

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

LUCAS CAMASSOLA BONATTO

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA TOMADA DE DECISÃO NA
APLICAÇÃO DE RELIGADORES MONOFÁSICOS EM REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, VISANDO A REDUÇÃO DE CHI**

**CAXIAS DO SUL
2023**

LUCAS CAMASSOLA BONATTO

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA TOMADA DE DECISÃO NA
APLICAÇÃO DE RELIGADORES MONOFÁSICOS EM REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, VISANDO A REDUÇÃO DE CHI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica pela
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Profa. Dra. Danusia de Oliveira de
Lima

**CAXIAS DO SUL
2023**

LUCAS CAMASSOLA BONATTO

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA TOMADA DE DECISÃO NA
APLICAÇÃO DE RELIGADORES MONOFÁSICOS EM REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, VISANDO A REDUÇÃO DE CHI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica pela
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Profa. Dra. Danusia de Oliveira de
Lima

Aprovado em __/__/____

Banca Examinadora

Profa. Dra. Danusia de Oliveira de Lima (orientadora)
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Me. André Bernardes Michel
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Me. Cicero Zanoni
Universidade de Caxias do Sul

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha gratidão ao meu pai Marino Bonatto e a minha mãe Sandra Nair Camassola Bonatto, cujo amor incondicional e suporte constante foram fundamentais para minha conquista. Vocês sempre acreditaram em mim, encorajaram-me a perseguir meus sonhos. Sou imensamente grato por tudo o que fizeram por mim.

À minha amada esposa, Maiara da Luz, por ser meu porto seguro, minha companheira incansável, quero agradecer por seu amor, paciência e compreensão durante todo o processo de elaboração deste trabalho. Seu apoio inabalável e incentivo constante foram fundamentais para eu superar os desafios e seguir em frente. Sou abençoado por ter você ao meu lado.

Não posso deixar de expressar minha sincera gratidão à minha orientadora, Danusia de Oliveira de Lima, por sua orientação competente, sabedoria e dedicação ao longo de toda a minha pesquisa. Suas contribuições valiosas e feedbacks construtivos foram essenciais para o desenvolvimento do meu trabalho.

Também gostaria de agradecer aos meus respeitados professores, cujo conhecimento e experiência compartilhados em sala de aula foram fundamentais para a minha formação acadêmica.

Agradeço também aos meus colegas de curso, com os quais compartilhei momentos de estudo, trocas de ideias e apoio mútuo. Suas contribuições e discussões enriqueceram minha experiência acadêmica e ajudaram-me a expandir meus horizontes.

Por fim, quero expressar minha gratidão a todas as pessoas que, de alguma forma, estiveram presentes em minha jornada acadêmica, oferecendo palavras de incentivo, apoio emocional e compreensão. Cada gesto de encorajamento foi essencial para eu chegar até aqui.

Este trabalho não seria possível sem o apoio e contribuição de todas as pessoas mencionadas. Sou profundamente grato a cada um de vocês por fazerem parte desta conquista. Seu apoio foi um verdadeiro presente em minha vida.

A todos vocês, meu mais sincero obrigado!

RESUMO

O crescimento do setor elétrico no Brasil se deve a um aumento significativo do consumo de energia nas últimas décadas. Com isso, as exigências feitas pelo órgão regulamentador do setor elétrico, bem como as necessidades para atender os consumidores de energia elétrica, têm levado as concessionárias de energia a buscar soluções alternativas para manter os índices de qualidade e continuidade no serviço prestado. Uma das opções para atingir esse objetivo é a substituição das chaves fusíveis convencionais e repetidoras por religadores automáticos. A partir dessa abordagem, a proposta deste trabalho foi criar uma ferramenta computacional para auxiliar na escolha de chaves fusíveis convencionais e repetidoras (monofásicas e bifásicas), a serem substituídas por religadores monofásicos em redes de distribuição de energia, localizadas em três conjuntos pertencentes a concessionária Rio Grande Energia. O objetivo principal foi a redução da quantidade de Consumidor-Hora Interrompido dos três conjuntos elétricos, bem como melhorias nos indicadores de continuidade. Para o primeiro conjunto, ALEGRETE 4, obtiveram-se reduções de 9,58% na quantidade de Consumidor-Hora Interrompido, 9,58% na Duração Equivalente por Unidade Consumidora, 2,49% na Frequência Equivalente por Unidade Consumidora e 6,56% no Tempo Médio de Atendimento à Ocorrências Emergenciais. Já para o conjunto LIVRAMENTO 1, os percentuais de reduções se deram respectivamente por: 11,41%, 11,42%, 3,13% e 10,22%. Por fim, para o conjunto SOLEDADE, obtiveram-se reduções de 8,86%, 8,86%, 2,01% e 11,46%. Para otimizar os resultados, a concessionária deve, além da aplicação desta ferramenta, planejar ações abrangentes, incluindo medidas preventivas como podas e a substituição de postes. Essas iniciativas visam aprimorar a robustez do sistema, melhorando sua eficiência. O estudo ressaltou o potencial das atualizações tecnológicas, especialmente dos religadores monofásicos. Além disso, destacou o papel crucial das ferramentas computacionais para análises mais eficazes, identificando padrões e pontos críticos na rede elétrica.

Palavras-chave: Energia; Consumidores; Qualidade; Religadores Monofásicos; Reduções; Consumidor-Hora Interrompido; Indicadores de Continuidade; Ferramenta Computacional.

ABSTRACT

The growth of the power system in Brazil is due to a significant increase in energy consumption in recent decades. As a result, the demands made by the regulatory institute for the power system, as well as the need to serve electricity consumers, do the utilities energy company to looking for alternative solutions to maintain the quality and continuity of the service provided. One of the options for achieving this goal is to replace conventional fuse switches and repeaters with automatic reclosers. Based on this approach, the purpose of this work was to create a computational tool to help choose conventional and repeater fuses (single-phase and two-phase) to be replaced by single-phase reclosers in power distribution networks, located in three feeders belonging to the Rio Grande Energia utility. The main objective was to reduce the number of interrupted consumer-hours in the three sets, as well as to improve continuity indicators. For the first set, ALEGRETE 4, there were reductions of 9.58% in the number of Consumer-Hours Interrupted, 9.58% in the Equivalent Duration per Consumer Unit, 2.49% in the Equivalent Frequency per Consumer Unit and 6.56% in the Average Time to Attend to Emergency Occurrences. For LIVRAMENTO 1, the percentage reductions were respectively: 11,41%, 11,42%, 3,13% e 10,22%. Finally, for SOLEDADE set, reductions of 8.86%, 8.86%, 2.01% and 11.46% were achieved. In order to optimize results, in addition to applying this tool, the utilities energy company should plan comprehensive actions, including preventive measures such as pruning and replacing poles. These initiatives aim to improve the robustness of the system, improving its efficiency. The study highlighted the potential of technological upgrades, especially single-phase reclosers. It also highlighted the crucial role of computational tools for more effective analysis, identifying patterns and critical points in the grid of power system.

Keywords: Energy; Consumers; Quality; Single-Phase Reclosers; Reductions; Interrupted Consumer-Hour; Continuity Indicators; Computational Tool.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Configuração radial.....	19
Figura 2 - Configuração em Anel	19
Figura 3 - Curva característica de um elo fusível	26
Figura 4 - Chave fusível convencional	27
Figura 5 - Chave fusível repetidora.....	29
Figura 6 - Religador automático trifásico	30
Figura 7 - Parte interna de um religador trifásico	31
Figura 8 - Modelos de Religadores Monofásicos	34
Figura 9 - Fluxograma das etapas do estudo	43
Figura 10 - Indicadores apurados dos conjuntos escolhidos	44
Figura 11 - Interface da ferramenta computacional ANACOMPI.....	45
Figura 12 - Etapas de funcionamento da ferramenta computacional	46
Figura 13 - Carregamento da base de dados.....	47
Figura 14 - Escolha do conjunto	47
Figura 15 - Definir área das ocorrências.....	48
Figura 16 - Carregar estatísticas prévias.....	48
Figura 17 - Aplicação da metodologia religador monofásico	49
Figura 18 – Apresentação dos resultados.....	49
Figura 19 - Consulta das chaves fusíveis a substituir.....	50
Figura 20 - Exclusão das estatísticas e resultados gerados	51
Figura 21 - Exclusão do arquivo carregado	51
Figura 22 - Estatísticas Prévias ALEGRETE 4 via ANACOMPI	60
Figura 23 - Resultados ALEGRETE 4 pós metodologia via ANACOMPI	61
Figura 24 - Chaves Fusíveis a substituir - ALEGRETE 4	61
Figura 25 - Comparativo antes e depois da metodologia via ANACOMPI - ALEGRETE 4.....	63
Figura 26 - Estatísticas Prévias LIVRAMENTO 1 via ANACOMPI	66
Figura 27 - Resultados LIVRAMENTO 1 pós metodologia via ANACOMPI.....	66
Figura 28 - Chaves Fusíveis a substituir – LIVRAMENTO 1	67
Figura 29 - Comparativo antes e depois da metodologia via ANACOMPI - LIVRAMENTO 1.....	68
Figura 30 - Estatísticas Prévias SOLEDADE via ANACOMPI.....	71
Figura 31 - Resultados SOLEDADE pós metodologia via ANACOMPI	72
Figura 32 - Chaves Fusíveis a substituir – SOLEDADE.....	72
Figura 33 - Comparativo antes e depois da metodologia via ANACOMPI - SOLEDADE	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrências Emergenciais RGE 2019	14
Tabela 2 - DEC e FEC das Ocorrências Emergenciais RGE 2019	14
Tabela 3 - Deslocamento das equipes para atendimento de ocorrências primárias em 2019	14
Tabela 4 - Frequências típicas de ocorrências de curtos-circuitos	23
Tabela 5 – Componentes encontrados na base de dados	52
Tabela 6 – Defeitos encontrados na base de dados	53
Tabela 7 - Causas encontradas na base de dados	54
Tabela 8 - Exemplo de classificação das ocorrências emergenciais	55
Tabela 9 - Características ALEGRETE 4	60
Tabela 10 - Comparativo antes e depois da metodologia empregada - ALEGRETE 4.....	62
Tabela 11 - Análise das Ocorrências chaves fusíveis - ALEGRETE 4.....	64
Tabela 12 - Características LIVRAMENTO 1	65
Tabela 13 - Comparativo antes e depois da metodologia empregada - LIVRAMENTO 1	68
Tabela 14 - Análise das Ocorrências chaves fusíveis - LIVRAMENTO 1.....	69
Tabela 15 - Características SOLEDADE.....	71
Tabela 16 - Comparativo antes e depois da metodologia empregada - SOLEDADE.....	73
Tabela 17 - Análise das Ocorrências chaves fusíveis - SOLEDADE	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
RGE	Rio Grande Energia
EEL – USP	Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo
FEIS/Unesp	Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Universidade Estadual de SP
SEP	Sistema Elétrico de Potência
AT	Alta Tensão
MT	Média Tensão
BT	Baixa Tensão
CHI	Consumidor-Hora Interrompido
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
TMAE	Tempo Médio de Atendimento a Emergências
NBR	Norma Brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	13
1.2 OBJETIVO GERAL.....	15
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	17
2.1.1 Redes de distribuição em MT	17
2.1.1.1 Topologia I – Rede Radial.....	18
2.1.1.2 Topologia II – Rede em Anel.....	19
2.1.2 Condutores utilizados nas redes de MT.....	20
2.1.3 Área urbana e rural.....	20
2.1.4 Conjuntos de Unidades Consumidoras	20
2.2 PROTEÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ...	22
2.2.1 Filosofia de proteção e requisitos básicos.....	22
2.2.2 Curtos-circuitos.....	23
2.2.3 Tipos de faltas em sistemas de distribuição.....	24
2.2.3.1 Faltas transitórias.....	24
2.2.3.2 Faltas permanentes	25
2.2.4 Equipamentos de proteção em redes de MT.....	25
2.2.4.1 Chave fusível convencional.....	26
2.2.4.2 Chave fusível repetidora.....	27
2.2.4.3 Religadores automáticos.....	29
2.3 RELIGADORES MONOFÁSICOS.....	32
2.3.1 Definição e aplicabilidade.....	32
2.3.2 Funcionamento do Religador Monofásico	32
2.3.3 Vantagens frente à chave fusível repetidora	34
2.4 REGULAMENTAÇÃO E QUALIDADE DE ENERGIA.....	35
2.4.1 Resolução Normativa nº 1000/2021	35
2.4.2 Resolução Normativa nº 956/2021	36
2.4.3 PRODIST – Módulo 8.....	36
2.4.3.1 CHI	37
2.4.3.2 Indicadores individuais de continuidade (DIC e FIC)	37
2.4.3.3 Indicadores coletivos de continuidade (DEC e FEC).....	38
2.4.3.4 Tempo Médio de Atendimento a Emergências (TMAE).....	39
2.5 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO	40
2.5.1 Estudo da aplicabilidade de religadores monofásicos nas redes de distribuição da RGE - 2020.....	41
2.5.2 Metodologia para aplicação de religadores monofásicos em redes de distribuição de energia rural – por Antonio Carlos da Silva (UNIJUÍ) - 2017....	42

3	METODOLOGIA	43
3.1	DEFINIÇÃO DO CENÁRIO A SER ANALISADO	44
3.2	DESCRIPTIVO DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL.....	45
3.2.1	Etapas de funcionamento da ferramenta computacional	46
3.2.2	Definições aplicadas na metodologia da ferramenta computacional	51
4	RESULTADOS	59
4.1	CONJUNTO ALEGRETE 4	59
4.1.1	Características iniciais	59
4.1.2	Resultados pós metodologia religador monofásico	61
4.1.3	Chaves fusíveis candidatas à substituição	61
4.1.4	Análise dos resultados e melhorias propostas	62
4.2	CONJUNTO LIVRAMENTO 1	65
4.2.1	Características iniciais	65
4.2.2	Resultados pós metodologia religador monofásico	66
4.2.3	Chaves fusíveis candidatas à substituição	67
4.2.4	Análise dos resultados e melhorias propostas	67
4.3	CONJUNTO SOLEDADE.....	70
4.3.1	Características iniciais	70
4.3.2	Resultados pós metodologia religador monofásico	72
4.3.3	Chaves fusíveis candidatas à substituição	72
4.3.4	Análise dos resultados e melhorias propostas	73
5	CONCLUSÃO	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	APÊNDICE A	80

1. INTRODUÇÃO

A incessante busca das distribuidoras de energia por uma melhor qualidade no fornecimento de seu serviço, possibilita a atualização constante dos equipamentos de proteção do sistema elétrico. Cada vez mais, busca-se instalar equipamentos automáticos que auxiliem na manutenção e correção de faltas de energia. Uma solução que vem sendo adotada por concessionárias nacionais e internacionais, é a substituição de chaves fusíveis convencionais e chaves fusíveis repetidoras por religadores automáticos (DA SILVA, 2017).

Os religadores em redes elétricas de distribuição surgiram para melhorar a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica aos consumidores. São dispositivos automáticos destinados à interrupção da corrente elétrica, apresentando uma capacidade específica de repetição em operações de abertura e fechamento de um circuito durante a ocorrência de um defeito. Normalmente instalados em postes, esses dispositivos incorporam à sua estrutura um controle digital ajustável, coordenado com o número de atuações dos religadores no alimentador da subestação. Os religadores encontram vasta aplicação em circuitos de distribuição de redes aéreas de empresas de energia elétrica, contribuindo para a eliminação de defeitos transitórios e a melhoria dos indicadores de qualidade de energia (MAMEDE FILHO, 2020).

As redes de distribuição possuem características bem peculiares e que variam de acordo com a necessidade. Podem ser compostas por condutores nus, protegidos ou até mesmo isolados, e a escolha do condutor vai depender das características do local onde a rede será instalada. Podem ser instaladas em áreas urbanas ou rurais. As áreas urbanas possuem maior concentração de consumidores, o que significa que, na maioria das vezes, a demanda por energia elétrica é maior em comparação com as áreas rurais. As áreas urbanas também possuem demanda variável, infraestrutura complexa, dificuldades de acesso à rede para manutenção devido ao trânsito, e tudo isso resulta em uma necessidade de alta confiabilidade (KAGAN; OLIVEIRA e ROBBA, 2010).

Por outro lado, as áreas rurais possuem baixa densidade populacional, maior extensão territorial, condições climáticas mais severas, dificuldades de acesso à rede para manutenção devido à vegetação, e com isso também necessitam de uma atenção da concessionária de energia. Em condições climáticas mais severas, os consumidores localizados em áreas rurais podem permanecer dias sem energia elétrica. Isso acontece por conta da distância entre a base da concessionária e o local a ser mantido, a grande extensão de rede a ser percorrida para localização do defeito e a provável priorização de faltas de energia em áreas urbanas, devido ao número de reclamações e clientes sem energia (KAGAN; OLIVEIRA e ROBBA, 2010).

Para avaliar a eficiência e confiabilidade do fornecimento de energia elétrica aos

consumidores, as concessionárias de energia elétrica utilizam indicadores de continuidade e qualidade. Esses indicadores são definidos pela ANEEL, sendo regulamentados pela Resolução Normativa nº 956/2021, que estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Esse documento conhecido como PRODIST, normatiza e padroniza as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e ao desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica (ANEEL, 2021).

Um pilar muito importante dentro dos indicadores de continuidade é o CHI ou Consumidor-Hora Interrompido (*Customer Hours Interruption*). O CHI de um conjunto elétrico é um valor determinado a partir da multiplicação entre a quantidade de consumidores que tiveram seu fornecimento de energia interrompido e a quantidade de horas de interrupção. Esse indicador é importante para avaliar a eficiência e a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica, uma vez que afeta diretamente a qualidade de vida e o desempenho econômico dos consumidores (ANEEL, 2021).

Para que uma concessionária reduza o CHI de seus conjuntos elétricos, se faz necessária a adesão à novas tecnologias de proteção. Porém, para que isso ocorra, é primordial realizar uma análise criteriosa das ocorrências de falta de energia nos conjuntos elétricos desta concessionária. É importante verificar os conjuntos mais deficientes no quesito indicadores de continuidade e qualidade, e com isso, realizar um estudo de ações a serem aplicadas com o propósito de diminuir o CHI destes conjuntos (ANEEL, 2021).

Uma solução tecnológica para o problema de indicadores nas áreas rurais, seria a substituição de chaves fusíveis convencionais e repetidoras por religadores automáticos, em redes de distribuição em MT monofásicas e bifásicas. Com isso, é possível reduzir significativamente as interrupções de energia causadas por eventos transitórios nas áreas rurais, o que irá impactar em uma melhora evidente nos indicadores de continuidade e no serviço prestado aos consumidores (DA SILVA, 2017).

1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Conforme a última atualização disponível acerca deste tema, em 2015 fora estimada uma porcentagem de 14% da população vivendo na área rural da região sul do Brasil. Em termos quantitativos, isso equivale a 4,1 milhões de pessoas. Só no Rio Grande do Sul, somam-se 1,6 milhões de habitantes rurais. Boa parte dessa população é composta por produtores agrícolas, que necessitam manter suas atividades funcionando para o cultivo de animais e alimentos, bem como para o autoconsumo (IBGE, 2015).

De acordo com dados fornecidos pela concessionária local, em 2019 cerca de 71% dos defeitos em rede primária ocorreram na área rural dos municípios pertencentes à concessão da distribuidora. Na Tabela 1 é possível verificar a quantidade de ocorrências primárias de 2019 subdivididas em natureza da falta e localização (RGE, 2020).

Tabela 1 - Ocorrências Emergenciais RGE 2019

Indicadores	Qnd. Urbana	% Urbana	Qnd. Rural	% Rural
Permanente	13.714	17%	22.830	28%
Transitória	10.072	12%	34.170	42%
Total Geral	23.786	29%	57.000	71%

Fonte: Adaptado de RGE (2020).

Relacionando estes defeitos para os resultados de DEC e FEC de 2019, verifica-se que o DEC transitório rural representou 22% e o FEC 11% do indicador total realizado nas redes de média tensão da distribuidora. Estes dados estão evidenciados na Tabela 2.

Tabela 2 - DEC e FEC das Ocorrências Emergenciais RGE 2019

Indicadores	DEC Urbano	FEC Urbano	DEC Rural	FEC Rural
Permanente	31%	50%	29%	19%
Transitória	17%	21%	22%	11%
Total Geral	48%	71%	52%	29%

Fonte: Adaptado de RGE (2020).

Em relação ao deslocamento de equipes emergenciais, verificou-se que em 2019, cerca de 57% foram originados por faltas de natureza transitória na área rural. Estes dados estão evidenciados na Tabela 3.

Tabela 3 - Deslocamento das equipes para atendimento de ocorrências primárias em 2019

Indicadores	% Urbano	% Rural
Permanente	6%	30%
Transitória	7%	57%
Total Geral	13%	87%

Fonte: Adaptado de RGE (2020).

Com o emprego de religadores automáticos na rede primária das áreas rurais, em 2019 boa parte das ocorrências emergenciais geradas por faltas de natureza transitória poderiam ter sido evitadas, e assim, proporcionar um menor tempo de interrupção para os consumidores afetados, bem como uma redução no tempo médio de atendimento. Portanto, a motivação deste trabalho é justamente garantir um melhor atendimento a comunidades rurais, aumentando a qualidade e confiabilidade do fornecimento de energia, propondo ferramentas que auxiliem na identificação dos locais com oportunidades de melhoria.

1.2 OBJETIVO GERAL

Propor uma ferramenta computacional para auxiliar na escolha das chaves fusíveis convencionais e repetidoras a serem substituídas por religadores monofásicos, em redes de MT monofásicas e bifásicas, nas áreas rurais dos conjuntos elétricos mais deficientes em indicadores de continuidade. Para esse propósito, foram utilizados como base os dados da distribuidora local, a fim de propor uma redução no CHI destes conjuntos, garantindo um melhor fornecimento de energia elétrica aos consumidores.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Coletar os dados a serem estudados junto à distribuidora local;
- Selecionar os conjuntos elétricos com maior CHI e DEC;
- Identificar as chaves fusíveis convencionais e/ou repetidoras candidatas à substituição por religadores monofásicos, nas redes de MT monofásicas e bifásicas das áreas rurais dos conjuntos selecionados;
- Analisar com a ferramenta computacional desenvolvida os dados da distribuidora local e verificar os novos valores de CHI, DEC, FEC e TMAE dos conjuntos selecionados.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O texto está organizado em cinco capítulos, sendo este o introdutório que conta também com a justificativa do trabalho e os objetivos a serem alcançados. No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica que aborda os seguintes temas: o sistema elétrico de potência, redes aéreas de distribuição de energia, proteção de redes de distribuição de energia, religadores monofásicos,

regulamentação e qualidade de energia, e os exemplos de aplicação relacionados ao assunto deste trabalho.

O Capítulo 3 trata da metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, onde será apresentado o cenário a ser analisado, bem como o descritivo da ferramenta computacional implementada com suas etapas e definições. Já no Capítulo 4 serão apresentados os resultados e, por fim, no Capítulo 5 as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo fornecer a fundamentação teórica necessária para a compreensão dos temas abordados neste trabalho. Serão discutidos diversos aspectos relacionados às redes de distribuição de energia elétrica, abrangendo desde sua estrutura e funcionamento até os principais desafios enfrentados na proteção dessas redes. Será dada ênfase aos religadores monofásicos, dispositivos utilizados para restabelecer o fornecimento de energia em caso de faltas transitórias. Além disso, serão abordadas as questões sobre o regulamento vigente e as normas de qualidade de energia que devem ser seguidas. Por fim, serão apresentados exemplos práticos de aplicação dos conceitos teóricos discutidos ao longo do capítulo, demonstrando sua relevância e contribuição para o setor elétrico.

2.1 REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

A distribuição é a etapa que tem por finalidade fornecer a energia diretamente para o consumidor. É composta basicamente por cabos condutores, transformadores e equipamentos diversos de medição, controle e proteção das redes elétricas. Além do nível da tensão elétrica ser uma grande diferença quando comparado ao sistema de transmissão, outro grande fator a ser ressaltado é que na distribuição os circuitos são muito mais extensos e ramificados, devido à necessidade de levar a energia a todos os consumidores (ABRADEE, 2023).

De acordo com a ANEEL (2021), a rede elétrica e o conjunto de instalações e equipamentos elétricos operando em diferentes níveis de tensão, formam o sistema de distribuição de energia, composto por três níveis de tensão:

- Baixa Tensão (BT): tensão igual ou inferior a 1 kV;
- Média Tensão (MT): tensão superior a 1 kV e inferior a 69 kV;
- Alta tensão (AT): tensão superior a 69 kV e inferior a 230 kV.

2.1.1 Redes de distribuição em MT

As redes de distribuição em média tensão são aquelas com nível de tensão entre 2,3 kV e 44 kV. Essas redes atendem consumidores que demandam de potência maior, como por exemplo indústrias e shopping centers, bem como alimentam os transformadores de distribuição que convertem os valores em média tensão para baixa tensão, onde a energia é distribuída para os demais consumidores residenciais (de Barros e Col., 2014).

Com relação aos tipos de redes de distribuição em MT, é possível dividir em quatro grupos distintos (de Barros e Col., 2014).:

- **Rede de distribuição aérea convencional:** Constituída por condutores nus ou revestidos, fixados em isoladores e sustentados por cruzetas de madeira, metal ou materiais sintéticos. Este tipo de rede é mais propício a avarias, como por exemplo curto circuitos ou até mesmo rompimento dos condutores, devido vegetações na rede, tempestades ou abalroamentos.
- **Rede de distribuição aérea compacta:** Surgiu na década de 90 como uma solução tecnológica frente aos problemas enfrentados com as redes convencionais. Os condutores da rede compacta possuem uma camada de cobertura/proteção, o que possibilita diminuir o espaço entre condutores. Sofrem menor número de perturbações, sendo bastante indicadas para trechos onde a vegetação seja densa.
- **Rede de distribuição aérea isolada:** Diferente da rede compacta, a isolação desta rede é completa, o que permite que seus condutores sejam trançados. Ainda é pouco utilizada devido ao alto custo, sendo indicada apenas em situações especiais.
- **Rede de distribuição subterrânea:** Proporciona maior nível de confiabilidade devido possuir seus condutores instalados sob o solo. Porém, são bem mais caras que os demais tipos de redes, sendo utilizadas apenas em regiões densas ou com restrições para redes aéreas.

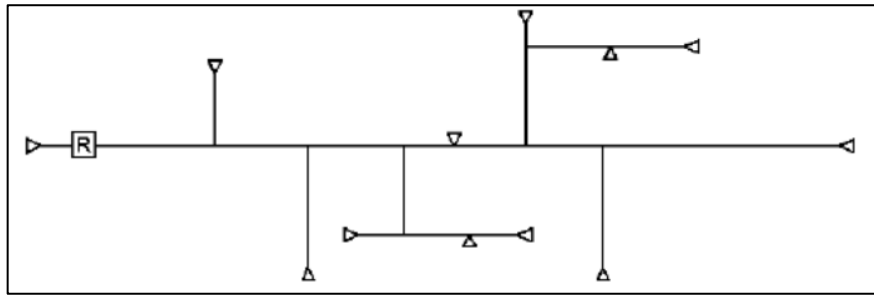
No que diz respeito à topologia das redes de distribuição, têm-se dois grandes grupos: topologia radial e anel.

2.1.1.1 Topologia I – Rede Radial

Os sistemas radiais são utilizados nas áreas que possuem baixa densidade de carga, e caracterizam-se por possuírem um único ponto de alimentação. Nesse sistema, quando da ocorrência de um defeito, não há possibilidade de restabelecer energia por outra fonte, sendo necessário localizar o defeito, efetuar o reparo e posteriormente restabelecer o fornecimento de energia (CEMIG, 2014; UNESP, 2023).

Essa topologia é empregada em larga escala nas áreas rurais, e pode ser representada pela figura 1.

Figura 1 - Configuração radial



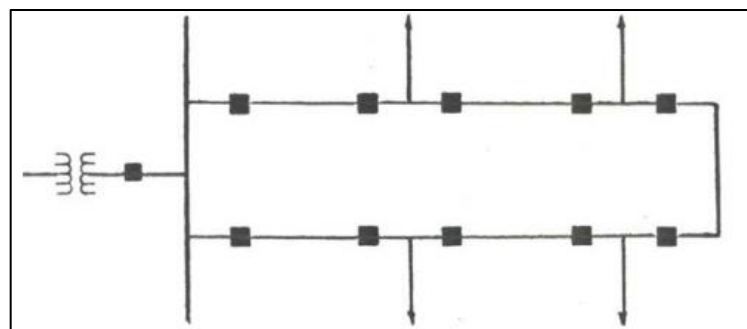
Fonte: ELEKTRO (2023)

2.1.1.2 Topologia II – Rede em Anel

Para aumentar a confiabilidade do sistema, a topologia radial evoluiu para um *layout* mais complexo, conhecida como topologia em anel, no qual o consumidor pode ser alimentado por duas fontes, alternativamente, por circuitos vindos da mesma subestação ou subestações diferentes. Isso é possível devido aos pontos de seccionamento da rede, onde estão instalados dispositivos de manobra que podem ser manuais (chaves seccionadoras) ou automáticos (reliadores) (CEMIG, 2014; UNESP, 2023).

Nesse sistema, quando da ocorrência de um defeito, é possível restabelecer a energia para boa parte dos consumidores do circuito atingido utilizando outra fonte, e isolar o local do defeito para efetuar o reparo. Essa topologia é empregada em larga escala nas áreas urbanas, e pode ser representada pela Figura 2 (UNESP, 2023).

Figura 2 - Configuração em Anel



Fonte: UNESP (2023)

2.1.2 Condutores utilizados nas redes de MT

Os condutores comumente utilizados nas redes de MT no Brasil são de alumínio com alma de aço, CAA, ou sem alma de aço, CA. Podem ser nus, protegidos ou isolados de acordo com as necessidades do local de instalação. Em algumas situações, utilizam-se condutores de cobre. (KAGAN, 2010).

De acordo com Kagan (2010), os cabos de alumínio com alma de aço (CAA) são amplamente utilizados nas redes de MT devido às suas características elétricas e mecânicas. Esses cabos são formados por um núcleo (alma) de aço revestido por fios de alumínio. Essa combinação faz com que o cabo apresente uma alta resistência mecânica, permitindo sua instalação em vãos longos e áreas sujeitas a condições climáticas adversas.

Kagan, Oliveira e Robba (2010) afirmam que os cabos de alumínio sem alma de aço (CA), são utilizados em redes de média tensão que possuam vãos mais curtos e em áreas com condições climáticas mais favoráveis. Esses cabos são compostos apenas por fios de alumínio e são empregados em situações em que a resistência mecânica não é um fator crítico.

2.1.3 Área urbana e rural

De acordo com o Congresso Nacional do Brasil (2001), cada município é responsável por definir os limites entre áreas urbanas e rurais. Essas delimitações podem ser atualizadas periodicamente, conforme as demandas e necessidades previstas no Plano Diretor elaborado pelo município. Essas diretrizes estão expostas no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001).

Segundo o IBGE (2017), a diferenciação e qualificação das áreas urbanas e das áreas rurais são feitas a partir de critérios administrativos, tais como identificação de vilas e cidades, aspectos morfológicos, como a identificação da dispersão e aglomeração de edificações, e aspectos funcionais que identificam a presença de comércios, serviços e atividades agropecuárias. De modo geral, pode-se afirmar que a área rural é utilizada principalmente para atividades de agricultura, pecuária, silvicultura, extrativismo, turismo e conservação ambiental. Já a área urbana, possui atividades voltadas a comércio e serviços, e tem seu histórico marcado pelo processo de urbanização causado pela industrialização.

2.1.4 Conjuntos de Unidades Consumidoras

As distribuidoras são responsáveis pelo fornecimento de energia para a área geoespacial

especificada na concessão. As áreas são subdivididas em conjuntos de unidades consumidoras que fazem parte de uma mesma área de concessão, a fim de facilitar a gestão do serviço prestado (ANEEL, 2021).

De acordo com a ANEEL (2021), existem sete atributos característicos dos conjuntos de unidades consumidoras:

1. Área em quilômetros quadrados;
2. Extensão da rede de MT (segregada em urbana e rural, em quilômetros);
3. Energia consumida nos últimos 12 meses (segregada pelas classes residencial, industrial, comercial, rural e demais classes, em megawatt-hora);
4. Total de unidades consumidoras atendidas (segregada pelas classes residencial, industrial, comercial, rural e demais classes);
5. Potência instalada (kVA);
6. Padrão construtivo da rede (aérea ou subterrânea);
7. Localização (sistema interligado ou isolado).

Além desses sete atributos, existem cerca de quinze requisitos, contidos no segundo tópico da seção 8.2 (qualidade do serviço) do módulo 8 do PRODIST, que devem ser seguidos para a definição de um conjunto de unidades consumidoras (ANEEL, 2021). Os principais requisitos são trazidos abaixo.

- 2.1 O conjunto de unidades consumidoras é definido por Subestação de Distribuição – SED;
- 2.1.2 SED que possuam número de unidades consumidoras igual ou inferior a 1.000 deve ser agregada a outras, formando um único conjunto;
- 2.1.3 SED com número de unidades consumidoras superior a 1.000 e igual ou inferior a 10.000 pode ser agregada a outras, formando um único conjunto;
- 2.1.4 A agregação de SED deve obedecer ao critério de contiguidade das áreas;
- 2.1.5 É vedada a agregação de duas ou mais SED cujos números de unidades consumidoras sejam superiores a 10.000;
- 2.4 A ANEEL, a qualquer momento, pode solicitar à distribuidora a revisão da configuração dos conjuntos de unidades consumidoras;
- 2.7 Os conjuntos são caracterizados por atributos, extraídos das BDGD enviadas anualmente pelas distribuidoras e de outras bases de dados disponíveis na ANEEL.

2.2 PROTEÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Na operação dos sistemas elétricos, é comum ocorrerem falhas nos componentes, o que acarreta interrupções no fornecimento de energia aos consumidores conectados a esses sistemas. Como consequência dessas interrupções, há uma redução na qualidade do serviço prestado, afetando a confiabilidade e a continuidade do fornecimento de energia elétrica. Essa situação demanda a aplicação de medidas de proteção e manutenção adequadas para minimizar o impacto das falhas e melhorar a qualidade do serviço elétrico fornecido aos consumidores (MAMEDE FILHO, 2020).

De acordo com Frazão (2019), a função do sistema de proteção é provocar a desativação imediata de elementos acometidos por curtos-circuitos, bem como de elementos que operem de forma anormal, interferindo no funcionamento geral do sistema elétrico. Além dessa função, para Mamede Filho (2020), o sistema de proteção tem uma segunda finalidade, que consiste em fornecer as informações necessárias aos responsáveis pela operação do sistema, a fim de facilitar a identificação dos defeitos e a sua consequente recuperação.

2.2.1 Filosofia de proteção e requisitos básicos

A filosofia de proteção é um conjunto de diretrizes e princípios que define aspectos como a seleção dos dispositivos de proteção, a coordenação entre eles e os critérios para atuação em situações de falha ou anomalia. Essa filosofia é desenvolvida levando em consideração as características do sistema elétrico, os equipamentos envolvidos e os objetivos de proteção (MAMEDE FILHO, 2020).

Segundo Mamede Filho (2020), um projeto de proteção deve conter alguns requisitos básicos que formam a filosofia de proteção, são eles:

- **Seletividade:** A proteção deve isolar apenas a parte do sistema que foi prejudicada pelo defeito, sendo assim, somente o equipamento de proteção mais próximo da falha irá desligar/seccionar;
- **Zonas de atuação:** O elemento de proteção de uma determinada área, deve ser capaz de atuar para qualquer defeito dentro de sua própria área de atuação, não sendo afetado por ocorrências externas à zona protegida;
- **Velocidade:** As sobrecargas do sistema ou sobrecorrentes geradas pelos curtos-circuitos, após identificadas pelo sistema de proteção, devem ser extintas o mais rápido possível, impedindo assim a propagação desse defeito pela rede;

- **Sensibilidade:** O elemento de proteção e o sistema de proteção como um todo, devem ser suficientemente sensíveis aos defeitos que possam ocorrer, reconhecendo com precisão a faixa e valores indicados em sua operação;
- **Confiabilidade:** O elemento de proteção deve cumprir com segurança e exatidão as funções condicionadas a ele, não devendo falhar no caso de defeitos do sistema ou realizar uma falsa operação sob condições normais de operação;
- **Automação:** O elemento de proteção deve atuar de forma automática, respondendo às oscilações do sistema, ou seja, desligando a rede quando identificado algum defeito e retornando para a posição de operação, após eliminação do defeito, sem auxílio humano.

2.2.2 Curtos-circuitos

A falha mais comum em qualquer sistema de energia é o curto-circuito, que faz circular altas correntes em todos os elementos energizados, causando graves distúrbios de tensão em todo o sistema elétrico e, em muitos casos, danos irreversíveis ao sistema e seus componentes. Esse fenômeno pode ser desencadeado por diferentes razões, como falhas de isolamento, conexões defeituosas ou problemas nas instalações elétricas. (MAMEDE FILHO, 2020).

Curtos-circuitos, que ocorrem como resultado de uma ruptura no isolamento entre as fases ou entre a fase e o solo, são as perturbações mais comuns e diversas. Com relação à magnitude da corrente de curto-circuito, ela é determinada por uma série de fatores, que podem incluir: tipo de curto-circuito, a capacidade do sistema de geração, a topologia da rede elétrica, o tipo de aterramento do neutro utilizado no equipamento, entre outros. Os curtos-circuitos mais frequentes são os desequilibrados, com predominância de curto circuito fase-terra, conforme Tabela 4. (SATO, 2014).

Tabela 4 - Frequências típicas de ocorrências de curtos-circuitos

Curto-Circuito	Frequência (%)
Trifásico	5,0
Bifásico	15,0
Bifásico-terra	10,0
Fase-terra	70,0

Fonte: SATO (2014)

2.2.3 Tipos de faltas em sistemas de distribuição

Concessionárias, geradoras e distribuidoras de energia elétrica monitoram as interrupções do sistema para melhor alinhar seus planos estratégicos e operacionais, com o objetivo de melhorar a qualidade do fornecimento de energia elétrica a seus clientes. Esse monitoramento abrange a análise de dados sobre as interrupções, incluindo a duração, frequência e localização dos eventos, bem como as causas identificadas (MAMEDE FILHO, 2020).

Segundo Mamede Filho (2020), as principais causas de interrupções dos sistemas de geração, transmissão e distribuição no âmbito nacional são:

- Fenômenos naturais: 48%.
- Falhas em materiais e equipamentos: 12%.
- Falhas humanas: 9%.
- Falhas diversas: 9%.
- Falhas operacionais: 8%.
- Falhas na proteção e medição: 4%.
- Objetos estranhos sobre a rede: 4%.
- Condições ambientais: 6%.

As faltas de energia podem ser classificadas de diferentes maneiras, dependendo dos critérios utilizados. Quanto à classificação por duração, as faltas em sistemas de distribuição podem ser transitórias ou permanentes (KINDERMANN, 1997).

2.2.3.1 Faltas transitórias

As faltas transitórias correspondem a 80% das faltas que acometem os sistemas de distribuição. São caracterizadas por não ocorrer defeito na rede, ou seja, após a atuação do elemento de proteção, o sistema pode ser restabelecido sem nenhum problema. (KINDERMANN, 1997).

De acordo com Kindermann (1997), as causas mais comuns de ocorrência de faltas transitórias são:

- Sobretensão na rede, proveniente da quebra de isolamento do isolador, o que causa o arco elétrico;
- Condições climáticas (temporais, chuvas, vento, neve...);
- Umidade;

- Salinidade;
- Galhos de árvores;
- Animais.

2.2.3.2 Faltas permanentes

Diferentemente das faltas transitórias, as faltas permanentes são irreversíveis e necessitam de uma manutenção da rede para que o sistema seja restabelecido. Logo após o elemento de proteção efetuar o seccionamento/desligamento da rede, se faz necessário que uma equipe de manutenção desloque até o local do defeito e efetue os reparos necessários, para posterior restabelecimento das condições normais do circuito. (KINDERMANN, 1997).

É importante ressaltar que caso não haja uma operação adequada dos equipamentos de proteção, uma falta transitória pode se tornar uma falta permanente. De acordo com a COPEL (2016), algumas causas das faltas permanentes são:

- Rompimento de condutores;
- Queda de árvores sobre a rede;
- Abalroamento de postes;
- Vandalismo.

2.2.4 Equipamentos de proteção em redes de MT

Os equipamentos de proteção desempenham um papel fundamental na garantia da confiabilidade do sistema elétrico. Existem diversos dispositivos que atuam na proteção de redes de MT, alguns exemplos são: chaves fusíveis, religadores, relés de proteção, disjuntores de média tensão e para-raios. São projetados para atuarem na detecção e resposta a falhas, sobrecargas, curtos-circuitos, entre outras anomalias do sistema (MAMEDE FILHO, 2016).

Neste tópico, serão tratados apenas as chaves fusíveis (convencionais e repetidoras) e os religadores, que são dispositivos de proteção amplamente utilizados em sistemas de distribuição de energia elétrica. Serão discutidas suas características, princípios de funcionamento, aplicações práticas e importância na proteção e operação dos sistemas de distribuição de energia elétrica.

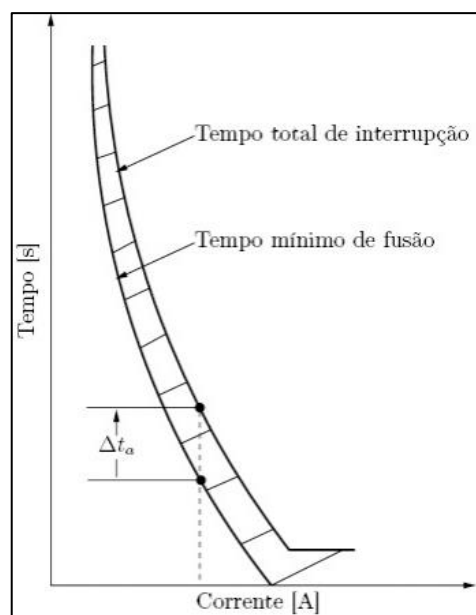
2.2.4.1 Chave fusível convencional

Por apresentarem baixo custo de instalação e um nível satisfatório de proteção, as chaves fusíveis são os elementos mais utilizados na proteção de redes de distribuição, tanto em áreas rurais quanto urbanas. Além disso, as chaves fusíveis são dispositivos de fácil manutenção e substituição, o que contribui para a sua ampla adoção pelos profissionais do setor elétrico. (MAMEDE FILHO, 2020).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2011), a NBR 7282:2011 estabelece que as chaves fusíveis devem ter capacidade de interrupção maior que a máxima corrente de curto-circuito do ponto de instalação. Para tanto, na parte interna do cartucho da chave fusível está alojado o elo fusível, que é o elemento de proteção.

Os elos fusíveis são fabricados e utilizados de acordo com suas características tempo \times corrente. Na Figura 3, são apresentadas as curvas características tempo \times corrente de um fusível na forma de tempo mínimo de fusão e tempo total de interrupção, sendo que o tempo mínimo de fusão compreende o intervalo entre o início da corrente de curto-circuito e o início do arco. Já o intervalo de duração do arco é o tempo de arco (Δt_a). O tempo total de interrupção se dá através do tempo mínimo de fusão e o tempo de arco. (SATO, 2014).

Figura 3 - Curva característica de um elo fusível



Fonte: SATO (2014)

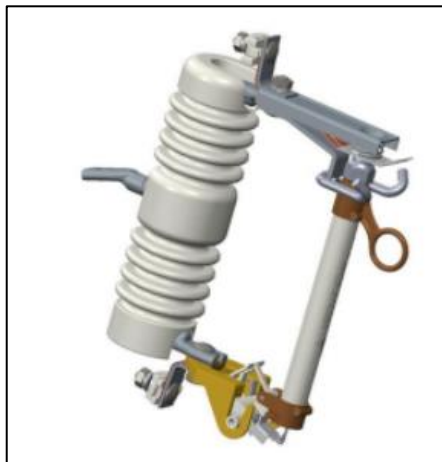
Conforme as características das curvas tempo \times corrente, os elos fusíveis são codificados nas

seguintes classificações: (MAMEDE FILHO, 2020).

- **Tipo H:** Conhecidos como fusíveis de alto surto, possuem a característica de tempo de atuação lento e são utilizados unicamente na proteção de transformadores de distribuição. Essa característica de atuação lenta se faz necessária para que não haja atuação durante a energização do transformador;
- **Tipo K:** De forma contrária aos tipos H, os tipos K apresentam tempo de atuação rápido, e são utilizados normalmente na proteção de troncais de alimentadores de distribuição ou ao longo dessas redes;
- **Tipo T:** São destinados à proteção de alimentadores de distribuição e seus ramais. Apresentam tempo de atuação lento e possuem os mesmos valores de corrente nominal que os tipo K.

Na Figura 4 é apresentada uma chave fusível convencional.

Figura 4 - Chave fusível convencional



Fonte: Polo Elétrica (2022)

2.2.4.2 Chave fusível repetidora

Com o avanço das técnicas de proteção e a necessidade de uma resposta rápida frente às faltas transitórias, foi desenvolvida a chave fusível repetidora. Esse tipo de dispositivo combina as características de uma chave fusível convencional com a capacidade de restabelecer automaticamente o fornecimento de energia após a resolução de uma falta transitória. Trata-se basicamente de um dispositivo formado por mais de uma chave fusível convencional, montadas sobre uma mesma estrutura suporte, onde os contatos superiores são interligados por uma barra. Já os contatos inferiores são passíveis de interligação por meio de um mecanismo de transferência de

carga, fazendo com que apenas um porta-fusível por vez fique inserido entre os terminais da chave repetidora. (FECOERGS, 2010).

Num circuito monofásico, uma chave repetidora para três operações é composta por três dispositivos fusíveis, o que permite até duas religações automáticas. (ENERGISA, 2019). Quando ocorre a queima do elo fusível dessa chave, a sua queda provoca o acionamento do mecanismo que transfere a corrente para outra chave do conjunto. Essa sequência pode acontecer uma segunda vez, porém caso o elo fusível da última chave também queime, é caracterizada uma falta permanente necessitando assim da intervenção de uma equipe de manutenção, a fim de eliminar o defeito da rede, substituir os elos fusíveis e rearmar os dispositivos de transferência. (CPFL, 2016).

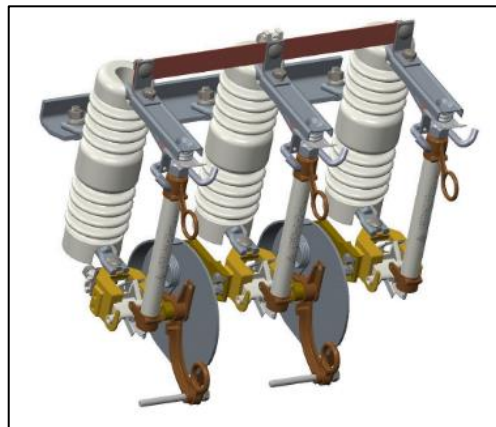
De acordo com a Norma Técnica 2912 do grupo CPFL, a qual foi criada seguindo as diretrizes presentes na ABNT NBR 7282, as chaves fusíveis repetidoras possuem algumas restrições quanto ao seu uso (CPFL, 2016):

- São indicadas para as redes rurais, com baixa corrente de curto-circuito;
- Mesmo que o último elo ainda não tenha queimado, é possível substituir os demais elos queimados e recompor a chave ao seu estado normal de operação, sem a necessidade de interrupção do circuito;
- O maior elo fusível a ser utilizado na chave fusível repetidora é o 40K, porém é indicada a utilização do elo 25K, pois devido à grossura da cordoalha, ela pode ficar inteira durante a fusão do elo e tocar o contato da chave seguinte, fazendo com que a mesma conduza a corrente antes que haja a extinção do arco, eliminando o tempo morto.
- Por questões de seletividade, a chave fusível repetidora deve ser a chave fusível mais a montante do circuito, não sendo indicada a utilização de chaves fusíveis convencionais a montante de repetidoras.
- De forma parecida, não é indicado o uso de chaves fusíveis repetidoras a montante de religadores automáticos, pois além da possibilidade de eliminar o religamento automático de um trecho de rede, podem causar problemas de religamento e possível queima da bobina de alta tensão em religadores que a utilizam. Além disso, podem impedir o carregamento das baterias em religadores com controle eletrônico, e seu fechamento pode ser impedido por proteções de tensão, no caso de religadores que possuem esse tipo de ajuste.
- A chave fusível repetidora não deve ser instalada a jusante de religadores que possuem curvas rápidas de atuação, pois se a falta for transitória, será eliminada pelas operações do religador e, se a falta for permanente, além do religador atuar, todos os elos da chave fusível repetidora se romperão (queima).

Apesar de todas as restrições citadas anteriormente, a chave fusível do tipo repetidora é uma ótima opção quando comparada à chave fusível do tipo convencional, quando se trata de faltas transitórias em redes de distribuição nas áreas rurais. Porém, ao ser considerado o avanço tecnológico e os novos elementos de proteção, o mecanismo que faz o acionamento do religamento por efeito gatilho com auxílio da gravidade, mostra-se obsoleto. Com isso, a chave fusível repetidora vem perdendo espaço nas redes de distribuição e sendo substituídas por religadores automáticos (RGE, 2019).

Na Figura 5 é apresentada uma chave fusível repetidora.

Figura 5 - Chave fusível repetidora



Fonte: Maurizio (2022)

2.2.4.3 Religadores automáticos

O religador é um dispositivo automático capaz de detectar defeitos que ocorrem dentro de sua zona de atuação (zona protegida). Caso a falta seja de natureza transitória, após sua detecção, o religador interrompe o circuito e, após um certo intervalo de tempo, efetua tentativas de religamento temporizadas, religando assim o circuito. Porém, se a falta for de natureza permanente, o religador permanecerá desligado após um número predefinido de tentativas de religamento, isolando o circuito com defeito do restante da rede (FRAZÃO, 2019).

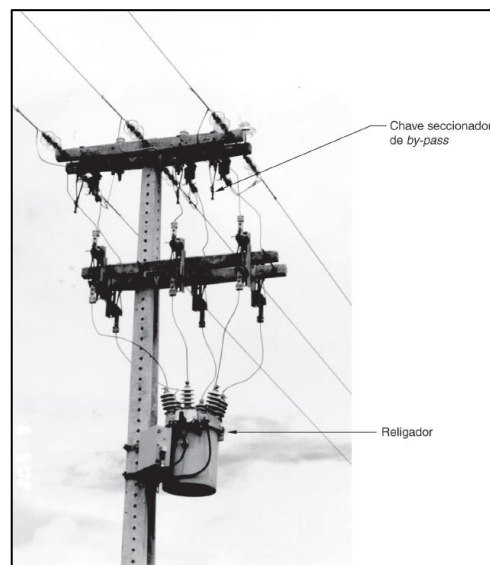
De acordo com Sato (2014), o religador possui capacidade de interrupção de corrente de curto-circuito limitada, portanto devem ser dimensionados para suportarem a corrente nominal e interromperem a corrente de curto-circuito máxima de sua zona de atuação. Isso significa que o religador deve ser projetado para suportar correntes de curto-circuito de magnitude elevada, evitando danos ao próprio dispositivo e garantindo sua eficácia na interrupção dessas correntes.

A proteção com religadores às vezes causa discussões quanto à segurança da população,

devido defeitos que ocasionam a queda de cabo ao solo. Como o religador, na maioria das vezes, está preparado para executar a sua sequência de religamento, essas sucessivas ligações aumentam a probabilidade de acidente com transeuntes e provocam pânico, aumentando ainda mais os riscos de acidente. Por outro lado, os religadores reduzem significativamente o tempo de falta de energia, pois cerca de 80% das ocorrências são de natureza transitória. (MAMEDE FILHO, 2020).

Na Figura 6, apresenta-se um religador trifásico instalado em um poste, destacando a montagem prática com chaves seccionadoras de *by-pass*. Essa configuração simplifica a manutenção do religador, proporcionando maior facilidade e eficiência operacional.

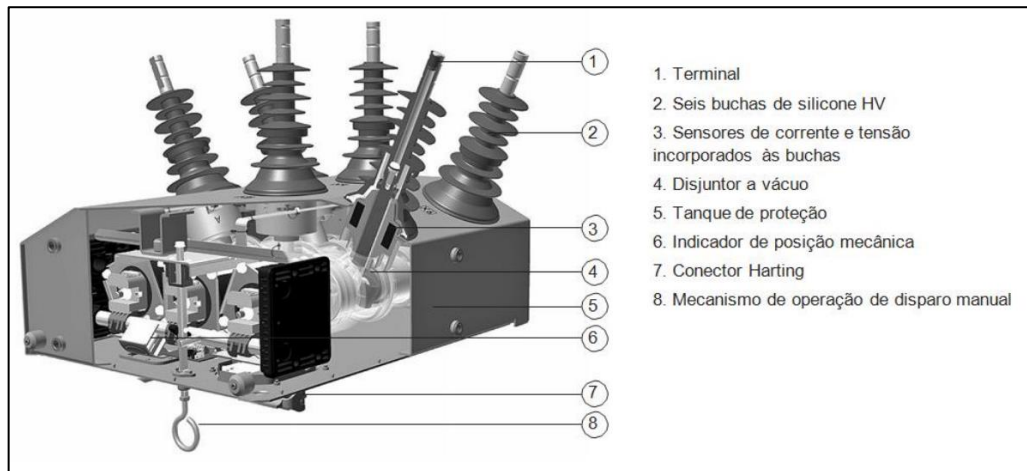
Figura 6 - Religador automático trifásico



Fonte: MAMEDE FILHO (2020)

Na Figura 7, é possível visualizar a parte interna de um religador trifásico. Nela, ficam evidentes as peças que compõem a caixa metálica do equipamento. Cada componente desempenha um papel crucial para assegurar o correto funcionamento do religador. A representação simplifica a compreensão da disposição interna, sendo de grande utilidade para profissionais que lidam com sistemas elétricos, oferecendo uma visão clara da engenharia por trás desse dispositivo essencial.

Figura 7 - Parte interna de um religador trifásico



Fonte: TAVRIDA (2023)

Componentes apresentados na Figura 7 (TAVRIDA, 2023):

1. Terminal: O terminal, localizado na ponta da bucha, é a interface que conecta o religador ao sistema elétrico, permitindo a transferência eficiente de energia.
2. Seis buchas de silicone HV: As seis buchas de silicone de alta tensão (HV) são dispositivos isolantes que facilitam a conexão e a desconexão segura do religador no sistema elétrico.
3. Sensores de corrente e tensão incorporados às buchas: Esses sensores integrados nas buchas monitoram continuamente a corrente e a tensão no sistema elétrico, fornecendo informações cruciais para o controle e a operação do religador.
4. Disjuntor a vácuo: O disjuntor a vácuo é responsável pela interrupção da corrente elétrica em caso de falha ou sobrecarga. Ele opera em um ambiente de vácuo para garantir uma interrupção eficaz.
5. Tanque de proteção: O tanque de proteção abriga componentes internos e proporciona isolamento físico, protegendo o religador contra condições ambientais adversas.
6. Indicador de posição mecânica: O indicador de posição mecânica fornece informações visuais sobre o estado operacional do religador, indicando se está aberto, fechado ou em outro estado específico.
7. Conector *Harting*: O conector *Harting* é um elemento que garante uma ligação segura e confiável do religador ao sistema de controle.
8. Mecanismo de operação de disparo manual: O mecanismo de operação de disparo manual permite intervenção humana para acionar o religador quando necessário, facilitando operações de teste e manutenção.

2.3 RELIGADORES MONOFÁSICOS

Seguindo o avanço tecnológico e com base nos dispositivos de proteção existentes, como chaves fusíveis e religadores automáticos trifásicos, grandes fabricantes desse ramo apresentaram novas soluções voltadas à redução de interrupções de energia ocasionadas por faltas transitórias. Com isso, surgiram novos elementos de proteção no mercado, como é o caso do religador monofásico, o qual será apresentado neste capítulo.

2.3.1 Definição e aplicabilidade

O religador monofásico, que opera de forma semelhante ao religador automático trifásico, é um dispositivo essencial para a proteção de redes monofásicas aéreas de distribuição de energia, sendo comumente utilizado em áreas rurais. Quando identifica um defeito na rede, o religador monofásico desativa a fase afetada e, de acordo com sua configuração, realiza tentativas de religamento. Se a falha for transitória, o religador restabelece a conexão, permitindo a passagem de corrente elétrica. No entanto, se a falha for permanente, o religador mantém a fase desenergizada. Vale ressaltar que, embora os religadores monofásicos possam ser aplicados em redes bifásicas ou trifásicas, a instalação de um dispositivo por fase não é recomendada em alguns modelos, devido a preocupações de segurança, uma vez que pode haver a possibilidade de uma fase ficar energizada enquanto outra permanece desenergizada (DA SILVA, 2017).

No tópico seguinte, serão apresentadas as etapas de funcionamento de um religador monofásico. Essas etapas, que incluem desde a identificação de falhas até a restauração automática da energia, são fundamentais para garantir a confiabilidade e eficiência das redes elétricas.

2.3.2 Funcionamento do Religador Monofásico

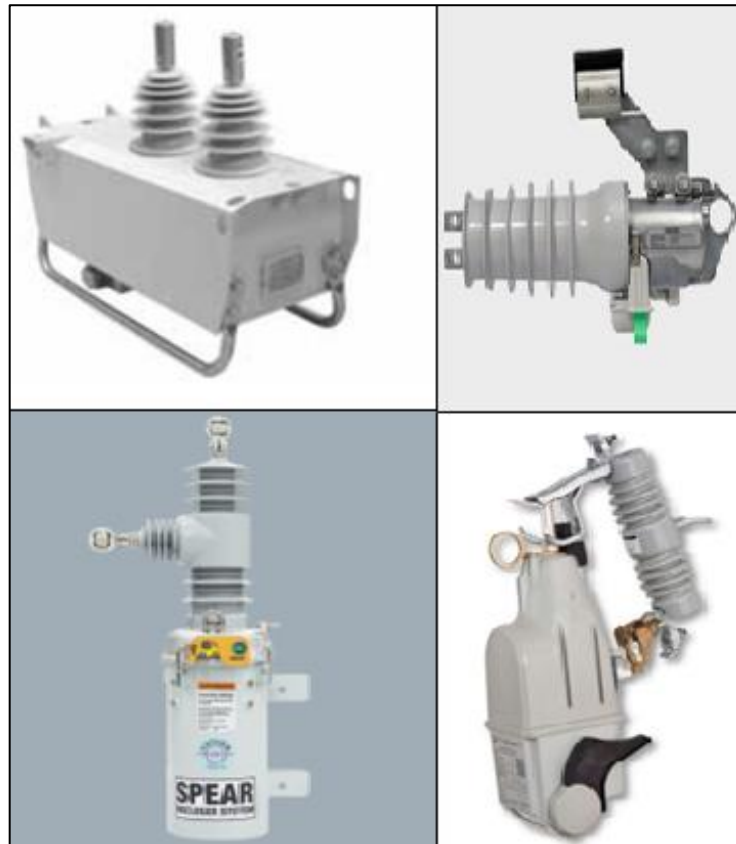
O funcionamento de um religador monofásico envolve uma série de etapas coordenadas para detectar, isolar e, em seguida, restaurar automaticamente a alimentação elétrica em uma fase específica. Aqui estão as principais etapas do processo (DA SILVA, 2017; FRAZÃO, 2019):

- 1) **Detecção de Falhas:** O religador monitora constantemente a corrente e a tensão na fase em que está instalado. Quando ocorre uma falha, como um curto-circuito temporário ou uma interrupção momentânea, o religador é projetado para identificar essas condições anormais.

- 2) **Abertura do Circuito:** Após a detecção da falha, o religador abre o circuito elétrico, isolando a parte da rede onde a falha ocorreu. A abertura do circuito é realizada por meio de interruptores controlados eletronicamente ou mecanicamente.
- 3) **Temporização, Análise e Restabelecimento:** Após a abertura do circuito, o religador entra em um período de temporização. Durante esse período, a rede permanece desligada, e após um certo tempo o religador entra em operação novamente. Se a falha for transitória, como um galho de árvore que tocou temporariamente a linha, a rede se manterá energizada. Porém, caso a falha seja de natureza permanente, como um poste caído, o religador abrirá o circuito novamente. As tentativas de religamento, bem como o tempo de operação entre elas são ajustáveis e, cabe à concessionária de energia definir os melhores parâmetros de acordo com sua rede.
- 4) **Fechamento do Circuito:** O religador fecha o circuito, restaurando a alimentação elétrica à linha afetada. Esse fechamento é novamente realizado por meio de interruptores controlados, garantindo uma conexão segura e eficaz.
- 5) **Monitoramento e Registro de Eventos:** O religador continua monitorando a linha para eventuais anomalias após o restabelecimento. Muitos religadores modernos são equipados com recursos de registro de eventos, que registram informações sobre falhas, aberturas e fechamentos de circuito para análise posterior.

O mercado de religadores monofásicos é diversificado, com várias opções de fabricantes e modelos. Entre as principais empresas nesse segmento estão a NOJA Power, Eaton, Siemens e a S&C Electric Company. Cada uma dessas fabricantes contribui com diferentes inovações e características específicas em seus produtos. A Figura 8 apresenta uma visão geral dos principais modelos de religadores dessas empresas, destacando as variações e tecnologias oferecidas por cada uma no cenário da distribuição de energia elétrica.

Figura 8 - Modelos de Religadores Monofásicos



Fonte: NOJA POWER (2023); EATON (2023); SIEMENS (2023); S&C (2023)

2.3.3 Vantagens frente à chave fusível repetidora

Seja qual for o modelo de religador monofásico escolhido, cada um com suas características e particularidades, todos possuem inúmeras vantagens quando comparados às chaves fusíveis tipo repetidora. A seguir serão citadas algumas vantagens encontradas pelo autor ao comparar esses dois equipamentos de proteção:

- Flexibilidade nos ajustes, que permite coordenação e seletividade com outros dispositivos de proteção;
- Rapidez e precisão na detecção de defeitos na rede elétrica;
- Religamentos automáticos predeterminados, estabelecendo curvas rápidas e lentas, o que permite a coordenação com elos fusíveis, evitando a queima dos mesmos;
- Histórico de medições que permite informações precisas sobre a distribuição de cargas nos alimentadores dentro da zona protegida;
- Redução no deslocamento de equipes, uma vez que não é necessária a substituição de elos fusíveis queimados;

- Possibilidade de operação via telecomando, sendo possível operação à distância para ligar, desligar ou impedir o religamento automático;
- Software próprio que disponibiliza diversas informações sobre as operações do religador;
- Melhora notável nos indicadores de continuidade DEC e FEC, bem como no indicador TMA, para as concessionárias que utilizam a tecnologia do religador monofásico.

2.4 REGULAMENTAÇÃO E QUALIDADE DE ENERGIA

Para manter a qualidade na distribuição de energia elétrica, a ANEEL exige que as concessionárias mantenham um padrão de continuidade e, para isso, estabelece limites para indicadores de continuidade individuais e coletivos. Essas medidas são importantes para assegurar que a população seja atendida de forma adequada e contínua, evitando prejuízos e inconvenientes causados por interrupções no fornecimento de energia (ANEEL, 2022).

Nos tópicos a seguir serão apresentadas algumas das principais resoluções vigentes. Também serão abordados alguns dos principais indicadores de qualidade e continuidade, de acordo com o módulo 8 do PRODIST.

2.4.1 Resolução Normativa nº 1000/2021

De acordo com a ANEEL (2021), a Resolução Normativa nº 1000 (REN 1000/2021) é o documento que consolida as principais regras no que tange a prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica. Nele, constam os direitos e deveres dos consumidores e demais envolvidos com o fornecimento de energia elétrica. A REN 1000/2021 foi publicada pela ANEEL em 20/12/2021, substituindo a antiga Resolução Normativa nº 414 e consolidando 64 resoluções em um só documento.

Devido à Lei nº 14.300/2022 que instituiu a criação do Marco Legal da Geração Distribuída, a ANEEL publicou em 10/02/2023 a Resolução Normativa nº 1.059/2023. Essa REN trata de aprimorar as regras para a conexão e faturamento de centrais de micro e minigeração distribuídas, e as regras do sistema de compensação de energia. Com isso, foram alterados alguns itens relativos a GD da REN 1000/2021. Esses itens podem ser consultados no Art. 2º da REN 1.059/2023 (ANEEL, 2023).

2.4.2 Resolução Normativa nº 956/2021

Trata-se do documento que estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST). Segundo a ANEEL (2021), esses procedimentos estabelecem normas e padrões para as atividades técnicas envolvidas no funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica.

O PRODIST é formado por 11 módulos, são eles:

1. Glossário de Termos Técnicos do Prodist;
2. Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição;
3. Conexão ao Sistema de Distribuição de Energia Elétrica;
4. Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição;
5. Sistemas de Medição e Procedimentos de Leitura;
6. Informações Requeridas e Obrigações;
7. Cálculo de Perdas na Distribuição;
8. Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica;
9. Ressarcimento de Danos Elétricos;
10. Sistema de Informação Geográfica Regulatório;
11. Fatura de Energia Elétrica e Informações Suplementares.

2.4.3 PRODIST – Módulo 8

O módulo 8 do PRODIST aborda o tema de qualidade do fornecimento de energia elétrica. Esse módulo é composto por 4 seções, sendo elas: qualidade do produto, qualidade do serviço, qualidade comercial e segurança do trabalho e instalações.

De acordo com a ANEEL (2021) e conforme consta na REN nº 956/2021, o módulo 8 tem como objetivos:

1. Estabelecer os procedimentos relativos à qualidade do fornecimento de energia elétrica na distribuição, no que se refere à qualidade do produto, à qualidade do serviço e à qualidade comercial;
2. Definir os fenômenos relacionados à qualidade do produto, aqui entendidos como aqueles relativos à conformidade da onda de tensão em regime permanente e transitório, estabelecendo seus indicadores, valores de referência, metodologia de medição e gestão das reclamações;
3. Definir fenômenos relacionados à qualidade do serviço, aqui entendidos como aqueles

relativos à continuidade do fornecimento de energia elétrica, estabelecendo a metodologia para apuração dos indicadores de continuidade e de atendimento a ocorrências emergenciais, definindo padrões e responsabilidades;

4. Estabelecer os procedimentos relacionados à apuração da qualidade comercial, aqui entendida como sendo a qualidade do atendimento telefônico, do tratamento das reclamações e outras demandas, e do cumprimento dos prazos;
5. Estabelecer os procedimentos para apuração e encaminhamento das informações relativas a acidentes do trabalho e a acidentes com terceiros;
6. Estabelecer os procedimentos para a realização da compensação e o envio dos relatórios de acompanhamento à ANEEL.

Para alcançar os objetivos desse trabalho, é importante analisar algumas definições da seção 8.2 do módulo 8 do PRODIST, que aborda o tema qualidade do serviço. Nessa seção, são estabelecidos os critérios e requisitos específicos relacionados à qualidade do fornecimento de energia elétrica, incluindo os indicadores de continuidade.

2.4.3.1 CHI

De acordo com o item 83 do glossário de termos técnicos presentes na seção 1.1 do PRODIST, CHI ou Consumidor Hora-Interrompido é o somatório dos valores de duração de interrupção individual por unidade consumidora. É expresso em horas e centésimos de horas e representa o DIC dos consumidores que foram atingidos por alguma interrupção no fornecimento de energia elétrica. O CHI é um parâmetro importante, pois proporciona a análise do impacto de um desligamento, seja ele programado ou emergencial, sobre um conjunto de unidades consumidoras (ANEEL, 2021).

2.4.3.2 Indicadores individuais de continuidade (DIC e FIC)

a) DIC

Trata-se da duração de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expressa em horas e centésimos de hora. É calculado através da Equação 1 (ANEEL, 2021).

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

Onde,

i = índice de interrupções da unidade consumidora ou por ponto de conexão no período de apuração, variando de 1 a n ;

n = número de interrupções da unidade consumidora ou por ponto de conexão considerado, no período de apuração;

$t(i)$ = tempo de duração da interrupção (i) da unidade consumidora considerada ou do ponto de conexão, no período de apuração.

b) FIC

Trata-se da frequência de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão (adimensional). É calculado através da Equação 2 (ANEEL, 2021).

$$FIC = n \quad (2)$$

Onde,

n = número de interrupções da unidade consumidora ou por ponto de conexão considerado, no período de apuração.

2.4.3.3 Indicadores coletivos de continuidade (DEC e FEC)

a) DEC

Trata-se da duração equivalente de interrupção por unidade consumidora, expressa em horas e centésimos de hora. É calculado através da Equação 3 (ANEEL, 2021).

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{NUC} DIC(i)}{NUC} \quad (3)$$

Onde,

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

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

$DIC(i)$ = Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora, excluindo-se as centrais geradoras, expressa em horas e centésimos de hora.

b) FEC

Trata-se da frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (adimensional). É calculado através da Equação 4 (ANEEL, 2021).

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{NUC} FIC(i)}{NUC} \quad (4)$$

Onde,

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

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

$FIC(i)$ = Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora, excluindo-se as centrais geradoras, expressa em interrupções e centésimos de interrupções.

2.4.3.4 Tempo Médio de Atendimento a Emergências (TMAE)

Para que seja possível calcular o tempo médio de atendimento a emergências, devem ser adquiridos ou calculados outros parâmetros, conforme demonstrado a seguir:

a) Número de Ocorrências Emergenciais (n)

Refere-se ao total de ocorrências emergenciais registradas no conjunto, no período de apuração (ANEEL, 2021).

b) Tempo Médio de Preparação (TMP)

Refere-se ao tempo médio de preparação da equipe de atendimento de emergência, expresso em minutos. É calculado através da Equação 5 (ANEEL, 2021).

$$TMP = \frac{\sum_{i=1}^n TP(i)}{n} \quad (5)$$

Onde,

TP = tempo de preparação da equipe de atendimento de emergência para cada ocorrência emergencial, expresso em minutos.

c) Tempo Médio de Deslocamento (TMD)

Refere-se ao tempo médio de deslocamento da equipe de atendimento de emergência,

expresso em minutos. É calculado através da Equação 6 (ANEEL, 2021).

$$TMD = \frac{\sum_{i=1}^n TD(i)}{n} \quad (6)$$

Onde,

TD = tempo de deslocamento da equipe de atendimento de emergência para cada ocorrência emergencial, expresso em minutos.

d) Tempo Médio de Execução (TME)

Refere-se ao tempo médio de execução do serviço até seu restabelecimento pela equipe de atendimento de emergência, expresso em minutos. É calculado através da Equação 7 (ANEEL, 2021).

$$TME = \frac{\sum_{i=1}^n TE(i)}{n} \quad (7)$$

Onde,

TE = tempo de execução do serviço até seu restabelecimento pela equipe de atendimento de emergência para cada ocorrência emergencial, expresso em minutos.

Por fim, torna-se possível calcular o Tempo Médio de Atendimento a Emergências (TMAE), utilizando a Equação 8 (ANEEL, 2021).

$$TMAE = TMP + TMD + TME \quad (8)$$

Onde,

$TMAE$ = tempo médio de atendimento a ocorrências emergenciais, representando o tempo médio para atendimento de emergência, expresso em minutos.

2.5 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Ao longo deste capítulo, serão apresentados dois exemplos de aplicação que servirão como referências concretas para embasar e ilustrar as pesquisas desenvolvidas até então. Esses casos práticos fornecerão uma compreensão mais aprofundada do desempenho e das aplicações específicas dos religadores monofásicos, enriquecendo a análise do cenário atual.

2.5.1 Estudo da aplicabilidade de religadores monofásicos nas redes de distribuição da RGE - 2020

Em 2020, a Gerência de Gestão de Ativos da distribuidora RGE conduziu um estudo da aplicabilidade de religadores monofásicos em redes de MT nas áreas rurais. O objetivo principal era apresentar o desempenho e os benefícios da aplicação dos religadores monofásicos Tripsaver II do fabricante S&C obtidos na rede elétrica rural monofásica de média tensão da RGE, através da análise comparativa do antes e após a aplicação dos equipamentos (RGE, 2020).

O estudo considerou 14 áreas críticas que possuíam grandes quantidades de recorrências de faltas transitórias em rede primária monofásica, cada área protegida por um conjunto de chave fusível convencional, as quais foram substituídas pelo religador monofásico Tripsaver II. Para a análise de desempenho dos religadores monofásicos foram avaliados os registros disponíveis de 7 meses de operação das 14 unidades instaladas. Foi comparado o desempenho do período de janeiro a julho de 2019 (quando as redes ainda eram protegidas por chaves fusíveis convencionais) em relação ao mesmo período de 2020 (depois que as chaves já haviam sido substituídas por religadores monofásicos).

Nesta análise, levou-se também em consideração que o número total de interrupções nas redes de MT da RGE em 2019 foi maior que 2020. Esse efeito provavelmente foi resultado das condições climáticas mais favoráveis em 2020. De acordo com a RGE (2020), dentro dos 7 meses de operação dos religadores monofásicos, a média de redução das interrupções em redes primárias nos 14 pontos das regiões escolhidas foi de 31%.

Através dos resultados deste projeto piloto, concluiu-se que ao substituir chaves fusíveis convencionais por religadores monofásicos, foi obtida uma redução de 81% dos defeitos causados por faltas de natureza transitória (considerando os anos de 2017, 2018 e 2019). Em relação à performance dos equipamentos, estes se mostraram robustos às intempéries da natureza durante o período de operação, estando atualmente em perfeito estado de conservação e funcionamento. Por fim, conclui-se que é vantajosa a aplicação de religadores monofásicos nas redes rurais com elevadas quantidades de problemas transitórios e especialmente em locais distantes e de difícil acesso.

2.5.2 Metodologia para aplicação de religadores monofásicos em redes de distribuição de energia rural – por Antonio Carlos da Silva (UNIJUÍ) - 2017

Em 2017, o Eng. Antonio Carlos da Silva, em seu Trabalho de Conclusão de Curso, orientado pelo Me. Eng. Sandro Alberto Bock, através da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), propôs uma metodologia para aplicação de religadores monofásicos em redes de distribuição de energia na área rural (DA SILVA, 2017).

O estudo realizado foi desenvolvido na área de atuação da Cooperativa de Distribuição de Energia (CRELUZ), e teve como objetivo analisar os efeitos da instalação de um religador monofásico modelo Fusesaver da fabricante Siemens, em uma rede de MT monofásica convencional localizada em Ametista do Sul. A rede escolhida fornece energia para 82 consumidores, distribuídos em 35 transformadores monofásicos que totalizam uma potência instalada de 380 kVA.

No diagrama unifilar resumido, elaborado pelo autor, o ponto proposto para instalação do religador monofásico é logo após um conjunto de chaves fusíveis repetidoras. Esse conjunto de repetidoras opera juntamente com um religador trifásico existente a montante. A jusante, o circuito conta com quatro chaves fusíveis convencionais que protegem outras derivações.

Com isso, através de estudos de coordenação e seletividade entre os equipamentos de proteção existentes e o religador monofásico proposto, o autor se propõe a verificar a viabilidade de permanência ou não dessas chaves fusíveis. Após análise de curto-circuito, coordenação e seletividade, o autor constatou a necessidade de algumas mudanças na configuração da rede escolhida. Dentre as sugestões de mudanças está a retirada de duas das quatro chaves fusíveis, que se encontram a jusante do religador Fusesaver proposto.

Outra importante conclusão do estudo realizado pelo autor, foi que a operação do religador Fusesaver não interfere na coordenação dos elos fusíveis instalados a jusante ou a montante do ponto de instalação. Como sugestões para trabalhos futuros, o autor indica realizar um comparativo do antes e depois da instalação de religadores monofásicos, uma análise nos resultados dos indicadores de continuidade, deslocamento de equipes, etc.

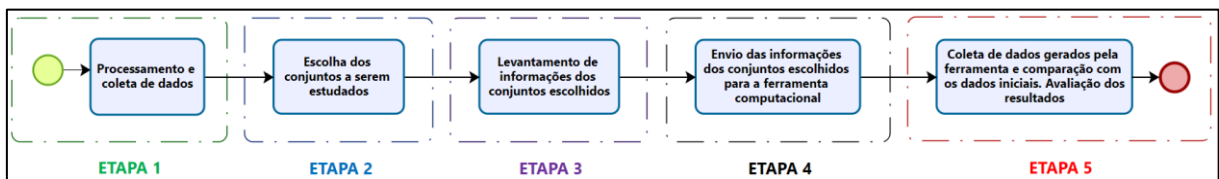
3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentada a metodologia empregada no desenvolvimento da ferramenta computacional, denominada pelo autor como *ANACOMPI - Análise Computacional de Indicadores*. Também será apresentado o funcionamento desta ferramenta, que tem como objetivo auxiliar na tomada de decisão na aplicação de religadores monofásicos, propondo a substituição de chaves fusíveis convencionais/repetidoras existentes nas redes monofásicas/bifásicas de áreas rurais.

O estudo teve como base as áreas pertencentes à concessão da distribuidora local e, para tornar a criação da ferramenta possível, foi utilizado um método de natureza exploratória, realizando-se uma análise quantitativa e qualitativa dos dados fornecidos pela empresa anteriormente citada. Essa análise buscou trazer informações dos indicadores DEC, FEC e TMAE de conjuntos candidatos a aplicação do religador monofásico.

A realização do estudo proposto nesse trabalho de conclusão compreende, basicamente, as etapas citadas na Figura 9:

Figura 9 - Fluxograma das etapas do estudo



Fonte: o autor (2023)

ETAPA 1: *Processamento e coleta de dados:* Inicia-se essa etapa junto à concessionária, onde as informações serão extraídas do banco de dados e coletadas em planilhas eletrônicas. Nesse pacote de informações estão inclusos: o registro de ocorrências emergenciais do ano de 2019 em toda área de concessão, e o cadastro das chaves fusíveis convencionais/repetidoras existentes na base física da empresa. A escolha do ano de 2019 foi em virtude de esse ser o primeiro ano pós agrupamento das empresas RGE e RGE Sul, consolidando a base de dados física e contábil.

ETAPA 2: *Escolha dos conjuntos a serem estudados:* Nessa etapa serão analisados os relatórios da ANEEL, no que se refere a apuração dos indicadores DEC e FEC para os conjuntos pertencentes à área de concessão da distribuidora. Serão escolhidos três conjuntos que violaram em mais de 50% os limites de DEC definidos pela ANEEL;

ETAPA 3: *Levantamento de informações dos conjuntos escolhidos:* Essa etapa consiste em aplicar um filtro nos dados fornecidos pela empresa, selecionando os conjuntos escolhidos e

preparando as informações que serão lançadas para a ferramenta computacional a ser criada;

ETAPA 4: *Envio das informações dos conjuntos escolhidos para a ferramenta computacional:* Essa etapa consiste em lançar as informações coletadas dos conjuntos escolhidos para a ferramenta computacional a ser criada. O funcionamento da ferramenta será abordado no capítulo 3.2;

ETAPA 5: *Avaliação dos resultados:* Essa etapa consiste em avaliar os resultados que serão apresentados pela ferramenta computacional. Esses resultados serão comparados com as informações iniciais dos conjuntos selecionados.

3.1 DEFINIÇÃO DO CENÁRIO A SER ANALISADO

Como exposto anteriormente no fluxograma das etapas do estudo, para a validação da ferramenta computacional a ser criada, foram escolhidos três conjuntos de unidades consumidoras pertencentes a RGE. Para a seleção desses conjuntos, foram levados em conta aqueles que obtiveram resultado duas vezes maior que o limite definido, de acordo com o valor do DEC extraído do relatório de Indicadores de Continuidade por Conjunto da ANEEL, para o ano de 2019.

Dos cem conjuntos pertencentes à concessionária, foram escolhidos três: ALEGRETE 4, LIVRAMENTO 1 e SOLEDADE, conforme Figura 10.

Figura 10 - Indicadores apurados dos conjuntos escolhidos

Indicadores de Continuidade por Conjunto						
RGE SUL - Ano (2019)						
CONJUNTO	CÓDIGO	Nº DE CONSUMIDORES	DEC APURADO	DEC LIMITE	FEC APURADO	FEC LIMITE
ALEGRETE 4	16379	21.059	53,68	25,00	11,65	12,00
LIVRAMENTO 1	13194	19.921	24,60	10,00	6,08	7,00
SOLEDADE	16538	18.162	20,38	10,00	10,45	8,00

Fonte: adaptado de ANEEL (2019)

Com base nos dados fornecidos pela concessionária, foram levantadas algumas informações dos eventos emergenciais ocorridos em 2019, na área dos três conjuntos escolhidos, como por exemplo: quantidade de ocorrências emergenciais na área urbana e rural, quantidade de interrupções causadas por faltas de natureza transitória/permanente, duração das interrupções, quantidade de consumidores atingidos, histórico da ocorrência (hora do despacho, hora de início da atividade e conclusão). Todas essas informações levantadas foram lançadas para dentro da ferramenta computacional criada.

3.2 DESCRITIVO DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL

A ferramenta computacional *ANACOMPI* - *Análise Computacional de Indicadores*, tem como base planilhas eletrônicas e foi programada em linguagem VBA (*Visual Basic for Applications*). A ferramenta conta com uma *interface* para que o usuário interaja selecionando os conjuntos elétricos e as áreas de atuação que pretende analisar. Essa *interface* está sendo apresentada na Figura 11.

ANACOMPI possui duas grandes finalidades, a primeira é auxiliar o usuário a identificar chaves fusíveis com interrupções frequentes (reincidentes), que estejam instaladas em redes monofásicas/bifásicas nas áreas rurais dos conjuntos escolhidos no capítulo 3.1. Já a segunda finalidade é apresentar uma melhoria nos indicadores DEC, FEC e TMAE, bem como uma redução significativa no CHI do conjunto analisado, considerando a proposta de substituição das chaves fusíveis reincidentes por religadores monofásicos.

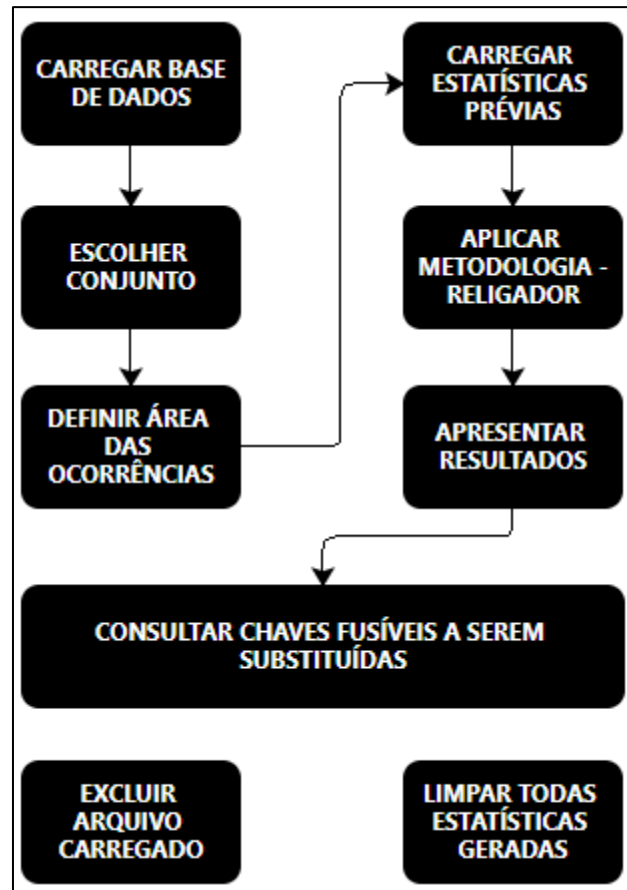
Figura 11 - *Interface* da ferramenta computacional *ANACOMPI*

ANACOMPI - Análise Computacional de Indicadores												
CARREGAR BASE DE DADOS	Escolha o conjunto: <input type="text"/>	Escolha a área das ocorrências: <input type="text"/>	EXCLUIR ARQUIVO CARREGADO									
ESTATÍSTICAS PRÉVIAS DO CONJUNTO	<table border="1"> <tr><td>Total de Interrupções:</td></tr> <tr><td>Permanentes:</td></tr> <tr><td>Transitórias:</td></tr> <tr><td>Causa Vegetação:</td></tr> <tr><td>Causa Descarga Atmosférica:</td></tr> </table>	Total de Interrupções:	Permanentes:	Transitórias:	Causa Vegetação:	Causa Descarga Atmosférica:	<table border="1"> <tr><td>CHI Total (horas):</td></tr> <tr><td>DEC (horas):</td></tr> <tr><td>FEC:</td></tr> <tr><td>TMAE (horas):</td></tr> </table>	CHI Total (horas):	DEC (horas):	FEC:	TMAE (horas):	LIMPAR TODAS AS ESTATÍSTICAS GERADAS
Total de Interrupções:												
Permanentes:												
Transitórias:												
Causa Vegetação:												
Causa Descarga Atmosférica:												
CHI Total (horas):												
DEC (horas):												
FEC:												
TMAE (horas):												
APLICAR METODOLOGIA - RELIGADOR MONOFÁSICO	<table border="1"> <tr><td>Total de Interrupções:</td></tr> <tr><td>Permanentes:</td></tr> <tr><td>Transitórias:</td></tr> <tr><td>Causa Vegetação:</td></tr> <tr><td>Causa Descarga Atmosférica:</td></tr> </table>	Total de Interrupções:	Permanentes:	Transitórias:	Causa Vegetação:	Causa Descarga Atmosférica:	<table border="1"> <tr><td>CHI Total:</td></tr> <tr><td>DEC (horas):</td></tr> <tr><td>FEC:</td></tr> <tr><td>TMAE (horas):</td></tr> </table>	CHI Total:	DEC (horas):	FEC:	TMAE (horas):	CONSULTAR CHAVES FUSÍVEIS A SEREM SUBSTITUÍDAS
Total de Interrupções:												
Permanentes:												
Transitórias:												
Causa Vegetação:												
Causa Descarga Atmosférica:												
CHI Total:												
DEC (horas):												
FEC:												
TMAE (horas):												
APRESENTAR RESULTADOS - PÓS RELIGADOR MONOFÁSICO	<table border="1"> <tr><td>Redução CHI (%):</td></tr> <tr><td>Redução DEC (%):</td></tr> <tr><td>Redução FEC (%):</td></tr> <tr><td>Redução TMAE (%):</td></tr> </table>	Redução CHI (%):	Redução DEC (%):	Redução FEC (%):	Redução TMAE (%):							
Redução CHI (%):												
Redução DEC (%):												
Redução FEC (%):												
Redução TMAE (%):												

3.2.1 Etapas de funcionamento da ferramenta computacional

O funcionamento da ferramenta computacional criada nesse trabalho de conclusão compreende, basicamente, as etapas citadas na Figura 12:

Figura 12 - Etapas de funcionamento da ferramenta computacional

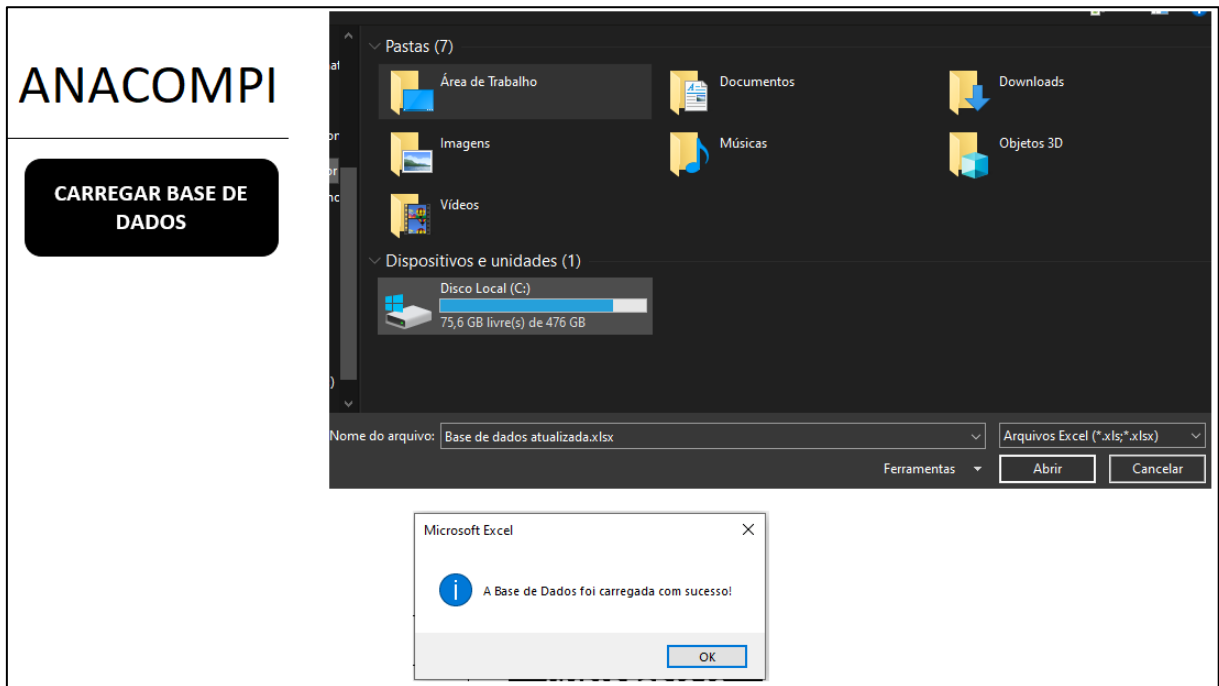


Fonte: o autor (2023)

ETAPA 1: *Carregar base de dados:* Nessa etapa, o usuário escolhe a planilha de base de dados que será utilizada. A ferramenta computacional busca a planilha escolhida e a importa para dentro dela. Na Figura 13 é apresentada de forma resumida a ETAPA 1.

Obs.: A base de dados disponível para teste é o relatório de ocorrências emergenciais que foi disponibilizado pela concessionária Rio Grande Energia.

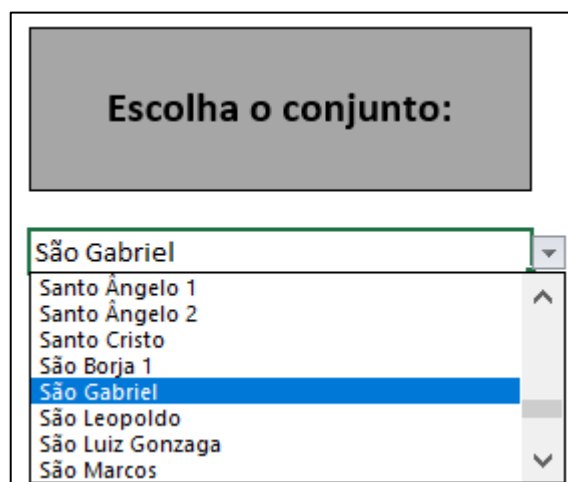
Figura 13 - Carregamento da base de dados



Fonte: o autor (2023)

ETAPA 2: Escolher conjuntos: Conforme apresentado na Figura 14, nessa etapa o usuário seleciona um conjunto dentro de uma lista suspensa, na qual estão contidos os cem conjuntos disponíveis na base de dados, a fim de realizar o estudo proposto. A ferramenta computacional aplica um filtro na base de dados carregada, com base na seleção do usuário.

Figura 14 - Escolha do conjunto



Fonte: o autor (2023)

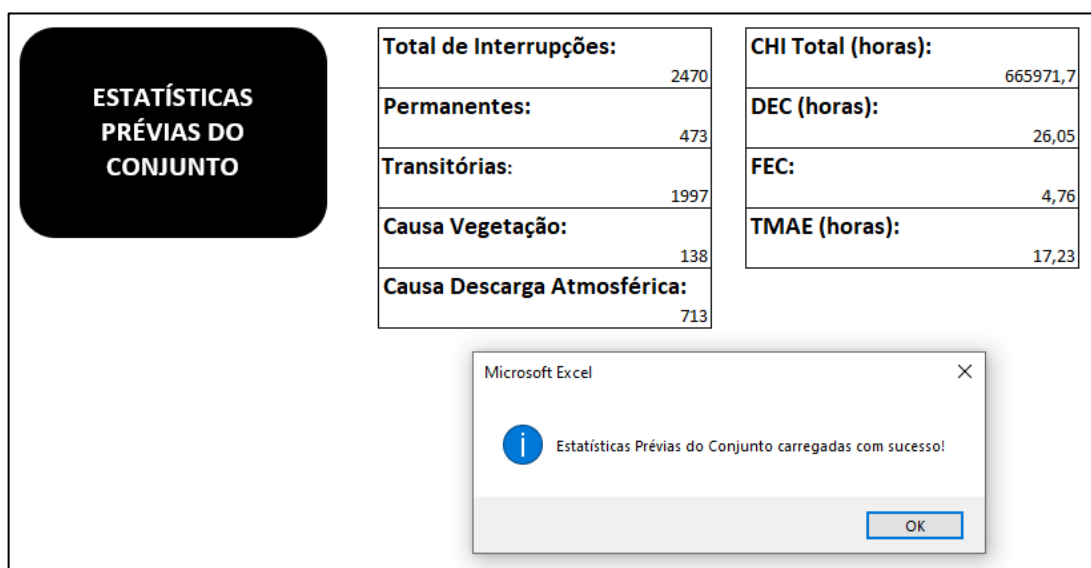
ETAPA 3: *Definir área das ocorrências:* Conforme apresentado na Figura 15, nessa etapa o usuário define em qual área do conjunto escolhido deseja aplicar o estudo, tendo como opções: área urbana, área rural ou ambas as áreas. A ferramenta computacional aplica um filtro na base de dados carregada, com base na seleção do usuário.

Figura 15 - Definir área das ocorrências

Fonte: o autor (2023)

ETAPA 4: *Carregar estatísticas prévias:* Quando o usuário seleciona essa opção, a ferramenta traz algumas informações do conjunto selecionado na etapa 2 para a *interface*: total de interrupções, quantidade de faltas permanentes, quantidade de faltas transitórias, quantidade de faltas causadas por vegetação, CHI total, DEC, FEC e TMAE, conforme apresentado na Figura 16. Importante ressaltar que no cálculo desses indicadores já foram considerados os expurgos de dias críticos.

Figura 16 - Carregar estatísticas prévias



Fonte: o autor (2023)

ETAPA 5: *Aplicar metodologia – religador monofásico:* Nessa etapa, a ferramenta computacional considera a substituição de no máximo dez chaves fusíveis monofásicas/bifásicas com maior reincidência de atuação, por religadores monofásicos, dentro do conjunto selecionado. Isso significa que as faltas de características transitórias presentes nos circuitos dessas chaves fusíveis serão desconsideradas do relatório e, após isso, os indicadores dos conjuntos serão recalculados na etapa 6. A Figura 17 ilustra o retorno da ferramenta computacional após o usuário selecionar essa opção.

Figura 17 - Aplicação da metodologia religador monofásico



Fonte: o autor (2023)

ETAPA 6: *Apresentar resultados:* Conforme apresentado na Figura 18, essa etapa consiste na apresentação dos resultados por parte da ferramenta computacional, onde são apresentadas as novas estatísticas do conjunto após aplicação da metodologia religador monofásico, bem como a comparação desses dados com os valores antigos calculados na etapa 4.

Figura 18 – Apresentação dos resultados

<p>APRESENTAR RESULTADOS - PÓS RELIGADOR MONOFÁSICO</p>	Total de Interrupções:	2380	CHI Total:	590474,2
	Permanentes:	473	DEC (horas):	23,09
	Transitórias:	1907	FEC:	4,49
	Causa Vegetação:	135	TMAE (horas):	16,38
	Causa Descarga Atmosférica:	669	Redução CHI (%):	11,34
			Redução DEC (%):	11,36
			Redução FEC (%):	5,67
			Redução TMAE (%):	4,93

Fonte: o autor (2023)

ETAPA 7: Consultar chaves fusíveis: Essa etapa consiste na apresentação das chaves fusíveis que foram escolhidas para substituição por religadores monofásicos na etapa 5. Conforme apresentado na Figura 19, a ferramenta computacional exibe em segundo plano uma tabela contendo uma série de informações acerca das chaves fusíveis escolhidas.

Figura 19 - Consulta das chaves fusíveis a substituir

	A	B	C	D	E	F
1	Chave Fusível	Faseamento	Atuações no ano	Quantidade de Consumidores	CHI Médio	Indicador Prioridade
2	759848	Bifásico	20	82	908,86	18177,2
3	784251	Bifásico	11	51	879,63	9675,93
4	751217	Bifásico	15	56	635,43	9531,45
5	773499	Monofásico	11	2	717,75	7895,25
6	757974	Bifásico	9	90	775,38	6978,42
7	771880	Bifásico	3	105	1733,13	5199,39
8	773886	Bifásico	7	88	668,69	4680,83
9	751240	Bifásico	5	43	925,34	4626,7
10	784178	Monofásico	4	62	1146,53	4586,12
11	760244	Monofásico	5	66	829,3	4146,5
12						
37						
38						

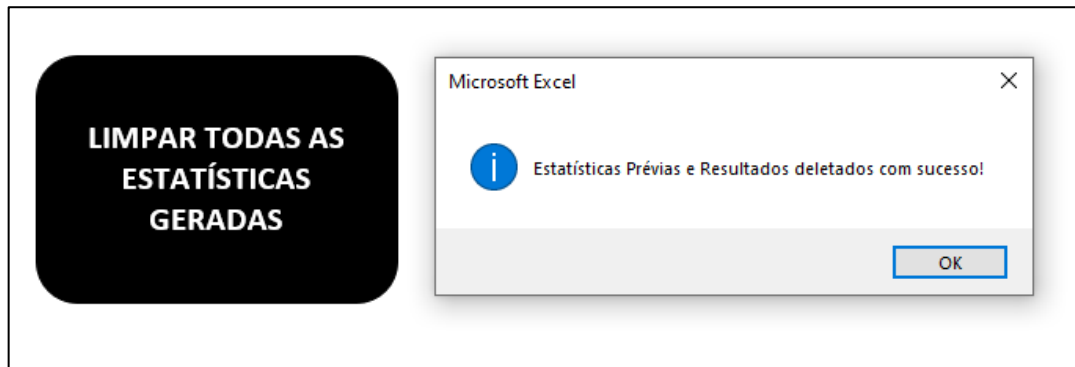
Interface **Chaves Fusíveis a Substituir** (+)

Fonte: o autor (2023)

ADICIONAIS: Por fim, a ferramenta computacional possui duas opções para facilitar o uso repetido por parte do usuário: “Limpar todas estatísticas geradas” e “Excluir arquivo carregado”.

- a) **Limpar todas estatísticas geradas:** Consiste na exclusão de todas as estatísticas geradas, tanto prévias quanto dos resultados após aplicação da metodologia, permitindo ao usuário selecionar um novo conjunto a ser analisado. A Figura 20 ilustra o retorno da ferramenta computacional após o usuário selecionar essa opção.

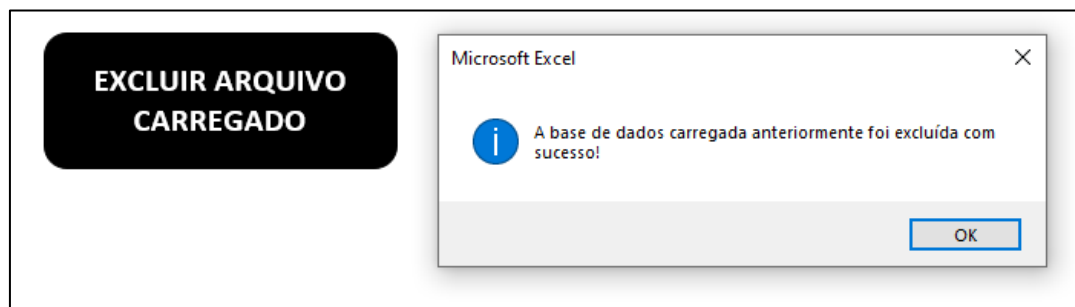
Figura 20 - Exclusão das estatísticas e resultados gerados



Fonte: o autor (2023)

- b) **Excluir arquivo carregado:** Consiste na exclusão da base de dados carregada, possibilitando ao usuário carregar um novo arquivo para dentro da ferramenta. A Figura 21 ilustra o retorno da ferramenta computacional após o usuário selecionar essa opção.

Figura 21 - Exclusão do arquivo carregado



Fonte: o autor (2023)

3.2.2 Definições aplicadas na metodologia da ferramenta computacional

A fim de possibilitar a programação eficaz da ferramenta computacional, com uma metodologia que espelhe de forma mais precisa a realidade, aplicaram-se diversos conceitos. Este tópico abrange as definições relacionadas à classificação das faltas, ao cálculo dos indicadores, aos expurgos de dias críticos e ao indicador de prioridade na escolha das chaves fusíveis candidatas à substituição, entre outras considerações fundamentais.

I. Classificação das faltas

Para classificar se a falta é de natureza transitória ou permanente, a ferramenta computacional realiza uma análise e cruzamento de três aspectos da ocorrência emergencial: o componente afetado, o defeito ocorrido e a causa desse defeito.

a) Componente afetado:

A primeira informação considerada pela ferramenta é o local onde a falha ocorreu. Este aspecto refere-se à parte específica do sistema, equipamento ou processo que enfrentou a falha. A Tabela 5 apresenta os componentes pertencentes à base de dados analisada.

Tabela 5 – Componentes encontrados na base de dados

Componentes
BANCO DE CAPACITORES
BORNE DO MEDIDOR
BORNE DO TRANSFORMADOR
CHAVE BY-PASS
CHAVE FACA
CHAVE FUSÍVEL
CHAVE OPERAÇÃO EM CARGA
CONDUTOR
CONECTOR RAMAL ENTRADA
CONECTOR RAMAL REDE BT
CONEXÃO
CRUZETA
DISJUNTOR
ELO FUSÍVEL
EMENDA
ESTAI
FERRAGEM / FIXAÇÃO
FLYING TAP / CRUZAMENTO
ISOLADOR DISCO / SUSPENSÃO
ISOLADOR PINO
JUMPER
MEDIDOR
MUFLA
NÃO SE APLICA
PARA-RAIOS
POSTE
QDP (QUADRO DISTRIBUIÇÃO PROTEÇÃO)
RAMAL DE SERVIÇO
REDE SUBTERRÂNEA
REGULADOR DE TENSÃO
RELIGADOR
SECCIONALIZADOR
TC (TRANSFORMADOR CORRENTE)
TP (TRANSFORMADOR POTENCIAL)

b) Defeito ocorrido:

A segunda peça importante de informação é o defeito que se manifestou no componente. O defeito é uma descrição curta do problema ou sintoma observado. A Tabela 6 apresenta os defeitos que acometem os componentes encontrados na base de dados analisada.

Tabela 6 – Defeitos encontrados na base de dados

Defeitos
AFUNDADO / SOTERRADO
AVARIADO
CAÍDO
CRUZADO / ENREDADO
DESLIGADO
DESREGULADO
EM CURTO
EXPLODIDO
INCLINADO
INVERTIDO
MAU CONTATO
PODRE
QUEBRADO
QUEIMADO
ROMPIDO / PARTIDO
SEM DANO APARENTE
SOLTO/ ABERTO / DESPRENDIDO
VAZANDO
VIOLADO

Fonte: o autor (2023)

c) Causa:

A terceira informação crítica é a causa subjacente da falha. Esta é a raiz do problema e é crucial para determinar se a falta é transitória ou permanente. A Tabela 7 apresenta as causas dos defeitos encontrados na base de dados analisada.

Tabela 7 - Causas encontradas na base de dados

Causas
ABALROAMENTO
ACIDENTE CPFL / EMPREITEIROS
ACIDENTE TERCEIROS
ANIMAIS
ARVORE OU VEGETAÇÃO
COMPARTILHAMENTO POSTE-TELEF/TV
CORROSÃO
DEF CLIENTE AFETANDO OUTROS
DESCARGA ATMOSFÉRICA
DESLIGADO MANUT EMERGENCIAL
DESLIGAMENTO POR SEGURANÇA
EMPRESA SERV PUBL E CONTRAT
ENCONTRADO EM ORDEM
EROSÃO
ERRO ATENDIMENTO (CALL CENTER)
ERRO DE OPERAÇÃO
FALHA MATERIAL OU EQUIPAMENTO
INUNDAÇÃO
LIGAÇÃO CLANDESTINA
MANOBRA / PISCA
NÃO IDENTIFICADA
PIPA / PANDORGA
POLUIÇÃO
QUEIMADA OU INCÊNDIO
ROUBO
SERVIÇO MAL EXECUTADO
SOBRECARGA
VANDALISMO
VENTO

Fonte: o autor (2023)

Essa abordagem analítica que envolve o cruzamento de dados, contribui significativamente para a eficiência e a confiabilidade da ferramenta computacional criada, direcionando assim ações específicas conforme a natureza e a origem dos problemas detectados. Para exemplificar como ocorre a classificação das ocorrências emergenciais por parte da ferramenta, foi criada a Tabela 8.

Tabela 8 - Exemplo de classificação das ocorrências emergenciais

Componente	Defeito	Causa	Classificação
CHAVE FUSÍVEL	SOLTO/ ABERTO / DESPRENDIDO	VENTO	Transitória
CONDUTOR	EM CURTO	ARVORE OU VEGETAÇÃO	Transitória
CONDUTOR	ROMPIDO / PARTIDO	DESCARGA ATMOSFÉRICA	Permanente
CRUZETA	QUEBRADO	SERVIÇO MAL EXECUTADO	Permanente
ELO FUSÍVEL	ROMPIDO / PARTIDO	ANIMAIS	Transitória
POSTE	CAÍDO	ABALROAMENTO	Permanente

Fonte: o autor (2023)

II. Cálculo dos indicadores

Para o cálculo dos indicadores apresentados nas ETAPA 4 e 6 do tópico 3.2.1, foram coletadas algumas informações importantes na base de dados: quantidade de consumidores que tiveram a energia interrompida (por ocorrência emergencial), quantidade de consumidores em cada conjunto e a cronologia de cada ocorrência emergencial. Com esses dados e utilizando variações das equações presentes no tópico 2.4.3, foi possível realizar os cálculos de CHI, DEC, FEC e TMAE referentes ao conjunto escolhido para estudo.

a) Cálculo de CHI do conjunto:

Tendo como base o tópico 2.4.3.1, é possível determinar o CHI do conjunto através da Equação 9.

$$CHI_{conjunto} = \sum (QCI * DI) \quad (9)$$

Onde,

QCI = quantidade de consumidores interrompidos por ocorrência emergencial;

DI = duração da interrupção por ocorrência emergencial, expressa em horas e centésimos de horas.

b) Cálculo do DEC e FEC do conjunto:

Tendo como base o tópico 2.4.3.3, é possível determinar o DEC e FEC do conjunto através das equações 10 e 11.

$$DEC_{conjunto} = \frac{CHI_{conjunto}}{QCC} \quad (10)$$

Onde,

$CHI_{conjunto}$ = somatório da quantidade de consumidor-hora interrompido do conjunto, expresso em horas e centésimos de horas;

QCC = Quantidade de consumidores existentes no conjunto.

$$FEC_{conjunto} = \frac{\sum QCI}{QCC} \quad (11)$$

Onde,

$\sum QCI$ = Somatório de consumidores interrompidos durante todas as ocorrências emergenciais.

c) Cálculo do TMAE do conjunto:

Para determinar o TMAE do conjunto, foram utilizados os seguintes dados da cronologia de cada ocorrência emergencial: horário de início da interrupção, horário do despacho para uma equipe realizar o atendimento, horário em que a equipe se deslocou para atender o chamado, horário de chegada da equipe ao local, horário da localização do defeito, horário da correção do defeito e restabelecimento da energia.

Tendo como base o tópico 2.4.3.3, iniciou-se o cálculo do TMP (Tempo Médio de Preparação) através da Equação 5, onde TP é a diferença entre o horário do despacho para a equipe e o horário em que iniciou a ocorrência, conforme Equação 12.

$$TP = \text{Despacho para a equipe} - \text{Início da ocorrência} \quad (12)$$

Na sequência, foi realizado o cálculo de TMD (Tempo Médio de Deslocamento) através da Equação 6, onde TD é a diferença entre o horário de chegada da equipe no local e o horário em que o evento foi despachado para a equipe, conforme Equação 13.

$$TD = \text{Chegada no Local} - \text{Despacho para a equipe} \quad (13)$$

Após isso, foi realizado o cálculo de TME (Tempo Médio de Execução) através da Equação 7, onde TE é a diferença entre o horário em que foi restabelecida a energia e o horário em que foi localizado o defeito, conforme Equação 14.

$$TE = \text{Restabelecimento da energia} - \text{Localização do defeito} \quad (14)$$

Por fim, foi realizado o cálculo de TMAE (Tempo Médio de Atendimento a ocorrências Emergenciais) através da Equação 8. Outra abordagem utilizada para o cálculo de TMAE foi determinar a média do TA (Tempo de Atendimento), onde TA é a diferença entre o horário em que foi restabelecida a energia e o horário de início da ocorrência emergencial, conforme Equação 15.

$$TA = \text{Restabelecimento da energia} - \text{Início da ocorrência} \quad (15)$$

III. Expurgos de dias críticos

Para o correto cálculo dos indicadores, é necessário desconsiderar as ocorrências emergenciais que aconteceram em dias considerados críticos. Esse ato é conhecido como expurgo.

Na base de dados que foi disponibilizada pela concessionária local, já existia a informação se a ocorrência emergencial contabilizava para os indicadores e se a mesma aconteceu em dia crítico. Porém, caso não existisse essa informação, seria necessário calcular os dias críticos a fim de realizar os expurgos.

De acordo com o item 116 do glossário de termos técnicos presentes na seção 1.1 do PRODIST, é considerado dia crítico como sendo o dia em que a quantidade de ocorrências emergenciais, em um determinado conjunto de unidades consumidoras, superou a média acrescida de três desvios padrões dos valores diários. Importante ressaltar que devem ser desconsideradas as ocorrências emergenciais classificadas como ISE (Interrupção em Situação de Emergência), ou seja, situações decorrentes de evento associado a Decreto de Declaração de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública emitido por órgão competente. A média e o desvio padrão a serem usados para o cálculo de dia crítico serão relativos aos 24 meses anteriores ao ano em curso. (ANEEL, 2021).

IV. Indicador de prioridade

Para determinar quais chaves fusíveis são candidatas à substituição por religadores monofásicos, foi criado um indicador de prioridade. Esse indicador tornou o critério de escolha mais justo tanto para os consumidores afetados quanto para a concessionária, sendo possível atuar nas chaves que impactaram mais em CHI e tiveram maior quantidade de reincidências.

O indicador de prioridade criado pode ser entendido e expresso de duas maneiras: como o somatório de CHI referente às ocorrências emergenciais transitórias de determinada chave fusível; ou como a quantidade de atuações no ano de determinada chave fusível, multiplicadas pelo CHI médio de suas ocorrências emergenciais transitórias.

Com isso, a escolha por parte da ferramenta computacional compreende basicamente na seleção das dez chaves fusíveis que tiveram os maiores indicadores de prioridade, conforme exemplificado na Figura 19, presente na ETAPA 7 do tópico 3.2.1.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados da metodologia proposta no Capítulo 3. Inicialmente, serão utilizados na ferramenta computacional os dados dos conjuntos definidos no item 3.1, e após, será realizada uma análise mais profunda desses conjuntos.

4.1 CONJUNTO ALEGRETE 4

Conforme apresentado no item 3.1, o conjunto ALEGRETE 4 foi escolhido como um dos casos a serem estudados, devido ao resultado de seu indicador DEC apurado pela ANEEL no ano base de 2019. O resultado havia sido duas vezes maior que o limite definido, de acordo com o valor do DEC extraído do relatório de Indicadores de Continuidade por Conjunto da ANEEL, para aquele ano em específico.

Nos itens a seguir serão apresentadas as características iniciais do conjunto, os resultados da aplicação da metodologia religador monofásico e as chaves fusíveis candidatas à substituição. Por fim, será realizada uma análise mais profunda dos resultados.

4.1.1 Características iniciais

O conjunto de consumidores ALEGRETE 4 está predominantemente localizado na região dos Pampas, com uma pequena parte abrangendo a região das Missões. Composto por 15 subestações e dividido em 49 alimentadores, esse conjunto é responsável pelo fornecimento de energia a 21.059 consumidores distribuídos em 9 cidades: Alegrete, Barra do Quaraí, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul e Uruguaiana.

No ano de 2019, conforme relatório da ANEEL, o conjunto ALEGRETE 4 registrou um DEC de 53,68 horas, excedendo o limite definido de 25 horas. Esse resultado não apenas representa uma perda para a concessionária e os consumidores afetados, mas também sinaliza a necessidade de ações a serem implementadas nas redes elétricas desse conjunto. Na Tabela 9, encontram-se algumas características do conjunto extraídas da base de dados da concessionária.

Tabela 9 - Características ALEGRETE 4

Características / Área	Área Urbana	Área Rural	Urbana/Rural
Faltas permanentes	249	1.262	1.511
Faltas transitórias	640	4.545	5.185
Total de interrupções	889	5.807	6.696
CHI (horas)	181.358,10	949.089,02	1.130.447,12
DEC (horas)	8,61	45,07	53,68
FEC	4,07	7,58	11,65
TMAE (horas)	9,68	17,87	16,78

Fonte: o autor (2023)

As características presentes na Tabela 9 também são apresentadas na ferramenta computacional *ANACOMPI*, conforme Figura 22.

Figura 22 - Estatísticas Prévias ALEGRETE 4 via *ANACOMPI*

ANACOMPI - Análise Computacional de Indicadores

CARREGAR BASE DE DADOS

Escolha o conjunto:

Escolha a área das ocorrências:

EXCLUIR ARQUIVO CARREGADO

Alegrete 4

Urbana/Rural

ESTATÍSTICAS PRÉVIAS DO CONJUNTO

Total de Interrupções:	6696
Permanentes:	1511
Transitórias:	5185
Causa Vegetação:	406
Causa Descarga Atmosférica:	2138

CHI Total (horas):	1130447,12
DEC (horas):	53,68
FEC:	11,65
TMAE (horas):	16,78

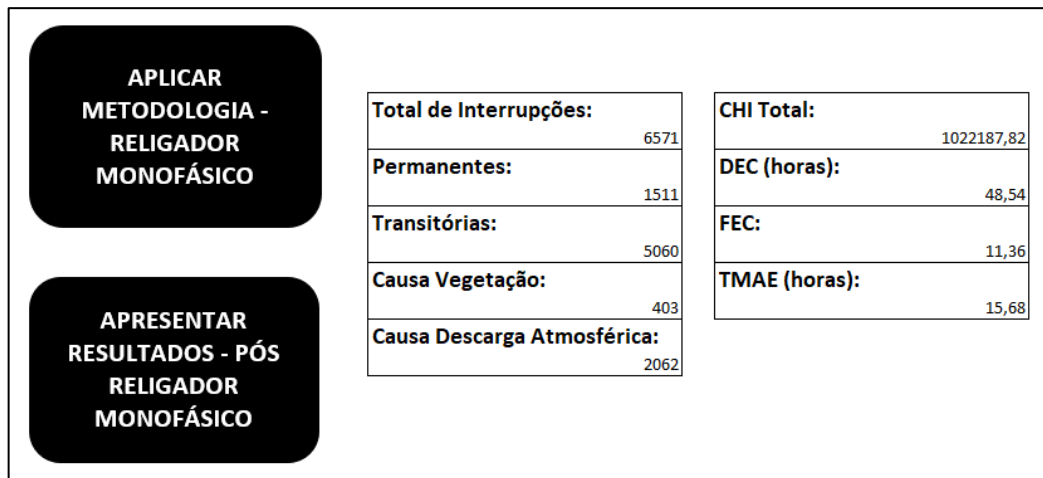
LIMPAR TODAS AS ESTATÍSTICAS GERADAS

Fonte: o autor (2023)

4.1.2 Resultados pós metodologia religador monofásico

Utilizando a metodologia descrita nas ETAPAS 5 e 6 do item 3.2.1, a ferramenta computacional *ANACOMPI* gera os resultados conforme demonstrado na Figura 23. As chaves fusíveis que foram selecionadas para substituição serão detalhadas no item 4.1.3. A comparação entre a situação anterior e posterior à aplicação da metodologia, juntamente com a discussão dos resultados, será apresentada no item 4.1.4.

Figura 23 - Resultados ALEGRETE 4 pós metodologia via *ANACOMPI*



Fonte: o autor (2023)

4.1.3 Chaves fusíveis candidatas à substituição

Para o conjunto ALEGRETE 4, as chaves fusíveis selecionadas pela ferramenta computacional *ANACOMPI* estão apresentadas na Figura 24.

Figura 24 - Chaves Fusíveis a substituir - ALEGRETE 4

	A	B	C	D	E	F
1	Chave Fusível	Faseamento	Atuações no ano	Quantidade de Consumidores	CHI Médio	Indicador Prioridade
2	677386	Bifásico	26	96	1159,51	30147,26
3	608179	Bifásico	5	79	3637,88	18189,4
4	598353	Monofásico	16	35	797,7	12763,2
5	632636	Monofásico	11	28	714,18	7855,98
6	666898	Bifásico	8	56	957,56	7660,48
7	693908	Bifásico	6	85	1269,57	7617,42
8	707292	Monofásico	17	12	367,95	6255,15
9	596074	Monofásico	15	28	415,64	6234,6
10	598389	Monofásico	13	24	449,52	5843,76
11	666932	Monofásico	8	24	711,5	5692
12						
13						

Interface **Chaves Fusíveis a Substituir**

Fonte: o autor (2023)

4.1.4 Análise dos resultados e melhorias propostas

Ao iniciar a análise dos resultados com o comparativo do antes e depois da aplicação da metodologia do religador monofásico via ferramenta computacional *ANACOMPI*, percebe-se uma redução de 9,58% no CHI do conjunto ALEGRETE 4. Essa alteração no CHI também proporcionou reduções nos indicadores: DEC (9,58%), FEC (2,49%) e TMAE (6,56%). O detalhamento do comparativo está evidenciado na Tabela 10. Esse aprimoramento dos indicadores, representa não somente uma evolução no desempenho do conjunto ALEGRETE 4, mas também confirma a eficácia da abordagem adotada ao utilizar a metodologia do religador monofásico por meio da ferramenta computacional criada. A redução observada nos parâmetros analisados ressalta a eficiência das ações implementadas, impactando positivamente a qualidade e a confiabilidade do fornecimento de energia.

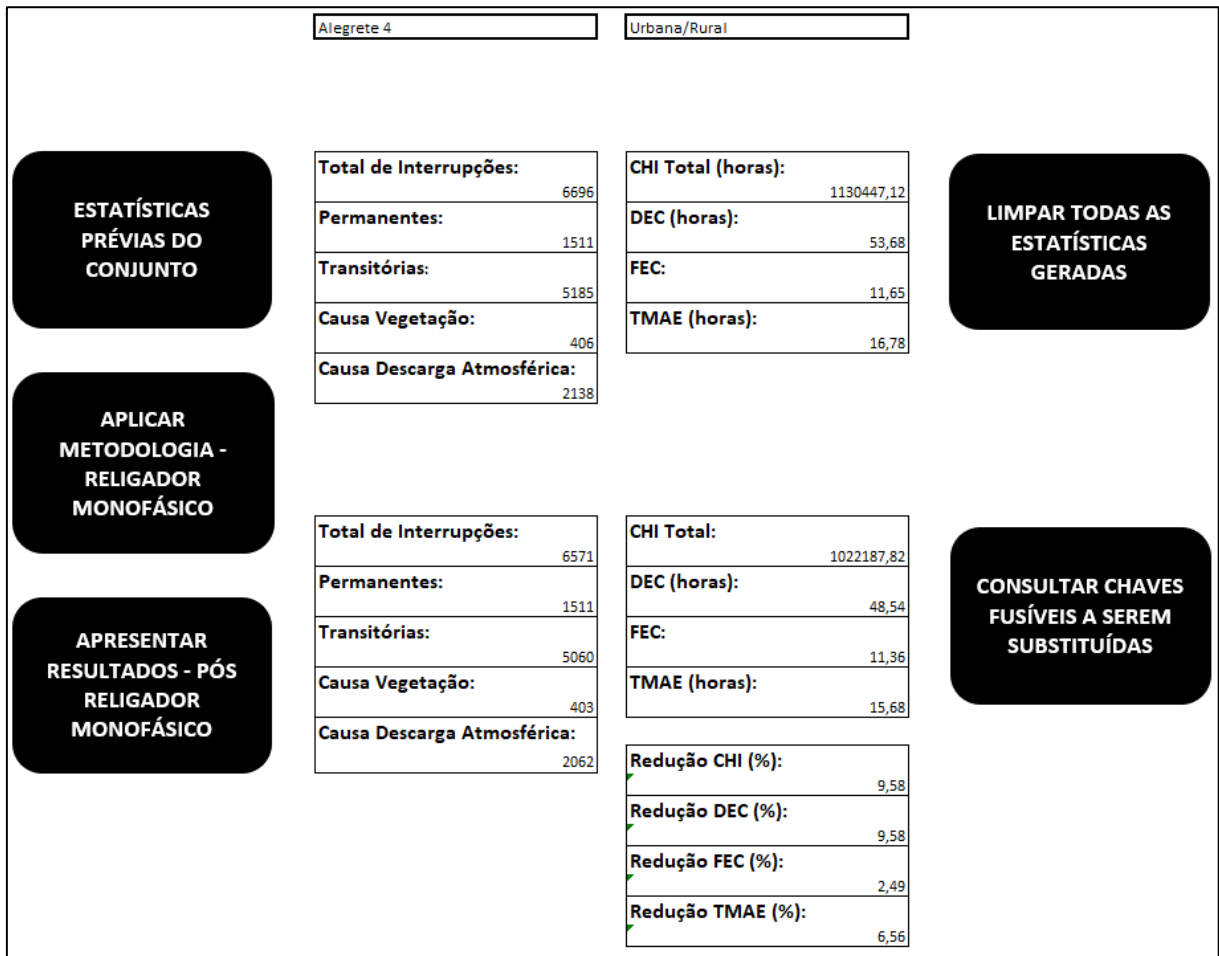
Tabela 10 - Comparativo antes e depois da metodologia empregada - ALEGRETE 4

Características / Cenário	ANTES	DEPOIS	REDUÇÃO (quant.)	REDUÇÃO (%)
Faltas permanentes	1.511	1.511	0	0
Faltas transitórias	5.185	5.060	125	2,41
Total de interrupções	6.696	6.571	125	1,87
CHI Total (horas)	1.130.447,12	1.022.187,82	108.259,30	9,58
DEC (horas)	53,68	48,54	5,14	9,58
FEC	11,65	11,36	0,29	2,49
TMAE (horas)	16,78	15,68	1,1	6,56

Fonte: o autor (2023)

O comparativo presente na Tabela 10 também é apresentado ao usuário na ferramenta computacional *ANACOMPI*, conforme Figura 25.

Figura 25 - Comparativo antes e depois da metodologia via ANACOMPI - ALEGRETE 4



Fonte: o autor (2023)

Com relação às chaves fusíveis, a Tabela 11 foi criada com o objetivo de proporcionar uma análise abrangente dos aspectos relacionados às chaves selecionadas para substituição por religadores monofásicos. Além disso, essa análise também oferece um espaço dedicado à exposição das ocorrências emergenciais de caráter transitório que afetaram as chaves fusíveis em questão.

Tabela 11 - Análise das Ocorrências chaves fusíveis - ALEGRETE 4

Características			Causas					
Chave Fusível	Fase	Atuações	Animais	Árvore ou Vegetação	Descarga Atmosférica	Não Identificada	Sobrecarga	Vento
677386	Bifásico	26	3	1	15	1	1	5
707292	Monofásico	17	1	1	7	0	0	8
598353	Monofásico	16	2	0	12	0	0	2
596074	Monofásico	15	0	0	8	3	0	4
598389	Monofásico	13	1	0	5	2	2	3
632636	Monofásico	11	1	0	7	0	1	2
666898	Bifásico	8	1	0	6	0	0	1
666932	Monofásico	8	0	1	7	0	0	0
693908	Bifásico	6	0	0	5	0	0	1
608179	Bifásico	5	0	0	4	0	0	1
TOTAL		125	9	3	76	6	4	27

Fonte: o autor (2023)

Ao analisar a Tabela 11, é evidente algumas informações cruciais, por exemplo, a média mensal de desarmes da chave fusível que mais atuou é de 2,17 atuações. Destaca-se também que a principal causa de ruptura dos elos fusíveis na zona rural do conjunto ALEGRETE 4 é a descarga atmosférica, correspondendo a 60,8% das 125 atuações relacionadas às dez chaves fusíveis selecionadas.

A constatação de que as descargas atmosféricas se configuram como a causa predominante das ocorrências transitórias neste conjunto, remete a outras possíveis ações da concessionária. Além da instalação de para-raios de linha para evitar o impacto das descargas nos equipamentos conectados à rede, também se pode explorar a implementação de sistemas de proteção mais robustos, aprimorando a resiliência do sistema elétrico diante de eventos climáticos. Essas medidas visam não apenas minimizar os danos causados por descargas atmosféricas, mas também fortalecer a confiabilidade do fornecimento de energia aos consumidores, reduzindo as interrupções associadas a esse tipo de incidente.

4.2 CONJUNTO LIVRAMENTO 1

Conforme apresentado no item 3.1, o conjunto LIVRAMENTO 1 foi escolhido como um dos casos a serem estudados, devido ao resultado de seu indicador DEC apurado pela ANEEL no ano base de 2019. O resultado havia sido duas vezes maior que o limite definido, de acordo com o valor do DEC extraído do relatório de Indicadores de Continuidade por Conjunto da ANEEL, para aquele ano em específico.

Nos itens a seguir serão apresentadas as características iniciais do conjunto, os resultados da aplicação da metodologia religador monofásico e as chaves fusíveis candidatas à substituição. Por fim, será realizada uma análise mais profunda dos resultados.

4.2.1 Características iniciais

O conjunto de consumidores LIVRAMENTO 1 está localizado na região dos Pampas. Composto por 1 subestação e dividido em 8 alimentadores, esse conjunto é responsável pelo fornecimento de energia a 19.921 consumidores distribuídos na cidade de Santana do Livramento.

No ano de 2019, conforme relatório da ANEEL, o conjunto LIVRAMENTO 1 registrou um DEC de 24,60 horas, excedendo o limite definido de 10 horas. Esse resultado não apenas representa uma perda para a concessionária e os consumidores afetados, mas também sinaliza a necessidade de ações a serem implementadas nas redes elétricas desse conjunto. Na Tabela 12, encontram-se algumas características do conjunto extraídas da base de dados da concessionária.

Tabela 12 - Características LIVRAMENTO 1

Características / Área	Área Urbana	Área Rural	Urbana/Rural
Faltas permanentes	203	235	438
Faltas transitórias	663	1.431	2.094
Total de interrupções	866	1.666	2.532
CHI (horas)	123.751,3	366.305,3	490.056,6
DEC (horas)	6,21	18,39	24,6
FEC	2,69	3,39	6,08
TMAE (horas)	6,4	15,11	12,13

Fonte: o autor (2023)

As características presentes na Tabela 12 também são apresentadas na ferramenta computacional *ANACOMPI*, conforme Figura 26.

Figura 26 - Estatísticas Prévias LIVRAMENTO 1 via *ANACOMPI*

ANACOMPI - Análise Computacional de Indicadores

CARREGAR BASE DE DADOS

Escolha o conjunto:

Escolha a área das ocorrências:

EXCLUIR ARQUIVO CARREGADO

ESTATÍSTICAS PRÉVIAS DO CONJUNTO

Total de Interrupções:	2532
Permanentes:	438
Transitórias:	2094
Causa Vegetação:	304
Causa Descarga Atmosférica:	702

CHI Total (horas):	490056,6
DEC (horas):	24,6
FEC:	6,08
TMAE (horas):	12,13

LIMPAR TODAS AS ESTATÍSTICAS GERADAS

Fonte: o autor (2023)

4.2.2 Resultados pós metodologia religador monofásico

Utilizando a metodologia descrita nas ETAPAS 5 e 6 do item 3.2.1, a ferramenta computacional *ANACOMPI* gera os resultados conforme demonstrado na Figura 27. As chaves fusíveis que foram selecionadas para substituição serão detalhadas no item 4.2.3. A comparação entre a situação anterior e posterior à aplicação da metodologia, juntamente com a discussão dos resultados, será apresentada no item 4.2.4.

Figura 27 - Resultados LIVRAMENTO 1 pós metodologia via *ANACOMPI*

APLICAR METODOLOGIA - RELIGADOR MONOFÁSICO

APRESENTAR RESULTADOS - PÓS RELIGADOR MONOFÁSICO

Total de Interrupções:	2453	CHI Total:	434153,4
Permanentes:	438	DEC (horas):	21,79
Transitórias:	2015	FEC:	5,89
Causa Vegetação:	301	TMAE (horas):	10,89
Causa Descarga Atmosférica:	648		

Fonte: o autor (2023)

4.2.3 Chaves fusíveis candidatas à substituição

Para o conjunto LIVRAMENTO 1, as chaves fusíveis selecionadas pela ferramenta computacional *ANACOMPI* estão apresentadas na Figura 28.

Figura 28 - Chaves Fusíveis a substituir – LIVRAMENTO 1

	A	B	C	D	E	F
1	Chave Fusível	Faseamento	Atuações no ano	Quantidade de Consumidores	CHI Médio	Indicador Prioridade
2	713698	Bifásico	12	44	1241,17	14894,04
3	699342	Bifásico	10	81	677,5	6775
4	660234	Bifásico	3	55	2092,57	6277,71
5	713348	Bifásico	13	75	377,65	4909,45
6	712997	Bifásico	7	32	675,17	4726,19
7	689576	Monofásico	4	21	1042,25	4169
8	710264	Monofásico	16	38	248,86	3981,76
9	717061	Monofásico	4	36	937,2	3748,8
10	716459	Bifásico	6	43	538,4	3230,4
11	707837	Monofásico	4	35	797,7	3190,8
12						
13						

Interface **Chaves Fusíveis a Substituir**

Fonte: o autor (2023)

4.2.4 Análise dos resultados e melhorias propostas

Ao iniciar a análise dos resultados com o comparativo do antes e depois da aplicação da metodologia do religador monofásico via ferramenta computacional *ANACOMPI*, percebe-se uma redução de 11,41% no CHI do conjunto LIVRAMENTO 1. Essa alteração no CHI também proporcionou reduções nos indicadores: DEC (11,42%), FEC (3,13%) e TMAE (10,22%). O detalhamento do comparativo está evidenciado na Tabela 13. Esse aprimoramento dos indicadores, representa não somente uma evolução no desempenho do conjunto LIVRAMENTO 1, mas também confirma a eficácia da abordagem adotada ao utilizar a metodologia do religador monofásico por meio da ferramenta computacional criada. A redução observada nos parâmetros analisados ressalta a eficiência das ações implementadas, impactando positivamente a qualidade e a confiabilidade do fornecimento de energia.

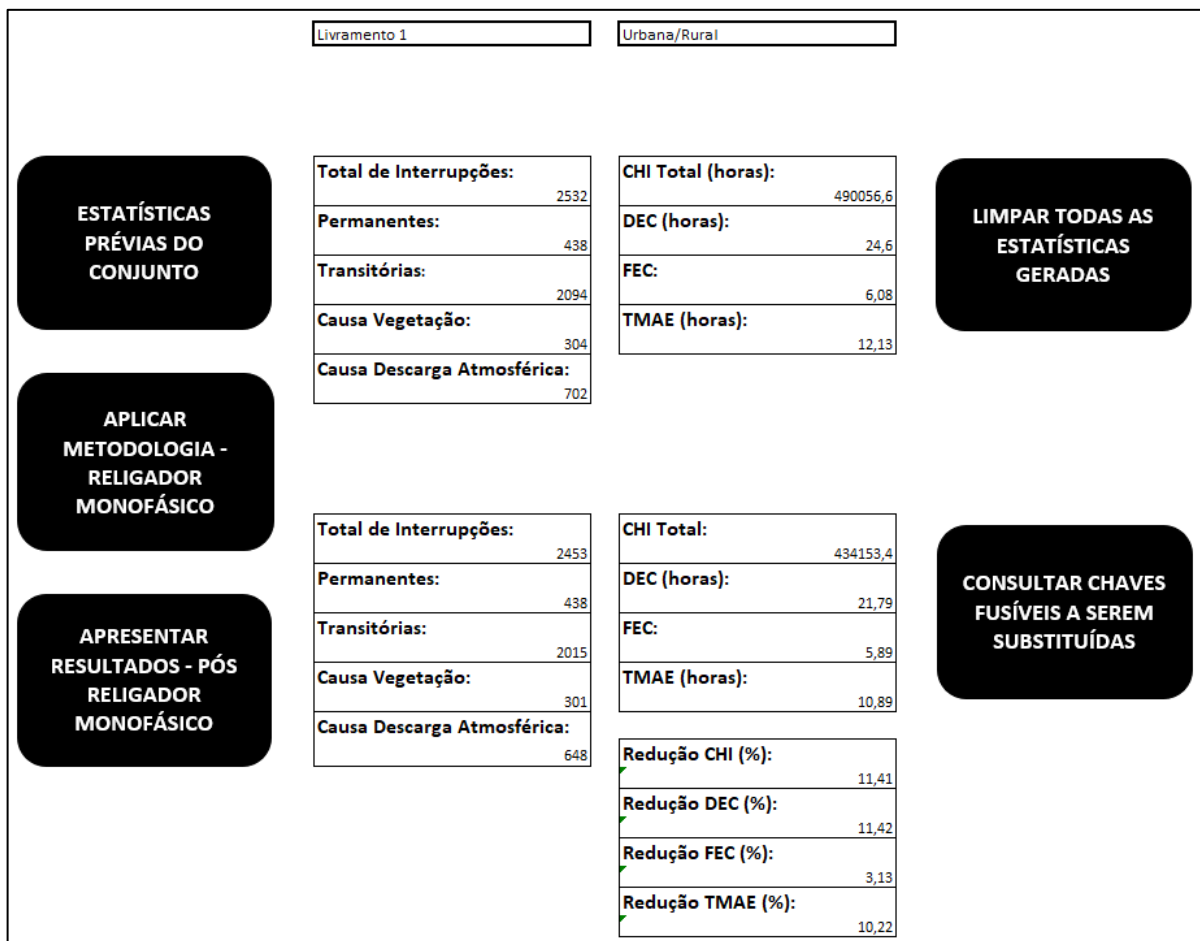
Tabela 13 - Comparativo antes e depois da metodologia empregada - LIVRAMENTO 1

Características / Cenário	ANTES	DEPOIS	REDUÇÃO (quant.)	REDUÇÃO (%)
Faltas permanentes	438	438	0	0
Faltas transitórias	2.094	2.015	79	3,77
Total de interrupções	2.532	2.453	79	3,12
CHI Total (horas)	490.056,6	434.153,4	55.903,2	11,41
DEC (horas)	24,6	21,79	2,81	11,42
FEC	6,08	5,89	0,19	3,13
TMAE (horas)	12,13	10,89	1,24	10,22

Fonte: o autor (2023)

O comparativo presente na Tabela 13 também é apresentado ao usuário na ferramenta computacional ANACOMPI, conforme Figura 29.

Figura 29 - Comparativo antes e depois da metodologia via ANACOMPI - LIVRAMENTO 1



Fonte: o autor (2023)

Com relação às chaves fusíveis, a Tabela 14 foi criada com o objetivo de proporcionar uma análise abrangente dos aspectos relacionados às chaves selecionadas para substituição por religadores monofásicos. Além disso, essa análise também oferece um espaço dedicado à exposição das ocorrências emergenciais de caráter transitório que afetaram as chaves fusíveis em questão.

Tabela 14 - Análise das Ocorrências chaves fusíveis - LIVRAMENTO 1

Características			Causas					
Chave Fusível	Fase	Atuações	Animais	Árvore ou Vegetação	Descarga Atmosférica	Não Identificada	Sobrecarga	Vento
710264	Monofásico	16	4	0	10	1	0	1
713348	Bifásico	13	2	1	5	0	0	5
713698	Bifásico	12	1	0	10	0	0	1
699342	Bifásico	10	2	0	8	0	0	0
712997	Bifásico	7	1	1	5	0	0	0
716459	Bifásico	6	3	0	3	0	0	0
689576	Monofásico	4	0	0	4	0	0	0
717061	Monofásico	4	0	1	3	0	0	0
707837	Monofásico	4	0	0	3	0	0	1
660234	Bifásico	3	0	0	3	0	0	0
TOTAL		79	13	3	54	1	0	8

Fonte: o autor (2023)

Ao analisar a Tabela 14, é evidente algumas informações cruciais, por exemplo, a média mensal de desarmes da chave fusível que mais atuou é de 1,33 atuações. Destaca-se também que a principal causa de ruptura dos elos fusíveis na zona rural do conjunto LIVRAMENTO 1 é a descarga atmosférica, correspondendo a 68,35% das 79 atuações relacionadas às dez chaves fusíveis selecionadas.

A constatação de que as descargas atmosféricas se configuram como a causa predominante das ocorrências transitórias neste conjunto, remete a outras possíveis ações da concessionária. Além da instalação de para-raios de linha para evitar o impacto das descargas nos equipamentos conectados à rede, também se pode explorar a implementação de sistemas de proteção mais robustos, aprimorando a resiliência do sistema elétrico diante de eventos climáticos. Essas medidas visam não

apenas minimizar os danos causados por descargas atmosféricas, mas também fortalecer a confiabilidade do fornecimento de energia aos consumidores, reduzindo as interrupções associadas a esse tipo de incidente.

4.3 CONJUNTO SOLEDADE

Conforme apresentado no item 3.1, o conjunto SOLEDADE foi escolhido como um dos casos a serem estudados, devido ao resultado de seu indicador DEC apurado pela ANEEL no ano base de 2019. O resultado havia sido duas vezes maior que o limite definido, de acordo com o valor do DEC extraído do relatório de Indicadores de Continuidade por Conjunto da ANEEL, para aquele ano em específico.

Nos itens a seguir serão apresentadas as características iniciais do conjunto, os resultados da aplicação da metodologia religador monofásico e as chaves fusíveis candidatas à substituição. Por fim, será realizada uma análise mais profunda dos resultados.

4.3.1 Características iniciais

O conjunto de consumidores SOLEDADE está localizado na região Planalto. Composto por 1 subestação e dividido em 5 alimentadores, esse conjunto é responsável pelo fornecimento de energia a 18.162 consumidores distribuídos em 6 cidades: Arvorezinha, Barros Cassal, Ilópolis, Itapuca, Mormaço e Soledade.

No ano de 2019, conforme relatório da ANEEL, o conjunto SOLEDADE registrou um DEC de 20,38 horas, excedendo o limite definido de 10 horas. Esse resultado não apenas representa uma perda para a concessionária e os consumidores afetados, mas também sinaliza a necessidade de ações a serem implementadas nas redes elétricas desse conjunto. Na Tabela 15, encontram-se algumas características do conjunto extraídas da base de dados da concessionária.

Tabela 15 - Características SOLEDADE

Características / Área	Área Urbana	Área Rural	Urbana/Rural
Faltas permanentes	189	190	379
Faltas transitórias	428	493	921
Total de interrupções	617	683	1.300
CHI (horas)	194.760,76	175.380,8	370.141,56
DEC (horas)	10,72	9,66	20,38
FEC	7,6	2,85	10,45
TMAE (horas)	6,13	12,91	9,69

Fonte: o autor (2023)

As características presentes na Tabela 15 também são apresentadas na ferramenta computacional *ANACOMPI*, conforme Figura 30.

Figura 30 - Estatísticas Prévias SOLEDADE via *ANACOMPI*

ANACOMPI - Análise Computacional de Indicadores

CARREGAR BASE DE DADOS

Escolha o conjunto:

Escolha a área das ocorrências:

EXCLUIR ARQUIVO CARREGADO

ESTATÍSTICAS PRÉVIAS DO CONJUNTO

Total de Interrupções:	1300
Permanentes:	379
Transitórias:	921
Causa Vegetação:	197
Causa Descarga Atmosférica:	187

CHI Total (horas):	370141,56
DEC (horas):	20,38
FEC:	10,45
TMAE (horas):	9,69

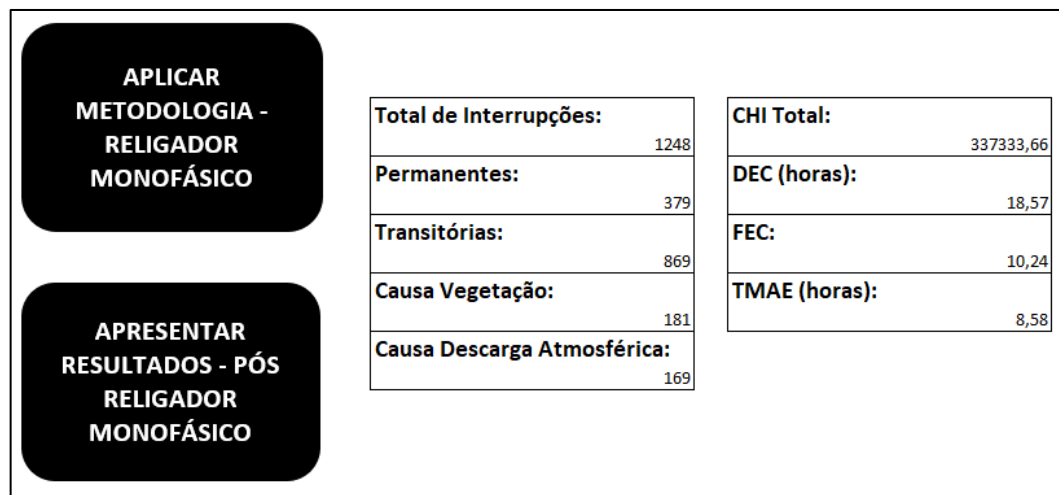
LIMPAR TODAS AS ESTATÍSTICAS GERADAS

Fonte: o autor (2023)

4.3.2 Resultados pós metodologia religador monofásico

Utilizando a metodologia descrita nas ETAPAS 5 e 6 do item 3.2.1, a ferramenta computacional *ANACOMPI* gera os resultados conforme demonstrado na Figura 31. As chaves fusíveis que foram selecionadas para substituição serão detalhadas no item 4.3.3. A comparação entre a situação anterior e posterior à aplicação da metodologia, juntamente com a discussão dos resultados, será apresentada no item 4.3.4.

Figura 31 - Resultados SOLEDADE pós metodologia via *ANACOMPI*



Fonte: o autor (2023)

4.3.3 Chaves fusíveis candidatas à substituição

Para o conjunto SOLEDADE, as chaves fusíveis selecionadas pela ferramenta computacional *ANACOMPI* estão apresentadas na Figura 32.

Figura 32 - Chaves Fusíveis a substituir – SOLEDADE

	A	B	C	D	E	F
1	Chave Fusível	Faseamento	Atuações no ano	Quantidade de Consumidores	CHI Médio	Indicador Prioridade
2	745349	Bifásico	16	75	711,17	11378,72
3	622760	Bifásico	4	74	1822,5	7290
4	15925	Monofásico	6	56	539,68	3238,08
5	622765	Bifásico	1	102	2238,6	2238,6
6	622916	Monofásico	4	40	424,65	1698,6
7	622806	Monofásico	4	74	404,48	1617,92
8	622930	Monofásico	4	140	386,55	1546,2
9	983494	Bifásico	7	44	219,99	1539,93
10	15909	Monofásico	2	70	694,15	1388,3
11	114801	Bifásico	4	69	217,9	871,6
12						
13						

Fonte: o autor (2023)

4.3.4 Análise dos resultados e melhorias propostas

Ao iniciar a análise dos resultados com o comparativo do antes e depois da aplicação da metodologia do religador monofásico via ferramenta computacional *ANACOMPI*, percebe-se uma redução de 8,86% no CHI do conjunto SOLEDADE. Essa alteração no CHI também proporcionou reduções nos indicadores: DEC (8,88%), FEC (2,01%) e TMAE (11,46%). O detalhamento do comparativo está evidenciado na Tabela 16. Esse aprimoramento dos indicadores, representa não somente uma evolução no desempenho do conjunto SOLEDADE, mas também confirma a eficácia da abordagem adotada ao utilizar a metodologia do religador monofásico por meio da ferramenta computacional criada. A redução observada nos parâmetros analisados ressalta a eficiência das ações implementadas, impactando positivamente a qualidade e a confiabilidade do fornecimento de energia.

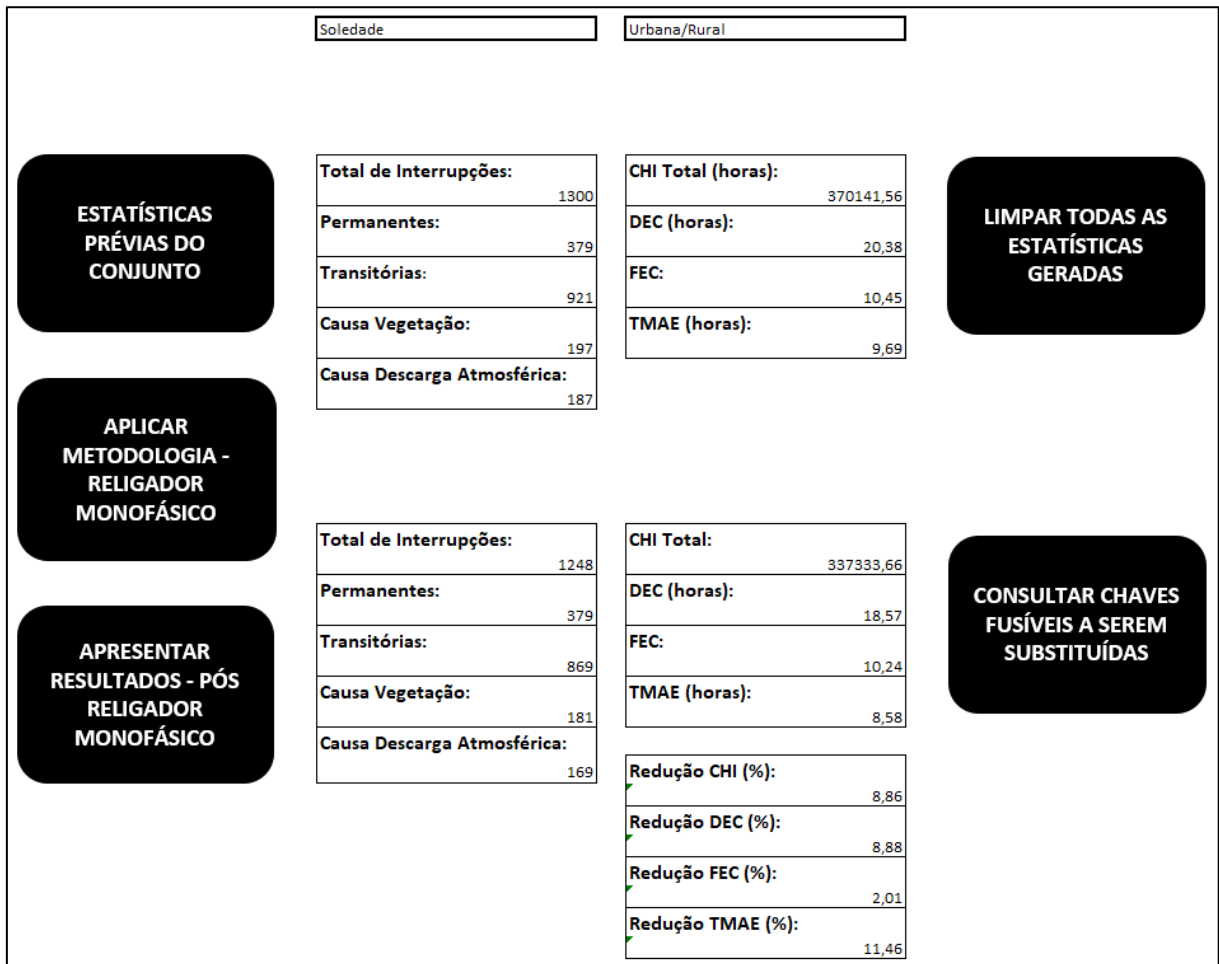
Tabela 16 - Comparativo antes e depois da metodologia empregada - SOLEDADE

Características / Cenário	ANTES	DEPOIS	REDUÇÃO (quant.)	REDUÇÃO (%)
Faltas permanentes	379	379	0	0
Faltas transitórias	921	869	52	5,65
Total de interrupções	1.300	1.248	52	4,00
CHI Total (horas)	370.141,56	337.333,66	32.807,9	8,86
DEC (horas)	20,38	18,57	1,81	8,88
FEC	10,45	10,24	0,21	2,01
TMAE (horas)	9,69	8,58	1,11	11,46

Fonte: o autor (2023)

O comparativo presente na Tabela 16 também é apresentado ao usuário na ferramenta computacional *ANACOMPI*, conforme Figura 33.

Figura 33 - Comparativo antes e depois da metodologia via ANACOMPI - SOLEDADE



Fonte: o autor (2023)

Com relação às chaves fusíveis, a Tabela 17 foi criada com o objetivo de proporcionar uma análise abrangente dos aspectos relacionados às chaves selecionadas para substituição por religadores monofásicos. Além disso, essa análise também oferece um espaço dedicado à exposição das ocorrências emergenciais de caráter transitório que afetaram as chaves fusíveis em questão.

Tabela 17 - Análise das Ocorrências chaves fusíveis - SOLEDADE

Características			Causas					
Chave Fusível	Fase	Atuações	Animais	Árvore ou Vegetação	Descarga Atmosférica	Não Identificada	Sobrecarga	Vento
745349	Bifásico	16	1	10	3	0	0	2
983494	Bifásico	7	2	0	4	1	0	0
15925	Monofásico	6	1	1	2	0	0	2
622760	Bifásico	4	0	2	2	0	0	0
622916	Monofásico	4	2	0	2	0	0	0
622806	Monofásico	4	1	2	1	0	0	0
622930	Monofásico	4	0	0	3	1	0	0
114801	Bifásico	4	1	1	1	1	0	0
15909	Monofásico	2	1	0	0	0	0	1
622765	Bifásico	1	0	0	0	0	0	1
TOTAL		52	9	16	18	3	0	6

Fonte: o autor (2023)

Ao analisar a Tabela 17, é evidente algumas informações cruciais, por exemplo, a média mensal de desarmes da chave fusível que mais atuou é de 1,33 atuações. Destaca-se também que as principais causas de ruptura dos elos fusíveis na zona rural do conjunto SOLEDADE são: “descarga atmosférica” e “árvore ou vegetação”, correspondendo respectivamente a 34,61% e 30,77% das 52 atuações relacionadas às dez chaves fusíveis selecionadas.

A constatação de que as descargas atmosféricas se configuram como uma das causas predominantes das ocorrências transitórias neste conjunto, remete a outras possíveis ações da concessionária, como por exemplo a instalação de para-raios de linha. Além disso, para a segunda principal causa que é “árvore ou vegetação”, a concessionária pode optar entre duas possíveis soluções: realizar um plano de podas/abates para a área rural do conjunto SOLEDADE, e/ou reconduzir trechos críticos da rede de MT para compacta.

5 CONCLUSÃO

Após a aplicação da metodologia empregada na ferramenta computacional ANACOMPI, percebe-se que a substituição estratégica de chaves fusíveis reincidentes por religadores monofásicos revelou-se essencial, especialmente em redes monofásicas e bifásicas em áreas rurais, o que resultou em uma melhoria nos indicadores dos conjuntos analisados. Para o conjunto ALEGRETE 4, obtiveram-se reduções de 9,58% no CHI, 9,58% no DEC, 2,49% no FEC e 6,56% no TMAE. Já para o conjunto LIVRAMENTO 1, os percentuais de reduções se deram por: 11,41% no CHI, 11,42% no DEC, 3,13% no FEC e 10,22% no TMAE. Por fim, para o conjunto SOLEDADE, obtiveram-se reduções de 8,86% no CHI, 8,86% no DEC, 2,01% no FEC e 11,46% no TMAE.

As reduções obtidas atestam a eficácia das iniciativas implementadas e oferecem qualidade e confiabilidade ao serviço prestado. Ao minimizar o CHI, as interrupções no fornecimento de energia são reduzidas, resultando em uma experiência mais estável para os consumidores. A diminuição do DEC e FEC reflete uma melhoria na duração e frequência das interrupções, contribuindo para um fornecimento mais contínuo e eficiente. Além disso, a redução do TMAE indica uma resposta mais rápida e eficaz às ocorrências, agilizando a restauração do serviço.

Este estudo ressaltou o potencial benéfico das atualizações tecnológicas, enfatizando a importância dos religadores monofásicos no contexto das redes elétricas, principalmente em regiões predominantemente radiais e rurais. Além disso, destacou o papel crucial das ferramentas computacionais na interpretação dos dados, possibilitando análises mais profundas e eficazes.

Para trabalhos futuros, sugere-se a análise de um conjunto de dados mais amplo, envolvendo o histórico de ocorrências emergenciais de outros anos, possibilitando uma avaliação mais precisa e contribuindo para a identificação de padrões ao longo do tempo. Além disso, a aplicação de técnicas de clusterização pode ser explorada na definição de indicadores, anos, conjuntos e equipamentos críticos. Essa abordagem oferecerá uma perspectiva mais refinada sobre os pontos que demandam atenção prioritária.

Adicionalmente, sugere-se uma análise detalhada dos aspectos financeiros associados às ações propostas neste estudo. Isso incluiria a avaliação dos custos de instalação dos religadores monofásicos e a projeção do retorno financeiro ao longo do tempo. É essencial comparar os custos para a concessionária com a economia resultante da redução de compensações pagas aos consumidores devido a interrupções no fornecimento de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRADEE, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica, **Visão Geral do Setor**.

Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor/>. Acesso em 18 de março de 2023.

ABRADEE, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica, **Redes de Energia Elétrica**.

Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-eletrico/redes-de-energia-eletrica/>. Acesso em 18 de março de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, **Resolução Normativa nº 1000, de 7 de dezembro de 2021**. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica.

Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em 28 de abril de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, **Resolução Normativa nº956, de 7 de dezembro de 2021**. Estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.

Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021956.html>. Acesso em 28 de abril de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, **PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional**. Módulo 8 – Qualidade de Energia Elétrica, de 7 de dezembro de 2021.

Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_7.pdf. Acesso em 28 de abril de 2023.

CEMIG, Companhia Energética de Minas Gerais, **Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas**.

Disponível em:

https://www.cemig.com.br/wpcontent/uploads/2020/07/nd3_1_000001p.pdf. Acesso em 19 de março de 2023.

CPFL, Companhia Paulista de Força e Luz, **Proteção de Redes Aéreas de Distribuição – Sobrecorrente**.

Disponível em: https://www.cpfl.com.br/sites/cpfl/files/2021-12/GED-2912%20-%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20de%20Redes%20A%C3%A9reas%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o%20-%20Sobrecorrente_0.pdf

Acesso em 29 de abril de 2023.

DA SILVA, Antonio C. **Metodologia para Aplicação de Religadores Monofásicos em Redes de Distribuição de Energia Rural**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Elétrica, UNIJUÍ. Ijuí, 2017.

ENERGISA, Grupo Energisa S.A., **Chaves Fusíveis de Distribuição.**

Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/ETU%20122%20-%20Chaves%20Fus%C3%ADveis%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o.pdf>

Acesso em 28 de abril de 2023.

FECOERGS, Federação das Cooperativas de Energia, Telefonia e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul, **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – DISTRIBUIÇÃO - CHAVE FUSÍVEL RELIGADORA (ETD 007.01.62)**

Disponível em: https://www.fecoergs.com.br/anexos/materiais_equipamentos/007-01-62_CHAVES_FUSIVEIS_RELIGADORAS.pdf

Acesso em 28 de abril de 2023.

FRAZÃO, Rodrigo J. A. **Proteção do Sistema Elétrico de Potência.** 1ª ed. Londrina Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019. ISBN 978-85-522-1435-9.

GEDRA, Ricardo L.; BARROS, Benjamim Ferreira de; BORELLI, Reinaldo. **Geração, Transmissão, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica.** 2ª ed. São Paulo Editora Saraiva, 2014. ISBN 9788536532493.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **População Rural e Urbana.**

Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>

Acesso em 20 de maio de 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Estimativas da População 2019.**

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>

Acesso em 20 de maio de 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Classificação e Caracterização dos Espaços Rurais e Urbanos do Brasil.**

Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/rural_urbano/#/home

Acesso em 20 de maio de 2023.

KAGAN, Nelson; OLIVEIRA, Carlos C. B. D.; ROBBA, Ernesto J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica.** 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2010.

KAGAN, Nelson; ROBBA, Ernesto J.; SCHMIDT, Hernán P. **Estimação de indicadores de qualidade da energia elétrica.** São Paulo: Editora Blucher, 2009. ISBN 9788521216186.

KINDERMANN, Geraldo. **Curto Circuito.** 2. Ed. Porto Alegre-RS, 1997.

LEÃO, Ruth. GTD – **Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica.** 2009. Apostila - Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2009.

MAMEDE FILHO, J. **Manual de Equipamentos Elétricos.** 3. Ed. Rio de Janeiro, 2005. ISBN 85-216-1436-5.

MAMEDE FILHO, J; MAMEDE, D. **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência.** 1ª ed. Rio de Janeiro, 2016. ISBN 978-85-216-1884-3.

MAMEDE FILHO, J; MAMEDE, D. **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência.** 2ª ed. Rio de Janeiro, 2020. ISBN 978-85-216-3720-2.

RGE, Rio Grande Energia, **Estudo da Aplicabilidade de Religadores Monofásicos nas Redes de Distribuição da RGE.** São Leopoldo, RS, 2020. No prelo.

SATO, Fujio; FREITAS, Walmir. **Análise de Curto-Circuito e Princípios de Proteção em Sistemas de Energia Elétrica – Fundamentos e Prática.** 1ª ed. São Paulo: Editora GEN LTC, 2014.

TAVRIDA, Tavrída Electric, **RELIGADOR DE CIRCUITO AUTOMÁTICO.**

Disponível em:

https://www.tavrída.com/upload/iblock/4ea/TES_Rec15_25_Guide_UG_All_5p_PT_3.pdf

Acesso em 05 de dezembro de 2023.

UNESP, Universidade Estadual Paulista, **Apostila Sistema de Distribuição.**

Disponível em:

https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/apostila_sdee_01#:~:text=O%20sistema%20radial%20%C3%A9%20aquele,e%20de%20custo%20mais%20baixo.

Acesso em 8 de abril de 2023.

APÊNDICE A

Código de programação em VBA da ferramenta computacional *ANACOMPI*

Módulo 1 – Carregar Arquivo

```

Sub CarregarPlanilha()
    Dim NomeArquivo As String
    Dim Wb As Workbook

    ' Abra o diálogo de seleção de arquivo
    NomeArquivo = Application.GetOpenFilename("Arquivos Excel (*.xls; *.xlsx), *.xls; *.xlsx")

    ' Verifique se o usuário selecionou um arquivo
    If NomeArquivo <> "Falso" Then
        ' Desative atualizações de tela para melhor desempenho
        Application.ScreenUpdating = False

        ' Abra o arquivo selecionado
        Set Wb = Workbooks.Open(NomeArquivo)

        ' Mova a nova planilha para a segunda posição
        Wb.Sheets(1).Move After:=ThisWorkbook.Sheets(1)

        ' Ative as atualizações de tela novamente
        Application.ScreenUpdating = True

        Call RenomearSegundaAba
        Call CarregarConjuntos
        Call CriarListaSuspensa
        Call OcultarAbas

        MsgBox "A Base de Dados foi carregada com sucesso!", vbInformation
    Else
        MsgBox "Nenhum arquivo foi selecionado.", vbExclamation
    End If
End Sub

Sub RenomearSegundaAba()
    ' Acessa a segunda aba na planilha ativa e a renomeia
    If ActiveWorkbook.Sheets.Count >= 2 Then
        ActiveWorkbook.Sheets(2).Name = "Base de Dados"
    Else
        MsgBox "A planilha não possui uma segunda aba.", vbExclamation
    End If
End Sub

Sub OcultarAbas()
    Dim ws As Worksheet

    ' Verifique se a aba "Base de Dados" existe e, se existir, oculte-a
    On Error Resume Next
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Base de Dados")
    On Error GoTo 0
    If Not ws Is Nothing Then
        ws.Visible = xlSheetHidden
    End If

```

```

' Verifique se a aba "Conjuntos" existe e, se existir, oculte-a
On Error Resume Next
Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Conjuntos")
On Error GoTo 0
If Not ws Is Nothing Then
    ws.Visible = xlSheetHidden
End If
End Sub

Sub CarregarConjuntos()
    Dim wsBaseDeDados As Worksheet
    Dim wsConjuntos As Worksheet
    Dim LastRow As Long

    ' Defina as planilhas a serem usadas
    Set wsBaseDeDados = ThisWorkbook.Sheets("Base de Dados")

    ' Mostre a planilha "Base de Dados"
    wsBaseDeDados.Visible = xlSheetVisible

    ' Encontre a última linha com dados na coluna U da "Base de Dados"
    LastRow = wsBaseDeDados.Cells(wsBaseDeDados.Rows.Count, "U").End(xlUp).Row

    ' Copie os dados da coluna U da "Base de Dados" para uma nova planilha "Conjuntos"
    Set wsConjuntos = ThisWorkbook.Sheets.Add(After:=wsBaseDeDados)
    wsConjuntos.Name = "Conjuntos"

    ' Copie os dados da coluna U para a nova planilha
    wsBaseDeDados.Range("U2:U" & LastRow).Copy wsConjuntos.Range("A1")

    ' Remova duplicatas na nova planilha "Conjuntos"
    wsConjuntos.Range("A:A").RemoveDuplicates Columns:=1, Header:=xlNo

    ' Classifique os dados na nova planilha "Conjuntos" pela coluna A
    With wsConjuntos.Sort
        .SortFields.Clear
        .SortFields.Add Key:=wsConjuntos.Range("A1"), Order:=xlAscending
        .SetRange wsConjuntos.UsedRange
        .Header = xlNo
        .Apply
    End With
End Sub

Sub CriarListaSuspensa()
    Dim wsBaseDeDados As Worksheet
    Dim wsConjuntos As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim ListaDeValidacao As Range
    Dim UltimaLinha As Long

    ' Defina as planilhas a serem usadas
    Set wsBaseDeDados = ThisWorkbook.Sheets("Base de Dados")
    Set wsConjuntos = ThisWorkbook.Sheets("Conjuntos")
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna A da aba "Conjuntos"
    UltimaLinha = wsConjuntos.Cells(wsConjuntos.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row

    ' Defina a faixa de validação com base na coluna A da aba "Conjuntos"

```

```

Set ListaDeValidacao = wsConjuntos.Range("A1:A" & UltimaLinha)

' Defina a célula onde deseja criar a lista suspensa (célula G12 da aba "Interface")
Dim CelulaListaSuspensa As Range
Set CelulaListaSuspensa = wsInterface.Cells(12, 7)

' Crie a lista suspensa na célula desejada
With CelulaListaSuspensa.Validation
    .Delete
    .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:= _
xlBetween, Formula1:="" & wsConjuntos.Name & "!A1:A" & UltimaLinha
    .IgnoreBlank = True
    .InCellDropdown = True
    .ShowInput = True
    .ShowError = True
End With
End Sub

```

Módulo 2 – Estatísticas Prévias

```

Sub FiltrarETransferir()
    Dim wsBaseDeDados As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim CelulaFiltro As Range
    Dim wsNovaPlanilha As Worksheet
    Dim wsUltimaAba As Worksheet
    Dim NomeNovaPlanilha As String
    Dim Filtro As Range

    ' Defina a planilha "Base de Dados"
    Set wsBaseDeDados = ThisWorkbook.Sheets("Base de Dados")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Defina a célula de filtro com base na seleção na célula (12, 7) na aba "Interface"
    Set CelulaFiltro = wsInterface.Cells(12, 7)

    ' Verifique se a célula de filtro está vazia
    If CelulaFiltro.Value = "" Then
        MsgBox "A célula de filtro está vazia. Nenhum filtro será aplicado.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Limpe filtros existentes na planilha "Base de Dados"
    On Error Resume Next
    wsBaseDeDados.AutoFilterMode = False
    On Error GoTo 0

    ' Aplique o filtro na coluna U da aba "Base de Dados" com base no valor da célula de filtro
    wsBaseDeDados.Range("U:U").AutoFilter Field:=1, Criteria1:=CelulaFiltro.Value

    ' Crie o nome para a nova planilha
    NomeNovaPlanilha = "Análise"

    ' Verifique se a nova planilha com o nome dinâmico já existe
    On Error Resume Next
    Set wsNovaPlanilha = ThisWorkbook.Sheets(NomeNovaPlanilha)
    On Error GoTo 0

```

```

' Se a nova planilha não existir, crie-a
If wsNovaPlanilha Is Nothing Then
    Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.Count)).Name =
NomeNovaPlanilha
End If

' Copie os dados visíveis diretamente da planilha "Base de Dados" para a nova planilha
Set wsUltimaAba = ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.Count)

' Copie os dados da planilha "Base de Dados" para a última aba
wsBaseDeDados.UsedRange.Copy Destination:=wsUltimaAba.Cells(1, 1)

' Limpe os filtros na planilha "Base de Dados"
wsBaseDeDados.AutoFilterMode = False

Call FiltrarETransferir2
Call ProcvPersonalizado
Call TotalInterrupcoes
Call ContadorPermanente
Call ContadorTransitoria
Call ContadorArvoreOuVegetacao
Call ContadorDescargaAtmosferica
Call CHITotal
Call CalculaDEC
Call CalculaFEC
Call CalculaTMAE
Call OcultarAba

MsgBox "Estatísticas Prévias do Conjunto carregadas com sucesso!", vbInformation

End Sub

Sub FiltrarETransferir2()
    Dim wsAnalise As Worksheet
    Dim CelulaFiltroP As Range
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim Linha As Range

    ' Defina a planilha "Análise"
    Set wsAnalise = ThisWorkbook.Sheets("Análise")

    ' Defina a célula de filtro com base na seleção na célula (12, 9) na aba "Interface"
    Set CelulaFiltroP = ThisWorkbook.Sheets("Interface").Cells(12, 9)

    ' Crie uma nova aba chamada "Análise2"
    Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.Count)).Name = "Análise2"

    ' Acesse a nova aba "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Aplique o filtro na coluna P da aba "Análise" apenas se o valor da célula de filtro não for
    "Urbana/Rural"
    If CelulaFiltroP.Value <> "Urbana/Rural" Then
        wsAnalise.Range("P:P").AutoFilter Field:=1, Criteria1:=CelulaFiltroP.Value
    End If

    ' Copie os dados visíveis diretamente da aba "Análise" para a nova aba "Análise2"
    wsAnalise.UsedRange.SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy Destination:=wsAnalise2.Cells(1, 1)

```

```

' Limpe os filtros na aba "Análise"
wsAnalise.AutoFilterMode = False

' Exclua as linhas não visíveis na nova aba "Análise2"
For Each Linha In wsAnalise2.UsedRange.Rows
    If Linha.Hidden = True Then
        Linha.Clear
    End If
Next Linha

Application.DisplayAlerts = False
ThisWorkbook.Sheets("Análise").Delete
Application.DisplayAlerts = True

End Sub

Sub ProcvPersonalizado()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsCausas As Worksheet
    Dim UltimaLinhaAnalise2 As Long
    Dim UltimaLinhaCausas As Long
    Dim CelulaQ As Range
    Dim CelulaA As Range
    Dim i As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Causas"
    Set wsCausas = ThisWorkbook.Sheets("Causas")

    ' Encontre a última linha na coluna Q da aba "Análise2"
    UltimaLinhaAnalise2 = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "Q").End(xlUp).Row

    ' Encontre a última linha na coluna A da aba "Causas"
    UltimaLinhaCausas = wsCausas.Cells(wsCausas.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row

    ' Loop através das linhas da coluna Q da aba "Análise2"
    For i = 1 To UltimaLinhaAnalise2
        ' Defina a célula na coluna Q da aba "Análise2"
        Set CelulaQ = wsAnalise2.Cells(i, "Q")

        ' Verifique se a célula não está vazia
        If Not IsEmpty(CelulaQ.Value) Then
            ' Procure um correspondente na coluna A da aba "Causas"
            Set CelulaA = wsCausas.Columns("A").Find(What:=CelulaQ.Value, LookIn:=xlValues,
LookAt:=xlWhole)

            ' Se um correspondente for encontrado, preencha a coluna AC da aba "Análise2"
            If Not CelulaA Is Nothing Then
                wsAnalise2.Cells(i, "AC").Value = wsCausas.Cells(CelulaA.Row, "B").Value
            End If

            ' Verifique se o valor na coluna R é "POSTE"
            If wsAnalise2.Cells(i, "R").Value = "POSTE" Then
                ' Verifique se a célula na coluna O atende a certas condições
                Select Case wsAnalise2.Cells(i, "O").Value
                    Case "AFUNDADO / SOTERRADO", "AVARIADO", "CAÍDO", "INCLINADO",
"PODRE", "QUEBRADO", "QUEIMADO"
                        ' Modifique a coluna AC para "Permanente"

```

```

        wsAnalise2.Cells(i, "AC").Value = "Permanente"
    End Select
End If

' Verifique se o valor na coluna R é "CONDUTOR"
If wsAnalise2.Cells(i, "R").Value = "CONDUTOR" Then
    ' Verifique se a célula na coluna O atende a certas condições
    Select Case wsAnalise2.Cells(i, "O").Value
        Case "AVARIADO", "CAÍDO", "QUEIMADO", "ROMPIDO / PARTIDO", "SOLTO/
ABERTO / DESPRENDIDO"
            ' Modifique a coluna AC para "Permanente"
            wsAnalise2.Cells(i, "AC").Value = "Permanente"
        End Select
    End Select
End If

' Verifique se o valor na coluna R é "CRUZETA"
If wsAnalise2.Cells(i, "R").Value = "CRUZETA" Then
    wsAnalise2.Cells(i, "AC").Value = "Permanente"
End If

End If
Next i
End Sub

Sub TotalInterrupcoes()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeLinhas As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Calcule o número de linhas na aba "Análise2" (descontando o cabeçalho)
    NumeroDeLinhas = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "Q").End(xlUp).Row - 1

    ' Coloque o valor do contador na célula G19 da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(19, 7).Value = NumeroDeLinhas
End Sub

Sub ContadorPermanente()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDePermanentes As Long
    Dim CelulaAC As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna AC da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "AC").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o contador

```

```

Contagem = 0

' Loop através das células da coluna AC da aba "Análise2"
For Each CelulaAC In wsAnalise2.Range("AC2:AC" & UltimaLinha)
    If CelulaAC.Value = "Permanente" Then
        Contagem = Contagem + 1
    End If
Next CelulaAC

' Coloque o valor do contador na célula (21, 7) da aba "Interface"
wsInterface.Cells(21, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub ContadorTransitoria()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeTransitorias As Long
    Dim CelulaAC As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna AC da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "AC").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o contador
    Contagem = 0

    ' Loop através das células da coluna AC da aba "Análise2"
    For Each CelulaAC In wsAnalise2.Range("AC2:AC" & UltimaLinha)
        If CelulaAC.Value = "Transitória" Then
            Contagem = Contagem + 1
        End If
    Next CelulaAC

    ' Coloque o valor do contador na célula (23, 7) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(23, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub ContadorArvoreOuVegetacao()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeArvoreOuVegetacao As Long
    Dim CelulaQ As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna Q da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "Q").End(xlUp).Row

```

```

' Inicialize o contador
Contagem = 0

' Loop através das células da coluna Q da aba "Análise2"
For Each CelulaQ In wsAnalise2.Range("Q2:Q" & UltimaLinha)
    If CelulaQ.Value = "ARVORE OU VEGETAÇÃO" Then
        Contagem = Contagem + 1
    End If
Next CelulaQ

' Coloque o valor do contador na célula (25, 7) da aba "Interface"
wsInterface.Cells(25, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub ContadorDescargaAtmosferica()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeDescargaAtmosferica As Long
    Dim CelulaQ As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna Q da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "Q").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o contador
    Contagem = 0

    ' Loop através das células da coluna Q da aba "Análise2"
    For Each CelulaQ In wsAnalise2.Range("Q2:Q" & UltimaLinha)
        If CelulaQ.Value = "DESCARGA ATMOSFÉRICA" Then
            Contagem = Contagem + 1
        End If
    Next CelulaQ

    ' Coloque o valor do contador na célula (27, 7) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(27, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub CHITotal()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim Somatorio As Double
    Dim UltimaLinha As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna T da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "T").End(xlUp).Row

```

```

' Inicialize o somatório
Somatorio = 0

' Loop através das células da coluna T da aba "Análise2"
Dim CelulaT As Range
For Each CelulaT In wsAnalise2.Range("T2:T" & UltimaLinha)
    If IsNumeric(CelulaT.Value) Then
        Somatorio = Somatorio + CDb1(CelulaT.Value)
    End If
Next CelulaT

' Coloque o valor do somatório na célula (19, 9) da aba "Interface"
wsInterface.Cells(19, 9).Value = Somatorio
End Sub

Sub CalculaDEC()
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim Resultado As Double

    ' Defina as planilhas a serem usadas
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Realize a divisão
    On Error Resume Next
    Resultado = wsInterface.Cells(19, 9).Value / wsAnalise2.Cells(2, 22).Value
    On Error GoTo 0

    ' Arredonde o resultado para duas casas decimais
    Resultado = Round(Resultado, 2)

    ' Coloque o resultado na célula (21, 9) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(21, 9).Value = Resultado
End Sub

Sub CalculaFEC()
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim SomaColunaS As Double
    Dim Resultado As Double

    ' Defina as planilhas a serem usadas
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Calcule o somatório da coluna S na aba "Análise2"
    SomaColunaS = Application.WorksheetFunction.Sum(wsAnalise2.Range("S:S"))

    ' Realize a divisão
    On Error Resume Next
    Resultado = SomaColunaS / wsAnalise2.Cells(2, 22).Value
    On Error GoTo 0

    ' Arredonde o resultado para duas casas decimais
    Resultado = Round(Resultado, 2)

    ' Coloque o resultado na célula (23, 9) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(23, 9).Value = Resultado

```

End Sub

```
Sub CalculaTMAE()
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim MediaColunaW As Double

    ' Defina as planilhas a serem usadas
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Calcule a média da coluna W na aba "Análise2"
    On Error Resume Next
    MediaColunaW = Application.WorksheetFunction.Average(wsAnalise2.Range("W:W"))
    On Error GoTo 0

    ' Divida o resultado por 60
    MediaColunaW = MediaColunaW / 60

    ' Arredonde o resultado para duas casas decimais
    MediaColunaW = Round(MediaColunaW, 2)

    ' Coloque a média dividida por 60 na célula (25, 9) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(25, 9).Value = MediaColunaW
End Sub
```

```
Sub OcultarAba()

    Dim ws As Worksheet

    ' Verifique se a aba "Análise2" existe e, se existir, oculte-a
    On Error Resume Next
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")
    On Error GoTo 0
    If Not ws Is Nothing Then
        ws.Visible = xlSheetHidden
    End If
End Sub
```

Módulo 3 – Aplicar Metodologia

```
Sub AplicarFiltros()
    Dim wsAnálise2 As Worksheet
    Dim criterios1 As String, criterios2 As String, criterios3 As String
    Dim dadosEncontrados As Boolean

    ' Defina a planilha "Análise2"
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")
    On Error GoTo 0

    If wsAnálise2 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise2' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Insira os critérios
    criterios1 = "Chave Fusível, Chave Fusível Temporária, Chave Três Tiros Temporária"
    criterios2 = "Monofásico, Bifásico"
```

```

criterios3 = "Transitória"

' Limpe filtros existentes
On Error Resume Next
wsAnálise2.AutoFilterMode = False
On Error GoTo 0

' Aplicar os filtros
Dim criteriosArray1() As String
Dim criteriosArray2() As String
Dim criteriosArray3() As String

criteriosArray1 = Split(criterios1, ", ")
criteriosArray2 = Split(criterios2, ", ")
criteriosArray3 = Split(criterios3, ", ")

wsAnálise2.Range("K1").AutoFilter Field:=11, Criteria1:=criteriosArray1, Operator:=xlFilterValues
wsAnálise2.Range("M1").AutoFilter Field:=13, Criteria1:=criteriosArray2,
Operator:=xlFilterValues
wsAnálise2.Range("Q1").AutoFilter Field:=29, Criteria1:=criteriosArray3, Operator:=xlFilterValues

' Verificar se existem dados correspondentes aos critérios
If wsAnálise2.AutoFilter.Range.Columns(13).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Count = 1 Then
    dadosEncontrados = False
Else
    dadosEncontrados = True
End If

' Se não houver dados correspondentes, interrompa o código
If Not dadosEncontrados Then
    Call OcultarAbas3
    MsgBox "Este conjunto não possui chaves fusíveis monofásicas/bifásicas, metodologia não poderá
ser aplicada.", vbExclamation
    Exit Sub
End If

' Resto do seu código
Call CopiarDadosVisiveis
Call ContarRepeticoes
Call ProcvCI
Call ProcvFaseamento
Call CalcularMedia
Call MultiplicarColunas
Call AplicarFiltroEOrdenar
Call CopiarEInserirPlanilha
Call OcorrenciasDesconsideradas
Call DeletarOcorrencias
Call OcultarAbas3

' Limpe filtros existentes
On Error Resume Next
wsAnálise2.AutoFilterMode = False
On Error GoTo 0

MsgBox "Metodologia do Religador Monofásico aplicada com sucesso!", vbInformation
End Sub

Sub CopiarDadosVisiveis()
    Dim wsAnálise2 As Worksheet
    Dim wsAnálise3 As Worksheet

```

```

Dim rngDadosVisiveis As Range

' Defina a planilha de origem (Análise2)
On Error Resume Next
Set wsAnálise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")
On Error GoTo 0

If wsAnálise2 Is Nothing Then
    MsgBox "A aba 'Análise2' não foi encontrada.", vbExclamation
    Exit Sub
End If

' Crie a aba "Análise3" ou obtenha a referência se já existir
On Error Resume Next
Set wsAnálise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
On Error GoTo 0

If wsAnálise3 Is Nothing Then
    ' Crie a aba "Análise3"
    Set
        wsAnálise3
ThisWorkbook.Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.Count))
    wsAnálise3.Name = "Análise3"
End If

' Copie os dados visíveis da Análise2
Set rngDadosVisiveis = wsAnálise2.UsedRange.SpecialCells(xlCellTypeVisible)

' Cole os dados na Análise3
rngDadosVisiveis.Copy wsAnálise3.Cells(1, 1)
End Sub

Sub ContarRepeticoes()
    Dim wsAnálise3 As Worksheet
    Dim wsAnálise4 As Worksheet
    Dim Celula As Range
    Dim Valor As Variant
    Dim Contagem As Long
    Dim LinhaDestino As Long

    ' Defina a planilha de origem (Análise3)
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
    On Error GoTo 0

    If wsAnálise3 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise3' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Crie a aba "Análise4" ou obtenha a referência se já existir
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
    On Error GoTo 0

    If wsAnálise4 Is Nothing Then
        ' Crie a aba "Análise4"
        Set
            wsAnálise4
ThisWorkbook.Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.Count))
        wsAnálise4.Name = "Análise4"
    End If

```

```

End If

' Inicialize a linha de destino na planilha Análise4
LinhaDestino = 2

' Crie cabeçalhos para as colunas na planilha Análise4
wsAnálise4.Cells(1, 1).Value = "Chave Fusível"
wsAnálise4.Cells(1, 2).Value = "Faseamento"
wsAnálise4.Cells(1, 3).Value = "Atuações no ano"
wsAnálise4.Cells(1, 4).Value = "Quantidade de Consumidores"
wsAnálise4.Cells(1, 5).Value = "CHI Médio"
wsAnálise4.Cells(1, 6).Value = "Indicador Prioridade"

' Percorra a coluna L da Análise3
For Each Celula In wsAnálise3.Range("L2:L" & wsAnálise3.Cells(Rows.Count,
"L").End(xlUp).Row)
    Valor = Celula.Value
    If Valor <> "" Then
        Contagem = Application.WorksheetFunction.CountIf(wsAnálise3.Range("L2:L" &
wsAnálise3.Cells(Rows.Count, "L").End(xlUp).Row), Valor)
        ' Verifique se o valor já foi adicionado na planilha Análise4
        If WorksheetFunction.CountIf(wsAnálise4.Range("A2:A" & LinhaDestino - 1), Valor) = 0 Then
            ' Insira o valor e a contagem na planilha Análise4
            wsAnálise4.Cells(LinhaDestino, 1).Value = Valor
            wsAnálise4.Cells(LinhaDestino, 3).Value = Contagem
            LinhaDestino = LinhaDestino + 1
        End If
    End If
Next Celula

End Sub

Sub ProcvCI()
    Dim wsAnálise3 As Worksheet
    Dim wsAnálise4 As Worksheet
    Dim Celula As Range
    Dim Valor As Variant
    Dim ResultadoProcv As Variant

    ' Defina as planilhas de origem e destino
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
    Set wsAnálise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
    On Error GoTo 0

    If wsAnálise3 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise3' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    If wsAnálise4 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise4' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Percorra a coluna A da Análise4
    For Each Celula In wsAnálise4.Range("A2:A" & wsAnálise4.Cells(Rows.Count,
"A").End(xlUp).Row)
        Valor = Celula.Value
        If Valor <> "" Then

```

```

' Use o PROCV para obter o valor da coluna S da Análise3
On Error Resume Next
ResultadoProcv = Application.WorksheetFunction.VLookup(Valor, wsAnálise3.Range("L2:S"
& wsAnálise3.Cells(Rows.Count, "L").End(xlUp).Row), 8, False)
On Error GoTo 0

If Not IsError(ResultadoProcv) Then
    Celula.Offset(0, 3).Value = ResultadoProcv ' 3 é o deslocamento para a coluna E da Análise4
End If
End If
Next Celula
End Sub

```

```

Sub ProcvFaseamento()
    Dim wsAnálise3 As Worksheet
    Dim wsAnálise4 As Worksheet
    Dim Celula As Range
    Dim Valor As Variant
    Dim ResultadoProcv As Variant

    ' Defina as planilhas de origem e destino
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
    Set wsAnálise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
    On Error GoTo 0

    If wsAnálise3 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise3' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    If wsAnálise4 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise4' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Percorra a coluna A da Análise4
    For Each Celula In wsAnálise4.Range("A2:A" & wsAnálise4.Cells(Rows.Count,
"A").End(xlUp).Row)
        Valor = Celula.Value
        If Valor <> "" Then
            ' Use o PROCV para obter o valor da coluna M da Análise3
            On Error Resume Next
            ResultadoProcv = Application.WorksheetFunction.VLookup(Valor, wsAnálise3.Range("L2:M"
& wsAnálise3.Cells(Rows.Count, "L").End(xlUp).Row), 2, False)
            On Error GoTo 0

            If Not IsError(ResultadoProcv) Then
                Celula.Offset(0, 1).Value = ResultadoProcv ' 1 é o deslocamento para a coluna B da Análise4
            End If
        End If
    Next Celula
End Sub

```

```

Sub CalcularMedia()
    Dim wsAnálise3 As Worksheet
    Dim wsAnálise4 As Worksheet
    Dim Celula As Range
    Dim ValorA2 As Variant
    Dim Soma As Double ' Alterado o tipo para Double para manter casas decimais

```

Dim Contador As Integer

' Defina as planilhas de origem e destino

On Error Resume Next

Set wsAnálise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")

Set wsAnálise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")

On Error GoTo 0

If wsAnálise3 Is Nothing Then

MsgBox "A aba 'Análise3' não foi encontrada.", vbExclamation

Exit Sub

End If

If wsAnálise4 Is Nothing Then

MsgBox "A aba 'Análise4' não foi encontrada.", vbExclamation

Exit Sub

End If

' Percorra a coluna A da Análise4

For Each Celula In wsAnálise4.Range("A2:A" & wsAnálise4.Cells(Rows.Count, "A").End(xlUp).Row)

Soma = 0

Contador = 0

' Percorra a coluna L da Análise3 e calcule a soma

For Each CelulaAnálise3 In wsAnálise3.Range("L2:L" & wsAnálise3.Cells(Rows.Count, "L").End(xlUp).Row)

If CelulaAnálise3.Value = Celula.Value Then

' Encontrou um valor correspondente, some o valor de T à soma

Soma = Soma + wsAnálise3.Cells(CelulaAnálise3.Row, "T").Value

Contador = Contador + 1

End If

Next CelulaAnálise3

' Calcule a média, arredonde para 2 casas decimais e coloque na coluna E da Análise4

If Contador > 0 Then

wsAnálise4.Cells(Celula.Row, "E").Value = Round(Soma / Contador, 2)

Else

' Valor padrão se não houver correspondências

wsAnálise4.Cells(Celula.Row, "E").Value = 0

End If

Next Celula

End Sub

Sub MultiplicarColunas()

Dim wsAnálise4 As Worksheet

Dim Celula As Range

' Defina a planilha de destino (Análise4)

On Error Resume Next

Set wsAnálise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")

On Error GoTo 0

If wsAnálise4 Is Nothing Then

MsgBox "A aba 'Análise4' não foi encontrada.", vbExclamation

Exit Sub

End If

' Percorra a coluna C da Análise4

For Each Celula In wsAnálise4.Range("C2:C" & wsAnálise4.Cells(Rows.Count,

```

"C").End(xlUp).Row)
    ' Realize a multiplicação e coloque o resultado na coluna F da mesma linha
    wsAnálise4.Cells(Celula.Row, "F").Value = wsAnálise4.Cells(Celula.Row, "C").Value *
wsAnálise4.Cells(Celula.Row, "E").Value
    Next Celula
End Sub

```

```

Sub AplicarFiltroEOrdenar()
    Dim wsAnálise4 As Worksheet

```

```

    ' Defina a planilha de destino (Análise4)
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
    On Error GoTo 0

```

```

    If wsAnálise4 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise4' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

```

```

    ' Aplicar filtro nas colunas A até F
    wsAnálise4.Range("A:F").AutoFilter

```

```

    ' Ordenar pela coluna F do maior para o menor
    wsAnálise4.Sort.SortFields.Clear
    wsAnálise4.Sort.SortFields.Add2 Key:=wsAnálise4.Range("F2:F" &
wsAnálise4.Cells(Rows.Count, "F").End(xlUp).Row), SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending, DataOption:=xlSortNormal
    With wsAnálise4.Sort
        .SetRange wsAnálise4.Range("A:F")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With

```

```

    ' Desligar o filtro
    wsAnálise4.AutoFilterMode = False
End Sub

```

```

Sub CopiarEInserirPlanilha()
    Dim wsAnálise4 As Worksheet
    Dim wsNovaPlanilha As Worksheet
    Dim CopiarIntervalo As Range
    Dim LinhasACopiar As Integer

```

```

    ' Defina a planilha de origem (Análise4)
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
    On Error GoTo 0

```

```

    If wsAnálise4 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise4' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

```

```

    ' Defina o número de linhas a serem copiadas
    LinhasACopiar = 11

```

```

' Defina o intervalo a ser copiado (colunas A até F, primeiras 11 linhas)
Set CopiarIntervalo = wsAnálise4.Range("A1:F" & LinhasACopiar)

' Criar uma nova planilha chamada "Chaves Fusíveis a Substituir"
Set wsNovaPlanilha = ThisWorkbook.Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.Count))
wsNovaPlanilha.Name = "Chaves Fusíveis a Substituir"

' Copiar o intervalo para a nova planilha
CopiarIntervalo.Copy wsNovaPlanilha.Range("A1")

' Limpar a área de transferência
Application.CutCopyMode = False

Call FormatarNovaPlanilha

End Sub

Sub FormatarNovaPlanilha()
Dim wsNovaPlanilha As Worksheet

' Defina a planilha "Chaves Fusíveis a Substituir"
On Error Resume Next
Set wsNovaPlanilha = ThisWorkbook.Sheets("Chaves Fusíveis a Substituir")
On Error GoTo 0

If wsNovaPlanilha Is Nothing Then
MsgBox "A aba 'Chaves Fusíveis a Substituir' não foi encontrada.", vbExclamation
Exit Sub
End If

' Ocultar as linhas de grade (gridlines) da planilha
wsNovaPlanilha.Activate
ActiveWindow.DisplayGridlines = False

' Defina o intervalo de toda a planilha para ajustar o espaçamento
wsNovaPlanilha.Cells.EntireColumn.AutoFit

' Defina o intervalo da primeira linha para aplicar negrito e centralizar
With wsNovaPlanilha.Rows(1)
.Font.Bold = True
.HorizontalAlignment = xlCenter
End With

' Defina os intervalos específicos e aplique alinhamento e bordas
Dim rngLeftAlign As Range
Dim rngCenterAlign As Range
Dim rngBorders As Range

Set rngLeftAlign = wsNovaPlanilha.Range("A2:A11, B2:B11, E2:E11, F2:F11")
Set rngCenterAlign = wsNovaPlanilha.Range("C2:C11, D2:D11")
Set rngBorders = wsNovaPlanilha.Range("A1:F11")

' Alinhamento
rngLeftAlign.HorizontalAlignment = xlLeft
rngCenterAlign.HorizontalAlignment = xlCenter

' Bordas
With rngBorders.Borders
.LineStyle = xlContinuous

```

```

        .Color = vbBlack
        .Weight = xlThin
    End With

End Sub

Sub OcorrenciasDesconsideradas()
    Dim wsChaves As Worksheet
    Dim wsAnálise3 As Worksheet
    Dim wsOcorrênciasDesconsideradas As Worksheet
    Dim CelulaChaves As Range
    Dim CelulaAnálise3 As Range
    Dim ValorChaves As Variant
    Dim LinhaDestino As Long

    ' Defina as planilhas de origem
    On Error Resume Next
    Set wsChaves = ThisWorkbook.Sheets("Chaves Fusíveis a Substituir")
    Set wsAnálise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
    On Error GoTo 0

    If wsChaves Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Chaves Fusíveis a Substituir' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    If wsAnálise3 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise3' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Crie a aba "Ocorrências desconsideradas" ou obtenha a referência se já existir
    On Error Resume Next
    Set wsOcorrênciasDesconsideradas = ThisWorkbook.Sheets("Ocorrências desconsideradas")
    On Error GoTo 0

    If wsOcorrênciasDesconsideradas Is Nothing Then
        Set
            wsOcorrênciasDesconsideradas
            =
ThisWorkbook.Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.Count))
        wsOcorrênciasDesconsideradas.Name = "Ocorrências desconsideradas"
    End If

    wsOcorrênciasDesconsideradas.Cells(1, 1).Value = "Ocorrências"

    ' Inicialize a linha de destino na planilha Ocorrências desconsideradas
    LinhaDestino = 2

    ' Percorra a coluna A da planilha Chaves Fusíveis a Substituir
    For Each CelulaChaves In wsChaves.Range("A2:A" & wsChaves.Cells(Rows.Count,
"A").End(xlUp).Row)
        ValorChaves = CelulaChaves.Value
        If ValorChaves <> "" Then
            ' Percorra a coluna L da planilha Análise3 e transfira os valores correspondentes
            For Each CelulaAnálise3 In wsAnálise3.Range("L2:L" & wsAnálise3.Cells(Rows.Count,
"L").End(xlUp).Row)
                If CelulaAnálise3.Value = ValorChaves Then
                    wsOcorrênciasDesconsideradas.Cells(LinhaDestino,
                        "A").Value
                    =
wsAnálise3.Cells(CelulaAnálise3.Row, "A").Value
                    LinhaDestino = LinhaDestino + 1
                End If
            End For
        End If
    End For

```

```

        Next CelulaAnálise3
    End If
    Next CelulaChaves
End Sub

Sub DeletarOcorrencias()
    Dim wsAnálise2 As Worksheet
    Dim wsOcorrênciasDesconsideradas As Worksheet
    Dim Célula As Range
    Dim Valor As Variant
    Dim ÚltimaLinha As Long

    ' Defina as planilhas de origem
    On Error Resume Next
    Set wsAnálise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")
    Set wsOcorrênciasDesconsideradas = ThisWorkbook.Sheets("Ocorrências desconsideradas")
    On Error GoTo 0

    If wsAnálise2 Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Análise2' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    If wsOcorrênciasDesconsideradas Is Nothing Then
        MsgBox "A aba 'Ocorrências desconsideradas' não foi encontrada.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Determine a última linha na coluna A da Análise2
    ÚltimaLinha = wsAnálise2.Cells(Rows.Count, "A").End(xlUp).Row

    ' Percorra a coluna A da Análise2 de baixo para cima para evitar problemas de deslocamento
    For i = ÚltimaLinha To 2 Step -1
        Valor = wsAnálise2.Cells(i, 1).Value
        ' Verifique se o valor está na coluna A das Ocorrências Desconsideradas
        If Not IsError(Application.Match(Valor, wsOcorrênciasDesconsideradas.Range("A2:A" &
wsOcorrênciasDesconsideradas.Cells(Rows.Count, "A").End(xlUp).Row), 0)) Then
            ' Se o valor for encontrado, delete a linha
            wsAnálise2.Rows(i).Delete
        End If
    Next i
End Sub

Sub OcultarAbas3()
    Dim ws As Worksheet

    ' Oculte as abas desejadas
    On Error Resume Next
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
    If Not ws Is Nothing Then ws.Visible = xlSheetHidden

    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
    If Not ws Is Nothing Then ws.Visible = xlSheetHidden

    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Chaves Fusíveis a Substituir")
    If Not ws Is Nothing Then ws.Visible = xlSheetHidden

    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Ocorrências desconsideradas")
    If Not ws Is Nothing Then ws.Visible = xlSheetHidden

```

```

On Error GoTo 0
End Sub

```

Módulo 4 – Apresentar Resultados

```

Sub ApresentarResultadosReligador()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeLinhas As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Calcule o número de linhas na aba "Análise2" (descontando o cabeçalho)
    NumeroDeLinhas = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "Q").End(xlUp).Row - 1

    ' Coloque o valor do contador na célula G19 da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(34, 7).Value = NumeroDeLinhas

    Call RContadorPermanente
    Call RContadorTransitoria
    Call RContadorArvoreOuVegetacao
    Call RContadorDescargaAtmosferica
    Call RCHITotal
    Call RCalculaDEC
    Call RCalculaFEC
    Call RCalculaTMAE
    Call CalcularPercentuais
    Call ROcultarAba

```

```
End Sub
```

```

Sub RContadorPermanente()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDePermanentes As Long
    Dim CelulaAC As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna AC da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "AC").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o contador
    Contagem = 0

    ' Loop através das células da coluna AC da aba "Análise2"
    For Each CelulaAC In wsAnalise2.Range("AC2:AC" & UltimaLinha)
        If CelulaAC.Value = "Permanente" Then

```

```

        Contagem = Contagem + 1
    End If
Next CelulaAC

' Coloque o valor do contador na célula (21, 7) da aba "Interface"
wsInterface.Cells(36, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub RContadorTransitoria()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeTransitorias As Long
    Dim CelulaAC As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna AC da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "AC").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o contador
    Contagem = 0

    ' Loop através das células da coluna AC da aba "Análise2"
    For Each CelulaAC In wsAnalise2.Range("AC2:AC" & UltimaLinha)
        If CelulaAC.Value = "Transitória" Then
            Contagem = Contagem + 1
        End If
    Next CelulaAC

    ' Coloque o valor do contador na célula (23, 7) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(38, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub RContadorArvoreOuVegetacao()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeArvoreOuVegetacao As Long
    Dim CelulaQ As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna Q da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "Q").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o contador
    Contagem = 0

    ' Loop através das células da coluna Q da aba "Análise2"

```

```

For Each CelulaQ In wsAnalise2.Range("Q2:Q" & UltimaLinha)
    If CelulaQ.Value = "ARVORE OU VEGETAÇÃO" Then
        Contagem = Contagem + 1
    End If
Next CelulaQ

' Coloque o valor do contador na célula (40, 7) da aba "Interface"
wsInterface.Cells(40, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub RContadorDescargaAtmosferica()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim NumeroDeDescargaAtmosferica As Long
    Dim CelulaQ As Range
    Dim UltimaLinha As Long
    Dim Contagem As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna Q da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "Q").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o contador
    Contagem = 0

    ' Loop através das células da coluna Q da aba "Análise2"
    For Each CelulaQ In wsAnalise2.Range("Q2:Q" & UltimaLinha)
        If CelulaQ.Value = "DESCARGA ATMOSFÉRICA" Then
            Contagem = Contagem + 1
        End If
    Next CelulaQ

    ' Coloque o valor do contador na célula (42, 7) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(42, 7).Value = Contagem
End Sub

Sub RCHITotal()
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim Somatorio As Double
    Dim UltimaLinha As Long

    ' Defina a planilha "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Defina a planilha "Interface"
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Encontre a última linha na coluna T da aba "Análise2"
    UltimaLinha = wsAnalise2.Cells(wsAnalise2.Rows.Count, "T").End(xlUp).Row

    ' Inicialize o somatório
    Somatorio = 0

    ' Loop através das células da coluna T da aba "Análise2"

```

```

Dim CelulaT As Range
For Each CelulaT In wsAnalise2.Range("T2:T" & UltimaLinha)
    If IsNumeric(CelulaT.Value) Then
        Somatorio = Somatorio + CDbl(CelulaT.Value)
    End If
Next CelulaT

' Coloque o valor do somatório na célula (19, 9) da aba "Interface"
wsInterface.Cells(34, 9).Value = Somatorio
End Sub

Sub RCalculaDEC()
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim Resultado As Double

    ' Defina as planilhas a serem usadas
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Realize a divisão
    On Error Resume Next
    Resultado = wsInterface.Cells(34, 9).Value / wsAnalise2.Cells(2, 22).Value
    On Error GoTo 0

    ' Arredonde o resultado para duas casas decimais
    Resultado = Round(Resultado, 2)

    ' Coloque o resultado na célula (21, 9) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(36, 9).Value = Resultado
End Sub

Sub RCalculaFEC()
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim SomaColunaS As Double
    Dim Resultado As Double

    ' Defina as planilhas a serem usadas
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

    ' Calcule o somatório da coluna S na aba "Análise2"
    SomaColunaS = Application.WorksheetFunction.Sum(wsAnalise2.Range("S:S"))

    ' Realize a divisão
    On Error Resume Next
    Resultado = SomaColunaS / wsAnalise2.Cells(2, 22).Value
    On Error GoTo 0

    ' Arredonde o resultado para duas casas decimais
    Resultado = Round(Resultado, 2)

    ' Coloque o resultado na célula (23, 9) da aba "Interface"
    wsInterface.Cells(38, 9).Value = Resultado
End Sub

Sub RCalculaTMAE()
    Dim wsInterface As Worksheet
    Dim wsAnalise2 As Worksheet

```

Dim MediaColunaW As Double

```
' Defina as planilhas a serem usadas
Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")
Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")

' Calcule a média da coluna W na aba "Análise2"
On Error Resume Next
MediaColunaW = Application.WorksheetFunction.Average(wsAnalise2.Range("W:W"))
On Error GoTo 0

' Divida o resultado por 60
MediaColunaW = MediaColunaW / 60

' Arredonde o resultado para duas casas decimais
MediaColunaW = Round(MediaColunaW, 2)

' Coloque a média dividida por 60 na célula (25, 9) da aba "Interface"
wsInterface.Cells(40, 9).Value = MediaColunaW
End Sub
```

Sub CalcularPercentuais()

Dim planilha As Worksheet

Set planilha = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

' Cálculo para I43

```
If planilha.Range("I34").Value > planilha.Range("I19").Value Then
    planilha.Range("I43").Value = Format(-(planilha.Range("I34").Value -
planilha.Range("I19").Value) / planilha.Range("I19").Value) * 100, "0.00")
    planilha.Range("I43").Font.Color = RGB(255, 0, 0) ' Fonte vermelha
    planilha.Range("I43").Font.Bold = True ' Negrito
Else
    planilha.Range("I43").Value = Format(((planilha.Range("I19").Value -
planilha.Range("I34").Value) / planilha.Range("I19").Value) * 100, "0.00")
End If
```

' Cálculo para I45

```
If planilha.Range("I36").Value > planilha.Range("I21").Value Then
    planilha.Range("I45").Value = Format(-(planilha.Range("I36").Value -
planilha.Range("I21").Value) / planilha.Range("I21").Value) * 100, "0.00")
    planilha.Range("I45").Font.Color = RGB(255, 0, 0) ' Fonte vermelha
    planilha.Range("I45").Font.Bold = True ' Negrito
Else
    planilha.Range("I45").Value = Format(((planilha.Range("I21").Value -
planilha.Range("I36").Value) / planilha.Range("I21").Value) * 100, "0.00")
End If
```

' Cálculo para I47

```
If planilha.Range("I38").Value > planilha.Range("I23").Value Then
    planilha.Range("I47").Value = Format(-(planilha.Range("I38").Value -
planilha.Range("I23").Value) / planilha.Range("I23").Value) * 100, "0.00")
    planilha.Range("I47").Font.Color = RGB(255, 0, 0) ' Fonte vermelha
    planilha.Range("I47").Font.Bold = True ' Negrito
Else
    planilha.Range("I47").Value = Format(((planilha.Range("I23").Value -
planilha.Range("I38").Value) / planilha.Range("I23").Value) * 100, "0.00")
End If
```

' Cálculo para I49

```

If planilha.Range("I40").Value > planilha.Range("I25").Value Then
    planilha.Range("I49").Value = Format(-(planilha.Range("I40").Value /
planilha.Range("I25").Value) / planilha.Range("I25").Value) * 100, "0.00")
    planilha.Range("I49").Font.Color = RGB(255, 0, 0) ' Fonte vermelha
    planilha.Range("I49").Font.Bold = True ' Negrito
Else
    planilha.Range("I49").Value = Format(((planilha.Range("I25").Value /
planilha.Range("I40").Value) / planilha.Range("I25").Value) * 100, "0.00")
' Remova a formatação da célula I49 se I40 for menor que I25
    planilha.Range("I49").Font.ColorIndex = xlAutomatic
    planilha.Range("I49").Font.Bold = False
End If

' Formatar células como números e alinhar à direita
planilha.Range("I43,I45,I47,I49").NumberFormat = "0.00%"
planilha.Range("I43,I45,I47,I49").HorizontalAlignment = xlRight
End Sub

```

```
Sub ROcultarAba()
```

```
    Dim ws As Worksheet
```

```
    ' Verifique se a aba "Análise2" existe e, se existir, oculte-a
```

```
    On Error Resume Next
```

```
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")
```

```
    On Error GoTo 0
```

```
    If Not ws Is Nothing Then
```

```
        ws.Visible = xlSheetHidden
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

Módulo 5 – Consultar Chaves

```
Sub ExibirChaves()
```

```
    Dim wsChaves As Worksheet
```

```
    ' Defina a planilha "Chaves Fusíveis a Substituir"
```

```
    On Error Resume Next
```

```
    Set wsChaves = ThisWorkbook.Sheets("Chaves Fusíveis a Substituir")
```

```
    On Error GoTo 0
```

```
    If wsChaves Is Nothing Then
```

```
        MsgBox "A aba 'Chaves Fusíveis a Substituir' não foi encontrada.", vbExclamation
```

```
        Exit Sub
```

```
    End If
```

```
    ' Exibir e selecionar a planilha
```

```
    wsChaves.Visible = xlSheetVisible
```

```
    wsChaves.Select
```

```
    Cells(1, "G").Select
```

```
End Sub
```

Módulo 6 – Limpar Estatísticas

```
Sub LimparEstatisticas()
```

```
    Dim wsInterface As Worksheet
```

```
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")
```

```

' Células a serem limpas
Dim celulasLimpar() As Variant
celulasLimpar = Array(wsInterface.Cells(19, 7), wsInterface.Cells(21, 7), _
    wsInterface.Cells(23, 7), wsInterface.Cells(25, 7), _
    wsInterface.Cells(27, 7), wsInterface.Cells(34, 7), _
    wsInterface.Cells(36, 7), wsInterface.Cells(38, 7), _
    wsInterface.Cells(40, 7), wsInterface.Cells(42, 7), _
    wsInterface.Cells(19, 9), wsInterface.Cells(21, 9), _
    wsInterface.Cells(23, 9), wsInterface.Cells(25, 9), _
    wsInterface.Cells(34, 9), wsInterface.Cells(36, 9), _
    wsInterface.Cells(38, 9), wsInterface.Cells(40, 9), _
    wsInterface.Cells(43, 9), wsInterface.Cells(45, 9), _
    wsInterface.Cells(47, 9), wsInterface.Cells(49, 9))

' Limpar o conteúdo das células não vazias
Dim Celula As Variant
For Each Celula In celulasLimpar
    If Not IsEmpty(Celula) Then
        Celula.ClearContents
    End If
Next Celula

Call ExcluirAbas2

MsgBox "Estatísticas Prévias e Resultados deletados com sucesso!", vbInformation

End Sub

Sub ExcluirAbas2()

    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsAnalise3 As Worksheet
    Dim wsAnalise4 As Worksheet
    Dim wsChaves As Worksheet
    Dim wsOcorrencias As Worksheet

    On Error Resume Next
    ' Tenta acessar a aba "Análise2"
    Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")
    On Error GoTo 0

    On Error Resume Next
    ' Tenta acessar a aba "Análise3"
    Set wsAnalise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
    On Error GoTo 0

    On Error Resume Next
    ' Tenta acessar a aba "Análise4"
    Set wsAnalise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
    On Error GoTo 0

    On Error Resume Next
    ' Tenta acessar a aba "Chaves Fusíveis a Substituir"
    Set wsChaves = ThisWorkbook.Sheets("Chaves Fusíveis a Substituir")
    On Error GoTo 0

    On Error Resume Next
    ' Tenta acessar a aba "Ocorrências desconsideradas"

```

```
Set wsOcorrencias = ThisWorkbook.Sheets("Ocorrências desconsideradas")
On Error GoTo 0
```

```
' Verifique se as abas existem e exclua se forem encontradas
```

```
If Not wsAnalise2 Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsAnalise2.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If
```

```
If Not wsAnalise3 Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsAnalise3.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If
```

```
If Not wsAnalise4 Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsAnalise4.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If
```

```
If Not wsChaves Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsChaves.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If
```

```
If Not wsOcorrencias Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsOcorrencias.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If
```

```
End Sub
```

Módulo 7 – Excluir Arquivo

```
Sub ExcluirAbas()
    Dim wsBaseDeDados As Worksheet
    Dim wsConjuntos As Worksheet
    Dim wsAnalise2 As Worksheet
    Dim wsAnalise3 As Worksheet
    Dim wsAnalise4 As Worksheet
    Dim wsChaves As Worksheet
    Dim wsOcorrencias As Worksheet
```

```
On Error Resume Next
' Tenta acessar a aba "Base de Dados"
Set wsBaseDeDados = ThisWorkbook.Sheets("Base de Dados")
On Error GoTo 0
```

```
On Error Resume Next
' Tenta acessar a aba "Conjuntos"
Set wsConjuntos = ThisWorkbook.Sheets("Conjuntos")
On Error GoTo 0
```

```

On Error Resume Next
' Tenta acessar a aba "Análise2"
Set wsAnalise2 = ThisWorkbook.Sheets("Análise2")
On Error GoTo 0

On Error Resume Next
' Tenta acessar a aba "Análise3"
Set wsAnalise3 = ThisWorkbook.Sheets("Análise3")
On Error GoTo 0

On Error Resume Next
' Tenta acessar a aba "Análise4"
Set wsAnalise4 = ThisWorkbook.Sheets("Análise4")
On Error GoTo 0

On Error Resume Next
' Tenta acessar a aba "Chaves Fusíveis a Substituir"
Set wsChaves = ThisWorkbook.Sheets("Chaves Fusíveis a Substituir")
On Error GoTo 0

On Error Resume Next
' Tenta acessar a aba "Ocorrências desconsideradas"
Set wsOcorrencias = ThisWorkbook.Sheets("Ocorrências desconsideradas")
On Error GoTo 0

' Verifique se as abas existem e exclua se forem encontradas
If Not wsBaseDeDados Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False ' Desativa alertas para confirmação de exclusão
    wsBaseDeDados.Delete
    Application.DisplayAlerts = True ' Ativa alertas novamente
    Call LimparCelulas
End If

If Not wsConjuntos Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsConjuntos.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If

If Not wsAnalise2 Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsAnalise2.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If

If Not wsAnalise3 Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsAnalise3.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If

If Not wsAnalise4 Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsAnalise4.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If

If Not wsChaves Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsChaves.Delete

```

```

    Application.DisplayAlerts = True
End If

If Not wsOcorrencias Is Nothing Then
    Application.DisplayAlerts = False
    wsOcorrencias.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
End If

Call LimparCelulas
MsgBox "A base de dados carregada anteriormente foi excluída com sucesso!", vbInformation

End Sub

Sub LimparCelulas()
    Dim wsInterface As Worksheet
    Set wsInterface = ThisWorkbook.Sheets("Interface")

    ' Células a serem limpas
    Dim celulasLimpar() As Variant
    celulasLimpar = Array(wsInterface.Cells(19, 7), wsInterface.Cells(21, 7), _
        wsInterface.Cells(23, 7), wsInterface.Cells(25, 7), _
        wsInterface.Cells(27, 7), wsInterface.Cells(34, 7), _
        wsInterface.Cells(36, 7), wsInterface.Cells(38, 7), _
        wsInterface.Cells(40, 7), wsInterface.Cells(42, 7), _
        wsInterface.Cells(19, 9), wsInterface.Cells(21, 9), _
        wsInterface.Cells(23, 9), wsInterface.Cells(25, 9), _
        wsInterface.Cells(34, 9), wsInterface.Cells(36, 9), _
        wsInterface.Cells(38, 9), wsInterface.Cells(40, 9), _
        wsInterface.Cells(43, 9), wsInterface.Cells(45, 9), _
        wsInterface.Cells(47, 9), wsInterface.Cells(49, 9), _
        wsInterface.Cells(12, 7), wsInterface.Cells(12, 9))

    ' Limpar o conteúdo das células não vazias
    Dim Celula As Variant
    For Each Celula In celulasLimpar
        If Not IsEmpty(Celula) Then
            Celula.ClearContents
        End If
    Next Celula
End Sub

```