

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

VICTOR IGOR MAIA DA SILVA

O Processo de Definição dos Limites de Continuidade do Fornecimento de Energia Elétrica de uma Distribuidora de Energia e os Impactos Econômicos e Sociais.

Trabalho de Conclusão de Curso

Natal - RN
Maio de 2024

VICTOR IGOR MAIA DA SILVA

O Processo de Definição dos Limites de Continuidade do Fornecimento de Energia Elétrica de uma Distribuidora de Energia e os Impactos Econômicos e Sociais.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Arrhenius Vinicius da Costa Oliveira

Natal - RN
Maio de 2024

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Silva, Victor Igor Maia da.

O Processo de definição dos limites de continuidade do fornecimento de energia elétrica de uma distribuidora de energia e os impactos econômicos e sociais / Victor Igor Maia da Silva. - 2024.

63f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Bacharelado em Engenharia Elétrica, Natal, 2024.

Orientação: Dr. Arrhenius Vinicius da Costa Oliveira.

1. Distribuição de energia Elétrica - Monografia. 2. Indicadores de Continuidade - Monografia. 3. DEC - Monografia. 4. FEC - Monografia. 5. Desempenho. I. Oliveira, Arrhenius Vinicius da Costa. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 621.3

O Processo de Definição dos Limites de Continuidade do Fornecimento de Energia Elétrica de uma Distribuidora de Energia e os Impactos Econômicos e Sociais.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em 30 de maio de 2024.

Prof. Dr. Arrhenius Vinicius da Costa Oliveira
Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte
Presidente da Banca Examinadora

Profa. Dra. Crisluci Karina Souza Santos Cândido
Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte
Examinador(a)

Prof. Dr. Max Chianca Pimentel Filho
Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte
Examinador(a)

Natal/RN

2024

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha mãe, Jarleide, ao meu pai, Eduardo, por me ensinarem o caminho a ser seguido e por sonharem comigo os meus sonhos.

Que esta conquista seja também de vocês, pois cada passo dado foi sustentado pelo amor e apoio incondicional recebido ao longo de todos esses anos.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, cuja orientação e força foram a luz que iluminou cada passo deste caminho.

À minha amada família, em especial aos meus pais, Jarleide e Eduardo, aos meus irmãos, Sânzia e Johnnathan, que estiveram ao meu lado em cada desafio, incentivando-me e dando-me amor incondicional.

Aos meus amigos, Érik e Arnaldo, que compartilharam comigo esta trajetória diariamente. Seu apoio e irmandade foram essenciais para esta conquista.

A todos os meus colegas de faculdade, que compartilharam comigo desafios acadêmicos, noites mal dormidas e momentos de aprendizado, em especial a todos os membros da Lumus Engenharia, vocês foram fundamentais no meu desenvolvimento pessoal e profissional, além de alívio nos momentos difíceis.

Aos meus colegas de trabalho, em especial ao Dimitri, ao Dilan e à Indira, que foram fonte de inspiração e aprendizado durante o período de estágio, contribuindo para o desenvolvimento do tema deste trabalho. Obrigado pela confiança a mim depositada e por todo o apoio e conhecimento transmitido.

Por fim, agradeço aos professores e a todos que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

Resumo

Os parâmetros que estabelecem a continuidade no fornecimento de energia elétrica, a saber, a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC) e a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC), são definidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com o propósito de avaliar o desempenho das distribuidoras de energia no que diz respeito à qualidade e continuidade da energia elétrica fornecida aos consumidores.

O objetivo desse processo é assegurar que as distribuidoras realizem investimentos direcionados para melhorar constantemente os serviços prestados aos consumidores. A definição desses parâmetros envolve a participação ativa da sociedade, permitindo que a população e as distribuidoras de energia contribuam por meio de mecanismos como Tomadas de Subsídios, Audiências Públicas e Consultas Públicas conduzidas pela ANEEL. Este trabalho tem como finalidade apresentar a metodologia empregada pela ANEEL na definição e na monitorização dos resultados alcançados com base nos critérios previamente estabelecidos.

Palavras-chave: Distribuição de energia Elétrica; Indicadores de Continuidade; DEC; FEC; Desempenho.

Abstract

The parameters that establish continuity in the supply of electricity, namely the Equivalent Frequency of Interruption per Consumer Unit (FEC) and the Equivalent Duration of Interruption per Consumer Unit (DEC), are defined by the National Electric Energy Agency (ANEEL) with the purpose of evaluating the performance of energy distributors regarding the quality and continuity of the electricity supplied to consumers.

The aim of this process is to ensure that distributors make targeted investments to continuously improve the services provided to consumers. The definition of these parameters involves active participation from society, allowing the population and energy distributors to contribute through mechanisms such as Subsidy Hearings, Public Hearings, and Public Consultations conducted by ANEEL. This paper aims to present the methodology employed by ANEEL in defining and monitoring the results achieved based on previously established criteria.

Keywords: Electric Power Distribution; Continuity Indicators; DEC; FEC; Performance.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Visão geral do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia.	18
Figura 2 – Rede elétrica aérea convencional.	20
Figura 3 – Espaçador losangular para rede compacta protegida (spacer).	20
Figura 4 – Rede multiplexada de Média Tensão.	21
Figura 5 – Rede de distribuição subterrânea.	22
Figura 6 – Subestação de distribuição da Celesc Distribuição S.A.	23
Figura 7 – Conjuntos da Neoenergia Cosern.	28
Figura 8 – Estratificação das interrupções de longa duração.	32
Figura 9 – Ranking de Desempenho Global de Continuidade - ANEEL.	33
Figura 10 – Atributos selecionados para a metodologia comparativa para DEC e FEC.	35
Figura 11 – Correlações de Pearson e Spearman.	36
Figura 12 – Critérios para a definição de uma ASRO potencial.	46
Figura 13 – Critérios para a definição de uma ASRO efetiva.	47
Figura 14 – Mapa de incidência de descargas atmosféricas no Brasil (2018-2019).	51
Figura 15 – Mapa de precipitação pluviométrica no Brasil (2018-2019).	52

Lista de tabelas

Tabela 1 – Média e desvio padrão dos atributos de todos os conjuntos do país.	39
Tabela 2 – Atributos normalizados para o conjunto Natal.	40
Tabela 3 – Distância euclidiana e heterogeneidade em relação ao conjunto Natal.	40
Tabela 4 – Limites para o indicador DEC do conjunto Natal (2024-2028).	41
Tabela 5 – Variação nos percentis a serem utilizados para conjuntos heterogêneos.	43
Tabela 6 – Percentis propostos para os conjuntos com ASRO efetiva.	48
Tabela 7 – Limites para unidade consumidora em área urbana com tensão < 2,3 kV.	54

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANI	Atributo Normalizado Individual
ASRO	Áreas com Severas Restrições à Operação
AT	Alta Tensão
BDGD	Base de Dados Geográfica da Distribuidora
BT	Baixa Tensão
CHI	Consumidor Hora Interrompido
CNT	Conselho Nacional de Trânsito
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DGC	Desempenho Global de Continuidade
DIC	Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão
DM	Duração Média
ERAC	Esquema Regional de Alívio de Carga
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FIC	Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
ISE	Interrupção em Situação de Emergência
MT	Média Tensão
NUC	Número total de Unidades Consumidoras
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PNIE	Percentual do número de ocorrências emergenciais com interrupção de energia

PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
PRORET	Procedimentos de Regulação Tarifária
REN	Resolução Normativa
SE	Subestação
SED	Subestação de Distribuição
SIN	Sistema Interligado Nacional
TMAE	Tempo Médio de Atendimento a Emergências
TMD	Tempo Médio de Deslocamento
TME	Tempo Médio de Execução
TMP	Tempo Médio de Preparação
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UC	Unidade Consumidora
V	Volt
kV	Quilovolt
kW	Quilowatt

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	Estrutura do trabalho	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	O setor elétrico brasileiro	18
2.2	O sistema de distribuição	19
2.2.1	Redes de distribuição	19
2.2.1.1	Rede de distribuição aérea	19
2.2.1.2	Rede de distribuição subterrânea	21
2.2.2	Subestação (SE)	22
2.3	Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000/2021	23
2.4	Resolução Normativa ANEEL Nº 956/2021	23
2.5	Unidade consumidora	24
2.6	Grupos tarifários	24
2.7	Tensão de conexão	25
3	INDICADORES DE CONTINUIDADE DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	26
3.1	Conjunto de unidades consumidoras	27
3.1.1	Regras para formação dos conjuntos	28
3.1.2	Apuração dos indicadores de continuidade	29
3.1.2.1	Indicadores globais de continuidade	32
4	METODOLOGIA DE DEFINIÇÃO DOS LIMITES DE CONTINUIDADE	34
4.1	Descrição da metodologia de análise comparativa de desempenho	34
4.1.1	Seleção dos atributos a serem utilizados pela metodologia	35
4.1.2	Extração dos atributos para os conjuntos de unidades consumidoras	36
4.1.3	Aplicação do método dinâmico para definição dos conjuntos semelhantes	36
4.1.3.1	Exemplificação da metodologia	39
4.1.4	Avaliação dos conjuntos heterogêneos	42
4.1.5	Avaliação das trajetórias de redução intensas	44
4.1.6	Análise das contribuições da sociedade quanto aos limites	44
5	METODOLOGIAS DE FLEXIBILIZAÇÃO	45

5.1	Áreas com Severas Restrições à Operação (ASRO)	45
5.2	Furto de cabos	48
5.3	Infraestrutura das rodovias e dificuldades de locomoção	49
5.4	Análise comparativa entre os atributos de cada conjunto do <i>Cluster</i> e o TMD.	49
5.5	Análise comparativa entre os Indicadores climáticos	50
5.6	Retirada da trava V0	52
5.7	Estabelecimento de limites mínimos	52
6	IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS	54
6.1	Impacto dos indicadores globais no DIC e FIC	54
6.2	Impacto no Fator X	56
6.3	Abertura do mercado de energia	58
7	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Diante de um cenário em que a economia do Brasil era sistematicamente agrária, ao final do século XVIII, não se observava no país a necessidade de utilização da eletricidade como principal fonte de energia. A “indústria” estava atrelada à fabricação de açúcar e à mineração. A partir de meados do século XIX, o café passou a se tornar a principal fonte de renda do país, tendo como principais polos de produção a província do Rio de Janeiro e de São Paulo. A crescente demanda e valorização do produto no mercado externo serviram de estímulo para a modernização do país, impulsionando o setor urbano da economia e o uso da eletricidade.

Inicialmente, o uso da eletricidade estava associado à iluminação e ao transporte público. No entanto, como o aumento da demanda na passagem do século XIX para o século XX, observou-se a necessidade de regulamentação do serviço de geração, transformação e distribuição de energia elétrica pelo estado. Fica então, a partir da Promulgação do Código de Águas, em 1934, atribuída à União a competência de legislar e outorgar concessões de serviços públicos de eletricidade, bem como a obrigação de fiscalizar o serviço prestado por todas as empresas do setor.

Posteriormente, em meados da década de 90, as empresas de serviços públicos, antes estatais, passaram por um processo de desestatização, garantindo um novo padrão de concorrência no setor. Este novo padrão visava a modernização e expansão do sistema de distribuição de energia elétrica.

Ainda nesse período, surge a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), passando a ser o órgão responsável por regular e fiscalizar o setor elétrico no Brasil, conforme o que está estabelecido na legislação brasileira. No geral, a criação da ANEEL representou um marco importante na modernização e no desenvolvimento do setor elétrico brasileiro, ao estabelecer uma regulação eficaz e transparente, visando garantir o fornecimento seguro, confiável e acessível de energia elétrica para todos os brasileiros, atribuindo novos padrões de qualidade de serviços e produtos para as distribuidoras.

Embora a criação da ANEEL tenha ocorrido em 1996, o desenvolvimento e a evolução dos indicadores de qualidade do fornecimento de energia elétrica têm sido um processo contínuo, com revisões e atualizações periódicas para garantir a adequação aos avanços tecnológicos, mudanças nas demandas dos consumidores e melhorias na eficiência e confiabilidade do sistema elétrico.

Neste cenário, surgem diversos indicadores, tais como:

- **Frequência e Duração de Interrupções de Energia:** Esses indicadores medem a frequência e a duração das interrupções no fornecimento de energia elétrica. Eles incluem a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC) e a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC);

- **Tensão Elétrica:** A qualidade da tensão elétrica fornecida aos consumidores também é um indicador importante. Variações excessivas na tensão elétrica podem afetar o funcionamento de equipamentos e dispositivos elétricos;
- **Fator de Potência:** O fator de potência é um indicador da eficiência no uso da energia elétrica. Ele mede a relação entre a energia ativa (utilizada para realizar trabalho) e a energia reativa (não utilizada para realizar trabalho), refletindo a eficiência do sistema elétrico;
- **Tempo de Atendimento:** este indicador mede o tempo que uma concessionária leva para atender às solicitações dos consumidores, como instalações de novos pontos de energia, alterações de contrato ou reparos em casos de falhas no fornecimento;
- **Qualidade do Atendimento ao Cliente:** A qualidade do atendimento ao cliente, incluindo a rapidez e eficácia no tratamento de reclamações e solicitações dos consumidores, também é um indicador importante de qualidade do fornecimento de energia elétrica;
- **Investimentos em Infraestrutura:** Os investimentos realizados pelas concessionárias em infraestrutura e modernização da rede elétrica também são indicadores importantes de qualidade do serviço, pois contribuem para a melhoria da confiabilidade e eficiência do sistema elétrico.

Visando o processo de melhoria contínua do serviço de prestação do fornecimento de energia elétrica no Brasil, os contratos de concessão passaram a definir métodos operativos que garantam níveis de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na prestação dos serviços e a modicidade das tarifas (CONTRATO DE CONCESSÃO DE DISTRIBUIÇÃO N.º 08/97 - ANEEL).

De acordo com Belisário; Bahiense e Oliveira (2003), a prestação do serviço de uma distribuidora de energia pode ser avaliada com base na continuidade do fornecimento, na qualidade do atendimento ao usuário e na qualidade do produto de energia elétrica, implicando assim na necessidade de criação de indicadores capazes de mensurar o serviço prestado pelas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica.

1.1 Justificativa

A energia elétrica é, atualmente, indispensável ao bem-estar e qualidade de vida da população, além de ser essencial para o desenvolvimento econômico de um país. Neste cenário, é de fundamental importância que os órgãos reguladores do setor elétrico brasileiro tracem metas de melhoria contínua na qualidade do fornecimento de energia elétrica à população.

A má qualidade no fornecimento de energia elétrica pela distribuidora de energia pode implicar em danos e prejuízos significativos à sociedade, desde danos materiais a lucros cessantes.

Desta forma, o presente estudo visa abordar, principalmente, sobre os indicadores relacionados à continuidade do fornecimento de energia (DEC e FEC), a metodologia de definição dos limites estabelecidos pela ANEEL, a importância da redução dos limites no âmbito social e ao impacto econômico para as distribuidoras de energia.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho visa apresentar a metodologia de definição dos limites de continuidade do fornecimento de energia elétrica, a saber DEC e FEC, de uma distribuidora de energia elétrica. Será apresentado também as metodologias e ferramentas criadas pelas distribuições para flexibilização dos limites iniciais estabelecidos com base nas especificidades da área de concessão.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar as regulamentações do setor elétrico brasileiro;
- Apresentar os principais conceitos a serem abordados;
- Descrever a metodologia criada pela ANEEL para definição dos limites de continuidade das distribuidoras de energia;
- Descrever os métodos de flexibilização dos limites de continuidade;
- Apresentar as características da área de concessão de uma distribuidora;
- Analisar os dados de continuidade do fornecimento das distribuidoras de energia;
- Analisar as propostas de contribuição para a definição dos limites de continuidade de diversas distribuidoras do Brasil;
- Mostrar o impacto dos limites estabelecidos pela ANEEL para as distribuidoras e para a sociedade;
- Analisar as novas metodologias propostas pelas distribuidoras com base nas informações disponíveis dos últimos anos.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado nos seguintes capítulos:

- Capítulo 1: Contextualização e proposição do tema a ser trabalhado;
- Capítulo 2: Apresentação de conceitos sobre a distribuição de energia e a regulamentação do setor elétrico;
- Capítulo 3: Indicadores de continuidade do fornecimento de energia elétrica;
- Capítulo 4: Metodologia de definição dos limites de continuidade;
- Capítulo 5: Propostas de flexibilização dos limites e de aprimoramento da metodologia;
- Capítulo 6: Impactos econômicos e sociais atrelados aos limites de continuidade;
- Capítulo 7: Conclusão do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo deste capítulo é fornecer uma base sólida e consistente em relação ao setor elétrico brasileiro e aos conceitos abordados ao longo do trabalho.

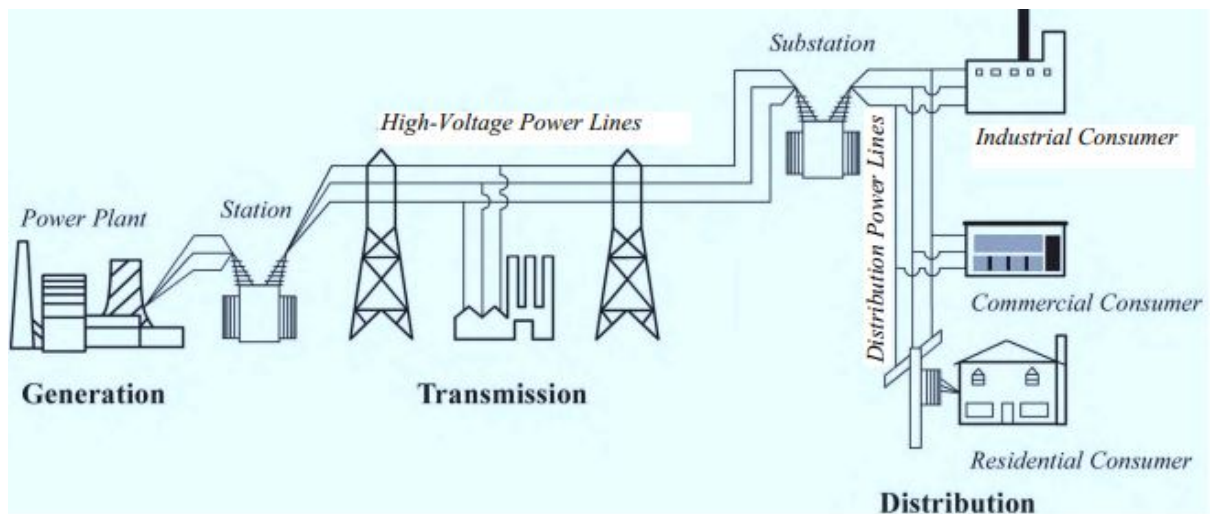
2.1 O setor elétrico brasileiro

O setor elétrico brasileiro é responsável por toda a cadeia produtiva que envolve a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, sendo um dos setores mais complexos e estratégicos do país.

A geração de energia elétrica no Brasil é diversificada, contando com uma variedade de fontes energéticas, incluindo hidrelétricas, termelétricas, eólicas, solares e nucleares.

Após a geração, a energia elétrica é transmitida por meio de uma extensa rede de transmissão de alta tensão até os centros de consumo, onde é distribuída para os consumidores finais por meio das redes de distribuição das concessionárias de energia elétrica. O processo da geração da energia elétrica até o consumidor final pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Visão geral do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia.



Fonte: BLUME (2007).

A regulação do setor elétrico brasileiro é realizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), cuja responsabilidade é estabelecer as diretrizes e normas que regem o funcionamento do setor, além de fiscalizar as atividades das empresas concessionárias e autorizadas.

2.2 O sistema de distribuição

O sistema de distribuição de energia elétrica é responsável por levar a energia elétrica até o consumidor final. Para isso, o sistema conta com uma rede complexa de conexões e equipamentos que visam garantir a confiabilidade, eficiência, qualidade e proteção dos sistemas.

2.2.1 Redes de distribuição

As redes de distribuição de energia elétrica podem ser classificadas em 3 tipos: alta, média e baixa tensão. Com base na potência a ser fornecida ao consumidor final, pode-se dividir ainda em:

- Alimentadores primários - redes de distribuição de média tensão responsáveis por fornecer energia aos consumidores que demandam uma maior capacidade do sistema elétrico e suprir os transformadores de distribuição responsáveis pela conversão do fornecimento em Média Tensão (MT) em Baixa Tensão (BT);
- Alimentadores secundários - redes de distribuição de baixa tensão responsáveis por atender aos consumidores residenciais e demais instalações com menor demanda do sistema elétrico de potência. Estes alimentadores são originados nos transformadores de distribuição (BT).

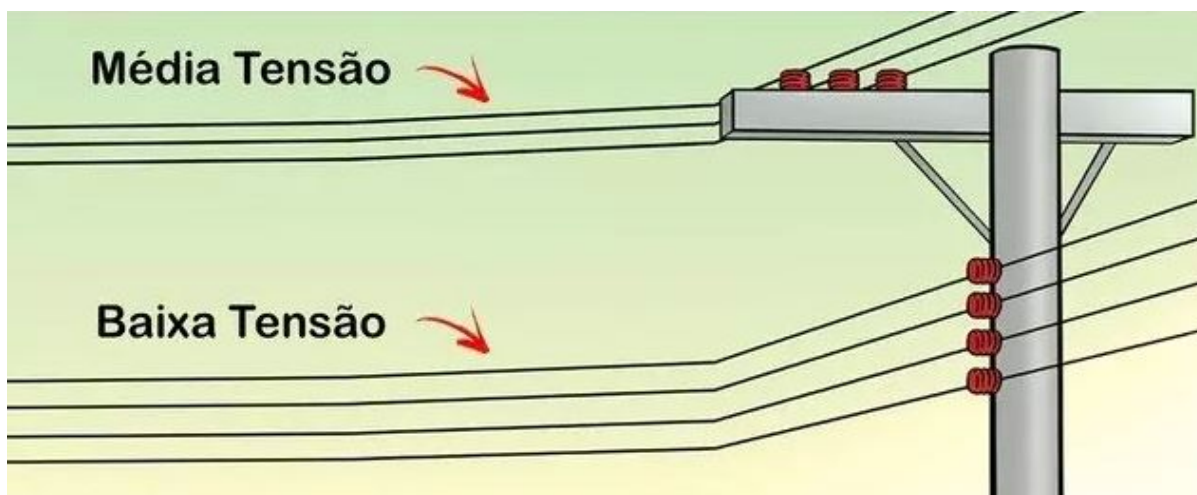
2.2.1.1 Rede de distribuição aérea

A rede de distribuição elétrica aérea é diversificada e pode ser adaptada conforme as necessidades específicas de cada região. Dentro desse contexto, destacam-se três principais padrões de construção: a rede aérea convencional, a rede aérea compacta protegida e a rede aérea multiplexada.

Segundo Sardeto (1999), a rede convencional é caracterizada por condutores nus, apoiados sobre isoladores de vidro ou porcelana, fixados horizontalmente sobre cruzetas, nos circuitos de média tensão e, verticalmente, nos de baixa tensão, conforme demonstrado na Figura 2.

Essa rede elétrica fica sujeita às condições do ambiente, ficando suscetível a acidentes com veículos, queda de árvores, enchentes, descargas atmosféricas, entre outros fatores, o que a torna propensa a falhas frequentes. Além disso, para evitar problemas, muitas vezes é necessário realizar podas significativas nas árvores, visto que um leve contato entre os cabos e os galhos pode resultar em desligamentos parciais ou totais da rede.

Figura 2 – Rede elétrica aérea convencional.



Fonte: Mattede, H. Redes de energia elétrica, tipos e características.

As redes aéreas convencionais apresentam um menor custo de instalação, no entanto, exigem um custo mais elevado com manutenção após instaladas.

Já a rede compacta protegida, também conhecida como rede *Spacer*, é definida pela Celesc Distribuição S.A, em uma de suas Instruções Normativas, como uma rede de distribuição aérea composta por cabos cobertos, que além do elemento condutor em alumínio, também possui uma cobertura polimérica que protege o condutor quanto a toques eventuais. Neste tipo de rede, os cabos protegidos são apoiados em espaçadores losangulares sustentados por um cabo mensageiro, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Espaçador losangular para Rede Compacta (Spacer).



Fonte: I-313.0021 - Critérios para utilização de redes de distribuição (Celesc).

A distribuidora destaca que este tipo de rede é apropriado para regiões arborizadas sujeitas a toques eventuais de vegetação ou animais, causando curto-circuito e consequente atuação das proteções elétricas.

As redes aéreas protegidas não são recomendadas em ambientes agressivos, como regiões costeiras com alto grau de salinidade ou regiões industriais com alto grau de

poluição corrosiva, pois os acessórios poliméricos não são adequados para suportar a agressividade do ambiente.

A rede aérea multiplexada, no que lhe concerne, consiste em uma rede isolada constituída por cabos multiplexados autossustentados fixados em postes. Os cabos são compostos por três condutores, isolados e blindados, ao redor de um cabo mensageiro de liga de alumínio que serve como sustentação.

A rede multiplexada apresenta um custo mais elevado para a instalação e é ideal para regiões arborizadas, pois são imunes a contatos de vegetação ou animais, mesmo que permanentes. Devido a isso, há um menor custo operacional com a realização de podas. A rede multiplexada pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 – Rede multiplexada de Média Tensão.



Fonte: I-313.0021 - Critérios para utilização de redes de distribuição (Celesc).

2.2.1.2 Rede de distribuição subterrânea

As redes de distribuição subterrâneas, diferentemente das redes aéreas, não ficam expostas, reduzindo significativamente as falhas do sistema. Embora a rede subterrânea de distribuição seja mais complexa e apresente um maior custo de instalação, segundo Boccuzzi et al. (1997), esta rede também apresenta uma série de benefícios, tais como:

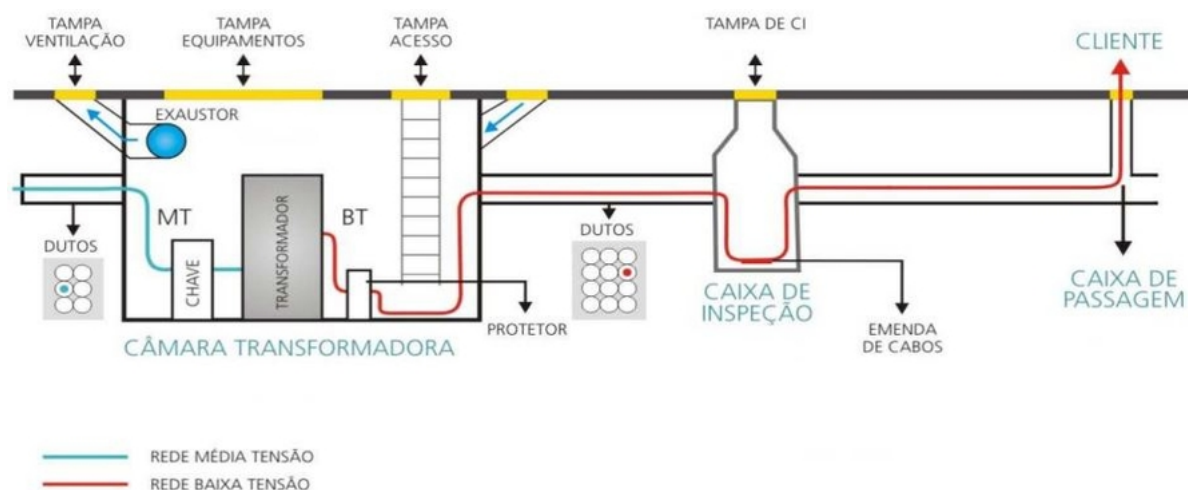
- a) Redução significativa das interrupções pela diminuição da exposição dos circuitos aos agentes externos, incrementando, assim, a confiabilidade do serviço;
- b) Eliminação dos circuitos aéreos, o que melhora bastante a aparência do sistema e, principalmente, ajuda a preservar as árvores, contribuindo, conseqüentemente, para o embelezamento das cidades e conservação do meio ambiente;

c) Aumento da segurança para a população, com a redução do risco de acidentes por ruptura de condutores e contatos acidentais;

d) Redução dos custos de manutenção, como podas de árvores e deslocamento de turmas de emergência.

A Figura 5 apresenta a estrutura de uma rede subterrânea de distribuição de energia.

Figura 5 – Rede de distribuição subterrânea.



Fonte: Relatório Rede de Distribuições, de 18 de abril de 2011, encomendado pela Light. Disponível em: http://www.cabum-ex.net.br/relatorio-distribuicao-Light_abril2011.pdf. Acesso em: Abr 2024.

2.2.2 Subestação (SE)

As subestações presentes no Sistema Elétrico de Potência (SEP) são responsáveis por seccionar linhas e/ou elevar/diminuir níveis de tensão. As subestações são compostas por equipamento de proteção, compensação e medição (MACHADO, 2022).

As subestações são de fundamental importância na distribuição de energia, pois além de permitir a transformação do nível de tensão, também servem para efetuar o controle, a proteção, as manobras e seccionamentos dos circuitos elétricos, garantindo um fornecimento de energia com maior qualidade e segurança.

Na Figura 6, é possível observar a subestação (SE) da Celesc Distribuição S.A, localizada no Litoral norte catarinense.

Figura 6 – Subestação de distribuição da Celesc Distribuição S.A.



Fonte: Agência de Notícias SECOM. Disponível em: <https://estado.sc.gov.br/noticias/celesc-inaugura-subestacao-em-barra-velha-que-beneficia-mais-de-40-mil-unidades-consumidoras/>. Acesso em: 20/05/2024.

2.3 Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000/2021

Esta Resolução Normativa estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica, nas quais estão dispostos os direitos e deveres do consumidor e demais usuários do serviço.

2.4 Resolução Normativa ANEEL Nº 956/2021

Conforme indicado pela ANEEL, esta Resolução Normativa estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – Prodist. Esses procedimentos normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e ao desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica. O Prodist é composto pelos seguintes módulos:

- Módulo 1 - Glossário de Termos Técnicos do Prodist;
- Módulo 2 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição;

- Módulo 3 - Conexão ao Sistema de Distribuição de Energia Elétrica;
- Módulo 4 - Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição;
- Módulo 5 - Sistemas de Medição e Procedimentos de Leitura;
- Módulo 6 - Informações Requeridas e Obrigações;
- Módulo 7 - Cálculo de Perdas na Distribuição;
- Módulo 8 - Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica;
- Módulo 9 - Ressarcimento de Danos Elétricos;
- Módulo 10 - Sistema de Informação Geográfica Regulatório;
- Módulo 11 - Fatura de Energia Elétrica e Informações Suplementares.

Para o desenvolvimento deste trabalho, será utilizado principalmente o módulo 8 do prodist. O módulo 8 do prodist estabelece os procedimentos relativos à qualidade do fornecimento de energia elétrica na distribuição, no que se refere à qualidade do produto, à qualidade do serviço e à qualidade comercial.

Na Seção 8.2 do módulo 8 do prodist, a ANEEL define os conjuntos de unidades consumidoras, estabelece as definições, os limites e os procedimentos relativos aos indicadores de continuidade e de atendimento às ocorrências emergenciais, além de estabelecer a metodologia para apuração dos indicadores de continuidade.

2.5 Unidade consumidora

Conforme o Artigo 2º da REN nº 1000/2021, uma Unidade Consumidora (UC) é um “conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores, acessórios e, no caso de conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, a subestação”.

2.6 Grupos tarifários

O objetivo da criação dos grupos tarifários é proporcionar que a tarifa paga pelos diversos tipos de consumidores seja a mais próxima possível do custo que esses consumidores imputam ao sistema de distribuição. Atualmente, os consumidores de energia elétrica são classificados em dois grupos:

- Grupo A: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão menor que 2,3 kV, e subdividido nos seguintes subgrupos: A1, A2, A3, A4, AS.

- Grupo B: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão menor que 2,3 kV e subdividido nos seguintes subgrupos: B1, B2, B3, B4.

Além da definição do grupo tarifário, a distribuidora deve classificar a unidade consumidora conforme a atividade comprovadamente exercida em uma das seguintes classes:

- Residencial;
- Industrial;
- Comércio;
- Serviços e outras atividades;
- Rural;
- Poder público;
- Iluminação pública;
- Serviço público; e
- Consumo próprio.

2.7 Tensão de conexão

A Resolução Normativa ANEEL nº 1000/2021 (REN 1000/2021) estipula, em seu artigo 23, que o grupo e o nível de tensão de conexão ao sistema elétrico para uma unidade consumidora deve observar os seguintes critérios:

- Grupo B, com tensão menor que 2,3 kV em rede aérea: se a carga e a potência de geração instalada na unidade consumidora forem iguais ou menores que 75 kW;
- Grupo B, com tensão menor que 2,3 kV em sistema subterrâneo: até o limite de potência instalada, conforme padrão de atendimento da distribuidora, observado o direito de opção para o subgrupo AS do Grupo A;
- Grupo A, com tensão maior ou igual a 2,3 kV e menor que 69 kV: se a carga ou a potência instalada de geração na unidade consumidora forem maiores que 75 kW e a maior demanda a ser contratada for menor ou igual a 2.500 kW; e
- Grupo A, com tensão maior ou igual a 69 kV: se a maior demanda a ser contratada for maior que 2.500 kW;

Ademais, a distribuidora deve informar em suas normas técnicas se a conexão ao sistema de distribuição será monofásica, bifásica ou trifásica, considerando, entre outros fatores, a carga ou a potência instalada e a rede de distribuição existente no local.

3 INDICADORES DE CONTINUIDADE DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Conforme descrito no módulo 8 do prodist, “por meio do controle das interrupções e da apuração dos indicadores de continuidade de serviço, as distribuidoras, os consumidores, as centrais geradoras e a ANEEL podem avaliar a qualidade do serviço prestado e o desempenho do sistema elétrico. Os indicadores de continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica são estabelecidos quanto à duração e frequência das interrupções.”

O indicadores de continuidade são apurados a partir das ocorrências emergenciais, expressando os valores vinculados aos conjuntos de unidades consumidoras.

A distribuidora deve avaliar o tempo de preparação da equipe após a ciência da ocorrência, visando medir a eficiência dos meios de comunicação e do dimensionamento das equipes. Deve avaliar também o tempo de deslocamento até a ocorrência, visando medir a eficácia da localização geográfica das equipes de manutenção e operação, permitindo a readequação de equipes e centros logísticos quando necessário.

Ademais, a distribuidora deve avaliar o tempo do restabelecimento do fornecimento de energia.

Para o atendimento às ocorrências emergenciais, as distribuidoras devem apurar os seguintes indicadores de forma mensal, correspondente aos meses civis do ano:

- Número de Ocorrências Emergenciais;
- Número de Ocorrências Emergenciais com Interrupção de Energia;
- Tempo Médio de Preparação – TMP;
- Tempo Médio de Deslocamento – TMD;
- Tempo Médio de Execução – TME;
- Tempo Médio de Atendimento a Emergências – TMAE (TMP + TMD + TME);
- Percentual do número de ocorrências emergenciais com interrupção de energia – PNIE.

Para cada uma das ocorrências registradas, a distribuidora deverá apurar no mínimo as seguintes informações, conforme Item 166 do módulo 8 do Prodlist:

- Número de ordem da ocorrência; data (dia, mês e ano) e horário (horas e minutos) do conhecimento da ocorrência;
- Identificação da forma do conhecimento da ocorrência (por meio de registro automático do sistema de supervisão da distribuidora ou por meio de informação, ou reclamação do usuário ou de terceiros);

- Data (dia, mês e ano) e horário (horas e minutos) da autorização para o deslocamento da equipe de atendimento de emergência;
- Data (dia, mês e ano) e horário (horas e minutos) da chegada da equipe de atendimento de emergência no local da ocorrência;
- Descrição da ocorrência: fato gerador, segundo o Anexo 8.C; coordenada geográfica do poste ou estrutura mais próxima do local da ocorrência, ou, quando não identificado o local, do dispositivo de proteção que operou;
- E data (dia, mês e ano) e horário (horas e minutos) do restabelecimento do atendimento.

Todas as informações citadas acima são utilizadas para a definição dos limites de continuidade dos conjuntos das distribuidoras no processo de revisão tarifária, que ocorre a cada 4 ou 5 anos, conforme calendário da ANEEL.

Neste processo, a ANEEL atribui os limites para os indicadores Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC) de cada um dos conjuntos previamente definidos.

O processo de apuração e definição destes limites será apresentado adiante.

3.1 Conjunto de unidades consumidoras

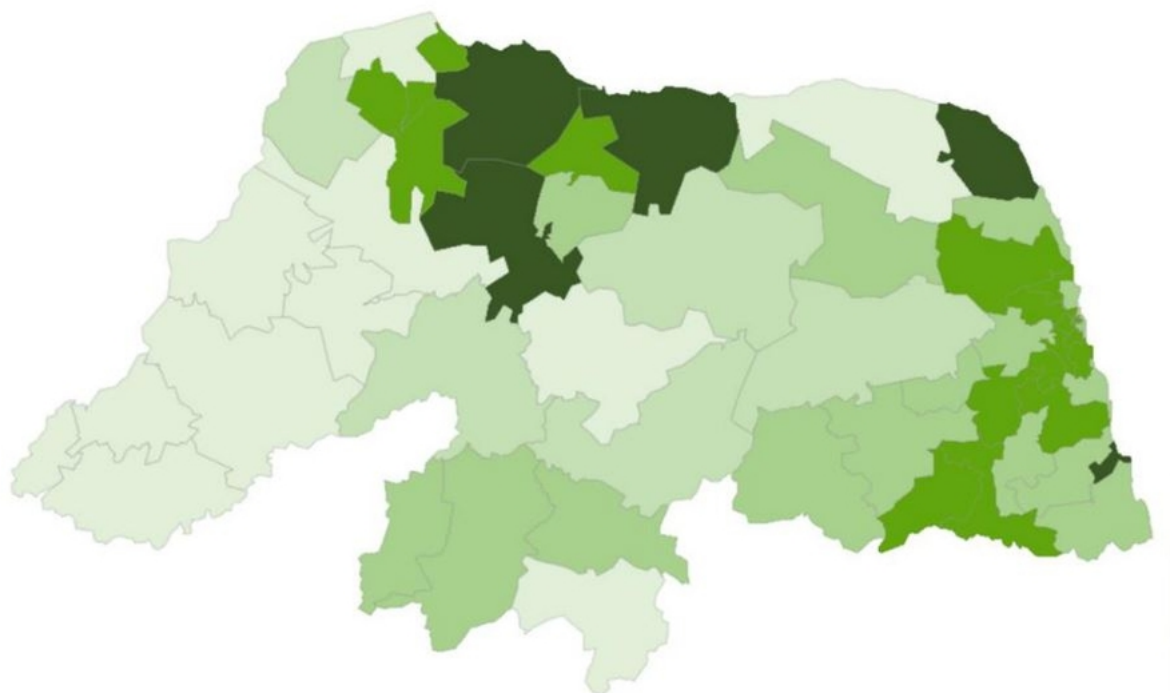
Conforme apresentado no módulo 1 do Prodist, um Conjunto de unidades consumidoras pode ser definido como um “agrupamento de unidades consumidoras, aprovado pela ANEEL e pertencente a uma mesma área de concessão ou permissão”.

A criação de conjuntos de unidades consumidoras busca facilitar a administração e o fornecimento de energia elétrica, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas, onde o número de pontos de consumo pode ser elevado. Agrupar essas unidades em conjuntos permite uma gestão mais eficiente do sistema elétrico, simplifica o processo de medição e faturamento e ajuda a melhorar a qualidade e confiabilidade do fornecimento de energia.

No processo de revisão tarifária das distribuidoras de energia, as distribuidoras podem reavaliar sua operação e sugerir a criação/dissolução de conjuntos, visando reduzir o tempo de atendimento às ocorrências emergenciais e os custos com a operação e as compensações por transgressões dos limites de continuidade estabelecidos pela ANEEL.

Na Figura 7, é possível observar os conjuntos inicialmente propostos pela ANEEL para o período de 2023-2028 da área de concessão da distribuidora de energia do estado do Rio Grande do Norte. A proposta inicial da ANEEL levou como base os 56 conjuntos definidos para o período de 2019-2022.

Figura 7 – Conjuntos de uma distribuidora de energia conforme proposta inicial da ANEEL para 2023-2028.



Fonte: Consulta Pública nº 003/2023.

3.1.1 Regras para formação dos conjuntos

O módulo 8 do Prodist, a partir da Seção 8.2 (Qualidade do serviço), estipula as regras para criação/dissolução de conjuntos.

Um conjunto de unidades consumidoras é definido a partir de uma Subestação de Distribuição (SED) e engloba toda a rede de distribuição à jusante da SED de propriedade da distribuidora.

Segue os critérios para criação/dissolução dos conjuntos de unidades consumidoras:

- A SED que possua número de unidades consumidoras igual ou inferior a 1.000 deve ser agregada a outras, formando um único conjunto;
- A SED com número de unidades consumidoras superior a 1.000 e igual ou inferior a 10.000 pode ser agregada a outras, formando um único conjunto;
- A agregação de SED deve obedecer ao critério de contiguidade das áreas ¹;
- É vedada a agregação de duas ou mais SED cujos números de unidades consumidoras sejam superiores a 10.000;

¹ Contiguidade das áreas: áreas que compartilham uma fronteira comum.

- Mediante aprovação da ANEEL, uma mesma SED pode formar diferentes conjuntos quando:
 - Atender áreas não contíguas;
 - Ou atender subestação MT/MT cuja característica de atendimento seja significativamente distinta da subestação supridora, desde que nenhum dos conjuntos resultantes possua número de unidades consumidoras igual ou inferior a 1.000, devendo a fronteira entre os conjuntos corresponder à entrada da subestação MT/MT.
- A SED com redes subterrâneas e aéreas pode ser dividida, mediante aprovação da ANEEL, devendo os conjuntos resultantes possuírem número de unidades consumidoras superior a 1.000;
- Para as redes MT da distribuidora que não possuam subestação com primário em AT, o conjunto deve ser composto pelas redes de MT de sua propriedade até o ponto de conexão com o agente supridor;
- Todas as unidades consumidoras e centrais geradoras atendidas em BT e MT devem estar classificadas no mesmo conjunto de unidades consumidoras da subestação que as atendam, quando da aprovação de conjuntos por meio de resolução específica;
- As unidades consumidoras e centrais geradoras ligadas após a aprovação dos conjuntos de unidades consumidoras devem ser classificadas segundo a área geográfica de abrangência dos conjuntos vigentes.

O Prodist define ainda, no item 151, que “a ANEEL, a qualquer momento, pode solicitar à distribuidora a revisão da configuração dos conjuntos de unidades consumidoras”.

No processo de definição dos limites de continuidade, os conjuntos são caracterizados por atributos, que serão abordados mais a frente, extraídos das Bases de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD), enviadas anualmente pelas distribuidoras, e de outras bases de dados disponíveis na ANEEL.

3.1.2 Apuração dos indicadores de continuidade

A apuração dos indicadores DEC e FEC está definida no módulo 8 do Prodist. Os indicadores coletivos, DEC e FEC, são obtidos a partir da quantificação dos indicadores individuais equivalentes, descritos a seguir:

- Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão – DIC.

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

- Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão – FIC.

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

Em que:

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

FIC – frequência de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expressa em número de interrupções;

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;

A partir da obtenção dos indicadores individuais, é possível realizar a apuração dos indicadores coletivos (DEC e FEC) a partir das equações (3.3) e (3.4):

- Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC).

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

- Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC).

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

Em que:

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

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

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

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

Na apuração dos indicadores de continuidade, a distribuidora devem considerar apenas as interrupções de longa duração, com duração maior ou igual a 3 minutos e que sejam de origem interna ao sistema de distribuição, seja ela programável ou não.

Além disso, a distribuidora deve expurgar dos cálculos as seguintes situações:

- Falha nas instalações da unidade consumidora ou da central geradora que não provoque interrupção em instalações de terceiros;
- Interrupção decorrente de obras de interesse exclusivo do consumidor ou da central geradora e que afete somente sua unidade consumidora;
- Interrupção em Situação de Emergência (ISE)²;
- Suspensão por inadimplemento do consumidor ou da central geradora;
- Suspensão por deficiência técnica ou de segurança das instalações da unidade consumidora, ou da central geradora que não provoque interrupção em instalações de terceiros;
- Interrupção vinculada à programa de racionamento instituído pela União;
- Interrupção ocorrida em Dia Crítico, dia em que a quantidade de ocorrências emergenciais, excluídas as classificadas como ISE, em um determinado conjunto de unidades consumidoras, superar a média acrescida de três desvios padrões dos valores diários;
- Interrupção oriunda de atuação de Esquema Regional de Alívio de Carga (ERAC), estabelecido pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS);
- e interrupção de origem externa ao sistema de distribuição, ocasionada, por exemplo, no sistema de transmissão, responsabilidade da transmissora de energia.

A Figura 8, obtida a partir do módulo 8 do Prodist, apresenta na cor cinza as interrupções que não compõem os indicadores DEC e FEC a serem comparados com os limites estabelecidos.

² Interrupção em Situação de Emergência (ISE): interrupção originada no sistema de distribuição, resultante de Evento que comprovadamente impossibilite a atuação imediata da distribuidora e que não tenha sido por ela provocada ou agravada e que seja:

- a) decorrente de Evento associado a Decreto de Declaração de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública emitido por órgão competente; ou
- b) decorrente de Evento cuja soma do CHI das interrupções ocorridas no sistema de distribuição seja superior ao CHIlímite da distribuidora.

Figura 8 – Estratificação das interrupções de longa duração.

		Origem da Interrupção		
		Externa		Interna
Prescisibilidade	Programada	Externa ao sistema de distribuição	Ocorrida em Dia Crítico	Origem interna ao sistema de distribuição e programada, não ocorrida em Dia Crítico
	Não Programada	Externa ao sistema de distribuição	Ocorrida em Dia Crítico	Origem interna ao sistema de distribuição, não programada e não expurgável
			Vinculada à programa de racionamento e/ou oriunda de atuação do ERAC	

Fonte: Adaptado de ANEEL (2022).

A obtenção dos indicadores de continuidade permite às distribuidoras direcionar investimentos para áreas com maiores problemas de falta de energia, visando constantemente melhorar o serviço prestado à comunidade.

3.1.2.1 Indicadores globais de continuidade

A partir dos indicadores coletivos de continuidade, a distribuidora pode obter os indicadores globais de continuidade. Conforme descrito no item 201 do módulo 8 do Prodist, os indicadores globais se referem a um agrupamento de conjuntos de unidades consumidoras, capaz de representar valores apurados ou limites de quaisquer parcelas de DEC e FEC, seja para a distribuidora, o município, o estado, a região ou o Brasil.

A agregação temporal dos indicadores coletivos para cada um dos conjuntos da distribuidora, para períodos mais amplos, como o trimestral ou o anual, pode ser obtida a partir das equações (3.5), (3.6) e (3.7):

- Agregação temporal do DEC:

$$DEC_k = \frac{\sum_{n=1}^k (DEC_n \times NUC_n)}{NUC_k} \quad (3.5)$$

- Agregação temporal do FEC:

$$FEC_k = \frac{\sum_{n=1}^k (FEC_n \times NUC_n)}{NUC_k} \quad (3.6)$$

- Agregação do Número de Unidades Consumidoras - NUC:

$$NUC_k = \frac{\sum_{n=1}^k NUC_n}{k} \quad (3.7)$$

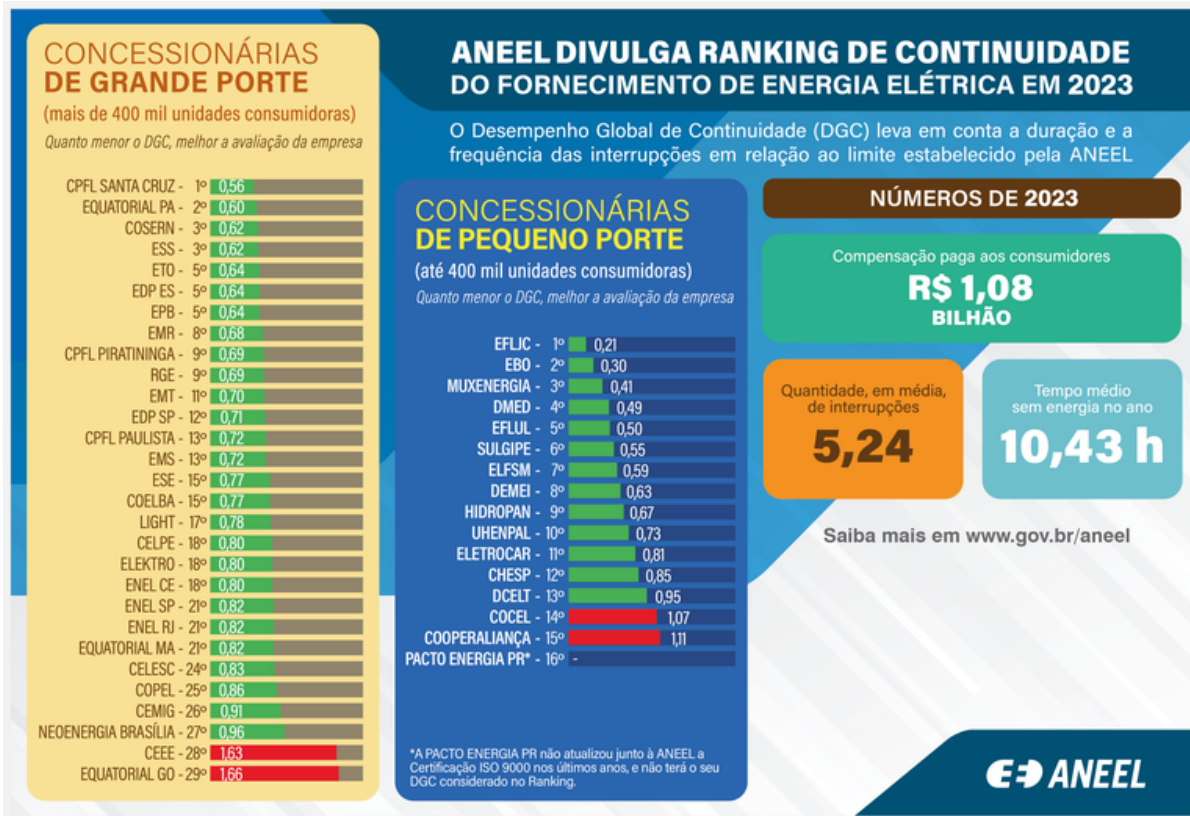
Para exemplificar a utilização dos indicadores globais, anualmente a ANEEL divulga em seu site o *ranking* de continuidade do fornecimento das distribuidoras de energia, considerando o indicador de Desempenho Global de Continuidade (DGC), que tem periodicidade anual e é obtido a partir da comparação dos valores apurados de DEC e FEC das concessionárias em relação aos limites estabelecidos pela ANEEL para esses indicadores. O desempenho das distribuidoras é obtido a partir da equação (3.8):

$$DGC = \frac{\frac{DEC\ Global_{apurado}}{DEC\ Global_{limite}} + \frac{FEC\ Global_{apurado}}{FEC\ Global_{limite}}}{2} \tag{3.8}$$

Valores do DGC inferiores a 1 indicam que a distribuidora performou abaixo dos seus limites regulatórios. Dessa forma, quanto menor o valor, melhor colocada a distribuidora estará no *ranking* de continuidade.

O *ranking* referente ao ano de 2023 pode ser observado na Figura 9. O objetivo do *ranking* de continuidade é estimular as concessionárias de energia a buscarem a melhoria contínua na prestação dos seus serviços. Para uma melhor comparação, a ANEEL agrupa as distribuidoras conforme o porte.

Figura 9 – Ranking de Desempenho Global de Continuidade - ANEEL.



Fonte: ANEEL (2024).

4 METODOLOGIA DE DEFINIÇÃO DOS LIMITES DE CONTINUIDADE

Os limites anuais dos indicadores de continuidade coletivos DEC e FEC são estabelecidos pela ANEEL a partir da Base de Dados Geográfica da Distribuidora - BDGD, por meio da qual serão extraído os atributos físico-elétricos dos conjuntos de consumidores.

Para definição dos limites, a ANEEL estipula o seguinte procedimento:

- Seleção dos atributos relevantes para aplicação de análise comparativa;
- Aplicação de análise comparativa, com base nos atributos selecionados;
- Cálculo dos limites para os indicadores DEC e FEC dos conjuntos de unidades consumidoras, conforme o desempenho dos conjuntos semelhantes; e
- Análise dos resultados e eventuais ajustes por parte da ANEEL.

A definição desses limites considera diversos fatores, tais como o sistema elétrico de distribuição, as condições climáticas, as demandas dos consumidores e demais especificidades da área de concessão.

Havendo a formação de novo conjunto, os novos limites deverão ser obtidos a partir do histórico dos conjuntos que deram origem à nova formação.

Após análise inicial, a ANEEL apresenta os estudos realizados por meio da publicação de uma nota técnica, permitindo que a distribuidora e a sociedade contribuam para a definição dos limites de continuidade. As contribuições são realizadas por meio de consultas públicas e visam coletar insumos para o aprimoramento da metodologia e dos resultados obtidos, garantindo a transparência, a participação democrática e a legitimidade das decisões tomadas pela agência na elaboração final da regulamentação.

Após publicação final da regulamentação, que deve propiciar melhoria dos limites anuais globais, as concessionárias de energia elétrica são obrigadas a cumprir os limites de DEC e FEC estabelecidos, estando sujeitas a fiscalizações e penalidades no caso de descumprimento regulatório, conforme previsto no contrato de concessão e na Resolução Normativa nº 846, de 11 de junho de 2019.

4.1 Descrição da metodologia de análise comparativa de desempenho

Para obtenção dos limites de continuidade, a ANEEL utiliza uma metodologia de comparação entre os conjuntos de todas as distribuidoras do País. O objetivo principal é identificar os conjuntos semelhantes para a aplicação de limites mais justos.

A ANEEL divide a metodologia de definição dos limites em 6 etapas, conforme observado no anexo II da Nota Técnica nº 0088/2022-SRD/ANEEL e apresentadas a seguir.

4.1.1 Seleção dos atributos a serem utilizados pela metodologia

Para definir os atributos a serem utilizados na metodologia de definição dos limites de continuidade, a ANEEL utilizou o procedimento estatístico de regressão *stepwise*. O procedimento consiste em selecionar as melhores variáveis preditoras para um modelo, de forma iterativa, adicionando ou removendo variáveis com base na melhoria do desempenho do modelo.

A cada adição de uma nova variável ao modelo, verifica-se a importância estatística de cada coeficiente. Em algumas instâncias, a inclusão de uma nova variável pode resultar na perda de significância de uma variável anteriormente incluída, levando à sua remoção do modelo. A ANEEL destaca, na Nota Técnica nº 102/2014 - SRD/ANEEL, obtida a partir da Audiência Pública nº 29/2014, referente à revisão da metodologia de definição dos limites, que devido o tamanho da análise, apenas variáveis com nível de significância de 1% foram consideradas para inclusão ou exclusão do modelo.

Foram extraídos de todas as distribuidoras do país 146 atributos, dos quais 69 foram utilizados na regressão. Após a análise, foram selecionados os atributos mostrados na Figura 10.

Figura 10 – Atributos selecionados para a metodologia comparativa para DEC e FEC.

DEC		FEC	
Sigla	Atributo	Sigla	Atributo
*PC_NUC_AD	PERCENTUAL DE NUC EM ÁREAS DE ALTA DENSIDADE (%)	PC_VRAM	PERCENTUAL DE ÁREA COM VEGETAÇÃO REMANESCENTE ALTA OU MÉDIA (%)
PC_VRAM	PERCENTUAL DE ÁREA COM VEGETAÇÃO REMANESCENTE ALTA OU MÉDIA (%)	PLUV	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA ANUAL (mm)
PC_ERMT_3F	PERCENTUAL DE REDES MT TRIFÁSICAS (%)	*PC_NUC_AD	PERCENTUAL DE NUC EM ÁREAS DE ALTA DENSIDADE (%)
PLUV	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA ANUAL (mm)	NUC_COM	NUC DA CLASSE COMERCIAL
CM_NUC_RES	CONSUMO MÉDIO POR UC DA CLASSE RESIDENCIAL (MWh)	CM_NUC_RES	CONSUMO MÉDIO POR UC DA CLASSE RESIDENCIAL (MWh)
NUC_IND	NUC DA CLASSE INDUSTRIAL	PC_ERMT_3F	PERCENTUAL DE REDES MT TRIFÁSICAS (%)

* Para a definição de área de alta densidade, são construídas quadrículas com 1 km² de área sobre as redes elétricas da distribuidora. Considera-se então que a quadrícula é de alta densidade se possuir densidade superior a 60 UC/km², consideradas as unidades consumidoras de MT e BT.

Fonte: Nota Técnica nº 0088/2022-SRD/ANEEL.

A Figura 11 apresenta as Correlações de Pearson e Spearman entre os atributos selecionados e os indicadores DEC e FEC.

As correlações de Pearson quantificam o grau de relação linear entre duas variáveis contínuas e variam de -1 a 1. O valor mais próximo de 1 indica que à medida que uma variável aumenta, a outra também tende a aumentar. Enquanto o valor mais próximo de -1 indica que à medida que uma variável aumenta, a outra tende a diminuir. Um coeficiente próximo de 0 indica não haver uma correlação linear significativa entre as variáveis.

Assim como as correlações de Pearson, o coeficiente de correlação de Spearman varia de -1 a 1. Um coeficiente próximo de 1 indica uma forte correlação positiva entre as

variáveis. Enquanto um coeficiente próximo de -1 indica uma forte correlação negativa entre as variáveis. Um coeficiente próximo de 0 sugere uma ausência de correlação linear entre as variáveis.

Figura 11 – Correlações de Pearson e Spearman.

	Correlações de Pearson				Correlações de Spearman			
	DEC		FEC		DEC		FEC	
	Valor	Ordem	Valor	Ordem	Valor	Ordem	Valor	Ordem
PLUV	0.25097	4°	0.31028	2°	0.07189	6°	0.21168	6°
PC_VRAM	0.37135	2°	0.37804	1°	0.51004	4°	0.46488	3°
PC_NUC_URB	-0.42329	1°	-0.28374	3°	-0.58926	1°	-0.49847	2°
NUC_COM			-0.15864	5°			-0.31559	5°
NUC_IND	-0.14366	5°			-0.36703	5°		
CM_NUC_RES	-0.06726	6°	-0.04261	6°	-0.53943	3°	-0.39757	4°
PC_ERMT_3F	-0.31568	3°	-0.25030	4°	-0.57522	2°	-0.50518	1°

Fonte: Nota Técnica n° 0102/2014-SRD/ANEEL.

Observa-se, portanto, que indicadores relacionados aos fatores ambientais e estruturais da rede de distribuição apresentam alta correlação com os indicadores de continuidade do fornecimento, influenciando diretamente nos resultados das distribuidoras de energia.

4.1.2 Extração dos atributos para os conjuntos de unidades consumidoras

Com os atributos a serem utilizados definidos, a ANEEL realiza a extração dos dados a partir das Bases de Dados Geográficas das Distribuidoras (BDGD), enviadas anualmente. As bases apresentam informações referentes aos ativos da distribuidora, além de informações técnicas e comerciais de interesse.

Também são empregados dados sobre vegetação, provenientes do banco de dados do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), e dados sobre precipitação pluviométrica, extraídos da base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), visando obter cada um dos atributos mencionados na Figura 10 para cada conjunto de unidades consumidoras.

4.1.3 Aplicação do método dinâmico para definição dos conjuntos semelhantes

Para a obtenção dos conjuntos semelhantes para definição dos limites de continuidade, utiliza-se um método dinâmico visando comparar cada conjunto com os conjuntos mais semelhantes a ele. O método é aplicado tanto para o indicador DEC quanto para o FEC, uma vez que existe um atributo distinto entre os seis que melhor caracterizam ambos os indicadores. O atributo NUC_IND é utilizado exclusivamente para analisar o DEC, enquanto o atributo NUC_COM é aplicado somente na análise do FEC.

Para cada um dos indicadores é realizada a normalização dos 6 atributos definidos pela metodologia. A ANEEL definiu que a padronização a ser utilizada seria o Score Z.

A padronização do Score Z é uma técnica estatística utilizada para transformar uma distribuição de dados em uma distribuição normal padrão com uma média de 0 e um desvio padrão de 1. A normalização, neste caso, permite remover o efeito da escala da unidade de medida de cada um dos atributos e pode ser realizada a partir da equação (4.1).

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}^* - m_l}{s_l} \quad (4.1)$$

Onde x_{ij} é o dado original, m_l é a média amostral e s_l é o desvio-padrão amostral.

Para realizar o método dinâmico, é necessário utilizar uma medida de similaridade visando identificar a similaridade dos atributos de cada um dos conjuntos. Para encontrar a similaridade, a ANEEL calcula a distância euclidiana entre cada conjunto para todos os conjuntos do Brasil. Quanto menor for a distância euclidiana, mais similares serão os conjuntos comparados. A distância euclidiana entre os conjuntos pode ser obtida a partir da equação (4.2).

$$D(x_i, x_j) = \left(\sum_{l=1}^d (x_{il} - x_{jl})^2 \right)^{1/2} \quad (4.2)$$

Onde x_i e x_j são objetos (conjuntos de unidades consumidoras) de uma matriz de dados com d dimensões (sendo d igual ao total de atributos utilizados). A partir da distância euclidiana, cria-se uma matriz de distâncias, de tamanho $n \times n$, onde n é a quantidade de conjuntos da análise.

Após calcular a distância euclidiana entre cada conjunto da análise e o conjunto de referência, é fundamental ordenar estas distâncias, classificando-as da menor para a maior. Esse procedimento permitirá identificar os conjuntos mais próximos, que compõem o *cluster* do conjunto em questão.

Para fins de comparação, a ANEEL separa os conjuntos aéreos dos conjuntos subterrâneos, uma vez que o tipo de rede associada a cada conjunto influencia diretamente em seu desempenho. Conforme citado anteriormente, redes subterrâneas de distribuição apresentam uma maior confiabilidade, portanto, não seria ideal comparar os conjuntos com essa configuração com os demais para definição dos limites de continuidade.

Por meio da Nota Técnica 0021/2011-SRD/ANEEL, disponível na Audiência Pública nº 46/2010, a ANEEL adotou o número dos 100 conjuntos mais próximos para fins de comparação de cada conjunto de unidades consumidoras em análise, desde que respeitado um limite de homogeneidade entre eles.

Para definição desse limite, a ANEEL criou uma grandeza denominada heterogeneidade. O limite de heterogeneidade a ser utilizado foi definido com base em análises estatísticas e fixado no valor de 20%. A heterogeneidade pode ser obtida conforme a equação (4.3):

$$Heterogeneidade_i^p = \frac{Max(Dist_i^j)}{3 \times \sqrt{k}} \quad (4.3)$$

onde:

i – índice do conjunto de referência;

j – conjuntos próximos ao conjunto i ;

$Dist_i^j$ – distância euclidiana do conjunto i para o conjunto j ;

n – número de conjuntos semelhantes ao conjunto i ;

k – número de atributos.

A ANEEL define em sua metodologia que caso o valor de heterogeneidade calculado para os 100 conjuntos mais próximos ao conjunto em análise supere 20%, o conjunto mais distante deve ser retirado da análise, e a heterogeneidade recalculada. Caso o número de conjuntos após os recálculos chegue ao valor mínimo de 50 conjuntos e a heterogeneidade ainda permaneça acima de 20%, considera-se que a comparação obtida não foi ideal e o conjunto será classificado como “heterogêneo”. Os conjuntos heterogêneos recebem um tratamento particular.

A partir da definição do *Cluster* (conjuntos semelhantes) do conjunto em análise, parte-se para a definição dos seus limites de continuidade.

Para isso, a ANEEL utiliza a técnica denominada *yardstick competition*, que consiste em um tipo de competição regulatória em que o desempenho da distribuidora será avaliado comparativamente em relação ao desempenho das demais semelhantes, muitas vezes utilizando uma “régua” (*yardstick*) comum para medir o desempenho.

A ANEEL define o valor de referência para cada agrupamento, o qual definirá o limite objetivo a ser alcançado pelo conjunto em análise ao final do ciclo tarifário. Para conjuntos interligados aéreos, define-se o percentil 20 do agrupamento como limite objetivo. Para conjuntos aéreos isolados e subterrâneos, comparados entre si, o percentil 50 é adotado como referência. O percentil é determinado pela ordenação dos conjuntos com base na média dos desempenhos observados (valores de DEC ou FEC dos conjuntos) nos últimos três anos civis disponíveis.

A equação (4.4) é utilizada para definir a posição do conjunto cujo desempenho representa o percentil desejado.

$$Posição = int((N_{ConjSeme} - 1) \times Percentil + 1) \quad (4.4)$$

onde:

$N_{ConjSeme}$ é o número de conjuntos semelhantes do agrupamento.

O limite objetivo será determinado pelo desempenho do conjunto referente ao percentil 20, obtido por meio da equação (4.4). Caso o valor do de desempenho do conjunto

retorne um número decimal, o valor deverá ser arredondado para cima, resultando no inteiro imediatamente superior.

4.1.3.1 Exemplificação da metodologia

Para exemplificar, foi aplicada a metodologia de obtenção dos limites de continuidade para o conjunto Natal, pertencente a área de concessão do estado do Rio Grande do Norte.

Os cálculos foram realizados com base nos atributos fornecidos pela ANEEL, conforme anexo à Consulta Pública nº 003/2023. A base de dados é composta pelos atributos mencionados anteriormente para cada um dos conjuntos existentes no Brasil, juntamente aos indicadores de DEC e FEC dos últimos três anos civis.

Para iniciar a padronização dos dados utilizando o Score Z, primeiramente, foram calculadas a média e o desvio padrão de cada um dos atributos definidos pela ANEEL.

Tabela 1 – Média e desvio padrão dos atributos de todos os conjuntos do país.

Atributo	Média	Desvio Padrão
PC_VRAM	23,31%	26%
PLUV	1425,45	395,50
PC_ERMT_3F	66,11%	29%
PC_NUC_AD	84,83%	16%
CM_NUC_RES	1834,91	613,98
NUC_IND	155,92	302,31
NUC_COM	1947,25	1966,69

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A partir dos dados da tabela 1 e da equação (4.1), realiza-se a normalização de cada um dos atributos de todos os conjuntos de unidades consumidoras.

Para o conjunto Natal, tem-se:

Tabela 2 – Atributos normalizados para o conjunto Natal.

Atributo	Valor do Atributo	Valor do atributo normalizado
PC_VRAM	16%	-0,27
PLUV	1643	0,55
PC_ERMT_3F	100%	1,16
PC_NUC_AD	100%	0,93
CM_NUC_RES	1988,32	0,25
NUC_IND	60	-0,32
NUC_COM	7100	2,62

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com os atributos normalizados, obtém-se a distância euclidiana entre o conjunto de referência e os demais conjuntos do país. No exemplo serão utilizados apenas os atributos para definição do limite do indicador DEC. A distância euclidiana entre o conjunto Natal e os demais conjuntos foi obtida a partir da equação (4.2). Na tabela 3, é possível observar a distância euclidiana entre o conjunto mais semelhante ao conjunto Natal (menor distância), o último conjunto do *cluster* (*centésimo conjunto*) e o conjunto mais heterogêneo (maior distância). Para identificação do *cluster* do conjunto Natal, ordenaram-se as distâncias obtidas da menor para a maior.

Tabela 3 – Distância euclidiana e heterogeneidade em relação ao conjunto Natal.

Posição	Nome do conjunto	Distância euclidiana	heterogeneidade (%)
0 ^a	NATAL (COSERN)	0,00	0,00%
1 ^a	GUARUJA UM (ELEKTRO)	0,30	1,68%
100 ^a	POLO (Equatorial AL)	0,92	5,12%
3060 ^a	FERNANDO DE NORONHA (CELPE)	17,15	95,27%

Elaborado pelo autor (2024).

Os conjuntos inseridos no *cluster* para definição dos limites de continuidade do conjunto Natal possuem o mesmo padrão de rede que o conjunto em análise.

Após definir os 100 conjuntos pertencentes ao *cluster*, é necessário reordená-los com base na média do indicador DEC dos últimos três anos civis disponíveis. O novo limite

proposto será obtido a partir do percentil 20. Portanto, o novo limite do DEC proposto pela ANEEL a ser atingido no período de oito anos é de 4,81 horas. Conforme proposto pela metodologia, o valor do limite obtido deve ser arredondado para cima, resultando no inteiro imediatamente superior. Logo, o limite passa a ser de 5 horas. O conjunto que define o novo limite é o Araraquara 3-Paiol, pertencente à CPFL-PAULISTA.

Para obter os limites anuais durante o período da nova revisão tarifária, é necessário utilizar uma equação de linearidade. Caso o limite objetivo seja superior ao limite atual, aplica-se a equação (4.5).

$$Limite^t = Limite^0 - t \times \left(\frac{Limite^0 - Limite^{objetivo}}{T} \right), se Limite^0 > Limite^{objetivo} \quad (4.5)$$

Caso contrário, deve-se manter o limite atual até o fim do período tarifário, conforme equação (4.6).

$$Limite^t = Limite^0, se Limite^0 \leq Limite^{objetivo} \quad (4.6)$$

onde:

T – período de transição (8 anos);

t – ano em que se deseja calcular o limite;

$Limite^t$ – limite a ser calculado para o ano t ;

$Limite^0$ – limite atual;

$Limite^{objetivo}$ – limite obtido a partir do percentil.

Os valores obtidos da equação (4.5) são arredondados para números inteiros (arredondamento simples, para cima ou para baixo). Portanto, tem-se para o conjunto Natal que o limite atual, informado na planilha de atributos, é de 8 horas. Assim, são propostos os seguintes limites para o período 2024-2028, obtidos a partir das equações (4.5) e (4.6):

Tabela 4 – Limites para o indicador DEC do conjunto Natal (2024-2028).

Ano	Limite anual
2024	8
2025	7
2026	7
2027	7
2028	6

Elaborado pelo autor (2024).

Definido o limite inicial proposto, a ANEEL destaca que a metodologia apresentada, assim como qualquer modelo proposto, por melhor que seja, não será capaz de tratar todas as variáveis que podem influenciar a qualidade do serviço prestada. Desta maneira, foram incluídos ajustes para tratar as exceções (tratamento dos conjuntos heterogêneos e conjuntos com trajetórias de redução intensas, além da possibilidade de contribuições específicas da área de concessão pelas distribuidoras e consumidores). As contribuições são realizadas por meio de consulta pública e avaliadas pela ANEEL. Após análise, a ANEEL poderá alterar os limites resultantes da metodologia com base nas justificativas apresentadas. Algumas dessas contribuições serão abordadas no Capítulo 5.

4.1.4 Avaliação dos conjuntos heterogêneos

Para os conjuntos considerados heterogêneos, conforme definição citada anteriormente, a ANEEL estipulou uma métrica denominada Score ANI, que visa definir se o conjunto possui características mais favoráveis ou menos favoráveis que os conjuntos de seu agrupamento.

Assim como no cálculo da distância euclidiana, é necessário normalizar individualmente cada atributo de cada conjunto do Brasil, onde o conjunto com o atributo mais complexo irá receber o valor 100% e o menos complexo o valor 0%. Denomina-se essa grandeza normalizada como “Atributo Normalizado Individual – ANI”.

Uma vez que a grandeza é fortemente influenciada por valores extremos nos dados, valores que excedem a média mais três vezes o desvio padrão de um determinado atributo (*outliers*) são retirados da análise. Assim, entende-se que a complexidade na prestação do serviço de distribuição pode aumentar ou diminuir quando se eleva o valor de um atributo, segundo a grandeza analisada.

Para os atributos cuja complexidade aumenta conforme se eleva o valor do atributo, o valor do ANI será calculado com base na equação (4.7).

$$ANI_{i,j} = \frac{X_{i,j} - X_{jMin}}{X_{jMax} - X_{jMin}} \times 100 [\%] \quad (4.7)$$

onde:

i – índice do conjunto;

j – índice do atributo;

$X_{i,j}$ – valor do atributo j do conjunto i ;

X_{jMin} – valor mínimo do atributo j na base de dados;

X_{jMax} – valor máximo do atributo j na base de dados (excetuando-se os *outliers*).

Para atributos cuja complexidade diminui com o aumento do valor do atributo, o valor do ANI é obtido por meio da equação (4.7):

$$ANI_{i,j} = 100 - \frac{X_{i,j} - X_{jMin}}{X_{jMax} - X_{jMin}} \times 100 [\%] \quad (4.8)$$

Conforme apresentado anteriormente, para definir se a complexidade aumenta ou diminui com o valor de um atributo, a ANEEL utilizou a correlação de Pearson entre o atributo e os indicadores DEC e FEC.

Sendo assim, deve-se utilizar a equação (4.5) para obtenção do ANI para os atributos PC_VRAM e PLUV e a equação (4.6) para os demais atributos: PC_NUC_AD, PC_ERMT_3F, CM_NUC_RES, NUC_IND e NUC_COM.

A ANEEL define ainda que, para os *outliers*, o cálculo do ANI será realizado da mesma maneira. No entanto, como o valor do atributo do conjunto *outlier* excederá o valor máximo calculado ($X_{jMáx}$), o valor do ANI para esse atributo do conjunto poderá exceder 100% (para atributos calculados pela equação 4.5) ou ser negativo (para atributos calculados pela equação 4.6).

A partir do Score ANI, obtido conforme equação (4.9), há a modificação do percentil do conjunto classificado como heterogêneo, conforme variações apresentadas na Tabela 5.

Obtenção do Score ANI:

$$Score ANI = \frac{\sum_{j=1}^n (ANI_{h,j} - \overline{ANI_j})}{n} [\%] \quad (4.9)$$

Para exemplificar, caso o Score ANI obtido seja menor que -3%, então o conjunto terá o seu percentil original (20%) reduzido em 10%. Neste caso, o conjunto em análise terá apresentado características mais favoráveis do que o seu agrupamento, tendo uma redução nos seus limites de continuidade.

Tabela 5 – Variação nos percentis a serem utilizados para conjuntos heterogêneos.

Score ANI	Variação do Percentil
$\leq -3\%$	-10%
$\geq -3\%$ e $< 3\%$	0%
$\geq 3\%$ e $< 6\%$	+10%
$\geq 6\%$ e $< 9\%$	+20%
$\geq 9\%$	+30%

Fonte: Nota Técnica nº 0088/2022-SRD/ANEEL.

4.1.5 Avaliação das trajetórias de redução intensas

A ANEEL considera que a trajetória de redução de limites deve ser gradual e factível. Portanto, estipulou um limitador para a trajetória de redução a ser estabelecida para os conjuntos. O limitador considera o desempenho dos conjuntos no período de 2011 a 2013, verificando aqueles que obtiveram os melhores resultados. A partir da classificação desses conjuntos, selecionou-se o percentil 90 dos conjuntos que melhoraram como o limitador, resultando em 8 horas para o DEC e 5 interrupções para o FEC como valores máximos de redução anual. Dessa forma, a ANEEL limita trajetórias de redução dos limites obtidos pela metodologia superiores à 8 horas e 5 interrupções em anos consecutivos.

4.1.6 Análise das contribuições da sociedade quanto aos limites

A ANEEL compreende que, apesar de aperfeiçoar a metodologia comparativa de desempenho entre os conjuntos a cada ano, visando trazer transparência e menos subjetividade ao processo de análise, o modelo proposto, por melhor que seja, não será capaz de tratar todas as variáveis que impactam o fornecimento de energia elétrica.

Assim, por meio de uma Audiência Pública, a ANEEL concede às distribuidoras e aos consumidores a oportunidade de apresentar eventuais características da área de concessão em análise que tenham impacto relevante sobre a qualidade do serviço. A partir das contribuições, a ANEEL irá avaliar e promover os ajustes necessários com base nas justificativas apresentadas, possibilitando que os limites de continuidade dos conjuntos das distribuidoras sejam o mais adequado possível à realidade da área de concessão.

5 METODOLOGIAS DE FLEXIBILIZAÇÃO

Além dos ajustes apresentados pela metodologia para tratamento das especificidades das áreas de concessão, tais como tratamento dos conjuntos heterogêneos e conjuntos com trajetórias de redução intensas, a ANEEL permite que as distribuidoras e a sociedade contribuam para a definição dos limites de continuidade. Deste modo, serão abordadas neste capítulo algumas das contribuições realizadas pelas distribuidoras e acatadas pelo órgão regular durante o processo de definição dos limites de continuidade.

5.1 Áreas com Severas Restrições à Operação (ASRO)

Considerando que alguns conjuntos de consumidores se encontram em áreas de risco devido os impedimentos de acesso a pessoas e veículos, impostos pelo crime organizado, a ENEL RJ propôs, em contribuição à Consulta Pública nº 059/2020, a metodologia de ASRO. A metodologia visa garantir uma maior flexibilização dos limites para esses conjuntos, uma vez que o impedimento do acesso das equipes implica diretamente no tempo de restabelecimento do fornecimento, sendo esta uma variável não gerenciável pela distribuidora.

Em resumo, apresentada pela ANEEL na Nota Técnica nº 0076/2022-SRD/ANEEL, de 06/12/2022, formulada a partir da contribuição da ENEL RJ e da LIGHT, a análise está dividida em duas etapas:

- (i) o estabelecimento de áreas de risco (denominadas como ASRO – Áreas de Severa Restrição à Operação) potenciais, por meio de dados de domicílios subnormais, violência, índices de perdas e inadimplência; e
- (ii) classificação das ASRO potenciais como efetivas ou não, a partir da comparação do desempenho dos indicadores de continuidade das ASRO potenciais com o das áreas convencionais do mesmo conjunto.

O procedimento consiste em:

- a) Obtenção das áreas com aglomerados subnormais, conforme mapeamento realizado pelo IBGE, e das áreas com medições de perdas de energia (perdas não técnicas) superiores a 20% do mercado de baixa tensão;
- b) Avaliação quanto aos aspectos de violência no município (taxa de homicídios por 100 mil habitantes superior a 10) e inadimplência (número de unidades consumidoras com inadimplência superior a 90 dias maior que 1.000 ou maior que 50% do total de unidades consumidoras do conjunto).

Caso o conjunto possua área com aglomerado subnormal, ou perdas superiores a 20% do mercado de baixa tensão, e atenda os critérios especificados no item b), tem-se então uma ASRO potencial, devendo esta possuir pelo menos 1000 unidades consumidoras ou representar 50% das unidades do conjunto.

A Figura 12 ilustra o processo de definição de uma ASRO potencial.

Figura 12 – Critérios para a definição de uma ASRO potencial.



Fonte: Nota Técnica nº 0076/2022-SRD/ANEEL.

Para que a ASRO potencial seja classificada como uma ASRO efetiva, o Consumidor Hora Interrompido (CHI) da ASRO potencial deve ser igual ou superior a 25% do CHI total do conjunto. Além disso, a ASRO potencial deve atender os seguintes critérios:

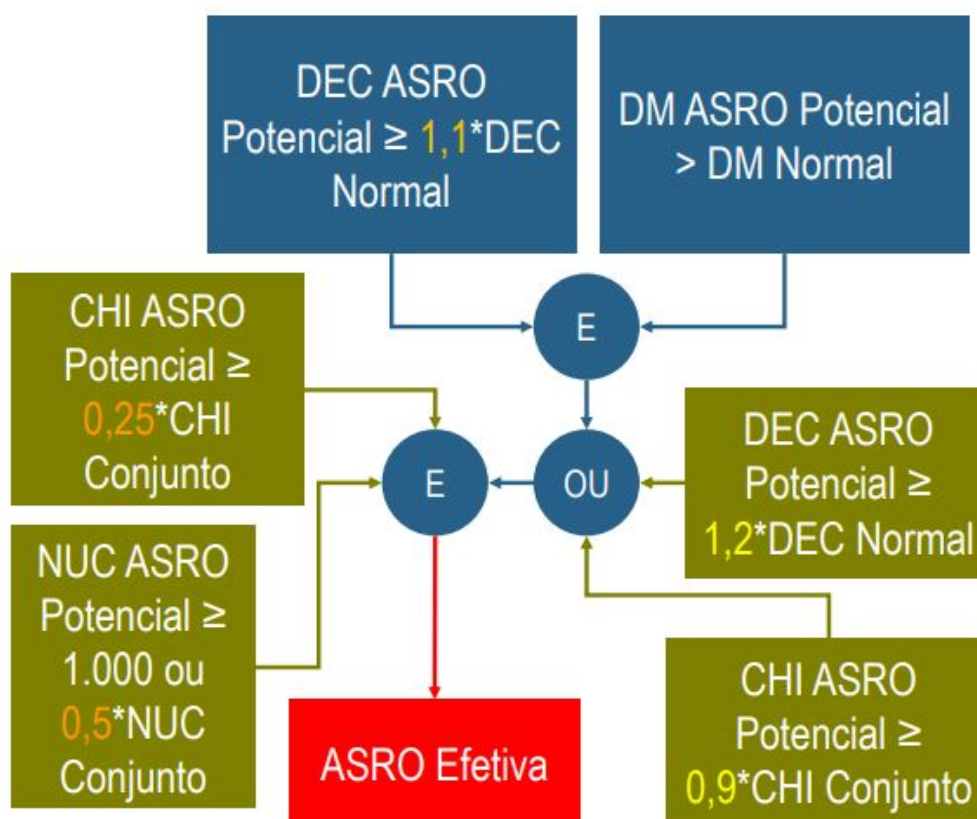
a) Possuir DEC igual ou superior a 1,1 vezes o DEC da área normal e Duração Média das interrupções (DM) (igual à relação CHI/CI ou DEC/FEC) superior à DM da área normal; ou

b) A ASRO potencial deve possuir DEC igual ou superior a 1,2 vezes o DEC da área normal, independentemente do valor da DM; ou

c) A ASRO potencial deve possuir CHI igual ou superior a 90% do CHI total do conjunto, independentemente dos valores de DEC e DM.

A Figura 13 ilustra o processo de definição de uma ASRO efetiva.

Figura 13 – Critérios para a definição de uma ASRO efetiva



Fonte: Nota Técnica nº 0076/2022-SRD/ANEEL.

Definida a ASRO efetiva, a ANEEL realiza a flexibilização dos limites de continuidade do conjunto a partir dos percentis para o limite objetivo (V8), conforme o percentual do CHI do conjunto devido à área de risco. Assim, conforme o nível de complexidade da ASRO, como mostra a Tabela 6, a ANEEL estipula o novo percentil a ser utilizado para obtenção dos limites.

A ANEEL também estabelece que o limite objetivo (V8) pode ser superior ao limite atualmente estabelecido para o conjunto (V0), eliminando-se a “trava do V0” para o caso dos conjuntos com ASRO efetivas.

A “trava do V0” é utilizada pela ANEEL para garantir que o limite homologado no passado (V8) nunca possa ser maior, mantendo-o constante ao longo do próximo ciclo tarifário (Trava do V0) e garantindo o princípio de melhoria contínua. Ou seja, no geral, as distribuidoras não podem ter novos limites definidos para o ciclo atual superiores aos limites estabelecidos na última revisão tarifária, uma vez que as distribuidoras poderiam não mais realizar os investimentos necessários para a melhoria da rede no conjunto analisado.

Tabela 6 – Percentis propostos para os conjuntos com ASRO efetiva.

CHI ASRO/ CHI total do conjunto	Percentil utilizado na metodologia
> 25%	20 (Não é ASRO efetiva)
≥ 25% e < 50%	40
≥ 50% e < 75%	50
≥ 75%	60

Fonte: Nota Técnica nº 0076/2022-SRD/ANEEL.

5.2 Furto de cabos

Com base na metodologia definida para as ASRO, aprovada parcialmente pela ANEEL, a distribuidora de energia do Rio Grande do Norte apresentou, por meio da Consulta Pública nº 003/2023, uma proposta de metodologia para flexibilização dos limites aplicáveis a áreas com alto índice de furto de cabos. Isso se deve ao fato de que, semelhante às áreas de risco, a interrupção no fornecimento de energia devido ao furto de cabos é uma questão de segurança pública, e esta variável está além do controle da distribuidora.

Por meio da contribuição à Consulta Pública nº 003/2023, a distribuidora destacou a peculiaridade da região litorânea do estado, que apresenta um elevado índice de corrosão aos equipamentos que compõem a rede de distribuição. Para reduzir os danos causados em decorrência da ação corrosiva da salinidade, a distribuidora optou por utilizar em sua rede cabos de cobres, que apresentam uma maior resistividade à corrosão.

Através da participação na Consulta Pública nº 003/2023, a distribuidora ressaltou as características singulares da região litorânea do estado do Rio Grande do Norte, onde a corrosão afeta significativamente os equipamentos da rede de distribuição. Para mitigar os danos decorrentes da salinidade corrosiva, a distribuidora optou por empregar cabos de cobre em sua rede, devido à sua maior resistência à corrosão. Contudo, em virtude do valor de mercado dos cabos, a distribuidora enfrentou um aumento significativo nos casos de furto na região, onde 79% da rede está situada em áreas não urbanas, dificultando ainda mais os esforços para reduzir os danos.

Dessa forma, a metodologia adotou como referência o método de expurgo para dias críticos. A metodologia apresentada consiste em realizar a flexibilização dos limites a partir das interrupções causadas por furto que fugissem do padrão de CHI das interrupções do conjunto afetado, utilizando como métrica o valor da média do CHI do conjunto do ano anterior acrescido de três desvios padrões por conjunto.

Em resposta a contribuição apresentada, por meio da Nota Técnica nº 0037/2023-SRD/ANEEL, a ANEEL acatou parcialmente a metodologia, realizando a comparação

para os 3 últimos anos e acrescentando ao limite do conjunto o valor do DEC equivalente às interrupções com CHI maior que a média do CHI do conjunto acrescida de 3 desvios padrões.

Utilizar a média somente para o ano anterior poderia não representar em sua totalidade o impacto dos furtos causado ao DEC do conjunto, uma vez que o quantitativo de furtos poderia variar ao longo dos anos.

5.3 Infraestrutura das rodovias e dificuldades de locomoção

Assim como citado anteriormente, algumas variáveis das áreas de concessão das distribuidoras não são totalmente gerenciáveis e, portanto, necessitam de um olhar mais atencioso do órgão regulador durante o processo de definição dos limites de continuidade.

Entre essas variáveis encontra-se também o estado das rodovias presente na área de concessão, uma vez que a péssima qualidade das rodovias pode impactar diretamente no tempo de deslocamento das equipes operacionais durante interrupções do fornecimento de energia elétrica.

Nesse ínterim, a distribuidora do Rio Grande do Norte apresentou em sua contribuição a necessidade de flexibilização dos indicadores de continuidade para alguns conjuntos. A solicitação tomou como base a qualidade das rodovias do estado do Rio Grande do Norte, sendo a maioria estadual, apresentando estado geral da via classificados pelo Conselho Nacional de Trânsito (CNT) como “Ruim” ou “Péssimo”. Além disso, a distribuidora destacou haver várias vias de acesso às zonas rurais que não são asfaltadas e que, em períodos de chuva, dificultam ainda mais o acesso para atendimento emergencial.

5.4 Análise comparativa entre os atributos de cada conjunto do *Cluster* e o TMD.

Dentre os demais pleitos abordados pela distribuidora, encontra-se a metodologia de comparação entre os atributos do conjunto em análise e os demais. A metodologia foi apresentada no pleito da CPFL Paulista em contribuição à Audiência Pública nº 003/2018/ANEEL, e consiste em uma verificação quantitativa dos atributos do conjunto em análise em comparação com os atributos médios dos conjuntos dos respectivos *clusters*.

De forma semelhante à avaliação dos conjuntos heterogêneos, a metodologia visa verificar se os atributos dos conjuntos da Distribuidora são mais ou menos favoráveis que os atributos médios dos conjuntos dos seus *clusters*. Caso a diferença entre os atributos do conjunto e a média do cluster supere 10%, considera-se então que há uma diferença significativa, implicando no ganho ou perda de pontos. Atribui-se 1 ponto (quando a característica do conjunto é menos favorável que a média do *cluster*) ou -1 ponto (quando a característica do conjunto é mais favorável que a média do *cluster*). A pontuação total do conjunto é resultante da soma dos pontos atribuídos.

Cabe destacar que, a pontuação atingida é equivalente às horas acrescidas ou diminuídas do DEC/FEC final do conjunto e limitam-se a trava V0.

Considerando ainda a dificuldade operacional apresentada no tópico 5.3, a distribuidora incluiu também a análise comparativa entre o Tempo Médio de Deslocamento (TMD) das equipes de atendimento às emergências.

5.5 Análise comparativa entre os Indicadores climáticos

Apesar da metodologia para definição dos limites de continuidade definida pela ANEEL considerar atributos ambientais, tais como dados pluviométricos e de vegetação, o entendimento por parte das distribuidoras é que a utilização destes atributos não representam em sua totalidade as dificuldades enfrentadas pelas distribuidoras.

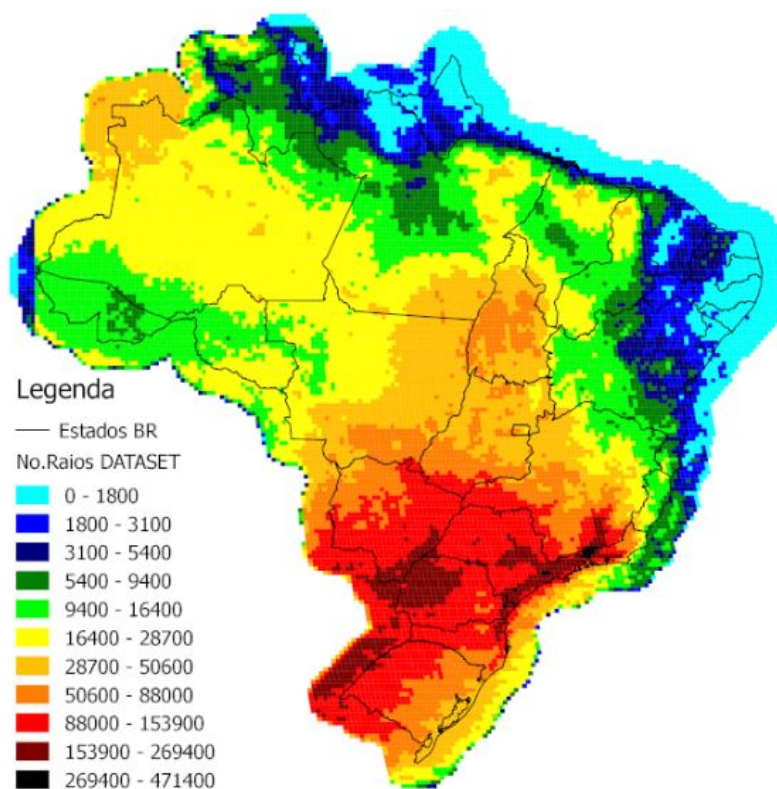
Dessa forma, além das interrupções, a distribuidora de energia do Rio Grande do Norte ressaltou que uma maior incidência de descargas atmosféricas e ventos mais fortes na região resultam em um aumento significativo nos investimentos devido à necessidade de realizar manutenções mais frequentes nas redes e utilização de equipamentos adicionais, como espaçadores de rede e condutores protegidos.

Com base nos dados do mapa de Incidência Atmosférica do Grupo de Eletricidade Atmosférica - ELAT/INPE, referente ao biênio 2018/2019, a distribuidora destacou que somente o volume de precipitação, com base no atributo de pluviometria, não é capaz de representar a dificuldade operacional sofrida por algumas regiões pertencentes à área de concessão.

Para ilustrar, a distribuidora forneceu dados sobre a ocorrência de descargas atmosféricas e a quantidade de chuvas em várias regiões do estado. Embora as regiões Agreste e Leste registrem uma maior precipitação, a incidência de descargas atmosféricas é menor. Por outro lado, nas regiões central e oeste do estado, ocorre o contrário: há uma maior frequência de descargas atmosféricas e menos chuvas.

Os dados apresentados pela distribuidora referentes às descargas atmosféricas são observados na Figura 14.

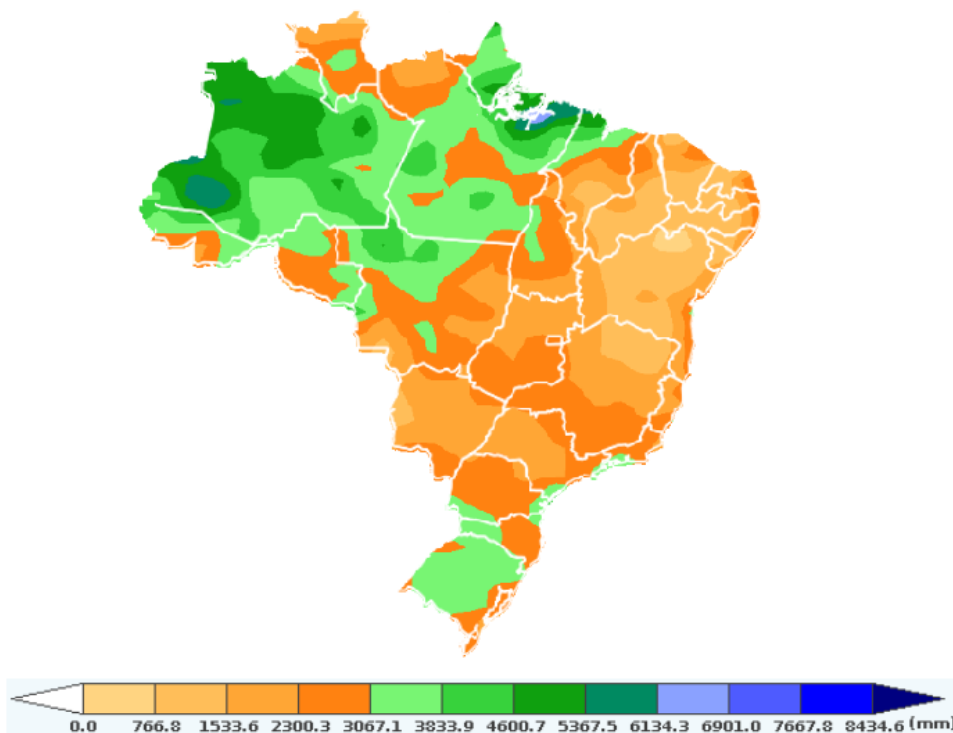
Figura 14 – Mapa de incidência de descargas atmosféricas no Brasil (2018-2019).



Fonte: Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT)/INPE/CGPDI.

Os dados referentes à incidência de chuvas pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 – Mapa de precipitação pluviométrica no Brasil (2018-2019).



Fonte: INMET.

5.6 Retirada da trava V0

Considerando as múltiplas questões enfrentadas pelas distribuidoras, com o surgimento de abordagens para flexibilizar os limites, surge a possibilidade de que os limites propostos pelas distribuidoras ultrapassem a restrição imposta pela trava V0 estabelecida previamente pela ANEEL. Embora o órgão regulador tenha levantado questionamentos sobre o uso da restrição em uma consulta pública anterior, esta ainda continua a ser uma métrica de referência. No entanto, devido às particularidades não contempladas pela metodologia estabelecida pela ANEEL, a agência passou a avaliar individualmente os pedidos das distribuidoras, aceitando a retirada da restrição V0 em situações excepcionais.

5.7 Estabelecimento de limites mínimos

Ainda em contribuição apresentada à Audiência Pública nº 003/2018/ANEEL, a CPFL Paulista destacou um ponto fundamental para o estabelecimento dos limites futuros. Assim como qualquer outro equipamento, a rede elétrica apresenta uma limitação física, implicando na necessidade do estabelecimento de um limite mínimo a ser atingido pelos conjuntos das distribuidoras. A CPFL Paulista solicitou a ANEEL o estabelecimento dos limites mínimos para o indicador DEC em 6 horas.

Em contraproposta, a ANEEL reconheceu as dificuldades enfrentadas pelas distribuidoras de energia devido às limitações da rede e aos custos envolvidos para alcançar um nível de desempenho aceitável. No entanto, a agência ressaltou haver diversos conjuntos no país que operam abaixo do limite de 5 horas estabelecido para interrupções no fornecimento de energia. Diante disso, a ANEEL optou por adotar uma abordagem semelhante àquela apresentada na Seção 5.4.

A agência determinou que os conjuntos que não apresentarem nenhum indicador desfavorável em comparação com a média do *cluster* e que tenham uma heterogeneidade inferior a 10% devem cumprir o limite de 5 horas estabelecido para o DEC. Para os conjuntos que não atenderem a esses critérios, o limite foi estabelecido em 6 horas.

6 IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

6.1 Impacto dos indicadores globais no DIC e FIC

A partir dos limites globais para cada um dos conjuntos da distribuidora, a ANEEL define os limites dos indicadores DIC e FIC para os consumidores do conjunto. Os limites para as UCs localizadas em área urbana e conectadas em tensão inferior a 2,3 kV são determinados a partir da Tabela 7, apresentada no Módulo 8 do Prodist. O limite do indicador DIC está vinculado ao limite anual do indicador DEC, enquanto os limites do indicador FIC são vinculados ao limite anual do indicador FEC do conjunto.

Tabela 7 – Limites para unidade consumidora em área urbana com tensão < 2,3 kV.

Faixa de Variação dos Limites Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	DIC Mensal (horas)	FIC Mensal (interrupções)
≤ 5	4	3
> 5 e ≤ 10	7	4
> 10 e ≤ 15	10	5
> 15 e ≤ 20	12	6
> 20 e ≤ 25	14	7
> 25 e ≤ 40	15	7
> 40 e ≤ 50	18	8
> 50	21	9

Fonte: Adaptado de Módulo 8 (PRODIST).

Havendo o descumprimento dos limites individuais de continuidade no mês civil, a distribuidora deverá compensar o consumidor e efetuar o crédito na fatura apresentada em até 2 meses após o período de apuração. Caso haja encerramento contratual, a distribuidora deverá efetuar o pagamento da compensação conforme opção do consumidor.

O valor a ser compensado deve ser calculado com base nas equações estabelecidas pela regulamentação, observadas nas equações (6.1) e (6.2). Com a publicação da REN nº 956/2021, a ANEEL optou por aumentar o montante a ser pago com as compensações nos casos de descumprimento dos limites. Essa medida visa incentivar as distribuidoras a realizarem investimentos mais robustos para aprimorar a qualidade do serviço prestado, ao mesmo tempo em que buscam reduzir os gastos associados aos pagamentos por violações dos limites regulatórios.

A compensação a ser efetuada para o DIC em caso de transgressão dos limites é obtida a partir da equação (6.1):

$$Comp_{DIC} = DIC_V \times \frac{VRC}{730} \times kei_1 \quad (6.1)$$

A compensação a ser efetuada para o FIC em caso de transgressão dos limites é obtida a partir da equação (6.2):

$$Comp_{FIC} = \left(\frac{FIC_V}{FIC_P} \right) DIC_P \times \frac{VRC}{730} \times kei_1 \quad (6.2)$$

Onde:

DIC_V – Duração de interrupção por unidade consumidora, expressa em horas e centésimos de hora;

DIC_P – Limite de continuidade para o indicador de duração de interrupção por unidade consumidora;

FIC_V – Frequência de interrupção por unidade consumidora, expressa em número de interrupções;

FIC_P – Limite de continuidade estabelecido para o indicador de frequência de interrupção por unidade consumidora;

VRC – Valor monetário base para o cálculo da compensação referente ao mês de apuração do indicador, que corresponde ao Encargo de Conexão Parcela B, para unidades consumidoras pertencentes ao subgrupo A1; ou ao Encargo de Uso do Sistema de Distribuição correspondente à parcela da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) fio B, para as unidades consumidoras pertencentes aos demais subgrupos;

730 – Número médio de horas no mês;

kei_1 – Coeficiente de majoração cujo valor deve ser fixado em: 34, para unidade consumidora atendida em Baixa Tensão; 40, para unidade consumidora atendida em Média Tensão; e 108, para unidade consumidora atendida em Alta Tensão;

Apesar das compensações efetuadas nos casos de transgressões dos limites de continuidade, os valores resultantes ainda não conseguem restituir totalmente as perdas e danos causados pelas interrupções de energia. Dessa forma, a REN nº 1000/2021, apresenta no capítulo VIII a metodologia para a restituição de danos elétricos causados a equipamentos instalados na unidade consumidora advindos de interrupções no fornecimento ou sobretensões.

Ainda assim, a agência se exime da responsabilidade pelos danos causados às instalações do grupo A e pelos danos morais e outros patrimoniais, a exemplo de danos emergentes e lucros cessantes. Tais discussões deverão, portanto, ser tratadas no âmbito jurídico.

6.2 Impacto no Fator X

Outro fator de extrema importância dos indicadores de continuidade e dos limites pré-estabelecidos pela ANEEL é o impacto que o não cumprimento dos limites pode causar na metodologia do Fator X.

Segundo a ANEEL, a metodologia visa capturar ganhos de eficiência ao longo do ciclo tarifário, garantindo o equilíbrio entre receitas e despesas eficientes estabelecido na revisão tarifária em reposicionamentos tarifários subsequentes.

Conforme descrito no Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 3/2020-SRM/ANEEL, a abordagem adotada pela agência agrega ao Fator X um mecanismo de incentivo à melhoria da qualidade técnica e comercial dos serviços prestados ao consumidor.

A metodologia do Fator X é apresentada nos Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET) e impacta diretamente na receita anual das concessionárias de energia.

A receita anual da distribuidora é dividida em duas parcelas: A parcela A, referente aos custos relacionados à transmissão e geração de energia elétrica, inclusive geração própria, e a parcela B, referente aos custos operacionais e de capital da atividade de distribuição e gestão comercial dos clientes.

Nos processos tarifários que ocorrem entre revisões tarifárias, o valor da Parcela B é atualizado pela diferença entre o índice da variação da inflação, geralmente o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), e o Fator X. Ou seja, caso a distribuidora consiga operar de forma eficiente, o Fator X irá garantir um maior valor da parcela B e, conseqüentemente, uma maior receita à distribuidora de energia. Quanto maior o valor do Fator X, menor será a tarifa homologada para a área de concessão.

Para exemplificar, considerando-se que o valor da parcela B de duas distribuidoras de energia, 1 e 2, ao longo do período de um ano foi de R\$ 10 milhões, e que o valor do IPCA é de 1,42%, obtêm-se os seguintes valores atualizados da parcela B:

Genário 1: A distribuidora 1 operou de forma eficiente ao longo do período e obteve um valor para o Fator X igual a -2%. Assim, o valor da parcela B atualizada para a distribuidora 1 é obtido conforme equação (6.3):

$$Parcela B_{atualizada} = Parcela B_{anterior} + Parcela B_{anterior} \times (IPCA - Fator X) \quad (6.3)$$

$$Parcela B_{atualizada} = R\$ 10.000.000 + R\$ 10.000.000 \times (1,42\% - (-2\%)) \quad (6.4)$$

$$Parcela B_{atualizada} = R\$ 10.342.000 \quad (6.5)$$

Genário 2: A distribuidora 2 operou de forma ineficiente e, portanto, obteve um valor para o Fator X igual a 2%. Assim, o valor da parcela B atualizada para a distribuidora será de:

$$Parcela B_{atualizada} = R\$ 10.000.000 + R\$ 10.000.000 \times (1,42\% - (2\%)) \quad (6.6)$$

$$Parcela B_{atualizada} = R\$ 9.942.000 \quad (6.7)$$

Observa-se, portanto, a importância do Fator X e impacto financeiro que ele pode acarretar na receita das distribuidoras de energia.

A obtenção do Fator X considera três componentes fundamentais, conforme destacado na equação (6.8).

$$Fator X = Pd + Q + T \quad (6.8)$$

Onde:

Pd – Ganhos de produtividade da atividade de distribuição;

Q – Qualidade técnica e comercial do serviço prestado ao consumidor; e

T – Trajetória de custos operacionais.

Os indicadores de continuidade são avaliados na componente Q do Fator X. A componente Q é composta por 6 indicadores referentes aos âmbitos técnicos e comerciais da distribuidora, que visam a melhoria da qualidade do serviço prestado pelas distribuidoras aos seus consumidores.

As parcelas de qualidade técnica e comercial possuem pesos distintos, conforme equação apresentado na equação (6.9).

$$Q = 0,70 \times Q_{Tcnico} + 0,30 \times Q_{Comercial} \quad (6.9)$$

A parcela técnica do componente Q é obtida a partir do desempenho da distribuidora em relação ao indicador global de continuidade DEC, enquanto a parcela comercial é aferida por outros cinco indicadores: Frequência Equivalente de Reclamação (FER), Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor (IASC), Indicador de Nível de Serviço do Atendimento Telefônico (INS), Indicador de Abandono do Atendimento Telefônico (IAb) e Indicador de Chamadas Ocupadas do Atendimento Telefônico (ICO). Observa-se que o indicador de continuidade DEC apresenta um alto impacto no valor da componente Q, representando 70% do valor da componente.

O impacto da componente Q no Fator X se limita ao valor de +/- 2,0% (mais ou menos dois por cento).

6.3 Abertura do mercado de energia

A partir de 1º de janeiro de 2024, conforme estabelecido pela Portaria Normativa nº 50/GM/MME de 27 de setembro de 2022, os clientes classificados como grupo A passaram a ter o direito de escolher seus fornecedores de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). Essa medida marca um avanço significativo na abertura do mercado de energia elétrica, permitindo aos consumidores uma maior flexibilidade na seleção de seus fornecedores de energia.

Em um mercado, aberto a manutenção do cliente está diretamente associada à satisfação dos serviços prestados pelas distribuidoras. Neste ínterim, indicadores de continuidade positivos podem aumentar a satisfação dos clientes e implicar na retenção e atração de novos clientes, influenciando diretamente na aplicação de investimentos e competitividade do setor.

Atualmente, apesar de o cliente poder optar pelo fornecedor de energia, a distribuidora permanece como detentora do direito de distribuição, o que significa que os consumidores são atendidos pela rede de distribuição da distribuidora local. No entanto, em um futuro próximo, mudanças regulatórias podem permitir a distribuição de energia por outras empresas, impactando significativamente a dinâmica do mercado de energia elétrica.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a apresentar a metodologia de definição dos limites de continuidade do fornecimento de energia elétrica e os impactos econômicos e sociais obtidos a partir da definição dos limites pela ANEEL.

Destaca-se que a metodologia proposta pelo órgão regulador (ANEEL) apresenta muitas variáveis não abarcadas, que acabam por desconsiderar pontos de extrema relevância para a área de concessão de cada distribuidora de energia. Apesar disso, é importante ponderar a oportunidade que a ANEEL fornece às distribuidoras e a sociedade de contribuírem e relatarem as suas preocupações e dificuldades, avaliando cada uma das contribuições realizadas.

Ao longo dos anos, observa-se a criação de diversas metodologias, em sua maioria propostas pelas concessionárias de energia, visando o aprimoramento dos resultados obtidos pela metodologia oficial apresentada pela ANEEL. O trabalho buscou apresentar algumas dessas metodologias e destacar as avaliações emitidas pela ANEEL.

Nota-se, portanto, que os indicadores de continuidade apresentam uma grande importância no desenvolvimento econômico de uma região, além de impactar diretamente na qualidade de vida da população. Interrupções frequentes ou prolongadas podem causar desconforto, afetando a capacidade das pessoas realizarem suas atividades diárias, tais como: utilizar equipamentos eletrônicos, manter alimentos conservados e garantir o acesso aos serviços de saúde.

Empresas de todos os setores dependem da eletricidade para operar suas instalações e manter a produção em andamento, podendo ser afetadas diretamente devido Interrupções frequentes, que podem prejudicar a produtividade, causar perdas financeiras e desestimular investimentos na área, além de impactar o turismo na região.

Estes indicadores garantem o acompanhamento da qualidade do produto ofertado pelas distribuidoras, e podem indicar a necessidade de aprimoramento do serviço e da realização de investimentos. Portanto, é de fundamental importância que a sociedade tenha ciência de tais indicadores para poder efetuar cobranças às distribuidoras responsáveis, além de contribuir nas consultas públicas realizadas pelos órgãos reguladores.

Diante desse cenário em constante evolução, é fundamental que as empresas do setor estejam preparadas para se adaptar às mudanças regulatórias e às demandas dos consumidores, garantindo assim a entrega de serviços de alta qualidade e a manutenção de uma base de clientes fiel e satisfeita, além de possibilitar um maior valor anual da receita.

Para trabalhos futuros, sugere-se simular novas metodologias para definição dos limites de continuidade, levando em consideração as especificidades apresentadas neste trabalho e as divisões regionais do país, além do impacto da migração das unidades consumidoras para o ambiente de contratação livre, a variação significativa de carga dos conjuntos e à conexão de unidades com geração distribuída, fatores que poderão impactar

significativamente o serviço de distribuição.

REFERÊNCIAS

BNDES. O setor elétrico. Rio de Janeiro: BNDES, 2002. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/13975/3/BNDES%2050%20anos%20%20O%20setor%20el%C3%A9trico_P_BD.pdf. Acesso em: Mar 2024.

Um Breve Histórico do Setor Elétrico Brasileiro – PUC-Rio – Certificação Digital Nº 0621327/CA. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/13064/13064_3.PDF. Acesso em: Mar 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). CONTRATO DE CONCESSÃO DE DISTRIBUIÇÃO Nº 08/97 - ANEEL, DE 30 DE DEZEMBRO DE 1997. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 de dezembro de 1997. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/contratos-de-distribuicao>. Acesso em: Abr 2024.

Vaccaro, G. L. R., Martins, J. C., Menezes, T. M. Análise estatística da qualidade de níveis de tensão em sistemas de distribuição de energia elétrica. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/c9MC799hvjyS55vgfGHcNLL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: Abr 2024.

BELISÁRIO, C. D. A.; BAHIENSE, D. A.; OLIVEIRA, G. M. Continuidade nos serviços de distribuição de energia elétrica. *Conjuntura & Planejamento*, n. 105, p. 36-40, 2003.

Mattede, H. Redes de energia elétrica, tipos e características. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/redes-de-energia-eletrica-tipos-e-caracteristicas/>. Acesso em: Abr 2024.

Celesc Distribuição S.A (2020). MANUAL DE PROCEDIMENTOS. CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO. I-313.0021. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/especificacao-de-equipamentos-e-materiais>. Acesso em: Abr 2024.

BOCCUZZI, C. V. et al. Implantação de redes subterrâneas em condomínios residencial. *Rev. Eletricidade Moderna*, 1997.

Blume, S. W. *Electric Power System Basics for the Nonelectrical Professional*. IEEE Press, 2007.

BOCCUZZI, C. V. et al. Implantação de redes subterrâneas em condomínios residencial. *Eletricidade Moderna*, 1997.

Relatório Rede de Distribuições, de 18 de abril de 2011, encomendado pela Light. Disponível em: http://www.cabum-ex.net.br/relatorio-distribuicao-Light_abril2011.pdf. Acesso em: Abr 2024.

Machado, R. S. 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.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 956, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Consulta pública nº 003/2023 - Obter subsídios para o aprimoramento da proposta referente à Revisão Tarifária Periódica da Neoenergia Rio Grande do Norte. Contribuição Neoenergia Cosern. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/participacao-social>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). ANEEL divulga os resultados do desempenho das distribuidoras na continuidade do fornecimento de energia elétrica em 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/aneel-divulga-os-resultados-do-desempenho-das-distribuidoras-na-continuidade-do-fornecimento-de-energia-elétrica-em-2023>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 846, DE 11 DE JUNHO DE 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de junho de 2019. Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 846, DE 11 DE JUNHO DE 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de junho de 2019. Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Audiência Pública nº 029/2014 - Obter subsídios para a proposta de aprimoramento da regulamentação sobre a metodologia de definição de limites para os Indicadores de Continuidade Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora - DEC e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora - FEC das distribuidoras de energia elétrica. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/participacao-social>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Audiência Pública nº 046/2010 - Obter subsídios para estabelecimento de Resolução Normativa acerca da revisão 2010 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. Outubro de 2010. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/participacao-social>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Consulta pública nº 059/2020 - Obter subsídios para o estabelecimento dos limites para os indicadores de continuidade de Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora – DEC e de Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora – FEC da Enel Distribuição Rio – Enel RJ, para os anos de 2021 a 2023. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/participacao-social>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Tomada de Subsídios nº 022/2021 - Obter subsídios para aprimoramentos na regulamentação que define a metodologia para o estabelecimento de limites de DEC e FEC dos conjuntos de unidades consumidoras das Distribuidoras. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/participacao-social>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Audiência Pública nº 003/2018 - Obter subsídios para o aprimoramento da proposta referente à Quarta Revisão Tarifária Periódica da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Paulista), a vigorar a partir de 8 de abril de 2018, e definição dos correspondentes limites dos indicadores de continuidade de Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC), para o período de 2019 a 2023. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/participacao-social>. Acesso em: Abr 2024.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.003, DE 1º DE FEVEREIRO DE 2022. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/>. Acesso em: Abr 2024.

Ministério de Minas e Energia (MME). PORTARIA NORMATIVA Nº 50/GM/MME, DE 27 DE SETEMBRO DE 2022. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de setembro de 2022. Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/>. Acesso em: Mai 2024.