
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST¹
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
FLÁVIO SILVA DO REGO

TCC:
**ESTUDO SOBRE O APRIMORAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA
ELÉTRICA UTILIZANDO A TECNOLOGIA SMART GRID**

LAGES
2020

¹ Os argumentos e estrutura do TCC estão nos passos metodológicos do livro de metodologia, p.44 a p.53: RODRIGUES, Renato. Gonçalves, José Correa. **Procedimento de metodologia científica**. 9.ed. Lages, SC. PAPERVEST. 2020. Disponível em Material Acadêmico UNIFACVEST, Biblioteca Física UNIFACVEST ou prpe@unifacvest.edu.br.

FLÁVIO SILVA DO REGO

TCC:
ESTUDO SOBRE O APRIMORAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA

Relatório de TCC apresentado ao
Centro Universitário UNIFACVEST,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Prof.(a) orientador (a):
Franciéli Lima de Sá Biasiolo
Prof.(a) Co-orientador (a):
Silvio Moraes de Oliveira
Coordenador do Curso:
Franciéli Lima de Sá Biasiolo.

FLÁVIO SILVA DO REGO

TCC:
ESTUDO SOBRE O APRIMORAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA
UTILIZANDO A TECNOLOGIA SMART GRID

Relatório de TCC apresentado ao
Centro Universitário UNIFACVEST,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Elétrica.

Prof.(a) orientador (a):
Francieli Lima de Sá Biasiolo
Prof.(a) Co-orientador (a):
Silvio Moraes de Oliveira
Coordenador do Curso:
Francieli Lima de Sá Biasiolo.

Lages, SC 08 / 07 / 2020 Nota 7,0 Francieli Lima de Sá Biasiolo
(data de aprovação) (assinatura do orientador- assinatura-digital ou scanner)

Francieli Lima de Sá Biasiolo
(coordenador do curso de graduação, nome e assinatura-digital ou scanner)

Artigo apresentado ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Flávio Silva do Rego
NOME DO ALUNO

Estudo sobre o Aprimoramento da Distribuição
da Energia Elétrica Utilizando a Tecnologia Smart
Grid.
TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Eng. Eletricista Francieli Lima de Sá Biasiolo
Titulação e nome do Orientador (a)

Msc. Eng. Eletricista Silvio Moraes de Oliveira
Titulação e nome do Co-orientador (a)

Eng. Leandro Fucci Macedo
Titulação e nome do Avaliador (a).

Francieli Lima de Sá Biasiolo
Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a).

Lages, 08 de julho de 2020.

ESTUDO SOBRE O APRIMORAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO A TECNOLOGIA *SMART GRID*

Flávio Silva do Rego ¹

Silvio Moraes de Oliveira²

Franciéli Lima de Sá³

RESUMO

Tendo em vista a necessidade de abordar sobre o sistema de energia elétrica e seu desenvolvimento tecnológico, com ênfase na implantação do conceito de Rede Elétrica Inteligente (REI) no mesmo, pesquisou-se o estudo sobre a viabilização de um supervisionamento do consumo elétrico para o aprimoramento da distribuição de energia elétrica utilizando o conceito de rede elétrica inteligente, a fim de validar inovações no sistema de distribuição de energia, contribuindo com o desenvolvimento do conceito para as áreas acadêmica e econômica. Para tanto, é necessário contextualizar o sistema de energia elétrica e a implantação do REI no mesmo, atribuir o impacto do conceito no sistema de distribuição de energia elétrica, indicando as aplicações das tecnologias, onde estuda a viabilização de um sistema supervisor do consumo elétrico como inovações para a atualização do setor. Realizou-se então, uma pesquisa com procedimentos bibliográficos, documentais e abordagem qualitativa. Diante disso, verificou-se as atualizações nas etapas do sistema elétrico de energia e na sua estrutura, a implantação de novos dispositivos e tecnologia no mesmo, possibilitando enfatizar estudos na área de distribuição de energia elétrica e com isso destacar sua evolução, o que impõe a constatação de que há evoluções tecnológicas no setor.

Palavras-chave: Rede Elétrica Inteligente, Atualização, Sistema de Distribuição de Energia Elétrica.

¹Aluno de graduação do curso de Engenharia Elétrica - UNIFACVEST.

E-mail: flavio.r11@aluno.ifsc.edu.br

² MSc. Eng. Eletricista e Professor do curso de Engenharia Elétrica - UNIFACVEST.

E-mail: silviomoliveir@gmail.com

³Dra. Eng. Eletricista, Professora e coordenadora do curso de Engenharia Elétrica - UNIFACVEST. E-mail: francieliimadesa@gmail.com

ABSTRACT

In view of the need to address the electric energy system and its technological development, with an emphasis on the implementation of the Intelligent Electric Grid (REI) concept, the study on the feasibility of supervising electrical consumption for the improvement of electricity distribution using the concept of intelligent electric grid, in order to validate innovations in the energy distribution system, contributing to the development of the concept for the academic and economic areas. Therefore, it is necessary to contextualize the electric power system and the implementation of the REI in it, to attribute the impact of the concept on the electric power distribution system, indicating the applications of technology, where it studies the feasibility of a supervisory system of electric consumption as innovations for updating the sector. A research was then carried out with bibliographic, documentary procedures and a qualitative approach. Therefore, there were updates in the stages of the electric energy system and its structure, the implementation of new devices and technology in it, making it possible to emphasize studies in the area of electricity distribution and thereby highlight its evolution, which imposes the finding that there are technological developments in the sector..

Keywords: Intelligent Electric Grid, Update, Electricity Distribution System.

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade presente no nosso cotidiano advém de diversas potenciais fontes geradoras, transmitidas pelo Sistema Elétrico de Potência (SEP) até serem distribuídas para os consumidores finais. Esse sistema a décadas vem se atualizando com intuito de aumentar a qualidade da eletricidade aos consumidores, esse processo de atualização recebe o nome de *Smart Grid*, entendida como Rede Elétrica Inteligente.

Falcão (2010), qualifica essa expressão como um conceito tendo como intuito inserir tecnologias de automação, computação e comunicação na rede elétrica, visando controle e a otimização no Sistema de Energia elétrica (SEE),

empregada na estrutura destinada a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

A Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2012), apresenta um estudo da *Energy Retail Association* do Reino Unido de 2012 onde a mesma mapeia cerca de 250 projetos no mundo nas quais agregam o conceito de Redes Elétricas Inteligentes (REI), como apresenta a figura 1.

Figura 1 – Mapa dos projetos REI no mundo.



Fonte: CGEE 2012.

Esses projetos visam solucionar desde problemas apresentados na estrutura quanto adicionar comodidade tanto para as empresas as quais operam a rede como para os usuários.

Nessa perspectiva, diante das evoluções tecnológicas no setor, percebe-se a necessidade do estudo sobre o aprimoramento da distribuição da energia elétrica utilizando o conceito de Rede Elétrica Inteligente.

Por tanto indaga-se: Quais são as evoluções tecnológicas e suas melhorias no setor de distribuição de energia elétrica?

Então, o objetivo geral da pesquisa tem como proposta: Estudo para validação das inovações no sistema de distribuição de energia, contribuindo com o desenvolvimento do conceito REI para as áreas acadêmicas e econômicas.

Para isso, foram delineados os seguintes objetivos específicos: Contextualizar o Sistema Elétrico de Energia e a implantação do conceito de

Smart Grid no mesmo; atribuir os impactos do conceito na área de distribuição de energia elétrica e viabilizar a pesquisa agregando as inovações pertinentes ao assunto.

Logo, parte-se do pressuposto que o conceito agrega desenvolvimento para as etapas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Contribuindo para as evoluções de cada um com sua particularidade.

Assim, para assegurar o teste de hipótese, realiza-se uma pesquisa de finalidade básica estratégica, através de pesquisas, sob o método hipotético-dedutivo, com abordagem qualitativa e realizada com procedimentos bibliográficos e documentais.

Na primeira seção, são contextualizados o sistema elétrico de energia, bem como os benefícios da implantação do REI a cada etapa do mesmo.

Logo após, realiza-se a atribuição e impactos do conceito no sistema de distribuição de energia elétrica, indicando aplicações das tecnologias e suas descrições.

Por fim, faz-se a viabilização da pesquisa dispondo inovações para atualização das tecnologias empregadas no sistema de distribuição.

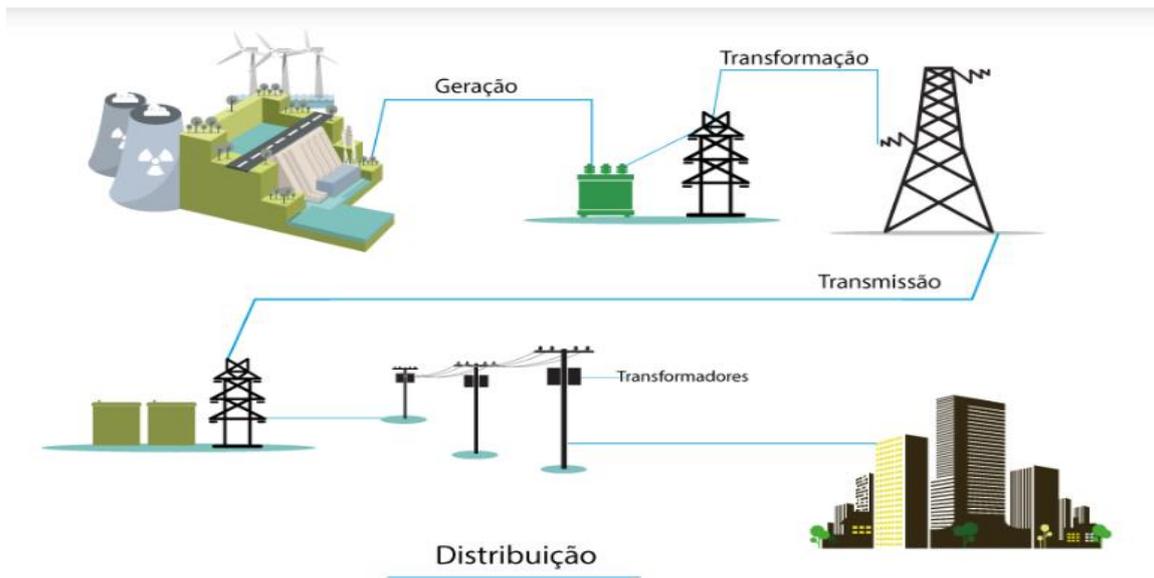
Então, conclui-se que os objetivos são atendidos e a pergunta respondida com a confirmação da hipótese, indicando as evoluções tecnológicas no setor de distribuição de energia elétrica contribuindo para o desenvolvimento do conceito em cunho acadêmico e econômico.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Como caracteriza a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2009), o sistema de energia elétrica (SEE), é o conjunto de estrutura formados por elementos como: fios e cabos condutores de energia, isoladores, transformadores, subestações e seus equipamentos, aparelhos, dispositivos e demais meios e equipamentos destinados a produção da energia elétrica.

Para usufruir da eletricidade e seus benefícios, a mesma passa por alguns processos, até chegar ao ponto de consumo tanto em indústria, comércio, como para residência, como ilustra a figura 2, a seguir:

Figura 2 – Etapas do processo do sistema de Energia Elétrica (SEE).



Fonte: A GERADORA 2020.

Onde VASCONCELOS (2017), qualifica o processo de produção de energia elétrica nas seguintes etapas:

2.1.1 GERAÇÃO;

A geração da energia elétrica é a transformação do potencial de fontes energéticas em energia elétrica que podem ser oriundas de fontes hídricas, térmicas, eólicas, etc, através de uma máquina que transforma a energia cinética em energia elétrica.

2.1.2 TRANSMISSÃO;

A característica da transmissão no SEE é a conexão entre as fontes geradoras e os usuários finais. Esses sistemas são constituídos por LTs (Linhas de transmissão), componentes de proteção e que auxiliam no transporte (relés, disjuntores, torres, cabo condutores, isoladores, para-raios etc.), e subestações, onde falhas nesse setor podem provocar perturbações sistemáticas resultando em desligamento de parte ou todo o sistema elétrico (SE).

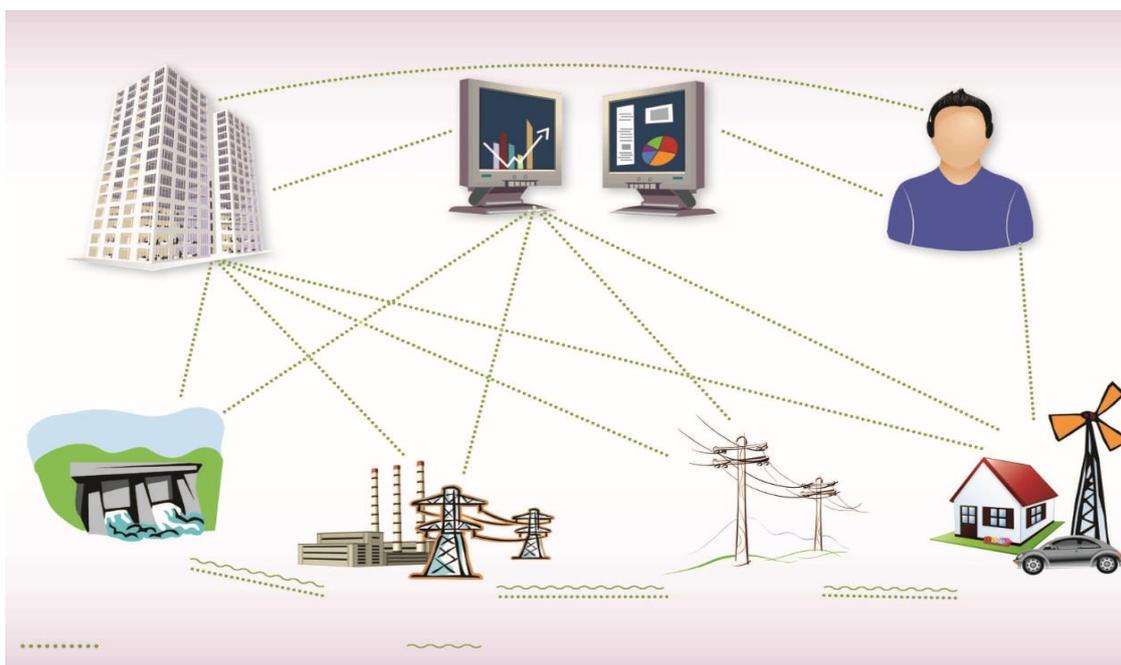
2.1.3 DISTRIBUIÇÃO;

A distribuição de energia elétrica é destacada desde a saída das subestações até ao consumidor e são inseridos como parte no SEP, onde seus consumidores são classificados por classe/subclasse, conforme ao seu consumo.

2.2 REDE ELÉTRICA INTELIGENTE

Tendo em vista as falhas apresentado na rede TOLEDO (2012), caracteriza REI como uma solução de otimização e gerenciamento desse sistema, atuando para o melhor funcionamento em causas de falhas ou otimização da eletricidade, dispondo da tecnologia de automação para monitorar e gerenciar o transporte da eletricidade das demais fontes de geração até o consumidor final os associando a cada parte do sistema em si, como ilustra a figura 3 a seguir:

Figura 3 - Estrutura de representação das partes que vincula o sistema SEE.



Fonte: CEMIG 2020.

Assim, FALCÃO (2009), define o conceito como “sobreposição dos sistemas unificados de comunicação e controle, à infraestrutura de energia elétrica existente otimizando o suprimento de energia, minimizando perdas de várias naturezas no setor”, respeitando seus estágios. Assim o mesmo

contextualiza esse conceito instalado conectando-os à cada etapas do SEE de modo introdutório a viabilizar a apresentação e estudo.

2.2.1 GERAÇÃO;

As mudanças decorrentes nessa área foi a pluralização de novas fontes de GD (Geração Distribuída), tais como: Biomassa, eólica e solar, atualizando o conceito de geração e localizando as fontes mais próximas ao consumidor, onde necessitam-se de técnicas inteligentes para conservação da qualidade da energia.

2.2.2 TRANSMISSÃO;

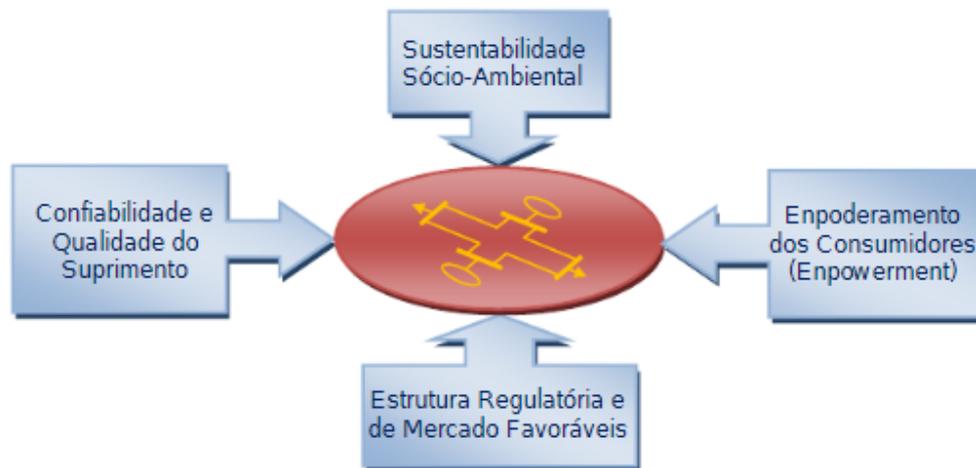
O setor conta com desenvolvimentos nas áreas de monitoração de ativos; monitorando simultaneamente o funcionamento das linhas de transmissão, transformadores, etc. controles eletrônicos inteligentes; na utilização de dispositivos tais como HVDC, FACTS, SVS, etc. Proteções; com sistemas auto adaptativos de proteção permitindo o reajuste on-line. Além da automação de subestações; com a integração das evoluções citadas utilizando padrões de comunicação e transferências de dados.

2.2.3 DISTRIBUIÇÃO;

Os mais beneficiados pela tecnologia *Smart Grid* e foco do estudo, visa inovações importantes na atualização de um novo padrão de medidores eletrônicos, *Smart Meter*, nas quais viabiliza inovações como: *AMI (Advanced Metering Infrastructure)*; Detecção e isolamento de falhas; Controle coordenado de tensão e fluxo de reativos. Propondo a leitura automática da demanda do consumidor, conexão e desconexão do mesmo, reconfiguração e restauração de serviços. Propondo ao consumidor um papel mais ativo na monitoração do seu consumo elétrico.

Desse modo propõe-se as evoluções no sistema de energia elétrica, identificando os fatores motivadores da inserção do conceito no mesmo, como mostra a figura 4, a seguir.

Figura 4 – Fatores motivador da introdução do conceito REI.



Fonte: Falcão 2009.

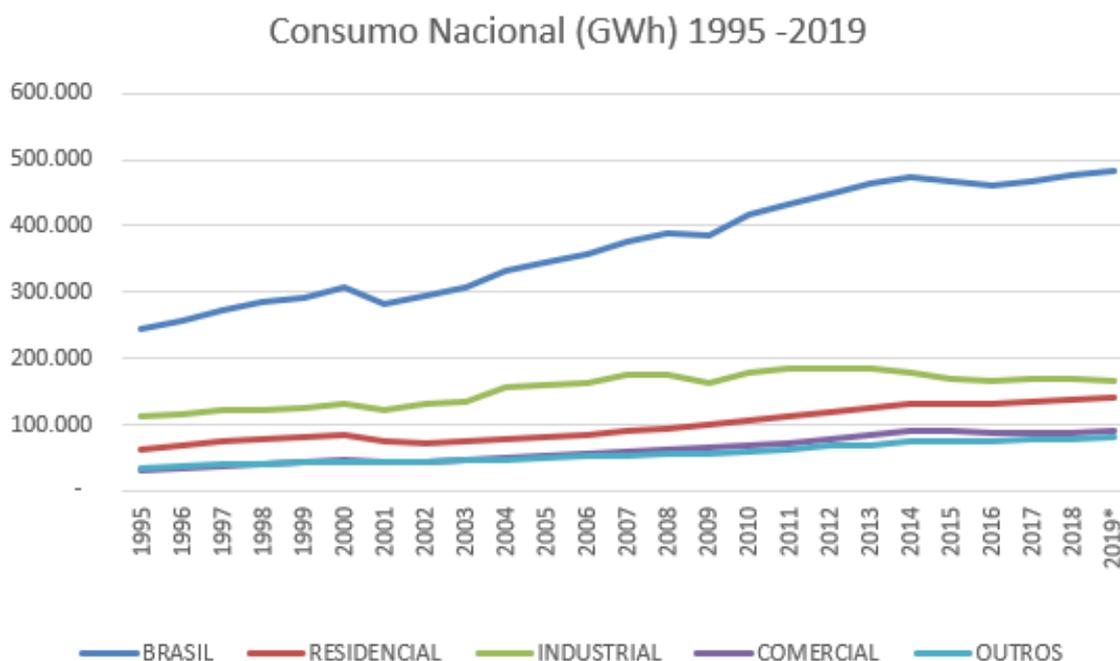
3 REDE ELÉTRICA INTELIGENTE NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA

A *Smart Grid*, redes elétricas inteligentes, são capazes de atender a necessidade dos usuários com a capacidade dos geradores, otimizando e gerenciando a eletricidade durante sua trajetória.

Com isso, LEITE e CRUZ (2017), atentam sobre os benefícios do conceito no SEE, onde parte ainda é composto por instalações antigas. Desse modo, as tecnologias agregam tanto para as atualizações das estruturas, com benefícios das tecnologias de comunicação e controle, crescimento da geração de energia limpa e preocupação com o meio ambiente, quanto para os empecilhos que podem surgir.

Um desses empecilhos pode ser causado pelo excesso do consumo de energia elétrica, onde vem aumentando cada dia mais. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) disponibiliza dados sobre o consumo de energia elétrica nacional dos últimos 24 anos, entre 1995 a 2019, de cada setor particularmente. Caracterizando um crescimento no que rege o consumo total dos setores, com uma média de 3,28% ao ano, com destaque ao comercial que fechou com média de 5,04% ao ano, como configura o gráfico 1, a seguir.

Gráfico 1 – Consumo Nacional de energia elétrica na rede por classe: 1995 – 2019.



Fonte: EPE 2020, adaptada em Excel.

Logo, o crescimento do consumo resulta no aumento sobre a demanda de energia elétrica, conseqüentemente maior desempenho das estruturas e do sistema. Desse modo criando a necessidade de gerar mecanismo de eficiência energética e conservação de energia.

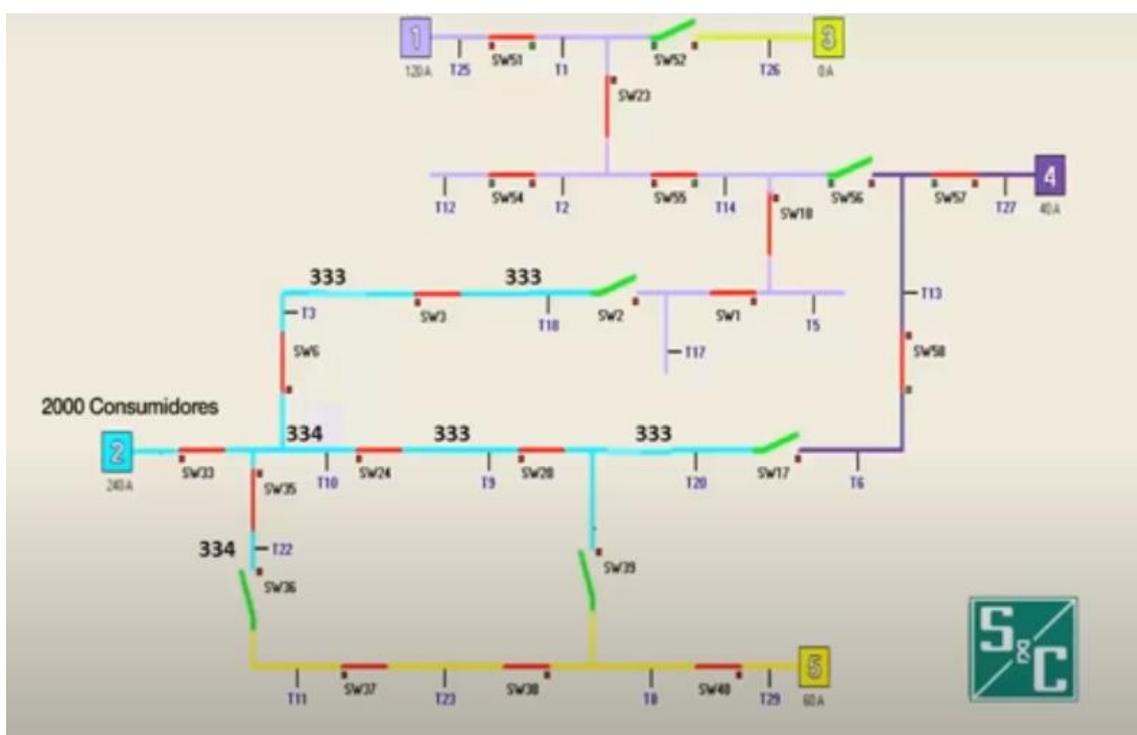
BRITO (2016), classifica a eficiência energética e conservação de energia como “[...] um mecanismo de redução de custos e impacto ambiental e incentiva, inclusive, outras melhorias, como por exemplo a qualidade.” Usufruindo de melhorias da Smart Grid capazes de equiparar quantidade de energia disponibilizada em uma determinada atividade e a demanda para a sua realização.

3.1 SELF HEALING

Como visto, parte dos avanços tecnológicos nos quais reúnem os conceitos REI propõem soluções pertinentes a consequência do aumento da demanda, falhas e empecilho no sistema de distribuição de energia.

Dentre os avanços tecnológicos nesse setor existem propostas como, *Self Healing*, que se caracteriza pela sua aplicabilidade no setor de distribuição, cooperando em avanços de qualificação da eficiência energética, conservação de energia e serviços de suporte no setor, como mecanismo para soluções em problemas, como apresentado na figura 5, abaixo:

Figura 5 – Diagrama unifilar de um sistema de distribuição convencional

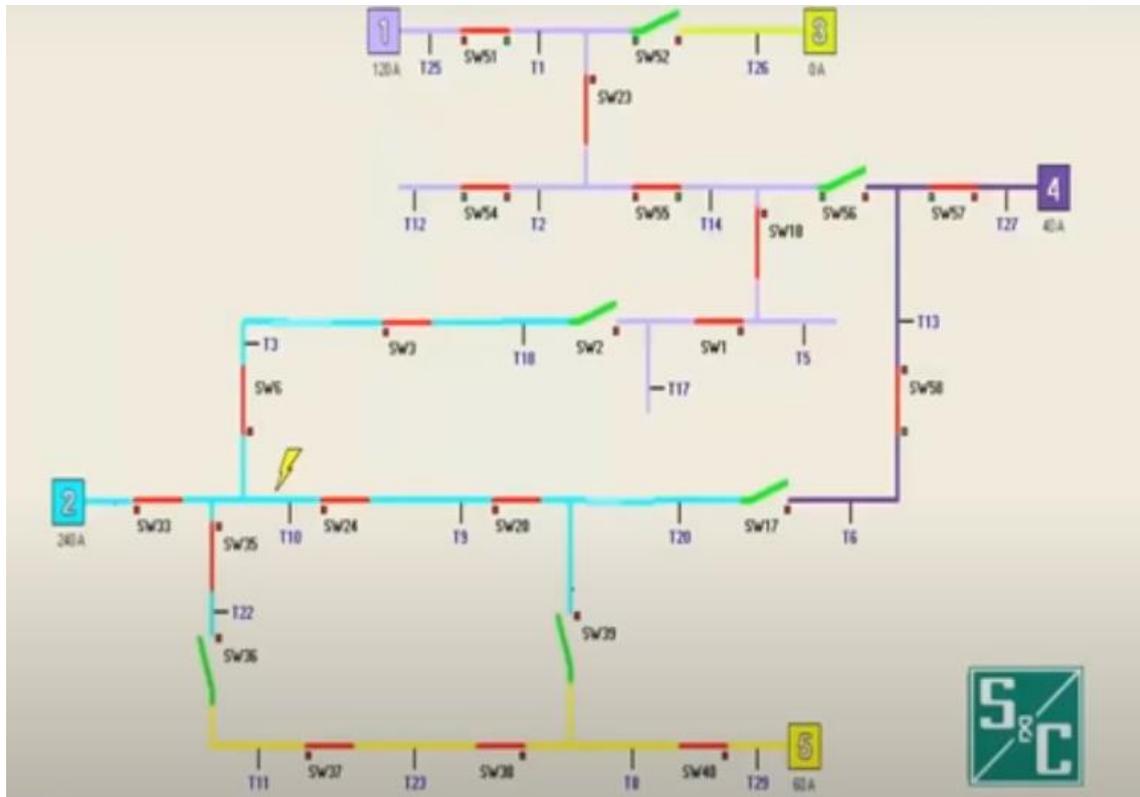


Fonte: Sand Celectric 2014.

A acima, vê-se a representação de um esboço de diagrama unifilar de distribuição convencional, representando as linhas principais, alimentadores, que passam pelas principais vias, normalmente a 3 cabos e grandes chaves, representados em vermelhos dando continuidade e verdes barrando passagem de corrente. Essas chaves não medem nenhum tipo de grandezas, pouco menos processamento ou comunicação, as mesmas são operadas manualmente. O sistema apresenta 5 subestações, enumeradas em cada caixa, as quais fornecem energia a seus alimentadores representados por sua cor. Esse

diagrama não esboça um sistema real, mas mostra de forma real possíveis falhas em um sistema.

Figura 6 – Falha do sistema de distribuição da subestação 2



Fonte: Sand Celectric 2014.

Logo na figura 6, é proposto uma falha no alimentador da subestação 2, para que assim seja entendido que o mecanismo *Self Healing* propõe a solução da falha, área de desgastes e normalização do serviço em menos tempo e maior eficácia, minimizando as perdas causadas pelo serviço convencional como propõe Northcote-Green, Wilson (2007).

Segundo LEITE e CRUZ (2017), A *Self Healing* consiste em propiciar o aumento da confiabilidade do suprimento de energia, como respostas ao controle e distribuição, isolamento de falhas mediante a comandos para os equipamentos encarregados pelo seccionamento, agindo em componentes individuais de automação, com as devidas alterações na topologia da rede elétrica, de modo autônomo e rápido, com intuito de possibilitar novas vias alternativas para o fluxo de potência, tendo em vista alcançar uma otimização

total da rede, minimizando o número de consumidores afetados e os tempos de reposição do serviço.

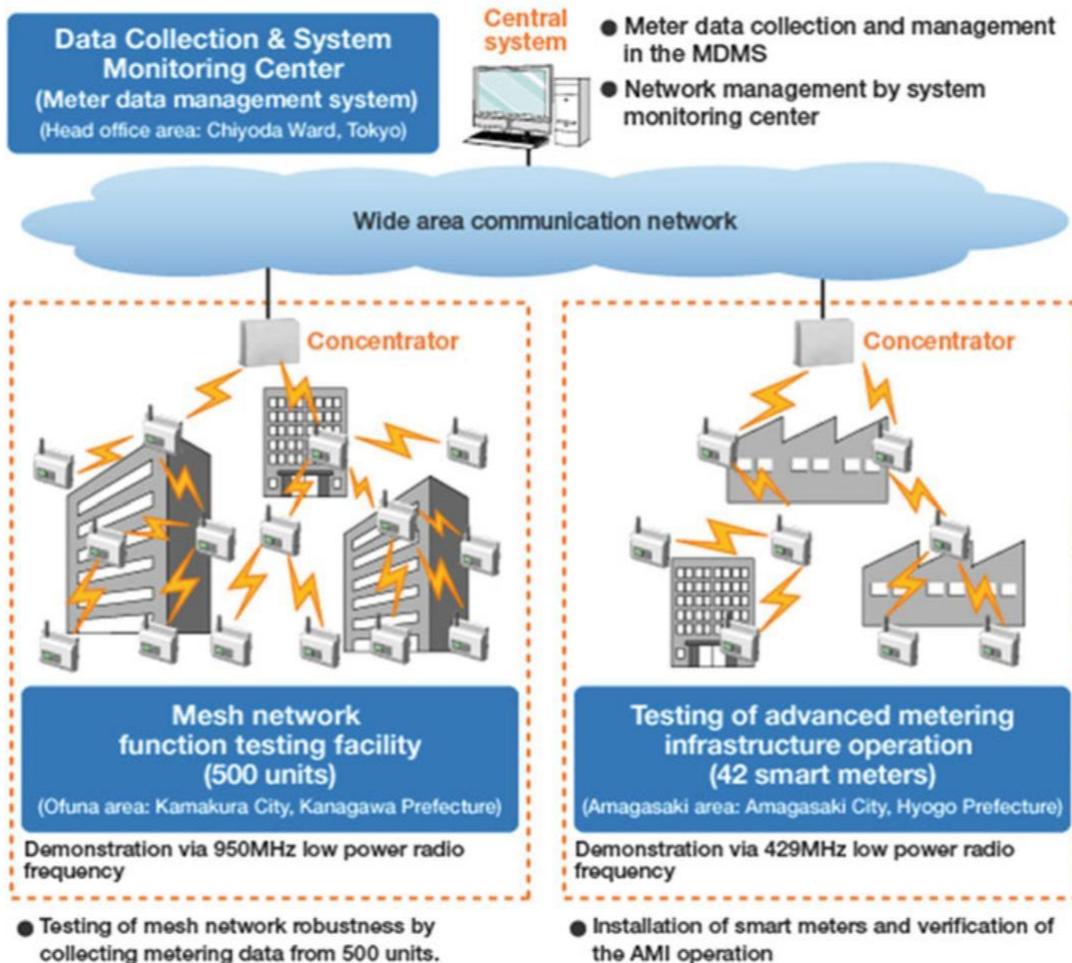
3.2 SMART METER

A *Smart Meter* é mais um mecanismo como evolução encontrado no sistema de distribuição, sendo solução de atualização para o convencional medidor eletromecânico de kWh, com detecção e isolamento automático de faltas, reconfiguração e restauração de serviço, controle coordenado de tensão e fluxo de reativos e Integração da geração distribuída e da microgeração.

Segundo SHAFIULLAH, AMANULLAH, et al. (2013), essa evolução conta com uma estrutura de monitoramento do consumo do usuário, onde fazem comunicação sem fio de um medidor ao outro, obtendo informações relevantes sendo útil para reduzir o tempo necessário para adquirir dados.

Esse tipo de estrutura recebem o nome de *AMI (advanced metering infrastructure)* sendo já uma atualização da *AMR (Automatic Meter Reading)*, formados por medidores inteligentes interligados a um sistema de supervisionamento e utilizadas pelas empresas atualmente, como ilustra a figura 7, a seguir.

Figura 7 – Infra estrutura avançada de medição para empresas de energia elétrica.



Fonte: SHAFIULLAH, AMANULLAH, et al. 2013.

3.3 SISTEMA DE PROPOSTO

Tendo em vista que as aplicações do conceito agregam melhorias ao sistema de distribuição de energia elétrica, estabelecendo, de modo resumido, a redução de custos aos envolvidos no sistema, propõe-se ao usuário que pretende reduzir seus gastos com consumo elétrico por meio de sistema supervisorio, onde através de um sistema simplificado de sensores e microcontrolador o usuário poderá ter acesso ao seu consumo de energia elétrica, de modo confiável e econômico.

3.3.1 SENSORES

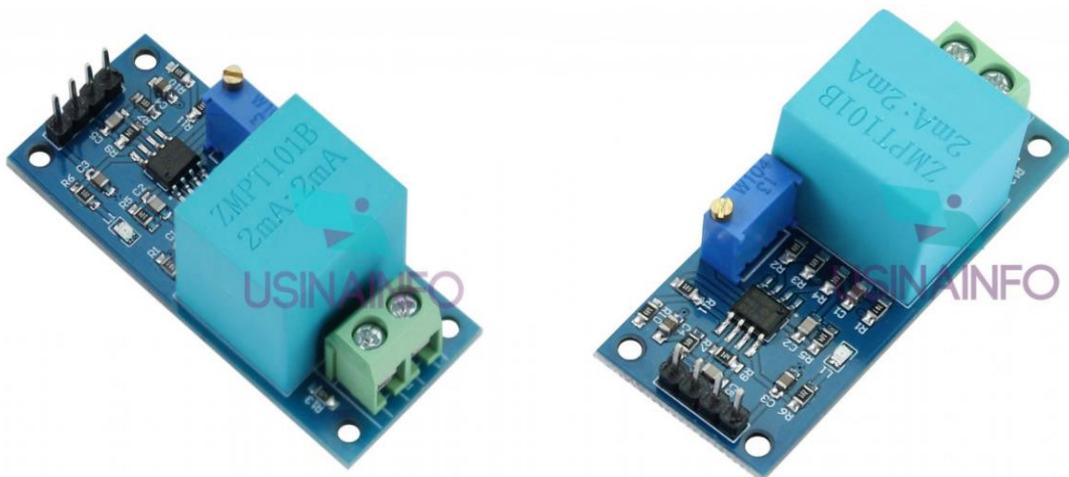
Sensores são dispositivos físicos programados para responder um estímulo, assim mensurando uma grandeza presente no ambiente. No projeto

propõe-se sensores para a medição do fluxo de corrente e tensão do ambiente, com características simplificadas e de fácil entendimento.

3.3.1.1 SENSOR DE TENSÃO

Esse dispositivo é responsável pela medição do fluxo de tensão do ambiente. O propósito ao ofertar esse sensor para solução é dispor do seu sistema como indicador de tenção de rede, sugerido na figura 8, a seguir.

Figura 8 – Sensor de tensão AC Zmpt101b



Fonte: Filipe Flop 2020.

3.3.1.2 SENSOR DE CORRENTE

Esse sensor com função de ler do fluxo de corrente agrega a solução proposta uma leitura simplificada, detalhada e não invasiva, visto que não é necessária nenhuma alteração na estrutura elétrica do ambiente para a coleta de dados, como visto na figura 9, a seguir.

Figura 9 – Sensor de corrente AC 100A Sct-013-000

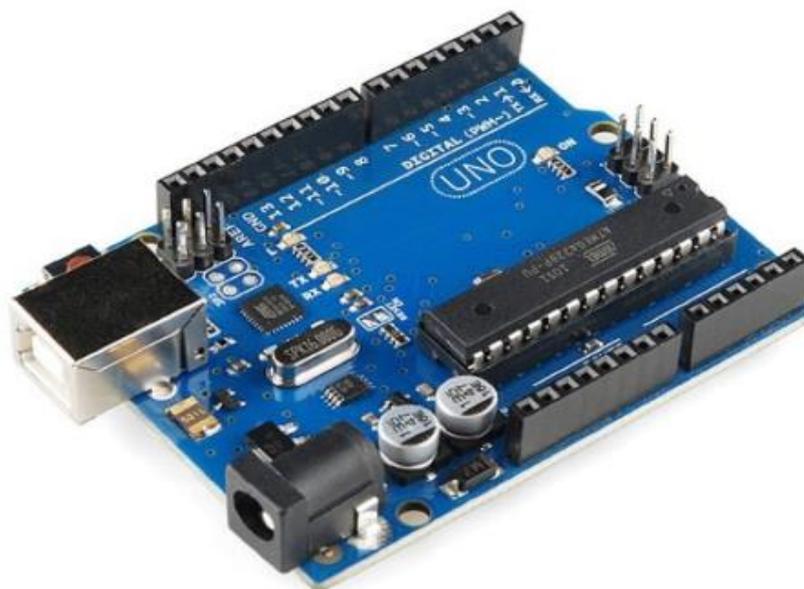


Fonte: Filipe Flop 2020.

3.3.2 MICROCONTROLADOR

Esse dispositivo consiste em captar as informações desejadas, processá-las e através de uma programação estabelecida realizar uma função. Para o estudo viabilizou-se o Arduino, uma plataforma *open source* ou hardware para prototipagem eletrônica, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte para entrada/saída dados já embutido, com linguagem de programação padrão baseado no em C/C++, por sua forma bem simples, capacidade de comunicação com os sensores propostos, popularidade, simplicidade e custo benefício, como mostra a figura 10, a seguir.

Figura 10 – Arduino Uno R3



Fonte: Filipe Flop 2020.

3.3.3 CUSTO DO SISTEMA

A implantação do sistema proposto simplificado de um supervisionamento do consumo elétrico, formado pelos componentes mencionados anteriormente, tem-se um ótimo custo benefício, comparado com os sistemas complexos no qual utiliza da mesma tecnologia. Logo, podemos classificar esses sistemas como AMI, por disporem de uma estrutura rígida de comunicação. Já o sistema proposto, tem uma característica de AMR e sua estrutura é mais simples, porém confiável para sua função e seu custo pode ser conferido na tabela 1, abaixo.

Tabela 1 – Custo do sistema proposto.

COMPONENTES	VALOR UNITÁRIO EM (R\$)	VALOR TOTAL EM (R\$)
Sensor de tensão AC Zmpt101b	33,90	33,90
Sensor de corrente AC 100A Sct-013-000	45,90	45,90
Arduino	69,90	69,90
Programação	70,00	70,00
Instalação	80,00	80,00
VALOR TOTAL	-	299,70

Fonte: Própria do autor.

O custo de implantação pode variar, levando em conta que os mesmos componentes sendo importados tem um custo ainda menor e sem risco na taxação de importação, a instalação e a programação são simples podendo ser excluídos os custos e minimizando ainda mais o valor gasto para implantação do supervisionamento.

Após a instalação do sistema na rede, os sensores serão capazes de ler o fluxo de corrente e tensão, desse modo com uma relação entre é possível obter a potencia em Watts (W) sendo o consumo elétrico do local, através desse valor o usuário do sistema pode acompanhar simultaneamente o consumo, podendo estabelecer quanto vai consumir conforme o valor lido.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar o estudo de viabilização constatou-se a necessidade de abordar sobre o sistema de energia elétrica e seu desenvolvimento tecnológico, com ênfase no setor de distribuição de energia elétrica. Onde, apresentou a importância de um estudo sobre a viabilização de um supervisionamento do consumo elétrico para o aprimoramento da distribuição de energia elétrica utilizando o conceito de rede elétrica inteligente.

Diante disso, o estudo teve como objetivo geral: a validação de inovações no sistema de distribuição de energia e um estudo sobre um supervisionamento do consumo elétrico, contribuindo com o desenvolvimento do conceito de Rede Elétrica Inteligente para as áreas acadêmica e econômica. Constatando-se que objetivo geral foi atendido, logo que efetivamente o estudo conseguiu caracterizar as inovações no setor de distribuição e identificar componentes capacitados para o supervisionamento do consumo elétrico de energia.

Onde, o objetivo específico inicial foi contextualizar o SEE e a implantação do conceito REI no mesmo, atendidos nas primeiras seções logo no momento que se classificou todo o SEE e as suas inovações em cada setor.

Com isso, o segundo objetivo específico tinha como característica realizar atribuições e impactos do conceito REI no sistema de distribuição de energia elétrica, indicando as aplicações e descrições da tecnologia, sendo alcançado

no decorrer da pesquisa à proporção que apresentava as inovações e suas aplicabilidades.

Já o terceiro objetivo específico foi avaliar um estudo de aplicação de um sistema para o supervisionamento do consumo elétrico, dispondo dispositivos capazes de realizar tal função, sendo atendido na última seção do estudo.

Dessa maneira, obteve-se a resposta para o problema com as evoluções tecnológicas no setor de distribuição de energia elétrica

Assim a principal característica no estudo foi apresentar de modo sucinto aplicação do conceito de Rede Elétrica Inteligente, onde e como são aplicados, além de dispositivos capacitados para possibilitar aplicações, como no sistema proposto, caracterizados com o conceito REI, de estrutura simplificada, componentes de qualidade e de custo benefício baixo.

No entanto, diante das limitações observou-se que a restrição do estudo foi apresentar os assuntos envolvidos, assim abrindo portas para estudos seguintes como complemento do mesmo, analisando os aspectos técnicos das tecnologias, ferramentas, dispositivos ou até mesmo a aplicação do sistema proposto.

5 REFERÊNCIAS

A GERADORA. **COMO A ENERGIA ELÉTRICA CHEGA ATÉ SUA CASA.** A GERADORA. Disponível em: <<https://www.ageradora.com.br/como-a-energia-eletrica-chega-ate-sua-casa/>>. Acesso em: 20 ABRIL 2020.

ALTOÉ, L. et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **DILEMAS AMBIENTAIS E FRONTEIRAS DO CONHECIMENTO II**, São Paulo, 2016.

ANEEL. SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA. **AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA**, 2009 Disponível em: <<https://bit.ly/3dS6Dz7>>. Acesso em: 10 ABRIL 2020.

BRITO, J. L. G. D. **Sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica particular, em tempo real e não invasivo utilizando a tecnologia Arduino**, Londrina-PR, 2016.

CEMIG. **O Que são as Redes Inteligentes de Energia.** CEMIG. Disponível em: <<https://bit.ly/3dQ4jZx>>. Acesso em: 25 ABRIL 2020.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS CGEE, Série documentos técnicos Nº 16, **Redes Elétricas Inteligentes: contexto nacional**, Brasília, 2012.

EPE. **Consumo de Energia Elétrica**. Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/consumo-de-energia-el%C3%A9trica>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

EPE. **Empresa de Pesquisa Energetica**. Ministerio de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 2016.

FALCÃO, D. M. **Integração de Tecnologias para Viabilização da Smart Grid**. III Simposio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2010

Falcão, D. M. "**Smart Grid e Microrredes: O Futuro já é Presente**" Anais do VIII SIMPASE, Rio de Janeiro, 2009.

FILIPE FLOP. **Loja Virtual FilipeFlop**, 2020. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/categoria/arduino/>>. Acesso em: 25 Junho 2020

GM Shafiullah, MT Amanullah, ABM Shawkat Ali, P. Wolfs e MT Arif, **Redes inteligentes: desenvolvimentos e tendências de oportunidades**, Londres, Reino Unido: Springer, 2013.

LEITE, J. V. D. A.; CRUZ , A. F. D. S. **ESTUDO E APLICAÇÃO DA SMART GRID NO SISTEMA ELÉTRICO**. XVI SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, UNIFACS, 2017.

TOLEDO , F. **Desvendando as Redes Elétricas Inteligentes**. Rio de Janeiro : Rosa Maria Oliveira de Queiroz, 2012.

VASCONCELOS , F. M. **Geração, transmissão e distribuição de energia**. Londrina-PR, 2017.

WILSON, Green. **Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems**. Florida Pensacola: Taylor & Francis, 2006.