É caracterizada pelo excesso de gordura corporal, que causa prejuízos à saúde do indivíduo. Para diagnosticar e classificar a doença existem diversas formas. Atualmente, a mais usada e também conhecida, é o cálculo do índice de massa corporal (IMC ou Índice de Quetelet). O cálculo consiste em dividir o peso atual, em quilos, pela altura ao quadrado, em metros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

No Brasil, o sobrepeso e a obesidade vêm aumentando em todas as faixas etárias, em ambos os sexos e em todos os níveis de renda, sendo a velocidade de crescimento mais expressiva na população com menor rendimento familiar. Em adultos, o excesso de peso e a obesidade atingiram 56,9% e 20,8% da população em 2013, respectivamente (DIAS *et al.*, 2017).

A obesidade é fator de risco para *diabetes mellitus* tipo 2, hipertensão, doenças cardiovasculares e neoplasias, além de contribuir com o aumento do coeficiente de mortalidade. Todavia, há poucos tratamentos convencionais para a obesidade de grau III. Os critérios para a realização da cirurgia com cobertura pela rede pública de saúde estão definidos na Portaria GM/MS nº 424, de 19 de março de 2013: Os indivíduos que apresentem índice de massa corporal (IMC) $>50\text{kg/m}^2$; os indivíduos que apresentem IMC $>40\text{kg/m}^2$, com ou sem comorbidades, sem sucesso no tratamento clínico longitudinal realizado na Atenção Básica e/ou Atenção Ambulatorial Especializada, por no mínimo dois anos e que tenham seguido protocolos clínicos; e os indivíduos que apresentem IMC $>35\text{kg/m}^2$ e com comorbidades, sem sucesso no tratamento clínico longitudinal realizado por no mínimo dois anos e que tenham seguido protocolos clínicos (CARVALHO; ROSA, 2019).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (SBCBM), durante o ano de 2018, foram realizadas 63.969 cirurgias bariátricas, sendo 49.521 pela saúde suplementar (planos de saúde), de acordo com dados da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), 11.402 cirurgias através do Sistema Único de Saúde (SUS) e 3.046 cirurgias particulares. O número total de procedimentos realizados em 2018 é cerca de 4% maior do que em 2017. Porém, o número total de cirurgias

realizadas em 2018 representa somente 0,47% da população obesa elegível à cirurgia bariátrica e metabólica no Brasil, ou seja, com Índice de Massa Corporal acima de 35 (SBCBM, 2019).

Diante da grande ascensão da obesidade no Brasil, no caso de obesidade grave, a cirurgia bariátrica tem sido a melhor alternativa de tratamento. O Sistema Único de Saúde do Brasil (SUS) fornece esse procedimento cirúrgico, mas o número de cirurgias realizadas ainda é insuficiente, resultando em um longo período de espera, que pode durar de três a sete anos (EVANGELISTA *et al.*, 2019).

O objetivo do sistema, apresentado neste trabalho, é garantir a transparência e otimização dos dados disponível nos sistemas utilizados nas unidades de saúde, dando maior celeridade na disponibilidade dos procedimentos cirúrgicos citados, eliminando a necessidade de deslocar força de trabalho na ordenação da fila de cirurgia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para composição do sistema proposto, utilizaram-se os parâmetros definidos na Portaria GM/MS nº 424, de 19 de março de 2013, do Ministério da Saúde. Nesta portaria redefine-se as diretrizes que envolvem o sobrepeso e a obesidade, expondo ações de prevenção e tratamento e com enfoque no cuidado prioritário da Rede de Atenção à Saúde das Pessoas com Doenças Crônicas (CARVALHO; ROSA, 2019).

A partir das diretrizes federais, pode-se desenhar os requisitos funcionais que regem o sistema de ordenação da fila de cirurgias bariátricas, bem como os pacientes que não estão aptos à realização da mesma. Antes da realização da cirurgia deve-se priorizar os seguintes recursos: orientação e apoio para mudança de hábitos, dietas, atenção psicológica, atividade física e uso de medicamentos por no mínimo dois anos. Caso nenhum destes recursos tenham eficácia no paciente analisado, deve-se submetê-lo a avaliações psicológicas, físicas e médicas. Caso essas três avaliações sejam positivas à cirurgia, o paciente é incluso na fila de cirurgias bariátricas.

O critério de ordenação desta fila, segundo interpretação da Portaria, é o índice IMC. Compõe-se a fila pela ordem decrescente do índice. Além dos critérios prévios citados acima, também são consideradas as seguintes contraindicações:

- Pacientes com idade menor que 16 anos;
- Idosos com mais de 65 anos (necessária avaliação pré-operatória especial, de preferência com geriatra);
- Pacientes com antecedentes de doença psiquiátrica, alcoolismo ou uso de drogas;
- Pacientes com cirurgias abdominais prévias;
- Portadores de doenças crônicas (anemia, insuficiência renal, doenças do fígado, doenças endócrinas entre outras);

Após o levantamento dos dados que regem a ordenação da fila de cirurgias, escolheu-se a melhor linguagem para desenvolvimento do *software* proposto. Como não se obteve acesso aos dados do sistema utilizado no SUS, optou-se por considerar a característica de visualização dos dados em diversos locais diferentes, garantindo a transparência e universalização dos dados cadastrados. Portanto, optou-se pela programação WEB, composta pelas linguagens HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheets*) e PHP (*Hypertext Preprocessor*), correlacionadas com a linguagem SQL (*Structured Query Language*), para composição do banco de dados do sistema.

Após o desenvolvimento do sistema, que basicamente captura as informações através dos formulários e realiza o tratamento dos dados obtidos para formar a ordenação dos pacientes, utilizou-se dados aleatórios e inventados para teste das funcionalidades do sistema. Portanto, criaram-se nomes e respostas fictícias para testar se o sistema responderia de forma correta ao planejado e estudado.

3 RESULTADOS

Com base nos resultados obtidos nas pesquisas exploratórias realizadas, pode-se desenvolver um sistema capaz de organizar, por critérios de prioridade, a fila de cirurgias bariátricas realizadas pelo SUS. A ideia inicial seria o desenvolvimento da

lógica e posterior aplicação no próprio sistema do SUS. Porém, como o acesso ao sistema é burocrático e dificultaria o processo de desenvolvimento da pesquisa optou-se pelo uso de uma interface genérica e que pudesse simular o ambiente disponível. Para limitar o acesso aos dados, as informações do paciente, como prontuário e posição na fila, são protegidas por um sistema de login, onde somente os médicos cadastrados podem visualizar estes dados. Após a entrada no sistema, disponibiliza-se três funções básicas: visualização da fila bariátrica, cadastro de novo paciente e gerenciamento de pacientes.

Para cadastro das informações de prontuários de pacientes que ainda não estão cadastrados no sistema, disponibiliza-se o formulário apresentado na Figura 01. Todas as informações são necessárias para que o sistema possa ordenar os pacientes de acordo com os critérios definidos pela legislação atual. Deseja-se saber sobre o paciente: nome completo, CPF, idade, gênero, altura, peso, “Houve orientação e apoio para mudança de hábitos?”, “Utilizou-se Dietas?”, “Foi prestado atenção psicológica?”, “A Atividade física foi incentivada?”, “Optou-se pelo uso de medicamentos por, no mínimo, dois anos?”, “Realizou-se avaliação pré-operatória especial? (Apenas idosos)”, “O Paciente possui antecedentes de doença psiquiátrica, alcoolismo ou uso de drogas?”, “O Paciente possui cirurgias abdominais prévias?” e “O Paciente é Portador de doenças crônicas (anemia, insuficiência renal, doenças do fígado, doenças endócrinas entre outras)?”.

PÁGINA INICIAL CADASTRAR PACIENTE GERENCIAR PACIENTES

Novo Paciente

Cadastre Novos Prontuários para inclusão dos pacientes na fila!

Nome do Paciente	CPF do Paciente
Idade do Paciente	♂ Gênero ▼
Altura do Paciente [m]	Peso do Paciente [kg]

Houve orientação e apoio para mudança de hábitos?	Sim	▼
Utilizou-se Dietas?	Sim	▼
Foi prestado atenção psicológica?	Sim	▼
A Atividade física foi incentivada?	Sim	▼
Optou-se pelo uso de medicamentos por, no mínimo, dois anos?	Sim	▼
Realizou-se avaliação pré-operatória especial? (Apenas idosos)	Sim	▼
O Paciente possui antecedentes de doença psiquiátrica, alcoolismo ou uso de drogas?	Sim	▼
O Paciente possui cirurgias abdominais prévias?	Sim	▼
O Paciente é Portador de doenças crônicas (anemia, insuficiência renal, doenças do fígado, doenças endócrinas entre outras)?	Sim	▼

[Cadastrar Paciente](#)

Figura 01 - Formulário de "Novo Paciente"

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a submissão do formulário citado acima, as informações são armazenadas no banco de dados desenvolvido e são realizadas algumas análises nas respostas fornecidas. Nas Figuras a seguir exibe-se os três resultados possíveis das análises feitas pelo sistema. O primeiro resultado é a inclusão do paciente na fila de cirurgias. Junto a um resumo das respostas fornecidas, exibe-se em destaque qual a posição do paciente na fila, conforme a Figura 02.

PÁGINA INICIAL CADASTRAR PACIENTE GERENCIAR PACIENTES

Gerenciar Pacientes

Gerencie os Prontuários Cadastrados!

Bruno Duarte

Posição na fila: 1º ✕

Bruno Duarte	081.099.131-48
23	♂ Masculino
180	170

Houve orientação e apoio para mudança de hábitos?	Sim	▼
Utilizou-se Dietas?	Sim	▼
Foi prestado atenção psicológica?	Sim	▼

Figura 02 - Consulta a um Paciente Incluso na Fila de Cirurgia

Fonte: Elaborado pelos autores

O segundo caso possível remete-se aos casos onde o índice de IMC calculado está é menor do que 35 kg/m². Neste caso exibe-se junto a um resumo do prontuário a mensagem informando o resultado do cálculo do IMC e que o paciente não entrou na fila devido a este resultado estar abaixo do definido pelas portarias vigentes. Este resultado pode ser visto a seguir, na Figura 03.

PÁGINA INICIAL CADASTRAR PACIENTE GERENCIAR PACIENTES

Bruno Duarte

Lucia Maria

O paciente não entrou na fila de cirurgia! O IMC calculado foi menor do que 35 (IMC atual: 20). ✕

Lucia Maria	234.634.524-88
27	♀ Feminino
1.83	67

Houve orientação e apoio para mudança de hábitos?	Sim
Utilizou-se Dietas?	Sim
Foi prestado atenção psicológica?	Sim
A Atividade física foi incentivada?	Sim

Figura 03 - Consulta a um Paciente Não Incluso na Fila devido os critérios de IMC

Fonte: Elaborado pelos autores

O terceiro e último caso possível, ocorre ao consultar os pacientes que não entram na fila de cirurgia bariátrica devido ao não atendimento dos critérios definidos pela Portaria GM/MS nº 424, de 19 de março de 2013. Utiliza-se nesta etapa as respostas fornecidas no formulário de cadastro do prontuário do paciente. Na Figura 04 mostra um Paciente que não cumpriu três critérios. Para as respostas onde o critério não foi atendido, destaca-se a resposta em vermelho. Para os itens atendidos, destaca-se a resposta em azul.

PÁGINA INICIAL CADASTRAR PACIENTE GERENCIAR PACIENTES

Nair Olivia

O paciente não entrou na pois não atingiu um dos critérios! Abaixo temos um resumo:

- Houve orientação e apoio para mudança de hábitos? Sim
- Utilizou-se Dietas? Sim
- Foi prestado atenção psicológica? Sim
- A Atividade física foi incentivada? Sim
- Optou-se pelo uso de medicamentos por, no mínimo, dois anos? Sim
- Para os idosos apenas: Realizou-se avaliação pré-operatória especial? Sim
- O Paciente possui antecedentes de doença psiquiátrica, alcoolismo ou uso de drogas? Sim
- O Paciente possui cirurgias abdominais prévias? Sim
- O Paciente é Portador de doenças crônicas (anemia, insuficiência renal, doenças do fígado, doenças endócrinas entre outras)? Sim
- É maior de 16 anos e menor do que 65 anos? Sim

Nair Olivia	601.005.323-49
55	♀ Feminino
1.60	160

Figura 04 - Consulta a um Paciente Não Incluso na Fila devido ao Não Atendimento dos Critérios da Portaria GM/MS nº 424

Fonte: Elaborado pelos autores

Na página inicial do sistema exibe-se a visão geral da fila bariátrica, como observa-se na Figura 05 a seguir. Exibe-se de cima para baixo: três itens de menu que auxiliam no encontro das funções do sistema (são eles "Página Inicial", "Cadastrar Paciente" e "Gerenciar Pacientes"), mensagem de boas-vindas contendo o nome do médico que logou no sistema e a fila (composta pelo número que indica a posição do paciente na fila, o nome completo seguido do IMC e um botão). O botão exibido ao lado do nome do paciente é utilizado para indicar que aquele paciente já realizou a cirurgia.



Figura 05 - Fila Ordenada de Cirurgias Bariátrica

Fonte: Elaborado pelos autores

4 CONCLUSÃO

O aumento dos casos de obesidade é um fator de preocupação para os estudiosos da área. Em 2013, o excesso de peso e a obesidade afetavam mais de 50% e 20% da população brasileira, respectivamente. Tais doenças podem ser causadas por fatores genéticos, sexo, idade, comportamentos, dentre outros aspectos. A apreensão com o aumento destes casos, principalmente em comunidades de baixa renda, é a sua correlação com outras doenças, como o diabetes mellitus tipo 2.

O quadro clínico dos pacientes diagnosticados com essa doença pode ser aferido

através do Índice IMC, que consiste na divisão do peso (em quilogramas) pela altura ao quadrado (medida em metros).

A partir do resultado obtido pode-se considerar a cirurgia bariátrica como o melhor tratamento para os casos de obesidade. Tal cirurgia é oferecida pelo Sistema Único de Saúde brasileiro, porém o número de cirurgias é insuficiente, representando o atendimento a somente 0,7% dos pacientes elegíveis.

Para eliminar o esforço organizacional e prestar maior celeridade e transparência à ordem das cirurgias realizadas, propõem-se a criação de um sistema responsável por ordenar os pacientes que estão à espera da cirurgia, visto que segundo a Portaria GM/MS nº 424 de 19 de março de 2013, o índice IMC é um fator decisivo para a realização ou não da cirurgia.

Para cadastrar um novo paciente na fila, o médico responsável deve responder a algumas perguntas como idade do paciente, altura, peso e perguntas da anamnese comum, por exemplo. Com base nas respostas o sistema indica se o paciente está apto ou não para passar pelo procedimento cirúrgico e ordena os pacientes de acordo com o resultado do IMC.

Dentre as vantagens do sistema, pode-se destacar a transparência da fila de cirurgias, mantendo-a sempre atualizada. A possibilidade de integração com o sistema do SUS põe levantar possibilidades de automação do sistema, tornando opcional o cadastro manual de informações e possibilidade de congruência dos dados, relacionando informações (para o questionamento de cirurgia prévia na região abdominal, por exemplo, pode-se analisar o histórico de cirurgias prévias do paciente).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Obesidade e desnutrição**. Brasília, DF, 2015.

DIAS, P. C. et al. **Obesidade e políticas públicas: concepções e estratégias adotadas pelo governo brasileiro**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 33, no. 7, 2017.

CARVALHO, A.S.; ROSA, R.S. **Cirurgias bariátricas realizadas pelo Sistema**

Único de Saúde em residentes da Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2016. Epidemiologia, Serviços de Saúde, Brasília, vol.27 no.2, 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIRURGIA BARIÁTRICA E METABÓLICA. **Cirurgia bariátrica cresce 84,73% entre 2011 e 2018.** SBCBM. São Paulo, 2019.

EVANGELISTA, M.M. et al. **Randomized controlled trial protocol: A quanti-quali approach for analyzing the results of an intervention on the waiting list for bariatric surgery.** Revista de Nutrição, Campinas, SP, vol. 32, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministério. **Portaria nº 424, de 19 de março de 2013. Redefine as diretrizes para a organização da prevenção e do tratamento do sobrepeso e obesidade como linha de cuidado prioritária da Rede de Atenção à Saúde das Pessoas com Doenças Crônicas.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 mar. 2013. p. 23.

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA APOIO NA PARAMETRIZAÇÃO DE RELÉS E CRIAÇÃO DE COORDENOGRAMA

Gabriela Santos Martins Soares Souto¹; Jociene dos Santos Rangel²; Adan Lucio Pereira³

1. Engenheira Eletricista pela Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.
2. Técnica em Eletrotécnica; Engenheira Eletricista pela Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.
3. Engenheiro de Computação, Mestre em Energia; Docente das Engenharias na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.

RESUMO

Os sistemas elétricos possuem como premissa a utilização eficiente dos recursos energéticos e da infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Neste sentido, a função de uma subestação de energia elétrica (SEE) é acomodar os condutores e equipamentos necessários para transformação dos níveis de tensão, permitir manobras no fluxo de energia, e proteção à instalação e às pessoas em caso de falhas. Motivado pela importância do dimensionamento adequado de uma SEE, o presente trabalho tem como objetivo principal, apresentar o desenvolvimento de um programa para parametrização das funções 50/50N Sobrecorrente Instantânea de Fase e Neutro, e 51/51N Sobrecorrente Temporizada de Fase e Neutro. Para isso, foi implementada uma planilha que servirá de entrada para dos parâmetros específicos da instalação, os quais são fornecidos pela concessionária e escolhidos pelo projetista responsável, o produto gerado pela inserção desses elementos consiste nos parâmetros de coordenação dos relés e um gráfico de coordenograma. No memorial descritivo final também é disponibilizado o gráfico de coordenograma, em escala logarítmica, que facilita a visualização das curvas IEC, os pontos ANSI que foram definidos e o gráfico da corrente de curto-circuito trifásica assimétrica, garantindo a seletividade e proteção da instalação. Desta forma, a apresentação deste programa pode ser vista como um mecanismo útil para a tomada de decisão a respeito da elaboração de projetos vinculados ao dimensionamento de uma SSE. O programa foi validado com testes em diversos cenários e obteve êxito na execução e elaboração dos parâmetros de saída.

Palavras-chave: Subestação; Parametrização; Coordenograma.

ABSTRACT

The electric systems are based on the efficient use of energy resources and the infrastructure for the electrical energy generation, transmission and distribution. In this sense, the function of an electrical power substation (EPS) is to accommodate the conductors and necessary equipment to transform the voltage levels, to allow maneuvers into the energy flow, and to protect the installation and the people in case of failures. Motivated by the importance of the proper dimensioning of an ESE, the present work has as main objective, to present the development of a program for parameterization of the functions 50/50N Phase and Neutral Instantaneous Overcurrent and 51/51N Phase and Neutral Temporized Overcurrent. For that, a spreadsheet was implemented that will serve as input for the specific parameters of the installation, which are provided by the energy dealership and chosen by the responsible designer, the product generated by the insertion of these elements consists of the coordination parameters of the relays and a coordinogram chart. In the final descriptive memo, the coordinogram chart is also available, on a logarithmic scale, which facilitates the visualization of the IEC curves, the ANSI points which were defined and the asymmetric three-phase short-circuit current, assuring the selectivity and protection of the installation. In this way, the presentation of this program can be seen as a useful mechanism for the decision making regarding the elaboration of projects related to the dimensioning of an SSE. The program was validated with tests in several scenarios and was successful in the execution and elaboration of the output parameters.

Keywords: Substation; Parameterization; Coordinogram.

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é considerada como um ingrediente fundamental para a economia e inserção social. Tratar a energia como um bem público e determinar a entrega de um serviço de qualidade ao consumidor final são fatores relevantes quando se discute o desenvolvimento do setor energético de qualquer país. O desenvolvimento na matriz energética de um país, é fundamental para seu desenvolvimento econômico e social (CHAVES et al, 2016).

O Brasil possui uma malha energética com aproximadamente 160 milhões de kW, composta em sua maioria de centrais hidrelétricas, centrais termoelétricas e outras formas de geração de energia, onde ainda possui aproximadamente 10 milhões de kW em 216 empreendimentos de geração de energia em construção e mais 10 milhões de kW em 385 empreendimentos previstos para a construção nos próximos anos (ANEEL, 2016).

De maneira geral, os sistemas elétricos têm por finalidade básica entregar a energia elétrica aos consumidores finais, sendo assim, os três principais seguimentos, geração, transmissão e distribuição, operam de forma interligada e o planejamento de uma dessas áreas gera consequências para as demais. Dentre os componentes associados a esses sistemas, merecem destaques, quanto ao planejamento energético, as linhas de transmissão e as subestações. Uma subestação consiste em uma instalação que envolve um conjunto de equipamentos responsáveis por distribuir uma capacidade de energia elétrica a determinados circuitos e equipamentos, além de monitorar as cargas alimentadas com a finalidade de fornecer controle e proteção dessas cargas (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

As subestações são divididas em 3 sistemas, sistema de proteção, sistema de controle e supervisão e o sistema de telecomunicações, responsável por conectar os outros dois sistemas bem como interligar a subestação à outras subestações e ao centro de comando, e normalmente, os sistemas de proteção se resumem aos relés (HENRIQUE; BARRETO, 2013).

Segundo a normativa da Energias de Portugal (EDP; antiga denominação Electricidade de Portugal) que rege padrões técnicos para o fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição, para o projeto de uma subestação ser aceito o mesmo precisa contemplar relés de proteção, afim de promover o desligamento das cargas ao menor sinal de sobrecorrente de fase instantânea, fase temporizada, residual instantânea, residual temporizada (EDP, 2018). Uma resolução técnica da *edp* que entrou em vigor no dia 16/03/2018 informa que a partir da data da mesma, o relé de proteção deve ser comissionado de forma que seja impossível a alteração de sua parametrização local ou remota e que a concessionária poderá realizar inspeções, bem como, solicitar laudo técnico de ajuste e lacração dos relés nos valores determinados (EDP, 2018).

Inserindo-se nesta problemática, o presente projeto se objetiva em desenvolver um sistema que forneça como produto final, um memorial de cálculo com a parametrização do relé de proteção com a finalidade de garantir qualidade, estabilidade ao circuito e equipamentos, bem como atender a normatização referente ao dimensionamento de subestações.

2 SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

No Brasil, com o objetivo de normatizar e padronizar as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio da Resolução Normativa nº 345, de 16 de dezembro de 2008 (ANEEL, 2008), aprovou os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, em 2015 os procedimentos foram revisados conforme a Resolução Normativa nº 664, de 16 de junho de 2015 (ANEEL, 2015).

O PRODIST tem como objetivo principal reunir as normas de funcionamento da distribuição de energia, abrangendo assuntos relativos às redes, em módulos de estudo. A regulamentação da qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica estabelecido pela ANEEL está contida no Módulo 8 do PRODIST e o Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição está no Módulo 2. Neste sentido, uma

Subestação de Energia Elétrica (SEE) pode ser definida, segundo o módulo um PRODIST, como uma instalação que contém um conjunto de equipamentos elétricos de transformação, proteção, medição e manobra, para transformação de grandezas elétricas em média e alta tensão.

Uma SSE é composta por Transformadores de Potência (TP), que assegura a transformação da alta tensão para média tensão, além de ser o mais dispendioso. Há o Transformador de Tensão (TT), que transforma a tensão real em tensão medida, e dá a imagem da tensão que existe no enrolamento primário e esse valor é monitorado pelas unidades de proteção. O Transformador de Corrente reproduz no seu secundário uma amostra da corrente que circula no primário, com proporções definidas, sem alterar sua posição vetorial, de forma a viabilizar o sistema de medição. (QUEIRÓS, 2013)

Os Relés são dispositivos micro processados utilizados para fazer a proteção do sistema, percebem perturbações na rede e mandam alertas para os operadores e sinais para abertura dos disjuntores, isolando a falta e garantindo a estabilidade, confiabilidade e segurança da subestação, são considerados os equipamentos mais importantes para proteção de uma SEE. (MIRANDA et al., 2017)

Também são equipamentos principais numa SEE os Disjuntores, que protegem de curto-circuito ou sobrecargas; os Seccionadores, que são equipamentos de abertura de linha visíveis, mas que não possuem poder de corte de carga; os Isoladores, que afastam eletricamente os barramentos de alta tensão, linhas, e outros equipamentos que carregam tensão das estruturas que os suportam; além dos condutores e equipamentos de comando que controlam a subestação, composto de comando local, unidades de proteção e equipamentos auxiliares ao funcionamento da SEE. (QUEIRÓS, 2013). Neste contexto, as SEEs podem ser classificadas quanto a função e quanto ao tipo construtivo.

2.1 Classificação das Subestações Quanto à Função

Mamede Filho (2007) em seu livro Instalações Elétricas Industriais classifica as

subestações quanto a sua função:

- a) Subestação Central de Transmissão: Eleva os níveis de tensão na geração para transmitir a energia gerada nas linhas de transmissão por grandes distâncias.
- b) Subestação Receptora de Transmissão: Existe próxima a centros de cargas e está conectada às subestações intermediárias ou subestações centrais através das linhas de transmissão.
- c) Subestação de Subtransmissão: Supre diretamente os transformadores de distribuição e as subestações consumidoras.
- d) Subestação Consumidora: Está localizada dentro de propriedade particular e recebe energia advinda das subestações de subtransmissão em seus condutores primários, e supre o ponto final de consumo.

2.2 Classificação quanto ao Tipo Construtivo

- a) Subestação em Alvenaria: Mais comum na indústria, apresenta custo construtivo baixo, embora seja necessária uma área construtiva grande. Mais comuns são as que possuem ramal de entrada subterrânea, por torná-la menor, porém é possível usar a altura da construção existente para projetar um ramal aéreo, se esta for maior que 6 metros. Sua cobertura deve ser em placa de concreto armado, resistente a infiltração de água e intempéries.
- b) Subestação Externa ou a Céu Aberto: São construídas ao ar livre, com equipamentos e máquinas próprios para funcionamento em condições atmosféricas adversas e tem ar como meio isolante entre os equipamentos.
- c) Subestação em Cabine Metálica ou Blindada: Todos os equipamentos estão em invólucro metálico, em que o isolamento pode ser feito à óleo ou gás hexafluoreto de enxofre (SF₆). A subestação blindada requer equipamentos capazes de manusear o SF₆, além de uma equipe especializada em manobras supervisionadas apenas por instrumentos.

3 REGULAMENTAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES

As normas consultadas para confecção da planilha de parametrização seguem

listadas no Quadro 01.

NORMA/PADRÃO TÉCNICO	TÍTULO	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 5410	Instalações Elétricas de Baixa Tensão	Estabelece as condições que devem satisfazer as instalações de baixa tensão a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens
ABNT NBR 14039	Instalações Elétricas de Média Tensão de 1kV a 36,2 kV	Estabelece um sistema para o projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à frequência industrial, de modo a garantir a segurança e continuidade de serviço.
NR 10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade	Estabelece requisitos e condições mínimas de implementação de medidas e sistemas de controle preventivo de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.
PT.DT.PDN.03.14.001	Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição	Estabelece critérios, condições gerais e limites de fornecimento de energia elétrica em tensão de distribuição primária na área de concessão da <i>edp</i> Espírito Santo para instalações novas, bem como em reformas e ampliações de unidades existentes.

Quadro 1 - Consumo de Energia Elétrica no Brasil

Fonte: Elaborado pelos Autores

4 PARAMETRIZAÇÃO DE RELÉS EM SUBESTAÇÕES CONSUMIDORAS

Segundo o Padrão Técnico *edp* Espírito Santo para Fornecimento em Tensão Primária (2018), a escolha do tipo de SEE deve ser feita baseada na quantidade e potência dos transformadores a serem instalados e de acordo com as opções do cliente. Este padrão técnico foi reformulado em 2018 e na sua quarta versão prevê que as subestações de alvenaria serão aceitas somente até primeiro de março de 2019, e após esta data, somente conjuntos blindados ou subestações simplificadas em postes únicos serão aceitas.

A NBR 14039 (2005) afirma que o dispositivo de proteção geral situado entre o ponto de entrega e a origem da instalação com capacidade de potência instalada menor ou igual a 300 kVA, deve ser realizada por meio de um disjuntor acionada por meio de relés secundários com as funções 50 e 51 de sobrecorrente fase e neutro, ou por meio de chave seccionadora ou fusível, sendo neste caso a proteção da baixa tensão será realizada por meio de um disjuntor. Caso a capacidade instalada seja maior do que 300 kVA, a proteção geral deverá ser feita exclusivamente por disjuntor acionado por relé secundário descrito acima.

Os dispositivos de proteção devem ser capazes de interromper qualquer sobrecorrente menor ou igual a corrente de curto-circuito introduzida nos parâmetros dos relés. Se forem usados relés micro processados, digitais ou autoalimentados, uma fonte de energia secundária com autonomia de duas horas deve estar disponível no caso de falta de energia. O sistema de proteção deve sempre permitir coordenação com a proteção da concessionária de energia de modo a permitir a seletividade. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

Para o Padrão Técnico de Fornecimento de Tensão Primária (2018), o relé de sobrecorrente deve possuir dispositivo para lacração, e estes devem possuir meios que impeçam a alteração da sua parametrização em caso de inspeção da instalação consumidora, e a concessionária exigirá um laudo técnico e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) contendo os dados de parametrização, e no momento da inspeção de ligação lacrará os relés nestes valores pré-determinados.

Por conta de todos esses fatores, se mostra necessário ao projetista de uma subestação consumidora uma ferramenta que permita a parametrização das funções exigidas com assertividade e confiabilidade, de modo a evitar transtornos futuros que causem defeitos aos equipamentos da instalação, trabalhadores envolvidos e ao cliente.

5 METODOLOGIA

A definição dos passos necessários para sintetizar as informações da literatura e

então apresentar argumentos válidos para o desenvolvimento dos sistemas de energia, frente a parametrização das funções necessárias para gerar um memorial descritivo de cálculos associados ao dimensionamento de uma subestação, necessita de ser organizada segundo os termos técnicos da metodologia científica. Dessa forma, a natureza da pesquisa deste trabalho pode ser classificada como aplicada ou prática, pois, segundo Gil (2002) essa categoria de pesquisa busca gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos, que no caso deste trabalho consiste em mapear, categorizar e desenvolver um sistema que permita gerar soluções de tomada de decisão quanto aos sistemas vinculados a configuração de subestações. Já os procedimentos metodológicos, seguem os princípios de uma abordagem qualitativa, com um método científico indutivo e um objeto de estudo exploratório.

Os parâmetros introduzidos, a respeito da instalação, são a demanda contratada, a relação de transformação do transformador de corrente (TC), o fator de potência da instalação que é definido por normas da concessionária, e a corrente nominal da instalação (I_n), vistos na Figura 1.

Dados do Fornecimento	
Demanda Contratada	0 kW
T.C	0
Fator de Potência	0,00
Tensão	11,40 kV
Corrente Nominal (I_n)	#DIV/0! A

Figura 1 - Dados de Fornecimento

Fonte: Elaborado pelos Autores

Os parâmetros fornecidos pela concessionária são referentes à rede principal, e a corrente de curto-circuito (I_{cc}) trifásico simétrica no ponto de entrega, estes podem ser vistos nas Figura 2 e Figura 3.

TIPO	I	
I_{CC-FTE}	163 A	CORRENTE CC FASE-TERRA COM IMPEDÂNCIA
I_{CC-FT}	4.801 A	CORRENTE CC FASE-TERRA
I_{CC-FF}	5.157 A	CORRENTE CC FASE-FASE
I_{CC-3FS}	5.955 A	CORRENTE CC TRIFÁSICA SIMÉTRICA
I_{CC-3FA}	7563 A	CORRENTE CC TRIFÁSICA ASIMÉTRICA
$I_{CC-3FA} = 7563 A$		

Figura 2 - Dados Fornecidos Referentes À Rede Para Uma Instalação em Jardim Camburi, Vitória-ES

Fonte: Elaborado pelos Autores

Dados fornecidos pela Concessionária	
Alimentador	CAB03
Equipamento	
Modelo	
Tipo	
Curva a ser Utilizada	MI
CC no ponto de entrega Fase	5955 A
CC no ponto de entrega Neutro	4801 A

Figura 3 - Dados fornecidos pela Concessionária

Fonte: Elaborado pelos Autores

A critério do projetista será escolhida a curva IEC do relé, onde numa tabela auxiliar serão mostrados os tempos de disparo para a curva escolhida. Em um quadro auxiliar devem ser introduzidas as potências instaladas nos transformadores, onde são calculadas sua I_n , I_{rush} a impedância porcentual e o ponto ANSI. O quadro é apresentado na Figura 4.

Características dos transformadores					
Trafos	Pot.	I_n	I_{rush}	Z%	ANSI
T1	0	0,00	0,00	5,00	0,00
T2		0,00	0		0
T3		0,00	0		0
Total	0				0,00
	I_{max}	0,00			
	I_{rush}		0,00		

Figura 4 - Características dos Transformadores

Fonte: Elaborado pelos Autores

As somas de todos os transformadores da instalação devem ser inseridas no programa, o qual fornece a corrente de magnetização (I_{mag}), o ponto ANSI de fase e neutro que são a máxima corrente que o transformador pode suportar por um determinado período de tempo e a I_n do transformador, como é apresentado na Figura 5.

Corrente de partida de Fase (I_p)	
I_p	#DIV/0! A
I_{mag} na partida	0 A
Corrente Partida de Neutro (I_{pn})	
I_{pn}	#DIV/0! A
I_{mag} na partida	0,00 A
Parâmetros de Relé	
Função 50-Sobrec. Inst.Fase	0
Função 51-Sobrec. Temp.Fase	####
Função 50N-Sobrec. Instant. Neutro	0,00
Função 51N-Sobrec. Temp.Neutro	####

Figura 5 - Dados das Funções 50/51 e 50N/51N

Fonte: Elaborado pelos Autores

Como em algumas células são utilizadas fórmulas com parâmetros que no momento estão zerados, o Excel sinaliza a divisão por zero. Essas fórmulas utilizadas são descritas no Anexo D do Padrão Técnico *edp*, onde é apresentado o modelo de estudo de proteção para o relé secundário, também aparecem no Apêndice A deste trabalho, que apresenta o memorial final do programa. A corrente I_p identifica o ponto em que o relé começará a se sensibilizar para sobrecorrente e começará a contar tempo de acordo com a curva IEC escolhida e atuará se o tempo for superior ao indicado na curva no ponto de operação, caracterizando a função temporizada 51. A função instantânea de fase deverá ser escolhida levando em consideração o menor valor que não provoque a atuação indevida do relé, sendo superior no máximo 10% de I_{mag} . No coordenograma o ajuste instantâneo não pode ser superior ao menor valor de curto-circuito, e ao ponto ANSI do menor transformador. Estes ajustes deverão ser feitos para fase, e para neutro com as funções 50N/51N considerando os valores relativos à proteção do neutro.

No memorial descritivo final também é disponibilizado o gráfico de coordenograma, em escala logarítmica, que facilita a visualização das curvas IEC, os pontos ANSI que foram definidos e o gráfico da corrente de curto-circuito trifásica assimétrica, garantindo a seletividade e proteção da instalação.

Desta forma, a apresentação deste programa pode ser vista como um mecanismo útil para a tomada de decisão a respeito da elaboração de projetos vinculados ao dimensionamento de uma SSE.

6 RESULTADOS

Foram realizadas duas simulações no sistema desenvolvido, com uma demanda desejada, fator de potência e o transformador especificado para aquela demanda com parâmetros de acordo com as definições da *edp*.

Na primeira simulação a partir da demanda desejada (P_d) de 410 kW e utilizando o fator de potência (F_p) 0.92, foi definido um Transformador de 500kva. A partir dos dados do transformador, tensão de alimentação e parâmetros da rede, foram calculados e obtidos os parâmetros de acordo com a tabela apresentada na Figura 6. A curva do ponto ANSI do relé está definida na Figura 7.

RELÉ:	URPE 7104	MARCA:	PEXTRON
TC		GRÁFICO	
PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
01 - ESPECIFICAÇÃO	400/5	03 - amostragem (A)	10.000
02 - RTC	80	04 - Tamostragem (s)	30
FASE		NEUTRO	
05 - I_{pf}	24	09 - I_{pn}	4,80
06 - CURVA	MI	10 - CURVA	MI
07 - dt	0,1	11 - dt	0,1
08 - I_{lf}	278	12 - I_{lin}	42

Figura 6 - Tabela de Ajuste do Relé de Proteção

Fonte: Elaborado pelos Autores

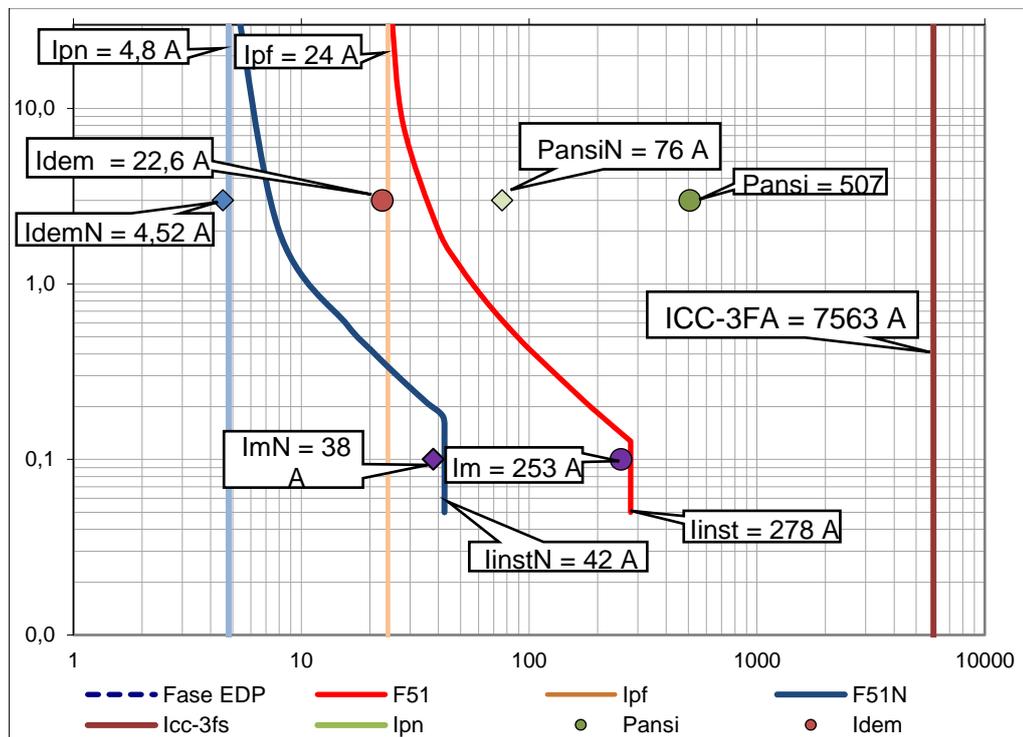


Figura 7 - Coordenograma referente a Simulação 1

Fonte: Elaborado pelos Autores

Em uma segunda simulação usando-se uma demanda desejada (P_d) de 715 kW e mantendo-se o fator de potência (F_p) 0.92, desta vez ficou definido um transformador

de 750kVA, assim como no primeiro caso mantendo suas correntes CC de acordo com os valores pré-definidos pela concessionária. Os valores calculados para as parametrizações estão apresentados na tabela apresentada na Figura 8. A curva do ponto ANSI do relé para essa nova simulação está definida na Figura 9.

RELÉ:	URPE 7104	MARCA:	PEXTRON
TC		GRÁFICO	
PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
01 - ESPECIFICAÇÃO	400/5	03 - lamostragem (A)	10.000
02 - RTC	80	04 - Tamostragem (s)	30
FASE		NEUTRO	
05 - I _{pf}	43	09 - I _{pn}	8,60
06 - CURVA	EI	10 - CURVA	EI
07 - dt	0,1	11 - dt	0,1
08 - I _{lif}	418	12 - I _{lin}	63

Figura 8 - Tabela de Ajuste do Relé de Proteção

Fonte: Elaborado pelos Autores

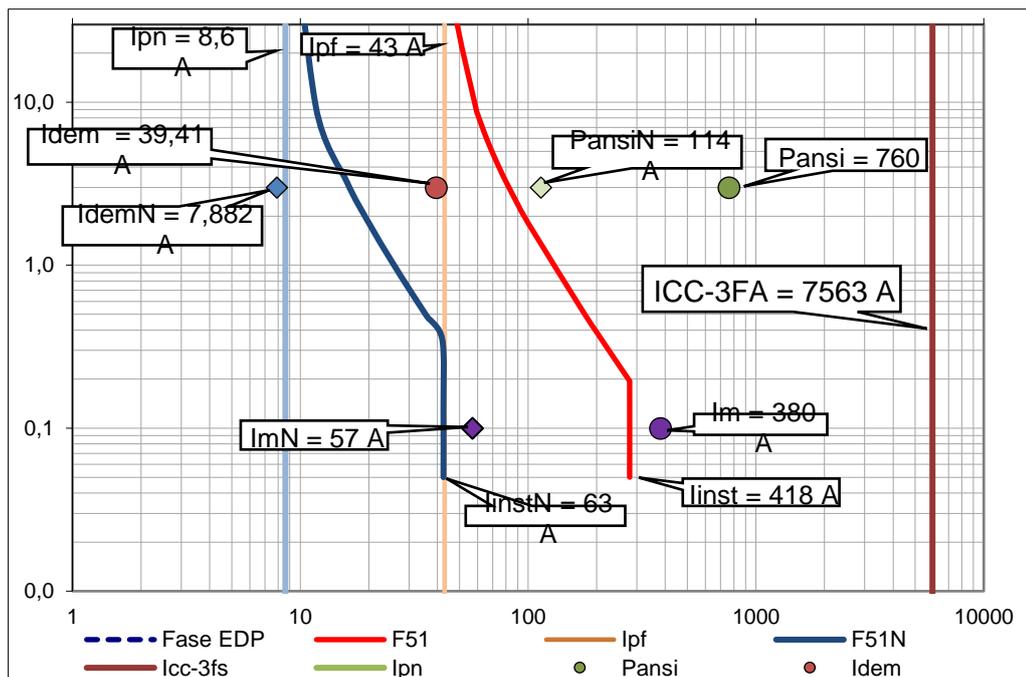


Figura 9 - Coordenograma referente a Simulação 2

Fonte: Elaborado pelos Autores

O sistema também gera automaticamente um memorial para a parametrização do relé de proteção com as informações de dados preliminares, cálculos das correntes e Ponto ANSI, cálculo do TC, ajustes das funções para o relé de proteção, o qual pode ser verificado no Apêndice A referente a primeira simulação descrita nos resultados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento aqui proposto do programa para parametrização das funções 50/50N Sobrecorrente Instantânea de Fase e Neutro, e 51/51N Sobrecorrente Temporizada de Fase e Neutro se mostrou viável, oferecendo como resultado um Memorial de Cálculo incluindo o Coordenograma, a partir dos parâmetros específicos da instalação, fornecidos pela concessionária e escolhidos pelo projetista responsável, conforme foi apresentado na seção Resultados, baseado em duas simulações distintas.

Com a falta de programas similares com um custo acessível no mercado, tal programa é importante no dimensionamento de relés de proteção e geração de coordenogramas, uma vez que automatiza todo processo de cálculo, facilitando o trabalho do profissional da área e evitando erros de cálculo no processo, aumentando, portanto, a confiabilidade dos resultados.

Sendo assim, o presente trabalho alcançou os resultados esperados, podendo inclusive ser aperfeiçoado em trabalhos futuros, como inserção de uma base de dados com parâmetros de transformadores da concessionária, ou até mesmo um sistema que funcione independentemente de um programa de planilhas eletrônicas (Excel).

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Capacidade de Geração do Brasil [Generation Capacity of Brazil]**.

Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>.

Acesso em: 10 out. 2018.

- CHAVES, G. L. D.; TOSTA, M. de C. R. et al. **Gestão de Sistemas de Energia**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2016. v. 1. 350p.
- EDP. **PADRÃO TÉCNICO - FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO PRIMÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO**. p. 181, 2018.
- HENRIQUE, L.; BARRETO, B. **Sistemas De Proteção, Controle E Supervisão Em Subestações De Energia Elétrica**. Rio de Janeiro, 2013. 62 p.
- KAGAN, N.; OLIVEIRA, C. C. B. DE; ROBBA, E. J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- MIRANDA, T. et al. **ANÁLISE DE UMA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA FRENTE ÀS NORMAS REGULAMENTADORAS**. Vitória, 2017. 16 p.
- QUEIRÓS, M. **Eficiência Energética na Iluminação Pública**. Porto, 2013.
- Disponível em:
<http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/6149/1/DM_MariaJoaoQueiros_2013_MES.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 345, de 16 de dezembro de 2008**. Aprova os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, e dá outras providências. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br>> Acesso em out 10, 2018.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 664, de 16 de junho de 2015**. Aprova alteração dos Módulos 1, 6 e 8 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2014/052/resultado/ren_2015_664.pdf> Acesso em out 10, 2018.
- GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-5410- Instalações Elétricas em Baixa Tensão**. Rio de Janeiro ABNT, 2001
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-14039- Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV**. Rio de Janeiro ABNT, 2005
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Nr-10 - Segurança Em Instalações E Serviços Em Eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, Disponível em <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf>>. Acessado em 20 de maio de 2018.
- MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 9. ed. LTC: Atlas, 2017.

APÊNDICE

APÊNDICE A - MEMORIAL DE CÁLCULO SIMULAÇÃO 1

MÉMORIAL DE CÁLCULO - PARAMETRIZAÇÃO DO RELÉ DE PROTEÇÃO

1 DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA

CLIENTE:

CNPJ:

INSC. ESTADUAL:

INSTALAÇÃO:

ALIMENTADOR:

VIABILIDADE:

ENDEREÇO:

BAIRRO:

CIDADE:

CEP:

UF:

COMP.:

2 DADOS PRELIMINARES

DEMANDA
$P_d = 410 \text{ kW}$
$F_p = 0,92$

TRANSFORMADORES		
TRAFO	POT. (kVA)	Z%
T1	500	5,00

CORRENTES CC	
TIPO	I(A)
I _{CC-FTI}	163
I _{CC-FT}	4801
I _{CC-FF}	5157
I _{CC-3FS}	5955
I _{CC-3FA}	7563

TENSÃO
$V = 11,4 \text{ kV}$

3 CÁLCULOS

3.1 CORRENTE DEMANDADA (I_d)

$$I_d = \frac{P_d}{\sqrt{3} \cdot V \cdot F_p} = \frac{410}{1,732 \cdot 11,4 \cdot 0,92} = 22,60 \text{ A}$$

3.2 CORRENTE NOMINAL DO TRANSFORMADOR (I_n)

$$T1: I_n = \frac{P_{traf}}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{500}{1,732 \cdot 11,4} = 25,35 \text{ A}$$

3.3 CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO (I_{mag})

$$I_{mag} = 10 \cdot I_n = 10 \cdot 25,35 = 253,52 \text{ A}$$

3.4 PONTO ANSI (P_{ansi})

$$P_{ansi} = \frac{100 \cdot I_n}{Z\%} = \frac{100 \cdot 25,35}{5,00} = 507,05 \text{ A}$$

3.5 TEMPO ANSI (T_{ansi})

$$T_{ansi} = \frac{Z_{\%}^2}{8} = \frac{5^2}{8} = 3,125 \text{ s}$$

3.6 CÁLCULO DO TC (RTC)

O transformador de corrente (TC) deve ser capaz de medir a máxima corrente de curto circuito da barra do alimentador. Sabendo que a corrente de saturação do TC é de aproximadamente 20 vezes a relação de transformação no primário (R_p), para a relação de 5A no secundário, temos:

$$R_p = \frac{I_{cc-3fa}}{20} = \frac{7563}{20} = 378,15$$

$$R_p \text{ adotado} = 400$$

$$I_{sat} = 20 \cdot R_p = 8000 \text{ A} > 7563 \text{ A}$$

TC
400/5

RTC
80

4 AJUSTES

4.1 FUNÇÃO 51 - SOBRECORRENTE TEMPORIZADA DE FASE ($I_{pick \text{ up fase}}$ OU I_{pf})

$$I_{pf} = 1,1 \cdot I_d = 1,1 \cdot 22,6 = 24,86 \text{ A}$$

CURVA: MI $I_{pf} \text{ adotado} = 24,00 \text{ A}$
 dt= 0,1

4.1 FUNÇÃO 51N - SOBRECORRENTE TEMPORIZADA DE NEUTRO ($I_{pick \text{ up neutro}}$ OU I_{pn})

$$I_{pn} = 0,2 \cdot I_{pf} = 0,2 \cdot 24 = 4,80 \text{ A}$$

CURVA: MI $I_{pn} \text{ adotado} = 4,80 \text{ A}$
 dt= 0,1

4.1 FUNÇÃO 50 - SOBRECORRENTE INSTANTÂNEA DE FASE ($I_{inst \text{ fase}}$ OU I_{if})

$$I_{if} = 1,1 \cdot I_{mag} = 1,1 \cdot 507,05 = 278,88 \text{ A}$$

$$I_{if} \text{ adotado} = 278,00 \text{ A}$$

4.1 FUNÇÃO 50 - SOBRECORRENTE INSTANTÂNEA DE NEUTRO ($I_{inst \text{ neutro}}$ OU I_{in})

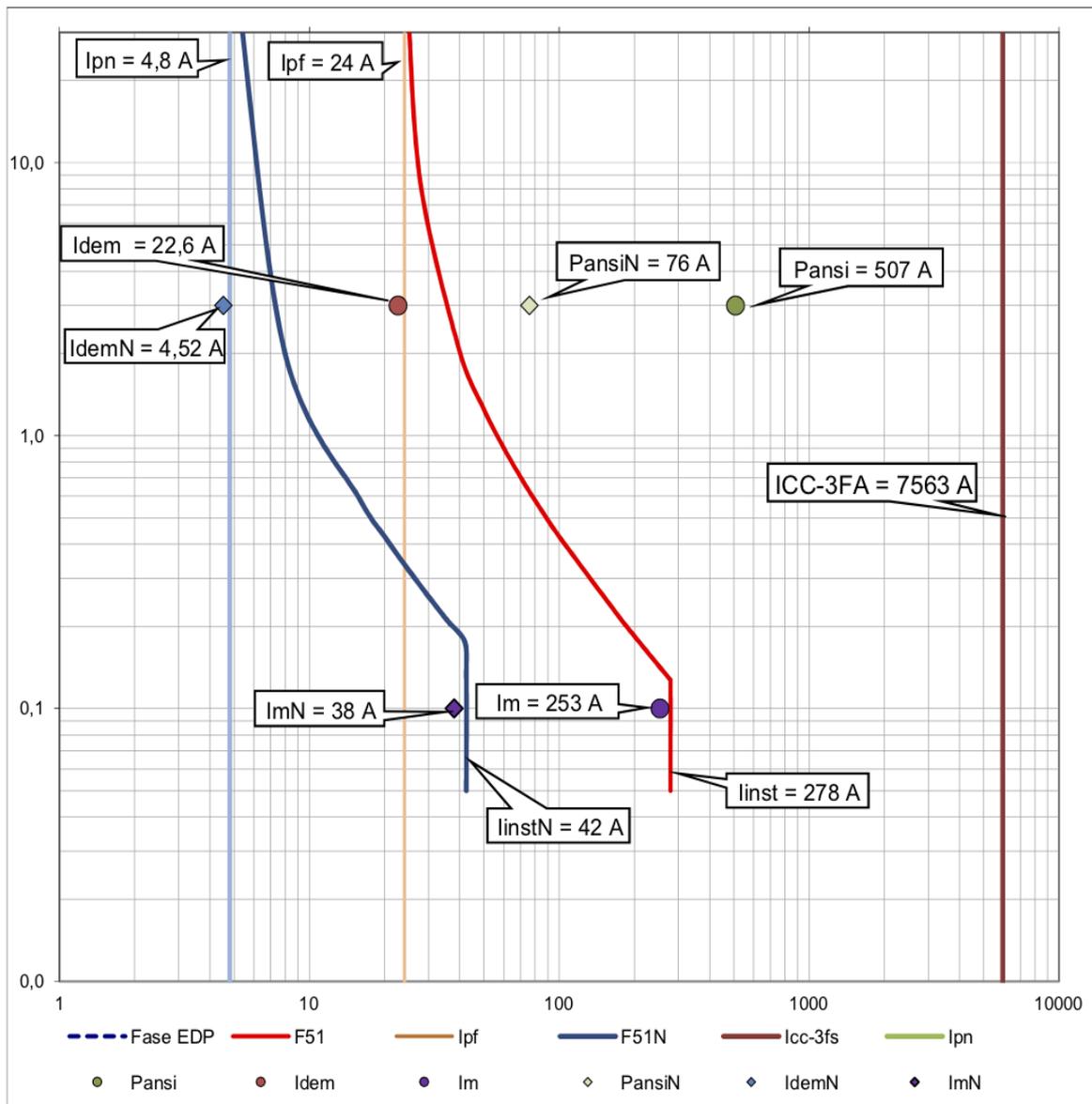
$$I_{in} = 0,15 \cdot I_{if} = 0,15 \cdot 278 = 41,70 \text{ A}$$

$$I_{in} \text{ adotado} = 41,70 \text{ A}$$

5 TABELA DE AJUSTES

RELÉ:	URPE 7104	MARCA:	PEXTRON
TC		GRAFICO	
PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
01 - ESPECIFICAÇÃO	400/5	03 - Iamostragem (A)	10.000
02 - RTC	80	04 - Tamostragem (s)	30
FASE		NEUTRO	
05 - Ipf	24	09 - Ipn	4,80
06 - CURVA	MI	10 - CURVA	MI
07 - dt	0,1	11 - dt	0,1
08 - Iif	278	12 - Iin	42

6 COORDENOGRAMA



Vitória, 22 de outubro de 2018

AUTOR
CREA-ES XXXXXXXX/X

PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM BANCO DE CAPACITORES EM UM AMBIENTE HOSPITALAR DA GRANDE VITÓRIA – ES

André Antônio Massaria¹, Adan Lucio Pereira²

1. Engenheiro Eletricista pela Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

2. Engenheiro da Computação, Mestre em Energia, Docente na Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

RESUMO

Os ambientes hospitalares dependendo da tecnologia utilizada pode ter um valor agregado maior caso estes não se preocupem com a questão de eficiência energética. Assim o mesmo destina recursos para pagamento de um tipo de energia que não produz trabalho, sendo que esse recurso poderia ser investido em melhorias para assistência ao paciente. Este estudo tem por objetivo apresentar uma forma de redução do consumo de energia reativa através da implantação de um projeto piloto de banco de capacitores, que visa a correção do fator de potência de uma instalação elétrica de um hospital de grande porte. O estudo foi realizado através de levantamento de dados diretamente na instalação elétrica, cálculos matemáticos, levantamento de custos de aplicação e avaliação de custo benefício de implantação do sistema. O projeto mostrou-se efetivo no que tange a redução do consumo de energia reativa e melhora do fator de potência da instalação validando o estudo proposto e trazendo retorno financeiro para a instituição.

Palavras-chave: Hospital; eficiência energética; energia reativa.

ABSTRACT

Hospital environments depending on the technology used can have a higher added value if they are not concerned with the issue of energy efficiency. Thus, it allocates resources to pay for a type of energy that does not produce work, and this resource could be invested in improvements for patient care. This study aims to present a way to reduce reactive energy consumption through the implementation of a capacitor bank pilot project, which aims to correct the power factor of an electrical installation in a large hospital. The study was carried out through data collection directly in the electrical installation, mathematical calculations, survey of application costs and cost benefit evaluation of the system implementation. The project proved to be effective in terms of reducing reactive energy consumption and improving the installation's power factor, validating the proposed study and bringing financial returns to the institution.

Keywords: Hospital; energy efficiency; reactive energy.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e desenvolvimento urbanização a demanda de recursos ocorre em uma maior quantidade, principalmente no setor energético. Diante da realidade de crescimento do número de usuários de recursos energéticos faz-se necessário maior eficiência na distribuição de energia, sendo a energia reativa um dos problemas que refletem diretamente nessa questão (CARDOSO, 2019).

Conhecida por ser uma energia que não produz trabalho, a energia reativa é necessária para que alguns equipamentos executem seu funcionamento. Entre os principais equipamentos estão os motores de indução trifásicos, além de computadores, transformadores, geladeiras, ar condicionado, entre outros (CARDOSO, 2019).

A energia reativa é responsável por produzir o fluxo magnético necessário nos enrolamentos das bobinas dos equipamentos indutivos, para que movimento de giro do eixo dos motores possa ser iniciado. Mesmo sendo necessária, conforme mencionado anteriormente, a utilização de energia reativa no sistema elétrico deve ser a mínima possível, visto que a sua utilização em excesso acaba trazendo prejuízos para a instalação elétrica. Sendo que estes podem ser financeiros, devido à necessidade utilização de condutores de maior secção e transformadores de maior potência, e de eficiência do sistema, queda de tensão na instalação e até perdas por aquecimento (COELBA, 2020).

Quando a energia reativa tem um aumento de seu tráfego no sistema elétrico, a rede tem sua capacidade de distribuição diminuída. A redução da capacidade de distribuição da rede, oriunda da energia reativa, traz ônus cobrados pelas concessionárias distribuidoras de energia sobre o excedente de consumo de energia reativa. A cobrança tem caráter obrigatório para consumidores enquadrados no grupo A (Alta Tensão - Superior a 2,3 KV), tem caráter facultativo para consumidores que se enquadram nos subgrupos B2, B3 e B4 que pertencem ao grupo B mas possuem tensão de alimentação inferior a 2,3 KV. E por fim tem caráter de proibição para consumidores do subgrupo B1, também pertencente ao grupo B, mas correspondente a tensões residências. Toda essa classificação entre grupos e subgrupos, para cobrança sobre o excedente, segue em acordo com a Resolução Normativa nº. 414, de 9 de setembro de 2010 (ANEEL, 2010).

Considerando os prejuízos trazidos pelo excesso de energia reativa nas redes de distribuição, as grandes empresas de produtos e equipamentos que dependem de energia elétrica para o seu funcionamento, vem buscando aprimorar a construção de seus produtos no ponto de vista energético e conseqüentemente reduzir o consumo

de energia reativa requerido para o funcionamento de seus bens. Isso traz melhora para a rede de geração e distribuição de energia, pois a busca pela construção do produto com melhor fator de potência, defasagem entre a tensão e corrente, faz com que se tenha produtos mais eficientes do ponto de vista energético (CARDOSO, 2019).

Os denominados grandes consumidores enquadrados no grupo A, indústrias, hospitais e estabelecimentos comerciais de grande porte, já possuem mecanismos inseridos em suas instalações elétricas a fim de reduzir, ou até mesmo mitigar o consumo e efeitos da energia reativa em suas instalações elétricas. Fato esse que não ocorre para pequenos consumidores, enquadrados no subgrupo B1 do grupo B, que muitas vezes desconhecem a existência desse tipo de energia, não possuem essa tarifa em sua conta, visto que não são tarifados para tal grandeza e também não existem veiculadas informações que exponham a informação ao pequeno consumidor e o incentive a buscar bens que não consumam esse tipo de energia (CARDOSO, 2019).

Sendo assim, siga as instruções e formate seu artigo de acordo com este padrão. Recomenda-se, para isso, o uso dos estilos de formatação pré-definidos que constam deste documento. Para tanto, basta copiar e colar os textos do seu trabalho original diretamente em uma cópia deste modelo que está sendo apresentado.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo foi realizado através de pesquisa em campo, análise de contas de energia elétricas, cálculos matemáticos e implantação de projeto piloto. O caso que será apresentado neste trabalho foi implementando em um hospital da Região Metropolitana da Grande Vitória. A estrutura do hospital tem como tensão de entrada na subestação $11.4kV$ sendo essa tensão transformada em $220V$ trifásicos. A transformação ocorre dentro da subestação através de transformadores de $750kVA$. Portanto, levando em consideração a tensão de entrada da subestação, o hospital enquadra-se no grupo A de consumidores e precisa ter no mínimo um fator de potência de 0,92. (ANEEL, 2013).

Este ambiente tem uma demanda de carga energética contratada junto a concessionária de 570kWh. Essa demanda é oriunda da grande quantidade de equipamentos que utilizam de energia elétrica para seu funcionamento. Com um setor de imagem próprio, o hospital tem grande consumo energético requerido por duas tomografias computadorizadas de 290kVA e dois aparelhos de raio-X de 300kVA. Outros dois grandes consumidores de energia são os *Chiller's* (equipamentos destinados a refrigeração de água utilizada em equipamentos de ar condicionado do tipo Hidrônico) que com uma capacidade de carga demandada de 1,336MW são grandes consumidores de energia ativa e reativa.

Para atender a todas essas demandas energéticas a instituição possui uma subestação responsável pelo recebimento de energia elétrica da concessionária, transformação e distribuição de energia pelos setores do hospital. A energia chega através das cabines primária a uma tensão de 11,4kV. A energia passa pelos barramentos de proteção e alimenta dois transformadores (um de 750kVA e outro de 500kVA), que são responsáveis por abaixar o nível de tensão de entrada para as tensões utilizadas ($\frac{380}{\frac{220}{127}} V$) nos equipamentos consumidores de carga do hospital. Saída dos transformadores a tensão alimenta os quadros de barramentos de distribuição geral que por sua vez alimenta todos os 58 quadros elétricos distribuídos pelos diversos ambientes da instituição.

2.1 ESTRUTURA DE RECEBIMENTO, TRANSFORMAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

A Figura 01 representa o estado do fator de potência através do multimedidor paramétrico MULT-K PLUS da fabricante KRON. Esse medidor permite monitoramento de parâmetros de fornecimento de energia tais como tensão de fase, corrente de fase, fator de potência, potência ativa, potência reativa, aparente, etc. (KRON, 2017).



Figura 01 – Instrumento de Medição

Fonte: Autoria própria

A entrada de energia fornecida pela concessionária é de $11,4\text{kV}$, esta entra nos cubículos e é direcionada aos transformadores. Saindo dos cubículos, a alimentação é direcionada para os transformadores de 750kVA e 500kVA . Os transformadores são do tipo a seco da fabricante Romagnole (2020). Após ter sua tensão abaixada de $11,4\text{ kV}$ para $220 - 127\text{ V}$ nos transformadores, a alimentação entra no QGBT onde está aplicado o medidor, e de onde sai a distribuição para os quadros elétricos dentro da edificação. O QGBT fornece alimentação para todas as cargas da edificação, incluindo as principais cargas indutivas.

2.2 CARGAS PRINCIPAIS CONSUMIDORAS DE ENERGIA REATIVA

As cargas da edificação responsáveis pelo maior consumo de energia reativa são três equipamentos de resfriamento de água (Chiller) e bombas de recirculação de água gelada, ambos apresentados na Figura 02.



(a)



(b)

Figura 02 – Cargas, em (a) *Chiller*, em (b) Bombas de recirculação de água gelada

Fonte: Autoria própria (2019)

Os chillers são da fabricante Carrier com modelo 30RBA com 190 toneladas de refrigeração, necessitando de grande quantidade de energia com potência de trabalho podendo atingir valores acima de $230kW$ (CARRIER, 2020). O conjunto composto por oito motores, responsável pela recirculação de água gelada, são da fabricante WEG e possuem características de trabalho conforme Tabela 1

TABELA 1 – LEVANTAMENTO DE DADOS DE MOTORES

Equipamento	Fabricante	Potência (kW)	Fator de Potência	Alimentação (V)	Corrente (A)
Motor Trifásico	WEG	3,70	0,80	220	13,80
Motor Trifásico	WEG	5,50	0,82	220	19,60
Motor Trifásico	WEG	15,00	0,80	220	53,30
Motor Trifásico	WEG	15,00	0,80	220	53,30
Motor Trifásico	WEG	15,00	0,80	220	53,30
Motor Trifásico	WEG	15,00	0,80	220	53,30
Motor Trifásico	WEG	5,50	0,82	220	19,60
Motor Trifásico	WEG	5,50	0,82	220	19,60

Fonte: Autoria Própria

A concessionária de energia cobra da instituição o consumo de energia reativa, sendo este de grande impacto no orçamento mensal, além de desperdício energético e impacto causados ao meio ambiente pela produção de dióxido de carbono oriunda da geração de energia.

Foi realizado o estudo do histórico de contas de energia a fim de mensurar a quantidade de energia reativa consumida pelo hospital em um período de 12 meses e também realizado o levantamento de custos gerados oriundos desse consumo. Assim foi possível mensurar a quantidade e valor gasto com energia reativa pela instituição. O período de 12 meses escolhido para estudo está compreendido de janeiro a dezembro de 2017.

2.3 PROJETO PILOTO E DIMENSIONAMENTO DO BANCO DE CAPACITORES

Quando se fala em instalações e/ou equipamentos elétricos, a primeira coisa que se pensa é em potência. Desde uma lâmpada a um equipamento de ar condicionado existe consumo de potência. A potência pode ser medida instantaneamente ao longo do tempo, através do produto entre a corrente instantânea e tensão da fonte de alimentação no circuito.

O Hospital bem como a maioria das instalações residenciais é composto por circuitos que são alimentados por fontes de correntes alternadas. Em circuitos de corrente alternadas existem três tipos diferentes de potência: ativa, reativa e aparente. Sendo que o valor de cada uma delas dependerá do tipo de carga alimentada pela fonte de corrente alternada.

Capacitores são usados dentro de um sistema elétrico com dispositivos que permitem a correção do fator de potência. São dispositivos com preços relativamente baixos e que trazem melhoras no sistema de energia além de economia quando aplicados de forma correta. Estes equipamentos, quando instalados em condições normais, podem ter uma vida útil prolongada, contudo em circuitos não lineares podem ser danificados e ter sua vida útil reduzida (SOUSA, 2019).

Os capacitores ou bancos de capacitores podem ser ligados em paralelo ou seria ao sistema elétrico, dependendo da configuração do sistema. O Banco pode ter ligação em estrela ou delta, isso dependerá exclusivamente da instalação. Em instalações de até 2,4 kV a ligação em delta é mais utilizada. Já para tensões superiores recomenda-se o uso de ligação em triângulo, pois os custos de proteção do sistema seriam elevados, inviabilizando a instalação (SOUSA, 2019).

O dimensionamento do banco de capacitores foi realizado levando em consideração os dados históricos de consumo de energia reativa em um período de 12 meses dentro do ano de 2017, sendo estes valores de consumo obtidos das faturas de energia do período. Através dos dados foi possível realizar o cálculo matemático da potência reativa necessária para corrigir o fator de potência.

Tendo informações concretas sobre a quantidade de potência requerida para correção

do fator de potência, foi realizado a pesquisa de mercado para levantar os tipos de capacitores comercializados e seus respectivos custos. Considerando o cálculo do banco de capacitores para tornar o fator de potência da unidade analisada em 0,92, e avaliando os custos de aquisição dos mesmos, foi apresentado a direção do hospital o custo benefício de investimento em um projeto piloto e o prazo para retorno do investimento.

3 RESULTADOS

Tendo os dados iniciais das potências e fator de potência da instalação, e aplicando cálculos matemáticos, tem-se, conforme Tabela 02 o seguinte resultado de energia reativa necessária para que o fator de potência seja corrigido ao valor mínimo de 0,92. Analisando a necessidade de potência a ser instalada e o custo inicial para implantação do projeto em sua totalidade, optou-se por implantar o projeto de forma parcial. Foi disponibilizado recurso para investimento em quatro capacitores de 10kVAr, conforme mostrado na Figura 3, totalizando assim uma potência de 40kVAr. O valor para aquisição desses capacitores foi de R\$ 1.000,00.

TABELA 02 – TABELA COM CAPACIDADE DE ENERGIA REATIVA REQUERIDA PARA O BANCO DE CAPACITORES

Potencia Ativa(kW)	Fator de Potencia inicial	Potencia Aparente Inicial(kVA)	Potencia Reativa Inicial(kVAr)
366,50	0,81	452,47	265,34
Potencia Ativa(kW)	Fator de Potencia final	Potencia Aparente final(kVA)	Potencia Reativa final(kVAr)
366,50	0,92	398,37	156,13
Capacidade do Banco requerida (KVAr)		109,21	

Fonte: Autoria Própria



Figura 03 – Capacitor utilizado para mostrar banco de capacitores parcial

Fonte: Autoria Própria

Como a carga instalada no barramento não é variável, o banco de capacitores foi instalado no quadro de barramentos conforme mostrado na Figura 04.

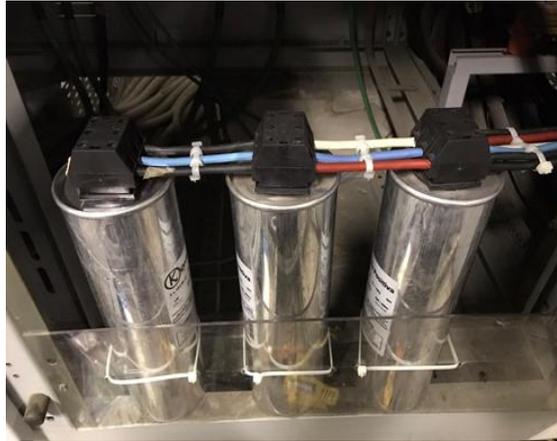


Figura 04 – Instalação de banco no quadro de barramentos

Fonte: Autoria Própria

Após implantação do banco de capacitores é possível observar, conforme Figura 05 a correção no fator de potência. Este passou de 0,81 para 0,87 e como resultado a diminuição no consumo de energia reativa, conforme mostrado em comparativo na Figura 18, na qual é mostrado o cenário antes e depois da instalação do banco de capacitores.



Figura 05 – Fator de potência após a aplicação do banco de capacitores

Fonte: Autoria Própria



Figura 06 – Comparativo de consumo: (a) Energia Reativa antes em (b) Energia Reativa depois
Fonte: Autoria Própria

A implantação do projeto piloto foi executada no dia 25/07/2018. Com a implantação do desse banco conseguiu-se atingir um fator de potência de 0,87, logo houve uma melhoria significativa no que tange ao fator de potência e consumo de energia reativa. A melhora do fator de potência trouxe retorno financeiro para o hospital e redução no consumo de energia reativa, conforme mostrado nas Tabelas 03 e 04. Nestas tabelas foram obtidos através de tabulação de valores obtidos dos históricos de contas de energia junto a concessionaria EDP. Analisando as contas mostradas pode-se mensurar o ganho obtido com a inserção do banco de capacitores do circuito.

Os períodos comparativos são de junho a dezembro de 2017 (período antes da instalação do banco de capacitores) e junho a dezembro de 2018 (período após a instalação do banco de capacitores).

TABELA 3 – VALORES GASTOS COM ENERGIA REATIVA

Valor Total Mensal Total de Reativa excedente			
Ano	2017	2018	2019
Janeiro	R\$ 3.653,29	R\$ 3.915,77	R\$ 1.387,83
Fevereiro	R\$ 3.158,27	R\$ 3.545,23	R\$ 1.094,10
Março	R\$ 3.706,86	R\$ 3.678,52	R\$ 1.274,48
Abril	R\$ 3.188,96	R\$ 3.195,25	R\$ 1.151,10
Mai	R\$ 2.298,00	R\$ 3.509,30	R\$ 855,08
Junho	R\$ 2.723,36	R\$ 2.879,87	R\$ 544,65
Julho	R\$ 2.276,26	R\$ 2.514,76	R\$ 273,63

Agosto	R\$ 2.852,51	R\$ 906,57	R\$ 83,40
Setembro	R\$ 2.838,62	R\$ 574,68	R\$ 678,90
Outubro	R\$ 3.594,86	R\$ 1.940,99	R\$ 911,23
Novembro	R\$ 3.277,87	R\$ 2.880,15	R\$ 435,79
Dezembro	R\$ 4.317,67	R\$ 2.416,41	R\$ 710,58

Fonte: Autoria Própria

TABELA 4 – CONSUMO DE ENERGIA REATIVA

Consumo Mensal Total de Energia Reativa em KWh			
Janeiro	2017	2018	2019
Fevereiro	15.638,40	14.794,92	4.575,60
Março	13.519,44	13.394,88	3.607,20
Abril	15.867,72	13.898,52	4.201,92
Mai	16.441,56	12.072,60	3.795,12
Junho	10.533,60	13.259,16	2.819,16
Julho	11.948,76	10.881,00	1.795,68
Agosto	9.987,12	9.501,48	902,16
Setembro	11.609,64	3.146,40	306,00
Outubro	10.725,12	1.894,68	2.700,36
Novembro	13.582,44	6.399,36	3.624,48
Dezembro	12.384,72	9.495,72	1.733,40
Janeiro	16.313,40	7.966,80	2.826,36

Fonte: Autoria Própria

No gráfico apresentado na Figura 07, é possível ter uma visão macro da redução de valores



Figura 07 - Comparativo de Gastos Anuais com Energia Reativa**Fonte:** Autoria Própria

O gráfico da Figura 08 mostra o valor gasto com energia reativa no mesmo período, porem em anos diferentes. Em 2017 no período acima mencionado o banco de capacitores não havia sido instalado.

Já no ano de 2018 analisando o mesmo período após a instalação do banco de capacitores é possível notar uma redução de mais de 35% no valor gasto com energia reativa. Considerando o valor médio mensal do período tem-se uma redução de mais de 54% comparando 2017 e 2018.

**Figura 08** - Comparativo de Gastos Anuais com Energia Reativa**Fonte:** Autoria Própria

A Figura 09 mostra o valor de consumo com energia reativa no mesmo período, porem em anos diferentes. Em 2017 no período acima mencionado o banco de capacitores não havia sido instalado.

Já no ano de 2018 analisando o mesmo período após a instalação do banco de capacitores é possível notar uma redução de mais de 75% no consumo com energia reativa. Considerando o valor médio de consumo mensal do período tem-se uma redução de mais de 75% comparando 2017 e 2018.



Figura 09 - Comparativo de Gastos Anuais com Energia Reativa

Fonte: Autoria Própria

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto piloto proposto neste trabalho apresentou resultados eficientes quanto a redução dos custos, dessa forma, com um pequeno valor investido, o retorno financeiro com a redução de valores pagos com energia reativa ultrapassou 200% comparando os valores gastos em 2017 e 2019.

Houve a melhora no fator de potência da instalação elétrica da instituição, conseqüentemente o desperdício de energia reativa e de recursos que puderam ser destinados definitivamente a outras áreas envolvidas diretamente na assistência ao paciente. Além de tornar o hospital mais sustentável, visto que a redução do consumo de energia reativa está diretamente ligado a emissão de dióxido de carbono produzido na geração da energia elétrica.

Os resultados apresentados mostram que o projeto se faz efetivo alcançando valores satisfatórios, tornando o custo benéfico de grande valia para a instituição. O investimento inicial foi pago com a redução no consumo de energia reativa. Com este projeto piloto conseguiu-se mensurar o retorno e a viabilidade de implantação do projeto em 100% de sua plenitude.

REFERÊNCIAS

ANEEL, 2010 – **Resolução Normativa nº 414** – disponível em:

- <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>
ANEEL, 2013 - **Resolução normativa nº 569, Art.: 95** - disponível em:
<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013569.pdf>
- CARDOSO, J. V. N.; DE SOUZA, N. N.; DOS SANTOS, N. G. T.; RABELLO, M.O.; PIRES, P. V. L.; COELLI, P. H. S.; ... & MAGRI, L. P. (2019). **Análise crítica do fator de potência em lâmpadas fluorescentes compactas**. ANALECTA-Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, 4(4).
- CARRIER, 2020 – **Folha de dados de equipamentos** – disponível em
https://img.carrierdobrasil.com.br/downloads_docs/d3453-CT-30RB-080-300---P---06-18--view-.pdf)
- COELBA, 2020 – **Energia reativa. O que é energia reativa?** Disponível em:
<http://servicos.coelba.com.br/comercial-industrial/Pages/energia-reativa.aspx>
- CREDER, H. **Instalações elétricas**. 13 ed. Rio de Janeiro, 1995. 517p
- EDMINISTER, J.A. **Circuitos Elétricos**. 2 ed. São Paulo, 1991. 579p.
- KRON, 2017 – **Manual técnico de equipamento** – disponível em -
www.kronweb.com.br › download2
- NISKIER, J.; MACINTYRE, A.J. **Instalações elétricas**. 4 ed. Rio de Janeiro, 1996. 545p
- ROMAGNOLE, 2020 – **Catalogo técnico de equipamentos** – disponível em
(https://www.romagnole.com.br/uploads/filemanager/produtos/2689200322/download/br/Catalogo_de_Transformadores.pdf)
- SOUSA, L. M. O. D. (2019). **Análise da qualidade de energia de um banco de capacitores de uma indústria em Sobral-Ceará**.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA AUTOMAÇÃO NA ESTRUTURA COMERCIAL DOS SUPERMERCADOS

Carlos Matheus de Souza¹, Mariana Gentilia L. Krugel Magioni¹, Bruno Rocha Baggieri², Adan Lúcio Pereira³

1. Engenheiro Eletricista pela Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

2. Engenheiro de Computação pela Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

3. Engenheiro de Computação, Mestre em Energia, Docente na Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

RESUMO

Este trabalho tem o propósito de apresentar uma alternativa ao atual método de venda de produtos em supermercados. Busca-se apresentar as motivações deste trabalho, como a mudança no ritmo de vida da sociedade e os desafios logísticos do setor varejista, por exemplo. A metodologia inclui uma pesquisa exploratória acerca dos pontos citados anteriormente e no desenvolvimento de uma interface WEB integrada com um protótipo desenvolvido na plataforma Arduino, responsável pelo controle da compra de produtos. Os resultados foram satisfatórios no âmbito do controle de itens e na integração dos sistemas.

Palavras chave: Supermercado; Desafios Logísticos; Arduino.

ABSTRACT

This paper aims to present an alternative to the current method of selling products in supermarkets. This paper presents the motivations of this work, such as the change in the pace of life of society and the logistics challenges of the retail sector, for example. The methodology includes an exploratory research about the points mentioned above and the development of a web interface integrated with a prototype developed on the Arduino platform, responsible for controlling the purchase of products. The results were satisfactory in terms of item control and systems integration.

Key-words: Supermarket; Logistical Challenges; Arduino.

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais características da sociedade contemporânea é a impressão da aceleração do espaço e tempo. Este fato ocorre devido às revoluções dos transportes (criação de veículos mais velozes) e de comunicação (criação de meios mais rápidos de transmissão de dados). Todas estas revoluções acabam criando um sentimento de que o mundo está cada vez menor e conectado (FILHO et al, 2017).

Atualmente o progresso é medido através do volume produzido e consumido (SILVA & MAIO, 2018). Com o pontapé inicial na Revolução Industrial e consolidado ao fim da Guerra Fria, o capitalismo fez com que o consumo seja um dos alicerces do estilo

de vida humano, tornando a sociedade imediatista, procurando no consumo a satisfação de suas necessidades (SILVA & DAL MEDICO, 2017).

Vive-se em um ritmo acelerado, onde somente o presente momento interessa. A rotina tornou-se urgente e rápida, visto que os pensamentos sempre estão agitados e conectados vinte e quatro horas por dia. A grande questão enfrentada todos os dias é na administração do tempo disponível, pois, mesmo com todos os avanços tecnológicos e filosóficos da sociedade o dia continua composto da mesma forma: vinte e quatro horas (CASTRO, 2019).

É visível a necessidade a gestão do tempo para o alcance da produtividade, visto a inserção de novas tecnologias no ambiente organizacional. Gerir o tempo é definir as atividades prioritárias e cumpri-las com a menor quantidade de recursos possíveis. É necessário o controle das horas do dia para que haja um equilíbrio entre as funções que devem ser desempenhadas, das necessidades e, também, das responsabilidades. Um dos principais obstáculos da gestão eficiente são os desperdiçadores de tempo, que podem ser classificados em internos e externos. Os desperdiçadores internos são os que dependem somente do indivíduo, como a procrastinação e a desorganização, por exemplo. Os desperdiçadores externos são os que dependem da própria pessoa e de fatores externos, como por exemplo esperas desnecessárias e reuniões não produtivas (ALVES et al, 2017).

Devido ao fato de ser uma necessidade básica do ser humano, a alimentação possui suma importância, visto sua associação à sobrevivência de qualquer indivíduo, tornando-se um dos principais fatores que devem ser considerados na gestão do tempo de cada um. Estudos apontam que, se mantido o ritmo de crescimento da população, em 2050 o mundo demandará 60% mais alimentos e 40% mais água, em relação ao consumo atual (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2017).

A adoção de tecnologias nas ações produtivas e logísticas no campo alimentício é de crucial desafio para aumento e manutenção da produção. Uma rede logística, ou *supply chain*, bem estruturada também é um fator determinante neste serviço, visto a característica perecível de parte dos produtos. Nesta rede, as empresas e os

processos devem estar integrados, já que qualquer problema neste fluxo pode comprometer o produto. O mercado brasileiro tem grande possibilidade de crescimento visto o potencial agrícola do território, porém problemas logísticos na armazenagem e no transporte podem comprometer parte deste processo logístico (MACEDO & NISHIZAKI, 2016).

As técnicas mais comuns de controle de um produto é a utilização de um código único associado a cada produto que passa pelo sistema logístico. Um dos principais tipos de código utilizado é o código de barras, composto por barras verticais separadas entre si por espaços. Cada composição possui características próprias, representando algarismos ou letras, e só podem ser lido por máquinas com a utilização de um leitor ótico. Diversas empresas utilizam este método devido o menor custo de implementação frente a outras alternativas presentes no mercado (METZNER & CUGNASCA, 2018).

O aumento da produção relacionou-se com os problemas ambientais gerados pelas ações humanas no planeta ao longo dos anos e tornou-se um dos temas mais preocupantes para as sociedades atuais e futuras. Este tema tornou-se questão de sobrevivência, visto as consequências enfrentadas, como as mudanças climáticas, por exemplo. A busca pela satisfação momentânea através das características consumistas, faz-se o uso desenfreado dos recursos naturais, gerando degradação do meio ambiente, e aumento do descarte de produtos, pois o avanço tecnológico voraz faz com que os objetos tornem-se obsoletos (SILVA et al, 2017). Diversas leis, práticas e iniciativas foram tomadas ao longo dos anos em solo brasileiro para solucionar os problemas expostos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) reúne as principais ações tomadas no âmbito da gestão dos resíduos sólidos. Os principais aspectos definidos pela PNRS são: proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos, utilização de tecnologias limpas, cooperação técnica para gestão de resíduos, dentre outros tópicos (ROCHA, 2017).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

No segmento dos supermercados é notável o cenário da elevada competição comercial. As organizações buscam sua reestruturação e adoção de novos planos estratégicos para tentar se manter no mercado. Pode-se citar a introdução de novos processos organizacionais, o comércio eletrônico e novos formatos de lojas, por exemplo. Para a sobrevivência no regime capitalista, é necessário adquirir a vantagem competitiva, desenvolvendo diferenciais e atraindo clientes (WERNER & SEGRE, 2018).

As TAA (ou Tecnologias de Autoatendimento) podem ser definidas como tecnologias que possibilitam os clientes o atendimento próprio independente do serviço prestado. O uso desta tecnologia tem se expandido ao longo dos anos, principalmente em aeroportos (com o *check-in* automático através de totens ou por aplicativos), bancos (transações e extratos bancários *online*) e em supermercados (com o *self-checkout*). A implementação destas ferramentas visa a economia de custos e deve levar em consideração a interação dos clientes com a ferramenta (OLIVEIRA, 2017).

Como proposta de melhoria e com o objetivo de incrementar as ferramentas de *self-checkout*, estudou-se no presente trabalho o aperfeiçoamento dos terminais, expandindo a sua utilização aos “carrinhos” utilizados no estabelecimento a fim de evitar a necessidade de deslocar o produto por diversas vezes. No atual fluxo o cliente coloca os produtos que deseja comprar no “carrinho”, transfere os produtos para o caixa, os produtos são colocados em sacolas, os produtos ensacados são colocados no “carrinho” e o cliente leva os produtos ao destino final. Para simplificar este fluxo, criou-se um sistema unificado, composto pelo protótipo (desenvolvido com o auxílio do Arduino) e um sistema WEB, onde o deslocamento do produto limitasse a colocação dos produtos no “carrinho” e depois sua retirada somente no destino final.

3 PROTÓTIPO ARDUINO COMO SOLUÇÃO PROPOSTA

O protótipo desenvolvido no Arduino é responsável pela parte física do projeto. Esta plataforma é um microcontrolador de fácil utilização, que permite que pessoas de qualquer área possa aprender o básico e desenvolver seus projetos em um curto período de tempo. Além disso, há uma vasta comunidade na *Internet* de usuários

compartilhando projetos e sanando dúvidas (MCROBERTS, 2018).

No protótipo montado, utilizou-se alguns módulos específicos para cada função. Foram eles:

- Módulo Conversor HX711: conversor analógico digital, que funciona como um amplificador, responsável por manter um sinal dentro da faixa de operação do conversor. É responsável por fazer a interligação entre a célula de carga e o Arduino;
- Célula de carga: a célula possui um elemento sensor com a resistência variável de acordo com a pressão aplicada;
- Módulo RFID: a sigla RFID significa *RadioFrequency IDentification*. Este módulo é composto por um leitor de radiofrequência e cartões que possuem pequenas antenas emissoras de sinal de radiofrequência;
- Módulo ESP8266: módulo *wireless* responsável por conectar o microcontrolador à uma conexão *wi-fi*.

Além dos módulos citados também foram utilizados alguns componentes para realizar as ligações elétricas e a interface física com o usuário. Foram eles: *display* LCD, botão (tipo *Push*) e um leitor de código de barras. Para o funcionamento total do sistema, faz-se a montagem de dois protótipos principais distintos: um “carrinho” de compras e um totem de pagamentos. A distribuição de componentes e sua respectiva função são apresentadas a seguir:

- Cada “carrinho” possui: um leitor de código de barras (para que o cliente possa passar no leitor todos os produtos que forem colocados no “carrinho”), uma célula de carga e um módulo HX711 (para evitar fraudes no “carrinho” em casos específicos como passar o produto e não colocá-lo no “carrinho” ou colocar um produto e esquecer de passá-lo no leitor, por exemplo), um botão (para habilitação da função de retirada de um produto), um *display* LCD (utilizado para apresentar mensagens para o usuário), um cartão RFID (responsável por criar uma chave primária na identificação do carrinho na base de dados) e um módulo ESP8266 (para realizar a integração entre o protótipo e a interface WEB).
- Cada Totem de Pagamento possui: um leitor RFID (responsável por ler o cartão

associado ao carrinho e encerrar a compra do usuário) e um módulo ESP8266 (para realizar a integração entre o protótipo e a interface WEB).

Os componentes apresentados acima, relacionados ao carrinho, foram montados de acordo com o esquema eletrônico mostrado na Figura 1. Fez-se necessários à utilização de *jumpers*, duas placas *protoboard* (para as ligações) e um potenciômetro.

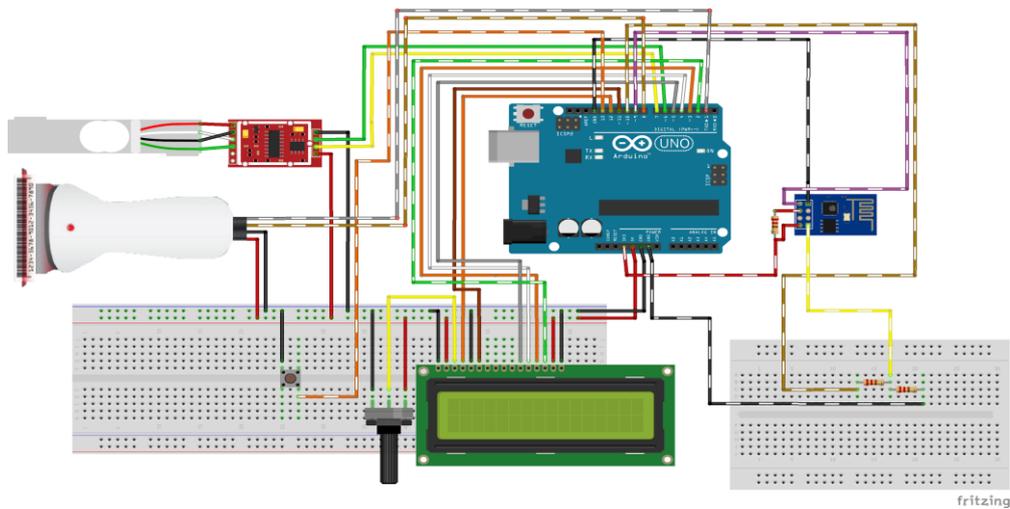


Figura 01 - Esquemático do Circuito Montado para o Carrinho de Compras

Fonte: Elaborado pelos autores

Para montagem do totem de pagamento, utilizou-se o esquemático apresentado a seguir, na Figura 2. Neste caso também foram utilizados uma placa *protoboard* e fios jumpers.

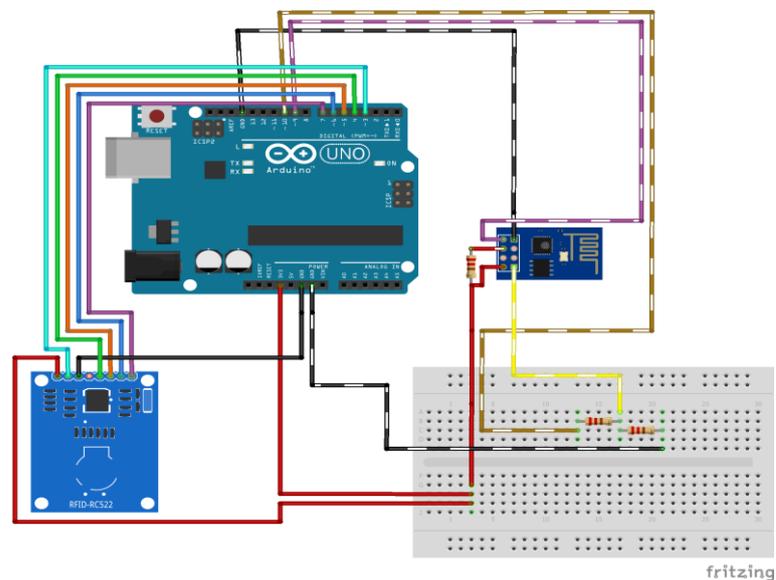


Figura 02 - Esquemático do Circuito Montado para o Totem de Pagamento

Fonte: Elaborado pelos autores

Buscou-se o aperfeiçoamento dos conceitos definidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, assinada em 2010, que determina ações importantes para o enfrentamento dos problemas causados pelo manejo inadequado dos resíduos. Com este norteador, utilizou-se materiais recicláveis que seriam descartados para montagem da estrutura que protege os componentes eletrônicos. Conforme a tabela 1, apresentado a seguir, os gastos neste projeto referem-se apenas aos componentes eletrônicos já apresentados.

TABELA 1 – CUSTOS DO PROJETO

Nome do Componente	Valor
Célula de Carga	R\$ 18,00
Módulo Conversor HX711	R\$ 9,90
Modulo ESP8266	R\$ 22,90
Resistores	R\$ 2,50
Botão	R\$ 0,20
Potenciômetro	R\$ 9,99
Tela LCD	R\$ 17,90
Placa Arduino UNO R3	R\$ 40,00
Fios <i>Jumper</i>	R\$ 3,50
Módulo RFID	R\$ 30,00
<i>Protoboard</i>	R\$ 9,90

Fonte: Elaborado pelos autores

4 SISTEMA WEB

O sistema WEB foi desenvolvido através do uso do HTML, CSS, PHP e *Javascript*, além das ferramentas de banco de dados (como o SQL, por exemplo). O HTML é uma sigla em inglês para *HyperText Markup Language*, responsável pela estruturação de todo o texto e elementos de uma página *web* (SILVA, 2018). O CSS define como o conteúdo da página, definido pelas *tags* HTML, são apresentadas para o usuário do sistema, ou seja, é responsável pela definição de posicionamento, cores, tipologia, adaptabilidade aos diferentes tipos de tela, dentre outras funções estilísticas. O *Javascript* é uma linguagem processada pelo navegador e é responsável pela dinamicidade da página. O SQL, diferentemente dos citados anteriormente, é o responsável pela criação de *queries* que manipulam a base de dados do sistema

(MENDES, 2017). O PHP é responsável pela parte lógica do sistema WEB: manipulação de arquivos e diretórios, manipulação de *strings* e *arrays*, operadores lógicos, estruturas de controle, dentre outros comandos lógicos (DALL'OGGIO, 2018).

O sistema foi desenvolvido com o intuito de apresentar melhor as informações das compras dos usuários. Na tela principal, apresentada abaixo na figura 3, há informações relacionadas a todos os gastos do usuário logado no sistema em diferentes períodos de tempo, além de mostrar alguns aspectos das últimas compras realizadas. Na figura, representado pela marcação identificada com o número 1, tem-se da esquerda para a direita, os gastos por mês, gastos anuais e quantidade de idas ao supermercado. O item marcado com o número 2 representa a identificação do usuário logado no sistema. O item 3 mostra informações básicas (data da compra, quantidade de produtos, valor e situação financeira) sobre as três últimas compras realizadas pelo usuário logado no sistema. No item 4 é possível observar a representação do item de menu “Compras Antigas”.

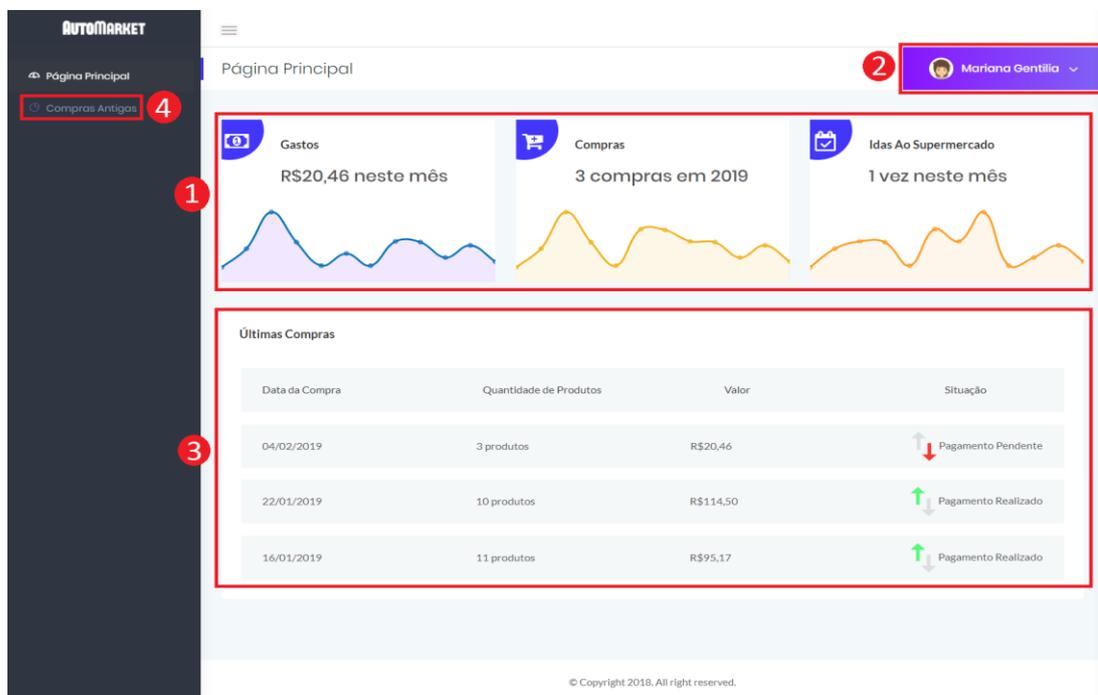


Figura 03 - Tela Inicial do Sistema

Fonte: Elaborado pelos autores

Quando o usuário clica na opção “Compras Anteriores”, apresentada na figura acima,

ele é redirecionado para uma tela idêntica à apresentada na Figura 04. O sistema apresenta nesta tela todas as compras realizadas pelo usuário logado no sistema em ordem crescente da data da compra. Ao expandir o conteúdo é possível verificar as seguintes informações:

- Marcado com o número 1: data da compra;
- Marcado com o número 2: lista de produtos comprados, contendo foto, descrição, peso, preço unitário e quantidade comprada;
- Marcado com o número 3: situação financeira da compra (Pagamento Pendente ou Pagamento Realizado);
- Marcado com o número 4: valor da compra realizada;
- Marcado com o número 5: forma de pagamento escolhida. Neste caso, como o pagamento escolhido foi em boleto bancário, o sistema mostra a linha digitável e o vencimento do mesmo.

The screenshot displays the 'Compras Antigas' interface. The user 'Mariana Gentilia' is logged in. Three purchase cards are visible. The third card, 'Compra #3 (04/02/2019)', is expanded. The expanded view includes:

- Compra #3 (04/02/2019)** (highlighted with a red box and number 1)
- Lista de Compras** (highlighted with a red box and number 2):

PRODUTO	PESO	PREÇO UNITÁRIO	QUANTIDADE
Chocolate	52,7g	R\$1,99	3
Café	250g	R\$4,49	2
Papel Higiénico	15 unid.	R\$13,98	1

- Pagamento** (highlighted with a red box and number 3): Pagamento Pendente
- Valor** (highlighted with a red box and number 4): R\$20,46
- Boleto Gerado** (highlighted with a red box and number 5):

Boleto Gerado	34191.79001 01043510047 91020.150008 1 7758.95833333330026000
Vencimento	05/02/2019

Figura 03 - Tela “Compras Antigas”

Fonte: Elaborado pelos autores

Uma das características principais deste sistema conseguido com o uso do CSS, é a responsividade. *Layouts* responsivos são páginas webs que modificam a apresentação de informações aos usuários de acordo com a resolução do dispositivo utilizado para o acesso. Para esta aplicação utilizou-se o *framework bootstrap*, onde diversos arquivos *open source* são disponibilizados na *internet* e o autor do projeto pode modificá-los de acordo com sua necessidade (HANSEN, 2017). Na figura 5, apresentada abaixo, observa-se o comportamento da tela inicial do sistema em um dispositivo com resolução 354 X 695.



Figura 03 - Responsividade Aplicada à Tela Inicial

Fonte: Elaborado pelos autores

5 CONCLUSÃO

Com enfoque na venda de produtos essenciais para o dia a dia, pôde-se perceber a necessidade de desenvolver ferramentas que permitam o atendimento mais rápido aos clientes, com o objetivo de evitar situações que resultem em espera e

consequente perda de tempo.

Para se atingir o propósito exposto, definiram-se dois objetivos específicos. O primeiro, de planejar e desenvolver a melhor técnica de controle dos itens comprados em um estabelecimento comercial considerando as principais inconsistências identificadas durante o desenvolvimento do protótipo. O segundo, de construir um protótipo responsável por identificar o fim da compra do usuário e cadastrar essas informações na interface WEB desenvolvida.

Após a montagem, realizou-se diversos testes a fim de tentar simular possíveis falhas nos protótipos. Observou-se, ainda, que os protótipos atenderam às especificações relatadas ao longo deste documento, sendo estas: ser responsável pelo fluxo de entrada e saída dos produtos no carrinho, garantindo a integridade dos dados sobre os produtos que foram colocados; a outra, de ser responsável por finalizar a compra e cadastrá-la na interface WEB desenvolvida para que o cliente possua controle de suas compras.

Como já esmiuçado no tópico de explicação técnica do protótipo, tem-se, de maneira geral, a utilização de três módulos distintos do Arduino e um equipamento adaptado para o microcontrolador, usados para atingir os objetivos definidos. O leitor de código de barras é responsável por informar ao programa qual produto foi colocado no carrinho; a célula de carga associada ao módulo HX711 é responsável por controlar o peso dos produtos no carrinho, possibilitando o programa verificar se todos os produtos passados no leitor ou retiradas entraram ou saíram do carrinho; módulo RFID usado para a identificação do carrinho de compra e distingui-los no cadastro de informações no banco de dados; e o módulo ESP8266 usado para integrar o circuito montado no Arduino e o sistema WEB.

Em consonância com os estudos elencados neste artigo percebe-se um potencial na técnica de automação de venda de produtos. Esta técnica permite maior controle dos produtos, além de auxiliar o controle de estoque e o controle de gastos dos clientes. Com grande potencial, este uso, também pode auxiliar na diminuição de gastos e de tempo do estabelecimento, visto que não haverá mais a necessidade de utilização dos

caixas físicos, gerando um sistema mais efetivo de compras, aperfeiçoando, assim, o modelo atual dos supermercados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. C. F.; LUZ, C. M.; BILAC, D. B. N. Gestão do Tempo e Produtividade: Estudo de Caso no Setor de Pessoal de Empresa Privada de Saneamento Básico. **Multidebates**, Palmas, v. 1, n. 2, p.1-18, dez. 2017. Disponível em: <<http://itopedu.com.br/revista/index.php/revista/article/download/39/45>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- CASTRO, N. M. R. M. S. **O design na cultura do imediatismo**. Rio de Janeiro, 51 p., 2017. Monografia (Especialização) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes. Disponível em: <<http://bd.centro.iff.edu.br/jspui/handle/123456789/1863>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- CHIACHIRI, A. R. F.; PEREIRA, L. A. P. Vida Instantânea: Espaço e Tempo na Contemporaneidade. **Trama Interdisciplinar**, São Paulo, v. 8, n. 2, p.105-117, ago. 2017. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/tint/article/viewFile/10024/7094>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- DALL'OGGIO, P. **PHP: Programando com Orientação a Objetos**. São Paulo: Ed. Novatec, 2018.
- HANSEN, J. F.. **Um Estudo Sobre Modelos e Tecnologias de Colaboração para o Desenvolvimento de um Portal Web**. Rio Grande do Sul, 132 p., 2015. Monografia (Graduação) - Universidade de Caxias do Sul. Disponível em: <<https://repositorio.uces.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1446/TCC%20Joel%20Fabiano%20Hansen.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- MACEDO, E. F. S.; NISHIZAKI, N. J. A importância do planejamento logístico com foco no crescimento da demanda da cadeia produtiva de alimentos até 2050. **Fatec Zona Sul**, São Paulo, v. 2017, n. 3, p.1-15, 2017. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5968642>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. 2. ed. São Paulo: Ed. Novatec, 2016.
- MENDES, J. F. S. **Advogados na WEB**. Coimbra: Ed. Isec, 2016.
- Metzner, V. et al. **Modelo de rastreabilidade de medicamentos utilizando RFID, RSSF e o conceito de internet das coisas**. Associação Nacional de Pesquisa e Ension em Transportes, 2014 Disponível em: <http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2014/267_AC.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- OLIVEIRA, M. L. C. **O efeito das percepções de qualidade e satisfação sobre tecnologias de autoatendimento nas intenções de uso do cliente**. Lisboa, 2017, 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Empresariais. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.5/13539>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- ROCHA, S. M. et al. Política Brasileira De Resíduos Sólidos: Reflexões Sobre A Geração De Resíduos E Sua Gestão No Município De Palmas-TO. **Esmat**, Palmas, v. 13, n. 9, p.99-48, 2017. Disponível em: <http://esmat.tjto.jus.br/publicacoes/index.php/revista_esmat/article/view/189>. Acesso em: 18 jan. 2019.

- SILVA, M. P. & MAIO, A. M. D. Linguagem, consumo e felicidade: Discurso jornalístico e ambivalência. **Comunicação Mídia e Consumo**, São Paulo, v. 15, n. 42, p.182-203, 2018. <http://dx.doi.org/10.18568/cmc.v15i42.1570>.
- SILVA, M. S. Fundamentos de HTML5 e CSS3. São Paulo: **Ed. Novatec**, 2018.
- SILVA, R. H. et al. A sociedade de consumo e sua relação intrínseca com a educação ambiental. **Estudos Jurídicos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p.1-19, jun. 2016.
- WERNER, A. & SEGRE, L. M. **Uma Análise do Segmento de Supermercados: Estratégias, Tecnologias e Emprego**. Boletim Técnico do Senac, v. 28, n. 1, p.1-11, 2017. Disponível em: <<http://bts.senac.br/index.php/bts/article/view/549>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

SISTEMA DE APOIO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA BASEADO NA TARIFAÇÃO PRÉ-PAGA DE ENERGIA ELÉTRICA

Diego Siqueira Menezes¹; Ludymylla Dias Gusmão¹; Wallace da Silva Pimenta de Castro¹; Adan Lucio²;

1. Bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

2. Engenheiro da Computação, Mestre em Energia, Docente na Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

RESUMO

O setor elétrico brasileiro necessita de uma reforma tecnológica e sustentável para impulsionar o desenvolvimento do país. Concomitantemente, reestruturações vêm acontecendo no mundo inteiro, por meio da inserção de fontes alternativas de energia, novos sistemas de tarifação e a adaptação de novas tecnologias e mudanças de hábitos que causam impactos no consumo de energia. A postura do consumidor em relação ao consumo de energia elétrica é fator fundamental frente a perspectivas econômicas, sociais e ambientais, enaltecendo a importância de se ter uma população engajada e consciente das implicações de seus atos de consumo. A energia advinda das hidrelétricas é à base da matriz energética brasileira, mas o alto preço cobrado somado com o aumento do consumo e as dificuldades com a geração da mesma nos convida a economizar energia ou pelo menos eliminar o desperdício. Este trabalho apresenta um sistema alternativo de pagamento de energia elétrica enfocando a utilização de pré-pagamento como forma de diminuir o consumo residencial e como resultados se tem uma comparação entre o método de consumo convencional e o método de consumo pré-pago.

PALAVRA CHAVE: Sistema pré-pago; tarifação de energia elétrica; medidor eletrônico de energia.

ABSTRACT

The Brazilian electricity sector requires a technological and sustainable reform to boost the country's development. At the same time, restructuring takes place worldwide through the insertion of alternative energy sources, new tariff systems, and the adaptation of new technologies and changing habits that cause energy consumption. A consumer attitude towards electricity consumption is a key factor in the face of economic, social and environmental perspectives, increasing the importance of an engaged population aware of the implications of their consumption effects. An advanced power from hydroelectric plants is a basis of the Brazilian energy matrix, but the high price is calculated with the increase of consumption and the difficulties with its generation in the invitations to save energy or less to avoid waste. This paper presents an alternative electricity payment system, focusing on the use of prepayment as a form of residential consumption reduction and results as a comparison between the conventional consumption method and the prepaid consumption method.

KEYWORD: Prepaid system; electricity tariff; electronic energy meter.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial, a evolução do estilo de vida e o desenvolvimento de novas tecnologias conduziram a um aumento crescente na demanda por fontes energéticas. de 2005 a 2016 a demanda brasileira por energia elétrica cresceu em média 3% ao ano. Para suprir essa demanda é necessário o desenvolvimento de uma

matriz energética sólida e confiável. A abundância de recursos hídricos no Brasil tornou óbvia a escolha dessa fonte que representa 64% da oferta interna de energia, de acordo com a Empresa de pesquisa energética (EPE, 2017). Entretanto os níveis dos reservatórios variam em função da sazonalidade e do volume de chuva que afetam o setor de energia.

A necessidade de preservar os recursos naturais do planeta tem promovido a busca por fontes renováveis de energia. As mudanças climáticas observadas no planeta têm feito com que países como o Brasil, rico em recursos hídricos, busquem soluções para as crises energéticas causadas pelas condições hidrológicas desfavoráveis, para evitar casos como o que ocorreu no Brasil nos anos de 2001 e 2002 denominado “Crise do apagão”. A mesma foi resultado da combinação do baixo nível dos reservatórios de água do país e a falta de investimento na geração e na transmissão de energia elétrica. Isso fez com que o governo federal implementasse uma rigorosa política de racionamento de energia para resolver assim o problema da época (COELHO JUNIOR et al., 2018; WERNER, 2019).

No Brasil, durante os períodos de seca, a demanda de energia pode superar a capacidade de geração das usinas hidrelétricas, e então as usinas termelétricas são as principais responsáveis por complementar à demanda de energia. Porém, o acionamento dessas usinas pode causar sérios danos ambientais e aumentar o custo de geração da energia elétrica. Faz-se necessário então encontrar soluções de energia limpa com sistemas sustentáveis e com viabilidade econômica para atrair novos investimentos (SIMAS e PACCA, 2013).

2 IMPLEMENTAÇÃO DA TARIFAÇÃO PELO MUNDO

O pré-pagamento de energia é utilizado em países como África do Sul, Argentina, Austrália, Inglaterra, Escócia, Colômbia, EUA, França, Moçambique, Peru e Reino Unido.

O sistema de cobrança pré-pago já funciona em países como Reino Unido, Argentina, África do Sul e Colômbia. No Brasil, há projetos pilotos em São Paulo, no Rio e em regiões do Amazonas. A regulamentação deve ampliar o

sistema para todo o país. A Aneel diz que, nesses locais, o consumidor passou a usar melhor a energia. “Quando os créditos estão acabando, elas passam a tomar banho mais morno e mais rápido e a assistir menos TV. Ter a exata noção do gasto só é possível no sistema pré-pago”, disse o superintendente de Regulação da Comercialização da Eletricidade da Aneel, Marcos Bragatto. (ANEEL).

Na África do Sul, houve uma época em que a população em protesto, boicotou o pagamento de energia, por conta de questões políticas. Por isso, algumas empresas distribuidoras de energia decidiram implantar o sistema pré-pago para evitar inadimplências domésticas (THORNE, 1995), que inicialmente era bem simples, mas com o passar do tempo foi se tornando mais sofisticado. Esse problema de inadimplência no país, é um dos grandes desafios a serem superados pelo sistema. No país, alguns dos medidores utilizados dispararam um alarme sonoro caso exceda o valor de kWh.

Em países como a Inglaterra, Grã-Bretanha e Escócia, depois da implantação do sistema, foram observadas aumento de consumidores ativos. Existem na Grã-Bretanha cerca de 5,6 milhões de medidores pré-pagos (EA - Energy Agency, 2004). Nesses países os benefícios foram muitos. Como exemplo, alguns dos medidores têm capacidade de fazer a gestão da carga.

Porém, como os clientes deveriam sair de suas casas para comprar novos créditos de energia, houveram idosos em invernos rigorosos que por falta de apoio não conseguiram sair de suas residências, tendo até relato de morte em função da falta de aquecimento. A partir disso, foi criado um botão emergencial, que gera um crédito extra sem a necessidade da compra externa.

Na França, quase cem por cento dos usuários ficaram satisfeitos, pois conseguiram economizar energia, além de monitorar o consumo, melhorando o orçamento. Metade mudaram os hábitos, ou seja, houve aumento considerável na conscientização de economia de energia.

Na Irlanda do Norte, a principal diferente e inovação do sistema pré-pago, é o medidor

utilizado, o chamado KEY METER. Pois no medidor, está acoplado um teclado numérico que é usado diretamente para colocar os créditos. Além disso, as concessionárias oferecem um bônus para quem migra para esse sistema, como por exemplo, a diminuição na tarifa comparado ao sistema convencional. O usuário também não pode ser desligado entre 16:00 e 08:00 mesmo que esteja sem créditos, esta é uma imposição do órgão regulador do país, porém, em sua próxima compra, será debitado o valor que foi utilizado anteriormente. Há também um valor mínimo de 5 Euros para recarga de créditos.

Na América do Sul, em alguns países como Argentina, Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela, esse sistema também já foi instaurado. Com aprovação quase que toda aproveitada, os clientes relatam redução do consumo, e maior controle do mesmo. Na Argentina, a concessionária define um valor limite de compra de kWh de energia para cada unidade consumidora. Na tabela 1, abaixo, será apresentado uma relação de países e número de medidores instalados do sistema pré-pago em todo o mundo.

TABELA 1 - TOTAL DE MEDIDORES PRÉ-PAGOS ESPALHADOS PELO MUNDO

Países	Número de medidores	%
China	7.000.000	35,74
Inglaterra	5.900.000	30,13
África do Sul	4.050.000	20,68
Turquia	2.000.000	10,21
Estados Unidos	55.000	0,28
Bélgica	50.000	0,26
Irlanda	24.000	0,12
França	25.000	0,13
Namíbia	20.000	0,1
Tanzânia	12.000	0,06
Austrália	35.000	0,18
Nova Zelândia	50.000	0,26
Indonésia	23.000	0,12

Moçambique	65.000	0,33
Singapura	10.000	0,05
República Checa	2.500	0,01
Costa do Marfim	10.000	0,05
Kenya	3.360	0,02

Fonte: Sistema De Tarifação Pré-Paga De Energia Elétrica

2.1 AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL E DA APLICAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, há alguns testes sendo realizados com o sistema de tarifação pré-paga. Em alguns estados, como por exemplo Amazonas, Pará, Paraná e Rio de Janeiro já começaram implantar de forma experimental alguns medidores em locais de difícil acesso. Há uma norma da ANEEL de nº 610/2014. A mesma relata que as distribuidoras de energia elétrica têm a opção de usar o sistema pré-pago como benefício para quitar dívidas e débitos dos clientes.

3 SMART GRIDS COMO IMPULSIONADORA PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS FERRAMENTAS

Em concordância com esse novo paradigma de geração, dos sistemas de *Smart Cities*, dos sistemas de transportes inteligentes e dos veículos elétricos, as redes de energia elétrica tradicionais têm sido gradualmente modificadas pela instalação de diversos geradores de pequena escala próximos aos consumidores. Dessa forma, os conceitos de Microrrede (MR), *Smart Grids* e Geração Distribuída (GD) voltaram a atrair a atenção de pesquisadores, operadores de redes elétricas e da indústria, para obtenção de eletricidade de forma autônoma, com baixa emissão de poluentes e ainda compatível com a rede elétrica tradicional em termos de qualidade e confiabilidade do fornecimento (KAGAN et al., 2013).

O conceito das Redes Elétricas Inteligentes (REI), do inglês *Smart Grids* (BROWN, 2008), define a evolução dos sistemas de energia combinando a infraestrutura de

energia elétrica com as modernas instalações de computação distribuída e redes de comunicação. Trata-se de uma coleção de sistemas interdependentes e complexos cujas principais funções incluem a entrega eficiente e confiável de energia elétrica, o corte de energia de pico e a integração dos recursos de energia renovável e distribuída e diferentes formas de comercialização de energia (PEREIRA et al, 2018).

No Brasil, incentivada pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) da Energia e pela Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações (APTEL) e, reconhecendo uma tendência de mudanças radicais de substituição da infraestrutura atual para os sistemas das smart cities em todos os seus segmentos, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio da Chamada Pública nº 011/2010, solicitou o desenvolvimento do Projeto Estratégico de P&D: Programa Brasileiro de Redes Elétricas Inteligentes (PDRI) (ANEEL, 2010).

Para o estudo em questão, foram analisadas as relações de benefício/custo da adoção do conceito das *smart cities* (BATTY et al., 2012), com relação aos conceitos das *smart grids*, em três cenários, inserção da população: Conservador, com 52% das unidades consumidoras atendidas por redes inteligentes no final do período de análise em 2030; Moderado, com 61%; e Acelerado, com 75%. Além do nível de inserção o estudo levou em consideração a utilização da geração distribuída de novas fontes de energia. Quanto ao armazenamento de energia, foram consideradas projeções para bateria íon-lítio, sistemas *flywheel*, capacitores avançados e o armazenamento em supercondutores magnéticos. O Projeto foi abordado em 7 Blocos de Pesquisa: Governança e Integração; Medição; Automação; Geração e Armazenamento Distribuídos e Veículos Elétricos; Telecomunicações, Tecnologia da informação e Interoperabilidade; Políticas Públicas e Regulação; Consumo e comercialização e Perspectiva do Consumidor. Dentro destes tópicos um dos grandes destaques é a representação promissora dos sistemas pré-pagos de energia (PDRI, 2016).

Em paralelo, no Brasil existem outros projetos de cidades inteligentes que permitem o desenvolvimento técnico de questões vinculadas ao desenvolvimento da energia pré-paga como ferramenta de eficiência energética nas *Smart Cities*. É possível encontrar

o desenvolvimento de outras cidades inteligentes nas cidades de Barueri - SP, Aparecida - SP, Parintins - AM, Curitiba - PR, Fortaleza- CE, Arquipélago de Fernando de Noronha - PE, Armação de Búzios - RJ e Sete Lagoas – MG, todas elas com grandes percentuais de centrais geradoras solares. O projeto em Sete lagoas está em processo de desenvolvimento e no âmbito das *smart grids*, a mesma irá contar com 30 pontos de reconfiguração e/ou isolamento de cargas e/ou geradores de redes de energia (Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, 2017).

4 O SISTEMA DE ENERGIA PRÉ-PAGO VIA RÁDIO - SEPPRA (2001)

Esse tipo de sistema de energia pré-pago visa oferecer para o cliente um consumo controlado através de uma interface que disponibiliza todos os dados necessários para o consumidor final, além do seu crédito pré-pago. Através de um software com todas essas informações, a qualquer hora tem todo acesso preciso. A vantagem é que se por parte da concessionária de energia for atrativo os benefícios financeiros, mais clientes migraram para o fornecimento de energia pré-paga. Vale ressaltar também que com o acompanhamento em tempo real do consumo, o cliente pratica mais o conceito de uso racional.

Esse sistema possui um medidor diferenciado. O mesmo capta toda informação que será utilizada na interface para mostrar os créditos. Como esse medidor da energia pré-paga, seria outro além do medidor de energia convencional instalado no padrão de entrada de energia das residências, não seria necessário fazer substituição deles. O que já economizaria tempo na implantação do método, e dinheiro. Em série com o medidor convencional, a interface mostra crédito, consumo normal e médio, qualidade do fornecimento de energia, picos de energia e a interrupção. Para medir, seria necessário apenas adicionar uma câmera CCD, que iria reconhecer a leitura do medidor.

Ela ficaria junto ao medidor, lacrada e usaria um DSP para reconhecimento das imagens capturadas. No caminho há uma chave de controle para o corte de energia, se os créditos acabarem, ou para religação quando os mesmos forem comprados. O sistema rádio recebe informações da distribuidora, como recarga, corte e religação de

cada instalação. Há também um software para mostrar gráficos e relatórios de tempos em tempos, inclusive via internet. Esse sistema, geralmente envolve o uso de cartões para armazenar créditos. Porém, esse recurso é de difícil implantação por conta da logística de controle, por isso, via rádio seriam enviados os créditos, podendo ser comprados via telefone, ou site por exemplo.

As maiores vantagens desse sistema se dão na adequação do consumidor entre a quantidade de energia consumida e o nível da sua renda. Sendo assim, o cliente se torna gestor do seu consumo. Para a concessionária, um cliente gestor tem a possibilidade de recuperar dívidas anteriores e diminuir significativamente a inadimplência.

É notório que o sistema pré-pago apresenta aspectos positivos em todo o segmento de energia elétrica. Porém, apresentando como desvantagem, seria a dificuldade de implantação da tecnologia do Brasil.

4.1 MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA COM COMUNICAÇÃO VIA REDE MÓVEL

No projeto em questão trata-se de um medidor de energia construído a partir de um microcontrolador desenvolvido por Darlan Régis Fischer (2015), demonstrado na figura 1, nesse caso a plataforma Arduino UNO, aliado a uma placa de comunicação que utiliza a tecnologia GSM, empregada em celulares. Como a ideia inicial do projeto e ser utilizado no lugar dos medidores de energia atualmente, teria um grande custo de implementação será alto, pois para consumidores antigos que optarem por aderir o projeto teriam que trocar seus medidores atuais para o projeto em questão, tendo assim menos adeptos de início.



Figura 1 - Medidor com comunicação móvel

Fonte: Implantação De Um Medidor Pré-pago De Energia Elétrica Com Comunicação Via Rede Móvel

Seu funcionamento tem como base a utilização de um sensor de corrente, onde o mesmo abaixa o nível de corrente do circuito conectado para uma faixa de entendimento do microcontrolador para se analisar e guardar essa informação além de atualizar o valor de energia em Kwh consumida, sendo essa informação demonstrada num display LCD para visualização do cliente. O microcontrolador, de início do projeto seria conectado ao um computador para análise dos dados recebidos pela rede móvel, GSM, e para a verificação de saldo restante.

Um diferencial deste projeto dá-se pela utilização de uma rede móvel, onde facilita para a concessionária participante do projeto a inserção de novos créditos no medidor, tendo assim um sistema mais rápido e dinâmico. aliado aos pontos de recarga de telefones móvel, a implementação de novos pontos de recarga não seria de todo modo um empecilho na implementação.

4.2 MÓDULO DE MEDIÇÃO ALIADO AO MEDIDOR DE ENERGIA

O objetivo deste medidor criado por José Edimilson Canaes (2006) é utilização de um módulo de medição e contabilização por meio de cartões onde o mesmo é inserido no medidor de leitura de cartão, com um sistema de corte/religamento de energia visando a sua utilização para os consumidores de baixa renda e suas tarifas.

O projeto em questão visa utilizar cartões magnéticos como forma de carga e consumo das unidades, onde os cartões deverão ser fabricados de forma precisa para fins de se evitar fraudes e a integridade do produto ao cliente e aos pontos de vendas a serem credenciados. o modelo leva em consideração a utilização de cartões magnéticos como forma de carga e consumo, visando além da integridade do produto e possíveis fraudes, levar pelo lado dos colecionadores onde o autor (José Edimilson Canaes, 2006) aponta métodos de personalização dos cartões com as regiões de aplicação, esperando um consumo dos mesmo por parte dos colecionadores. Que pagariam pelo cartão pelo valor de mercado, porém o utilizam de forma colecionável, tendo-se assim um retorno financeiro maior para as concessionárias.

Seu terminal contaria com um painel LCD para visualização de informações pertinentes. o conjunto da unidade leitora de cartão, e terminais de saída para comunicação com o medidor da instalação, podendo ser feita essa comunicação via RS485, e conta com um sistema de corte/religa de energia.

Nos testes efetuados foram utilizados medidores de energia utilizados comercialmente, e a comunicação sendo feita via protocolo MODBUS entre o medidor e o módulo, ou por pulso. Para a montagem do sistema em campo podemos ter dois métodos. Um onde o módulo de corte e controle se encontram em um único módulo, ou em uma outra configuração onde o módulo de controle e o de corte são separados e se comunicam via RS485. Na configuração onde ambos os módulos, demonstrado na figura 2, tanto o de corte quanto o de controle, se encontram unidos, o módulo único deve ser instalado junto ao medidor.

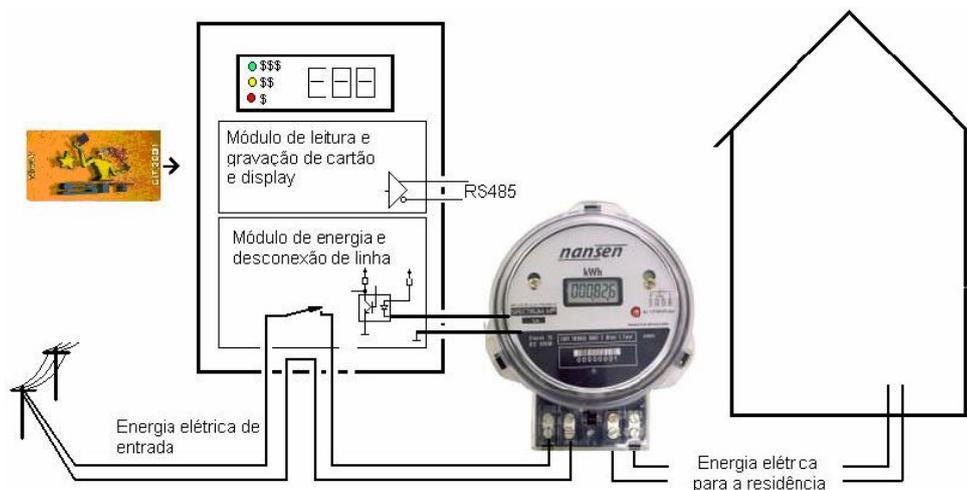


Figura 2 - Modelo de instalação dos módulos juntos.

Fonte: Sistema Alternativo de pagamento de Energia Elétrica “Uma Opção Nacional de Baixo Custo”.

E na outra configuração, demonstrado na figura 3, o módulo de corte permanece ao lado do medidor enquanto o módulo de controle estará dentro da residência, esse método de montagem, leva mais comodidade ao usuário, pois se tem a facilidade de inserção do cartão no leitor, porém gera mais custos por parte de comunicação entre os módulos, e podendo haver fraudes.

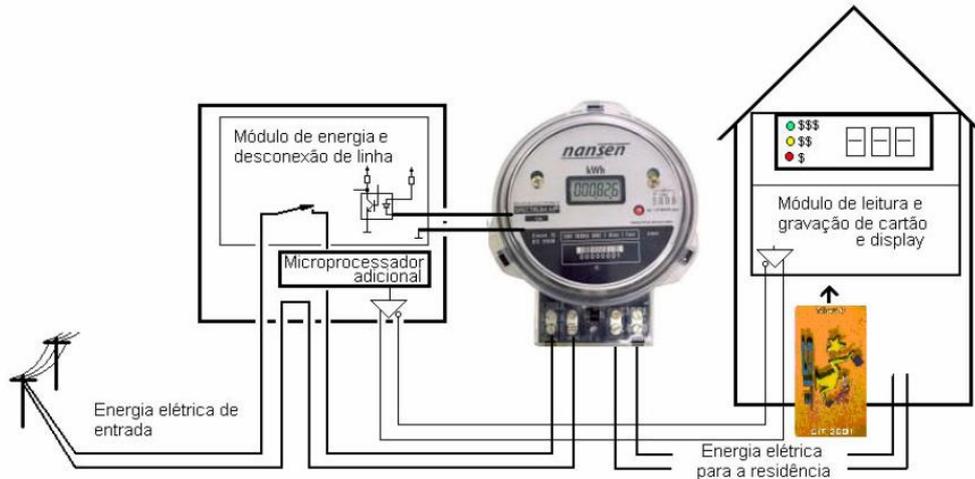


Figura 3 - Modelo de instalação dos módulos Separados.

Fonte: Sistema Alternativo de pagamento de Energia Elétrica “Uma Opção Nacional de Baixo Custo”.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Com base nos equipamentos mencionados nessa pesquisa acadêmica, este trabalho vem propor um modelo que traria mais alguns benefícios na hora da compra dos créditos pelo cliente da concessionária de energia elétrica, além de contribuir para o acompanhamento do consumo mensal.

Após análise de como funciona a medição da quantidade de energia elétrica consumida em uma residência no modelo de tarifação pós-pago foi possível definir como o modelo pré-pago deveria ser construído em torno dos seus benefícios. Para uma melhor explicação vamos supor a seguinte situação:

Uma família com três integrantes deseje reduzir os seus gastos com energia elétrica e que seu consumo mensal seja de aproximadamente 155 KWh. O titular responsável pela instalação entraria em contato com a concessionária procurando se informar sobre como ele e sua família poderiam reduzir o consumo elétrico. Tal concessionária indicaria ao cliente o modelo pré-pago de tarifação e explicaria as suas funcionalidades, vantagens e desvantagens.

O fluxograma apresentado na Figura 4 demonstra toda a dinâmica de compra e fornecimento de energia elétrica no modelo pré-pago.



Figura 4 - Fluxograma da tarificação pelo sistema pré-pago.

Fonte: Figura criada pelos autores.

Para aderir ao modelo tarifário pré-pago o cliente teria que:

- Realizar cadastro de biometria junto a concessionária;
- Criar senha numérica junto a concessionária;
- Cadastrar os dados bancários para efeitos de débitos;
- Aguardar a instalação de um medidor paralelo ao já instalado em sua residência.

Depois de concluídos os passos acima o cliente poderá comprar os seus KWh (energia) no aparelho que se encontraria instalado dentro de sua residência. O equipamento idealizado é demonstrado na Figura 5.



Figura 5 - Exemplo de um medidor de energia elétrica com display, teclado numérico e leitor biométrico.

Fonte: Distribuidora Marcom.

O mesmo conta com um display e teclado para ajudar ao usuário na compra da quantidade de créditos. Um leitor biométrico será responsável por identificar o responsável pela instalação e portando somente na presença do mesmo será possível

realizar a compra dos créditos. O fluxograma apresentado na figura 6 explica a lógica aplicada ao algoritmo escrito no microcontrolador.

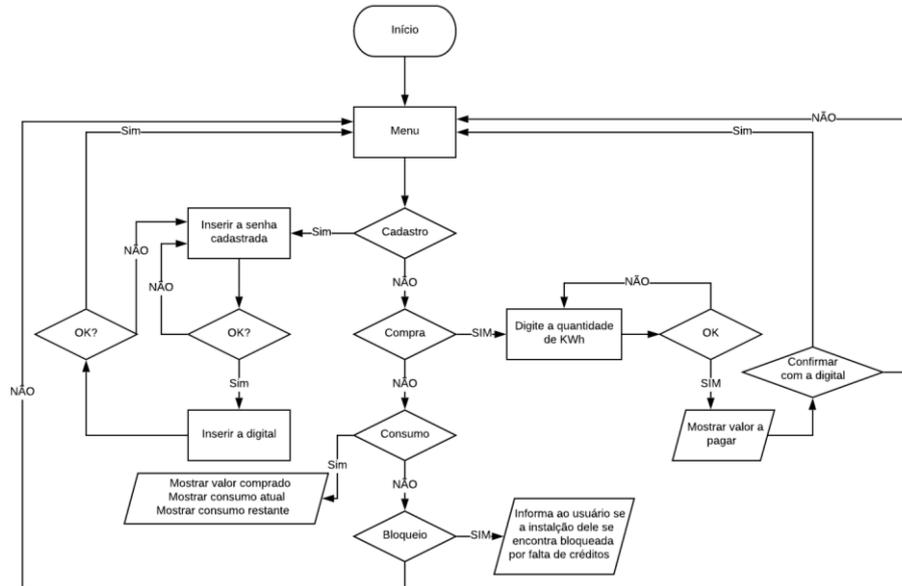


Figura 6 – Fluxograma do algoritmo desenvolvido.

Fonte: Figura criada pelos autores.

Além da parte de hardware pesou-se em um software que faria a intermediação entre o usuário e a concessionária. As figuras a seguir mostram como seria o funcionamento do supervisor nas etapas de cadastro, compra, consumo e bloqueio respectivamente.

Figura 7 - Supervisor - Aba de cadastro.

Fonte: Produção dos próprios autores.

Figura 8 - Supervisor - Aba de compra.

Fonte: Produção dos próprios autores.

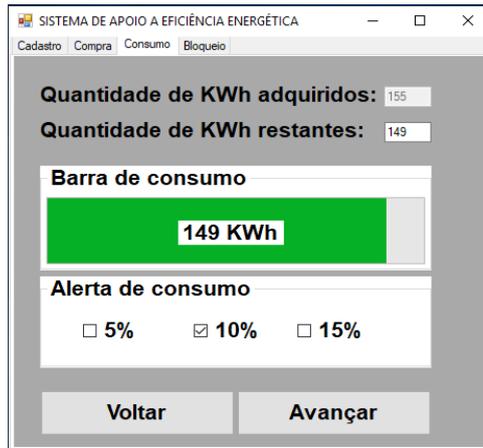


Figura 9 - Supervisório - Aba de consumo.

Fonte: Produção dos próprios autores.

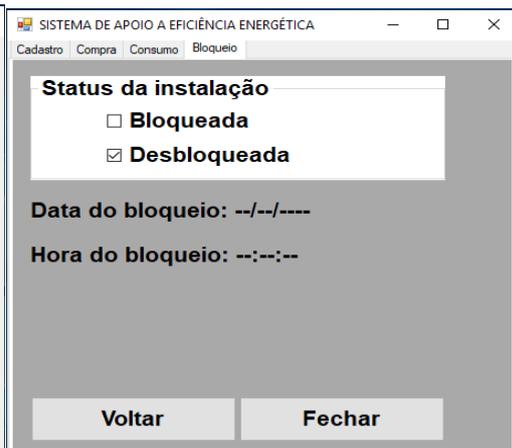


Figura 10 - Supervisório - Aba de bloqueio.

Fonte: Produção dos próprios autores.

Essas são as telas mínimas que o supervisório deveria conter para que o processo desde o cadastro até um possível bloqueio seja visualizado de maneira simples. O software utilizado no desenvolvimento desse supervisório foi o Microsoft Visual Studio Community 2017, versão 15.9.12 e a linguagem de programação é denominada C#.

Os primeiros meses de utilização desse serviço devem ser considerados como o tempo de adaptação, pois os consumidores ainda precisam aprender em quais momentos estão desperdiçando e quais maus costumes os levam a desperdiçar energia elétrica.

Sobre os equipamentos elétricos algumas medidas podem ser tomadas para melhorar a eficiência do uso da energia começando por adquirir equipamentos com o selo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), que tem como objetivo principal o de orientar ao consumidor na hora da compra, indicando quais produtos apresentam os melhores níveis de eficiência energética separando-os por categorias. Conseqüentemente este selo estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais.

Sobre os equipamentos eletroeletrônicos e como o consumidor pode melhorar a maneira de utilizá-los de forma mais eficiente, existem alguns pontos que podem ser

seguidos de acordo com a figura 11 que é uma cartilha criada pelo SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) para uma iniciativa sustentável.

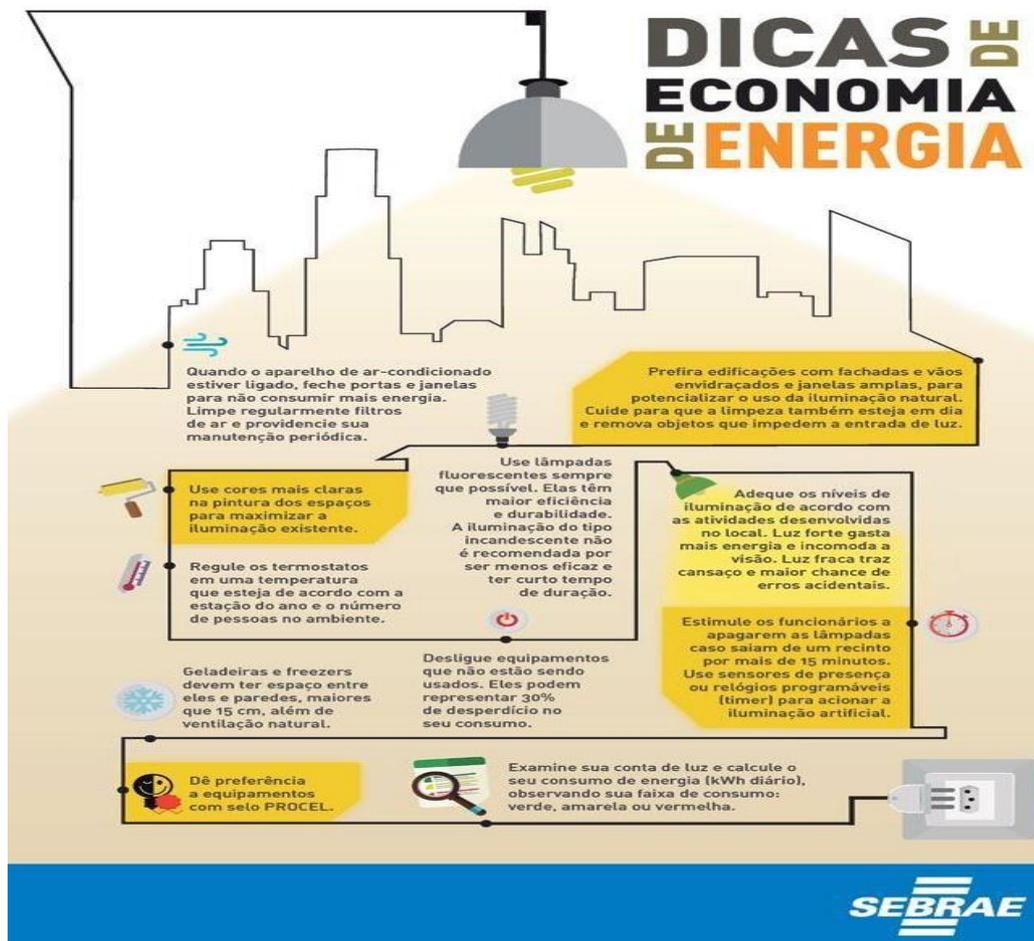


Figura 11 – Cartilha do SEBRAE com dicas de economia de energia.

Fonte: Site SEBRAE - Iniciativa sustentável.

6 RESULTADOS

As principais vantagens podem ser notadas voltando ao tópico onde uma residência consome 155 KWh por mês e se a mesma venha adquirir apenas 145 KWh através do sistema pré-pago proposto já existirá uma grande economia, pois se cada instalação reduzir 10 KWh o montante final será bem satisfatório. Se caso ocorra a necessidade de adquirir mais alguns KWh o cliente poderá comprar mais energia a qualquer momento pois o sistema supervisorio desenvolvido atuaria 24 horas por dia.

As desvantagens encontradas para a utilização do equipamento idealizado seria o fato

de que como a energia elétrica é um bem útil à vida ficar na falta da mesma poderia gerar grandes transtornos. Então se caso o consumidor não conseguir comprar a energia pré-paga devido a algum fator adverso ele seria automaticamente ligado ao medidor pós-pago com as tarifas ajustadas, pois o mesmo não teria sido retirado e sim apenas desabilitado.

A Tabela 2 faz uma comparação entre o sistema pré-pago e o pós-pago de energia elétrica evidenciando a qualidade de serviço ao cliente, investimento e manutenção.

TABELA 2 - COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA CONVENCIONAL E O SISTEMA PRÉ-PAGO.

Pós pago (convencional)	Pré pago
Não é eficaz para persuadir o uso racional de energia.	Estimula o uso racional
A fatura chega ao cliente depois do consumo	Facilidade para o cliente gerir a despesa com energia.
A concessionária é quem calcula a fatura e define a data limite de pagamento.	O cliente é que define o valor e a frequência das compras.
Ausência de transferência na faturação na visão do cliente, provocando reclamações.	Maior transparência e redução significativa das reclamações.
O cliente questiona sobre a qualidade do serviço.	Melhoria da qualidade de serviços e relacionamento cliente - empresa.
Baixo investimento inicial com sistema de gestão, vendas e contadores.	Elevado investimento inicial com o sistema de gestão, vendas e contadores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Proporcionar aos consumidores de baixa tensão a escolha do quanto de energia desejam consumir durante o mês e com isso seria possível planejar melhor a geração e distribuição de energia uma vez que a concessionária já saberia o quanto da mesma precisará fornecer. O projeto proposto também tem a missão de reduzir os problemas com perdas de energia que acontecem com a ocorrência de consumidores inadimplentes (perda não técnica), portanto com base nisso seria possível reduzir essa quantidade uma vez que a energia seria paga antes de ser consumida.

A eliminação de vários processos como a geração de multas por atraso, leituras e

faturamento, aumentaria a satisfação do cliente em relação à distribuidora. A ideia aqui desenvolvida poderá servir de inspiração para trabalhos futuros que por sua vez provaram que a população precisa apenas de meios melhores e mais simples para que o processo de reeducação do consumo de energia seja mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- Aneel aprova modalidade pré-paga de energia.** Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2014-04/aneel-aprova-modalidade-pre-paga-de-energia>>. Acesso em: abril. 2019.
- Arenas, Oro, Armando, Luiz. **Medidor inteligente de Energia Elétrica embarcado em FPGA.** Tese (Doutora em Engenharia Elétrica Especialidade: Automação) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira – SP, 2019.
- Auzuir R. De Alexandria, Anaxágoras m. Girão, João b. B. Frota, Tibério m. De oliveira. **Sistema de reconhecimento de algarismos em medidores de energia convencionais visando implementação de sistema de fornecimento de energia pré-paga – seppra.** Artigo Científico - Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará CEFET-CE, Fortaleza - CE, 20.
- Canaes, Edimilson, José. **Sistema alternativo de pagamento de energia Elétrica “Uma Opção Nacional de Baixo Custo”.** Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2006.
- Fischer, Régis, Darlan. **Implementação de um Medidor Pré-pago de Energia Elétrica com Comunicação Via Rede Móvel.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí – RS, 2015.
- Freitas, Franciel. **Medidor residencial de energia Elétrica – Smart Meter.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) – Faculdade Estácio, Curitiba – PR, 2017.
- HIEDA, Fabio Yukio. **Análise Técnica e regulatória do sistema pré-pago de energia Elétrica do brasil.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- Nava, Augusto, Gilvan. **Análise das condições regulatórias e tecnológicas para a implantação do sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no brasil.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – PR, 2016.
- PANTOJA, Agnaldo Martins. **Sistema de tarifação pré-paga de energia elétrica: Avaliação de experiência internacional e da aplicação do Brasil.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2014.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Alteração da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Altera em 24 de outubro de 2015 a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/026/documento/nota_tecnica_0017_2015_srd_-_anexo_i_-_minuta_resolucao.pdf> Acesso em junho 2019, 2015.

Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída e dá outras providências. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em junho. 2019, 2012.

Chamada nº 011/ 2010 Projeto Estratégico: Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente. 2010. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PeD_2008-ChamadaPE11-2010.pdf> Acesso em jun. 2018

Unidades Consumidoras com Geração Distribuída, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/VerGD.asp>>. Acesso em: Junho 2019. **ASPE. A energia solar no Espírito Santo - Tecnologias, aplicações e oportunidades**. Vitória - ES. 2013.

BATTY, Michael et al. Smart cities of the future. **The European Physical Journal Special Topics**, v. 214, n. 1, p. 481-518, 2012.

BROWN, Richard E. Impact of smart grid on distribution system design. In: **2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century**. IEEE, 2008. p. 1-4.

CANAES, José Edimilson. **Sistema alternativo de pagamento de energia elétrica. "Uma opção nacional de baixo custo"**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A (CEMIG). **Projeto Cidades Do Futuro Redes Inteligentes na Cemig**. 2017. Disponível em <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/as_redes_inteligentes_na_cemig.aspx>. Acesso em jun. 2018

Empresa de Pesquisa Energética, 2017. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica/2017**. Aceso em 20 de maio de 2019.

FLORES, Jardel Terceiro et al. Demand planning in smart homes. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 7, p. 3247-3255, 2016.

JUNIOR, Luiz Moreira Coelho et al. Concentração energética da indústria brasileira de metais não-ferrosos da metalurgia. **Revista InterScientia**, v. 6, n. 1, p. 124-136, 2018.

KAGAN, K.; GOLVEA, M.; MAIA, F. C.; DUARTE, D.; LABRONICI, J. and GUIMARÃES, S. D. **Redes elétricas inteligentes no Brasil**: análise de custos e benefícios de um plano nacional de implantação. Rio de Janeiro: Sinergia: Abradee; Brasília: Aneel, 2013.

PEREIRA, A. L.; FARDIN, J. F.; ENCARNACAO, L. F. **Electric Vehicles as Motivators for Smart Grids**. In: VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2018, Niterói - RJ. VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2018.

PROGRAMA BRASILEIRO DE REDES INTELIGENTES - PDRI. **Desenvolvimento das Redes Inteligentes**. 2018. Disponível em <<http://redesinteligentesbrasil.org.br/o-projeto.html>>. 2016. Acesso em junho 2019.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013.

SOCOL, Francisco Junior et al. Desafios Para Implementação da Geração Distribuída de Energia no Brasil: Uma Revisão Integrativa da Literatura. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v. 2, n. 3, p. 31-43, 2016.

M-9420 - Relógio de Ponto Biométrico (Impressão Digital). 1. [S. l.], 20 jul. 2017. Disponível em: <https://www.distribuidoramarcom.com.br/home/produto/codigo:M-9420/relogio-de-ponto-biometrico-impressao-digital>. Acesso em: 12 mar. 2019.

INICIATIVA SUSTENTÁVEL: **Dicas de economia de energia para pequenos**

negócios. 1. 1. ed. Sebrae Minas Gerais: Sebrae Minas Gerais, 27 dez. 2018. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mg/artigos/dicas-de-economia-de-energia-para-pequenos-negocios,9f21d5b3e3add410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 31 out. 2019.

THORNE, STEVE, “**Electricity dispensers and affordable energy services**”, *Energy for Sustainable Development, Vol. 1 No. 6, March*, 1995.

NEA, National ENERGY AGENCY, 2004. Disponível em: < <https://www.nea.org.uk/research/research-database/smart-prepayment-meters-householder-experiences/> >. Acesso em Maio de 2019.

ANÁLISE DO PERFIL DE CARREGAMENTO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Leon Moreti de Souza¹, Romulo Barbosa dos Santos², Adan Lucio Pereira³

1. Bacharel em Ciência da Computação, Bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade Brasileira - Multivix-Vitória

2. Tecnólogo em Manutenção Industrial, Bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

3. Engenheiro de Computação, Mestre em Energia, Docente na Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

RESUMO

Os veículos movidos a eletricidade ganham força novamente na disputa do mercado com os veículos com motores a combustão, e o aumento da utilização deste tipo de veículo traz diversos impactos em várias áreas. Motivado principalmente pela questão ambiental e pela necessidade das montadoras em terem um produto que utilize energia renovável e que tenha maior eficiência energética, o mercado automobilístico aos poucos vai introduzindo novos produtos e se adaptando a alteração no perfil dos consumidores. O presente artigo visa apresentar o aspecto histórico dessa tecnologia, abordando o cenário atual deste mercado, questões regulamentares, os impactos trazidos com a adoção cada vez maior desse tipo de veículo, e suas características de utilização. Com este conhecimento, é possível sugerir como as cidades podem se preparar para uma maior utilização desses veículos e em quais locais a implementação desses pontos de recarga seriam mais viáveis para a população.

Palavras-Chave: Veículos elétricos, motores elétricos, mercado automobilístico, energia renovável.

ABSTRACT

Electric powered vehicles are gaining strength again in the market dispute with combustion engine vehicles, and the increased use of this type of vehicle has several impacts in several areas. Primarily motivated by the environmental issue and the need for automakers to have a product that uses renewable energy and that is more energy efficient, the auto market is gradually introducing new products and adapting to the changing consumer profile. This article aims to present the historical aspect of this technology, addressing the current scenario of this market, regulatory issues, the impacts brought with the increasing adoption of this type of vehicle, and its characteristics of use. With this knowledge, it is possible to suggest how cities can prepare for greater use of these vehicles and in which locations the implementation of these recharge points would be most viable for the population.

Keywords: Electric vehicles, electric motors, auto market, renewable energy.

1 INTRODUÇÃO

Apesar de ser um dos assuntos mais discutidos e estudados do mercado automobilístico na atualidade, a tecnologia para o desenvolvimento de veículos híbridos e elétricos já vem sendo considerada desde meados do século XIX, mas por várias razões como o desenvolvimento do sistema de produção em série, de Henry Ford, que contribuiu com a diminuição no preço final dos veículos, somado às descobertas de petróleo no Texas, que reduziram o preço da gasolina, e fizeram com que o setor de transportes se voltasse para utilização deste como combustível

principal, assim como a necessidade de veículos capazes de percorrer longas distâncias nas rodovias do país, a evolução da produção dos veículos híbridos e elétricos perdeu espaço para a agressividade do mercado dos automóveis a combustão interna, como afirmam Baran e Legey (2010).

Segundo Hoyer (2008), há registros de fabricação dos primeiros veículos caracterizados híbridos em 1903, e todo seu desenvolvimento está diretamente ligado à evolução das baterias. De acordo Baran e Legey (2010), estes primeiros veículos híbridos foram produzidos afim de amenizar a ineficiência das baterias que os veículos elétricos utilizavam, e também para compensar a ausência de pontos de recarga, devido a limitada estrutura de distribuição de energia elétrica da época.

Neste período, na cidade de Nova York haviam registrados cerca de quatro mil automóveis sendo 53% a vapor, 27% a gasolina e 20% elétricos. Em 1912, apesar deste número ser considerado o ápice da frota de elétricos na cidade, com trinta mil unidades, a frota de carros elétricos já era superada pela de carros a vapor em trinta vezes. (Struben e Sterman, 2006).

Já nos anos 1960, com a intensificação dos debates sobre as questões ambientais, e com a opinião pública voltando-se para os problemas que os combustíveis fósseis geravam ao meio ambiente, as montadoras começaram a atentar para alguns aspectos relacionados a poluição atmosférica, pois ali o automóvel já era apontado como um dos principais fatores causadores desta poluição nas grandes cidades.

Em 1997, com o lançamento do Toyota Prius no Japão, mesmo com o mercado voltado a fabricação de automóveis a diesel, notou-se novamente um aquecimento neste setor do mercado norte americano e as produções de veículos híbridos voltaram a aumentar, e mais recentemente, as de veículos movidos exclusivamente à eletricidade. Os incentivos do governo à fabricação e à compra de veículos híbridos e elétricos, favoreceram a retomada das atenções para vários aspectos deste mercado. O Toyota Prius chegaria ao mercado dos EUA somente em 2000, sendo grande sucesso de vendas.

Estados Unidos, Japão e a Europa, são as regiões em que o crescimento do mercado de veículos elétricos e híbridos vem se concentrando, apesar dessas regiões serem responsáveis por 39% do mercado mundial de veículos leves, elas também são responsáveis por quase a totalidade da produção de veículos elétricos e híbridos. Castro, Barros e Veiga (2013).

No Brasil, o setor de transportes é o segundo maior consumidor de energia dentre todos os setores, perdendo apenas para a indústria, como afirmam Vaz, Barros e Castro (2015), além disso, o país se mantém entre os dez maiores consumidores de energia do mundo, segundo Baran e Legey (2012), porém a maior parte do combustível utilizado pelo setor são de combustíveis fósseis, com base no petróleo, o que traz consequências como a dependência destes e a alta emissão de poluentes.

Este artigo, busca apresentar uma introdução ao aspecto histórico das tecnologias para desenvolvimento de veículos híbridos e elétricos e quando começaram a serem discutidas, em meio ao domínio dos motores a combustão no mercado global e no Brasil. Destacando a importância da questão ambiental, que impulsiona o setor governamental na criação de regulamentações e iniciativas que pressionam os fabricantes a implementarem novas tecnologias renováveis, que possam atingir e superar os números expressivos obtidos durante muito tempo pelas tecnologias já estabelecidas e ainda dominantes. Aliado a isso, serão expostos os tipos de veículos elétricos existentes no mercado e discutidos os impactos que a implementação de pontos para recarga para estes veículos, os eletropostos, podem ocasionar e a dinâmica de utilização, considerando a região estudada, a cidade de Vitória-ES.

2 METODOLOGIA

Apresentando todo o contexto histórico da relação de domínio da produção de veículos com motores a combustão e a relação com o mercado de combustíveis fósseis, até a tecnologia dos veículos com motores híbridos e puramente elétricos voltar a ganhar força. Passando pela questão ambiental e toda a pressão estabelecida com a necessidade de diminuição da emissão de poluentes, e de se manter a eficiência dos produtos comercializados por parte das montadoras.

Mostrando as definições existentes na resolução normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, e citando a questão econômica com os incentivos à produção e a comercialização desses veículos, destaca-se também a conclusão da análise elaborada por Baran e Legey (2012), em estudo sobre a introdução veículos elétricos no Brasil e a avaliação do impacto no consumo de combustíveis a base de petróleo e eletricidade.

Em seguida é destacado um estudo de Pinto (2016), sobre a implantação de pontos de recarga, os eletropostos, e seu perfil de utilização, com ênfase em pesquisas sobre o cenário da cidade de Vitória-ES. A Figura 1 detalha todos os passos deste estudo:

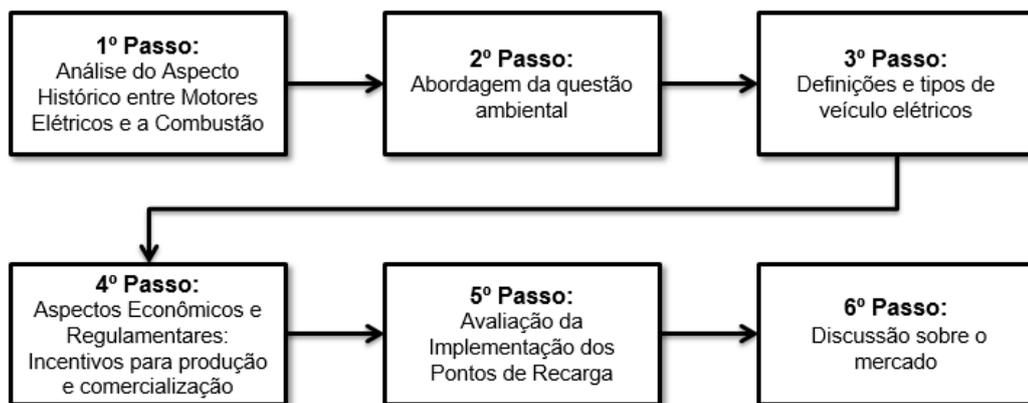


Figura 1 - Metodologia

3 DEFINIÇÕES E TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

De acordo com o segundo artigo da Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2019),

I - veículo elétrico: todo veículo movido por um motor elétrico em que as correntes são fornecidas por uma bateria recarregável ou por outros dispositivos portáteis de armazenamento de energia elétrica recarregáveis a partir da energia proveniente de uma fonte externa ao veículo, utilizado essencialmente em vias públicas, estradas e autoestradas;

II - estação de recarga: conjunto de softwares e equipamentos utilizados para o fornecimento de corrente alternada ou contínua ao veículo elétrico,

instalado em um ou mais invólucros, com funções especiais de controle e de comunicação, e localizados fora do veículo; e

III - ponto de recarga: ponto de conexão do veículo elétrico à estação de recarga condutiva.

Para o Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE (2019), são considerados veículos elétricos aqueles que são acionados por pelo menos um motor elétrico, e podem ser classificados em cinco famílias:

- VEÍCULO ELÉTRICO A BATERIA – VEB: Neste grupo de veículos elétricos, um conjunto de baterias fornece a energia para o motor e são recarregadas através da rede elétrica.
- VEÍCULO ELÉTRICO HÍBRIDO – VEH: Um gerador acionado por um motor de combustão interna fornece a energia. Estes veículos acumulam energia através de baterias e capacitores, fazendo com o que o motor de combustão interna fique inativo em alguns momentos e só opere em condições ideais.
- VEÍCULO ELÉTRICO DE CÉLULA A COMBUSTÍVEL – VECC: Estes veículos são supridos por um equipamento eletroquímico que transforma a energia do hidrogênio em eletricidade, e é chamado de célula a combustível, uma tecnologia que ainda é bastante estudada. Assim como os VEH, também utilizam acumuladores de baterias.
- VEÍCULO ELÉTRICO LIGADO A REDE OU TROLEIBUS: No Brasil, é o tipo mais utilizado no estado de São Paulo. Nestes veículos, a rede elétrica fornece energia diretamente ao veículo. Pelo alto custo e pela estrutura do trânsito, a expansão da rede para utilização destes veículos é improvável.
- VEÍCULO ELÉTRICO SOLAR – VES: Placas fotovoltaicas fornecem a energia. A popularização deste tipo de veículo é prejudicada pela limitação do tamanho dos veículos e das placas, o que prejudica diretamente a potência desenvolvida.

4 QUESTÃO ECONÔMICA E INCENTIVOS

Para Vaz, Barros e Castro (2015), existem diversos incentivos e estes podem ser de natureza financeira, fiscal ou até mesmo não monetária, com tendência maior de apoio aos elétricos puros e não aos híbridos.

Segundo Vaz, Barros e Castro (2015), como o processo de difusão do carro elétrico ocorre de forma gradativa em toda parte do mundo, pode-se planejar melhor o investimento. Conforme o aumento da frota, é possível estimar a necessidade de maiores investimentos e que vai ocorrer primeiramente na distribuição de energia elétrica, para suportar a carga dos veículos. Ainda afirmam que, para que os benefícios da utilização dos veículos elétricos sejam os máximos possíveis, é fundamental que novos investimentos que privilegiem fontes renováveis e de baixas emissões compensem este aumento em geração.

No que diz respeito aos híbridos e elétricos, não existe no Brasil política governamental de estímulo à produção ou à venda destes tipos de automóveis. A produção de elétricos se restringe a pequenos fabricantes de bicicletas, ônibus e veículos industriais e militares, mas com pouquíssima escala. Baran e Legey (2012).

De acordo com a ABVE - Associação Brasileira do Veículo Elétrico (2017), há sete estados brasileiros em que os proprietários de veículos elétricos (ou de força motriz elétrica), são isentos de IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores), e em outros três estados, há uma diferenciação na alíquota. A Figura 2 aponta os estados nesta situação:

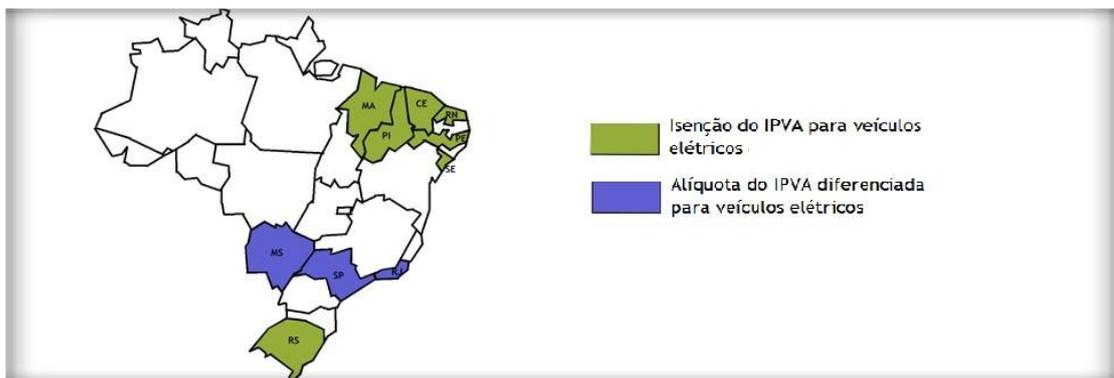


Figura 2 - IPVA para veículos elétricos nos estados do Brasil. Fonte: ABVE (2017).

Baseando-se em um estudo em que foi criado um modelo de previsão de demanda, com o objetivo de mensurar o impacto no consumo de gasolina e eletricidade causado pela introdução de veículos elétricos no mercado brasileiro, Baran e Legey (2012) concluíram que a utilização de energia elétrica por veículos ocasionaria uma redução

do consumo de gasolina de 40,7% em 2031, acarretando num aumento do consumo de eletricidade de 42,1% em relação às projeções oficiais, o equivalente a uma redução de 27,5% no consumo total de energia pela frota nacional.

5 IMPLEMENTAÇÃO DE PONTOS DE RECARGA (ELETROPOSTOS) E O CENÁRIO NA CIDADE DE VITÓRIA-ES

De acordo com Pinto (2016), a análise para a concepção de eletropostos deve ser muito bem pensada, uma vez que essa construção pode causar alterações na rotina da comunidade onde este empreendimento está inserido, como por exemplo aumentar fluxo de carros ou até mesmo provocar engarrafamentos. Se não houver estrutura tanto no que diz respeito a espaço físico e quanto a infraestrutura de fornecimento elétrico afim de carregar as baterias para carros elétricos e/ou híbridos, o procedimento de carregamento destes veículos, que não é totalmente instantâneo e ainda demanda um tempo considerável, pode gerar transtornos se não houver uma disposição ideal para os carros que estão à espera possam aguardar, sem causar maiores impactos ao tráfego.

Segundo Pinto (2016), para tornar as cidades ideais e de um melhor aproveitamento das mais variadas formas de tecnologia, se faz necessário transformá-las em inteligentes para que seja aplicada as ideias de racionalidade, sustentabilidade e eficiência.

A necessidade de estudar o comportamento elétrico nas estações de recarga mostra-se fundamental, pois o crescimento considerável da frota de carros puramente elétrico e híbridos na região, pode afetar a estrutura instalada de fornecimento de energia elétrica. Deve-se pensar também na diferença de tempo existente entre o abastecimento de carros à combustão, que dura em torno de 5 minutos, e o abastecimento de carro elétricos, que, em média, levam cerca de 30 minutos para atingir 80% da carga total.

A ideia da utilização de carros elétricos torna mais atraente quando se pensa no quesito de utilização de energias que poluem menos. A ascensão da utilização dos

carros elétricos faz com que se deixe um pouco de lado a utilização dos carros que possuem motores a combustão, diminuindo drasticamente a emissão de monóxido de carbono (CO) na atmosfera. Mesmo os carros híbridos possuindo motor a combustão em conjunto com o motor elétrico, sua emissão de CO é cerca de 32% menor do que os carros que possuem apenas os motores a combustão.

As baterias recarregáveis dos carros elétricos têm capacidade de armazenamento de energia de 36 KWh, em média, para fazer a carga dessa bateria em 20 minutos é necessário que a estação de recarga tenha potência instalada de 100 KW. O modo de carregamento rápido exige um fluxo de energia considerável do alimentador, podendo gerar instabilidades no sistema, e com ela, quedas abruptas de tensão, além de gerar um envelhecimento precoce dos transformadores que alimentam as estações de recarga.

Na grande Vitória, o carregador de modelo EFAPOWER EV QC 45 foi instalado para fazer-se a carga rápida, ele possui configuração conforme a Tabela 1.

TABELA 1 - EFAPOWER EV – QC 45 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Dados técnicos		CE	ETL
Entrada nominal	Fases / Linhas	3 Fases + neutro + terra	3 Fases + terra
	Tensão	(400 ± 10%) V a.c	(480 ± 10%) V a.c
	Corrente	73 A	64 A
	Potência nominal	53kVA (@ 50kW de potência de pico); 48kVA (@ 45kW)	
	Frequência	(50 ± 10%) Hz	(60 ± 10%) Hz
	Rendimento	> 93%	
	Fator de potência	0,98	
Saída DC: CHAdeMO	THD Corrente de Entrada	12,3	
	Tensão	(50 a 500) V dc	
	Corrente	120 A d.c	
	Potência nominal	50kW no pico; 45kW em contínuo	
Saída DC: CCS	Comunicações com veículo elétrico	JEVS G104 - CHAdeMO	
	Cabo	JEVS G105 - CHAdeMO	
	Tensão	(50 a 500) V dc	
	Corrente	120 A d.c	
Saída AC: AC43 (ou AC22)	Potência nominal	50kW no pico; 45kW em contínuo	
	Comunicações com veículo elétrico	PLC	
	Cabo	CCS - Tipo 2	SAE - Tipo 1
	Tensão	(400 ± 10%) AC V	
Isolamento	Corrente	63 A ac (ou 32 A ac)	
	Potência nominal	43kVA (ou 22kVA)	
	Cabo (ou tomada)	IEC62196 Tipo 2	
Armário	Entrada / Saída / Terra	1500 V ac	
	Circuito de Controle / Terra	500 Vac	
	Dimensões (LxPxA)	600 x 600 x 1800 mm	24 " x 24 " x 74,5 "
HMI e Unidade de Comando	Peso	600 kg	1.323 lbs.
	Grau de proteção	IP54, IK10	IP54, IK10, NEMA 3R
	Especificação do leitor de cartões	Mifare Classic 1K & 4K Mifare DESFire EV1 (Outras sob consulta)	
	Interface	Display TFT a cores de 6,4 " botões	
Condições ambientais	Protocolo de Comunicação (outros sob consulta)	Web Services em IP; Router 3G (GSM ou CDMA) OCPP; Efacec; outras	
	Paragem de emergência	sim	
	Temperatura	- 25 ° a +50 ° C	- 13 ° a +122 ° F
	Cold Option (sob consulta)	- 35 ° a +50 ° C	- 31 ° a 122 ° F
Condições ambientais	Húmididade	5% a 95%	
	Local de instalação	Interior / Exterior	
	Altitude	Até 1000m	Até 3280 pés
Ruído	<55 dB em todas as direções		

Fonte: Manual do equipamento.

Considerando que o perfil de carregamento deve ser feito a partir do tempo de 30 minutos para 80% de carga, para ser considerado carga rápida, ainda é necessário verificar se o automóvel possui tal capacidade de carga.

A tecnologia avança de maneira incrível, e com ela a fabricação de baterias, mas nada que leve a diminuir consideravelmente o peso das baterias e seu volume, assim, para ter um maior aproveitamento da carga da bateria, faz-se da seguinte forma: a curva de carga das baterias de lítio pode ser dividida em duas, sendo a primeira delas definida como CC - corrente constante e a segunda denominada CV - tensão constante, o que nem sempre é fácil e viável de se implementar.

O procedimento para carga de baterias utilizando os métodos de Corrente Constante e Tensão Constante é representado na Figura 3.

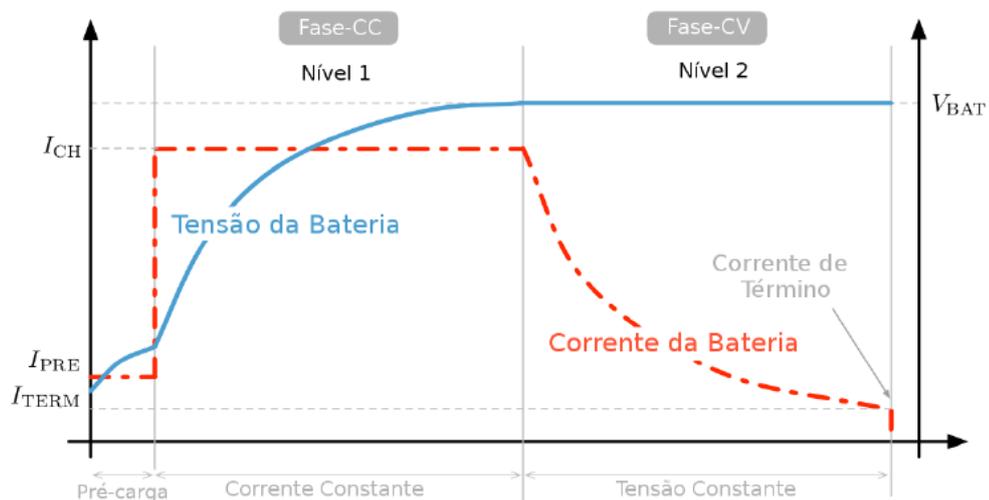


Figura 3 - Perfil de carga de baterias íons lítio. Fonte: Pinto (2016).

Nestes procedimentos temos: o primeiro é normalmente utilizado quando a bateria está totalmente descarregada, o qual faz com que a bateria comece a elevar a tensão, assim que a tensão nominal da bateria é atingida, o carregamento parte para a segunda etapa, a qual mantém a tensão constante nos terminais da bateria, fazendo com que a corrente de carregamento da bateria sofra um decaimento exponencial,

garantindo que bateria tenha uma vida útil maior. A fase de corrente contínua fica cerca de 65% do tempo de carregamento, os 35% do tempo restante ficam por conta da fase da tensão constante. Pinto (2016).

Com essas informações e com a frota não muito elevada da região estudada (Vitória/Espírito Santo), chega-se à conclusão de não haver necessidade, ainda, de construção de espaços específicos, como estrutura de estacionamento próprio para o carregamento dos carros.

Em 2018, foi inaugurado o primeiro eletroposto do estado do Espírito Santo, que ficou localizado em uma das vagas de estacionamento de um shopping no bairro Enseada do Suá, conforme mostrado na Figura 4.



Figura 4 - Primeiro eletroposto do Espírito Santo, em Vitória. Fonte: Folha Vitória (2018).

Outras cidades no interior do estado do Espírito Santo já se estruturam e se preparam para receber, até o final deste ano, novos postos de carregamento. São elas: Cachoeiro de Itapemirim, Venda Nova do Imigrante, Guarapari, Linhares, São Mateus e Nova Venécia. Nestes postos, a previsão de carregamento completo dos veículos deve durar em torno de 1h30.

Atualmente existem outros eletropostos na região estudada, como um na sede da distribuidora de energia, também no bairro Enseada do Suá, mostrado na Figura 5, e

outro na praia de Camburi, no bolsão de estacionamento próximo ao Quiosque 4, representado na Figura 6. O módulo de carregamento presente nessas duas localidades, são capazes de carregar dois carros ao mesmo.



Figura 5 - Eletroposto na sede da distribuidora de energia, em Vitória/ES.

Fonte: Gazeta Online (2018).



Figura 6 - Eletroposto na praia de Camburi, em Vitória/ES. Fonte: Própria.

Para fazer o carregamento é necessário efetuar o registro no site da distribuidora de

energia da região, e aguardar o recebimento do cartão que habilita a estação para o carregamento, o qual possui plugue universal de carregamento de veículos híbridos e também dos puramente elétricos. EDP (2019).

6 DISCUSSÃO

A difusão da utilização de veículos elétricos, embora não enfrente dificuldades relacionadas à tecnologia em si, uma vez que o sistema e todos os processos necessários já são há tempos conhecidos, passa pela questão da adequação de infraestrutura das cidades e principalmente da rede de distribuição de energia, para que suportem a entrada dos mais variados tipos de veículos elétricos e de uma alta demanda de carga.

A busca das montadoras por veículos com maior eficiência energética e a pressão global para atentarem para questão ambiental faz com que haja avanços neste mercado novamente, pois o consumidor já demonstra uma mudança no perfil e em breve exigirá mudanças também por parte dos fabricantes, que tem interesse em renovar a frota por veículos que garantam uma maior segurança energética do que os movidos a combustíveis fósseis, uma vez que não estão sujeitos as políticas e às oscilações do mercado internacional.

Por outro lado, ainda tratando a questão ambiental, deve-se discutir uma maneira eficiente de reciclagem/descarte das baterias utilizadas pelos veículos elétricos, pois ao final de suas vidas úteis, também representarem riscos ao meio ambiente e precisam receber o destino adequado, já que possuem ciclo de vida relativamente curto.

Ainda sobre as baterias, toda informação de carga rápida é feita para 80% de carga porque, neste tipo de carregamento (carga rápida) com tensões elevadas, aquece bastante o pacote de baterias e pode ser prejudicial às próprias baterias e também ao automóvel.

É imprescindível que novas medidas no sentido de melhorar a infraestrutura atual da

rede de distribuição de energia estejam sempre em pauta, para que aos poucos as cidades se preparem para uma tendência que já é realidade. Importante também uma análise em cada caso, e um acompanhamento rigoroso das vendas de veículos elétricos para mensurar o aumento da demanda de energia de cada região, e também a localização mais viável para instalação de postos de carregamento, pois como estudado, podem trazer impactos significativos a rotina da população.

Algumas medidas podem ser adotadas para atenuar o impacto que a recarga simultânea desses veículos pode trazer a rede de distribuição, como a adoção de tarifas mais altas para os horários de maior demanda da rede, ou estabelecer um horário fixo para recarga específica destes veículos, que obrigatoriamente seria diferente do horário de pico de utilização de energia elétrica diária.

Paralelo a isso, a criação de políticas públicas para propagar e viabilizar a comercialização e utilização de veículos que, por fazerem uso de uma energia renovável, principalmente no Brasil, um país marcado por ter a maior parte de sua energia é produzida por fontes renováveis, deveriam favorecer e incentivar a opção pela compra desse tipo de veículo.

Importante observar que, hoje no Brasil, a questão da utilização de veículos elétricos, compete com os programas voltados para o uso do biocombustível, especialmente o etanol, e do petróleo (pré-sal).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos através das pesquisas, é possível confirmar a tendência do mercado global em voltar as atenções para a produção de veículos híbridos e puramente elétricos, pois essa tecnologia vai ao encontro de aos assuntos mais estudados e analisados atualmente que é o aumento da eficiência energética dos veículos, e também a diminuição da emissão de poluentes.

Não se pode deixar de citar que, diante de um mercado dominado por veículos movidos a combustíveis fósseis, a inserção de veículos híbridos, e principalmente dos

puramente elétricos, colabora diretamente com a melhoria da qualidade de vida da população. Poluentes na atmosfera e poluição sonora certamente diminuirão com o aumento da circulação deste tipo de veículo.

Em relação a região estudada, percebe-se que já há uma boa aceitação do público pela utilização de transportes alternativos e movidos a eletricidade, como patinetes e bicicletas elétricas, o que pode significar uma mudança mais rápida no perfil do mercado de automóveis local.

No Brasil ainda há um grande conjunto de políticas de incentivo à produção e comercialização de veículos elétricos que poderiam ser adotadas, mas ainda não foram devido a manutenção do paradigma do mercado automobilístico, que impede o aumento do espaço para veículos mais limpos e mais eficientes. A eletrificação dos veículos aparece como uma das principais opções para renovação da frota produzida e a reconfiguração do mercado global e brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABVE. **Associação Brasileira do Veículo Elétrico**. São Paulo, SP, 2017.

Disponível em: <<http://www.abve.org.br/ipva-para-veiculos-eletricos/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa Nº 819, De 19 De Junho De 2018**. [S. /], [2018]. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2018819.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.

BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro; **A Introdução De Veículos Elétricos No Brasil: Avaliação Do Impacto No Consumo De Gasolina E Eletricidade**, Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2012, 124p.

BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro; **Veículos elétricos: História e Perspectivas no Brasil**, XIII Congresso Brasileiro de Energia, BNDES Setorial 33, p. 207-224, 2010.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; BARROS, Daniel Chiari; VEIGA, Suzana Gonzaga da; **Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global**. BNDES Setorial, n. 37, Rio de Janeiro, RJ, 2013, p. 443-496

EDP Brasil. Espírito Santo, ES, 2019. Disponível em:

<<http://www.edp.com.br/noticias/edp-e-fines-inauguram-posto-de-recarga-de-veiculos-eletricos-na-praia-de-camburi>>. Acesso em: 20 out. 2019.

HOYER, K. G. **The History of Alternative Fuels in Transportation: The Case of electric and Hybrid Cars**. Utilities Policy. S/I: Elsevier, 2008.

- INEE. **Instituto Nacional de Eficiência Energética**. Rio de Janeiro, RJ, 2019. Disponível em: <http://www.inee.org.br/veh_sobre.asp?Cat=veh>. Acesso em: 20 out. 2019.
- PINTO, Fabio Antonio Vieira. **Um Modelo Para Dimensionamento De Postos De Recarga Rápida Para Veículos Elétricos Baseado No Perfil De Carga Das Baterias De Íons De Lítio**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2016, 193p.
- STRUBEN, J.; STERMAN, J. D. **Transition Challenges For Alternative Fuel Vehicle And Transportation Systems**. Massachusetts Institute of Technology. Engineering Systems Division, 2006.
- VAZ, Luiz Felipe Hupsel; BARROS, Daniel Chiari; CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; **Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento**. BNDES Setorial 41, Rio de Janeiro, RJ, 2015, p. 295-344.

MULTIVIX

VITÓRIA