

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

ANNA HELOÍSA JORGE PEREIRA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O RELIGADOR AUTOMÁTICO
TRIPSAVER II EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO MONOFÁSICAS DO ESTADO
DO TOCANTINS**

PALMAS - TO

2022

ANNA HELOÍSA JORGE PEREIRA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O RELIGADOR AUTOMÁTICO
TRIPSAVER II EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO MONOFÁSICAS DO ESTADO
DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação Curso
Superior de Engenharia Elétrica do
Campus Palmas do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, como exigência à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Me. Felipe Tozzi
Bittencourt

PALMAS - TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- P436e Pereira, Anna Heloísa
 ESTUDO DE CASO SOBRE O RELIGADOR AUTOMÁTICO
 TRIPSAVER II EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO MONOFÁSICAS DO
 ESTADO DO TOCANTINS / Anna Heloísa Pereira. – Palmas, TO,
 2022.
 51 p. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
 Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
 Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2022.
- Orientador: Me. Felipe Tozzi Bittencourt
1. RELIGADOR. 2. TRIPSAVER. 3. FALTAS. I. Bittencourt, Felipe
 Tozzi. II. Título.

CDD 621

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ANNA HELOÍSA JORGE PEREIRA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O RELIGADOR AUTOMÁTICO TRIPSAVER II
EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO MONOFÁSICAS DO ESTADO DO
TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação Curso
Superior de Engenharia Elétrica do
Campus Palmas do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, como exigência à obtenção
do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

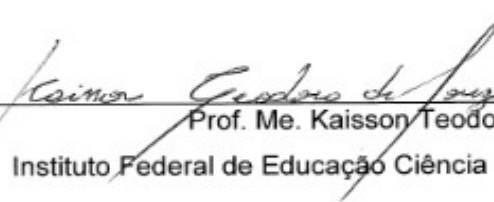
Aprovado em: 15/06/2022

BANCA EXAMINADORA



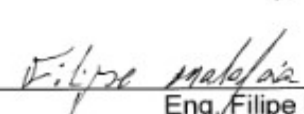
Prof. Me. Felipe Tozzi Bittencourt

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins



Prof. Me. Kaisson Teodoro de Souza

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins



Eng. Felipe Rodrigues Malafaia

Briefing Inteligência de Negócios

À minha família: Meus pais José Carlos
e Maria Helena, minha irmã Carla, e
minhas tias Geani e Joelma.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força e coragem para prosseguir em mais uma etapa da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Me. Felipe Tozzi Bittencourt, pela orientação, paciência e dedicação na elaboração deste trabalho.

Aos demais professores que tive o prazer de conhecer ao longo do Curso de Engenharia Elétrica, em especial ao professor Kaison Teodoro, membro de minha banca.

A todos os meus amigos pelos momentos de convívio, apoio e incentivo, em especial aos meus amigos Filipe Malafaia, Brehme Augusto e Matheus Alves, que foram essenciais nessa caminhada, e a todos que, de alguma forma, me ajudaram a vencer este desafio.

Sonho que se sonha só é só um sonho
que se sonha só mas sonho que se
sonha junto é realidade.

Raul Seixas

RESUMO

No presente trabalho é feita uma descrição sobre o religador automático Tripsaver II, onde foi apresentado como alternativa para minimizar o problema decorrente de faltas transitórias, utilizando a tecnologia de religadores monofásicos. Com base na metodologia aplicada foi feito o estudo de caso, sobre a utilização do religador, e analisados os dados reais disponibilizados pela concessionária antes e depois da instalação do religador, mostrando assim os ganhos obtidos e impactos nos indicadores de qualidade.

O uso do religador foi responsável por diminuir a necessidade do deslocamento das equipes de manutenção e pela redução dos indicadores de interrupção do fornecimento de energia (DEC e FEC) trazendo um bom retorno econômico para a concessionária de energia elétrica do Tocantins.

Palavras-Chave: religador Tripsaver II, faltas transitórias, ganhos, indicadores de qualidade, retorno econômico.

ABSTRACT

In the present work, a description is made of the Tripsaver II automatic recloser, where it was presented as an alternative to minimize the problem resulting from temporary faults, using the technology of single-phase reclosers. Based on the applied methodology, a case study was carried out on the use of the recloser, and the real data provided by the concessionaire before and after the installation of the recloser was analyzed, thus showing the gains obtained and impacts on the quality indicators.

The use of the recloser was responsible for reducing the need for the displacement of maintenance teams and for the reduction of energy supply interruption indicators (SAIDI and SAIFI), bringing a high economic return to the electric energy concessionaire in Tocantins.

Keywords: Tripsaver II recloser, temporary faults, gains, quality indicators, economic return.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Chave Fusível

Figura 2 – Religador Monofásico TripSaver II

Figura 3 – Ajustes de curva TCC do Religador 1

Figura 4 – Ajustes de curva TCC do Religador 2

Figura 5 – Ajustes das curvas TCC do Religador 1 e Religador 2

Figura 6 – Operação das curvas A do Religador 2

Figura 7 – Operação das curvas A do Religador 1

Figura 8 – Operação da curva C do Religador 2

Figura 9 – Curvas A e C do Religador 1 e a curva de Coordenação de sequência

Figura 10 – Curvas dos Religadores 1 e 2

Figura 11 – Religador 2 operando no ajuste de curva A e Religador 1 comutando para a curva amarela de coordenação de sequência sem operar

Figura 12 – Operação do Religador 2 para bloqueio

Figura 13 – Religador Tripsaver II abre

Figura 14 – Religador Tripsaver II vai para a condição caída e aberta.

Figura 15 – Construção do Religador TripSaver II

Figura 16 - Ramal: Alimentador LD Porto Nacional à Silvanópolis.

Figura 17 - Ramal: Alimentador 3 Araguatins a Transaraguaia

Figura 18 - Ramal: Alimentador LD Arraias II à Taguatinga.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual das principais causas de faltas.....	19
Tabela 2 – Resultados Obtidos e ganhos em HE.....	42
Tabela 3 – Resultados Obtidos e ganhos em DEC.....	43
Tabela 4 – Resultados Obtidos e ganhos em FEC.....	43
Tabela 5 – Resultados Obtidos e ganhos em TMAE.....	44
Tabela 6 – Resultados Obtidos e ganhos em NAE.....	44
Tabela 7 – Resultados Obtidos e ganhos em Redução de Compensações.....	45
Tabela 8 – Resultados Obtidos e ganhos em Redução de Gastos com Deslocamento de Equipes.....	46

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Formas de Cálculo – DEC e FEC

Equação 2 – Formas de Cálculo – TMA

Equação 3 – FCálculo de Ganhos Em HHT

Equação 4 – Formas de Cálculo – Ganhos deslocamentos

LISTA DE ABREVIACÕES

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

DEC – Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora

DIC – Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora

EMT – Energisa Mato Grosso

ETO – Energisa Tocantins

FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por unidade consumidora

FIC – Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora

LD – Linha de Distribuição

LT – Linha de Transmissão

NAE – Número de Atendimentos Emergenciais

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PRODIST – Procedimentos de Distribuição

RDR – Rede de Distribuição Rural

TCC – Tempo Versus Corrente

TMAE – Tempo Médio de Atendimento

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE EQUAÇÕES	12
LISTA DE ABREVIACÕES.....	13
1. INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA	17
1.2. JUSTIFICATIVA.....	17
1.3. OBJETIVOS GERAIS	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. METODOLOGIA	18
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1 FALTAS DE ENERGIA	19
3.1.1. Definição	19
3.1.2. Classificação das Faltas.....	19
3.1.3. Principais Causas.....	20
3.2. INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE	21
3.3 REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	25
3.3.1. DEFINIÇÕES	25
3.3.2. Planejamento da Rede de Distribuição Rural.....	27
3.3.3. Proteção dos Sistemas Elétricos de Potência	27
3.3.4. PROTEÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO USANDO CHAVE FUSÍVEL.....	28
3.4. RELIGADOR MONOFÁSICO TRIPSAVER II (S&C)	29
3.4.1. Principais Características	30
3.4.2. Princípio de Funcionamento e Proteção	30

3.4.2.1. Entendendo a Coordenação de Sequência.....	31
3.4.2.2. Circuito sob Falta sem a Coordenação de Sequência	33
3.4.2.3. Circuito sob Falta com a Coordenação de Sequência	35
3.4.2.4. Funcionalidade em falta transitória.....	37
3.4.2.5. Funcionalidade em falta persistente.....	38
3.4.2.6. Construção Do Religador Tripsaver II	39
4. DADOS DOS RAMAIS UTILIZADOS COMO BASE DO ESTUDO	41
4.1. Dados dos Ramais utilizados como base do estudo	41
4.1.1. Ramal I (Regional Centro - Palmas).....	41
4.1.2. Ramal II (Regional Norte - Araguaína).....	42
4.1.3. Ramal III (Regional Sul - Gurupi).....	43
4.2. Dados Gerais – Energisa Tocantins	43
5. GANHOS ECONÔMICOS, TEMPO DE RETORNO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.	44
6. CONSIDERAÇÃO FINAL	49
REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

A Energisa Tocantins Distribuidora de Energia é uma das 13 concessionárias do Grupo Energisa, que atende uma área de 227.720 km quadrados, no estado do Tocantins em seus 139 municípios e fornece energia à cerca de 621.000 clientes, através de 97.984 km de rede LD, 2.815 km de rede LT.

Um dos problemas enfrentados pela distribuidora, é a grande ocorrência de faltas de natureza temporária, que resultam em perdas de caráter permanente. Em estudos feitos pela Energisa Mato Grosso, foi constatado que cerca de 76% das faltas ocorridas, são de natureza temporária, e essas faltas, causam a operação de chaves fusíveis, resultando em perdas de fornecimento de caráter permanente para os clientes das linhas afetadas. As faltas resultam também em um aumento no índice de duração média de interrupções e frequência de interrupções médias. O estudo também apontou que 55% de todos os deslocamentos foram feitos para resolver perdas causadas por operações em chaves fusíveis resultantes de faltas transitórias, além disso 30% de todas as horas de trabalhos foram gastas no restabelecimento do serviço no caso de perdas de fornecimento devido a faltas transitórias em áreas rurais. Baseadas nestes estudos, as outras concessionárias do grupo Energisa realizaram estudos e traçaram planos para implementar soluções para reduzir custos, e reduzir de forma significativa os índices de DEC e FEC. Uma nova estratégia de proteção lateral usando o Religador Montado em Chave Fusível TripSaver® pode melhorar drasticamente a forma como a concessionária responde a 80% das faltas. Quando ocorre uma falta, esta solução elimina as faltas momentâneas para os clientes no alimentador principal apenas piscando as laterais afetadas. Esta abordagem economiza dinheiro para a concessionária e seus clientes, melhorando a confiabilidade para todos.

1.1 PROBLEMA

Trabalho proposto para elaboração de estudo de caso na Energisa Tocantins, em redes de distribuição monofásicas. Serão escolhidos três ramais com maiores ofensores de DEC e FEC. Para tal, será feita colheita de dados na Companhia de Energia elétrica, em ramais onde foram feitas as instalações do religador TRIPSAVER II, no prazo de 12 meses antes da instalação e 12 meses após a instalação. Após a colheita de dados, será feito o estudo e análise dos dados, antes e depois da instalação do Religador, mostrando o retorno obtido, como custos operacionais e das penalidades por descumprimento dos indicadores DEC e FEC, e consequentemente retorno financeiro.

1.2. JUSTIFICATIVA

Um dos principais problemas que existem hoje, nas redes de distribuição, é a grande quantidade de queima de elos fusíveis na mesma. Um dos dispositivos voltados para redes inteligentes, são os religadores automáticos monofásicos. Será estudado neste trabalho, o TRIPSAVER II da S&C Eletric Company, que é instalado em pontos críticos. Este trabalho irá demonstrar como alternativa para minimizar este problema decorrente de faltas transitórias, a utilização da tecnologia de religadores monofásicos.

1.3. OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como objetivo estudar, levantar e analisar dados das redes de distribuição em média tensão rural, onde foram instalados os religadores monofásicos Tripsaver. Será feito um estudo de caso, analisando ramais das três regionais do estado (Norte, Centro e Sul), os custos e ganhos desta utilização e os impactos nos indicadores de qualidade, DEC e FEC.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Levantamento de Dados dos ramais escolhidos nas três regionais;
- Análise dos dados, 12 meses antes e 12 meses depois da instalação

do Tripsaver, bem mostra dos dados da instalação dos religadores a nível

ETO;

- Conclusão e observações de acordo com as análises de dados.

2. METODOLOGIA

O método de estudo é de natureza exploratória à análise de dados, para alcançar os resultados obtidos. Também serão utilizadas pesquisas bibliográficas para o embasamento teórico. O trabalho tem como base, os conceitos de qualidade de energia e índices de continuidade, abordados no PRODIST, especificamente no módulo 8. Foram aplicados os dados reais, obtidos através de valores fornecidos pela ETO, aos quais serão utilizados para realização do estudo de caso, para assim, serem verificados a evolução dos índices de continuidade e de serviço. A partir dos dados analisados, foi possível avaliar os ganhos e perdas obtidos pela concessionária, a partir da implantação do religador automático Tripsaver. Foram analisados os dados reais disponibilizados pela concessionária antes e depois da instalação do religador. A partir desta informação, será possível confrontar os dados, e obter as conclusões necessárias para o estudo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 FALTAS DE ENERGIA

3.1.1. Definição

Caracteriza uma falta, a ocorrência de qualquer fenômeno físico que impeça o funcionamento de um elemento componente do sistema elétrico. Deve ser eliminada rapidamente, pois sua persistência pode ocasionar avarias e/ou destruição de equipamentos. Geralmente envolve o curto-circuito entre fases ou uma ou mais fases e a terra. Algumas características dos sistemas de distribuição, como grande extensão, instalação dos condutores predominantemente aéreos e a proximidade com os aglomerados populacionais, os tornam o componente do sistema elétrico mais vulnerável à ocorrência de faltas e interrupções no fornecimento de energia. (FERREIRA, 2009).

3.1.2. Classificação das Faltas

As faltas e/ou falhas nos sistemas são classificadas como permanentes ou transitórias.

Faltas Permanentes ou Sustentadas – são as que causam danos permanentes no sistema ou parte dele, e requer a manutenção do sistema ou do ponto sob defeito. Deste modo o sistema de proteção, seja ele qual for, elimina a falta, mas gera uma interrupção no fornecimento de energia a todos os consumidores do trecho da rede sob defeito.

Faltas Temporárias ou Transitórias – geralmente não causam danos permanentes no sistema, e se o mesmo possuir um sistema de religamento programado volta a operar normalmente após um curto intervalo de tempo. Esse tipo de falta ocorre em grande número em sistemas aéreos de distribuição (50 a 90%), e as causas de sua ocorrência variam principalmente de acordo com a localização geográfica da rede. (FERREIRA, 2009).

3.1.3. Principais Causas

Segundo Kindermann (1997) as faltas e/ou falhas no sistema elétrico podem ocorrer por diversas causas, sendo elas classificadas da seguinte maneira:

a) Problemas de Isolação

As tensões nos condutores do sistema são elevadas, conseqüentemente, rupturas para a terra ou entre cabos poderão ocorrer.

b) Problemas Mecânicos

São oriundos da natureza e que provocam ação mecânica no sistema elétrico como ação do vento, contaminação, árvores, etc.

c) Problemas Elétricos

São os problemas elétricos intrínsecos da natureza ou os devidos à operação do sistema. Ex.: descargas atmosféricas diretas ou indiretas, surtos de chaveamento (manobras), sobretensão no sistema.

d) Problemas de Natureza Térmica

O aquecimento nos cabos e equipamentos do sistema, além de diminuir a vida útil, prejudica a isolação, e isso ocorre devido a sobrecorrentes em consequência da sobrecarga no sistema, e da sobretensão dinâmica no sistema.

e) Problemas de Manutenção

- Substituição inadequada de peças e equipamentos;
- Pessoal não treinado e qualificado;
- Peças de reposição não adequadas;
- Falta de controle de qualidade na compra do material;
- Inspeção na rede não adequada.
- Problemas de Outra Natureza
- Atos de vandalismo;
- Queimadas;

- Inundações;
- Desmoronamentos.

Todas estas falhas provocam interrupções, afundamentos de tensão e demais distúrbios nos sistemas de distribuição de energia, causando um grande impacto na confiabilidade e qualidade da energia, e comprometendo a imagem e a credibilidade das distribuidoras perante os seus consumidores.

Estudos indicam que aproximadamente 40% das faltas ocorrem sob condições climáticas adversas, devido à incidência de descargas atmosféricas e fortes ventos (FERREIRA, 2009).

Na tabela 1 são mostradas as distribuições percentuais de ocorrência das faltas em sistemas aéreos de distribuição.

Tabela 1 – Percentual das principais causas de faltas.

CAUSA DA FALTA	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA
Descargas Atmosféricas	18%
Contato de Árvores	18%
Falha de Equipamentos	13%
Animais	8%
Vento	7%
Escavações	3%
Veículos	3%
Vandalismo	1%
Outros	29,5%

Fonte: Ferreira, 2009

3.2. INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE

Visando manter a qualidade na prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, a ANEEL exige que as concessionárias mantenham um padrão de continuidade e, para tal, edita limites para os indicadores coletivos de continuidade, DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora), conforme definido no Módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. Os indicadores são apurados pelas distribuidoras e

enviados periodicamente para a ANEEL para verificação da continuidade do serviço prestado, representando, respectivamente, o tempo e o número de vezes que uma unidade consumidora ficou sem energia elétrica para o período considerado (mês, trimestre ou ano), o que permite que a Agência avalie a continuidade da energia oferecida à população. (ANEEL).

Por meio do controle das interrupções, do cálculo e da divulgação dos indicadores de continuidade de serviço, as distribuidoras, os consumidores, as centrais geradoras e a ANEEL podem avaliar a qualidade do serviço prestado e o desempenho do sistema elétrico.

Na seção 8 do PRODIST, são estabelecidos os indicadores de continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica, quanto à duração e frequência e de interrupção.

Os indicadores são calculados para períodos de apuração mensais, trimestrais e anuais, com exceção do DICRI, que deverá ser apurado por interrupção ocorrida em dia crítico.

Dia crítico: Dia em que a quantidade de ocorrências emergenciais, em um determinado conjunto de unidades consumidoras, supera a média acrescida de três desvios padrões dos valores diários. A média e o desvio padrão a serem usados serão os relativos aos 24 (vinte e quatro) meses anteriores ao ano em curso, incluindo os dias críticos já identificados.

DEC - Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora, que indica o intervalo de tempo, em média, em que ocorreu descontinuidade da prestação de serviço em cada unidade consumidora do conjunto considerado, no período de apuração, em horas.

FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por unidade consumidora, que indica o número de vezes, em média, em que ocorreu descontinuidade da prestação de serviço em cada unidade consumidora do conjunto considerado, no período de apuração. Os cálculos de DEC e FEC, são feitos através das fórmulas abaixo.:

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

Equação 1 - Formas de Cálculo – DEC e FEC

Onde.:

DEC= Duração equivalente de Interrupção por unidade consumidora;

i= Índice de unidades consumidoras atendidas em BT ou MT faturadas em conjunto;

Cc= número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto no período de apuração, atendidas em BT ou MT;

DIC= Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora, excluindo-se as centrais geradoras;

FIC= Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora, excluindo-se as centrais geradoras.

Para apuração dos indicadores DEC e FEC, deverão ser consideradas as interrupções de longa duração, devendo ser segregadas nos seguintes indicadores:

- I. DECxp e FECxp – DEC ou FEC devido a interrupção de origem externa ao sistema de distribuição e programada, não ocorrida em Dia Crítico;
- II. DECxn e FECxn – DEC ou FEC devido a interrupção de origem externa ao sistema de distribuição e não programada, não ocorrida em Dia Crítico;
- III. DECip e FECip – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição e programada, não ocorrida em Dia Crítico;
- IV. DECind e FECind – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, não programada e não expurgável.

Na apuração dos indicadores DEC e FEC devem ser consideradas todas as interrupções, admitidas apenas as seguintes exceções:

- I. falha nas instalações da unidade consumidora que não provoque interrupção em instalações de terceiros;
- II. interrupção decorrente de obras de interesse exclusivo do consumidor e que afete somente a unidade consumidora do mesmo;
- III. Interrupção em Situação de Emergência;
- IV. suspensão por inadimplência do consumidor ou por deficiência técnica e/ou de segurança das instalações da unidade consumidora que não

provoque interrupção em instalações de terceiros, previstas em regulamentação;

- V. vinculadas a programas de racionamento instituídos pela União;
- VI. ocorridas em Dia Crítico;
- VII. oriundas de atuação de Esquema Regional de Alívio de Carga estabelecido pelo ONS.

NAE – Número de Atendimentos Emergenciais.

Forma de cálculo: Número de Ocorrências registradas por Consumidor.

TMA – Tempo médio de Atendimento.

Forma de Cálculo:

$$TMA = \frac{\sum_{i=1}^n (TP(i) + TD(i) + TE(i))}{n}$$

Equação 2 - Formas de Cálculo – TMA

Onde.:

TP= Tempo Médio de Preparação;

TD= Tempo Médio de Deslocamento;

TE= Tempo Médio de Execução;

N= Número de Ocorrências Emergenciais.

Exceções.:

- I. Solicitações de serviços em redes de iluminação pública;
- II. Serviços de caráter comercial, tais como: reclamação de consumo elevado, substituição programada de medidores, desconexão e reconexão;
- III. Reclamações relativas ao nível de tensão do atendimento;
- IV. Reclamações relativas à interrupções de energia elétrica em razão de manutenção programada, desde que previamente comunicada;
- V. Interrupção em situação de emergência (Conforme definido no módulo I do PRODIST – Seção 1.1).

COMPENSAÇÕES - Compensações financeiras pagas por transgressões do limite dos indicadores de continuidade na distribuição de energia elétrica.

Os valores são informados pelas distribuidoras em até 3 meses após a apuração do indicador, e são passíveis de fiscalização pela ANEEL. Ressalta-se que a quantidade de pagamentos efetuados não é necessariamente igual ao número de consumidores compensados, uma vez que um mesmo consumidor pode ser compensado mais de uma vez no ano.

Forma de Cálculo: (Compensações Pagas ou Provisionadas por Descontinuidade) + (Compensações Pagas ou Provisionadas por Nível De Tensão)

3.3 REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

RDR, conhecida como Rede de distribuição Rural, é um conjunto de linhas elétricas, com os equipamentos e materiais diretamente associados, destinado à distribuição rural de energia elétrica. Os sistemas de distribuição rural tendem a usar tensões de distribuição mais altas devido às distancias mais longas cobertas pelas linhas de distribuição. As distribuições em áreas rurais podem ser apenas monofásicas, caso não seja econômico instalar energia trifásica para relativamente poucos e pequenos clientes. Hoje 80% das redes de distribuição do Tocantins são redes rurais.

Os serviços rurais normalmente tentam minimizar os números de postes e fios. Na Energisa Tocantins são utilizadas as tensões primárias 34,5 - 19,9 / 13,8 – 7,9, e as tensões secundárias 440 – 220 / 380 – 220.

3.3.1. DEFINIÇÕES

Alimentador de Distribuição - Parte de uma rede primária numa determinada área de uma localidade que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, transformadores de distribuição da concessionária e/ou consumidores.

Alimentador Exclusivo - Somatório das potências nominais de uma unidade consumidora, excluindo-se os equipamentos de reserva.

Chave de Proteção ou Chave Fusível de Distribuição – É a chave utilizada com a finalidade básica de proteção dos circuitos primários de distribuição e/ou de equipamentos neles instalados, desligando automaticamente os circuitos ou equipamentos que estejam sob condições de defeito ou sobtensão ou correntes anormais, baseado em princípio térmico, através de sobreaquecimento e fusão de um elo condutor fusível quando atingido o limite de corrente pré-estabelecido.

Chave de Manobra ou Chave Seccionadora Tipo Faca - É a chave utilizada com a finalidade básica de seccionamento ou restabelecimento de circuitos, em condições normais, para fins de manobras como transferências de cargas, desligamentos de circuitos, etc., através de fechamento ou abertura de um componente em forma de barra metálica basculante condutora, e operado mecanicamente com auxílio de vara de manobra.

Rede Primária - Parte de uma Rede de distribuição que alimenta transformadores de distribuição e/ou pontos de entrega sob a mesma tensão primária nominal.

Rede de Distribuição Aérea Rural (RDR) - Parte integrante do sistema de distribuição implantado, na sua maior parte, fora do perímetro urbano de cidades, distritos e vilas.

Rede Secundária - Parte de uma Rede de Distribuição Aérea alimentada pelo secundário do transformador de distribuição.

Queda de Tensão - Diferença entre as tensões elétricas existentes em dois pontos distintos de um circuito, percorrido por corrente elétrica, observadas no mesmo instante.

Ramal de Alimentador - Parte de um alimentador de distribuição que deriva diretamente do tronco do alimentador.

Sistema de Distribuição - Parte de um sistema de potência destinado ao transporte e distribuição de energia elétrica, a partir do barramento secundário de uma subestação (onde termina a transmissão ou subtransmissão), até os pontos de consumo.

Sistema Radial - Sistema ou parte de um sistema de potência no qual, em condições normais de operação, só pode haver fluxo de energia em um único sentido.

3.3.2. Planejamento da Rede de Distribuição Rural

Devem ser efetuados os levantamentos e estudos das características das cargas, estimativa da demanda e análise das condições de fornecimento, proporcionados pelo sistema atual em função do crescimento da carga. A partir dessa análise deve ser tomada a decisão quanto à necessidade ou não de reforma da Rede existente ou a construção de uma nova Rede.

Com base na configuração básica estabelecida para a Rede e visando proporcionar uma confiabilidade dentro dos parâmetros adequados, devem ser definidos os pontos para as interligações e as localizações das chaves para seccionamentos, de forma a permitir a minimização do tempo e das áreas afetadas pelas interrupções durante os serviços de manutenção ou situações de emergência, bem como, nos casos de transferência de cargas de uma Rede a outra mediante interligações.

Devem ser definidos os tipos e as localizações dos equipamentos de proteção contra sobrecorrentes e sobretensões, tais como, religadores automáticos, seccionadores automáticos, chaves fusíveis e para-raios.

3.3.3. Proteção dos Sistemas Elétricos de Potência

“A principal função de um sistema de proteção é assegurar a desconexão de todo sistema elétrico submetido a qualquer anormalidade que o faça operar fora dos limites previstos ou de parte dele”, (FILHO; MAMEDE, 2013, s. p). De modo geral, o sistema de proteção fornece informações que auxiliam na identificação de falhas e facilitar a recuperação do sistema pelo operador. “Na operação dos sistemas elétricos de potência surgem, com certa frequência, falhas nos seus componentes que resultam em interrupções no fornecimento de energia aos consumidores conectados a esses sistemas”, (FILHO; MAMEDE, 2013, s. p). Mediante isso as concessionárias vêm investindo em tecnologias de sistema de proteção para diminuir as interrupções de energia aos consumidores, com isso melhorando a qualidade de prestação de serviço.

3.3.4. PROTEÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO USANDO CHAVE FUSÍVEL

De acordo com Filho (2013), a chave fusível é um equipamento para proteção de redes aéreas, que atua quando há sobre corrente na rede, utilizado em áreas urbanas e rurais. É equipado com um elo fusível fundamental para o seu funcionamento na proteção da rede.

Figura 1 – Chave Fusível



Fonte: Maurizio (2019)

“Devido ao baixo custo e desempenho satisfatório para o nível de proteção o qual se deseja, as chaves-fusíveis são os elementos mais utilizados na proteção de rede de distribuição de energia elétrica em zonas urbanas e rurais”. (LEME et al, 2013, p 28). Em contrapartida o ponto negativo das chaves fusíveis quando acionada na proteção da rede é necessário que a equipe se desloque até o local para substituição do elo fusível, assim havendo um tempo elevado para restabelecimento do fornecimento da energia e ocasionado gastos com deslocamento da equipe. O elo Fusível é uma peça com cordoalha flexível em cobre eletrolítico com principal mecanismo de proteção contra curto-circuito, sobrecargas elevadas e interrupções de correntes excessivas. “É um elemento metálico no qual é inserida uma parte sensível a correntes elétricas elevadas, fundindo-se e rompendo num intervalo de tempo inversamente proporcional à grandeza da referida corrente” (FILHO, 2013, s. p).

Como abordado anteriormente, o elo fusível é depositado dentro de um cartucho de fibra de vidro ou porta-fusível revestido interno, fixado na base da chave fusível com a função de interromper o arco elétrico, a chave fusível se abre devido o derretimento da cordoalha. Após abertura da chave é necessário que uma equipe de campo seja deslocada para o local da falta de energia para que seja identificada a causa do problema da interrupção e efetue-se a troca do elo fusível queimado por um novo fazendo com que seja retomado o fornecimento de energia aos consumidores daquele ramal.

3.4. RELIGADOR MONOFÁSICO TRIPSAVER II (S&C)

O religador automático monofásico TRIPSAVER, é um dispositivo eletrônico de proteção, que se propõe a proteger os equipamentos que compõem a rede de distribuição elétrica, localizadas nas áreas urbanas e rurais e proporcionar segurança às pessoas envolvidas de forma direta ou indireta. Sua finalidade principal é minimizar a falta de energia elétrica causada por faltas transitórias nas redes de distribuição.

Figura 2 – Religador Monofásico TripSaver II



Fonte: S&C Electric Company

3.4.1. Principais Características

Uma estratégia moderna de proteção lateral que pode proporcionar vários benefícios, conforme abaixo:

- Configurável em centro de serviços. Pode reconfigurar a sequência de operação;
- Pode funcionar como seccionizador em um intervalo de correntes de falta;
- Até três operações de religamento antes de desarmar em posição aberta visível;
- Recuso de retenção *inrush* sempre ligado. Não desarmará por perturbações em corrente de *inrush*;
- Excelente coordenação com outros dispositivos; melhora a coordenação entre religadores a montante e a jusante para evitar interrupções momentâneas indesejadas.
- Controle do microprocessador alimentado sem necessidade de baterias;
- Elimina interrupções de serviços sustentadas.

3.4.2. Princípio de Funcionamento e Proteção

O Religador Montado em Chave Fusível Tripsaver II suporta até três operações de religamento (quatro operações de trip no total) antes de ir para a condição caída aberta. Uma ampla variedade de curva características tempo versus corrente (TCC) está disponível. A duração do intervalo em aberto entre operações de trip pode ser configurada pelo usuário numa faixa entre 0,5 e 5 segundos. Está disponível também uma opção com um intervalo em aberto estendido de até 30 segundos.

O rearme do interruptor à vácuo ocorre 2 segundos após a unidade TripSaver II ter ido para a posição caída e aberta. Após a realização do reparo, o operador pode então realizar o fechamento manual do dispositivo.

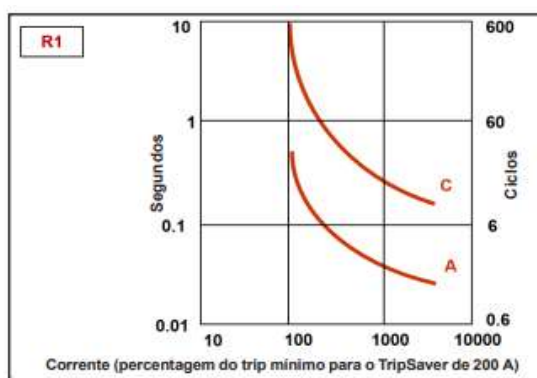
Nos casos em que uma falta transitória deixa de existir antes que o dispositivo TripSaver II chegue ao final da sua sequência de operação, o religador reverte para sua primeira curva TCC (tempo versus corrente), depois que seu temporizador de rearme da sequência tem o tempo expirado. O tempo de rearme da sequência também é configurável pelo usuário, em uma faixa entre 0,5 segundo e 1.000 segundos.

3.4.2.1. Entendendo a Coordenação de Sequência

Os Religadores Montados em Chave Fusível TripSaver II com versão de firmware 1.8 ou posterior são equipados com uma funcionalidade de Proteção de Coordenação de Sequência opcional que os usuários podem configurar para melhorar a continuidade do serviço. A coordenação de sequência diminui o número de trips indevidos do dispositivo a montante (do lado da fonte) em coordenação com religadores a jusante usando uma combinação de curvas rápidas e lentas. O dispositivo a montante detecta a operação do dispositivo a jusante e muda para uma curva mais lenta sem realizar trip, possibilitando assim que o dispositivo a jusante complete a sua sequência e isole a falta afetando um número mínimo de consumidores.

Considere-se os ajustes típicos de dois religadores em uma lateral longa. A Figura 3 mostra o Religador 1 (R1) em vermelho como o religador a montante, com uma curva rápida (A) e uma curva lenta (C). Cada curva característica tempo-corrente (TCC) representa duas operações do religador. A curva A corresponde ao Trip Inicial (TCC0) e TCC1. A curva C corresponde a TCC2 e TCC3.

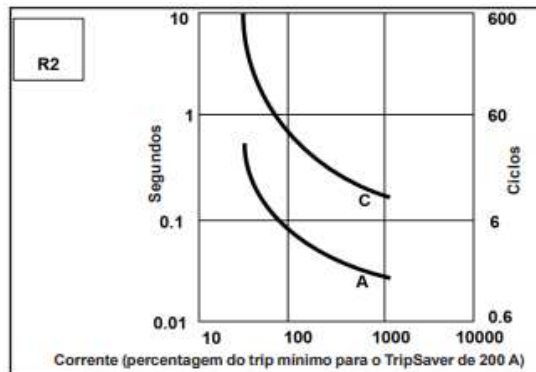
Figura 3 – Ajustes de curva TCC do Religador 1



Fonte: S&C Electric Company

Na Figura 4, o Religador 2 (R2) em preto é o religador a jusante. Ele também é configurado com uma curva rápida (A) e uma curva lenta (C). Essas curvas são ajustadas de forma que o dispositivo a jusante opere antes do dispositivo a montante (do lado da fonte).

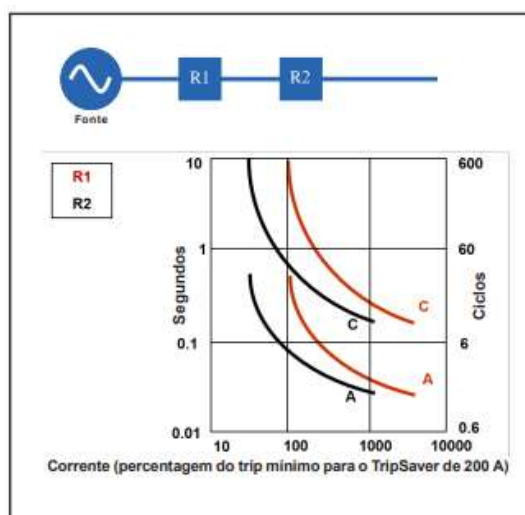
Figura 4 – Ajustes de curva TCC do Religador 2



Fonte: S&C Electric Company

A Figura 5 mostra uma representação unifilar dos religadores em uma lateral, bem como as duas sequências—rápida e lenta—dos dois religadores no mesmo gráfico.

Figura 5 – Ajustes das curvas TCC do Religador 1 e Religador 2

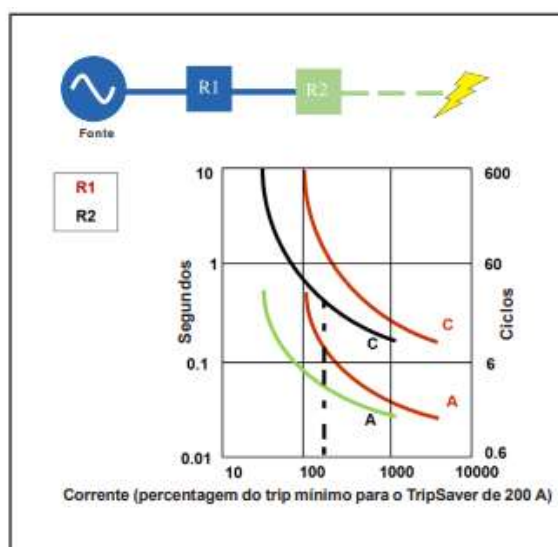


Fonte: S&C Electric Company

3.4.2.2. Circuito sob Falta sem a Coordenação de Sequência

Quando ocorre uma falta a jusante de R2, condição mostrada na linha pontilhada na Figura 6, R2 atua primeiro usando curvas rápidas, com duas operações usando TCC0 e TCC1. Os consumidores a jusante de R2 experimentam duas operações de religamento. Se a falta persistir, R1 passa a atuar, usando as curvas rápidas (TCC0 e TCC1).

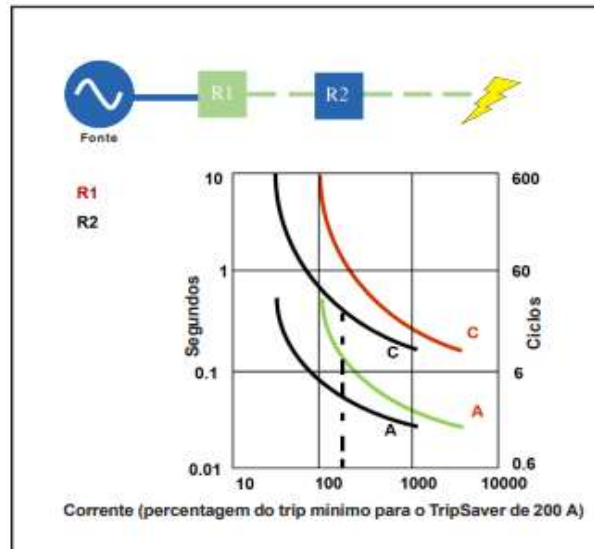
Figura 6 – Operação das curvas A do Religador 2



Fonte: S&C Electric Company

Os consumidores localizados entre R1 e R2 experimentam duas operações de religamento, conforme a Figura 7. Os consumidores a jusante de R2 experimentam quatro operações de religamento.

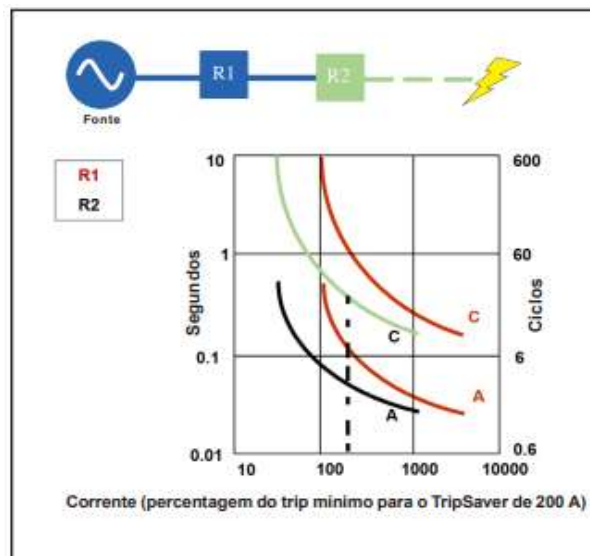
Figura 7 – Operação das curvas A do Religador 1



Fonte: S&C Electric Company

Se a falta persistir, a curva lenta C de R2 parte e opera (TCC2 e TCC3) até o bloqueio. Os consumidores a jusante de R2 experimentam até esse momento seis operações. Os consumidores entre R1 e R2 experimentam apenas duas operações. Ver Figura 8.

Figura 8 – Operação da curva C do Religador 2

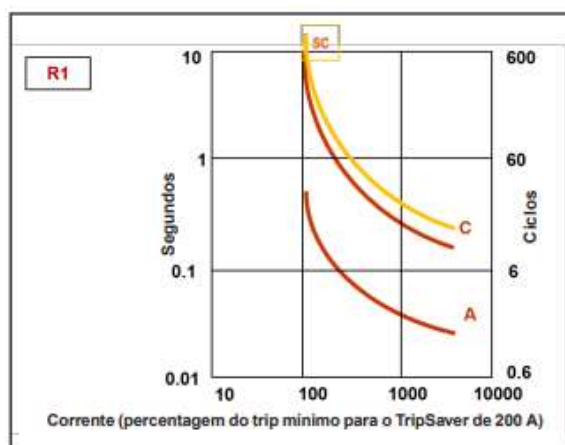


Fonte: S&C Electric Company

3.4.2.3. Circuito sob Falta com a Coordenação de Sequência

No exemplo mostrado na Figura 9, R1 é ajustado com uma curva TCC de Coordenação de Sequência TCC um pouco mais lenta que a curva C do religador R1, para uma maior visibilidade no gráfico. R1 muda para essa curva quando sente que o nível da corrente cair do nível de falta para um nível abaixo da corrente de partida. A Figura 9 mostra as curvas A e C e os ajustes de curvas da coordenação de sequência. Nota: É perfeitamente aceitável ajustar a curva de coordenação de sequência para os mesmos ajustes da curva C lenta.

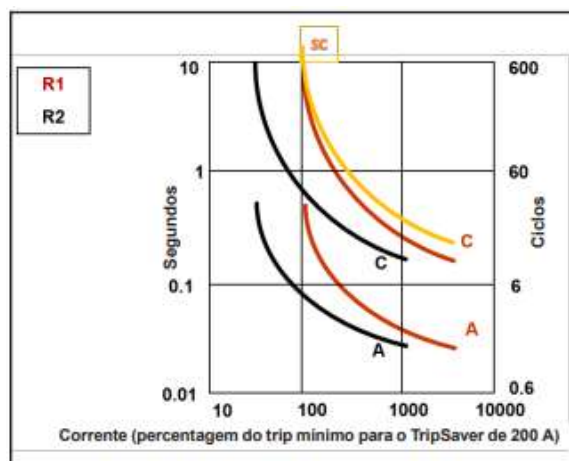
Figura 9 – Curvas A e C do Religador 1 e a curva de Coordenação de sequência.



Fonte: S&C Electric Company

A Figura 10 mostra no mesmo gráfico, as duas sequências rápida e lenta dos religadores e a curva de coordenação de sequência de R1 (em amarelo).

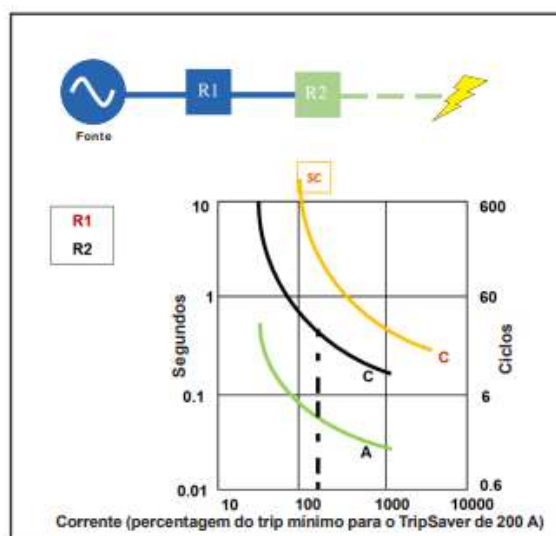
Figura 10 – Curvas dos Religadores 1 e 2



Fonte: S&C Electric Company

Agora, quando ocorre uma falta a jusante de R2, condição mostrada na linha pontilhada na Figura 11, R2 opera primeiramente com a curva A TCC0 e TCC1. Os consumidores a jusante de R2 experimentam duas operações. Na primeira operação com TCC0 de R2, o religador R1 percebe que o nível de corrente cai, de um nível de falta para um nível abaixo da partida e muda para a sua curva mais lenta da coordenação de sequência.

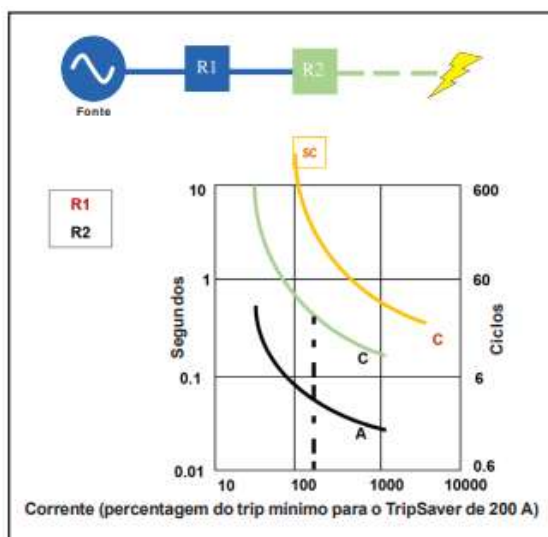
Figura 11 – Religador 2 operando no ajuste de curva A e Religador 1 comutando para a curva amarela de coordenação de sequência sem operar.



Fonte: S&C Electric Company

Se a falta persistir, a curva C mais lenta de R2 opera até o bloqueio. Os consumidores a jusante de R2 experimentam quatro operações. Os consumidores entre R1 e R2 não são sujeitos a qualquer operação conforme Figura 12.

Figura 12 – Operação do Religador 2 para bloqueio

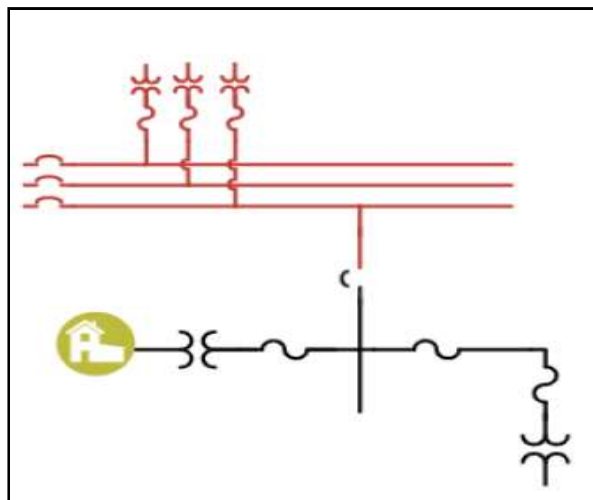


Fonte: S&C Electric Company

3.4.2.4. Funcionalidade em falta transitória

Considerando uma falta transitória a jusante do Religador Montado Em Chave Fusível TripSaver II. Usando sua curva TCC (Tempo versus corrente) rápida, o religador abre, como mostrado na figura 13. A interrupção momentânea somente é sentida pelos consumidores servidos pela lateral à jusante do Religador TripSaver II.

Figura 13 – Religador Tripsaver II abre



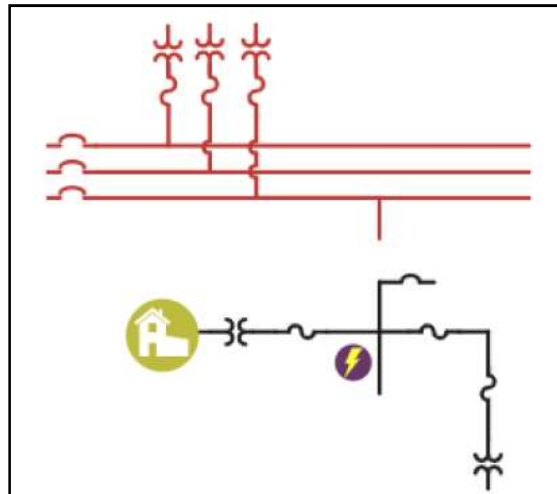
Fonte: S&C Electric Company

Após o intervalo em aberto, o religador religa, restabelecendo o fornecimento de energia aos consumidores servidos pela lateral a jusante. Devido à característica transiente da falta, após sua remoção não há mais necessidade de operações posteriores de trip. O religador reverte para a sua primeira curva TCC após o tempo de início da sequência de operação.

3.4.2.5. Funcionalidade em falta persistente

Considerando uma falta persistente a jusante do religador TripSaver II, devido à natureza persistente da falta, o religador executa normalmente as operações de trip conforme as curvas de TCC especificadas. Nas concessionárias que usam a filosofia “fuse-saving”, o religador TripSaver II assume a posição caída e aberta ao final de sua sequência de operação, da mesma maneira que em uma chave fusível convencional – proporcionando uma indicação visual do isolamento da lateral com falta, como mostrado na figura 16. O interruptor à vácuo rearma dois segundos depois que o religador foi para a condição caída e aberta. Com a falta já reparada, o operador pode realizar o fechamento manual da unidade na base.

Figura 14 – Religador Tripsaver II vai para a condição caída e aberta.



Fonte: S&C Electric Company

3.4.2.6. Construção Do Religador Tripsaver II

Figura 15 – Construção do Religador TripSaver II



Fonte: S&C Electric Company

A – BASE FUSÍVEL TIPO XS – Á prova de pássaros e com isoladores em composto polímero-silicone ou em porcelana, as Bases Fusível tipo XS, provêm um maior nível nas características em relação aos padrões ANSI para bases fusíveis de distribuição. Os religadores TripSaver II podem ser instalados em bases novas ou existentes.

B – CONECTOR COM RANHURAS PARALELAS – Fabricado em bronze estanhado (para facilidade de conexão, o religador acomoda dois condutores, mesmo de bitolas diferentes.)

C – GANCHOS – Permitem que o religador TripSaver II seja aberto manualmente usando um Loadbuster – a ferramenta de abertura sob carga da S&C.

D – AMORTECEDOR E RETENTOR – Exclusivo dos religadores TripSaver II, este retentor e amortecedor carregado por mola amortece impactos no fechamento, reduzindo a possibilidade de rebotes.

E – INTERRUPTOR DE FALTA A VÁCUO – Localizado na parte superior interna da caixa, controla e interrompe a falta de forma silenciosa, sem exaustão ou expulsão de fagulhas ou rejeitos.

F – MUNHÃO – Em bronze fundido de alta resistência, banhado a prata (As partes em torno do munhão assentam em largas superfícies articuláveis para manter o religador alinhado durante o fechamento. Seu formato especial facilita a remoção e reduz vibrações).

G – OPÇÃO SUPORTE DE ETIQUETA - Permite a colocação de etiqueta de bloqueio no religador em um local facilmente visível, necessário para comunicar condições não-padrão.

H – ALAVANCA DE SELEÇÃO DE MODO – Permite que o pessoal de linha trabalhando a jusante do religador, selecione o religamento automático ou uma operação de não-religamento.

I – VISOR DE CRISTAL LÍQUIDO - Informa automaticamente o Status – configurável pelo usuário – do religador, permitindo a visualização por qualquer membro da equipe de linha (sem necessidade de laptop).

J – COMUNICAÇÕES INTERNAS – Permite que o usuário interaja sem fios com o religador para realizar sessões de programação e de interrogação sem a necessidade da presença da equipe.

4. DADOS DOS RAMAIS UTILIZADOS COMO BASE DO ESTUDO

4.1. Dados dos Ramais utilizados como base do estudo

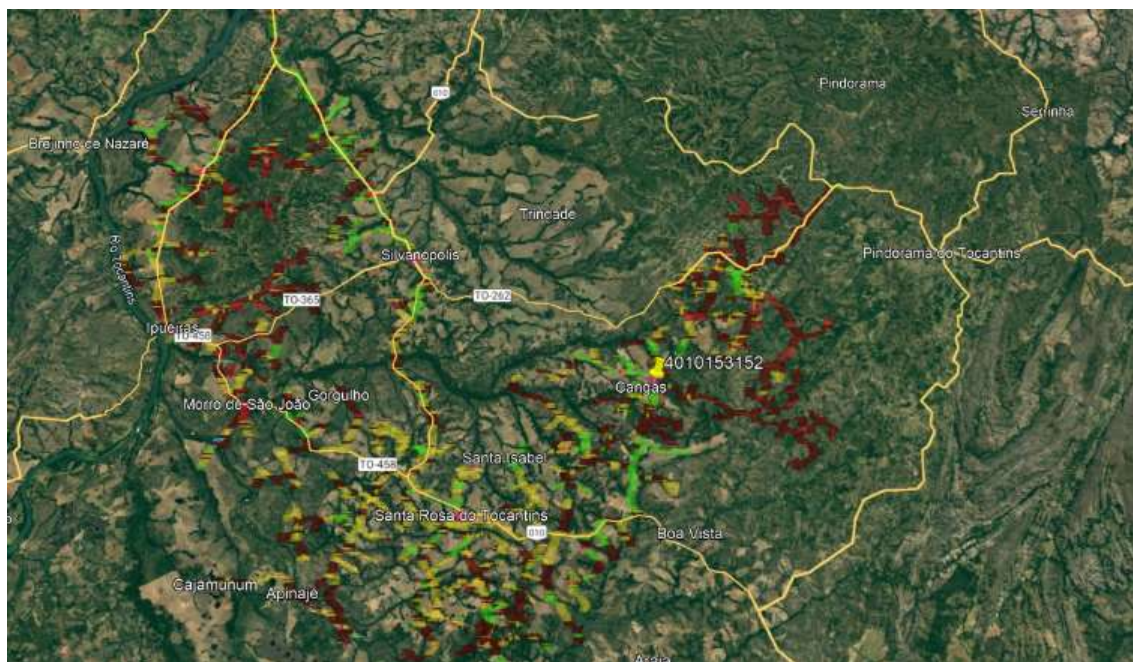
A Energisa Tocantins, atende hoje, cerca de 621.000 clientes no estado do Tocantins, nos seus 139 municípios. No período de 2019 a 2020, foram cerca de 280, o número de atendimentos emergenciais por faltas ocorridas de natureza temporária, e estas faltas transitórias causaram a operação de chaves fusíveis, resultando em perdas de fornecimento de caráter permanente, para os consumidores dos trechos afetados. O estado hoje é dividido em três regionais, Centro, Norte e Sul, e conforme explanado anteriormente, foram escolhidos três ramais, um em cada regional, onde há maior ofensor dos indicadores de qualidade, em que houve a instalação do religador Tripsaver para fins de estudo. Fora explanado, a quantidade de consumidores, atendidos nestes ramais, para entender o impacto causado pelas faltas em cada um, antes, e após a instalação dos Tripsavers. Abaixo os dados e mapa dos mesmos.:

4.1.1. Ramal I (Regional Centro - Palmas)

- Equipamento Instalado no Ramal: Alimentador LD Porto Nacional à Silvanópolis.

Número do Equipamento: 4010153152: 51 Unidades consumidoras

Figura 16 - Ramal: Alimentador LD Porto Nacional à Silvanópolis.



Fonte: Adaptado Google Maps

4.1.2. Ramal II (Regional Norte - Araguaína)

- Equipamento Instalado no Ramal: Alimentador 3 Araguatins a Transaraguaia.

Número do Equipamento: 4000875039: 88 Unidades consumidoras

Figura 17 - Ramal: Alimentador 3 Araguatins a Transaraguaia.

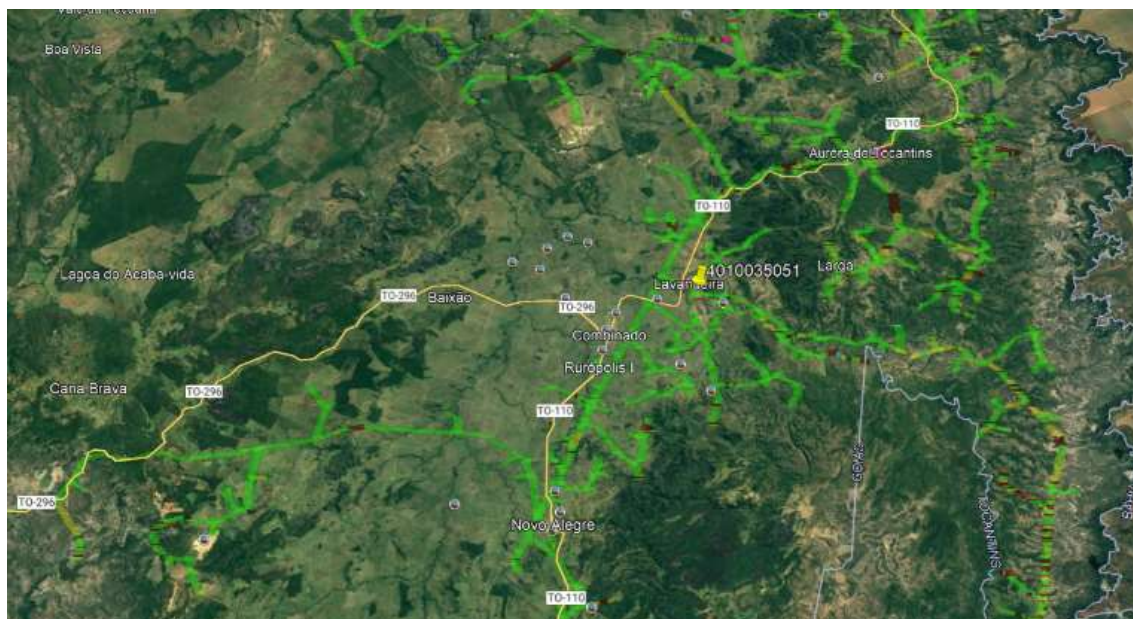


Fonte: Adaptado Google Maps

4.1.3. Ramal III (Regional Sul - Gurupi)

- Equipamento instalado no Ramal: Alimentador LD Arraias II à Taguatinga.
Número do Equipamento: 4010035051: 135 Unidades Consumidoras.

Figura 18 - Ramal: Alimentador LD Arraias II à Taguatinga.



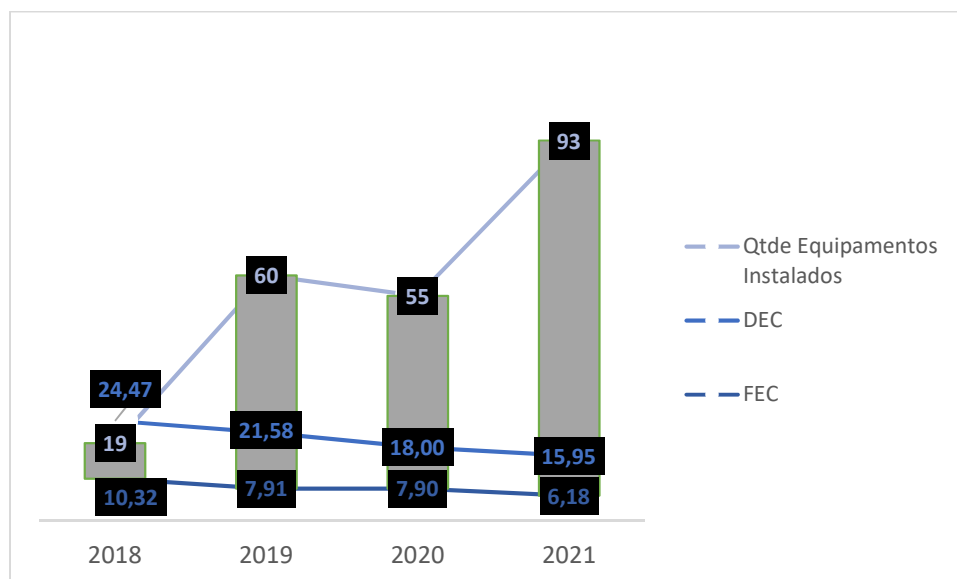
Fonte: Adaptado Google Maps

4.2. Dados Gerais – Energisa Tocantins

Conforme explanado no tópico anterior, a Energisa Tocantins atende hoje, 621.000 consumidores, em seus 139 municípios. A priori, foram instalados 19 Tripsavers para verificação da viabilidade do religador. Com o retorno que esses 19 religadores mostraram, no decorrer dos anos de 2018 a 2021, foram instalados mais 208 equipamentos, totalizando assim 227 tripsavers.

O gráfico 1, mostra a evolução dos indicadores de continuidade DEC e FEC, bem como a quantidade de Tripsavers instalados no decorrer dos anos.

Gráfico 1 - Evolução dos indicadores de continuidade DEC e FEC



Fonte de dados: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

Pode-se observar que com o aumento da instalação do tripsaver, houve a diminuição de 8,52 do DEC e 4,14 do FEC, no período de 2018 a 2021.

5. GANHOS ECONÔMICOS, TEMPO DE RETORNO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.

Em estudos realizados, a concessionária constatou que maioria das faltas ocorridas foram de natureza temporária, e também que maioria de todos os deslocamentos foram utilizados para resolver perdas de fornecimento permanentes causadas por operações de chaves fusíveis resultantes de faltas transitórias. Os dados colhidos e apresentados abaixo, mostram os resultados dos indicadores utilizados como base de estudo, nas situações pré e pós instalação dos religadores automáticos, para os três ramais escolhidos, e os ganhos em porcentagem, obtidos em cada um, bem como os resultados pré-instalação (12 meses antes) e pós instalação (12 meses depois), a nível ETO.

Para o cálculo de ganhos em HHT, utilizou-se a quantidade de atendimentos (NAE) Antes da Instalação pelo tempo médio de atendimento, E a quantidade de atendimentos, após a instalação pelo tempo médio de atendimento, multiplicando o resultado pela quantidade de horas trabalhadas. Assim, tem-se:

$$NAE_{antes} * \frac{TMAE_{antes}}{8} \quad NAE_{antes} * \frac{TMAE_{antes}}{8}$$

Equação 3 – Cálculo de Ganhos Em HHT

Onde:

NAE Antes - Numero de Entendimentos Emergências Antes da instalação do

8 – Quantidade de Horas Trabalhadas

Para tais, tem-se os seguintes resultados:

Tabela 2 – Resultados Obtidos e ganhos em HE.

CHAVE	HE							
	NAE ANTES	TMAE ANTES	horas trabalhadas	NAE DE-POIS	TMAE DE-POIS	horas trabalhadas	redução horas trabalhadas	GANHOS
3310153152	10	646,4	808	3	161	60	748	93%
3300875039	10	362,6	453	1	370	46	407	90%
3310035051	15	405,67	761	0	0	0	761	100%
Total ETO	280	477	16695	111	407	5647	11048	66%

Fonte: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

Para o cálculo de ganhos em DEC, utilizou-se o DEC 12 meses antes da instalação do equipamento, e 12 meses após a instalação. Para tal, obtem-se os seguintes resultados:

Tabela 3 – Resultados Obtidos e ganhos em DEC.

CHAVE	DEC				
	Qtde Clientes	DEC ANTES	TRIP	DEC DEPOIS	GANHOS
3310153152	51	0,0055	4010153152	0,0007	87,27%
3300875039	88	0,0082	4000875039	0,0014	82,93%
3310035051	135	0,0193	4010035051	0	100%
Total ETO	621.000	0,2582	-	0,1395	45,97%

Fonte: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

Para o cálculo de ganhos em FEC, utilizou-se o FEC 12 meses antes da instalação do equipamento, e 12 meses após a instalação. Para tal, obtém-se os seguintes resultados:

Tabela 4 – Resultados Obtidos e ganhos em FEC.

FEC					
CHAVE	Qtde Clientes	FEC ANTES	TRIP	FEC DEPOIS	GANHOS
3310153152	51	0,0014	4010153152	0,0002	85,71%
3300875039	88	0,0014	4000875039	0,0006	57,14%
3310035051	135	0,0035	4010035051	0	100%
Total ETO	621.000	0,0416	-	0,0191	54,09%

Fonte: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

Para o cálculo dos ganhos em TMAE, calculou-se a quantidade de ocorrências, pelo tempo médio de atendimentos. Ao final, calculou-se o tempo total em minutos, que foram gastos pelas equipes para os atendimentos emergenciais, antes e depois da instalação do equipamento.

Tabela 5 – Resultados Obtidos e ganhos em TMAE.

TMAE								
CHAVE	QTDE CLIENTES	TMAE ANTES	TRIP	TMAE DEPOIS	GANHOS	TEMPO TOTAL ANTES(MIN.)	TEMPO TOTAL DEPOIS(MIN)	GANHOS EM TEMPO TOTAL
3310153152	51	646,4	4010153152	161	75,09%	6464	1.939	70%
3300875039	88	362,6	4000875039	370	-2,04%	3626	363	90%
3310035051	135	405,67	4010035051	0	100,00%	6085,05	-	100%
Total ETO	621.000	477	-	407	14,68%	133560	52.947	60%

Fonte: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

Para o cálculo do NAE, onde tem-se o número de ocorrências, o cálculo feito, é da quantidade de ocorrências antes da instalação do equipamento, diminuindo-se a quantidade de ocorrências após a instalação. Tem-se então, o ganho em redução de quantidade de ocorrências, conforme tabela abaixo:

Tabela 6 – Resultados Obtidos e ganhos em NAE.

CHAVE	Qtde Clientes	NAE			GANHOS EM REDUÇÃO DE OCORRÊNCIAS
		NAE ANTES	TRIP	NAE DEPOIS	
3310153152	51	10	4010153152	3	70 %
3300875039	88	10	4000875039	1	90%
3310035051	135	15	4010035051	0	100%
Total ETO	621.000	280	-	111	60,36%

Fonte: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

Para os cálculos de ganhos em redução de compensações, faz-se o cálculo do valor pago em compensações 12 meses antes da instalação do Tripsaver menos o valor pago 12 meses depois da instalação do equipamento. Assim tem-se os seguintes resultados:

Tabela 7 – Resultados Obtidos e ganhos em Redução de Compensações.

CHAVE	QTDE CLIENTES	COMPENSAÇÕES				GANHOS
		COMPENSAÇÃO ANTES	TRIP	COMPENSAÇÃO DEPOIS	REDUÇÃO COMPENSAÇÃO PAGA	
3310153152	51	R\$ 2.113,83	4010153152	R\$ -	R\$ 2.113,83	100%
3300875039	88	R\$ 1.220,93	4000875039	R\$ 36,06	R\$ 1.184,87	97,05%
3310035051	135	R\$ 2.719,67	4010035051	R\$ -	R\$ 2.719,67	100%
Total ETO	621.000	R\$ 51.857,81	-	R\$ 28.386,29	R\$ 23.471,52	45,26%

Fonte: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

Para os cálculos de ganhos com deslocamentos de equipes, utilizou-se o valor médio de uma equipe, que gira em torno de R\$ 156,00/hora, considerando-se o valor médio, sem contar adicional noturno, considerando uma equipe com dois eletricitas + veículos + equipamentos. O cálculo feito para a redução de gastos com deslocamentos de equipes, foi feito considerando-se o valor do NAE antes da instalação do equipamento multiplicado pelo TMAE antes do equipamento, dividindo-se pela quantidade de minutos, multiplicados pela quantidade de horas trabalhadas, e pelo valor da equipe.

$$NAE_{antes} * \frac{TMAE_{antes}}{480*8*156} \quad NAE_{depois} * \frac{TMAE_{depois}}{480*8*156}$$

Equação 4 - Formas de Cálculo – Ganhos deslocamentos

O valor total antes da instalação, diminuindo-se pelo valor total após a instalação, nos dá o valor de redução de gastos com deslocamento de equipes, após um ano da instalação do equipamento tripsaver II.

Tabela 8 – Resultados Obtidos e ganhos em Redução de Gastos com Deslocamento de Equipes

GASTOS COM DESLOCAMENTO DA EQUIPE							
CHAVE	NAE Antes (Qtde)	TMAE Antes (Min)	GASTOS COM DESLOCA- MENTO DE EQUIPES AN- TES DO TRIP	TRIP	NAE DE- POIS (Qtde)	TMAE DE- POIS (Min)	GASTOS COM DES- LOCA- MENTO DE EQUIPES DEPOIS DO TRIP
3310153152	10	646,4	R\$ 16.806,40	4010153152	3	161	R\$ 1.255,80
3300875039	10	362,6	R\$ 9.427,60	4000875039	1	370,00	R\$ 962,00
3310035051	15	405,67	R\$ 15.821,13	4010035051	0	0,00	R\$ -
Total ETO	280	477	R\$ 347.256,00	-	111	407	R\$ 117.460,20

Fonte: Energisa Tocantins Distribuidora de Energia SA

O cálculo do retorno financeiro, foi feito diminuindo o valor de compensações no período de 12 meses, antes e depois da instalação do equipamento, mais o valor gasto com deslocamentos no período de 12 meses, antes e depois da instalação do equipamento. Visto que para as três linhas escolhidas, tem-se um investimento de R\$12.000,00 na instalação de cada tripsaver, totalizando R\$ 36.000,00, após 12 meses, os 3 equipamentos estarão pagos, tendo-se um retorno de R\$ 45.855,70.

Ao final de um ano, obteve-se o retorno do valor investido na instalação dos 19 tripsavers instalados, dentre os anos de 2018 e 2019. Foi gasto o valor de R\$ 228.000,00, e o retorno obtido foi de R\$253.267,32.

6. CONSIDERAÇÃO FINAL

Após análise dos dados e resultados, vê-se que, investir em medidas que aumentam a confiabilidade dos sistemas de energia, é cada vez mais, fundamental para as empresas do setor elétrico. Os religadores automáticos, trazem ganho ao sistema elétrico para falhas transitórias ou permanentes, trazendo ganhos expressivos nos indicadores de continuidade, DEC e FEC, e também nos indicadores de NAE e TMAE, evitando os deslocamentos desnecessários de equipes de manutenção e operação.

A concessionária de energia do Tocantins, Energisa Tocantins, visando melhorar a confiabilidade de seus serviços, fez a instalação de 3 tripsavers em três de seus ramais que possuíam alto nível de ocorrências, chegando a 35 ocorrências dentro de um ano, nos três ramais. Desde a instalação desses equipamentos, a concessionária registrou apenas 4 interrupções, nos três ramais. O cálculo de retorno, exemplifica que, o valor economizado dentro de um ano, é suficiente para que a empresa possa fazer a compra de mais equipamentos, os ganhos em HHT foram de 748 horas trabalhadas, para 60 horas, compensações reduzindo à metade e até à zero, e a confiabilidade do cliente nos serviços da empresa sendo aumentados.

Após todas as análises feitas, têm-se que, o uso dos religadores Tripsaver II, como estratégia para proteção das redes monofásicas, é viável para as redes do Estado do Tocantins, podendo melhorar consideravelmente, a forma como a concessionária responde às faltas, assim, a Energisa Tocantins, tem como projeto, a instalação de mais 650 Tripsavers até o ano de 2023, e 1330 até o ano de 2024.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, FABIANO F. **Aula 10 Qualidade do Serviço de Energia Elétrica.**

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica a ANEEL. **PRODIST.**

ANEEL – **PRODIST MÓDULO 8** – Disponível em :
<<https://www.aneel.gov.br/modulo-8> - acesso em 28/03/2021.>

ANEEL - **INDICADORES DE COMPENSAÇÃO DE CONTINUIDADE** :
DISPONÍVEL EM: <https://antigo.aneel.gov.br/indicadores-de-compensacao-de-continuidade> - acesso em 26/05/2022.

ANEEL - **Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª edição.**

S&C ELECTRIC COMPANY - **BOLETIM INFORMATIVO** - Disponível em:
<<https://www.sandc.com/globalassets/saclectric/documents/sharepoint/documents---all-documents/boletim-informativo-461-50p.pdf?dt=637893855205553488>> – acesso em 28/05/2022.

CONFIGURAÇÕES DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO - Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Distribui%C3%A7%C3%A3o_de_energia_el%C3%A9trica#Configura%C3%A7%C3%B5es_de_rede> - acesso em 27/11/2021.

ENERGISA TOCANTINS, Distribuidora de Energia S.A. - disponível em:
<<https://www.energisa.com.br/>> - Acesso em 28/03/2021.

FILHO, João Mamede. MAMEDE, Daniel Ribeiro. **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência.** Reimpressão. – Rio de Janeiro: LTC, 2013.

FILHO, João Mamede. **Manual de Equipamentos Elétricos.** 4. Ed. – Rio de Janeiro: LCT, 2013.

MAURIZIO & CIA LTDA. **Chave Fusível.** Disponível em:
<https://www.maurizio.com.br/produtos/1/1/1/Chave_Fus%C3%ADvel>. Acesso
em 28/03/2021.

NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA – **NDU 007** – DISPONÍVEL EM :
<https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/NDU-007-Crit%C3%A9rios-B%C3%A1sicos-para-Elabora%C3%A7%C3%A3o-de-Projetos-de-Redes-de-Distribui%C3%A7%C3%A3o-A%C3%A9reas-Rurais.pdf> – Acesso em
27/11/2021.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL – DISPONÍVEL EM :
<https://www.eneldistribuicao.com.br/documentos/CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR%20Crit%C3%A9rio%20de%20Projeto%20de%20Redes%20A%C3%A9reas%20MT%20BT.pdf> – acesso em 27/11/2021.

S&C Electric Company. **Elo Fusível.** DISPONÍVEL EM:
www.sandc.com/globalassets/sac-electric/documents/sharepoint/documents---alldocuments/descriptive-bulletin-352-30.pdf. Acesso em: 28/03/2021.

SITE DO GRUPO ENERGISA – DISPONÍVEL EM:
<<https://ri.energisa.com.br/informacoes-financeiras-e-operacionais/indicadores-de-qualidade/>> - Acesso em 28/03/2021.>

SITE DO GRUPO ENERGISA – DISPONÍVEL EM:
<<https://ri.energisa.com.br/a-energisa/nossa-historia/>> - Acesso em 28/03/2021.