



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

RAYSSA SÁ MACHADO

**ANÁLISE DOS INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE DE
FORNECIMENTO DE ENERGIA DA REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO DA
REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA DO ESTADO DO CEARÁ NO ANO DE
2020**

FORTALEZA

2022

RAYSSA SÁ MACHADO

ANÁLISE DOS INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO
DE ENERGIA DA REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA
DE FORTALEZA DO ESTADO DO CEARÁ NO ANO DE 2020

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do
Centro de Tecnologia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Me. Lucas Silveira
Melo

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M133a Machado, Rayssa Sá.

Análise dos indicadores coletivos de continuidade de fornecimento de energia da rede elétrica de distribuição da região metropolitana de Fortaleza do estado do Ceará no ano de 2020 / Rayssa Sá Machado. – 2022.

69 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Me. Lucas Silveira Melo.

1. Indicadores de Continuidade de Serviço. 2. Qualidade de energia. 3. DEC. 4. FEC. 5. Poda de árvore.
I. Título.

CDD 621.3

RAYSSA SÁ MACHADO

ANÁLISE DOS INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO
DE ENERGIA DA REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA
DE FORTALEZA DO ESTADO DO CEARÁ NO ANO DE 2020

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do
Centro de Tecnologia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: 16 de Fevereiro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Lucas Silveira Melo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raimundo Furtado Sampaio
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.e Alysso Christian Dias Cunha
Engenheiro em B&Q ENERGIA

Dedico este trabalho aos meus pais Marcos Fábio Machado dos Santos e Maria Andréa Sá Machado, aos meus irmãos Marcos Fábio Machado dos Santos Júnior e Laryssa Sá Machado e aos meus sobrinhos Júlio César Sá Machado Assunção e João Arthur Sá Machado Assunção.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais Marcos Fábio Machado e Maria Andréa Sá Machado por todo o apoio e dedicação dados a mim. Apesar de todos os esforços e dificuldades, a educação sempre teve papel prioritário em nossa família. Agradeço também aos meus irmãos Marcos Júnior e Laryssa por toda a paciência e o apoio nas horas difíceis.

Agradeço aos meus sobrinhos Júlio César e João Arthur que desde o momento em que nasceram me proporcionaram momentos de alegria e amor.

Agradeço ao meu avô José Façanha da Silva que sempre me incentivou e investiu nos meus estudos para que eu tivesse um grande futuro. Todos os seu ensinamento ficarão guardados comigo para sempre.

Agradeço aos meus amigos Graça, Isadora, Jander, Judá, Monilson, Nael, Rodrigo e Thais, vocês são os melhores amigos que alguém poderia ter. Todos os momentos de felicidade e apoio vividos com vocês ficarão eternamente marcados na minha memória. Ter amigos como vocês é como ganhar na loteria.

Agradeço a Debora pelo ombro amigo, por ter me escutado e me apoiado em todos os momentos da minha vida. Todas as conversas e o seu incentivo me fizeram ter forças para concluir esse trabalho. Uma amiga como você é extremamente rara de se encontrar.

Agradeço ao professor Lucas Melo pelo suporte dado, muito obrigado pela atenção e disponibilidade.

Agradeço à banca pelas valiosas sugestões de melhoria deste trabalho.

Agradeço a Roberlania, Nayane e Sângelo, meus amigos da B&Q Energia, o apoio de vocês me ajudaram muito nessa jornada.

Agradeço à coordenação da Engenharia Elétrica, em especial à Adely por toda ajuda dada durante a graduação.

Agradeço à Universidade Federal do Ceará pelo ensino de qualidade.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e familiares, com certeza vocês me ajudaram muito nesta jornada.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”

(Robert Collier)

RESUMO

No decorrer dos anos com a criação da ANEEL e com base no módulo 8 do PRODIST, que estabelece os procedimentos relativos à qualidade de energia elétrica, temas como continuidade no fornecimento de energia, qualidade dos serviços oferecidos e impactos diretos causados a qualidade de vida da população estão ganhando cada vez mais destaque. Em busca da redução dos prejuízos causados pelos valores de compensação pagos pela Enel Distribuição Ceará aos consumidores, o presente trabalho buscou avaliar as principais causas das falhas ocorridas na rede, e avaliar através dos indicadores coletivos DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequências Equivalentes de Interrupção por Unidade Consumidora) a qualidade dos serviços prestados pela concessionária. A partir desses dados foi possível verificar a influência direta da vegetação nos indicadores de qualidade de serviço.

Palavras-chave: Sistema de Distribuição. Indicadores de Continuidade. Enel Ce. Conjuntos de Unidades Consumidoras. Qualidade de Energia. DEC. FEC. Poda

ABSTRACT

Over the years with the creation of ANEEL and based on module 8 of PRODIST, which establishes procedures related to the quality of electricity, topics such as continuity in energy supply, quality of services offered and direct impacts caused to the quality of life of the population are gaining more and more prominence. In order to reduce the losses caused by the compensation amounts paid by Enel Distribuição Ceará to consumers, the present work sought to evaluate the main causes of the failures that occurred in the power grid, and to evaluate through the collective indicators DEC (Equivalent Duration of Interruption per Consumer Unit) and FEC (Equivalent Interruption Frequencies per Consumer Unit) the quality of services provided by the concessionaire. From these data, it was possible to verify the direct influence of vegetation on the quality of service indicators.

Keywords: Distribution System. Continuity Indicators. Enel Distribuição Ce. Sets of Consumer Units. Power Quality. DEC. FEC. Pruning

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Banco regulador de Tensão	21
Figura 2 – Religador Automático	22
Figura 3 – Seccionalizador Automático	23
Figura 4 – Banco Capacitor	24
Figura 5 – Níveis de Tensão de Distribuição	24
Figura 6 – Rede de Distribuição Convencional	25
Figura 7 – Rede de Distribuição com cabo Multiplex ou Pré-Reunido	26
Figura 8 – Rede de Distribuição Compacta	26
Figura 9 – Consulta dos Indicadores Coletivos de Continuidade das Distribuidoras	33
Figura 10 – Área de Concessão da ENEL DISTRIBUIÇÃO CE	34
Figura 11 – Rede de distribuição do conjunto de Guaramiranga	36
Figura 12 – Principais Causas do Conjunto de Guaramiranga	37
Figura 13 – Causas que mais impactaram no DEC do Conjunto de Guaramiranga	37
Figura 14 – Rede de Distribuição do Conjunto de Aquiraz	38
Figura 15 – Principais Causas do Conjunto de Aquiraz	39
Figura 16 – Causas que mais impactaram no DEC do Conjunto de Aquiraz	40
Figura 17 – Rede de Distribuição do Conjunto de Beberibe	41
Figura 18 – Principais Causas do Conjunto de Beberibe	41
Figura 19 – Causas que mais Impactaram no DEC do Conjunto de Beberibe	42
Figura 20 – Rede de Distribuição do Conjunto de Eusébio	43
Figura 21 – Principais Causas do Conjunto de Eusébio	44
Figura 22 – Causas que mais Impactaram no DEC do Conjunto de Eusébio	45
Figura 23 – Rede de Distribuição do Conjunto de Coluna	46
Figura 24 – Principais Causas do Conjunto de Coluna	46
Figura 25 – Causas que mais Impactaram no DEC do Conjunto de Coluna	47
Figura 26 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Guaramiranga	49
Figura 27 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Beberibe	50
Figura 28 – Rede de Distribuição do Conjunto de Baturité	51
Figura 29 – Principais Causas do Conjunto de Baturité	52
Figura 30 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Baturité	52
Figura 31 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Aquiraz	53

Figura 32 – Rede de Distribuição do Conjunto de Acarape	54
Figura 33 – Principais Causas do Conjunto de Acarape	55
Figura 34 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Acarape	56
Figura 35 – Sistema Enel de Banco de Dados	59
Figura 36 – Priorização dos Conjuntos	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Região Metropolitana do Ceará - Ranking dos Piores Conjuntos no DEC . . .	35
Tabela 2 – Região Metropolitana do Ceará - Ranking dos Piores Conjuntos no FEC . . .	48
Tabela 3 – DEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 dos Piores Conjuntos.	60
Tabela 4 – DEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 da Região Metropolitana do Ceará.	61
Tabela 5 – FEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 dos Piores Conjuntos.	61
Tabela 6 – FEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 da Região Metropolitana do Ceará.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BT	Baixa Tensão
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
MT	Média Tensão
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
QEE	qualidade de energia elétrica
SE	Subestação
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
SED	Subestação de Distribuição
SEP	Sistema Elétrico de Potência
UC	Unidade Consumidora
WTS	<i>Way To Said</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa	17
1.2	Objetivos	17
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	17
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	17
1.3	Organização do texto	18
2	ESTADO DA ARTE	19
2.1	Sistema de Distribuição de Energia Elétrica	19
2.1.1	<i>Composição do Sistema de Distribuição</i>	19
2.1.1.1	<i>Sistema de Subtransmissão</i>	19
2.1.1.2	<i>Subestação</i>	20
2.1.1.3	<i>Equipamentos utilizados na rede de distribuição</i>	20
2.1.1.3.1	<i>Reguladores de tensão</i>	20
2.1.1.3.2	<i>Religadores</i>	21
2.1.1.3.3	<i>Seccionadores Automáticos</i>	22
2.1.1.3.4	<i>Banco de Capacitor</i>	23
2.1.1.4	<i>Tipos de Rede de Distribuição</i>	23
2.1.1.4.1	<i>Rede Convencional</i>	24
2.1.1.4.2	<i>Rede com Cabos Pré-Reunidos ou Multiplex</i>	25
2.1.1.4.3	<i>Rede Compacta</i>	25
2.1.1.4.4	<i>Rede Subterrânea</i>	26
3	QUALIDADE DE FORNECIMENTO DOS SERVIÇOS	28
3.1	Unidade Consumidora	28
3.2	Conjunto de Unidades Consumidora	28
3.3	Indicadores de Continuidade	29
3.3.1	<i>Indicadores Individuais de Continuidade</i>	29
3.3.1.1	<i>DIC</i>	29
3.3.1.2	<i>FIC</i>	30
3.3.2	<i>Indicadores Coletivos de Continuidade</i>	30
3.3.2.1	<i>DEC</i>	30

3.3.2.2	<i>FEC</i>	31
3.3.3	<i>Definição dos Valores Limites dos Indicadores Coletivos dos Conjuntos</i> . .	31
4	METODOLOGIA	32
4.1	ANÁLISE DOS INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE DE SERVIÇO DO ANO DE 2020	32
4.2	ENEL CE	32
4.2.1	<i>Determinação dos Conjuntos que obtiveram os piores DEC da região metropolitana do Ceará</i>	33
4.2.2	<i>Principais Causas que tiveram maiores Impactos no DEC dos Conjuntos</i> .	34
4.2.2.1	<i>Conjunto de Guaramiranga</i>	34
4.2.2.1.1	<i>Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede</i>	35
4.2.2.1.2	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do conjunto</i>	36
4.2.2.2	<i>Conjunto de Aquiraz</i>	37
4.2.2.2.1	<i>Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede</i>	38
4.2.2.2.2	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto</i>	39
4.2.2.3	<i>Conjunto de Beberibe</i>	40
4.2.2.3.1	<i>Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede</i>	40
4.2.2.3.2	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto</i>	42
4.2.2.4	<i>Conjunto de Eusébio</i>	42
4.2.2.4.1	<i>Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede</i>	44
4.2.2.4.2	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto</i>	44
4.2.2.5	<i>Conjunto de Coluna</i>	45
4.2.2.5.1	<i>Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede</i>	45
4.2.2.5.2	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto</i>	47
4.2.3	<i>Determinação dos Conjuntos que obtiveram os maiores FEC da região metropolitana do Ceará</i>	47
4.2.4	<i>Principais Causas e Causas que tiveram maiores Impactos no FEC do Conjunto</i>	48
4.2.4.1	<i>Conjunto de Guaramiranga</i>	48
4.2.4.1.1	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto</i>	49
4.2.4.2	<i>Conjunto de Beberibe</i>	49
4.2.4.2.1	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto</i>	50

4.2.4.3	<i>Conjunto de Baturité</i>	50
4.2.4.3.1	<i>Principais Causas</i>	51
4.2.4.3.2	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto</i>	52
4.2.4.4	<i>Conjunto de Aquiraz</i>	53
4.2.4.4.1	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto</i>	53
4.2.4.5	<i>Conjunto de Acarape</i>	54
4.2.4.5.1	<i>Principais Causas de Falhas Ocorridas na Rede</i>	55
4.2.4.5.2	<i>Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto</i>	55
4.3	Vegetação e os Indicadores Coletivos de Continuidade	57
4.3.1	<i>Projeto Vacinação</i>	57
4.3.2	<i>Projeto Saída de Alimentador</i>	57
4.3.3	<i>Projeto WTS</i>	58
4.3.3.1	<i>Cadastro dos Defeitos</i>	58
4.3.3.2	<i>Tratamento dos Dados e Definições das Prioridades</i>	58
4.3.3.3	<i>Execução dos Serviços</i>	60
4.4	Implementação dos projetos e os Impactos causados nos Indicadores Coletivos de Continuidade	60
4.4.1	<i>Comparativo do DEC dos Piores Conjuntos</i>	60
4.4.2	<i>Comparativo do DEC de toda a Região Metropolitana do Estado do Ceará</i>	61
4.4.3	<i>Comparativo do FEC dos Piores Conjuntos</i>	61
4.4.4	<i>Comparativo do FEC de toda a Região Metropolitana do Estado do Ceará</i>	62
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	63
5.1	Sugestões de Trabalhos Futuros	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICES	68
	APÊNDICE A – INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE	68

1 INTRODUÇÃO

Desde a primeira Revolução Industrial a energia elétrica passou a ter um papel de destaque no desenvolvimento da sociedade atual (FURTADO, 2004). Podendo ser utilizada em diversas áreas como na indústria, convertida em luz, na agricultura e na pecuária a energia elétrica se tornou um insumo indispensável ao crescimento e desenvolvimento econômico de todos os países (FURTADO, 2004).

Com o aquecimento da economia, a melhoria da qualidade de vida e o aumento do número de consumidores conectados na rede, o Sistema Elétrico de Potência (SEP), que tem como finalidade fornecer energia elétrica aos consumidores, dentro de certos padrões de qualidade (confiabilidade, disponibilidade) e segurança.

À medida que novas Unidade Consumidora (UC)s foram se conectando à rede elétrica, problemas como falta de energia, oscilações de tensão, oscilações de corrente e equipamentos danificados se tornaram cada vez mais comuns. Com a alta crescente de problemas na rede viu-se necessário a criação de órgãos regulamentadores (RUIZ, 2019).

Em 1977, através da Portaria nº 234, foi aprovado o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) (RUIZ, 2019). "Órgão Central de Direção Superior responsável pelo planejamento, coordenação e execução dos estudos hidrológicos em todo o território nacional; pela supervisão, fiscalização e controle dos aproveitamentos das águas que alteram o seu regime; bem como pela supervisão, fiscalização e controle dos serviços de eletricidade"(ANEEL, 2021a).

Na década de 90 com o crescimento do setor elétrico, foi se necessária a criação de novas regras de regulação e fiscalização pelo governo. Com isso, surgiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério das Minas e Energia, com sede e foro no Distrito Federal, com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as Políticas e Diretrizes do Governo Federal (ANEEL, 2021a). Através de documentos elaborados por ela foi criado o Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) que é responsável por normatizar e padronizar as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição elétrica (ANEEL, 2016).

Á partir desses procedimentos a qualidade na prestação dos serviços públicos de distribuição realizados pelas concessionárias passaram a ser regulamentados e fiscalizados através dos indicadores coletivos e individuais de continuidade de fornecimento.

1.1 Justificativa

Sabendo da grande necessidade da energia elétrica para o desenvolvimento da sociedade atual, a busca pela qualidade dos serviços prestados pela distribuidoras e pela qualidade da energia fornecida aos consumidores estão cada vez maiores. Temas relacionados a esse assunto são bastante relevantes e têm obtido cada vez mais destaque nos congressos e pesquisas científicas.

Neste contexto, a proposta desse trabalho é analisar as causas que mais afetaram os indicadores coletivos de continuidade de fornecimento de energia na região metropolitana de Fortaleza no estado do Ceará no ano de 2020.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar a análise dos indicadores coletivos de continuidade de fornecimento de energia da rede elétrica de distribuição da região metropolitana de Fortaleza do estado do Ceará no ano de 2020.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os principais conceitos sobre os temas relacionados;
- Coletar os dados de indicadores coletivos dos conjuntos de unidades consumidoras do ano de 2020 da ENEL CE;
- Analisar os conjuntos de unidades consumidoras da região metropolitana de Fortaleza no estado do Ceará que obtiveram os piores indicadores de continuidade coletivos para o sistema de distribuição;
- Determinar as principais que mais impactaram nos indicadores coletivos de continuidade dos conjuntos de unidades consumidoras da região metropolitana de Fortaleza do estado do Ceará;
- Propor soluções para melhoria dos indicadores e descrever algumas soluções adotadas pela distribuidora focadas na manutenção da rede elétrica e no controle da vegetação que se encontra nas proximidades dos dispositivos que fazem parte do sistema elétrico.

1.3 Organização do texto

Esta monografia está organizada nos seguintes capítulos:

- Capítulo 1: introduz o tema e as principais motivações e objetivos do trabalho;
- Capítulo 2: são apresentados conceitos básicos sobre a rede de distribuição;
- Capítulo 3: são apresentados conceitos relacionados a regulamentação da qualidade dos serviços prestados pela concessionária;
- Capítulo 4: apresenta todos os valores e análises referentes a qualidade dos serviços prestados pela concessionária no ano de 2020 a região metropolitana de Fortaleza, bem como as medidas de melhoria implementadas;
- Capítulo 5: finaliza o trabalho com as conclusões obtidas, junto de propostas para trabalhos futuros;

2 ESTADO DA ARTE

Neste capítulo será apresentado os principais conceitos necessários para o entendimento deste trabalho.

2.1 Sistema de Distribuição de Energia Elétrica

O Sistema Elétrico de Distribuição é uma das partes que compoem o SEP. Responsável pelo recebimento da energia elétrica das redes de transmissão e a chegada dela aos consumidores de pequeno, médio e grande porte tem grande importância na qualidade de vida e no desenvolvimento da sociedade moderna (LEÃO, 2010).

2.1.1 Composição do Sistema de Distribuição

Responsável pela ultima parcela do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) o sistema de distribuição segundo Moura (2010) é composto por:

- Sistema de subtransmissão – Interliga a transmissão às subestações de distribuição, normalmente a tensão utilizada é 69 kV ou 138 kV.
- Subestação (SE) – Ponto de convergência, usualmente usada para seccionar linhas e ou elevar/baixar níveis de tensão. Possuem entradas e saídas de linhas de transmissão ou distribuição além de equipamento de proteção, compensação e medição.
- Alimentadores de distribuição primários (MT) – Leva energia até os consumidores atendidos em MT e aos transformadores de distribuição;
- Transformadores de distribuição – Baixa a tensão dos alimentadores de distribuição primários de MT para BT;
- Alimentadores de distribuição secundários (BT) – Leva energia até consumidores atendidos em BT pelos transformadores de distribuição.

2.1.1.1 Sistema de Subtransmissão

Sistemas de Subtransmissão são os sistemas responsáveis por alimentar com diferentes tipos de tensão as subestações de distribuição. Trabalhando normalmente com tensões entre 69 kV a 138 kV, normalmente utilizado em linhas de subtransmissão inferiores a 69 kV, ou

como sistemas em anel, normalmente utilizados em tensões de subtransmissão acima de 69 kV (GARCIA; JR., 2012).

2.1.1.2 Subestação

A Subestação (SE) é uma instalação elétrica formada por diversos equipamentos que tem a finalidade de interligar a rede de transmissão com a rede de distribuição (LEÃO, 2010).

As SEs podem ser classificadas quanto a sua função: SE de Manobra, SE de Transformação, SE de Distribuição, SE de Manobra, SE de Regulação de Tensão e SE Conversoras; quanto ao nível de tensão: SE de Alta Tensão e SE de Extra Alta Tensão; quanto ao tipo de instalação: SE Desabrigada, SE Abrigada e SE Blindada; e quanto a forma de operação: SE com Operador, SE Semi-Automática e SE Automatizadas (LEÃO, 2010).

Para que a energia elétrica chegue ao consumidor final as subestações contam com alguns equipamentos, conforme descrito em Leão (2010):

- Barramentos;
- Linhas e Alimentadores;
- Equipamentos de disjunção: disjuntores, religadores, chaves;
- Equipamentos de Transformação: transformadores de potência, transformadores de instrumentos – transformador de potencial e de corrente, e transformador de serviço;
- Equipamentos de Proteção: relés (primário, retaguarda e auxiliares), fuspiveis, pára-raios e malha de terra.

2.1.1.3 Equipamentos utilizados na rede de distribuição

Com o objetivo de analisar as redes de distribuição de energia elétrica, serão destacados apenas os principais equipamentos utilizados da saída da subestação até o consumidor final.

2.1.1.3.1 Reguladores de tensão

Um dos grandes problemas enfrentados pelas concessionárias de distribuição é atender aos consumidores com um nível de tensão adequado estabelecido pelo PRODIST.

Para solucionar esse problema é bastante comum que por razões econômicas, ver-

sáteis e simples as concessionárias se utilizem da instalação de reguladores de tensão ao longo dos alimentadores da rede de distribuição ou setor de média tensão Média Tensão (MT) das subestações (OLIVEIRA, 2016). Esse equipamento é definido como um autotransformadores com um ajuste automático de TAPs que através de um circuito de controle permite elevar ou reduzir a tensão no seu secundário (GARCIA, 2012). A Figura 1 apresenta um banco regulador de tensão.

Figura 1 – Banco regulador de Tensão



Fonte: (COOPERMILA, 2021)

2.1.1.3.2 Religadores

Os religadores são equipamentos compostos de unidade de controle que possuem a inteligência necessária para detectar alterações de corrente advindas de possíveis falhas na rede e realizar o isolamento dos trechos afetados (FILHO, 2013). Normalmente instalados na saída dos alimentadores, os religadores ao detectarem um problema na rede desligam automaticamente o fornecimento de energia (JUNIOR, 2021). Diante disso, começam se os testes para identificar se

o o problema é permanente ou momentâneo. O equipamento realiza tentativas de reestabelecer o fornecimento, durante essas tentativas se não for detectada nenhuma alteração de corrente é considerada que houve apenas uma falha momentânea na rede e o fornecimento volta a ser restabelecido, contudo se durante a última tentativa for detectada alguma alteração na corrente o equipamento desliga o fornecimento e considera o defeito como permanente (EATON, 2022).

Muito utilizados pelas concessionárias em todo o Brasil, pois economizam tempo e o deslocamento desnecessário de uma equipe de manutenção, os religadores desempenham um papel extremamente importante no sistema de distribuição e são grandes responsáveis por garantir a máxima continuidade do fornecimento de energia.

A Figura 2 apresenta um religador automático instalado na rede de distribuição.

Figura 2 – Religador Automático



Fonte: (ELETRICISTA, 2021)

2.1.1.3.3 Seccionadores Automáticos

O seccionador automático é um equipamento utilizado para realizar uma interrupção automática de circuitos que compõem a rede (FILHO, 2013). Normalmente utilizado em conjunto com um religador o seccionador automático ao detectar alterações de corrente e a constatação de um defeito permanente pelo religador, isola uma determinada parte do circuito principal evitando assim que uma quantidade maior de clientes fiquem sem fornecimento de energia. A Figura 3 apresenta um seccionado automático.

Figura 3 – Seccionalizador Automático



Fonte: (ARTECH, 2021)

2.1.1.3.4 Banco de Capacitor

Equipamentos formados pela associação de capacitores em série ou em paralelo. No sistema de distribuição são utilizados para diminuir as perdas de energia e elevar o nível de tensão da rede (SOUZA, 2017). Ao serem utilizados no sistema de distribuição fornecem a corrente reativa capacitiva à carga e com isso o alimentador fica livre para ter a sua capacidade ampliada (FILHO, 2013). A Figura 4 apresenta um banco capacitor.

2.1.1.4 Tipos de Rede de Distribuição

Formadas por alimentadores, que são ramais de MT constituídos por cabos que interligam as subestações com as UCs, as redes de distribuição podem ser classificadas quanto aos níveis de tensão e quanto ao isolamento dos condutores do circuito. Deste modo, quanto as tensões de distribuição a Figura 5 mostra os níveis de tensão utilizados no Brasil.

Quanto ao critério de isolamento dos condutores as redes de distribuição pode ser classificadas conforme descritas a seguir.

Figura 4 – Banco Capacitor



Fonte: (ENERGICAP, 2022)

Figura 5 – Níveis de Tensão de Distribuição

Tensão (kV)		Campo de Aplicação
Padronizada	Não Padronizadas	
0,220/0,127	0,208/0,120	Distribuição secundária (BT)
0,380/0,220	0,230/0,115	
0,254/0,127	0,240/0,120	
0,440/0,220:		
13,8	11,9	Distribuição primária (MT)
34,5	22,5	
34,5	88,0	Subtransmissão (AT)
69,0		
138,0		

Fonte: (HERMES, 2011)

2.1.1.4.1 Rede Convencional

Disposição mais comum no Brasil, a rede de distribuição convencional é o tipo de rede elétrica formada por condutores sem isolamento e por isso é mais susceptível a falhas (ROMAGNOLE, 2020).

Esse tipo de rede apesar de mais barata possui um nível baixo de confiabilidade, visto que por ser composta de cabos nus estão mais expostas a interferências externas. Deste modo, investimentos em manutenções e consertos devem ser reforçados tendo em vista os possíveis

transtornos que podem ser causados e o impacto na continuidade do fornecimento de energia. A Figura 6 representa uma rede de distribuição Convencional.

Figura 6 – Rede de Distribuição Convencional



Fonte: Autor.

2.1.1.4.2 Rede com Cabos Pré-Reunidos ou Multiplex

A rede com cabos pré-reunidos ou multiplex utilizadas em locais com arborização intensa, onde a poda de árvore é proibida, as ruas são estreitas e deve se preservar a ecologia é composta por cabos isolados, blindados e aterrados, sustentados por um cabo guia de aço e são muito indicadas para melhorar locais onde a vegetação afeta diretamente os indicadores coletivos (ROMAGNOLE, 2020). A Figura 7 apresenta uma rede de distribuição com cabo Multiplex ou Pré-Reunido.

2.1.1.4.3 Rede Compacta

Utilizadas pelas distribuidoras com o objetivo de melhorar o fornecimento da energia e a confiabilidade do sistema, a rede de distribuição compacta é um conjunto formado por cabos semi- isolados, espaçados com isoladores de PVC sustentados por um cabo guia de aço tensionado por suportes metálicos fixados nos postes (ADEEL, 2020).

Normalmente mais utilizadas em locais com grande histórico de falhas e forte

Figura 7 – Rede de Distribuição com cabo Multiplex ou Pré-Reunido



Fonte: (MULTIPOLAR02, 2021)

presença de vegetação, esse tipo de rede é muito indicado quando se necessita melhorar os indicadores de qualidade e diminuir drasticamente a necessidade da realização de podas de árvores (ADEEL, 2020). A Figura 8 apresenta uma rede de distribuição compacta.

Figura 8 – Rede de Distribuição Compacta



Fonte: (BRANDT, 2021)

2.1.1.4.4 Rede Subterrânea

A rede subterrânea, quando comparada com os tipos citados anteriormente, é a que apresenta maior confiabilidade de fornecimento. Formada por cabos isolados, blindados e

aterrados, são instaladas em eletrodutos, calhas ou diretamente no solo em regiões mais densas ou com alguma restrição de instalação, pois apresentam um alto custo (MATTEDE, 2020).

3 QUALIDADE DE FORNECIMENTO DOS SERVIÇOS

Com o grande avanço tecnológico e uma maior demanda exigida da rede a qualidade dos serviços apresentados pelas distribuidoras é um assunto que vem impactando diretamente no dia a dia dos consumidores. Diante disso, para minimizar o pagamento de altos valores de compensação aos consumidores motivados pelas sanções dos órgãos reguladores e a insatisfação dos clientes as distribuidoras estão buscando se adequar aos níveis aceitáveis de interrupção na rede, oferecer um serviço de qualidade e um rápido atendimento.

Nesta sessão será apresentado conceitos relacionados a qualidade de energia elétrica (QEE) que serão muito importantes para o entedimento deste trabalho.

3.1 Unidade Consumidora

De acordo com a ANEEL (2018a) uma unidade consumidora é um "Conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores e acessórios, incluída a subestação, quando do fornecimento em tensão primária, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de conexão, com medição individualizada, correspondente a um único consumidor e localizado em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas."

3.2 Conjunto de Unidades Consumidora

Segundo a ANEEL (2022) os conjuntos de unidades consumidoras nada mais são que o "Agrupamento de unidades consumidoras, aprovado pela ANEEL e pertencente a uma mesma área de concessão ou permissão."

Conforme o módulo 8 do PRODIST algumas regras devem ser respeitadas quanto a criação de um conjunto (ANEEL, 2018b). São elas:

- a) O conjunto de unidades consumidoras é definido por Subestação de Distribuição (SED);
- b) SED com número de unidades consumidoras igual ou inferior a 1000 (mil) consumidores devem ser agregadas a outros conjuntos;
- c) Não devem ser agrupadas duas ou mais SEDs com número de unidades consumidoras acima 10000 (dez mil) consumidores;
- d) Só podem ser agrupadas SEDs que sejam adjacentes;
- e) Poderão ser divididas em diferentes conjuntos, conforme aprovação da ANEEL,

SEDs com redes subterrâneas e SEDs com redes aéreas, desde que os conjuntos apresentem mais que 1000 (mil) unidades consumidoras;

f) Para as redes em média tensão que não possuam subestação com primário em alta tensão, o conjunto deve englobar as redes de média tensão da propriedade da distribuidora até o ponto de conexão com o agente supridor;

g) Todos os consumidores e centrais geradoras atendidos em baixa e média tensão devem pertencer ao mesmo conjunto em que a sua SED está designada.

3.3 Indicadores de Continuidade

Com o objetivo de mensurar a continuidade do fornecimento de energia elétrica e a qualidade dos serviços prestados pelas distribuidoras de energia, a ANEEL criou os indicadores de continuidade que permitem analisar o desempenho de um sistema elétrico, bem como o desempenho dos serviços prestador pelas concessionárias (BERNARDO, 2013).

Normalmente estes indicadores de continuidade são divididos em duas categorias: indicadores individuais e indicadores coletivos.

3.3.1 Indicadores Individuais de Continuidade

Os indicadores individuais são utilizados para se analisar de forma individual a frequência e o tempo em que cada consumidor ficou sem energia.

3.3.1.1 DIC

Definido como a Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (DIC). O DIC pode ser calculado através da Equação 2.1 (ANEEL, 2018b).

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i) \quad (3.1)$$

em que:

DIC = duração de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expressa em horas e centésimos de hora;

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.

3.3.1.2 FIC

Definido como a Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (FIC). O FIC pode ser calculado através da Equação 2.2 (ANEEL, 2018b).

$$FIC = n \quad (3.2)$$

em que:

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

3.3.2 Indicadores Coletivos de Continuidade

Os indicadores coletivos são utilizados para se analisar de forma agrupada a frequência e o tempo em que um conjunto de consumidores ficou sem energia.

3.3.2.1 DEC

Definido como Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC). O DEC pode ser calculado através da Equação 2.3 (ANEEL, 2018b).

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{C_c} DIC(i)}{C_c} \quad (3.3)$$

em que:

DEC = duração equivalente de interrupção por unidade consumidora, expressa em horas e centésimos de hora;

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

C_c = número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto no período de apuração, atendidas em Baixa Tensão (BT) ou MT;

DIC(i) = Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora, excluindo-se as centrais geradoras.

3.3.2.2 *FEC*

Definido como Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC). O DEC pode ser calculado através da Equação 2.4 (ANEEL, 2018b).

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{C_c} FIC(i)}{C_c} \quad (3.4)$$

em que:

FEC = frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora, expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções;

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

C_c = 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.

3.3.3 *Definição dos Valores Limites dos Indicadores Coletivos dos Conjuntos*

Os valores limites dos indicadores de cada conjunto são definidos ao ser realizado o processo de concessão. A cada revisão tarifária, normalmente a cada 4 anos, são abertas audiências públicas para discussão e definição, entre as distribuidoras e a ANEEL, a cerca dos limites de continuidade de energia elétrica (BERNARDO, 2013).

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta uma breve caracterização da área de concessão da Enel Distribuição CE, os dados referentes aos indicadores de continuidade obtidos, o *ranking* dos piores conjuntos por indicadores, análise das causas e medidas adotadas e seu impacto nos mesmos e quais as medidas adotadas pela concessionária para reduzir os problemas causados pela vegetação na rede.

4.1 ANÁLISE DOS INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE DE SERVIÇO DO ANO DE 2020

Conforme definido no módulo 8 do PRODIST (ANEEL, 2021b), a ANEEL avalia a continuidade do fornecimento através de indicadores que são calculados a partir de dados coletados pelas distribuidoras e enviados periodicamente (mês, trimestre ou ano). A agência reguladora verifica os dados enviados, analisa os conjuntos de unidades consumidoras, as subdivisões feitas na área de concessão, e o serviço prestado pela ENEL DISTRIBUIÇÃO CE à população durante o período verificado.

Dito isto, os dados com as informações dos indicadores coletivos (DEC e FEC) e os valores limites do ano de 2020 dos conjuntos da região metropolitana no Ceará foram obtidos diretamente do site da ANEEL, acessando a região desejada e selecionando a distribuidora, conforme Figura 9.

4.2 ENEL CE

Privatizada em 2 de abril de 1998. Atualmente, a Enel Distribuição Ceará fornece energia elétrica nos 184 municípios do Estado do Ceará, em uma área de 149 mil quilômetros quadrados. A companhia conta com uma base comercial de aproximadamente 4 milhões de unidades consumidoras, envolvendo uma população de cerca de 9 milhões de habitantes (ENEL, 2021).

Sociedade anônima de capital aberto, a companhia é controlada pela Enel Brasil, que detém, diretamente, 74,05% do capital total e 97,91% do capital votante. O restante das ações, negociadas na bolsa de valores, pertencem a pessoas físicas, investidores institucionais nacionais e estrangeiros, fundos de pensão, clubes e fundos de investimentos, bem como outras pessoas jurídicas (ENEL, 2021).

Figura 9 – Consulta dos Indicadores Coletivos de Continuidade das Distribuidoras

Indicadores de Continuidade

Obs.: Em Gráficos, selecione o ano de início dos gráficos (Para uma melhor visualização, limitamos os gráficos em até 10 anos)

Dados ▾

Concessionárias ▾

ENEL CE ▾

Anual ▾

2020 ▾

Obter dados



Fonte: (ANEEL, 2020)

A Figura 10 representa todas as 14 regionais de planejamento do estado do Ceará que estão incluídas na área de concessão da ENEL DISTRIBUIÇÃO CE.

4.2.1 Determinação dos Conjuntos que obtiveram os piores DEC da região metropolitana do Ceará

Após serem coletados os dados do site da ANEEL foi feita uma análise dos mesmos, separados todos os conjuntos que pertencem a região metropolitana de Fortaleza do estado do Ceará e feito um *ranking* dos conjuntos com os piores indicadores de DEC. A Tabela 1 apresenta o *ranking* dos conjuntos com os piores DEC de 2020.

Como se pode observar na Tabela 1, a região metropolitana do Ceará apresenta no ano de 2020 a quantidade de 17 conjuntos que juntos atendem a um total de 513.278 UCs. Além disso, a maioria dos conjuntos estão com os valores de DEC maiores ou praticamente no limite dos valores estipulados pela ANEEL. Devido à grande quantidade de conjuntos o presente trabalho se limitará a realização de uma análise mais detalhada apenas dos 5 piores casos apresentados na Tabela 1.

Figura 10 – Área de Concessão da ENEL DISTRIBUIÇÃO CE



Fonte: (SEPLAG, 2022)

4.2.2 Principais Causas que tiveram maiores Impactos no DEC dos Conjuntos

Com base em um relatório interno da ENEL DISTRIBUIÇÃO CE foi possível analisar durante o ano de 2020 quais as principais causas das falhas que ocorreram na rede e quais delas tiveram os maiores impactos no DEC dos conjuntos.

4.2.2.1 Conjunto de Guaramiranga

O conjunto de unidades consumidoras de Guaramiranga atende aos consumidores dos municípios de Aratuba, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Palmácia. A Figura 11 mostra a rede de distribuição primária do conjunto de Guaramiranga.

Como se pode observar na Figura 11, o conjunto de Guaramiranga possui 3 alimentadores representados na figura por cores diferentes e abrange uma área de 469,04 Km² (ANEEL,

Tabela 1 – Região Metropolitana do Ceará - Ranking dos Piores Conjuntos no DEC

Posição	Conjunto	Nº de UC	DEC apurado [h]	DEC limite [h]	%DEC
1º	GUARAMIRANGA	18.672	34,35	13	264,23%
2º	AQUIRAZ	33.628	19,36	10	193,60%
3º	BEBERIBE	23.225	23,81	14	170,07%
4º	EUSÉBIO	16.641	16,87	10	168,70%
5º	COLUNA	14.702	17,75	11	161,36%
6º	CASCADEL	41.723	20,33	13	156,38%
7º	ACARAPE	30.035	16,67	11	151,55%
8º	BATURITÉ	46.521	16,29	11	148,09%
9º	GUAIUBA	8.174	16,03	11	145,73%
10º	CAUCAIA	67.177	15,85	11	144,09%
11º	MARANGUAPE	52.640	15,83	11	143,91%
12º	JABUTI	33.013	17,23	12	143,58%
13º	PECÉM	11.036	18,29	13	140,69%
14º	UMARITUBA	11.610	13,61	11	123,73%
15º	PACAJUS	42.417	13,78	12	114,83%
16º	DISTRITO INDUSTRIAL II	46.703	10,4	11	94,55%
17º	HORIZONTE	15.361	10,11	11	91,91%

Fonte: Autor.

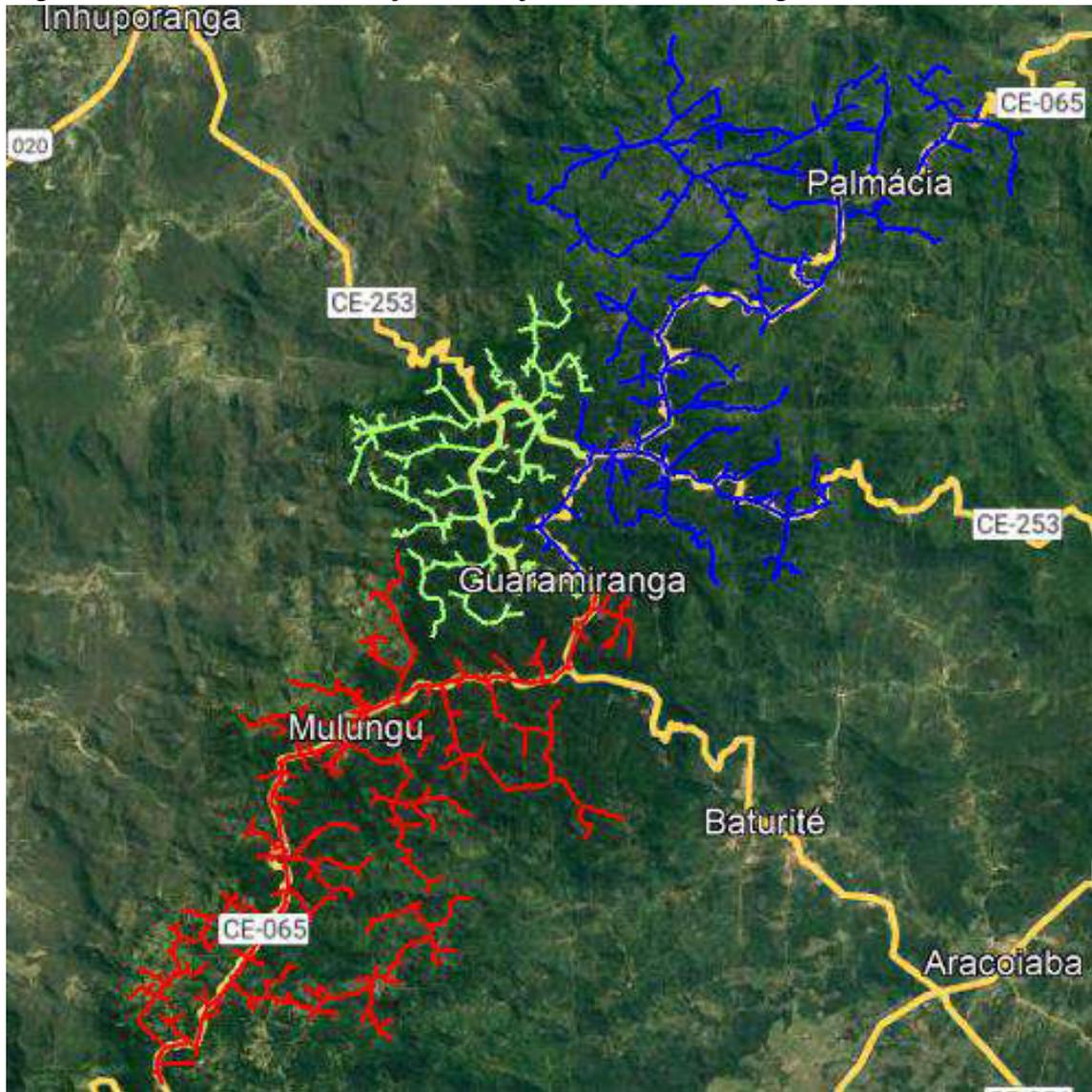
2016). O conjunto está localizado em uma das regiões serranas do estado, caracterizada por áreas de difícil acesso e com forte presença de vegetação. Além disso, tem como característica alimentadores longos e bastante ramificados.

4.2.2.1.1 Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede

De posse do relatório pôde-se elaborar um gráfico no Excel com as 19 causas de falhas que ocorreram no conjunto de Guaramiranga durante o período de 2020. A Figura 12 mostra a quantidade de vezes em que uma determinada causa ocorreu no conjunto no decorrer do ano de 2020.

Como se pode observar na Figura 12, vegetação (568) foi o maior motivo de falhas ocorridas no conjunto seguido por descargas atmosféricas (396), defeito em ramal de ligação (372), defeito em conexão (345) e defeito no condutor (195). O que basicamente pode ser explicado pelo fato do conjunto está localizado em uma área serrana e com muita vegetação.

Figura 11 – Rede de distribuição do conjunto de Guaramiranga



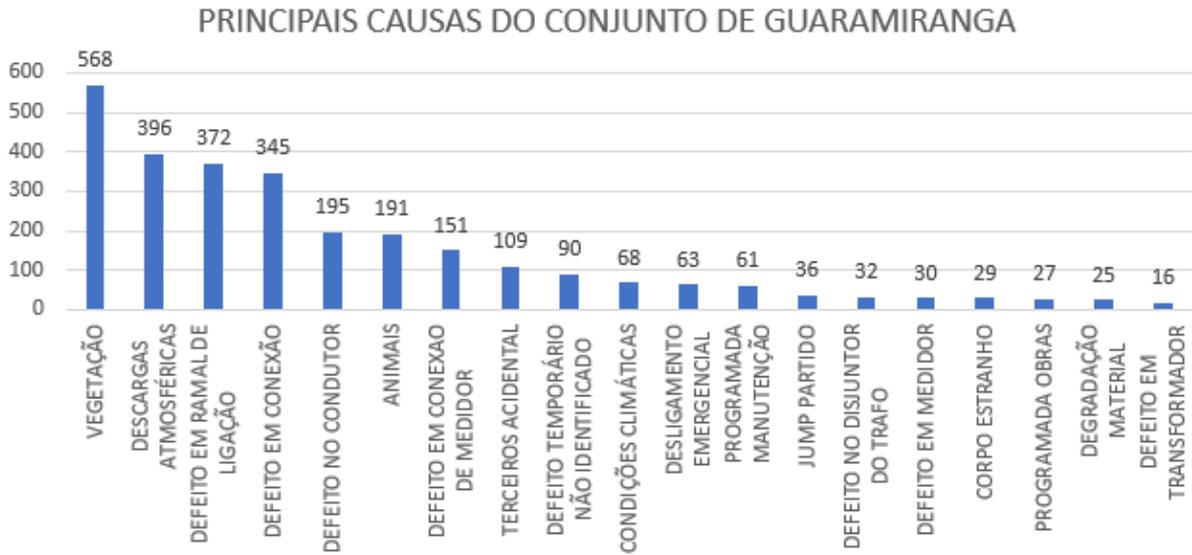
Fonte: Adaptado de ENEL,2021.

4.2.2.1.2 Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do conjunto

Para o Conjunto de Guramiranga foi gerada a Figura 13 com os 19 causas de falhas que mais impactaram negativamente no DEC.

Analisando os resultados apresentados na Figura 13, tem-se que vegetação foi a causa que mais impactou no DEC do conjunto, seguido por descargas atmosféricas, defeito no condutor, defeito temporário não identificado e jump partido. Essas causas podem ser explicadas se for feita uma análise da região onde o conjunto se encontra. Por ser um conjunto com alimentadores extensos, ramificados e por atender a uma região predominantemente serrana, caracterizada por grande quantidade de vegetação, tem-se uma maior dificuldade na locomoção das equipes responsáveis por resolver o problema o que afeta diretamente a rapidez e o tempo em

Figura 12 – Principais Causas do Conjunto de Guaramiranga



Fonte: Autor.

Figura 13 – Causas que mais impactaram no DEC do Conjunto de Guaramiranga



Fonte: Autor.

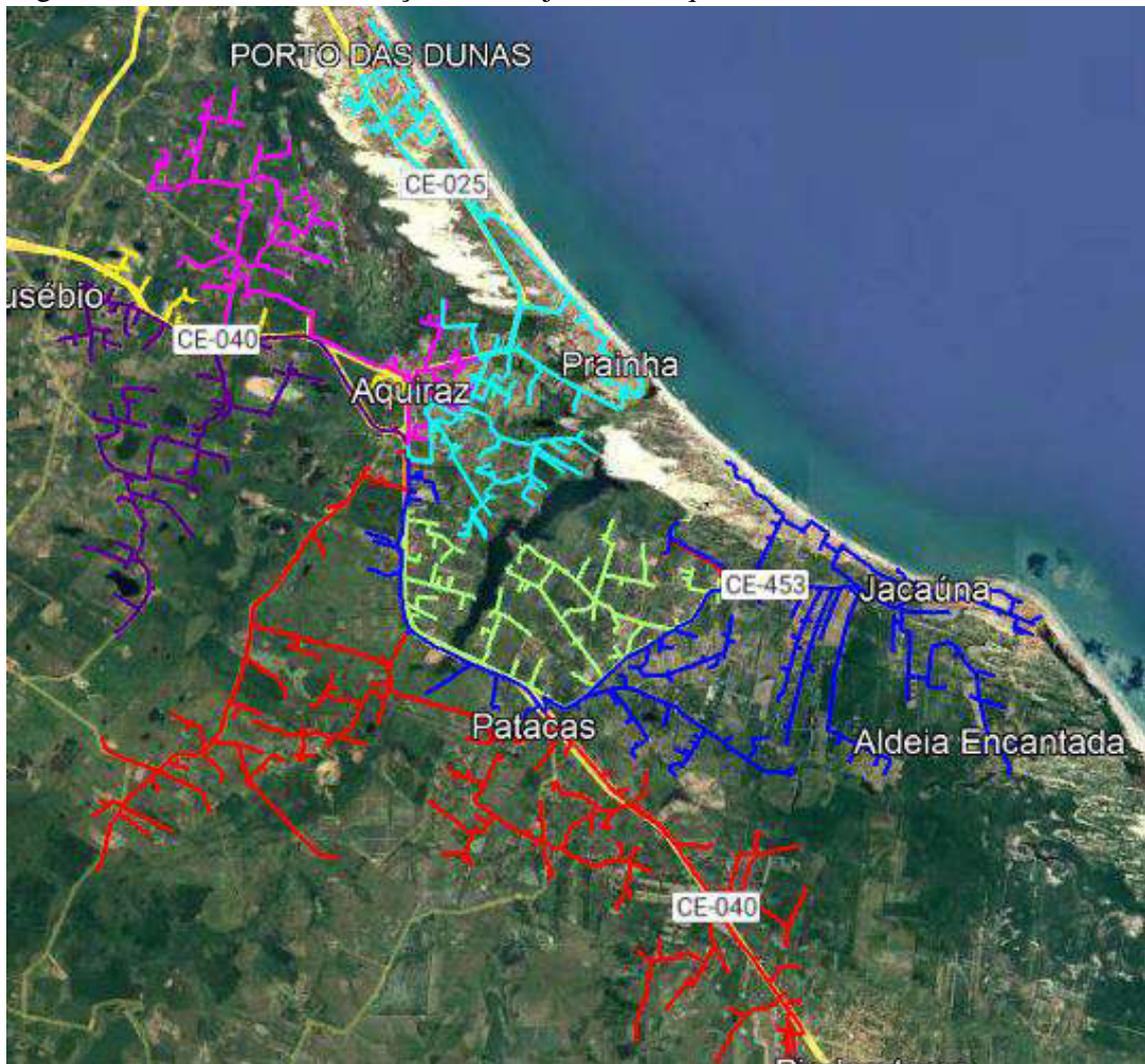
que os clientes são atendidos e conseqüentemente gera um maior impacto no DEC do conjunto. Devido aos motivos citados o Conjunto de Guaramiranga se apresenta como o pior em relação ao DEC da região metropolitana do estado do Ceará.

4.2.2.2 Conjunto de Aquiraz

O conjunto de unidades consumidoras de Aquiraz atende aos consumidores do município de Aquiraz, Eusébio e Pindoretama. A Figura 14 mostra a rede de distribuição

primária do conjunto de Aquiraz.

Figura 14 – Rede de Distribuição do Conjunto de Aquiraz



Fonte: Adaptado de ENEL,2021.

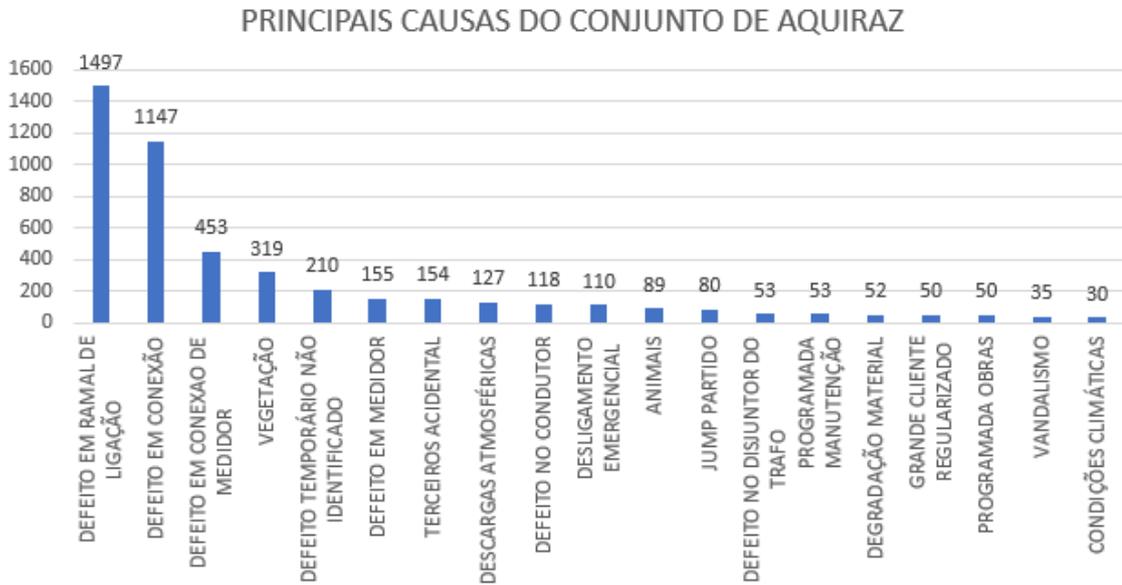
Como se pode observar na Figura 14, o conjunto de Aquiraz possui 9 alimentadores representados na figura por cores diferentes e abrange uma área de 239,49 Km² (ANEEL, 2016). O conjunto está localizado na região litorânea do estado, caracterizada por muitas praias, rios e uma vegetação costeiradas. Além disso, apresenta alimentadores bastante ramificados e alguns deles bem longos.

4.2.2.2.1 Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede

De posse do relatório pôde-se elaborar um gráfico no Excel com as 19 causas de falhas que ocorreram no conjunto de Aquiraz durante o período de 2020. A Figura 15 mostra a quantidade de vezes em que uma determinado causa ocorreu no conjunto no decorrer do ano de

2020.

Figura 15 – Principais Causas do Conjunto de Aquiraz



Fonte: Autor.

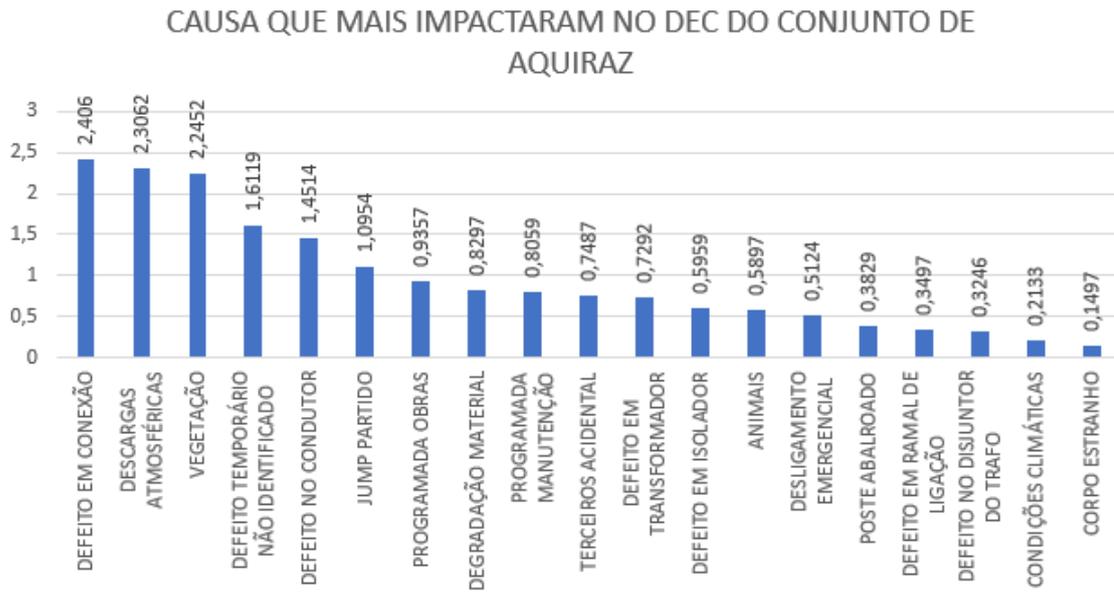
Como se pode observar na Figura 15, defeito em ramal de ligação (1497) foi a causa que mais impactou no DEC do conjunto seguido por defeito em conexão (1147), defeito em conexão de medidor (453), vegetação (319) e defeito temporário não identificado (210). O que demonstra que os clientes dessa região sofreram bastante com as conexões Cliente X Rede.

4.2.2.2.2 Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto

Para o Conjunto de Aquiraz foi gerada a Figura 16 com as 19 causas de falhas que mais impactaram negativamente no DEC do conjunto.

Analisando os resultados apresentados na Figura 16, tem-se que defeito em conexão foi a maior causa de falhas na rede, seguido por descargas atmosféricas, vegetação, defeito temporário não identificado e defeito no condutor. Apesar de defeito em ramal de ligação ter sido a maior causa de problemas na rede, ele não foi o defeito que apresentou um maior impacto negativo no DEC do conjunto. Ao comparar o defeito em conexão e o defeito em ramal de ligação tem-se que o defeito em conexão pode afetar um ou mais clientes e o defeito em ramal de ligação normalmente afeta apenas um cliente. Como o DEC é calculado com base na quantidade de clientes afetados e no tempo que durou essa afetação o defeito em conexão teve um maior impacto no indicador do conjunto.

Figura 16 – Causas que mais impactaram no DEC do Conjunto de Aquiraz



Fonte: Autor.

4.2.2.3 Conjunto de Beberibe

O conjunto de unidades consumidoras de Beberibe atende aos consumidores dos municípios de Aquiraz, Cascavel e Beberibe. A Figura 17 mostra a rede de distribuição primária do conjunto de Beberibe.

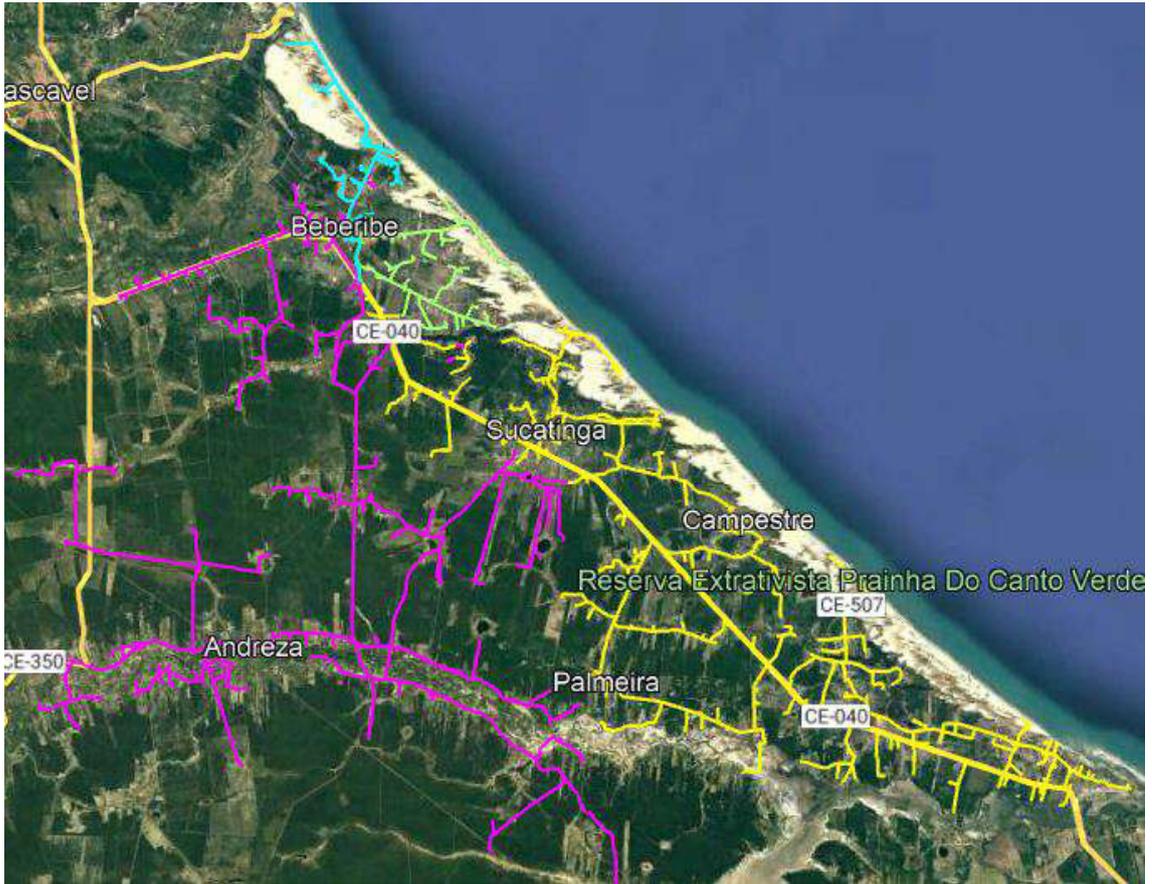
Como se pode observar o conjunto de Beberibe possui 4 alimentadores representados na figura por cores diferentes e abrange uma área de 833,90 Km² (ANEEL, 2016). O conjunto está localizado na região litorânea do estado, caracterizada por muitas praias, rios, dunas e uma vegetação espinhosa, arbustiva e densa. Além disso, apresenta alimentadores bastante ramificados e alguns deles bem longos.

4.2.2.3.1 Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede

De posse do relatório pôde-se elaborar um gráfico no Excel com as 19 causas de falhas que ocorreram no conjunto de Beberibe durante o período de 2020. A Figura 16 mostra a quantidade de vezes em que uma determinado causa ocorreu no conjunto no decorrer do ano de 2020.

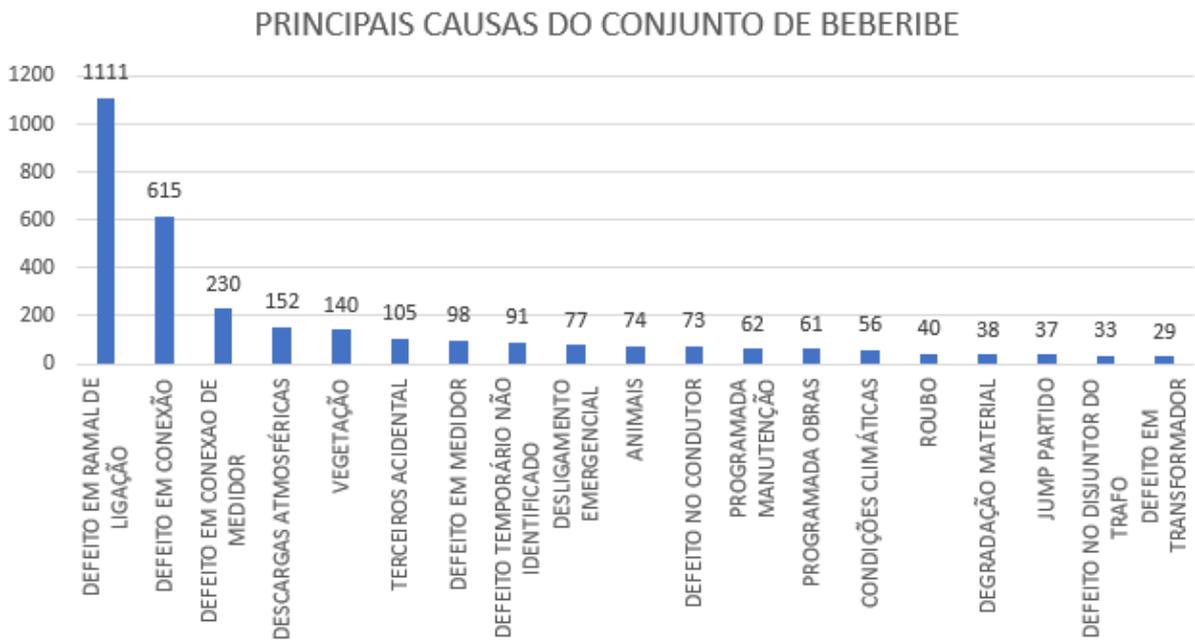
Como se pode observar na Figura 18, defeito em ramal de ligação (1111) foi o maior motivo de falhas ocorridas no conjunto seguido por defeitos em conexão (615), defeito em conexão de medidor (230), descargas atmosféricas (152) e vegetação (319). O que demonstra

Figura 17 – Rede de Distribuição do Conjunto de Beberibe



Fonte: Adaptado de ENEL,2021.

Figura 18 – Principais Causas do Conjunto de Beberibe



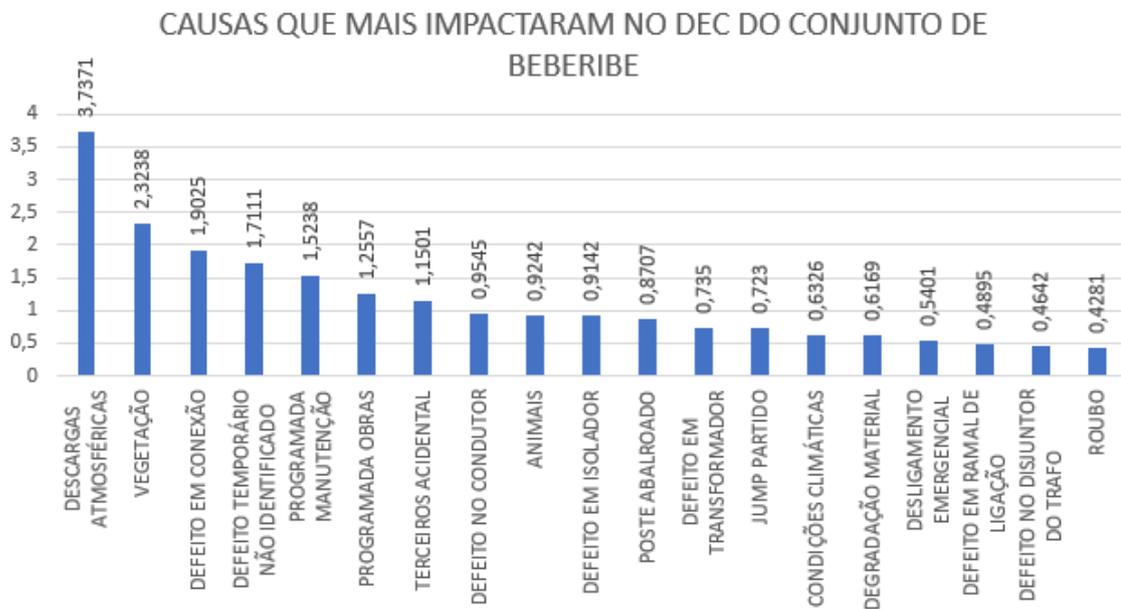
Fonte: Autor.

que os clientes dessa região sofreram bastante com as conexões Cliente X Rede.

4.2.2.3.2 Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto

Para o Conjunto de Beberibe foi gerada a Figura 19 com as 19 causas de falhas que mais impactaram negativamente no DEC do conjunto.

Figura 19 – Causas que mais Impactaram no DEC do Conjunto de Beberibe



Fonte: Autor.

Analisando os resultados apresentados na Figura 19, tem-se que descargas atmosféricas foi a causa que mais impactou no DEC do conjunto, seguido por vegetação, defeito em conexão, defeito temporário não identificado e manutenção programada. Apesar de defeito em ramal de ligação ter sido a maior causa de problemas na rede, ele não foi o defeito que apresentou um maior impacto negativo no DEC do conjunto. No decorrer do ano a região do Beberibe registrou uma grande quantidade de descargas atmosféricas que podem causar diversos problemas como pequenas oscilações, quedas de postes e perdas de subestações. Esses problemas afetaram um ou uma grande quantidade de clientes e tiveram um grande impacto no DEC do conjunto.

4.2.2.4 Conjunto de Eusébio

O conjunto de unidades consumidoras de Eusébio atende aos consumidores dos municípios de Eusébio, Aquiraz, Cascavel e Beberibe. A Figura 20 mostra a rede de distribuição

primária do conjunto de Eusébio.

Figura 20 – Rede de Distribuição do Conjunto de Eusébio



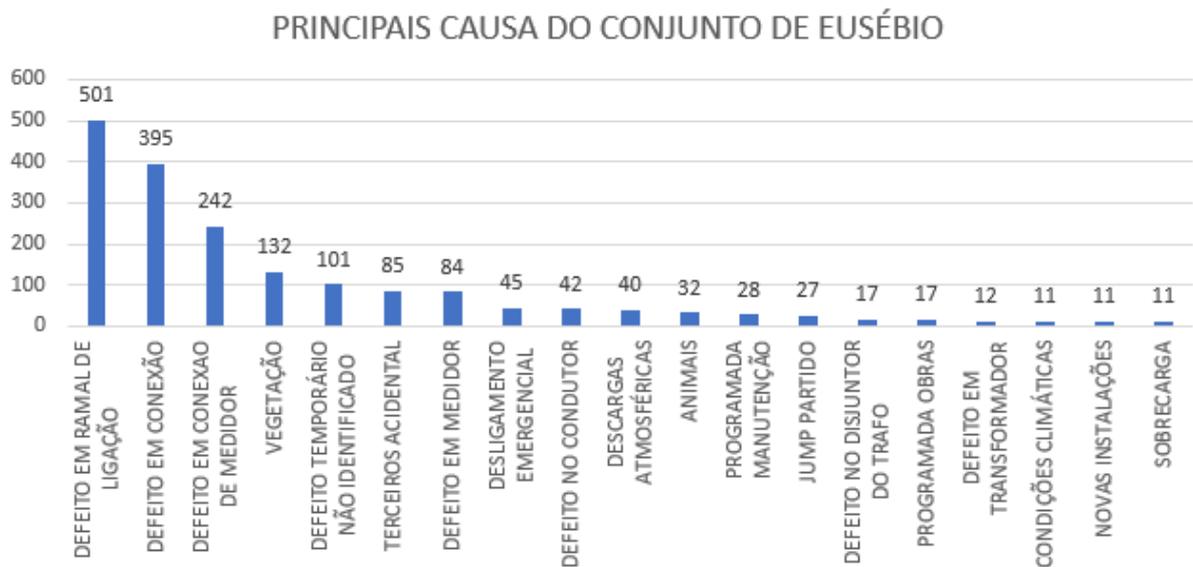
Fonte: Adaptado de ENEL,2021.

Como se pode observar o conjunto de Eusébio possui 7 alimentadores representados na figura por cores diferentes e abrange uma área de 53,65 Km² (ANEEL, 2016). O conjunto está localizado próximo a região litorânea do estado, caracterizada por muitas rios, lagoas e uma vegetação típica de tabuleiro. Além disso, apresenta alimentadores bastante ramificados e alguns deles bem longos.

4.2.2.4.1 Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede

De posse do relatório pôde-se elaborar um gráfico no Excel com as 19 causas de falhas que ocorreram no conjunto de Eusébio durante o período de 2020. A Figura 21 mostra a quantidade de vezes em que uma determinada causa de falha ocorreu no conjunto no decorrer do ano de 2020.

Figura 21 – Principais Causas do Conjunto de Eusébio



Fonte: Autor.

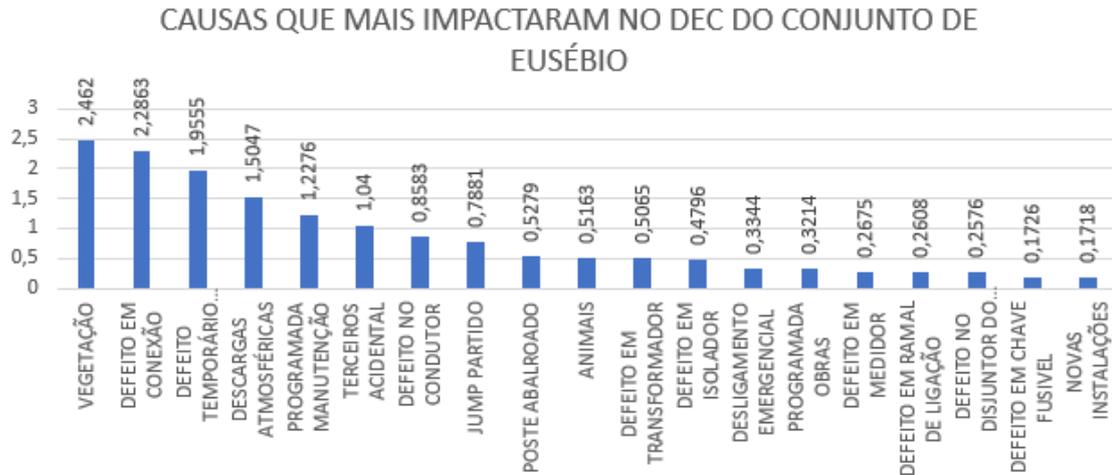
Como se pode observar na Figura 21, defeito em ramal de ligação (501) foi o maior motivo de falhas ocorridas no conjunto seguido por defeito em conexão (395), defeito em conexão de medidor (242), vegetação (132) e defeito temporário não identificado. O que demonstra que os clientes dessa região sofreram bastante com as conexões Cliente X Rede.

4.2.2.4.2 Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto

Para o Conjunto de Eusébio foi gerada a Figura 22 com as 19 causas de defeitos que mais impactaram negativamente no DEC do conjunto.

Analisando os resultados apresentados na Figura 22, tem-se que vegetação foi a causa que mais impactou no DEC do conjunto, seguido por defeito em conexão, defeito temporário não identificado, descargas atmosféricas e manutenção programada. Apesar de defeito em ramal de ligação ter sido a maior causa de problemas na rede, ele não foi o defeito que apresentou um maior impacto negativo no DEC do conjunto. Defeitos de vegetação sobre a rede normalmente

Figura 22 – Causas que mais Impactaram no DEC do Conjunto de Eusébio



Fonte: Autor.

são caracterizados por árvores tombadas, galhos que provocaram curtos-circuitos na rede podendo ocasionar a perda de alimentadores e deixar muito clientes sem energia. Além disso, podem demandar bastante tempo para que sejam solucionados.

4.2.2.5 Conjunto de Coluna

O conjunto de unidades consumidoras de Coluna atende aos consumidores do município de Cascavel e Horizonte. A Figura 23 mostra a rede de distribuição primária do conjunto de Coluna.

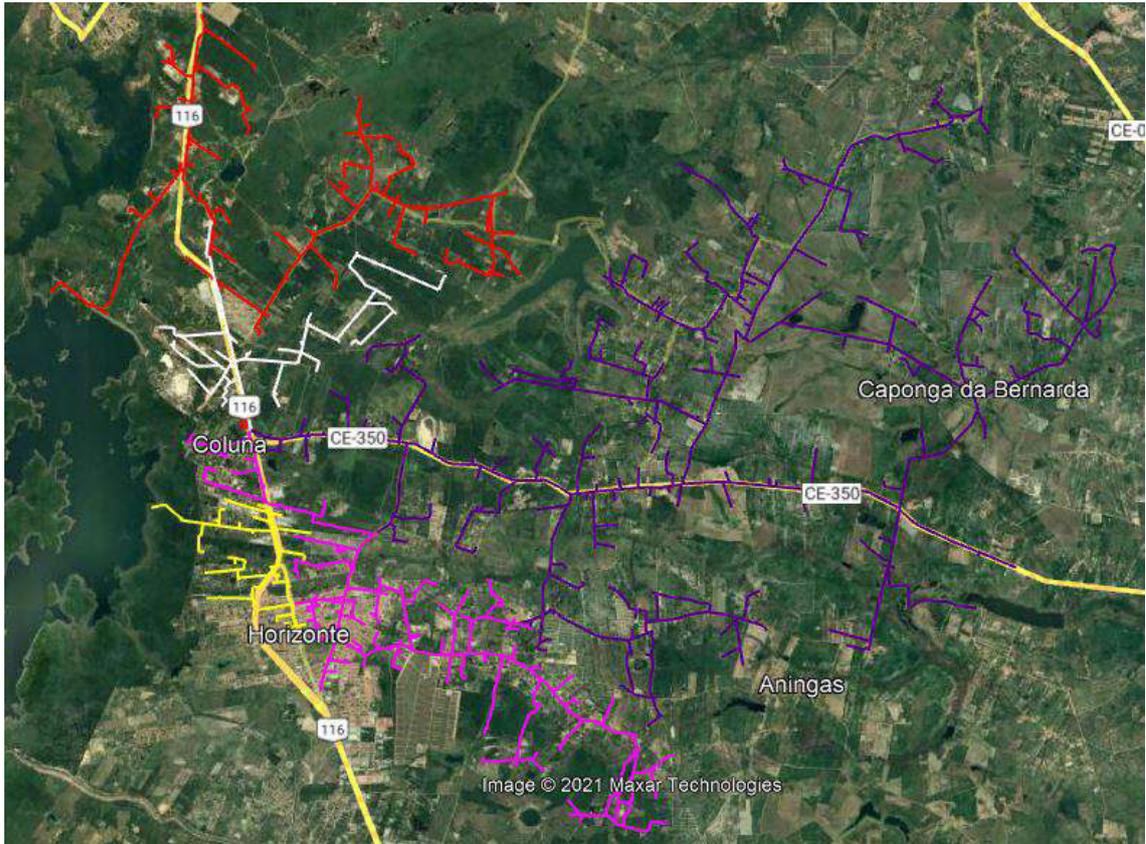
Como se pode observar na Figura 23 o conjunto de Coluna possui 5 alimentadores representados na figura por cores diferentes. O conjunto está localizado próximo a região litorânea do estado, caracterizada por muitos rios, açudes e uma vegetação de cerrado típica de tabuleiro. Além disso, apresenta alimentadores bastante ramificados e alguns deles bem longos.

4.2.2.5.1 Principais Causas das Falhas Ocorridas na Rede

De posse do relatório pôde-se elaborar um gráfico no Excel com as 19 causas de falhas que ocorreram no conjunto de Coluna durante o período de 2020. A Figura 24 mostra a quantidade de vezes em que uma determinada causa ocorreu no conjunto no decorrer do ano de 2020.

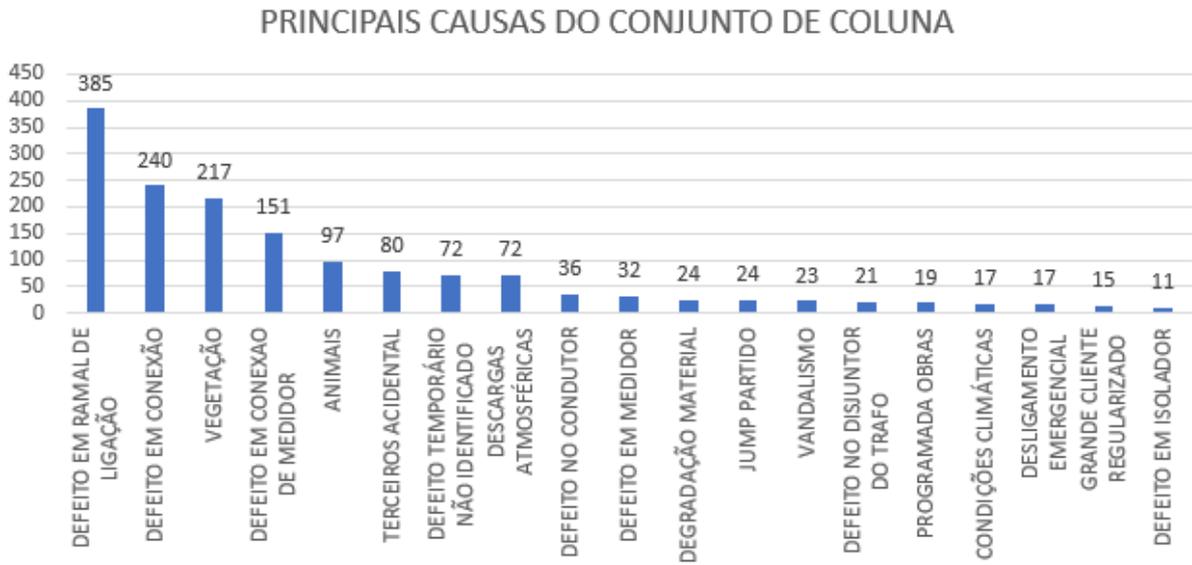
Como se pode observar na Figura 24, defeito em ramal de ligação (385) foi o maior motivo de falhas ocorridas no conjunto seguido por defeito em conexão (240), Vegetação (217), defeito em conexão de medidor (151) e Animais (97). O que demonstra que os clientes dessa

Figura 23 – Rede de Distribuição do Conjunto de Coluna



Fonte: Adaptado de ENEL,2021.

Figura 24 – Principais Causas do Conjunto de Coluna



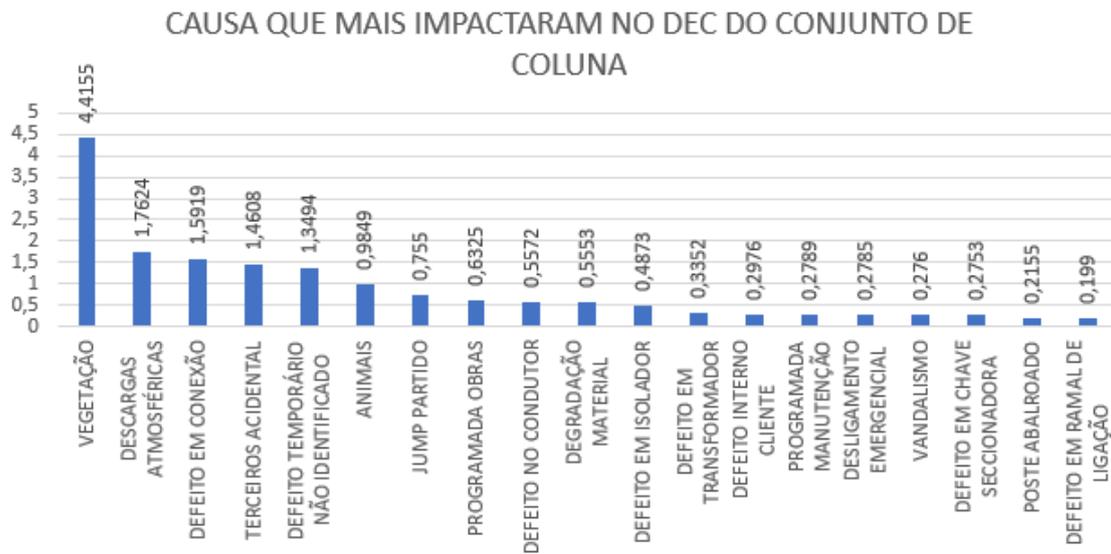
Fonte: Autor.

região sofreram bastante com as conexões Cliente X Rede.

4.2.2.5.2 Causas que tiveram os maiores Impactos no DEC do Conjunto

Para o Conjunto de Coluna foi gerada a Figura 25 com as 19 causas de falhas que mais impactaram negativamente no DEC do conjunto.

Figura 25 – Causas que mais Impactaram no DEC do Conjunto de Coluna



Fonte: Autor.

Analisando os resultados apresentados na Figura 25, tem-se que vegetação foi a causa que mais impactou no DEC do conjunto, seguido por defeito em conexão, defeito temporário não identificado, descargas atmosféricas e manutenção programada. Apesar de defeito em ramal de ligação ter sido a maior causa de problemas na rede, ele não foi o defeito que apresentou um maior impacto negativo no DEC do conjunto. Defeitos de vegetação sobre a rede normalmente são caracterizados por árvores tombadas, galhos que provocaram curtos-circuitos na rede podendo ocasionar a perda de alimentadores e deixar muito clientes sem energia. Além disso, podem demandar bastante tempo para que sejam solucionados.

4.2.3 Determinação dos Conjuntos que obtiveram os maiores FEC da região metropolitana do Ceará

Após serem coletados os dados do site da ANEEL foi feita uma análise dos mesmos, separados todos os conjuntos que pertencem a região metropolitana do estado do Ceará e feito um *ranking* dos conjuntos com os piores indicadores de FEC. A Tabela 2 apresenta o *ranking* dos conjuntos com os piores FEC de 2020.

Tabela 2 – Região Metropolitana do Ceará - Ranking dos Piores Conjuntos no FEC

Posição	Conjunto	Nº de UC	FEC apurado [h]	FEC limite [h]	%FEC
1º	GUARAMIRANGA	18.672	18,63	9	207,00%
2º	BEBERIBE	23.225	10,49	9	116,56%
3º	BATURITÉ	46.521	7,94	8	99,25%
4º	AQUIRAZ	33.628	7,78	8	97,25%
5º	ACARAPE	30.035	6,99	8	87,38%
6º	GUAIUBA	8.174	6,63	8	82,88%
7º	COLUNA	14.702	6,60	8	82,50%
8º	CASCAVEL	41.723	7,19	9	79,89%
9º	PACAJUS	42.417	5,92	8	74,00%
10º	MARANGUAPE	52.640	5,76	8	72,00%
11º	EUSÉBIO	16.641	5,42	8	67,75%
12º	JABUTI	33.013	5,23	8	65,38%
13º	CAUCAIA	67.177	5,6	9	62,22%
14º	UMARITUBA	11.610	4,95	8	61,88%
15º	HORIZONTE	15.361	4,78	8	59,75%
16º	PECÉM	11.036	4,86	9	54,00%
17º	DISTRITO INDUSTRIAL II	46.703	3,77	8	47,13%

Fonte: Autor.

Como se pode observar na Tabela 2, a região metropolitana do Ceará apresenta no ano de 2020 a quantidade de 17 conjuntos que juntos atendem a um total de 513.278 unidades consumidoras (UC). Além disso, a maioria dos conjuntos estão com os valores de FEC maiores ou praticamente no limite dos valores estipulados pela ANEEL. Devido à grande quantidade de conjuntos o presente trabalho se limitará a realização de uma análise mais detalhada apenas dos 5 piores casos apresentados na Tabela 2.

4.2.4 Principais Causas e Causas que tiveram maiores Impactos no FEC do Conjunto

Com base em um relatório interno da Enel CE foi possível analisar durante o ano de 2020 quais as causas de falhas que ocorreram na rede e quais deles tiveram os maiores impactos no FEC do conjunto.

4.2.4.1 Conjunto de Guaramiranga

A caracterização do conjunto de Guaramiranga e também as principais causas de defeito ocorridas na rede no decorrer do ano de 2020 já foram mencionadas anteriormente e com isso será apresentada apenas as causas de defeitos que mais impactaram no FEC do conjunto.

4.2.4.1.1 Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto

Para o Conjunto de Guramiranga foi gerada a Figura 26 com as 19 causas de falhas que mais impactaram negativamente no FEC do conjunto.

Figura 26 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Guaramiranga



Fonte: Autor.

Alisando os resultados apresentados na Figura 26, tem-se que vegetação foi a causa que mais impactou no FEC do conjunto, seguido por defeito temporário não identificado, defeito no condutor, terceiro acidental e descargas atmosféricas.

Ao analisarmos a região onde o conjunto se encontra, tem-se como principal característica por se tratar de uma região serrana uma grande quantidade de vegetação. Dito isso, problemas como vegetação causando curto na rede, árvores tombadas e vegetação quebrando cabos são frequentes nesse conjunto.

Devido aos motivos citados o Conjunto de Guaramiranga se apresenta como o pior conjunto em relação ao FEC da região metropolitana do estado do Ceará.

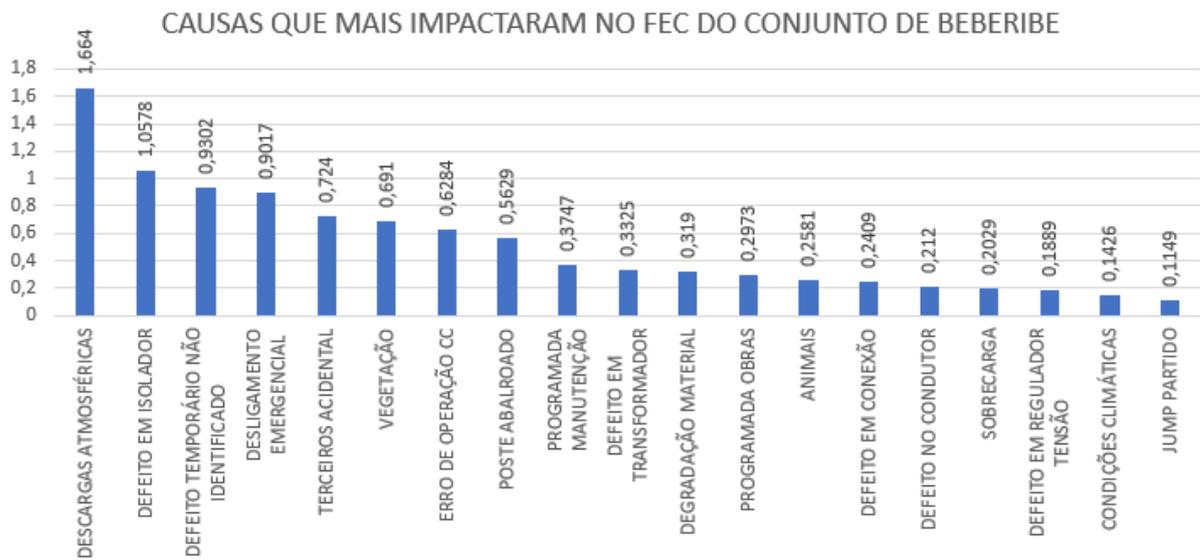
4.2.4.2 Conjunto de Beberibe

A caracterização do conjunto de Beberibe e também as principais causas de falhas ocorridas na rede no decorrer do ano de 2020 já foram mencionadas anteriormente e com isso será apresentada apenas as causas de falhas que mais impactaram no FEC do conjunto.

4.2.4.2.1 Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto

Para o Conjunto de Beberibe foi gerada a Figura 27 com as 19 causas de defeitos que mais impactaram negativamente no FEC do conjunto.

Figura 27 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Beberibe



Fonte: Autor.

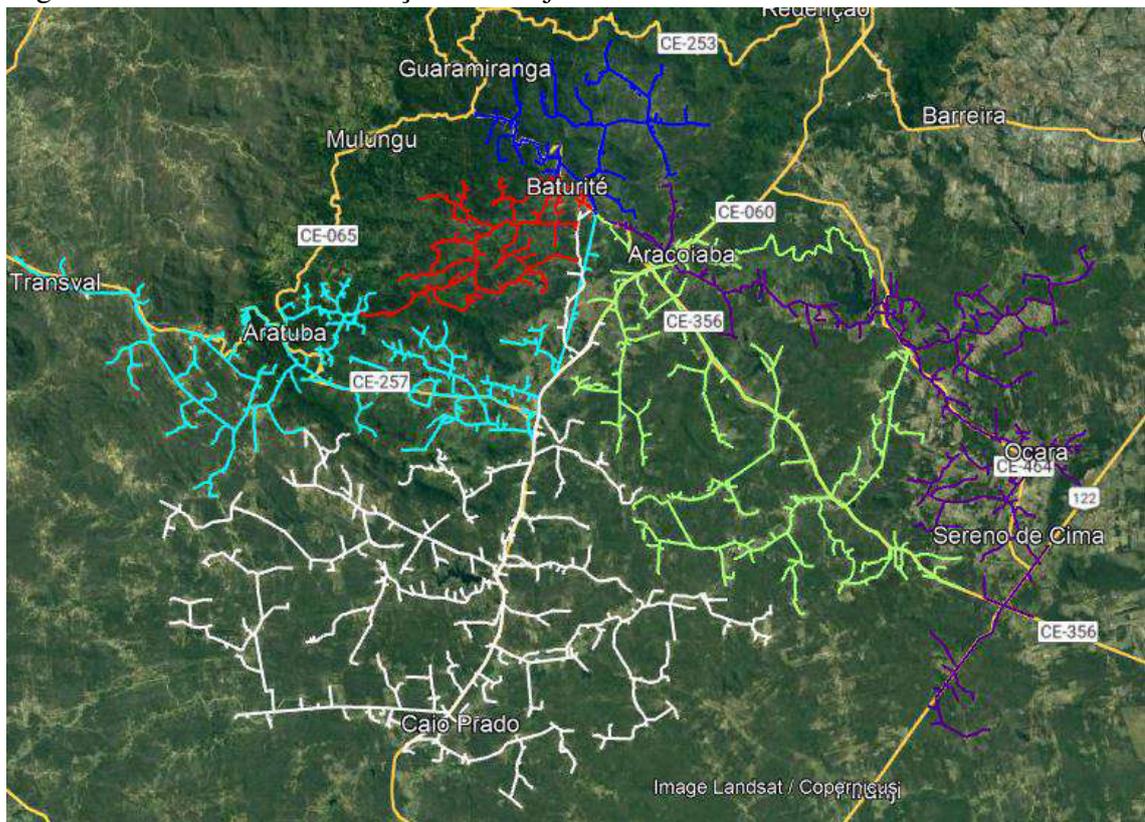
Alisando os resultados apresentados na Figura 27, tem-se que descargas atmosféricas foi a causa que mais impactou no FEC do conjunto, seguido por defeito em isolador, defeito temporário não identificado, desligamento emergencial e terceiros acidental. Apesar de defeito em ramal de ligação ter sido a maior causa de problemas na rede, ele não foi o defeito que apresentou um maior impacto negativo no FEC do conjunto. Como já mencionado anteriormente durante o ano de 2020 a região do Beberibe registrou uma grande quantidade de descargas atmosféricas. Problemas como pequenas oscilações, quedas de postes e perdas de subestações foram frequentes nesse conjunto e tiveram um grande impacto no FEC.

4.2.4.3 Conjunto de Baturité

O conjunto de unidades consumidoras de Baturité atende aos consumidores do município de Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiuna e Ocara. A Figura 28 mostra a rede de distribuição primária do conjunto de Baturité.

Como se pode observar o conjunto de Baturité possui 6 alimentadores representados na figura por cores diferentes e abrange uma área de 2110,99 Km² (ANEEL, 2016). O conjunto

Figura 28 – Rede de Distribuição do Conjunto de Baturité



Fonte: Adaptado de ENEL,2021.

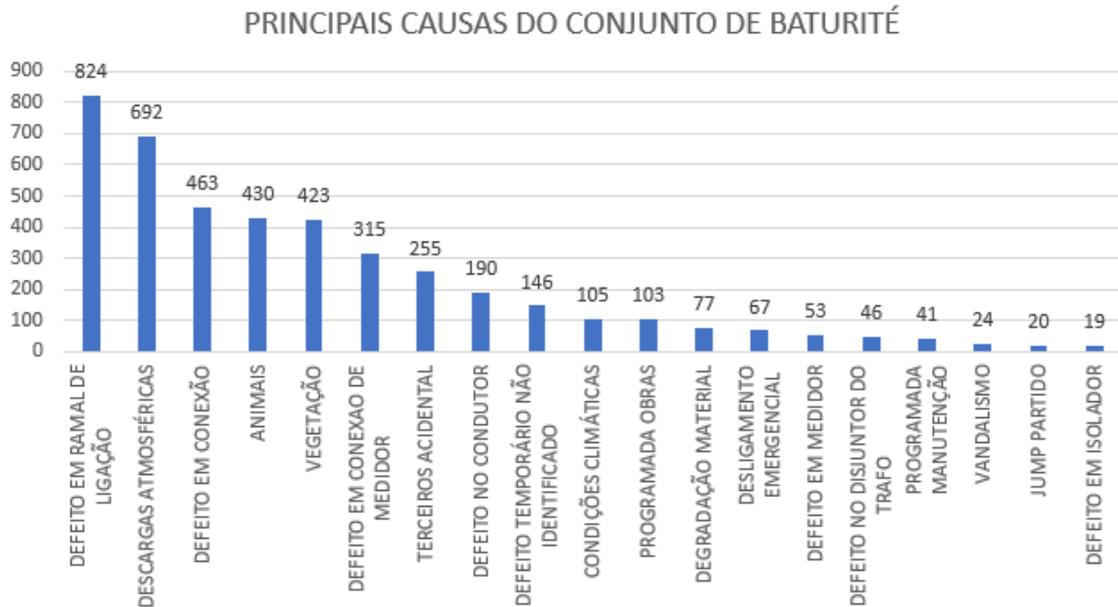
está localizado em uma das regiões serranas do estado, caracterizada por áreas de difícil acesso e com forte presença de vegetação. Além disso, tem como característica alimentadores longos e bastante ramificados.

4.2.4.3.1 Principais Causas

De posse do relatório pôde-se elaborar um gráfico no Excel com as 15 causas de falhas que ocorreram no conjunto de Baturité durante o período de 2020. A Figura 29 mostra a quantidade de vezes em que uma determinada causa ocorreu no conjunto no decorrer do ano de 2020.

Como se pode observar na Figura 29, defeito em ramal de ligação (824) foi o maior motivo de falhas ocorridas no conjunto seguido por descargas atmosféricas (692), defeito em conexão (463), animais (430) e vegetação (423). O que demonstra que os clientes dessa região sofreram bastante com as conexões Cliente X Rede.

Figura 29 – Principais Causas do Conjunto de Baturité

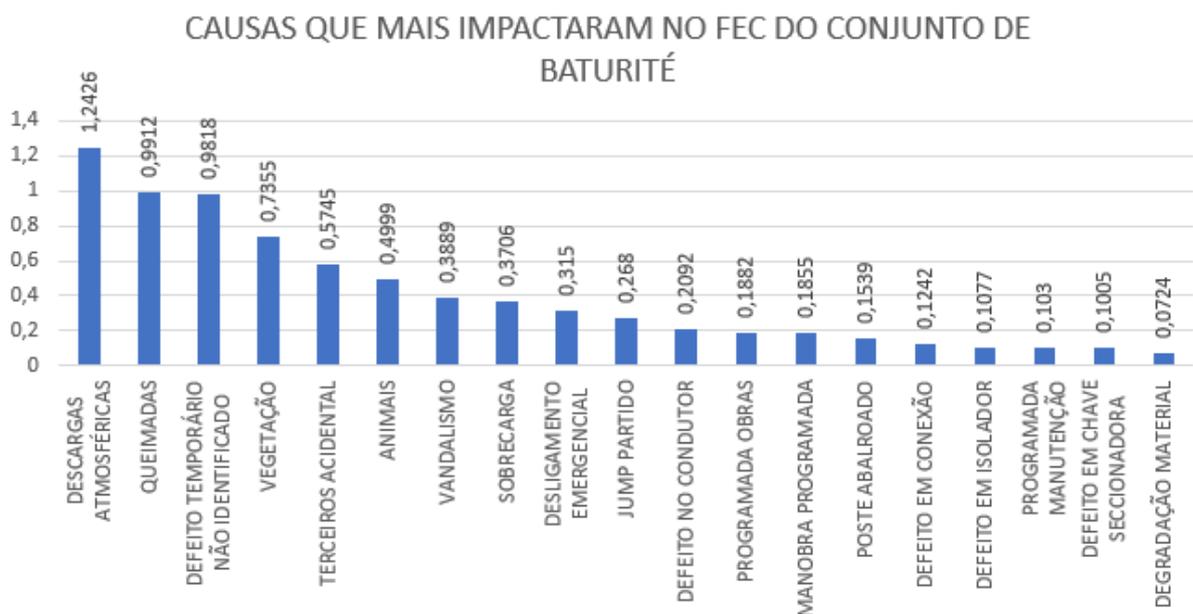


Fonte: Autor.

4.2.4.3.2 Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto

Para o Conjunto de Baturité foi gerada a Figura 30 com as 19 causas de falhas que mais impactaram negativamente no FEC do conjunto.

Figura 30 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Baturité



Fonte: Autor.

Analisando a os resultados apresentados na Figura 30, tem-se que descargas atmosféricas foi a causa que mais impactou no FEC do conjunto, seguido queimadas, defeito temporário

não identificado, vegetação e terceiros acidental. Apesar de defeito em ramal de ligação ter sido a maior causa de problemas na rede, ele não foi o defeito que apresentou um maior impacto negativo no FEC do conjunto. Durante o ano de 2020 a região de Baturité registrou uma grande quantidade de descargas atmosféricas. Problemas como pequenas oscilações, quedas de postes e perdas de subestações foram frequentes nesse conjunto e tiveram um grande impacto no FEC. Além disso, por apresentar um bom clima é uma região caracterizada por inúmeras plantações e por isso a utilização de queimadas para a renovação do solo são frequentes.

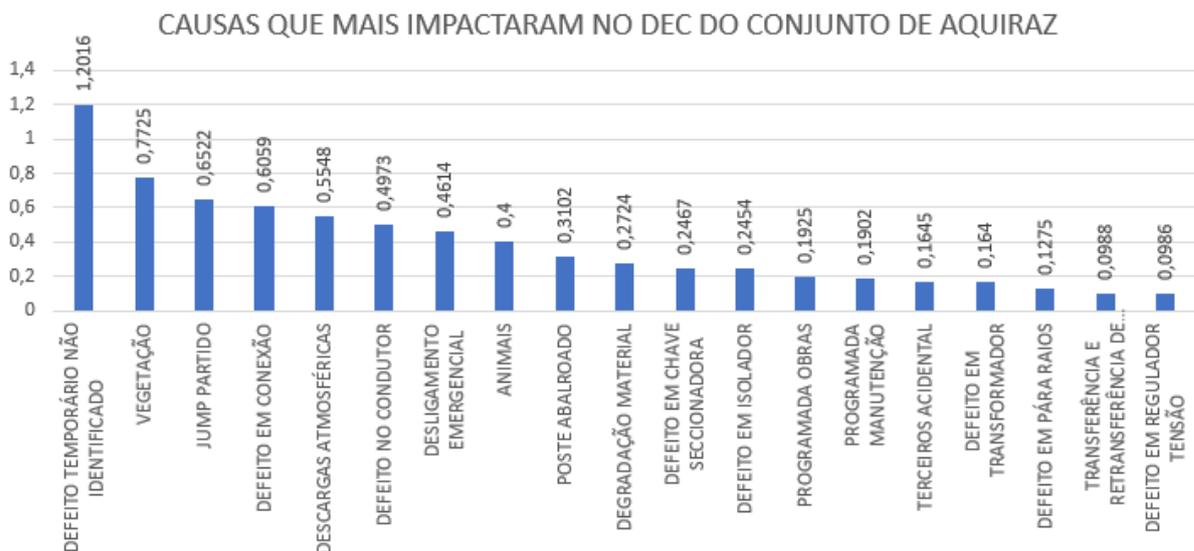
4.2.4.4 Conjunto de Aquiraz

A caracterização do conjunto de Aquiraz e também as principais causas de falhas ocorridas na rede no decorrer do ano de 2020 já foram mencionadas anteriormente e com isso será apresentada apenas as causas de falhas que mais impactaram no FEC do conjunto.

4.2.4.4.1 Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto

Para o Conjunto de Aquiraz foi gerada a Figura 31 com as 15 causas de falhas que mais impactaram negativamente no FEC do conjunto.

Figura 31 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Aquiraz



Fonte: Autor.

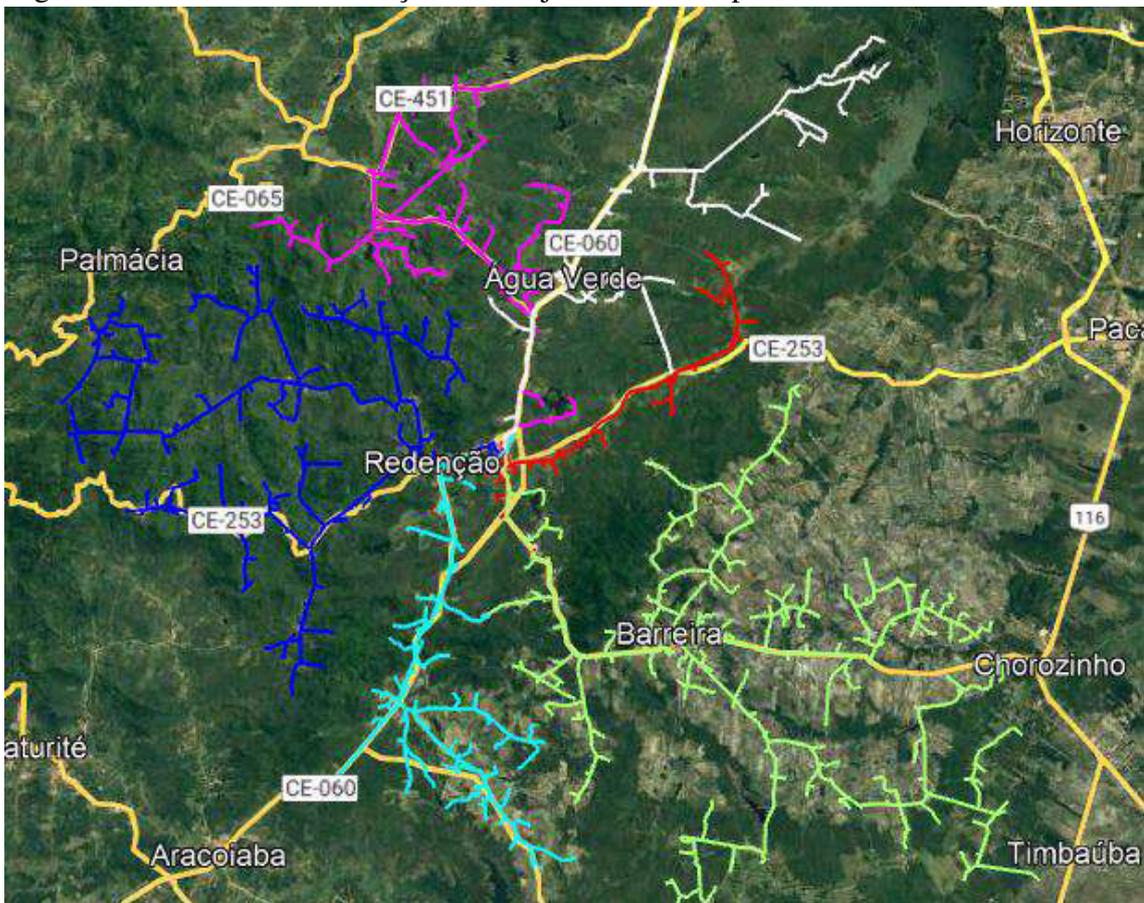
Alisando a Figura 31, tem-se que defeito temporário não identificado foi a causa que mais impactou no FEC do conjunto, seguido de vegetação, jump partido, defeito em conexão e descargas atmosféricas. Apesar de defeito em ramal de ligação ter sido a maior causa de

problemas na rede, ele não foi a causa que apresentou um maior impacto negativo no FEC do conjunto. Defeitos temporários não identificados ocorrem quando na rede acontece algum defeito como por exemplo um elo queimado porém após inspeções realizadas não foi identificado o que motivou o defeito. No conjunto de Aquiraz esse foi um problema recorrente durante o ano de 2020 o que afetou diretamente o FEC.

4.2.4.5 Conjunto de Acarape

O conjunto de unidades consumidoras de Acarape atende aos consumidores dos municípios de Acarape, Barreira, Baturité, Capistrano, Chorozinho, Guaiuba, Itapiuna, Palmácia e Redenção. A Figura 32 mostra a rede de distribuição primária do conjunto de Acarape.

Figura 32 – Rede de Distribuição do Conjunto de Acarape



Fonte: Adaptado de ENEL,2021.

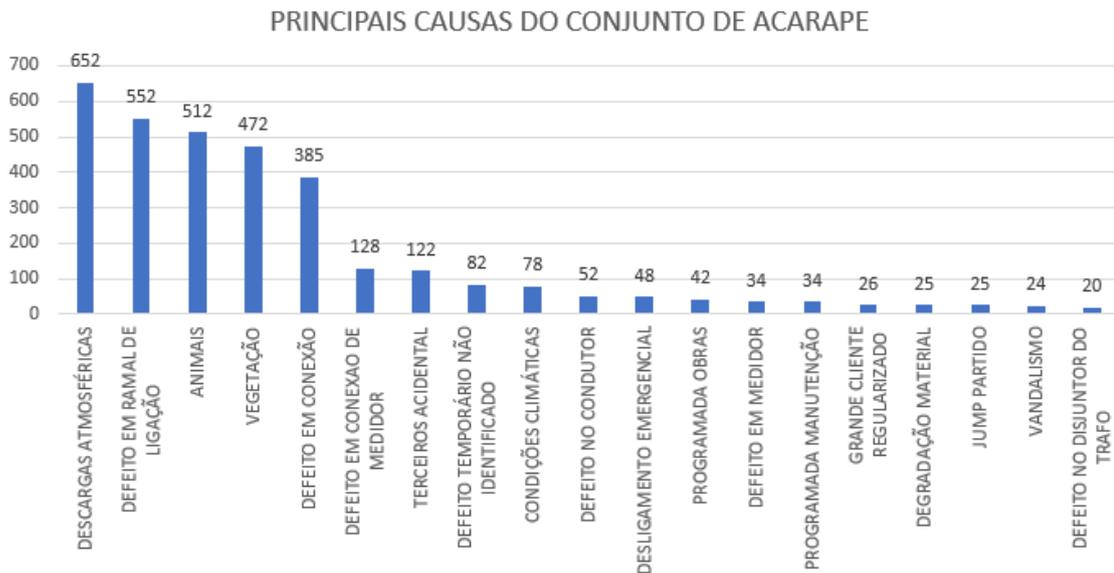
Como se pode observar o conjunto de Acarape possui 6 alimentadores representados na figura por cores diferentes. O conjunto está localizado em uma das regiões serranas do estado, caracterizada por áreas de difícil acesso e com forte presença de vegetação. Além disso, tem

como característica alimentadores longos e bastante ramificados.

4.2.4.5.1 Principais Causas de Falhas Ocorridas na Rede

De posse do relatório pôde-se elaborar um gráfico no Excel com as 19 causas de falhas que ocorreram no conjunto de Acarape durante o período de 2020. A Figura 33 mostra a quantidade de vezes em que uma determinada causa ocorreu no conjunto no decorrer do ano de 2020.

Figura 33 – Principais Causas do Conjunto de Acarape



Fonte: Autor.

Como se pode observar na Figura 33, descargas atmosféricas (652) foi a causa que mais impactou no FEC do conjunto seguido por defeito em ramal de ligação (552), animais (512), vegetação (472) e defeito em conexão (385). O que demonstra que os clientes dessa região sofreram bastante com as conexões Cliente X Rede.

4.2.4.5.2 Causas que tiveram os maiores Impactos no FEC do Conjunto

Para o Conjunto de Acarape foi gerada a Figura 34 com as 19 causas de defeitos que mais impactaram negativamente no FEC do conjunto.

Analisando os resultados apresentados na Figura 34, tem-se que defeito temporário não identificado foi a causa que mais impactou no FEC do conjunto, seguido de descargas atmosféricas, terceiros acidental, vegetação e jump partido. Apesar de descargas atmosféricas ter

Figura 34 – Causas que mais Impactaram no FEC do Conjunto de Acarape



Fonte: Autor.

sendo a maior causa de problemas na rede, ela não foi a causa que apresentou um maior impacto negativo no FEC do conjunto. Defeitos temporários não identificados ocorrem quando na rede acontece algum defeito como por exemplo um elo queimado porém após inspeções realizadas não foi identificado o que motivou o defeito. No conjunto de Acarape esse foi um problema recorrente durante o ano de 2020 o que afetou diretamente o FEC.

Ao analisar as Tabelas 1 e 2 pôde-se observar que o conjunto de Guaramiranga devido a se apresentar localizado em um área de difícil acesso e muito arborizada destacou-se como o conjunto com os piores valores de DEC e FEC de toda a região metropolitana do estado do Ceará. Apesar de já esperado pela concessionária pois como se pôde observar foram estipulados valores limites altos para esse conjunto o mesmo ainda ultrapassou bastante as metas estipuladas.

Além disso, as Tabelas 1 e 2 apresentam que nos dois indicadores coletivos de continuidade praticamente os mesmo conjuntos lideraram o top 5 dos piores valores. No entanto, as únicas exceções foram os conjuntos de Eusébio e Coluna que apesar de ocuparem respectivamente o quarto e o quinto lugar no *ranking* dos piores DEC da região metropolitana do estado do Ceará, estão classificados apenas como décimo primeiro e sétimo no *ranking* dos piores FEC.

4.3 Vegetação e os Indicadores Coletivos de Continuidade

Diante do que foi apresentado pôde-se observar que uma das causas que afetou diretamente a duração e a frequência de interrupções nos cinco piores conjuntos da região metropolitana foi a vegetação na rede, seja através de árvores tombadas e galhos gerando curto-circuito, essa causa foi uma das 5 principais responsáveis pela contribuição dos conjuntos com piores indicadores.

Em decorrência do grande impacto nos indicadores de qualidade de serviço causados pela vegetação na rede elétrica, a Enel Distribuição Ceará vem realizando estudos que objetivam a revisão e melhoria dos procedimentos adotados pelas equipes de poda e limpeza de faixa, melhoria das inspeções em campo e a elaboração de projetos que buscam a prevenção de defeitos na rede através da realização de podas nos locais com os maiores índices de falhas. Com isso, visando a redução da influência negativa da vegetação sobre a rede elétrica e buscando uma melhora nos indicadores coletivos de continuidade da empresa foram criados pelos setor de planejamento da Enel Distribuição Ceará 3 projetos. São eles:

- Projeto Vacinação;
- Projeto Saída de Alimentador;
- Projeto WTS (*Way To Said*) .

4.3.1 Projeto Vacinação

De posse de todos os relatórios referente as causas de defeito, duração e frequência das faltas ocorridas foi realizado o mapeamento dos trechos dos alimentadores onde os consumidores sofreram demoradas e frequentes interrupções de fornecimento de energia ao longo do ano. Através desse estudo foi criado pela Enel Ceará um plano de ação chamado projeto vacinação, que assim como uma vacina, através da realização de podas e limpeza de faixa em trecho considerados críticos e da manutenção regular das mesmas, atua na prevenção e na redução das possíveis falhas que possam acontecer na rede elétrica.

4.3.2 Projeto Saída de Alimentador

Outro projeto criado a partir desses estudos foi o chamado projeto saída de alimentador. O projeto tem o objetivo de mapear todas as árvores mais próximas das saídas dos alimentadores das subestações de distribuição, através de inspeções realizadas em campo pelos

profissionais especializados, bem como o direcionamento prioritário das equipes de poda e limpeza de faixa para a execução desses serviços. O projeto tem como maior efeito preservar o início dos alimentadores tendo em vista que possíveis falhas causadas por vegetação nesses locais, afetariam milhares de clientes e conseqüentemente subiram bastante os indicadores de continuidade da empresa.

4.3.3 Projeto WTS

Além dos projetos já mencionados a empresa decidiu reformular a sua forma de priorização de serviços e também aumentar o investimento em serviços de manutenção preventiva através da poda de árvores. A partir disso, foi criado o Projeto *Way To Said* (WTS) que através das inspeções realizadas em campo pelos profissionais especializados e de sistemas de georeferenciamento lista os mais diversos locais ao longo de todos os alimentadores em que se devem ser realizadas as podas preventivas.

O funcionamento do projeto ocorre a partir de 3 etapas, sendo elas:

4.3.3.1 Cadastro dos Defeitos

Através das inspeções realizadas em campo com o auxílio de aplicativos de georeferenciamento instalados em um smartphone são listados pontos onde é necessária a execução de podas ou limpeza de faixa. Em seguida, são cadastrados em um sistema próprio chamado de GOMNET, conforme apresentado na Figura 35, com informações como a quantidade de podas que precisam ser executadas nesse local, as coordenadas onde essas podas estão localizadas, uma estimativa de prazo máximo para a execução e o seu grau de criticidade.

4.3.3.2 Tratamento dos Dados e Definições das Prioridades

Todos os pontos cadastrados na GOMNET são tratados e organizados de acordo com o grau de criticidade e o prazo máximo de execução apontados através das inspeções. Após o tratamento dos dados são selecionados os locais mais urgentes e é elaborada uma lista de locais que pelos próximos 3 meses precisam ter a execução da poda priorizada. Além das prioridades apontadas pelas inspeções, também é feita a partir de uma análise dos meses anteriores uma priorização de conjuntos. São analisados os indicadores mensais de cada conjunto, calculado o quanto os mesmo já ultrapassaram ou estão próximos de ultrapassar as metas previstas para

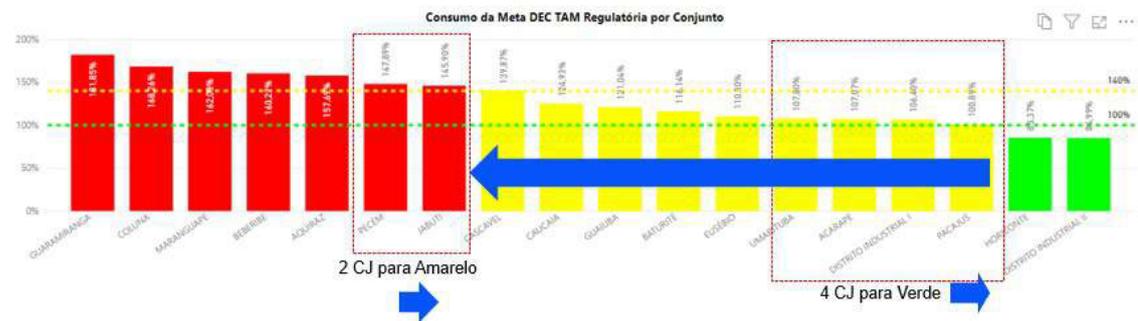
Figura 35 – Sistema Enel de Banco de Dados



Fonte: ENEL,2021.

aquele período e divididos por cores que representam a situação em que cada conjunto se encontra conforme pode ser observado na Figura 36.

Figura 36 – Priorização dos Conjuntos



Fonte: ENEL,2021.

Conforme observado na Figura 36, os conjuntos estão pintados em 3 cores diferentes sendo os de cor vermelha caracterizados pelos conjuntos que estão ultrapassando em mais de 40% os valores projetados para o período, os de cor amarela caracterizados pelos conjuntos que estão ultrapassando até 40% dos valores projetados para o período e os de cor verde caracterizados pelos conjuntos com valores menores que os limites estabelecidos. Para esse período as prioridades são de baixar para a cor amarela dois dos conjuntos que estão na cor vermelha e baixar para a cor verde 4 dos conjuntos que estão na cor amarela.

4.3.3.3 Execução dos Serviços

Definidas todas as prioridades, os serviços são liberados para as equipes da empresa responsáveis por toda a programação e controle dos serviços de poda e limpeza de faixa.

4.4 Implementação dos projetos e os Impactos causados nos Indicadores Coletivos de Continuidade

Todos os projetos elaborados pela Enel CE foram implementados no final do ano de 2020 e estão em pleno funcionamento desde então. Nesta seção será apresentado dados organizados em tabelas que demonstram o quanto a poda de árvores influenciou nos indicadores coletivos dos piores conjuntos e quanto ela afetou os conjuntos de toda a região metropolitana do estado. Foram analisados os conjuntos por um período de 3 meses, tendo em vista que os projetos apresentados passam por uma atualização de prioridades a cada 3 meses.

4.4.1 Comparativo do DEC dos Piores Conjuntos

A Tabela 3 apresenta um comparativo entre os valores de DEC dos piores conjuntos no primeiro trimestre do ano de 2020, quando ainda não se tinham sido implementado estes projetos, e no primeiro trimestre do ano de 2021, quando os projetos já estavam em andamento.

Tabela 3 – DEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 dos Piores Conjuntos.

Conjunto	DEC 1º TRIMESTRE 2020	DEC 1º TRIMESTRE 2021
GUARAMIRANGA	3,967	0,9856
AQUIRAZ	0,443	0,1553
BEBERIBE	0,479	0,2310
EUSÉBIO	1,306	0,2071
COLUNA	1,619	0,6893
BATURITÉ	0,393	0,4375
ACARAPE	0,284	0,3858

Fonte: Autor.

Através da Tabela 3 já se pode observar que para os piores conjuntos da região metropolitana a contribuição de defeitos na rede causados por vegetação teve uma redução de mais de 50% nos valores gerais de DEC do Trimestre em relação ao ano de 2020. Exceto pelos conjuntos de Baturité e Acarape que obtiveram um aumento da contribuição dos defeitos causados por vegetação na rede elétrica.

4.4.2 Comparativo do DEC de toda a Região Metropolitana do Estado do Ceará

A Tabela 4 foi apresentada um comparativo entre os valores de DEC de toda a região metropolitana do estado do Ceará no primeiro trimestre do ano de 2020, quando ainda não haviam sido implantados os novos projetos, e no primeiro trimestre do ano de 2021, quando os projetos já estavam em andamento.

Tabela 4 – DEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 da Região Metropolitana do Ceará.

DEC 1º TRIMESTRE 2020	DEC 1º TRIMESTRE 2021
13,405	5,9351

Fonte: Autor.

No que diz respeito a toda a região metropolitana do estado pode-se observar uma redução de 55,72% em relação ao mesmo período do ano de 2020.

4.4.3 Comparativo do FEC dos Piores Conjuntos

A Tabela 5 apresenta um comparativo entre os valores de FEC dos piores conjuntos no primeiro trimestre do ano de 2020, quando ainda não se tinham sido implementado os novos projetos, e no primeiro trimestre do ano de 2021, quando os projetos já estavam em funcionamento.

Tabela 5 – FEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 dos Piores Conjuntos.

Conjunto	FEC 1º TRIMESTRE 2020	FEC 1º TRIMESTRE 2021
GUARAMIRANGA	3,3298	0,6875
AQUIRAZ	0,0544	0,0473
BEBERIBE	0,0353	0,0397
EUSÉBIO	0,2747	0,0616
COLUNA	0,1754	0,1656
BATURITÉ	0,0847	0,1525
ACARAPE	0,0578	0,3704

Fonte: Autor.

Através da Tabela 5 já se pode observar que para os piores conjuntos da região metropolitana a frequência de defeitos na rede causados por vegetação teve uma redução na contribuição do FEC de alguns conjuntos quando comparados os dois trimestres. Vale ressaltar o conjunto de Guaramiranga que obteve uma redução de mais de 50% nos valores de FEC no ano de 2021. Mesmo com o aumento de alguns valores do ano de 2020 para o ano de 2021 os resultados apresentados após a implementação dos projetos criados apresentam-se bastante

promissores.

4.4.4 Comparativo do FEC de toda a Região Metropolitana do Estado do Ceará

A Tabela 6 apresenta um comparativo entre os valores de FEC de toda a região metropolitana do estado do Ceará no primeiro trimestre do ano de 2020, quando ainda não se tinham sido implementado os novos projetos propostos, e no primeiro trimestre do ano de 2021, quando os projetos já estavam em funcionamento.

Tabela 6 – FEC do 1º Trimestre dos anos de 2020 e 2021 da Região Metropolitana do Ceará.

FEC 1º TRIMESTRE 2020	FEC 1º TRIMESTRE 2021
4,8607	2,4309

Fonte: Autor.

No que diz respeito a toda a região metropolitana do estado pode-se observar uma redução de aproximadamente 50% em relação ao mesmo período do ano de 2020.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar os indicadores de continuidade coletivos de serviço dos conjuntos de consumidores da região metropolitana de Fortaleza do estado do Ceará no ano de 2020, bem como as principais causas das falhas ocorridas na rede e a influência da vegetação nesses indicadores.

Foi apresentado um *ranking* com os conjuntos que obtiveram os piores desempenhos quanto a duração e a frequência de falta de energia. Além disso, ao analisar esses conjuntos pôde-se observar que eles apresentam algumas características em comum, como a presença de vegetação, redes muito extensas e locais de não tão fácil acesso. Diante disso, também foi possível constatar que o comportamento de alguns dos conjuntos já era esperado pela empresa tendo em vista que possuía valores limites elevados.

Quanto as principais causas dos defeitos após analisadas verificou-se que não necessariamente as causas que aconteceram uma maior quantidade de vezes foram as que geraram os maiores impacto nos indicadores coletivos.

Em seguida, foi apresentada alguns projetos criados pela concessionária com objetivo de reduzir a influência da vegetação nos resultados obtidos com a suas implementações. Deste modo, além dos projetos apresentados investimentos em técnicas de aprimoramento dos serviços, capacitação das equipes de poda e limpeza de faixa buscando uma melhor qualidade dos serviços executados e uma maior eficiência são essenciais para a redução dos problemas de falta de energia dos consumidores.

Outra proposta para melhorar a continuidade no fornecimento de energia as UCs é o investimento na atualização da rede para um sistema *smart grid*, que são redes que se utilizam de equipamentos automatizados de modo a ampliar a eficiência do sistema (PASSARI, 2020). Deste modo, a instalação de equipamentos de telecomando como religadores e chaves seccionadoras são de grande ajuda pois reduzem as falhas e isolam os trechos afetados, garantindo assim a continuidade do fornecimento e uma melhora dos indicadores coletivos dos conjuntos.

Mais uma ação que pode ser estudada e analisada pela equipe de planejamento da empresa é a mudança no tipo de rede dos pontos que obtiveram maiores falhas. Alterações como a substituição das redes aéreas convencionais por outros tipos de redes mais confiáveis, melhorariam os indicadores coletivos pois reduziriam as falhas.

Todas as propostas citadas devem ser muito bem analisadas tendo em vista que para realizar essas mudanças são necessários grandes investimentos e que provavelmente apresentarão

um elevado custo.

5.1 Sugestões de Trabalhos Futuros

Visando a continuidade deste trabalho e o constante melhoramento da metodologia aqui definida, seguem sugestões de melhorias e trabalhos futuros:

- Projetar e verificar quais propostas sugeridas melhor se adequam a cada conjunto de unidades consumidores através da análise das causa dos defeitos;
- Analisar a influência dos fatores climáticos nas performances de cada conjunto no decorrer do ano;
- Analisar as mudanças no *ranking* dos piores conjuntos quanto a continuidade do fornecimento nos últimos anos;
- Pesquisar sobre os impactos da poluição nas ocorrências da rede elétrica.

REFERÊNCIAS

ADEEL. Rede Compacta VS Rede Convencional. 2020. Redes Primárias de Distribuição. Disponível em: <<https://www.adeel.com.br/rede-compacta-vs-convencional/>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

ANEEL. PRODIST. 2016. PRODIST. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/prodist>>. Acesso em: 25 janeiro. 2022.

ANEEL. Glossário. 2018. Redes Primárias de Distribuição. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/glossario?p_p_id=display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=3&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_letra=U>. Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

ANEEL. Módulo 8 PRODIST. 2018. Módulo 8 PRODIST. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo_8-Revis%C3%A3o_12/342ff02a-8eab-2480-a135-e31ed2d7db47>. Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

ANEEL. INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE (DEC e FEC). [S.l.], 2020. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade>>.

ANEEL. Breve histórico da regulação antes da ANEEL. 2021. Histórico Antes da ANEEL. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/a-aneel?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_type=content&_101_viewMode=view&_101_urlTitle=historico-da-aneel>. Acesso em: 18 janeiro. 2022.

ANEEL. MODULO 8 PRODIST. 2021. MÓDULO 8 PRODIST. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo_8-Revis%C3%A3o_12/342ff02a-8eab-2480-a135-e31ed2d7db47>. Acesso em: 08 janeiro. 2022.

ANEEL. Glossário. 2022. Redes Primárias de Distribuição. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/glossario?p_p_id=display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij&p_p_lifecycle=0&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=3&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_letra=C&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_titulo=&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_delta=10&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_keywords=&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_advancedSearch=false&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_andOperator=true&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_resetCur=false&_display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij_cur=15>. Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

ARTECH. Religadores e chaves de manobra. 2021. Seccionador Artech. Disponível em: <<https://www.artech.com/pt/religadores-e-chaves-de-manobra>>. Acesso em: 07 janeiro. 2022.

- BERNARDO, N. **Evolução da Gestão de Qualidade de Serviços de Energia Elétrica no Brasil**. [S.l.], 2013. Trabalho de Conclusão (Curso de Engenharia Elétrica). Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006255.pdf>>.
- BRANDT, M. H. M. **Distribuição e Energia Elétrica**. 2021. Rede Compacta. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/12117501/>>. Acesso em: 07 janeiro. 2022.
- COOPERMILA. **COPERMILA INSTALA MAIS UM BANCO REGULADOR DE TENSÃO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO**. 2021. BANCO REGULADOR COOPERMILA. Disponível em: <<https://www.coopermila.com.br/coopermila-instala-mais-uma-banca-de-regulador-de-tensao-na-rede-de-distribuicao/>>. Acesso em: 07 janeiro. 2022.
- EATON. **Fundamentos de Religadores**. 2022. Fundamentos de Religadores. Disponível em: <<https://www.eaton.com/br/pt-br/products/medium-voltage-power-distribution-control-systems/reclosers/reclosers--fundamentals-of-reclosers.html>>. Acesso em: 25 janeiro 2022.
- ELETRICISTA, A. **Saiba o que é Religadora Automática e como Funciona**. 2021. BANCO REGULADOR COOPERMILA. Disponível em: <<https://www.adolphoeletricista.com.br/religadora-automatica/>>. Acesso em: 07 janeiro. 2022.
- ENEL. **História Enel Distribuição Ceará**. 2021. História Enel Distribuição Ceará. Disponível em: <<https://www.enel.com.br/pt-ceara/investidores/enel-distribuicao-ceara/informacoes-gerais.html>>. Acesso em: 16 dezembro. 2021.
- ENERGICAP. **Banco de Capacitores Média Tensão**. 2022. Banco de Capacitores Média Tensão. Disponível em: <<http://www.energicap.com.br/produto/banco-de-capacitores-media-tensao-p5>>. Acesso em: 16 janeiro. 2022.
- FILHO, J. M. **MANUAL DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**. [S.l.]: Rio de Janeiro:LTC, 2013. v. 4 edição.
- FURTADO, A. T. **Energia, Economia e Mercado**. 2004. Energia, Economia e Mercado. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/2004/12/16.shtml>>. Acesso em: 02 janeiro. 2022.
- GARCIA, D. A. A.; JR., F. E. D. Tópicos de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. 03 2012. Disponível em: <http://www.osestoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Ed74_fasc_distribuicao_cap2.pdf>.
- GARCIA, E. D. **PREVISÃO DE TENSÃO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO CONSIDERANDO AS POSSIBILIDADES DAS REDES INTELIGENTES**. [S.l.], 2012. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8515/GARCIA,%20ENOQUE%20DUTRA.pdf>>.
- HERMES, M. I. N. e P. D. **ESTUDO COMPARATIVO TÉCNICO/FINANCEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEAS**. [S.l.], 2011. Trabalho de Conclusão (Curso de Engenharia Elétrica). Disponível em: <<http://www.cricte2004.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/199.pdf>>.

JUNIOR, V. N. **ANÁLISE DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE DOS CONJUNTOS DE UNIDADES CONSUMIDORAS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CELESC NO ANO DE 2020**. [S.l.], 2021. Trabalho de Conclusão (Curso de Engenharia Elétrica). Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2318/TCC%20Vanderlei%20Finalizado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

LEÃO, R. P. **Distribuição de Energia Elétrica**. [S.l.], 2010. Apostila utilizada em aula. Disponível em: <<http://www.dee.ufc.br/~rleao>>.

MATTEDE, H. **Redes de energia elétrica, tipos e características**. 2020. Redes de energia elétrica, tipos e características. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/redes-de-energia-eletrica-tipos-e-caracteristicas/>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

MOURA, C. J. da S. **ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE RECOMPOSIÇÃO AUTOMÁTICA PARA A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO CAMPUS DO PICI**. [S.l.], 2010. Trabalho de Conclusão (Curso de Engenharia Elétrica). Disponível em: <<http://www.dee.ufc.br/anexos/TCCs/2010.2/CARLOS%20JEFFERSON%20DA%20SILVA%20MOURA.pdf>>.

MULTIPOLAR02. **Linhas aéreas residencial utilizando cabo triplex**. 2021. Rede Multiplex. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=__RQ47Asjgc>. Acesso em: 07 janeiro. 2022.

OLIVEIRA, L. J. de. **INFLUÊNCIA DE UM REGULADOR DE TENSÃO NOS NÍVEIS DE TENSÃO E DE PERDAS TÉCNICAS**. [S.l.], 2016. Trabalho de Conclusão (Curso de Engenharia Elétrica). Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br/8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/4124/Leonardo%20Jaeger%20de%20Oliveira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

PASSARI, G. H. da S. **REDES ELÉTRICAS SMART GRID: ESTUDO DE APLICAÇÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO**. 2020. REDES ELÉTRICAS SMART GRID: ESTUDO DE APLICAÇÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/redes-de-distribuicao#41-REDE-DE-DISTRIBUICAO-SMART-GRID>>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

ROMAGNOLE. **Tipos de redes distribuição**. 2020. Redes Primárias de Distribuição. Disponível em: <<https://www.romagnole.com.br/noticias/artigos/tipos-de-rede-de-distribuicao>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

RUIZ, T. **Análise da Qualidade do Serviço Prestado Pela Distribuidora Light em sua Área de Concessão**. [S.l.], 2019. Trabalho de Conclusão (Curso de Engenharia Elétrica). Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10027920.pdf>>.

SEPLAG. **Regionais de Planejamento do Estado do Ceará**. 2022. Regionais de Planejamento do Estado do Ceará. Disponível em: <<https://www.anuarioceara.com.br/regioes-de-planejamento-do-estado-do-ceara/>>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2022.

SOUZA, W. B. de. **ALOCAÇÃO DE BANCOS DE CAPACITORES EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO COLÔNIA DE FORMIGAS**. [S.l.], 2017. Trabalho de Conclusão (Curso de Engenharia Elétrica). Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/694/1/MONOGRAFIA_Aloca%C3%A7%C3%A3oBancosCapacitores.pdf>.

APÊNDICE A – INDICADORES COLETIVOS DE CONTINUIDADE

CONJUNTO	Nº DE CONSUMIDORES	DEC APURADO [h]	DEC LIMITE [h]	FEC APURADO [h]	FEC LIMITE [h]
ACARAPE	30.035	16,67	11,00	6,99	8,00
ACARAÚ	35.806	52,74	11,00	16,62	9,00
ACOPIARA	26.770	23,80	12,00	8,74	8,00
AGUA FRIA	56.997	8,12	8,00	3,03	6,00
ALDEOTA	38.349	2,97	7,00	1,37	5,00
AMONTADA	18.848	60,57	11,00	17,24	8,00
ANTONINA DO NORTE	26.294	10,15	12,00	5,65	8,00
APUIARÉS	12.568	24,69	11,00	7,30	8,00
AQUIRAZ	33.628	19,36	10,00	7,78	8,00
ARACATI	35.645	15,47	12,00	7,77	8,00
ARARAS I	28.423	21,91	12,00	7,83	8,00
ARARENDA	15.954	27,60	11,00	7,79	8,00
ARARIPE	11.840	10,58	15,00	3,84	10,00
BAIXO ACARAÚ II	14.383	63,44	11,00	19,00	8,00
BALANÇO	21.058	19,85	11,00	6,90	8,00
BANABUIÚ	6.258	21,07	13,00	10,04	9,00
BARBALHA	35.666	12,64	10,00	3,76	7,00
BARRA DO CEARÁ	99.764	7,42	8,00	4,08	6,00
BARRA DO FIGUEREDO	20.481	18,38	12,00	6,78	9,00
BATURITÉ	46.521	16,29	11,00	7,94	8,00
BEBERIBE	23.225	23,81	14,00	10,49	9,00
BOA VIAGEM	22.519	21,09	10,00	6,71	8,00
BOM JARDIM	60.608	8,82	9,00	4,84	7,00
BONSUCESSO	110.949	6,23	8,00	3,23	6,00
BREJO SANTO	39.918	13,76	11,00	6,26	7,00
CAMOCIM	28.440	21,92	12,00	9,50	8,00
CAMPOS SALES	20.376	9,80	15,00	4,42	9,00
CANINDÉ	32.360	11,93	13,00	4,32	8,00
CARACARÁ	16.258	33,09	11,00	12,91	8,00
CARIRÉ	10.556	27,14	12,00	4,20	8,00
CASCAVEL	41.723	20,33	13,00	7,19	9,00
CAUCAIA	67.177	15,85	11,00	5,60	9,00
CEDRO	10.610	17,28	12,00	3,60	8,00
CENTRO	17.900	5,55	6,00	1,75	5,00
COLUNA	14.702	17,75	11,00	6,60	8,00
COREAÚ	19.661	30,76	11,00	8,33	8,00
CRATEÚS	49.533	20,05	13,00	7,92	8,00
CRATO	59.674	11,90	11,00	5,41	8,00
CRUZ	21.839	79,25	11,00	21,66	8,00
DIAS MACEDO	47.902	7,47	8,00	2,80	6,00
DISTRITO INDUSTRIAL DE FORTALEZA	54.820	12,14	9,00	4,78	7,00
DISTRITO INDUSTRIAL II	46.703	10,40	11,00	3,77	8,00

Fonte: ANEEL(2020)

CONJUNTO	Nº DE CONSUMIDORES	DEC APURADO [h]	DEC LIMITE [h]	FEC APURADO [h]	FEC LIMITE [h]
EUSÉBIO	16.641	16,87	10,00	5,42	8,00
GRANJA	31.335	27,89	11,00	11,37	8,00
GUAIUBA	8.174	16,03	11,00	6,63	8,00
GUARAMIRANGA	18.672	34,35	13,00	18,63	9,00
HORIZONTE	15.361	10,11	11,00	4,78	8,00
IBIAPINA	24.083	23,78	11,00	10,02	8,00
ICAPUÍ	13.312	26,95	13,00	10,26	9,00
ICÓ	27.430	15,94	10,00	5,98	8,00
IGUATU	56.438	16,38	11,00	8,78	7,00
INDEPENDÊNCIA	12.502	22,88	11,00	6,34	7,00
INHUÇU	47.978	26,36	11,00	11,64	8,00
INHUPORANGA	19.241	36,67	10,00	8,02	8,00
IPU	21.037	26,66	12,00	11,36	8,00
ITAIÇABA	9.886	25,94	13,00	8,22	9,00
ITAJAJÉ	34.546	21,13	10,00	6,79	8,00
ITAPIPOCA	45.068	24,68	11,00	7,57	8,00
JABUTI	33.013	17,23	12,00	5,23	8,00
JAGUARIBE	35.528	15,84	12,00	6,54	8,00
JAGUARUANA	13.689	16,26	13,00	5,40	8,00
JUAZEIRO DO NORTE	74.494	6,59	9,00	2,53	6,00
JUAZEIRO DO NORTE II	46.292	7,32	9,00	4,04	6,00
JUCÁS	14.937	16,60	11,00	6,33	7,00
JUREMA	96.404	12,24	9,00	6,70	6,00
LAVRAS DA MANGABEIRA	22.732	20,16	12,00	5,75	8,00
LIMOEIRO DO NORTE	42.449	10,08	11,00	3,25	8,00
MACAOCA	17.083	20,50	13,00	6,56	8,00
MAGUARY	33.495	4,40	6,00	2,78	5,00
MARANGUAPE	52.640	15,83	11,00	5,76	8,00
MARCO	18.905	42,93	11,00	12,27	8,00
MASSAPÊ	31.320	23,59	11,00	7,26	8,00
MAURITI	15.030	14,42	11,00	5,00	8,00
MESSEJANA	58.279	7,48	8,00	3,37	7,00
MILAGRES	27.514	14,26	11,00	8,05	8,00
MOMBAÇA	21.669	21,95	11,00	5,92	8,00
MONDUBIM	110.294	9,07	9,00	4,94	7,00
MONSENHOR TABOSA	17.121	19,03	11,00	8,24	8,00
MORADA NOVA	30.992	16,80	10,00	5,45	7,00
MUCAMBO	24.201	23,77	10,00	7,59	8,00
MUCURIPE	20.243	9,25	7,00	3,22	5,00
NOVA OLINDA	25.701	16,93	13,00	7,17	8,00
NOVA RUSSAS	26.417	20,12	11,00	6,08	8,00

CONJUNTO	Nº DE CONSUMIDORES	DEC APURADO [h]	DEC LIMITE [h]	FEC APURADO [h]	FEC LIMITE [h]
ORÓS	10.173	20,28	12,00	7,69	8,00
PACAJUS	42.417	13,78	12,00	5,92	8,00
PAPICU	49.889	7,66	7,00	3,60	5,00
PARAIPABA	33.826	29,35	11,00	11,62	9,00
PARAMBU	21.882	26,40	12,00	8,52	8,00
PARANGABA	69.745	5,43	8,00	1,54	6,00
PECÉM	11.036	18,29	13,00	4,86	9,00
PEDRA BRANCA	14.848	20,74	11,00	4,83	8,00
PICI	71.133	6,35	8,00	3,73	6,00
PRESIDENTE KENNEDY	63.716	5,69	8,00	3,91	5,00
QUIXADÁ	43.456	16,06	11,00	6,87	8,00
QUIXERAMOBIM	28.064	16,60	12,00	7,28	9,00
RUSSAS I	34.459	12,51	10,00	5,58	8,00
SANTA QUITÉRIA	11.836	17,86	12,00	4,64	8,00
SÃO LUIS DO CURU	21.352	32,85	10,00	9,30	8,00
SENADOR POMPEU	26.837	20,14	11,00	7,26	8,00
SOBRAL I	53.473	8,60	10,00	2,95	7,00
SOBRAL IV	13.138	31,78	10,00	13,05	7,00
SOBRAL V	27.998	14,59	10,00	6,80	7,00
SOLONÓPOLIS	17.662	29,23	11,00	10,28	8,00
TAUÁ	28.966	17,96	11,00	6,63	8,00
TAUAPE	45.134	4,70	6,00	2,27	5,00
TIANGUÁ	36.803	27,89	10,00	10,11	8,00
TOMÉ	11.853	12,05	10,00	4,94	8,00
TRAIRI	20.410	40,00	11,00	12,12	8,00
UMARITUBA	11.610	13,61	11,00	4,95	8,00
UMIRIM	18.736	32,16	11,00	9,32	8,00
VARJOTA	18.014	4,13	6,00	2,98	5,00
VÁRZEA ALEGRE	19.964	24,66	10,00	6,71	8,00
VIÇOSA DO CEARÁ	18.846	36,02	11,00	11,13	8,00

Fonte: ANEEL(2020)