

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ  
LUCAS DOS SANTOS ROSSI**

**VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO RELIGADOR MONOFÁSICO  
ELETRÔNICO NAS REDES ELÉTRICAS**

**CASCADEL  
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ  
LUCAS DOS SANTOS ROSSI**

**VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO RELIGADOR MONOFÁSICO  
ELETRÔNICO NAS REDES ELÉTRICAS**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso II.  
**Orientador: Prof. Esp. Maycon Roberto Boeing.**

**CASCADEL  
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ  
LUCAS DOS SANTOS ROSSI**

**VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO RELIGADOR MONOFÁSICO  
ELETRÔNICO NAS REDES ELÉTRICAS**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Elétrica, do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, sob orientação do Professor Especialista Maycon Roberto Boeing.

**BANCA EXAMINADORA**



\_\_\_\_\_  
Orientador Maycon Roberto Boeing  
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz



\_\_\_\_\_  
Helder José Costa Carozzi  
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz



\_\_\_\_\_  
Nelson Chetevik de Oliveira  
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz

Cascavel, 06 de dezembro de 2018

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha família por estarem sempre ao meu lado durante toda essa trajetória. Por nunca me deixarem desistir e sempre me apoiarem.

## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus por me dar a oportunidade de alcançar a graduação.

Aos meus pais José e Solange pela extrema dedicação na minha criação, e por não medirem esforços para minha formação.

Aos meus irmãos Marcos e Suelen por sempre estarem presentes e me auxiliarem no que eu precisei.

Á minha avó Maria por todo amor e carinho dedicados a mim.

Á minha namorada por estar sempre ao meu lado, auxiliando nos momentos mais difíceis.

Aos meus colegas de sala por toda amizade nesses anos de faculdade.

Ao meu professor orientador por ter desempenhado papel exemplar no norteamento desse trabalho.

## RESUMO

Trata-se de um estudo sobre as vantagens e desvantagens da utilização do religador monofásico eletrônico nas redes elétricas quando comparados ao uso da chave convencional. O trabalho consistiu em um estudo de três redes elétricas localizadas na região oeste do estado do Paraná. Com o intuito de identificar e analisar as vantagens/desvantagens da utilização desse equipamento. O desenvolvimento do trabalho deu-se primeiramente pela análise do religador monofásico eletrônico, e a verificação do seu desempenho na rede, posterior a isso, foi traçado um quadro comparativo entre os ramais com chaves convencionais com os religadores monofásicos, para se obter os resultados dos custos operacionais da utilização do religador. Com a realização desse estudo, visou-se demonstrar principalmente o custo benefício da utilização do religador monofásico eletrônico, apresentando esse uma maior viabilidade econômica em longo prazo.

**Palavras Chaves:** Religadores Monofásicos, Elos Fusíveis, Redes Elétricas.

## **ABSTRACT**

It is a study about the advantages and disadvantages of the use of the electronic single-phase recloser in the electrical networks when compared to the use of conventional key. The study consisted of a study of three electrical networks located in the western region of the state of Paraná, in order to identify and analyze the advantages/disadvantages of using this equipment. The development of the work was done firstly by the analysis of the electronic single-phase recloser, and the verification of its performance in the network. After that, a comparative table was draw the extensions with conventional keys and the single-phase reclosers, to obtain the results os the recloser operating costs. With the accomplishment of this study, it was aimed mainly to demonstrate the cost benefit of the use of the electronic single-phase recloser, presenting a greater economic viability in the long term.

Key Words: Single-Phase Reclosers, Fuse Links, Electrical Networks.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - <i>FUSES</i> SAVER .....	15
FIGURA 02 – FALTAS TRANSITÓRIAS .....	16
FIGURA 03 – FALTAS PERMANENTES .....	17
FIGURA 04 – MÓDULO DE COMUNICAÇÃO .....	17
FIGURA 05 – DETALHE DO LED ABAIXO DO MÓDULO DE COMUNICAÇÃO .....	18
FIGURA 06 – DETALHE DA BANDEIROLA.....	19
FIGURA 07 – ALAVANCA EXTERNA .....	19
FIGURA 08 – RELIGADOR <i>TRIP</i> SAVER.....	20
FIGURA 09 – CURTO-CIRCUITO MONOFÁSICO - TERRA.....	22
FIGURA 10 – CURTO-CIRCUITO BIFÁSICO NO SISTEMA ELÉTRICO.....	22
FIGURA 11 – CURTO-CIRCUITO BIFÁSICO- TERRA NO SISTEMA ELÉTRICO ....	23
FIGURA 12 - CURTO-CIRCUITO TRIFÁSICO NO SISTEMA ELÉTRICO .....	24
FIGURA 13 – SIEMENS (FUSES)SAVER) N4 – NS3RM .....	24
FIGURA 14- SIEMENS (FUSES)SAVER) N4- NS2RM.....	25
FIGURA 15 - REDE 01.....	28
FIGURA 16 - REDE 02.....	29
FIGURA 17 - REDE 03.....	30
FIGURA 18 - DESLOCAMENTO REDE 01 .....	33
FIGURA 19- DESLOCAMENTO REDE 02.....	35
FIGURA 20 - DESLOCAMENTO REDE 03 .....	38
FIGURA 21 - PADRÃO ANEEL REGIÃO DE CÓRBELIA.....	49
FIGURA 22 - PADRÃO ANEEL REGIÃO DE CAPITÃO LEÔIDAS MARQUES.....	51
FIGURA 23 - PADRÃO ANEEL REGIÃO DE TRÊS BARRAS DO PARANÁ.....	53

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – OCORRÊNCIAS CURTOS-CIRCUITOS.....	21
TABELA 02 - FALTAS NA REDE 01 .....	31
TABELA 03 - FALTAS NA REDE 02 .....	31
TABELA 04 - FALTAS NA REDE 03 .....	32
TABELA 05 – ORÇAMENTO INSTALAÇÃO CHAVE COMERCIAL .....	54
TABELA 06 - ORÇAMENTO INSTALAÇÃO RELIGADOR .....	55
TABELA 07 - TABELA DOS RESULTADOS .....	57

## LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1 - CÁLCULO U.S DESLOCAMENTO NA REDE 01.....	33
EQUAÇÃO 2 - CÁLCULO DO VALOR DA U.S DA REDE 01.....	34
EQUAÇÃO 3 - CÁLCULO DO DESLOCAMENTO DA REDE 02 .....	36
EQUAÇÃO 4 - CÁLCULO DO DA U.S NA REDE 02.....	37
EQUAÇÃO 5 - CÁLCULO U.S DESLOCAMENTO NA REDE 03.....	38
EQUAÇÃO 6 - CÁLCULO DO VALOR DA U.S NA REDE 03.....	39
EQUAÇÃO 7 - CÁLCULO M.O HORÁRIO COMERCIAL (REDE 01).....	40
EQUAÇÃO 8 - CÁLCULO M.O FORA DO HORÁRIO COMERCIAL (REDE 01).....	40
EQUAÇÃO 9 - CÁLCULO M.O HORÁRIO COMERCIAL (REDE 02).....	42
EQUAÇÃO 10 - CÁLCULO M.O FORA DO HORÁRIO COMERCIAL (REDE 02).....	42
EQUAÇÃO 11 - CÁLCULO M.O HORÁRIO COMERCIAL (REDE 03).....	43
EQUAÇÃO 12 - CÁLCULO M.O FORA DO HORÁRIO COMERCIAL (REDE 03).....	43
EQUAÇÃO 13 - CÁLCULO MATERIAL ELO FUSÍVEL (REDE 01).....	44
EQUAÇÃO 14 - CÁLCULO MATERIAL PORTA FUSÍVEL (REDE 01).....	44
EQUAÇÃO 15 - CÁLCULO MATERIAL ELO FUSÍVEL (REDE 02).....	45
EQUAÇÃO 16 - CÁLCULO MATERIAL ELO FUSÍVEL (REDE 03).....	46
EQUAÇÃO 17 - CÁLCULO MATERIAL PORTA FUSÍVEL (REDE 03).....	46
EQUAÇÃO 18 - CÁLCULO DIC (REDE 01).....	47
EQUAÇÃO 19 - CÁLCULO FIC (REDE 01) .....	47
EQUAÇÃO 20 - CÁLCULO DEC (REDE 01).....	48
EQUAÇÃO 21 - CÁLCULO FEC (REDE 01).....	48
EQUAÇÃO 22 - CÁLCULO PENALIDADE (REDE 01) .....	49
EQUAÇÃO 23 - CÁLCULO DIC (REDE 02).....	50
EQUAÇÃO 24 - CÁLCULO FIC (REDE 02) .....	50
EQUAÇÃO 25 - CÁLCULO DEC (REDE 02).....	50
EQUAÇÃO 26 - CÁLCULO FEC (REDE 02).....	50
EQUAÇÃO 27 - CÁLCULO DIC (REDE 03).....	52
EQUAÇÃO 28 - CÁLCULO FIC (REDE 03) .....	52
EQUAÇÃO 29 - CÁLCULO DEC (REDE 03).....	52
EQUAÇÃO 30 - CÁLCULO FEC (REDE 03).....	52

## LISTA DE SIGLAS

<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>BT</b>	Baixa Tensão
<b>COPEL</b>	Companhia Paranaense de Energia S.A.
<b>DEC</b>	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
<b>DIC</b>	Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora
<b>DICRI</b>	Duração da Interrupção Individual em dia Crítico por Unidade
<b>DMIC</b>	Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade
<b>FEC</b>	Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora
<b>FIC</b>	Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora
<b>MIT</b>	Manual de Instruções Técnicas
<b>MO</b>	Mão de Obra
<b>MT</b>	Média Tensão
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 RELIGADORES .....	15
2.1.1 <i>FUSESAVER</i> .....	15
2.1.1.1 Funcionamento.....	16
2.1.1.2 Módulo de Comunicação.....	17
2.1.1.3 Operação de Abertura e Fechamento .....	18
2.1.1.4 Alavanca Externa .....	19
2.1.2 RELIGADOR <i>TRIPSAVER II</i> .....	20
2.2 CURTOS-CIRCUITOS.....	20
2.2.1 Curto-Circuito Monofásico-Terra.....	21
2.2.2 Curto-Circuito Bifásico.....	22
2.2.3 Curto-Circuito Bifásico-Terra .....	23
2.2.4 Curto-Circuito Trifásico.....	23
2.3 NORMAS COPEL (NTC).....	24
2.3.1 NTC 858 124 .....	24
2.3.2 NTC 858 123 .....	25
2.4 TIPOS DE FALTAS.....	25
2.4.1 Faltas Permanentes .....	25
2.4.2 Faltas temporárias.....	25
2.5 INDICADORES DE CONTINUIDADE DO SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO. 26	
2.5.1 Indicadores de Continuidade Individuais .....	26
2.5.2 Indicadores de Continuidade de Conjunto de Unidades Consumidoras . 26	
2.6 NORMA REGULAMENTADORA NR10.....	27
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>

3.1 ESCOLHAS DAS REDES PARA COMPARATIVO .....	28
3.2. ESTIMATIVA DO DESLOCAMENTO PARA FALTAS NAS REDES .....	32
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica no Brasil tem um aumento de 4% ao ano, segundo dados do Jornal GGN de 2015. Esse aumento no consumo é um dos principais indicadores de desenvolvimento econômico e qualidade de vida da sociedade. Com essa margem de consumo, as concessionárias fornecedoras de energia elétrica tem como desafio, assegurarem um maior nível de confiabilidade e satisfação perante seus consumidores. Essa satisfação é controlada por meio da (Agência Nacional de Energia Elétrica) ANEEL, empresa responsável pela delimitação da qualidade do serviço das concessionárias, desde sua geração até o a sua distribuição.

Casos que causam uma ausência por vezes na qualidade da distribuição são faltas temporárias e faltas permanentes da rede. Segundo Kindermann, aproximadamente 80% das faltas são temporárias e devem-se a animais na rede, árvores, vandalismo e relâmpagos. E os outros 20% são faltas permanentes quando se tem o abalroamento de postes. O principal problema consiste na manutenção dessas redes, quando uma dessas faltas acontece. O custo e o tempo da concessionária, em dispor um funcionário (eletricista), um elo para ser repostado, o meio de transporte para o serviço, são altos quando analisados em grande escala. Visto que, essas faltas ocorrem com frequência, e que muitas vezes em cidade pequenas, as quais não possuem uma equipe de manutenção, a concessionária tem a função de resolver o problema com urgência.

Encontra-se, portanto tantas condições que causam um aumento na necessidade de regularização das redes, o presente trabalho tem por intuito propor uma alternativa para diminuir essas faltas temporárias, utilizando a tecnologia de religadores monofásicos eletrônicos.

Essa utilização diminui a queima de elos fusíveis na rede, a fim de tornar a rede mais confiável, continua resolvendo com maior velocidade as faltas temporárias e diminui, portanto, o custo com as trocas de elos fusíveis, sendo desnecessário o deslocamento de uma equipe para o religamento.

As redes utilizadas para o estudo estão localizadas na região Oeste do Paraná, e foram analisadas conforme sua frequência de faltas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 RELIGADORES

Os religadores monofásicos eletrônicos vêm como uma solução para os problemas de falhas temporárias, onde se tem uma interrupção sem danificar a rede. Após essa pequena interrupção o religador retorna a fornecer energia elétrica para seus consumidores, assim reduzindo o número e durações de quedas. Com consequência diminui as manutenções da rede em qual foi instalada.

#### 2.1.1 FUSESAVER

O dispositivo *Siemens (Fusesaver)* é de uso externo autoalimentado, sua função é proteger uma linha de distribuição até 34,5 kV. O equipamento vai montando na cruzeta ligando-o ao ramal que deriva da linha tronco. Podendo ter sua abertura ou fechamento sob carga. (COPEL, 2017b).

Figura 01 - *Fusesaver*



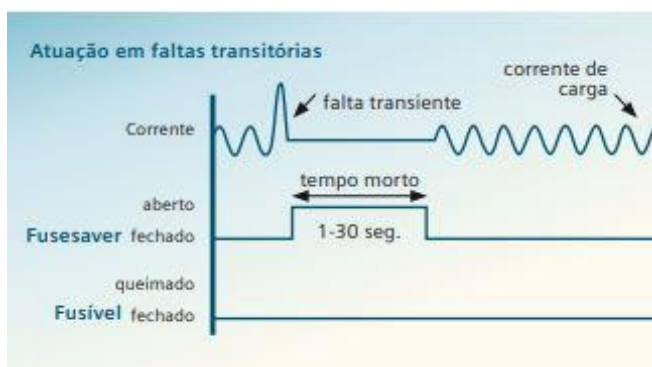
Fonte: COPEL, (2017).

### 2.1.1.1 Funcionamento

O equipamento começa a funcionar quando detecta uma falha de corrente, em seguida abre o circuito. Após o desarme, pode ser programado um tempo para o fechamento automático do circuito, sendo o tempo morto no máximo de 30 segundos. Se o problema no ramal continuar o equipamento abre novamente e permanece aberto, assim as fases do ramal com problemas ficarão desligadas, apresentando dois tipos de faltas: faltas transitórias e faltas permanentes. (COPEL, 2017).

As faltas transitórias ocorrem quando há uma pequena interrupção na rede, assim abrem o circuito em um curto prazo, tempo morto, do *Fusesavers*, após esse pequeno intervalo retorna a fornecer energia sem necessitar de manutenção. Como mostra a figura 2.

Figura 02 – Faltas Transitórias



Fonte: *Siemens fusesaver*, (2018).

Quando as faltas permanentes detectam a ausência operacional, elas abrem deixando de fornecer energia durante o tempo morto, tentando assim restabelecer conexão com a rede. Ao fechar o circuito e permanecendo a falha, essa resulta na queima do fusível, que necessitará de manutenção enquanto permanecer aberto. Nesse caso é inevitável que não haja energia. Mostrado na figura 3.

Figura 03 – Faltas Permanentes



Fonte: Siemens fusesaver, (2018).

### 2.1.1.2 Módulo de Comunicação

O equipamento *Fusesaver* tem seu módulo de comunicação na parte inferior do equipamento onde é encaixado sob pressão, possuindo dois botões: um para fechamento (vermelho) e outro para abertura (verde). (COPEL, 2017). Conforme mostra a figura 4.

Figura 04 – Módulo de Comunicação



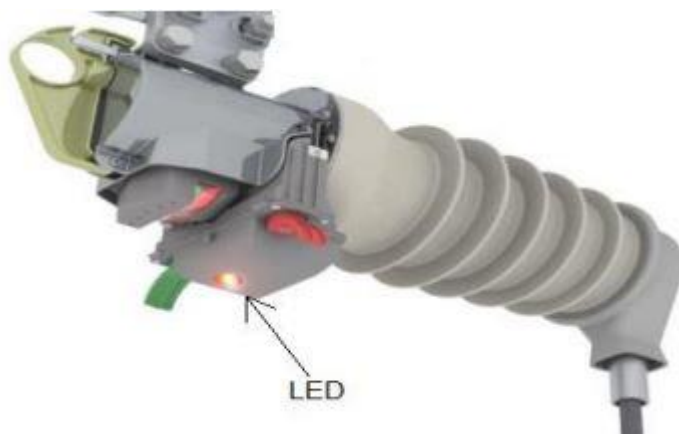
Fonte: COPEL, (2017).

O módulo de comunicação possui uma bateria interna, de vida útil estimada em 10 anos, após a perda da carga é obrigado que haja a troca, pois não tem recarga e o módulo de comunicação deixa de exercer suas funções. Havendo a troca da bateria o equipamento volta a executar os comandos de fechamento e/ou abertura. (COPEL, 2018c).

### 2.1.1.3 Operação de Abertura e Fechamento do Equipamento

O *Fusesaver* possui duas formas de operação: a primeira, utilizando a vara de manobra nas alavancas de abertura e fechamento, já a segunda pelo *software*. Possuindo dois botões, o vermelho para operar o fechamento e o verde que opera a abertura. Leva em média 40 segundos para atuar o comando de abertura e fechamento. Após o pressionamento das alavancas uma luz de *LED* abaixo do módulo de comunicação começa a piscar, até que seja feita a execução do comando. Sendo pressionado os comandos de abertura ou fechamento não será possível seu cancelamento durante os 40 segundos. (COPEL, 2017). Como mostra a figura 05.

Figura 05 – Detalhe do LED abaixo do Módulo de Comunicação



Fonte: COPEL, (2017).

Após a abertura/fechamento do equipamento, a luz de *LED* para de piscar e muda a cor da bandeirola do *fusesaver*, indicando qual comando está atuando no equipamento, seguindo as cores verde para o comando abertura e vermelho para o fechamento. (COPEL, 2017). Mostrado na figura 6

Figura 06 – Detalhe da Bandeirola



Fonte: COPEL, (2017).

#### 2.1.1.4 Alavanca Externa

O equipamento possui uma alavanca externa que altera suas configurações, quando essa estiver abaixada o religamento automático ficará bloqueado, havendo um problema no ramal abrirá o circuito instantaneamente deixando de fornecer energia necessitando de manutenção. (COPEL, 2017). Como mostra a figura 7.

Figura 07 – Alavanca Externa



Fonte: COPEL, (2017).

O equipamento poderá ser fechado, com um desligamento programado ou uma abertura por defeito, esse deverá bloquear o religamento automático abaixando a alavanca externa, para executar a operação de religar o circuito. (COPEL, 2017).

### 2.1.2 RELIGADOR TRIPSAVER II

O dispositivo *Tripsaver* da S&C tem como função diminuir o número de faltas permanentes em circuitos de distribuição causada pela queima de elos fusíveis. Esse equipamento consegue proteger uma linha de distribuição de até 34,5 kV. Ele vai montado na cruzeta, ligando assim, ao ramal que deriva da linha tronco. É ideal para a proteção de redes derivadas do tronco que se encontram sujeitas a faltas transitórias frequentes.

Quando acontece uma falta transitória, as que ocorrem com maior frequência, o *Tripsaver* interrompe o fornecimento não danificando assim a rede, de modo que, o funcionamento de energia possa retornar automaticamente.

O dispositivo pode ser visualizado na figura a seguir.

Figura 08 – Religador Tripsaver



Fonte S&C (2018)

### 2.2 CURTOS-CIRCUITOS

Os sistemas elétricos estão frequentemente submetidos a ocorrências que causam distúrbios no seu estado normal de funcionamento. Os distúrbios mais comuns, porém mais severos, são os curtos-circuitos. Esses curtos ocorrem em decorrência da ruptura do entre as fases ou entre a fase e a terra. A seriedade

desses curtos depende de vários elementos, tais como: tipo de curto, capacidade dos sistemas de geração, tipologia do aterramento do neutro dos sistemas e topologia da rede elétrica. (SATO, 2005)

Quando houver o curto-circuito trifásico, sendo esse o mais raro de acontecer, abrirá as três fases impossibilitando a chegada de energia. Já o monofásico por outro lado é o que aparece com mais frequência abrindo apenas uma fase. Como pode-se observar na tabela de ocorrências de cada tipo. (SATO, 2005)

Tabela 01 – Ocorrências Curtos-Circuitos

Tipos de Curtos-Circuitos	Ocorrências em %
Trifásico	06
Bifásico	15
Bifásico-Terra	16
Monofásico-Terra	63

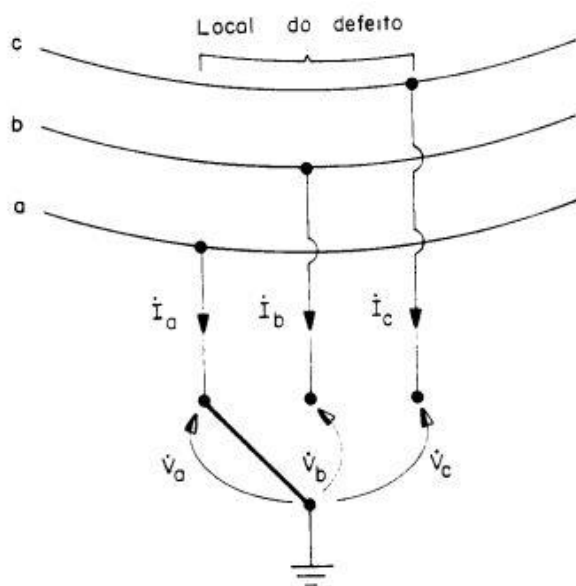
Fonte: SATO, (2015).

### 2.2.1 Curto-Circuito Monofásico-Terra

Este tipo de falta de energia dar-se-á pelo contato entre uma fase e a terra, sendo ela a mais frequente entre todas. (KINDERMANN, 1997)

As principais causas desses curtos são: defeitos mecânicos (como a quebra de condutores), danos no equipamento devido à umidade e corrosão e a posição (dentro ou fora de uma máquina ou painel de comando elétrico). (METZ – NOBLAT, 2005). O curto-circuito monofásico pode ser visualizado na figura 8 a seguir.

Figura 09 – Curto-Circuito Monofásico - Terra



Fonte: KINDERMANN, (1997).

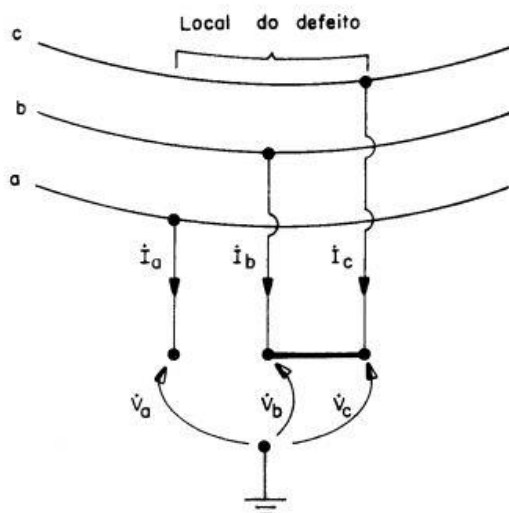
### 2.2.2 Curto-Circuito Bifásico

Curto-circuito bifásico é o curto que ocorre entre duas fases e tem uma frequência de ocorrência de 15%. (SATO, 2005).

Trata-se de um curto-circuito assimétrico, ou seja, desequilibrado. Portanto as correntes nos condutores não são iguais. (STEVENSON,1986)

Esse curto pode ser verificado na figura 9.

Figura 10 – Curto-Circuito Bifásico no Sistema Elétrico

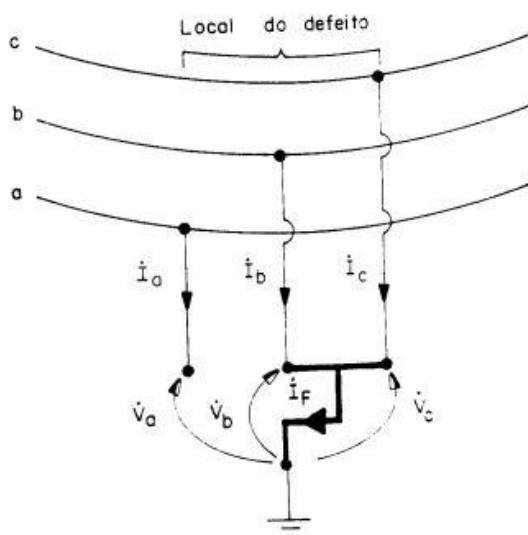


Fonte: KINDERMANN, (1997).

### 2.2.3 Curto-Circuito Bifásico-Terra

O curto-circuito Bifásico-Terra ocorre entre duas fases e a terra, conforme mostrado na figura 11 (KINDERMANN, 1997).

Figura 11 – Curto-Circuito Bifásico- Terra no Sistema Elétrico

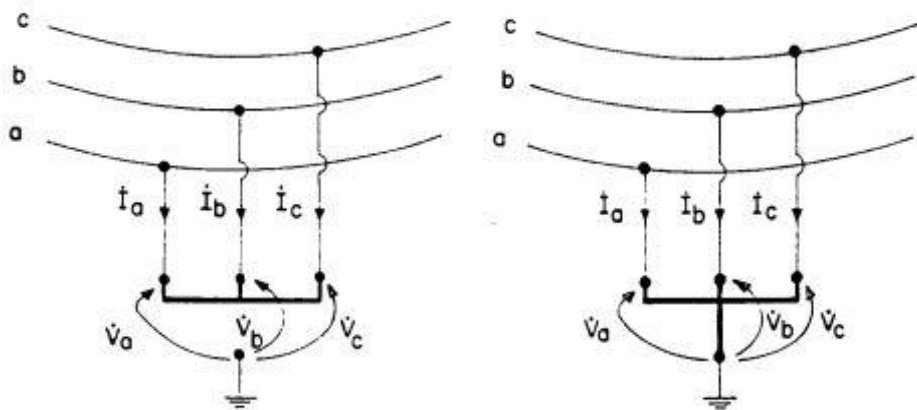


Fonte: KINDERMANN, (1997).

### 2.2.4 Curto-Circuito Trifásico

O curto-circuito trifásico é o que ocorre com menor frequência, é caracterizado por ocorrer entre três fases. Neste tipo de curto, todas as correntes são equilibradas de modo que não existe diferença entre curtos-circuitos trifásicos e curtos-circuitos trifásicos a terra. (SARTORI, 2011)

Figura 12 - Curto-Circuito Trifásico no Sistema Elétrico



Fonte: KINDERMANN, (1997).

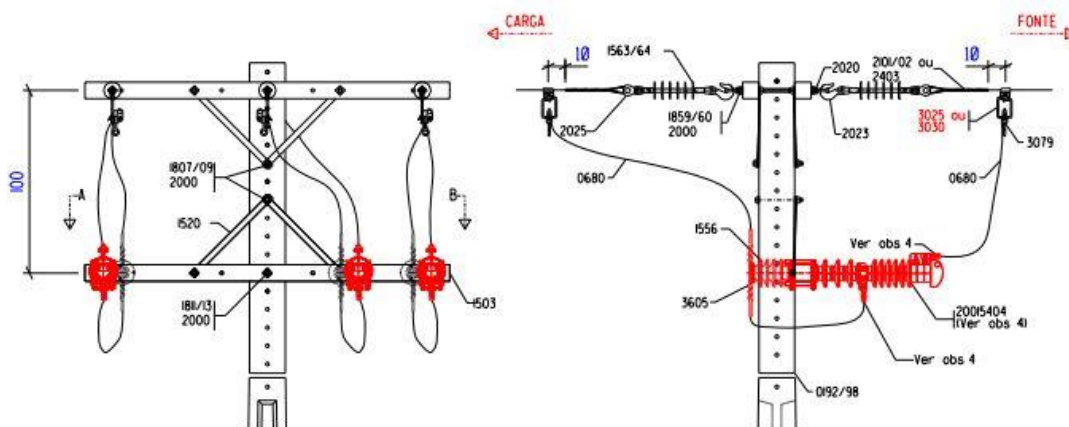
### 2.3 NORMAS COPEL (NTC)

Com base na norma técnica da Copel (NTC), a forma correta de instalação do equipamento *Fusesaver* é necessariamente um poste com equipamentos de proteção de altura mínima 12m. (COPEL).

#### 2.3.1 NTC 858 124

Para chave da Siemens (Fusesaver) religador monopolar com estrutura e posição dos terminais, na estrutura N4- NS3RM na 13,8kV. Mostrado na figura 12. (COPEL, 2018a).

Figura 13 – Siemens (Fusesaver) N4 – NS3RM

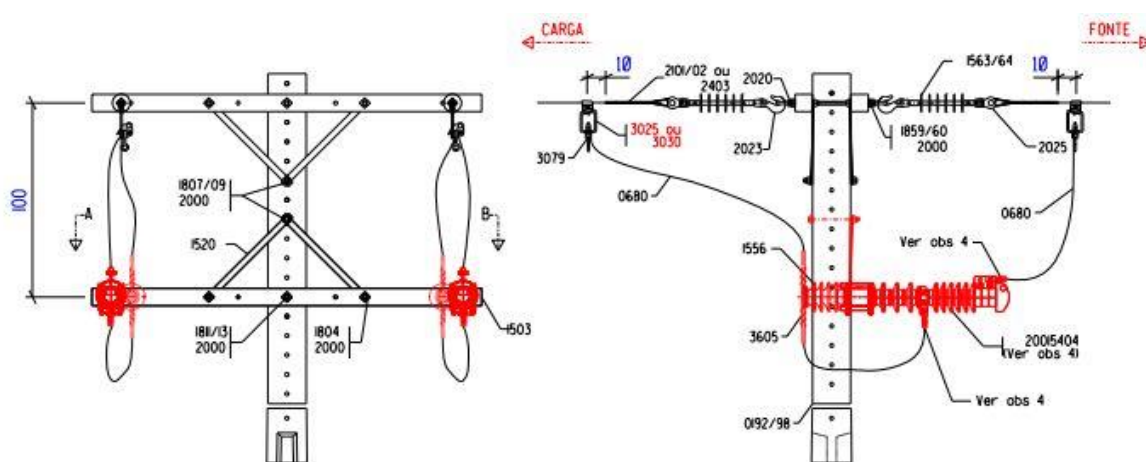


Fonte: COPEL, (2018a).

### 2.3.2 NTC 858 123

Para chave da Siemens (Fusesaver) religador monopolar com estrutura e posição dos terminais, na estrutura N4- NS2RM na 13,8kV. Mostrado na figura 13. (COPEL, 2018)

Figura 14- Siemens (Fusesaver) N4- NS2RM



Fonte: COPEL, (2018b).

## 2.4 TIPOS DE FALTAS

### 2.4.1 Falta Permanentes

As faltas permanentes são do tipo irreversível espontaneamente como o próprio nome diz, para isso será necessário o deslocamento de uma equipe de manutenção até o local para o conserto, assim restabelecendo a rede. Exemplos: quando houver a queda de uma árvore sobre a linha de distribuição de energia, ou ainda quando ocorrer acidentes de trânsito envolvendo uma colisão entre veículo e poste danificando a rede. (ANEEL, 2015).

### 2.4.2 Falta temporárias

As faltas temporárias ocorrem sem danificar a rede, ocasionando a atuação dos equipamentos de proteção, o sistema pode voltar a funcionar perfeitamente. Exemplos: umidade, temporal, salinidade, galhos de árvores, pássaros, vento ou

neve. (ANEEL, 2015).

## 2.5 INDICADORES DE CONTINUIDADE DO SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO

Para poder avaliar o desempenho do sistema elétrico e a qualidade do serviço prestado, utiliza-se a duração e frequência de interrupção em duas formas: indicadores de continuidade individuais (DIC, FIC, DMIC, DICRI) e indicadores de continuidade de conjunto de unidades consumidoras (DEC, FEC). (ANEEL, 2018).

### 2.5.1 Indicadores de Continuidade Individuais

DIC: Duração de interrupção por consumidor, começa a considerar as interrupções maiores ou iguais a 3 minutos que cada consumidor (individual) ficou sem energia elétrica, contando o intervalo de tempo.

FIC: Frequência de interrupção por consumidor, começa a considerar as interrupções maiores ou iguais a 3 minutos que cada consumidor (individual) ficou sem energia elétrica, contando o número de interrupção.

DMIC: Duração máxima de interrupção contínua por unidade, é contado o intervalo em horas.

DICRI: Duração da interrupção individual em dia crítico, é contado o intervalo em horas. (ANEEL, 2018).

### 2.5.2 Indicadores de Continuidade de Conjunto de Unidades Consumidoras

DEC: Duração de interrupção por consumidor de cada conjunto, começa a considerar as interrupções maiores ou iguais há 3 minutos que cada consumidor (conjunto) ficou sem energia elétrica, é contado o intervalo de tempo em horas.

FEC: Frequência de interrupção por consumidor de cada conjunto, começa a considerar as interrupções maiores ou iguais há 3 minutos que cada consumidor (individual) ficou sem energia elétrica, é contado o número de interrupção. (ANEEL, 2018).

## 2.6 NORMA REGULAMENTADORA NR10

A Norma Regulamentadora – NR 10 estabelece os requisitos e condições mínimas de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. Ela especifica itens de segurança em instalações e serviços em eletricidade, tem como função precaver os trabalhadores que executam trabalhos de uma forma direta ou indiretamente com trabalhos elétricos. Aplicam-se as fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, abrangendo as etapas de projetos, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ESCOLHAS DAS REDES PARA COMPARATIVO

Verificando as redes existentes na região oeste do estado do Paraná, que possuem já implantados em seu sistema o religador monofásico, foi selecionado três delas. Essas foram escolhidas após uma análise dos dados fornecidos pela COPEL (Companhia Paranaense de Energia).

Foram realizadas visitas *in loco* nas redes escolhidas, e foi feito através dessas visitas o registro fotográfico dos postes e fiações presentes em cada rede.

As redes estão localizadas nos seguintes endereços do estado do Paraná.

#### REDE 01 CHAVE 8177602188

- Rua Castro Alves esquina com a Rua Presidente Juscelino no distrito de Corbélia/ PR Nossa Senhora da Penha. Possuindo as seguintes coordenadas geográficas: 24°43'35.3"S 53°14'57.2"W.
- Sistema trifásico.

Figura 15 - Rede 01



Fonte: GEO,(2018).

### REDE 02 CHAVE 8177611457

- Estrada Rural de Capitão Leônidas Marques/PR. Possuindo as seguintes coordenadas geográficas  $25^{\circ}23'10.9''S$   $53^{\circ}38'54.5''W$ .
- Sistema trifásico.

Figura 16 - Rede 02



Fonte: GEO, (2018).

### REDE 03 CHAVE 817761373

- Estrada Rural de Três Barras do Paraná/ PR. Possuindo as seguintes coordenadas geográficas  $25^{\circ}26'30.5''S$   $53^{\circ}14'45.6''W$ .
- Sistema monofásico.

Figura 17 - Rede 03



Fonte: GEO, (2018).

### 3.1.1 Rede 01

A primeira rede analisada, denominada “Rede 01” está localizada em um distrito de Corbélia e possui o seguinte número operacional: 8177602188 e atende um total de 464 consumidores. Sendo estes:

- 395 – Residencial
- 04 – Industrial
- 65 – Comercial

Esses dados foram obtidos com a utilização do *Software* da COPEL Geo. A rede em questão começou a utilizar o religador monofásico eletrônico há aproximadamente um ano e oito meses, o religador utilizado é denominado *tripsaver*. Para a análise da utilização do religador, foi necessário o estudo do relatório de manutenção da rede, o mesmo foi disponibilizado pela COPEL. Com esse estudo, foi elaborada a tabela abaixo. Esta tabela considera o intervalo de tempo de um ano, com a utilização de chave convencional, e o mesmo intervalo já com a utilização do religador *tripsaver*.

Tabela 02 - Faltas na Rede 01

Período	Número de faltas	Religador
17/03/2016 à 17/03/2017	9	Não possui
17/03/2017 à 17/03/2018	0	<i>Tripsaver</i>

Fonte: Autor, (2018).

### 3.1.2 Rede 02

A segunda rede analisada denominada “Rede 02” está localizada na área rural do município de Capitão Leônidas Marques e possui o seguinte número operacional: 8177611457. Esta rede atende um total de 111 consumidores, sendo estes:

- 09 – Residencial
- 102 – Comercial

A rede 02 começou a utilizar o religador *Fusesaver* em maio de 2018 e desde então não houve falhas. Com os dados do relatório de manutenção disponibilizado pela COPEL foi elaborada a seguinte tabela:

Tabela 03 - Faltas na Rede 02

Período	Número de faltas	Religador
01/01/2017 à 01/01/2018	2	Não possui
17/05/2018 à 01/11/2018	0	<i>Fusesaver</i>

Fonte: Autor, (2018)

### 3.1.3 Rede 03

A terceira e última rede analisada denominada “Rede 03” encontra-se na área rural do município de Três Barras do Paraná e possui o seguinte número operacional: 817761373. A rede conta com 86 consumidores, sendo estes:

- 38 – Residencial
- 02 – Industrial

- 46 – Comercial

O local utiliza o religador *tripsaver*, o mesmo foi instalado em março de 2017 e desde então não houve falhas. Com os dados do relatório de manutenção disponibilizado pela COPEL foi elaborada a seguinte tabela:

Tabela 04 - Faltas na Rede 03

Período	Número de faltas	Religador
30/07/2016 à 30/07/2017	7	Não possui
30/07/201 à 30/07/2018	0	<i>Fusesaver</i>

Fonte: (Autor, 2018)

### 3.2. ESTIMATIVA DO DESLOCAMENTO PARA FALTAS NAS REDES

Analisando as faltas contabilizadas nas redes de análise, foi realizada uma estimativa de custo de deslocamento para locomoção de uma equipe especializada para correção das faltas. Com essa estimativa de cálculo, nos resultados desse trabalho foram comparados os custos de quando utilizados os religadores *tripsaver* e *fusesaver* e quando utilizado a rede convencional.

#### 3.2.1 Estimativa de Deslocamento para a Rede 01

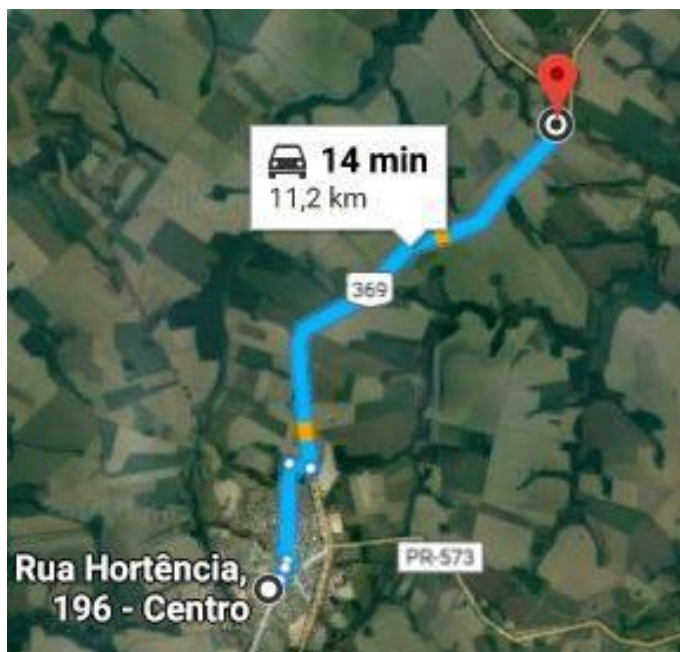
Conforme descrito no item 3.1.1 a rede 01 contou com um total de nove interrupções no período de um ano, anterior a implantação do *tripsaver*. Por meio desses dados, foi realizada uma estimativa de deslocamento utilizando por base o Manual de Instruções Técnicas 863, 881, 812, 694 (MIT) do ano de 2015, disponibilizado pelo site da COPEL.

##### 3.2.1.1 Cálculo do deslocamento da rede 01

A unidade de atendimento mais próxima a rede 01 está localizada na Rua Hortência nº196 do município de Corbélia, de acordo com o site da companhia.

Conforme a figura 18 é possível verificar o trajeto a ser percorrido até o local.

Figura 18 - Deslocamento Rede 01



Fonte: Google Maps, (2018)

A rota possui um total de 11,20 km em um tempo médio de 14 minutos de carro, sendo que a COPEL paga somente o deslocamento de ida, a volta não faz parte do cálculo do deslocamento. Com esses dados foi possível realizar o cálculo do deslocamento utilizando a seguinte fórmula:

Equação 1 - Cálculo U.S Deslocamento na Rede 01

$$DES=0,066 \times D$$

Onde:

DES = Deslocamento em Unidade de Serviço (U.S)

0,066= Constante determinada pelo MIT

D = Distância em quilômetros

Logo:

$$\text{DES} = 0,066 \times 11,2$$

$$\text{DES} = 0,739 \text{ US}$$

### 3.2.1.2 Estimativa de Custo da Unidade de Serviço

Após determinar o MIT 863 deslocamento em unidade de serviços da rede 01, MIT 881 operação de chaves, MIT 812 instalação do conjunto de segurança para trabalhos em altura – por estrutura e MIT 694 substituição de porta fusível ou elo *fucisel* por unidade. Foi realizada uma estimativa de custo. Utilizando por referência o contrato para serviços da COPEL com seus prestadores. Com os seguintes cálculos foi possível determinar o valor.

Equação 2 - Cálculo do valor da U.S da Rede 01

$$V = \text{U.S} \times \text{Valor U.S}$$

Onde:

V= Valor do Serviço em Reais

U.S = Unidades de Serviço Conforme MIT 160903 de 2015

Valor US= Valor de Cada Unidade Conforme Contrato

Logo:

$$V = \text{U.S} \times \text{Valor U.S}$$

$$V = (0,739 + 0,429 + 0,06 + 0,25) \times 41,84$$

$$V = \text{R\$ } 61,84$$

Partindo do pressuposto de que na rede 01 houve nove faltas, o total gasto com o serviço foi de R\$556,55 no período em questão.

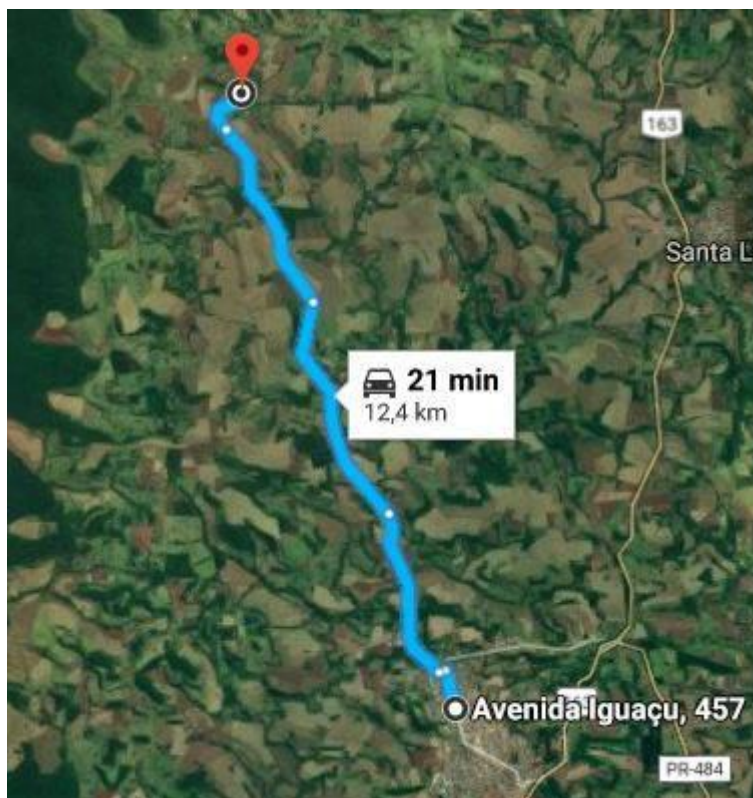
### 3.2.2 Estimativa de Deslocamento para a Rede 02

Conforme descrito no item 3.1.2 a rede 02 contou com um total de duas interrupções no período de um ano, anterior a implantação do *tripsaver*. Por meio desses dados, foi realizada uma estimativa de deslocamento utilizando por base o Manual de Instruções Técnicas 863, 881, 812, 694 (MIT) do ano de 2015, disponibilizado pelo site da COPEL.

#### 3.2.2.1 Cálculo do deslocamento da rede 02

A unidade de atendimento mais próxima à rede 02 está localizada na Avenida Iguaçu n°457 do município de Capitão Leônidas Marques, de acordo com o site da companhia. Conforme a figura 19 é possível verificar o trajeto a ser percorrido até o local.

Figura 19- Deslocamento Rede 02



Fonte: Google Maps, (2018)

A rota possui um total de 12,40 km em um tempo médio de 21 minutos de carro, sendo que a COPEL paga somente o deslocamento de ida, a volta não faz parte do cálculo do deslocamento. Com esses dados foi possível realizar o cálculo do deslocamento utilizando a seguinte fórmula:

Equação 3 - Cálculo do Deslocamento da Rede 02

$$DES=0,066 \times D$$

Onde:

DES = Deslocamento em Unidade de Serviço (U.S)

0,066= Constante determinada pelo MIT

D = Distância em quilômetros

Logo:

$$DES=0,066 \times 12,4$$

$$DES=0,8184 \text{ US}$$

### 3.2.1.2 Estimativa de Custo da Unidade de Serviço

Após determinar o MIT 863 deslocamento em unidade de serviços da rede 02, MIT 881 operação de chaves, MIT 812 instalação do conjunto de segurança para trabalhos em altura – por estrutura e MIT 694 substituição de porta fusível ou elo *fucisel* por unidade. Foi realizada uma estimativa de custo. Utilizando por referência o contrato para serviços da COPEL com seus prestadores. Com os seguintes cálculos foi possível determinar o valor.

Equação 4 - Cálculo do da U.S na Rede 02

$$V = U.S \times \text{Valor U.S}$$

Onde:

V= Valor do Serviço em Reais

U.S = Unidades de Serviço Conforme MIT 160903 de 2015

Valor US= Valor de Cada Unidade Conforme Contrato

Logo:

$$V = U.S \times \text{Valor U.S}$$

$$V = (0,8184 + 0,429 + 0,06 + 0,25) \times 41,84$$

$$V = R\$ 65,16$$

Partindo do pressuposto de que na rede 02 houve duas faltas, o total gasto com o serviço foi de R\$130,32 no período em questão.

### 3.2.3 Estimativa de Deslocamento para a Rede 03

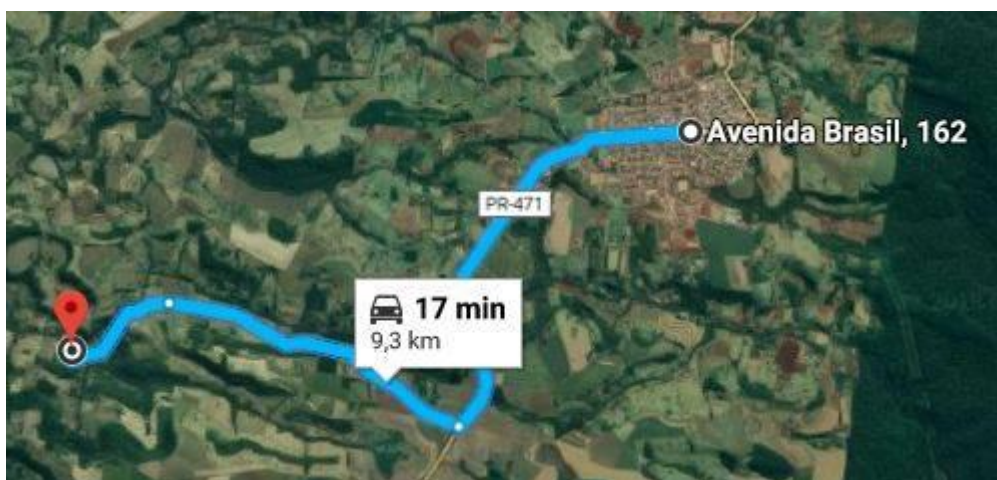
Conforme descrito no item 3.1.3 a rede 03 contou com um total de sete interrupções no período de um ano, anterior a implantação do *tripsaver*. Por meio desses dados, foi realizada uma estimativa de deslocamento utilizando por base o Manual de Instruções Técnicas 863, 881, 812, 694 (MIT) do ano de 2015, disponibilizado pelo site da COPEL.

#### 3.2.3.1 Cálculo do deslocamento da rede 03

A unidade de atendimento mais próxima à rede 03 está localizada na Avenida Brasil nº162 do município de Três Barras do Paraná, de acordo com o site da companhia. Conforme a figura 20 é possível verificar o trajeto a ser percorrido até o

local.

Figura 20 - Deslocamento Rede 03



Fonte: Google Maps, (2018).

A rota possui um total de 9,30 km em um tempo médio de 17 minutos de carro, sendo que a COPEL paga somente o deslocamento de ida, a volta não faz parte do cálculo do deslocamento. Com esses dados foi possível realizar o cálculo do deslocamento utilizando a seguinte fórmula:

Equação 5 - Cálculo U.S Deslocamento na Rede 03

$$DES=0,066 \times D$$

Onde:

DES = Deslocamento em Unidade de Serviço (U.S)

0,066= Constante determinada pelo MIT

D = Distância em quilômetros

Logo:

$$DES=0,066 \times 9,3$$

$$DES=0,6138 \text{ US}$$

### 3.2.1.2 Estimativa de Custo da unidade de serviço

Após determinar o MIT 863 deslocamento em unidade de serviços da rede 03, MIT 881 operação de chaves, MIT 812 instalação do conjunto de segurança para trabalhos em altura – por estrutura e MIT 694 substituição de porta fusível ou elo *fucisel* por unidade. Foi realizada uma estimativa de custo. Utilizando por referência o contrato para serviços da COPEL com seus prestadores. Com os seguintes cálculos foi possível determinar o valor.

Equação 6 - Cálculo do valor da U.S na Rede 03

$$V = U.S \times \text{Valor U.S}$$

Onde:

V= Valor do Serviço em Reais

U.S = Unidades de Serviço Conforme MIT 160903 de 2015

Valor US= Valor de Cada Unidade Conforme Contrato

Logo:

$$V = U.S \times \text{Valor U.S}$$

$$V = (0,6138 + 0,429 + 0,06 + 0,25) \times 41,84$$

$$V = R\$ 56,60$$

Partindo do pressuposto de que na rede 03 houve sete faltas, o total gasto com o serviço foi de R\$396,20 no período em questão.

### 3.3 ESTIMATIVA DO CUSTO DA MÃO DE OBRA PARA FALTAS NAS REDES

Posterior ao cálculo do deslocamento para correção de interrupções nas redes foi realizado a estimativa do custo de mão de obra para os reparos. Conforme consulta em posto de atendimento em Cascavel/PR, coletou-se a informação de que

o padrão de atendimento de reparos é de dois funcionários segundo a NR10. Para realização do procedimento, a base de cálculo foi definida da seguinte maneira:

- Consulta do salário base para categoria de Técnico Industrial de Eletrônica para região oeste do Paraná, conforme Edital do último concurso realizado pela COPEL em 2015 de R\$2.629,34, com o reajuste de inflação a cada ano segundo o INPC índice Nacional de preço do consumidor em 2016 aumento de 6,29%, 2017 aumento de 2,95% e 2018 3,54%, total de 12,78%, de aumento no salário desde 2015, em 2018 com a inflação o salário base é R\$2.965,37.
- Foi considerado os 30% de periculosidade. Salário de 3.854,98.
- Cálculo do custo do funcionário para a empresa, considerando uma correção de 35,8% de impostos no salário base conforme regime de tributação Simples Nacional. R\$5.235,06.
- Determinação do valor por hora do técnico considerando um regime de 220 horas mensais, de acordo com a constituição que considera 44 horas de jornada semanal. R\$23,79 hora.
- Foi considerado que os reparos foram realizados em horários comerciais e fora do horário comercial, portanto, calculado o custo com horas extras. Com 100% de hora extra R\$47,59.

### 3.3.1 Custo da mão de obra para rede 01

Para o cálculo do custo da mão de obra para rede 01, sendo dois funcionários conforme a NR10, utilizamos os dados já descritos de deslocamento, e encontramos o valor final do custo de mão de obra. Partindo pelas seguintes fórmulas:

Equação 7 - Cálculo M.O horário comercial (Rede 01)

$$C_c = (TS/60 + TD / 60) \times V/\text{hr dos funcionários} \times 2$$

Equação 8 - Cálculo M.O fora do horário comercial (Rede 01)

$$C_e = (TS/60 + TD / 60) \times V/\text{hr dos funcionários} \times 2$$

Onde:

Cr = Valor total da mão de obra em horário comercial

Ce = Valor total da mão de obra fora do horário comercial

TS = Tempo do serviço em minutos

TD = Tempo do deslocamento de ida e volta

V/hr = Valor por hora de cada funcionário

Considerando que:

- Tempo de Serviço de reparo foi de aproximadamente 30 minutos;
- Tempo do deslocamento foi de 28 minutos para ida e volta;
- Hora base do funcionário é de R\$23,79;
- Hora extra de 100% do funcionário é de R\$47,59

Portanto:

$$Cr = (30 / 60 + 28 / 60) \times R\$23,79 \times 2$$

$$Cr = R\$46,00$$

$$Ce = (30 / 60 + 28 / 60) \times R\$47,59 \times 2$$

$$Ce = R\$92,00$$

O custo total para o reparo de uma interrupção foi de R\$46,00 no horário comercial e de R\$92,00 fora do horário, para a rede 01. Partindo do pressuposto de que a rede contou com nove faltas no período analisado, sendo quatro delas no horário comercial e cinco fora do horário, encontramos o total de R\$644,00 gastos apenas em mão de obra para o serviço.

### 3.3.2 Custo da mão de obra para rede 02

Para o cálculo do custo da mão de obra para rede 02, sendo dois funcionários conforme a NR10, utilizamos os dados já descritos de deslocamento, e encontramos o valor final do custo de mão de obra. Partindo pelas seguintes fórmulas:

Equação 9 - Cálculo M.O horário comercial (Rede 02)

$$C_c = (TS/60 + TD / 60) \times V/hr \text{ dos funcionários} \times 2$$

Equação 10 - Cálculo M.O fora do horário comercial (Rede 02)

$$C_e = (TS/60 + TD / 60) \times V/hr \text{ dos funcionários} \times 2$$

Onde:

Cr = Valor total da mão de obra em horário comercial

Ce = Valor total da mão de obra fora do horário comercial

TS = Tempo do serviço em minutos

TD = Tempo do deslocamento de ida e volta

V/hr = Valor por hora de cada funcionário

Considerando que:

- Tempo de Serviço de reparo foi de aproximadamente 30 minutos;
- Tempo do deslocamento foi de 42 minutos para ida e volta;
- Hora base do funcionário é de R\$23,79;
- Hora extra de 100% do funcionário é de R\$47,59

Portanto:

$$C_r = (30 / 60 + 42 / 60) \times R\$23,79 \times 2$$

$$C_r = R\$57,09$$

$$C_e = (30 / 60 + 42 / 60) \times R\$47,59 \times 2$$

$$C_e = R\$114,21$$

O custo total para o reparo de uma interrupção foi de R\$57,09 no horário comercial e R\$114,21 fora do horário, para a rede 02. Partindo do pressuposto de que a rede contou com duas faltas no período analisado, uma no horário comercial e uma fora do horário, encontramos o total de R\$171,30 gastos apenas em mão de

obra para o serviço.

### 3.3.3 Custo da mão de obra para rede 03

Para o cálculo do custo da mão de obra para rede 03, sendo dois funcionários conforme a NR10, utilizamos os dados já descritos de deslocamento, e encontramos o valor final do custo de mão de obra. Partindo pelas seguintes fórmulas:

Equação 11 - Cálculo M.O horário comercial (Rede 03)

$$C_c = (TS/60 + TD / 60) \times V/hr \text{ dos funcionários} \times 2$$

Equação 12 - Cálculo M.O fora do horário comercial (Rede 03)

$$C_e = (TS/60 + TD / 60) \times V/hr \text{ dos funcionários} \times 2$$

Onde:

Cr = Valor total da mão de obra em horário comercial

Ce = Valor total da mão de obra fora do horário comercial

TS = Tempo do serviço em minutos

TD = Tempo do descolamento de ida e volta

V/hr = Valor por hora de cada funcionário

Considerando que:

- Tempo de Serviço de reparo foi de aproximadamente 30 minutos;
- Tempo do deslocamento foi de 34 minutos para ida e volta;
- Hora base do funcionário é de R\$23,79;
- Hora extra de 100% do funcionário é de R\$47,59

Portanto:

$$C_r = (30 / 60 + 34 / 60) \times R\$23,79 \times 2$$

$$C_r = R\$50,75$$

$$C_e = (30 / 60 + 34 / 60) \times R\$47,59 \times 2$$

$$C_e = R\$101,52$$

O custo total para o reparo de uma interrupção foi de R\$50,75 em horário comercial e R\$101,52 fora do horário, para a rede 03. Considerando que a rede contou com sete faltas no período analisado, sendo três no horário comercial e quatro fora do horário, encontramos o total de R\$710,60 gastos apenas em mão de obra para o serviço.

### 3.4 CUSTOS DE MATERIAIS PARA OS REPAROS

As interrupções de energia elétrica nas redes resultam na danificação de equipamentos, gerando assim um custo com materiais nos reparos. Partindo do fundamento de que as redes são duas trifásicas e uma monofásica, para cada falta acontece a queima, sendo três elos por fase. Nas redes trifásicas pode se queimar até nove elos, monofásicas três elos fusível no total, havendo a danificação do porta fusível após três aberturas, acontecendo a sua substituição.

Foi considerado para o cálculo o valor de R\$10,00, para cada elo fusível novo a ser relocado e R\$100,00 para cada porta fusível. Valor considerando uma média no mercado. Com isso foi possível à estimativa de custo de materiais em cada rede

#### 3.4.1 Custo de Materiais na Rede 01

Para a rede 01 que teve nove falhas, encontrou-se o valor do material da seguinte maneira:

Equação 13 - Cálculo material elo fusível (Rede 01)

$$C_{me} = VM \times NM \times NF$$

Equação 14 - Cálculo material porta fusível (Rede 01)

$$C_{mp} = VM \times NM \times NF$$

Onde:

Cme= Custo do material elo fusível

CmP= Custo do material porta fusível

VM = Valor do material

NM = Quantidade do material

NF= Número de faltas

$$Cme = R\$10,00 \times 9 \times 9$$

$$Cme = R\$810,00$$

$$Cmp = R\$100,00 \times 9 \times 3$$

$$Cmp = R\$2.700,00$$

O custo total para o reparo de material foi de R\$810,00 em elos fusível e R\$2.700,00 em porta fusível, para a rede 01. Considerando que a rede contou com nove faltas no período analisado, encontramos o total de R\$3.510,00 gastos apenas em material para o serviço.

#### 3.4.2 Custo de Materiais na Rede 02

Para a rede 02 que teve duas falhas, encontrou-se o valor do material da seguinte maneira:

Equação 15 - Cálculo material elo fusível (Rede 02)

$$Cme = VM \times NM \times NF$$

Onde:

Cme= Custo do material elo fusível

VM = Valor do material

NM = Quantidade do material

NF= Número de faltas

$$Cme = R\$10,00 \times 9 \times 2$$

$$Cme = R\$180,00$$

O custo total para o reparo de material foi de R\$180,00 em elo fusível, para a rede 02. Considerando que a rede contou com duas faltas no período analisado, encontramos o total de R\$180,00 gastos apenas em material para o serviço.

### 3.4.3 Custo de Materiais na Rede 03

Para a rede 03 que teve sete falhas, encontrou-se o valor do material da seguinte maneira:

Equação 16 - Cálculo material elo fusível (Rede 03)

$$Cme = VM \times NM \times NF$$

Equação 17 - Cálculo material porta fusível (Rede 03)

$$Cmp = VM \times NM \times NF$$

Onde:

Cme= Custo do material elo fusível

CmP= Custo do material porta fusível

VM = Valor do material

NM = Quantidade do material

NF= Número de faltas

$$Cme = R\$10,00 \times 3 \times 7$$

$$Cme = R\$210,00$$

$$Cmp = R\$100,00 \times 3 \times 2$$

$$Cmp = R\$600,00$$

O custo total para o reparo de material foi de R\$210,00 em elos fusível e R\$600,00 em porta fusível, para a rede 01. Considerando que a rede contou com nove faltas no período analisado, encontramos o total de R\$810,00 gastos apenas em material para o serviço.

### 3.5 CUSTOS DOS INDICADORES DEC, FEC, DIC e FIC

Para averiguar se os índices de qualidade DEC, FEC, DIC e FIC, estão aceitáveis, foram calculados seus valores para serem comparados com o padrão de exigência da ANEEL. A mesma possui padrões dos índices classificados pela região onde se encontram instaladas na rede.

#### 3.5.1 Custo na Rede 01

Para o cálculo do custo dos indicadores DEC, FEC, DIC e FIC, na rede 01, foi utilizado os dados dos relatórios de manutenção da COPEL, considerando os resultados anual dos indicadores. Partindo pelas seguintes fórmulas:

Equação 18 - Cálculo DIC (Rede 01)

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i)$$

Equação 19 - Cálculo FIC (Rede 01)

$$FIC = n$$

Onde:

DIC = Duração de interrupção individual por unidade consumidora

FIC = Frequência de interrupção individual por unidade consumidora

i = Índice de interrupções da unidade consumidora

n = Número de interrupções da unidade consumidora

t = Tempo de duração da interrupção

Equação 20 - Cálculo DEC (Rede 01)

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} DIC(i)}{Cc}$$

Equação 21 - Cálculo FEC (Rede 01)

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} FIC(i)}{Cc}$$

Onde:

DEC = Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora

FEC = Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora

i = Índice de unidades consumidoras atendidas

Cc = Número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto

$$DIC = \sum_{i=1}^9 1,2 + 1,6 + 2,5 + 1,0 + 5 + 1,2 + 2 + 1,5 + 0,53$$

$$DIC = 16,53\text{hrs}$$

$$FIC = 9$$

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{464} 16,53 + 16,53 + \dots + DICn}{464}$$

$$DEC = 16,53\text{hrs}$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{464} 9 + 9 + \dots + FICn}{464}$$

$$FEC = 9$$

Para analisar se os índices de qualidade DEC, FEC, DIC e FIC, estão aceitáveis, foi utilizada a tabela padrão da ANEEL, a mesma tem os padrões dos índices classificados pela região onde se encontra instalados na rede.

Figura 21 - Padrão ANEEL Região de Corbélia

Urbano

COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.			DIC (em horas)			FIC (número de interrupções)			DMIC (em horas)	DICRI (em horas)
Conjunto	DEC	FEC	ANUAL	TRIM.	MENSAL	ANUAL	TRIM.	MENSAL	MENSAL	INTERRUPÇÃO
Pinheiros	13	9	21,73	10,86	5,43	13,20	6,60	3,30	3,11	12,22

Fonte: ANEEL, (2018).

Como pode se observar os índices FEC, DIC, FIC estão dentro do padrão da ANEEL assim não gerando multa para a concessionária de energia elétrica, entretanto o DEC está fora do padrão gerando uma penalidade a concessionária. Sendo calculada pela fórmula:

Equação 22 - Cálculo penalidade (Rede 01)

$$Penalidade(R\$) = \left(\frac{F}{730}\right) \times \left(\frac{Vv}{Vp}\right) \times 100$$

Onde:

F = Média dos valores faturados no ano

Vv = Valor verificado do indicador

Vp = Valor padrão do indicador

A rede analisada teve um consumo médio individual de 250,82kWh, valor encontrado pelo relatório de manutenção COPEL, levando em conta as tarifas da concessionária de 0,5077kw fora de ponta e com impostos, obteve o valor de R\$127,34. A fatura média do conjunto da rede 01 com 464 consumidores será de R\$59.085,76.

$$Penalidade(R\$) = \left(\frac{59.085,76}{730}\right) \times \left(\frac{16,53}{13}\right) \times 100$$

Penalidade = R\$10.291,75

Considerando que a rede teve um DEC de 16,53hrs fora do padrão da região, teve uma multa R\$10.291,75.

### 3.5.1 Custo na Rede 02

Para o cálculo do custo dos indicadores DEC, FEC, DIC e FIC, na rede 02, foi utilizado os dados dos relatórios de manutenção da COPEL, considerando os resultados anual dos indicadores. Partindo pelas seguintes fórmulas:

Equação 23 - Cálculo DIC (Rede 02)

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i)$$

Equação 24 - Cálculo FIC (Rede 02)

$$FIC = n$$

Onde:

DIC = Duração de interrupção individual por unidade consumidora

FIC = Frequência de interrupção individual por unidade consumidora

i = Índice de interrupções da unidade consumidora

n = Número de interrupções da unidade consumidora

t = Tempo de duração da interrupção

Equação 25 - Cálculo DEC (Rede 02)

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} DIC(i)}{Cc}$$

Equação 26 - Cálculo FEC (Rede 02)

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} FIC(i)}{Cc}$$

Onde:

DEC = Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora

FEC = Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora

i = Índice de unidades consumidoras atendidas

Cc = Número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto

$$DIC = \sum_{i=1}^2 1,2 + 1,24$$

$$DIC = 2,44\text{hrs}$$

$$FIC = 2$$

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{111} 2,44 + 2,44 + \dots + DICn}{111}$$

$$DEC = 2,44\text{hrs}$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{111} 2 + 2 + \dots + FICn}{111}$$

$$FEC = 2$$

Para analisar se os índices de qualidade DEC, FEC, DIC e FIC, estão aceitáveis, foi utilizada a tabela padrão da ANEEL, a mesma tem os padrões dos índices classificados pela região onde se encontra instalados na rede.

Figura 22 - Padrão ANEEL Região de Capitão Leônidas Marques

Não urbano

COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.			DIC (em horas)			FIC (número de interrupções)			DMIC (em horas)	DICRI (em horas)
Conjunto	DEC	FEC	ANUAL	TRIM.	MENSAL	ANUAL	TRIM.	MENSAL	MENSAL	INTERRUPÇÃO
Realeza	14	11	43,49	21,74	10,87	30,98	15,49	7,74	5,88	16,60

Fonte: ANEEL, (2018).

Como pode se observar os índices DEC, FEC, DIC e FIC estão dentro do padrão da ANEEL assim não gerando multa para a concessionária de energia elétrica.

### 3.5.1 Custo na Rede 03

Para o cálculo do custo dos indicadores DEC, FEC, DIC e FIC, na rede 03, foi utilizado os dados dos relatórios de manutenção da COPEL, considerando os resultados anual dos indicadores. Partindo pelas seguintes fórmulas:

Equação 27 - Cálculo DIC (Rede 03)

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i)$$

Equação 28 - Cálculo FIC (Rede 03)

$$FIC = n$$

Onde:

DIC = Duração de interrupção individual por unidade consumidora

FIC = Frequência de interrupção individual por unidade consumidora

i = Índice de interrupções da unidade consumidora

n = Número de interrupções da unidade consumidora

t = Tempo de duração da interrupção

Equação 29 - Cálculo DEC (Rede 03)

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} DIC(i)}{Cc}$$

Equação 30 - Cálculo FEC (Rede 03)

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} FIC(i)}{Cc}$$

Onde:

DEC = Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora

FEC = Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora

i = Índice de unidades consumidoras atendidas

Cc = Número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto

$$DIC = \sum_{i=1}^7 1 + 2 + 2,5 + 1,2 + 2,1 + 2,4 + 2,58$$

$$DIC = 13,78\text{hrs}$$

$$FIC = 7$$

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{86} 13,78 + 13,78 + \dots + DICn}{86}$$

$$DEC = 13,78\text{hrs}$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{86} 7 + 7 + \dots + FICn}{86}$$

$$FEC = 7$$

Para analisar se os índices de qualidade DEC, FEC, DIC e FIC, estão aceitáveis, foi utilizado a tabela padrão da ANEEL, a mesma tem os padrões dos índices classificados pela região onde se encontra instalada na rede.

Figura 23 - Padrão ANEEL Região de Três Barras do Paraná

COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.		DIC (em horas)			FIC (número de interrupções)			DMIC (em horas)	DICRI (em horas)	
Conjunto	DEC	FEC	ANUAL	TRIM.	MENSAL	ANUAL	TRIM.	MENSAL	MENSAL	INTERRUPÇÃO
Quedas do Iguazu	20	13	46,96	23,48	11,74	31,58	15,79	7,89	6,49	16,60

Fonte: ANEEL, (2018).

Como pode se observar os índices DEC, FEC, DIC e FIC estão dentro do padrão da ANEEL assim não gerando multa para a concessionária de energia elétrica.

### 3.6 ORÇAMENTOS DE IMPLANTAÇÃO DE REDES

Para análise da utilização do religador monofásico eletrônico foi realizado um comparativo entre dois orçamentos de implantação de redes. O primeiro orçamento considerou a implantação de uma rede de chave convencional, já o segundo foi elaborado com base na utilização do religador na rede, esses orçamentos foram obtidos através da COPEL.

#### 3.6.1 Custo de Implantação de uma rede com chave convencional

Conforme dados coletado na COPEL (Companhia Paranaense de Energia) foi descrito por meio da tabela seguinte, um orçamento para instalação de uma rede convencional utilizando a chave fusível.

Tabela 05 – Orçamento Instalação Chave Comercial

Nº Descrição	Unidade	Quantidade	Valor total
1. Chave Fus. DSTB;RELIG;3C24KV C/PF	CJ	3	3.012,60
2. Cruzeta Aço L 1.9m	UN	1	205,95
3. Isolador de disco	UN	3	69,54
4. Alça CA-CAA 4 AWG	UN	1	1,81
5. Isolador Pilar 35KV 170NBI	UN	3	261,63
6. Suporte isolador tipo pilar	UN	1	34,00
7. Arruela pressão 28mm	UN	2	0,30
8. Sapatilha	UN	1	1,64
9. Gancho-Olhal	UN	1	4,42
10. Cruzeta de concreto 1,900m	UN	1	0,60
11. Mão francesa plana 619mm	UN	2	11,18
12. Pino auto travante 38mm	UN	3	24,42
16. Parafuso Cabeça 40mm	UN	2	1,92
17. Parafuso Cabeça 175mm	UN	2	11,24
18. Parafuso Cabeça 200mm	UN	1	3,16
19. Parafuso Cabeça 225mm	UN	2	11,28

20. Parafuso rosca dupla 250mm	UN	1	4,30
21. Arruela quadrada	UN	8	3,68
22. Porca-Olhal	UN	1	3,28
23. Laço de topo CA e CAA 2/0 AWG	UN	3	7,29
24. Estribo conector AL 20CA/CAA	UN	1	10,47
25. Conector cobre 25 A 95mm <sup>2</sup>	UN	1	26,07
26. Suporte p/chave Fusível e para-raios	UN	2	26,30
27. Poste duplo T B/300/10.5m	UN	1	442,90
28. TOTAIS			4.179,98

Fonte: COPEL,(2018)

Conforme dados coletado na COPEL a instalação de uma rede monofásica, seria de R\$2.17158 utilizando a chave convencional.

### 3.6.2 Custo da implantação de uma rede utilizando o religador monofásico

Conforme dados coletado na COPEL (Companhia Paranaense de Energia) foi descrito por meio da tabela seguinte, um orçamento para instalação de uma rede utilizando o religador monofásico eletrônico.

Tabela 06 - Orçamento Instalação Religador

Nº Descrição	Unidade	Quantidade	Valor total
1. Alça CA-CAA 4 AWG	UN	1	1,81
2. Isolador Pilar 35KV 170NBI	UN	3	261,63
3. Suporte isolador tipo pilar	UN	1	34,00
4. Sapatilha	UN	1	1,61
5. Gancho-Olhal	UN	1	4,42
6. Cruzeta de concreto 2.0m 250DAN	UN	2	63,12
7. Mão francesa plana 619mm	UN	4	22,36
8. Isolador de anc. 35KV	UN	1	37,66
9. Pino auto travante 38mm	UN	1	8,14
10. Pino auto travante 140mm	UN	2	8,80
11. Parafuso Cabeça 125mm	UN	4	9,00

12. Parafuso Cabeça 200mm	UN	1	3,16
16. Parafuso Cabeça 250mm	UN	3	10,65
17. Parafuso Cabeça 350mm	UN	1	5,08
18. Parafuso rosca dupla 250mm	UN	1	4,30
19. Arruela quadrada	UN	13	5,98
20. Porca-Olhal	UN	1	3,28
21. Placa de concreto 1000mm	UN	2	45,98
22. Laço de topo CA e CAA 2/0 AWG	UN	3	7,29
23. Estribo conector AL 4CAA	UN	1	7,11
24. Estribo conector AL 20CA/CAA	UN	1	10,47
25. Conector cobre 25 A 95mm <sup>2</sup>	UN	2	52,14
26. Poste duplo T B/300/12,0m	UN	1	608,54
27. Cabo de cobre 16mm <sup>2</sup> /15KV	UN	4	26,68
28. Religador Aut.Monof. 25KV-3 Relig	UN	3	38.463,93
29. TOTAIS			39.707,17

Fonte: ANEEL, (2018).

Conforme dados coletado na COPEL a instalação de uma rede monofásica, seria de R\$14.064,55 utilizando o religador monofásico eletrônico.

## 4 RESULTADOS

Com a análise das redes escolhidas foi possível definir por meio de custo benefício da qualidade de energia e as vantagens da utilização do religador monofásico. Os dados demonstraram que no período analisado houve um número de falta visivelmente menor após a instalação do religador monofásico.

Através de cálculos do deslocamento foi determinada a unidade de serviço, somando com as US dos serviços de troca de elo, operação de chaves e corda de vida, esse teve um total de US, utilizando por referência o contrato para serviços da COPEL com seus prestadores, com o valor de cada US. Teve um valor significativo de unidade de serviço.

Foi realizado um estudo sobre a mão de obra, levando em conta o salário de um técnico e baseando-se no edital do concurso da COPEL de 2015, com todos os reajustes de inflação até o ano de 2018, impostos e porcentagem de periculosidade, chegando ao valor de sua mão de obra por hora.

Por meio de orçamentos e pesquisas em empresas de fornecimento de materiais elétricos, foram levantados os valores dos materiais a serem utilizados na execução dos serviços.

Pelo índice de qualidade da ANEEL, foi observado uma penalidade no padrão de qualidade na entrega da energia elétrica, gerando assim uma multa para a concessionária COPEL, elevando conseqüentemente o custo de manutenção dessa rede. Temos, portanto a tabela a seguir:

Tabela 07 - Tabela dos Resultados

REDES	UNIDADE DE SERVIÇO	MÃO DE OBRA	MATERIAL	MULTAS	TOTAL
01	R\$556,55	R\$644,00	R\$3.510,00	R\$10.291,75	R\$15.002,30
02	R\$130,32	R\$171,30	R\$180,00	R\$0,00	R\$481,62
03	R\$396,20	R\$710,60	R\$810,00	R\$0,00	R\$1.916,80

Fonte: Autor, (2018).

Com a análise da tabela percebem-se os valores que foram gastos com manutenções no período de um ano, valores esses que não seriam necessários se houvesse o uso dos religadores monofásicos eletrônicos.

Verificando os orçamentos descritos nos itens anteriores, identifica-se um elevado custo de implantação do religador monofásico, quando comparado a uma rede com chave convencional. Custo esse que será quitado com o passar dos anos, pois a rede como pode ser observada, teve uma diminuição considerável em sua necessidade de manutenção.

No caso da rede 01 que teve um número maior de falhas temporárias, notou-se o elevado gasto financeiro com essas manutenções. Ao analisar a rede em questão, o valor investido seria atingido com mais rapidez que as outras comparadas. A concessionária por sua vez teria além de uma economia com manutenções e multas, uma satisfação maior dos seus consumidores, pois os mesmos possuiriam uma rede mais confiável.

## 5 DISCUSSÃO

Mediante a realização desse trabalho, foi possível demonstrar algumas vantagens e desvantagens da utilização do religador monofásico eletrônico. Para chegarmos a realização do estudo das vantagens, ocorreu uma dificuldade para ter acesso aos dados de redes na região oeste do Paraná. Essa dificuldade resultou em uma resistência de demonstração nas vantagens do religador. Pois como visto anteriormente, as redes analisadas não possuíram um número relativamente alto de falhas temporárias.

Portanto, os cálculos evidenciaram que o custo do religador seria quitado em um período maior do que disposto no trabalho. Defende-se assim, que a implantação desse equipamento deve ser analisada com cautela, priorizando redes que possuem comprovadamente um alto índice de falhas.

Proponha-se assim, que seja realizado um levantamento na região oeste do Paraná para que sejam identificados os locais que possuem o maior índice de falhas. Com esse estudo, a implantação do religador teria um custo benefício alto perante as chaves convencionais. Pois, diminuiria notavelmente as falhas temporárias e os investimentos com manutenções.

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho foi elaborado com o intuito de demonstrar as vantagens e desvantagens da utilização do religador monofásico eletrônico nas redes elétricas. Tornou-se possível realizar o estudo após a análise de três redes localizadas no oeste do estado do Paraná.

Foi observado benefícios na utilização do religador monofásico eletrônico nas redes, com a economia nos gastos de mão de obra, unidade de serviço, índices de qualidade da ANEEL e materiais. Entretanto, com a instalação do religador haveria um custo inicial elevado, como pudemos observar nos orçamentos demonstrados com as tabelas comparativas. Para possibilitar a utilização do mesmo é necessária uma análise ponderada do local a ser implantada.

Perpassando os anos os consumidores de energia elétrica tornaram-se mais críticos e exigentes, cobrando por uma maior qualidade no serviço pago. Com isso as concessionárias estão buscando uma forma de aperfeiçoar seus serviços de distribuição de energia elétrica, visando, portanto, a satisfação dos seus clientes e uma qualidade maior de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. **Divulgação dos Limites dos Indicadores DIC, FIC, DMIC e DICRI**. 2018. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/srd/indqual/default.cfm>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

ANEEL. **MÓDULO 8 – QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA**. Disponível em: < [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/040/resultado/nota\\_tecnica\\_0171\\_geradores\\_-\\_anexo\\_ii\\_-\\_alteracoes\\_modulo\\_8.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/040/resultado/nota_tecnica_0171_geradores_-_anexo_ii_-_alteracoes_modulo_8.pdf)>. Acesso em: 30 maio. 2018.

BRASIL. ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Módulo 8 – Qualidade de Energia Elétrica**. Revisão 6. 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO DO BRASIL. **NR 10 - Segurança em instalações e serviços com eletricidade**. 2004.

COPEL. **Licitações abertas ou concluídas** 2018. Disponível em: < <http://www.copel.com/licitacoes/pages/detalhesLicitacaoConcluidasAbertas.jsf>>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

COPEL. **Manual de Instruções Técnicas nº 160903**, maio de 2015.

COPEL. **Normas que Regem o Concuro – Cargos de Nível Técnico** 2015. Disponível em:< [http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/verdocatual/3627C7884E839B8203257EA7006C7404/\\$FILE/edita062015\\_tecniconivelmedio.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/verdocatual/3627C7884E839B8203257EA7006C7404/$FILE/edita062015_tecniconivelmedio.pdf)>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

COPEL. **Tarifa convencional** 2018. Disponível em: < <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2Fe3a5cb971ca23bf503257488005939ba>>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

IBGE. **Índice Nacional de preços ao Consumidor** 2017. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/precos-e-custos/9258-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

KINDERMANN, Geraldo. **Curto-Circuito**, 2 ed., Sagra Luzzatto, 1997.

PARANA. COPEL. **Manual de Instruções Técnicas nº 160803**, março de 2017.

PARANA.COPEL. **NORMAS**. Disponível em: <  
<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Fnormas%2Fpagcopel2.nsf%2Fverdocatual%2F0561E454DB1C6DEB03257505004EF73F>>.  
 Acesso em: 16 maio. 2018c.

PARANA. COPEL. **NTC 858153**. Disponível em: <  
[http://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcArquivos.nsf/91A46093FB3DEFBF832581A000536B1B/\\$FILE/EESP%20858123%20N4-NS2RM%20Religador%20monopolar%20simplificado%2013\\_8kV%20setembro2017.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcArquivos.nsf/91A46093FB3DEFBF832581A000536B1B/$FILE/EESP%20858123%20N4-NS2RM%20Religador%20monopolar%20simplificado%2013_8kV%20setembro2017.pdf)>.  
 Acesso em: 18 maio. 2018b.

PARANA. COPEL. **NTC 858154**. Disponível em: <  
[http://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcArquivos.nsf/C93464C81D51821B832581A0005376C7/\\$FILE/EESP%20858124%20N4-NS3RM%20Religador%20monopolar%20simplificado%2013\\_8kV%20setembro2017.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcArquivos.nsf/C93464C81D51821B832581A0005376C7/$FILE/EESP%20858124%20N4-NS3RM%20Religador%20monopolar%20simplificado%2013_8kV%20setembro2017.pdf)>.  
 Acesso em: 16 maio. 2018a.

RUSH, Peter. **Proteção e Automação de Redes**, 1 ed., Edgard Blücher Ltda., 2011

**SANDC. Boletim Descritivo 461-32p** 2018. Disponível em:<  
<https://www.sandc.com/pt/produtos-e-servicos/produtos/relogador-montado-em-chave-fusivel-tripsaver-ll/>>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

SARTORI, Renan. **Proteção e Seletividade de Sistemas Elétricos**. Porto Alegre, 2011.

SATO, Fujio. **Proteção de Sistemas de Energia Elétrica**. Campinas, 2005.

SIEMENS. **SIEMENS FUSESAVER**. Disponível em:  
[https://w3.siemens.com/powerdistribution/global/SiteCollectionDocuments/en/mv/outdoor-devices/fusesaver/Fusesaver\\_brochure\\_pt.pdf](https://w3.siemens.com/powerdistribution/global/SiteCollectionDocuments/en/mv/outdoor-devices/fusesaver/Fusesaver_brochure_pt.pdf)>. Acesso em: 05 junho. 2018.