



**INSTITUTO FEDERAL**

Bahia

Campus Vitória da Conquista

**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA  
IFBA - CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA  
DIRETORIA DE ENSINO - DEN  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - COEEL**

VICTOR CAMPANHA BARROS

**PRINCIPAIS CAUSAS DE INTERRUPÇÕES DE FORNECIMENTO DE  
ENERGIA ELÉTRICA NA BAHIA**

VITÓRIA DA CONQUISTA

2023

VICTOR CAMPANHA BARROS

**PRINCIPAIS CAUSAS DE INTERRUPÇÕES DE FORNECIMENTO DE  
ENERGIA ELÉTRICA NA BAHIA**

Projeto de Final de Curso  
apresentado ao curso de Graduação em  
Engenharia Elétrica do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia,  
Campus Vitória da Conquista, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Me. Leonardo Souza  
Caires

VITÓRIA DA CONQUISTA

2023

Barros, Victor Campanha

Principais causas de interrupções de fornecimento de energia elétrica na Bahia. / Victor Campanha Barros. \_ \_ Vitória da Conquista: IFBA, 2023.

64p.; il.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia da Bahia(IFBA) .

Orientador(a): Prof. Me. Leonardo Souza Caires.

1. Causas de interrupções. 2. Distribuição de energia elétrica . 3. Indicadores de qualidade I. Título.

CDD: 621.3

Catálogo: Joelma Prado Santos (CRB-5/BA-2088)

## DOCUMENTAÇÃO

VICTOR CAMPANHA BARROS

### PRINCIPAIS CAUSAS DE INTERRUPTÕES DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NA BAHIA

A presente Monografia, apresentada em sessão pública, realizada em 16 de junho de 2023, foi avaliada como adequada para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista e julgada aprovada em sua forma final pela Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Vitória da Conquista.

#### Avaliadores:

Prof. Me. Leonardo Souza Caires - Orientador

Prof. Dr. Diego Habib Santos Nolasco – Examinador IFBA

Prof. Me. Celton Ribeiro Barbosa - Examinador IFBA



Documento assinado eletronicamente por **LEONARDO SOUZA CAIRES, Professor(a) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - EBTT**, em 20/06/2023, às 08:37, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **DIEGO HABIB SANTOS NOLASCO, Coordenador(a) do Curso de Engenharia Elétrica**, em 20/06/2023, às 15:25, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Celton Ribeiro Barbosa, Professor(a) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - EBTT**, em 20/06/2023, às 16:19, conforme decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&acao\\_origem=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **2970580** e o código CRC **EF419A99**.

23281.003536/2023-78

2970580v2

[https://sei.ifba.edu.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=3483554&infra\\_siste...](https://sei.ifba.edu.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=3483554&infra_siste...)

“Pois eu bem sei os planos que estou projetando para vós, diz o Senhor; planos de paz, e não de mal, para vos dar um futuro e uma esperança”

Jeremias 29:11

## AGRADECIMENTOS

Sou Grato a Deus por estar ao meu lado até este momento e por ter me concedido o presente da vida. Sei que tudo o que conquistei não é meramente mérito meu, mas resultado da Sua graça e bondade. Que a minha vida seja uma expressão de gratidão a Deus, honrando-O em cada passo que dou. Reconheço que, sem a presença e o amor de Deus, eu não seria quem sou hoje. É Ele quem me sustenta, ampara e fortalece a cada dia.

Aos meus pais, Walter e Sandra, assim como aos meus irmãos Gustavo e Enzo. Sou imensamente grato pelo amor, paciência, advertências e, principalmente, pelo incentivo e investimento que vocês dedicaram ao longo dos últimos anos. Amo todos vocês! Essa vitória é nossa.

À minha amada namorada Carol, não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão por tudo que você representa em minha vida. Sou profundamente grato por ter você ao meu lado, como minha parceira, minha amiga e meu maior apoio. Agradeço por cada momento em que você me incentivou, por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava, e por sempre me encorajar a ir além. Sua presença é um presente inestimável, e sou grato a Deus por ter nos unido. Te amo além das palavras.

As minhas avós, tias, tios e primos, expresso minha profunda gratidão. Sou grato pelo amor, apoio e vínculo familiar que compartilhamos. As avós, Olga e Conceição, agradeço a sabedoria e pelos valores transmitidos. Às minhas tias e tios, agradeço o carinho e conselhos valiosos. Aos meus primos, agradeço a amizade e momentos especiais. Vocês são parte essencial da minha vida e sou grato por cada um de vocês. Amo todos vocês!

Aos meus amigos, que se tornaram meu porto seguro e minha fonte de conforto. Durante minha jornada no Instituto, construí amizades que foram essenciais para tornar essa etapa do curso mais leve e agradável. Agradeço aos meus colegas Neoenergia Coelba, em especial aos meus mentores Sebastião Ricardo, Iana Vieira e Leonardo Silva que não apenas compartilharam o tempo de estágio comigo, mas também me ensinaram valiosas lições ao longo desse período. Estou verdadeiramente grato por todo o apoio e parceria que recebi de cada um de vocês.

Aos professores do IFBA sou grato por todo o conhecimento transmitido e pelo suporte recebido ao longo desse percurso. Em particular, gostaria de agradecer ao Prof. Me. Leonardo Caires, cuja orientação tornou possível a conclusão e aprimoramento deste trabalho de pesquisa.

## RESUMO

A disponibilidade de energia elétrica é fundamental para o progresso e bem-estar da sociedade. Nesse sentido, as distribuidoras de energia elétrica têm como principal meta assegurar um serviço confiável, de alta qualidade e com disponibilidade integral. É essencial para as empresas que prestam esse serviço examinar minuciosamente as principais razões que levam aos desligamentos na rede elétrica, a fim de implementar medidas preventivas e fortalecer a infraestrutura elétrica. Esse conhecimento permite uma atuação precisa e eficiente para evitar interrupções no fornecimento de energia, aprimorando os indicadores de qualidade e evitando penalidades e sanções impostas pela ANEEL. A pesquisa tem como principal objetivo analisar o serviço de distribuição de energia elétrica no estado da Bahia, verificando se os limites regulatórios de DEC e FEC estão sendo respeitados bem como as principais causas das interrupções de fornecimento ao longo dos meses de 2020 a 2022. A partir das bases de dados públicas disponibilizadas pela ANEEL foi possível realizar as análises dos indicadores de qualidade de fornecimento comparando os valores anuais e mensais neste período de três anos, estabelecer relações entre as causas, avaliar seus impactos para a operação da distribuição de energia elétrica no estado. Após as análises, constatou-se que grande parte das interrupções estão relacionadas ao meio ambiente e seus fenômenos naturais ou falha de equipamentos e que há uma sazonalidade dos desligamentos sendo observado um comportamento similar ao longo dos meses nos três anos analisados.

**Palavras-chave:** Causas de interrupções, Distribuição de energia elétrica, Indicadores de qualidade, Limites regulatórios, Qualidade do serviço.

## ABSTRACT

*The availability of electricity is crucial for the progress and well-being of society. In this regard, electric power distributors have the main goal of ensuring a reliable, high-quality, and uninterrupted service. It is essential for these companies to thoroughly examine the main reasons behind power outages in the electrical grid in order to implement preventive measures and strengthen the power infrastructure. This knowledge enables precise and efficient actions to avoid disruptions in the power supply, improve quality indicators, and prevent penalties and sanctions imposed by ANEEL (Brazilian Electricity Regulatory Agency). Therefore, the present research aims to analyze the electricity distribution service in the state of Bahia, verifying compliance with regulatory limits of DEC (Duration of Interruptions per Consumer) and FEC (Frequency of Interruptions per Consumer), as well as identifying the primary causes of supply interruptions throughout the months from 2020 to 2022. By utilizing publicly available databases provided by ANEEL, it was possible to conduct analyses of supply quality indicators by comparing annual and monthly values during this three-year period, establishing relationships between the causes and evaluating their impacts on the operation of the electricity distribution in the state. The analyses revealed that a significant portion of interruptions are related to environmental factors and natural phenomena, as well as equipment failures, and a seasonal pattern of outages was observed, showing similar behavior across the months in the three analyzed years.*

**Keywords:** *Causes of interruptions, Power distribution, Quality indicators, Regulatory limit, Service quality.*



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABRADEE</b>	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>BT</b>	Baixa Tensão
<b>CA</b>	Condutores de alumínio sem alma de aço
<b>CCA</b>	Conta de Desenvolvimento de Energia
<b>CHI</b>	Consumidor Hora interrompido
<b>COD</b>	Centro de Operação de Distribuição
<b>CSV</b>	<i>Comma-separated vales</i>
<b>DEC</b>	Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora
<b>DIC</b>	Duração de interrupção individual por unidade consumidora
<b>FatGerador</b>	Fator gerador da ocorrência
<b>FEC</b>	Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora
<b>FIC</b>	Frequência de interrupção individual por unidade consumidora
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ISE</b>	Interrupção Situação de Emergência
<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia
<b>MT</b>	Média tensão
<b>NOAA</b>	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
<b>PRODIST</b>	Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
<b>SIN</b>	Sistema Interligado Nacional
<b>TD</b>	Tempo de deslocamento
<b>TE</b>	Tempo de execução
<b>TMAE</b>	Tempo médio de atendimento a ocorrência emergenciais
<b>TMD</b>	Tempo médio de deslocamento
<b>TME</b>	Tempo médio de execução
<b>TMP</b>	Tempo médio de preparo
<b>TP</b>	Tempo de preparo
<b>UC</b>	Unidade Consumidora

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organização do Setor Elétrico.....	19
Figura 2. Organograma do Setor Elétrico Brasileiro.....	20
Figura 3. Rede aérea convencional.....	23
Figura 4. Rede aérea isolada com cabo multiplexado.....	24
Figura 5. Rede aérea compacta.....	25
Figura 6. Estratificação dos indicadores de DEC e FEC.....	33
Figura 7. Resumo do processo de análise e coleta de dados.....	40
Figura 8. Adaptação das colunas de causa da base de dados dos desligamentos.....	42
Figura 9. Rede elétrica afetada devido às fortes chuvas na Bahia.....	50
Figura 10. Relatório ISE.....	50

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. DEC anualizado.....	44
Gráfico 2. FEC anualizado.....	44
Gráfico 3. DEC total anualizado.....	46
Gráfico 4. FEC total anualizado.....	46
Gráfico 5. DEC expurgado anualizado.....	48
Gráfico 6. FEC expurgado anualizado.....	48
Gráfico 7. DEC mensal dos três anos analisados.....	49
Gráfico 8. FEC mensal dos três anos analisados.....	49
Gráfico 9. Quantidade de precipitação média em mm/dia.....	50
Gráfico 10. Número de interrupções por causa.....	52
Gráfico 11. Média CHI por causa.....	53
Gráfico 12. Soma de CHI por causa.....	54
Gráfico 13. CHI relacionado a meio ambiente.....	56
Gráfico 14. CHI relacionado a causa própria do sistema.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de ocorrências por ano.....	45
Tabela 2. Tempo médio de atendimento a ocorrências emergenciais.....	45
Tabela 3. Número de ocorrência por causa.....	53
Tabela 4. Média de clientes interrompidos por causa.....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
3.1 O SETOR ELÉTRICO.....	19
3.1.1 Organização.....	19
3.1.2 Organograma de funcionamento.....	20
3.1.3 Regulação da distribuição.....	22
3.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELETRICA NO BRASIL.....	22
3.2.1 Funcionamento.....	22
3.2.2 Configuração da rede de distribuição.....	22
3.2.3 Distribuição de energia elétrica na Bahia.....	25
3.3 INDICADORES DE CONTINUIDADE.....	26
3.3.1 PRODIST e indicadores de qualidade de fornecimento de energia.....	26
3.3.2 Conceitualização de termos.....	27
3.3.3 Indicadores individuais de continuidade de energia elétrica.....	29
3.3.4 Indicadores coletivos de continuidade de energia elétrica.....	30
3.3.5 Indicadores de atendimento as ocorrências emergenciais.....	33
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>36</b>
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	36
4.2 MÉTODO DA PESQUISA.....	37
4.5 ESCOPO DA PESQUISA.....	38
4.3 DESENHO DA PESQUISA.....	38
4.4 INSTRUMENTO DA PESQUISA.....	39
4.5 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	39
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>44</b>
5.1 ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES E LIMITES DE CONTINUIDADE.....	44
5.2 SAZONALIDADE DOS INDICADORES.....	48
5. ANÁLISE DAS CAUSAS DOS DESLIGAMENTOS.....	52
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>58</b>

<b>6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em uma sociedade cada vez mais globalizada e conectada, o acesso à energia elétrica é essencial para o funcionamento e bem-estar da sociedade como um todo. No Brasil não é diferente, segundo o IBGE (2019), 99,8% da população brasileira tem acesso à energia elétrica. Para garantir que esse serviço seja entregue de forma efetiva e de qualidade, o setor elétrico brasileiro passou por grandes mudanças e regulação, desde a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, em 1997.

No que se trata de distribuição de energia elétrica no país, a ANEEL publicou em 2008 os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica (PRODIST). Por meio desses procedimentos foi padronizado todas as atividades de distribuição.

Assim como qualquer serviço e produto, a distribuição tem parâmetros para que seja avaliado a qualidade do mesmo a partir de padrões definidos. A ANEEL exige das concessionárias um padrão de continuidade no fornecimento de energia elétrica. Qualquer falta de energia ou alteração na qualidade que violem os limites desses parâmetros estabelecidos é aplicada uma série de sanções a concessionária, que variam desde multa até perda da concessão, e compensação financeira aos consumidores afetados por esses problemas (ANEEL,2021).

Segundo a ANEEL os consumidores brasileiros ficaram no ano apenas 10h56 em média sem energia em 2022, o que representa 0,12% no ano. Porém, apesar da rede elétrica ser muito confiável e disponível, por conta de sua grande extensão e modelo de funcionamento, muitos fatores externos podem contribuir para a interrupção do fornecimento de energia. Desde animais em contato com a rede, impactos de veículos até descargas atmosféricas podem levar com que parte do sistema fique sem funcionar, impactando diversos consumidores por longos períodos, a depender do grau do defeito, trazendo grandes prejuízos aos consumidores.

### 1.1 JUSIFICATIVA

Atualmente o acesso à energia elétrica está relacionada diretamente com qualidade de vida e desenvolvimento da sociedade. Para isso, garantir que o fornecimento de serviço seja confiável, de qualidade e disponível 100% do tempo é o principal objetivo de uma concessionária de distribuição de energia elétrica. Porém, por se tratar de um serviço essencial e que exige uma estrutura complexa e com muitas etapas, entender e evitar

qualquer tipo de interrupção no fornecimento é algo extremamente importante para um serviço de qualidade.

Neste sentido o órgão regulador do sistema elétrico, ANEEL, impõe as concessionárias de energia elétrica regras e procedimentos para que o fornecimento de energia seja confiável, seguro e de qualidade. Por sua vez, as distribuidoras de energia elétrica tentam a todo custo evitar que haja uma interrupção no fornecimento de energia para não serem penalizadas pela regulação.

Analisar as principais causas dos desligamentos se faz necessário a fim de prevenir e blindar a rede elétrica sabendo onde e como atuar, para que essas não afetem o fornecimento de energia elétrica melhorando os indicadores de qualidade de energia e evitando multas e sanções da ANEEL.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

• Analisar as principais causas de interrupção de fornecimento de energia elétrica no estado da Bahia nos últimos 3 anos, através da análise exploratória dos dados abertos fornecidos pela ANEEL.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os principais indicadores coletivos de fornecimento de energia elétrica;
- Analisar as principais causas de desligamentos na rede elétrica no estado;
- Identificar a sazonalidade das interrupções das redes de distribuição de energia elétrica na Bahia;
- Apresentar os maiores ofensores de desligamento de energia elétrica no estado da Bahia;
- Entender o impacto do clima e meio ambiente na qualidade de fornecimento de energia elétrica.

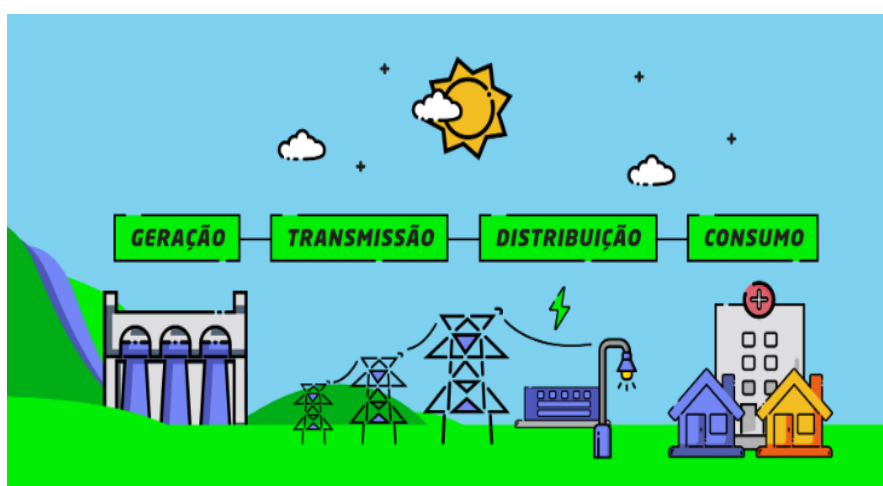
### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

##### 3.1.1 Organização

O setor elétrico brasileiro é composto por uma rede de empresas independentes-geração de energia, operadores de linhas de transmissão, distribuidoras e comercializadoras. Essa rede é interligada e opera pela regulação do governo. Todas essas empresas em rede têm como objetivo final atender os consumidores formados por pessoas e negócios. (NEOENERGIA, 2019).

**Figura 1.** Organização do Setor Elétrico.



**Fonte:** Comerc Energia(2022).

Diferente de outros sistemas de rede, como saneamento e gás, a energia elétrica não pode ser estocada de forma economicamente viável, e isso impacta todo o modelo de funcionamento tendo que haver um equilíbrio constante entre oferta e demanda. A energia produzida deve ser consumida instantaneamente. Havendo algum desequilíbrio mesmo que seja por segundos o sistema pode vir a entrar em colapso e parar de funcionar (ABRADEE,2021).

Dessa forma a partir da década de 1990, o Brasil e o mundo passaram por reformas estruturais na forma de operação do setor elétrico. O resultado disso foi a separação dos segmentos de geração, transporte e comercialização de energia. Cada segmento passou a ser administrado por agentes distintos e operados de maneira própria baseado nas regulações do governo (ANEEL,2022)

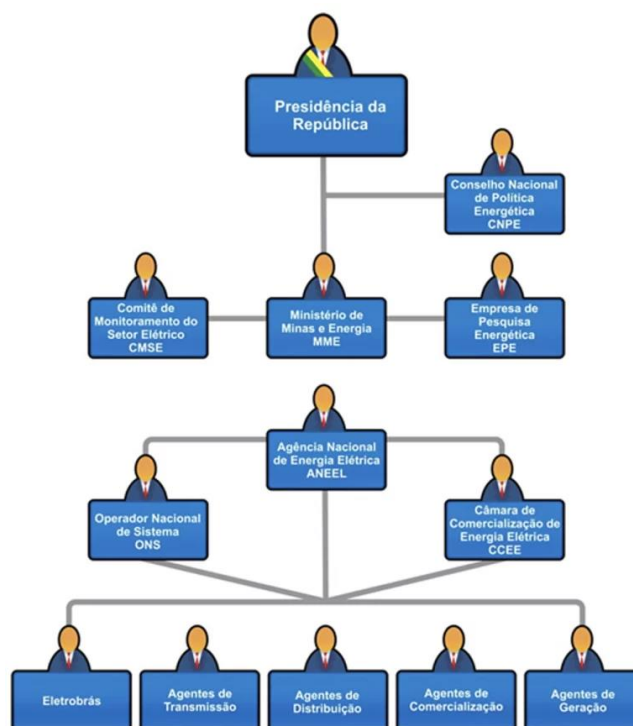
A geração e a comercialização de energia foram enquadradas em segmentos competitivos havendo competição entre os agentes afim de garantir um produto, também chamado de commodity, com um valor melhor para o consumidor.

Já a distribuição e a transmissão foram enquadradas no monopólio natural devido ao fato de sua estrutura física impossibilitar uma economia de escala, ou seja, construções de novas linhas e subestações sob demanda no mesmo território. Nesse caso o governo concede a empresa do ramo de transporte de energia o direito de atuar de maneira exclusiva daquela área por determinado período (ABRADEE,2021).

### 3.1.2 Organograma de funcionamento

O ministério das Minas e Energia (MME) é responsável por monitorar e gerir de forma permanente a continuidade e a segurança dos suprimentos de energia. No organograma de funcionamento do setor elétrico existem diversos órgãos e agências relacionadas ao MME cada um com uma função específica como mostra a figura 2 a seguir.

**Figura 2.** Organograma do Setor Elétrico Brasileiro.



Fonte: ABRADEE

Para garantir o pleno funcionamento desse complexo sistema, é essencial que todos os elementos do setor de energia trabalhem de maneira colaborativa e coordenada.

O direcionamento e as tendências do setor de energia são moldados pela política adotada pelo governo federal e seus representantes. Como setor estratégico, a energia desempenha um papel fundamental tanto em âmbito nacional, assegurando o fornecimento adequado e sustentável de energia, quanto em nível internacional, comércio e políticas de venda e sustentabilidade sendo consideradas. O setor de energia é fundamental para impulsionar o desenvolvimento econômico, promover a segurança energética e alcançar metas ambientais.

### 3.1.2.1 Agência Nacional de Energia Elétrica

Dentre esses agentes de mercado é importante destacar um em específico que é a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criada em 1997, através da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997, em meio a um contexto de privatizações e crise fiscal no país, desempenha um papel fundamental no setor elétrico brasileiro. Como órgão regulador e fiscalizador, a ANEEL tem a responsabilidade de garantir a eficiência, a qualidade e a segurança dos serviços de energia elétrica prestados no país (POLITIZE,2022).

A ANEEL tem como objetivo principal promover a concorrência, estimular investimentos e assegurar a modicidade tarifária para os consumidores. Ela atua na definição das regras e normas do setor elétrico, como a concessão e permissão de serviços, a regulação tarifária, os critérios de qualidade dos serviços e a fiscalização das atividades das empresas (ANEEL,2021).

### 3.1.3 Regulação da distribuição

Assim como os outros segmentos, a distribuição está sob regulação da ANEEL através de uma série de documentos e normas. Cabe a ela estabelecer as normas e orientações que devem ser seguidas no uso e aproveitamento dos serviços de energia elétrica por parte das empresas de concessão e permissão, consumidores, produtores independentes e autoconsumidores (ANEEL,2022).

Para isso o órgão regulador estabelece critérios da qualidade do serviço e segurança. De forma clara, a ANEEL criou um conjunto de documentos denominados de Procedimentos de Distribuição (PRODIST) para definir o escopo de operação da distribuição de energia elétrica no país. O não cumprimento das normas e regras que regem o sistema por parte da distribuidora pode vir a gerar multas, sanções e até perda do direito de concessão (ANEEL,2022).

## 3.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

### 3.2.1 Funcionamento

O sistema de distribuição de energia elétrica é o segmento responsável por captar a energia elétrica vinda do setor de transmissão e transferi-las com a tensão elétrica regulada para os consumidores finais daquela região, sejam eles empresas ou residências e esses em troca do serviço pagam uma tarifa mensal a distribuidora proporcional ao valor de energia consumida (KAGAN,2005).

A distribuição assim como a transmissão é composta por fios condutores, equipamentos de proteção, equipamentos de medição e controle e transformadores. Apesar dos dois segmentos serem responsáveis por transporte de energia elétrica, o sistema de distribuição é mais ramificado e com estrutura física de equipamentos menores. Quando se pensa em cidade ou ambiente urbano é impossível não pensar no sistema de distribuição presente, seja com postes, fios e transformadores, mas além do que se vê existem muito mais processos envolvidos na distribuição (KAGAN,2005).

As redes de distribuição de energia são subdivididas em três tipos a depender do valor da tensão elétrica: Redes de alta tensão, chamado de sistema de subtransmissão essa sistema transporta tensões entre 138kV vindas da transmissão e abaixam até 34,5kV da distribuição, media tensão também chamada de distribuição primaria(MT) que interliga a subtransmissão e a baixa tensão que também é chamada de Distribuição secundaria(BT) que é varia de 127V a 380V e é conectada as residências ( KAGAN,2005).

### 3.2.2 Configuração da rede de distribuição

As redes de distribuição primária surgem a partir das subestações de distribuição. Elas podem ser implantadas tanto no formato aéreo quanto subterrâneo, sendo que as redes aéreas são mais amplamente utilizadas devido ao seu custo menor, enquanto as redes subterrâneas são mais comuns em áreas com alta densidade de carga, como o centro de uma grande cidade, ou onde há restrições estéticas (UNESP, s.d).

No caso das redes aéreas, são empregados postes de concreto em áreas urbanas e postes de madeira tratada em áreas rurais. No topo dos postes, são fixadas as cruzetas, geralmente feitas de madeira e com cerca de dois metros de comprimento, onde são fixados os isoladores de pino ou de disco. Para a transmissão de energia, são utilizados condutores de alumínio com alma de aço, conhecidos como CAA, ou condutores de alumínio sem alma de aço, chamados de CA. (UNESP, s.d).

As redes aéreas podem ser de três tipos cada uma com uma característica e uma usabilidade diferente seja por característica do projeto, custo ou local que será implantada.

#### 3.2.2.1 Rede de distribuição aérea convencional

Essa rede leva esse nome por ser o tipo mais utilizado no Brasil, devido ao seu baixo custo e aplicação em diferentes ambientes seja urbano ou rural. Como o próprio nome diz se trata de uma rede aérea, ou seja, seus condutores estão a uma altura de mínima de 5,5m do solo (ELEKTRO,2019).

Sua estrutura é caracterizada por condutores nus, sobre isoladores de porcelana ou vidro que são fixados sobre cruzetas de concreto ou madeira. Por se tratar de uma estrutura com cabo desprotegido a rede fica susceptível a influência externa o que eleva a taxa de falhas na rede e aumenta o número de manutenções (RIBEIRO,2008).

**Figura 3.** Rede aérea convencional.



**Fonte:** NEOENERGIA,2022.

#### 3.2.2.2 Rede de distribuição aérea isolada

Nesse tipo de configuração de rede, são utilizados três condutores isolados, que são protegidos e agrupados em torno de um cabo mensageiro, que desempenha a função de neutro e fornece suporte mecânico. Para garantir a segurança elétrica, são necessários cabos condutores com camadas semicondutoras, conhecidos como cabos multiplexados, que isolam eletricamente o campo elétrico (QUEIROZ,2003).

As redes isoladas são consideradas bastante dispendiosas, sendo recomendadas apenas para projetos especiais onde não há alternativa viável. Elas podem ser aplicadas,

por exemplo, em indústrias onde o uso de redes subterrâneas não é possível ou onde as redes convencionais ou protegidas apresentam riscos significativos (RIBEIRO,2008).

**Figura 4.** Rede aérea isolada com cabo multiplexado.



Fonte: CERNHE,2023.

### 3.2.2.3 Rede de distribuição aérea compacta

Essas redes consistem em um conjunto de cabos de aço e cabos revestidos ou protegidos, fixados em estruturas compostas por braços metálicos, separadores de fase em formato losangular ou feitos de materiais poliméricos. Um cabo de aço guia é usado para sustentar todo o conjunto de cabos e atua como o neutro do sistema de distribuição, sendo conhecido como cabo mensageiro. É importante ressaltar que os cabos revestidos ou protegidos são apenas envoltos por uma camada externa, não sendo considerados isolados eletricamente, uma vez que seu campo elétrico não é confinado (RIBEIRO,2008).

A implementação de redes aéreas compactas proporciona não apenas um fornecimento de energia elétrica mais confiável e melhorias nos indicadores técnicos de qualidade, mas também contribui para a preservação da vegetação, reduzindo significativamente a necessidade de podas de árvores e o uso de cruzetas de madeira (AWS,2023).

**Figura 5.** Rede aérea compacta.



Fonte: CPFL,2022.

### 3.2.3 Distribuição de energia elétrica na Bahia

A distribuidora que presta o serviço no estado da Bahia atende um total de 15,3 milhões de baianos, sendo que destes 6,2 milhões são clientes com contrato estabelecido, em 415 dos 417 municípios no estado, ficando de fora da concessão da distribuidora apenas os municípios de Jandaíra e Rio Real, atendidas pela concessionária Sulguipe (COELBA,2023).

Atualmente, a distribuidora ocupa a posição de terceira maior do país em termos de número de clientes, e a sexta em volume de energia fornecida, em uma área de concessão de 563 mil quilômetros quadrados. A empresa conta com uma equipe de mais de 14,5 mil colaboradores, entre funcionários e contratados para atender toda essa demanda requerida. (NEOENERGIA,2023)

A empresa foi criada em 26 de março de 1960, neste período o serviço de fornecimento de energia era prestado pelas prefeituras municipais e algumas pequenas companhias. Após 37 anos da sua criação a empresa foi privatizada através de leilão, sendo arrematada por R\$ 1,73 bilhão pelo Grupo Guaraniana, hoje, Grupo Neoenergia (NEOENERGIA,2023).

Até o momento da privatização a empresa possuía 2,5 milhões de clientes atualmente a empresa conta com quase três vezes desse volume. A empresa expandiu consideravelmente suas operações, o que resultou em um fornecimento de energia mais abrangente. Atualmente, sua infraestrutura consiste em uma extensa rede de mais de 277



mil quilômetros, composta por 3,6 milhões de postes, mais de 7 milhões de transformadores e 337 subestações (NEOENERGIA,2023).

Um aspecto de grande importância é a eletrificação rural, especialmente porque a Bahia possui a maior população rural do Brasil. Em 2000, apenas 53% dos domicílios rurais do estado contavam com energia elétrica. No entanto, atualmente, esse número aumentou para 85%, beneficiando a maioria das residências do interior baiano. Tudo isso graças a programas de infraestrutura em conjunto do governo federal e a empresa (NEOENERGIA,2023).

### 3.3 INDICADORES DE CONTINUIDADE

#### 3.3.1 PRODIST e indicadores de qualidade de fornecimento de energia

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) estabelece a PRODIST, que é dividida em 11 módulos, cada um tratando de um tema específico relacionado à distribuição de energia elétrica, desde o planejamento da expansão do sistema até a fatura de energia elétrica (ANEEL, 2022). Dentre esses módulos, destaca-se o módulo 8, que aborda a qualidade do serviço e da energia elétrica, sendo esse tema fundamental para os objetivos deste trabalho.

A ANEEL utiliza indicadores e parâmetros para controlar a qualidade do serviço prestado pelas distribuidoras em todo o país. Esses indicadores são divulgados publicamente, permitindo que todos possam avaliar o desempenho da distribuição de energia elétrica em suas respectivas regiões.

Dessa forma, a avaliação da qualidade do serviço de distribuição de energia elétrica é realizada de forma transparente e acessível a todos os consumidores. Os indicadores estabelecidos pela ANEEL fornecem uma base para a análise do desempenho das distribuidoras, incentivando a busca por melhorias contínuas e garantindo a satisfação dos clientes em relação à qualidade do serviço prestado.

Os indicadores mencionados têm como objetivo avaliar a continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica, tanto em nível individual quanto coletivo. De acordo com o PRODIST, esses indicadores são definidos com base na duração e frequência das interrupções ao longo de um mês civil específico (ANEEL,2021).

Dentre esses indicadores, os mais relevantes para a qualidade do serviço estão relacionados às interrupções coletivas no fornecimento de energia. Toda vez que ocorre um desligamento ou falta de energia com duração superior a 3 minutos, isso é considerado uma interrupção na distribuição. Quanto mais longa for a duração da interrupção, mais

frequente ela ocorrer e maior for o número de clientes afetados, pior será o impacto nos indicadores de continuidade.

Portanto, é fundamental que as interrupções no fornecimento de energia sejam minimizadas e mantidas dentro de um limite aceitável, a fim de garantir a qualidade do serviço de distribuição. Quanto menor for a duração e a frequência dessas interrupções, bem como o número de clientes afetados, melhor será a classificação nos indicadores de continuidade estabelecidos pelo PRODIST.

### 3.3.2 Conceitualização de termos

Muitos termos são usados na operação da distribuição e para que possa haver um pleno entendimento do tema, a PRODIST 1 é composta por um glossário dos termos e expressões relevantes que constam nos outros módulos (ANEEL,2021).

Como muito dos termos são usados neste trabalho, a seguir será apresentado os principais e suas respectivas definições.

#### 3.3.2.1 Centro de Operação de Distribuição (COD)

O Centro de Operação de Distribuição (COD) é um conjunto centralizado de recursos que engloba pessoal, informações, equipamentos e processamento de dados de cada distribuidora. Sua finalidade é coordenar, supervisionar, controlar, comandar e executar as operações das instalações de distribuição de energia elétrica em baixa, média e alta tensão (ANEEL,2021).

No caso das instalações do agente que estão integradas à rede de operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), o COD assume a responsabilidade pelas ações de supervisão, controle, comando e execução das operações. O COD desempenha um papel fundamental na garantia da eficiência e confiabilidade da operação das instalações de distribuição, visando atender às demandas dos consumidores de forma adequada e segura (ANEEL,2021).

#### 3.3.2.2 Conjunto de unidades consumidoras

Refere-se a um agrupamento de unidades consumidoras aprovado pela ANEEL e pertencente a uma mesma área de concessão ou permissão. Esse agrupamento é estabelecido com o objetivo de facilitar a gestão e a prestação de serviços de energia elétrica de forma mais eficiente e eficaz para as unidades consumidoras envolvidas (ANEEL,2021).

### 3.3.2.3 Contingência

Refere-se à ocorrência de perda de equipamentos ou instalações, podendo ou não resultar na violação dos limites operacionais ou no corte de carga. Em situações de contingência, ocorre uma interrupção ou falha em equipamentos ou instalações, o que pode ter impacto na operação do sistema elétrico, podendo levar à necessidade de acionar medidas de contingência, como a reconfiguração da rede, redistribuição de carga ou até mesmo o corte de fornecimento de energia em determinadas áreas (ANEEL,2021).

### 3.3.2.4 Dia crítico

Definido como um dia em que o número de ocorrências emergenciais, excluindo aquelas classificadas como ISE (Interrupção Situação de Emergência), em um determinado conjunto de unidades consumidoras, excede a média acrescida de três desvios padrões dos valores diários. A média e o desvio padrão utilizados são calculados com base nos dados dos 24 meses anteriores ao ano em curso, levando em consideração os dias críticos previamente identificados (ANEEL,2021).

Em outras palavras, um Dia Crítico é identificado quando o número de ocorrências emergenciais em um conjunto de unidades consumidoras é significativamente maior do que a média diária esperada, considerando os dados históricos e levando em conta a variação natural dos eventos. Essa análise estatística auxilia na identificação de dias em que há um aumento substancial de ocorrências emergenciais, permitindo a adoção de medidas preventivas e o planejamento adequado para lidar com situações de maior demanda ou risco (ANEEL,2021).

### 3.3.2.5 Interrupção do fornecimento de energia elétrica

Interrupção é a descontinuidade do neutro ou da tensão disponível em qualquer uma das fases de um circuito elétrico que fornece energia a uma unidade consumidora ou ponto de conexão. A PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) estabelece diferentes tipos de interrupção com base na sua natureza e duração (ANEEL,2021).

### 3.3.2.6 Interrupção em Situação de Emergência

Uma interrupção originada no sistema de distribuição é aquela que ocorre devido a um evento que comprovadamente impede a distribuidora de agir imediatamente e que não foi causado ou agravado por ela. Essa interrupção pode ser classificada de dois tipos:

- Decorrente de um evento relacionado a um Decreto de Declaração de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública emitido por uma autoridade competente.
- decorrente de Evento cuja soma do CHI (Consumidor Hora Interrompido) das interrupções ocorridas no sistema de distribuição seja superior ao CHI limite da distribuidora, calculado conforme equação a seguir:

$$CHI_{limite} = 2,612 \cdot N^{0,35} \quad (1)$$

em que: N = número de unidades consumidoras faturadas e atendidas em BT e MT do mês de outubro do ano anterior ao período de apuração (ANEEL,2021).

### 3.3.2.7 Ocorrência no sistema de distribuição

Refere-se a eventos que ocorrem dentro do próprio sistema de distribuição, com impacto principalmente localizado em áreas específicas ou limitado aos alimentadores de distribuição. Em outras palavras, trata-se de incidentes que se manifestam e têm consequências localizadas dentro da infraestrutura de distribuição de energia elétrica (ANEEL,2021).

### 3.3.3 Indicadores individuais de continuidade de energia elétrica

As interrupções, sejam planejadas ou não, têm um impacto negativo na qualidade do fornecimento de energia e causam prejuízos aos consumidores. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) utiliza indicadores para avaliar a continuidade dos sistemas de distribuição e estabelece limites máximos para as empresas do setor. Quando esses limites de continuidade individuais são violados, os consumidores têm direito a serem ressarcidos por meio de créditos aplicados em suas faturas de energia. Esses indicadores são definidos no módulo 8 do PRODIST e são baseados na duração e quantidade de interrupções ocorridas (ANEEL,2021).

### 3.3.3.1 Duração de interrupção individual por unidade consumidora (DIC)

A ANEEL estabelece que intervalo de tempo que, no período de apuração, em cada unidade consumidora ou ponto de conexão ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica (ANEEL,2021).

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i) \quad (2)$$

Onde,

i = índice de interrupções que vai de 1 até n;

t= duração da interrupção;

n = quantidade de interrupções.

### 3.3.3.2 Frequência de interrupção individual por unidade consumidora (FIC)

Assim como o DIC, o FIC indica a quantidade de interrupções (n) por unidade consumidora ou ponto de conexão:

$$FIC = n \quad (3)$$

### 3.3.4 Indicadores coletivos de continuidade de energia elétrica

Através dos indicadores individuais de continuidade, é possível obter os indicadores coletivos que permitem avaliar a qualidade do fornecimento de energia elétrica em diferentes conjuntos de unidades consumidoras, como grupos, alimentadores, municípios, regiões, entre outros. Esses indicadores coletivos fornecem uma visão mais abrangente e representativa da continuidade do serviço prestado, considerando o desempenho do sistema de distribuição em sua totalidade.

#### 3.3.4.1 Consumidor Hora interrompido (CHI)

Segundo a ANEEL, O CHI pode ser expresso como

somatório dos valores de Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou Ponto de Conexão – DIC dos consumidores atingidos por interrupção no fornecimento de energia, expresso em horas e centésimos de horas (ANEEL,2021).

Sendo assim:

$$CHI = \sum_{i=1}^{NUC} DIC (i) \quad (4)$$

É possível também relacionar o DEC com o CHI sendo o CHI o produto entre a duração equivalente de interrupção por unidade consumidora e a quantidade de unidades consumidoras naquele conjunto ou agrupamento, portanto podemos escrever o CHI como:

$$CHI = DEC \cdot UC_A \quad (5)$$

Sendo

DEC= Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora;

UC<sub>A</sub> = número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto no período de apuração, atendidas em BT ou MT;

#### 3.3.4.2 Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC)

A Duração Equivalente de Interrupção por consumidor (DEC) é o indicador que avalia o tempo médio que um conjunto de consumidores ficou sem energia elétrica em um determinado tempo. Esse indicador é expresso em horas(h) e sua equação é descrita como:

$$\frac{\sum_{i=1}^{NUC} DIC (i)}{NUC} \quad (6)$$

Sendo

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.

#### 3.3.4.3 Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC)

Outro indicador complementar ao DEC é a Frequência Equivalente de interrupção por Unidade consumidora (FEC) enquanto o DEC está ligado a demora na recomposição

da rede avaliando o serviço de manutenção. O FEC avalia a confiabilidade da rede, se ela está ou não preparada para eventuais ofensores. Sua fórmula é descrita como:

$$\frac{\sum_{i=1}^{NUC} FIC(i)}{NUC} \quad (7)$$

Sendo

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

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

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

#### 3.3.4.4 Estratificação dos indicadores

Os valores de DEC e FEC não prevê dentro da sua fórmula a origem da interrupção. A ANEEL apura os resultados e de acordo com a PRODIST, contabiliza na comparação com os limites, apenas do DEC e o FEC que ela entende que seja de responsabilidade da distribuidora (ANEEL,2021).

Para tal, dentro dos procedimentos que tratam sobre a qualidade do fornecimento de energia (PRODIST 8) a agência estratifica cada tipo de interrupção de acordo com sua causa e origem. O DEC e FEC podem ser segregados em:

- a) DEC<sub>ine</sub> e FEC<sub>ine</sub> – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, não programada e ocorrida em situação de emergência;
- b) DEC<sub>inc</sub> e FEC<sub>inc</sub> – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, não programada, ocorrida em Dia Crítico e não ocorrida nas situações de Interrupção em situação de emergência, interrupção vinculada à programa de racionamento instituído pela União ou interrupção oriunda de atuação de Esquema Regional de Alívio de Carga – ERAC estabelecido pelo ONS;
- c) DEC<sub>ino</sub> e FEC<sub>ino</sub> – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, não programada e ocorrida nas situações de interrupção vinculada à programa de racionamento instituído pela União

ou interrupção oriunda de atuação de Esquema Regional de Alívio de Carga – ERAC estabelecido pelo ONS;

- d)  $DEC_{ipc}$  e  $FEC_{ipc}$  – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, programada, ocorrida em Dia Crítico;
- e)  $DEC_{xp}$  e  $FEC_{xp}$  – DEC ou FEC devido a interrupção de origem externa ao sistema de distribuição e programada;
- f)  $DEC_{xn}$  e  $FEC_{xn}$  – DEC ou FEC devido a interrupção de origem externa ao sistema de distribuição e não programada;
- g)  $DEC_{ip}$  e  $FEC_{ip}$  – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição e programada, não ocorrida em Dia Crítico;
- h)  $DEC_{ind}$  e  $FEC_{ind}$  – DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, não programada e não expurgável.

De todos esses tipos de classificação de DEC e FEC apenas as ocorrências dos itens “f” e “h” são contabilizadas para os indicadores da empresa, as demais são situações em que os valores dos indicadores são expurgáveis. A figura 6 apresenta a estratificação de como o indicador é contabilizado atualmente. No quadro está destacado na cor cinza a classificação dos indicadores que não compõe o DEC e FEC a serem comparados com os limites estabelecidos (ANEEL,2021).

**Figura 6.** Estratificação dos indicadores de DEC e FEC.

		<i>Origem</i>		
		Externa	Interna	
<i>Previsibilidade</i>	Programada	XP	IPC	IP
	Não Programada	XN	INC	IND
			INE	
			INO	

**Fonte:** ANEEL – PRODIST 8(2021).

Embora haja ocorrências originadas de indicadores que possam ser expurgados a distribuidora tem como obrigação, manter em seus registros as justificativas de cada uma dessas interrupções e fornecer para ANEEL assim que solicitado (ANEEL,2021).

### 3.3.5 Indicadores de atendimento as ocorrências emergenciais



A gestão e o controle das ocorrências emergenciais requerem uma supervisão eficaz, que possa ser avaliada por meio de indicadores representativos dos conjuntos de unidades consumidoras afetadas (ANEEL,2021).

Com isso é fundamental estabelecer indicadores que permitam avaliar a eficiência, eficácia e agilidade do atendimento às ocorrências emergenciais. Essas métricas refletem a qualidade do serviço prestado pelas equipes de atendimento, possibilitando melhorias contínuas no sistema de distribuição de energia elétrica (ANEEL,2021).

### 3.3.5.1 Tempo médio de preparo (TMP)

O intervalo de tempo entre o momento que a ocorrência é registrada até o momento o controlador do COD aciona uma equipe para agir no atendimento é chamado de tempo de preparo (TP). Esse tempo é medido em minutos e a média desses tempos é o indicador chamado TMP:

$$TMP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TP(i) \quad (8)$$

### 3.3.5.2 Tempo médio de deslocamento (TMD)

Assim que a turma é acionada e aceita a ocorrência, o tempo em que ela se desloca até o local para atendimento é chamado de Tempo de deslocamento (TD). A média desses tempos é chamado de TMD:

$$TMD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TD(i) \quad (9)$$

### 3.3.5.3 Tempo médio de execução (TME)

O tempo em que a equipe executa a atividade após a chegada no local é chamada de Tempo de execução (TE). A média desses tempos é chamado de TME:

$$TME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TE(i) \quad (10)$$

#### 3.3.5.4 Tempo médio de atendimento a ocorrência emergenciais (TMAE)

A soma dos três tempos médios compõe o que a ANEEL classifica como um atendimento a ocorrência.

$$TMAE = TMP + TMD + TME \quad (11)$$

#### 3.3.5.5 Número de ocorrências emergenciais

No processo de apuração do atendimento às ocorrências emergenciais, a distribuidora deve considerar dois indicadores principais: o número total de ocorrências emergenciais registradas no conjunto, no período de apuração, de e o número total de ocorrências emergenciais que resultaram na interrupção do fornecimento de energia elétrica. Esses indicadores fornecem uma visão abrangente do desempenho da distribuidora no enfrentamento e resolução das situações de emergência (ANEEL,2021).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 TIPO DA PESQUISA

Segundo Lakatos (2003) a definição de pesquisa “é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”. A pesquisa, portanto, tem como principal finalidade entender o assunto estudado seja para novas descobertas, para validar ou refutar conhecimentos pré-existentes sobre aquele tema.

A pesquisa científica pode ser dividida e classificada mediante a quatro critérios, quanto a: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos (GEHARDT e SILVEIRA, 2009). Quanto a abordagem, o presente trabalho é classificado predominantemente como quantitativo, já que “Requer o uso de recursos e técnicas de estatística, procurando traduzir em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador.” (PRODANOV e FREITAS, 2013, p.128). Para sua elaboração foi necessária utilização de valores que representem o desempenho do sistema de distribuição de energia elétrica da Bahia relacionando os fenômenos com os indicadores estudados (DEC, FEC).

Quanto a natureza da pesquisa, este trabalho é composto pela pesquisa básica cujo objetivo é através dela obter conhecimentos novos sem aplicação prevista (GEHARDT e SILVEIRA, 2009). Através da análise dos indicadores de qualidade de energia espera-se análise dos dados os transformando em informação afim de chegar em uma conclusão.

Para Gil (2007) uma pesquisa pode ser classificada segundo três grupos de objetivos: Pesquisa exploratória, pesquisa descritiva e pesquisa explicativa. Como o objetivo desse trabalho é apenas descrever e analisar os dados sobre indicadores de qualidade e interrupções de energia elétrica sem interferir é possível classificá-la como descritiva. Segundo Prodanov (PRODANOV e FREITAS, 2013, p.52).

Tal pesquisa observa, registra, analisa e ordena dados, sem manipulá-los, isto é, sem interferência do pesquisador. Procura descobrir a frequência com que um fato ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações com outros fatos. que um fato ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações com outros fatos.

E quanto aos procedimentos, é classificada como pesquisa de campo, visto que, “o estudo de campo tende a utilizar muito mais técnicas de observação do que de interrogação.” (GIL, 2008, p. 57). Durante a pesquisa o foco é apenas a análise das

interrupções e dos indicadores de fornecimento sem se importar em como podemos solucionar os problemas das interrupções e melhorar os valores dos indicadores.

## 4.2 MÉTODO DA PESQUISA

Um conhecimento pode ser dito como científico quando é observado em seus procedimentos meios e técnicas mentais que fizeram com que fosse possível chegar aquele resultado, ou seja, se for possível identificar o método usado na investigação e obtenção daquele conhecimento (PRODANOV e FREITAS, 2013). É através dos métodos que entendemos a forma que foi pesquisado, o modo que foi pensado e desenvolvido a pesquisa e o caminho que foi seguido.

É necessário que seus métodos possam ser replicados em outra ocasião afim de verificar a validade e veracidade daquela informação. Por isso se faz necessário uma descrição clara e sistematizada de como foi obtido aquele conhecimento bem como o caminho para sua aquisição. Para isso, são utilizados grupos de classificação quanto ao método são eles: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético (LAKATOS,2003).

Está presente pesquisa é caracterizada quanto ao método como hipotético-dedutivo visto que parte de uma percepção sobre uma lacuna, as causas de interrupção do serviço de distribuição de energia elétrica e a qualidade do serviço prestado pela distribuidora chegando à formulação de hipóteses e por fim resultados.

A hipótese do presente trabalho é de que a qualidade do serviço de distribuição de energia prestado depende de fatores internos e externos a empresa prestadora desse serviço no estado e que as interrupções de fornecimento de energia são muito impactadas pela origem e interferência de fenômenos ambientais.

## 4.3 ESCOPO DA PESQUISA

### 4.3.1 Lócus da Pesquisa

O *lócus* da pesquisa se restringe a rede de distribuição da concessionária que atende o estado da Bahia. O nome da empresa não será divulgado para que não seja exposta de alguma maneira. O estado da Bahia possui uma população 15,13 milhões de pessoas distribuídos em 417 municípios.

### 4.3.2 População e Amostra

Para a análise quantitativa das causas e interrupções de energia elétrica, a amostra coletada corresponde aos dados pertencentes as ocorrências dos anos de 2020,2021 e 2022

e que cujo impacto na contribuição do DEC e FEC seja verdadeiro e que essas ocorrências não tenham sido programadas e ou expurgadas.

#### 4.3.2.1 Critério 1: Ocorrências não programadas

Como queremos avaliar o desempenho do sistema de distribuição do estado da Bahia no seu funcionamento normal é necessário retirar as ocorrências onde foi programado o desligamento. Já que essas ocasiões ocorrem dentro de um planejamento e alinhamento entre a distribuidora e a ANEEL.

#### 4.3.2.2 Critério 2: Interrupções não expurgadas

O segundo critério para definição da amostra diz respeito a expurgo da interrupção, conseqüentemente seu impacto nos indicadores coletivos de qualidade de fornecimento. Uma ocorrência onde é expurgada pela ANEEL significa dizer que a distribuidora não teve responsabilidade sobre a interrupção seja pela causa e ou pela velocidade no reparo, sendo assim a distribuidora é isenta da responsabilidade.

### 4.4 DESENHO DA PESQUISA

A pesquisa está estruturada em 4 (quatro) principais partes:

- Análise do comportamento nos últimos três anos dos indicadores coletivos de continuidade de fornecimento de energia elétrica do Estado da Bahia.
- Extração e agrupamento de interrupções no fornecimento de energia elétrica nos últimos 3 anos no estado da Bahia.
- Transformação dos dados obtidos para indicadores e categorização frente a data e causa.
- Análise da relação e causa do resultado de DEC e FEC com as causas e defeitos obtidas a partir da base de dados de interrupções.

De acordo com o resultado da primeira parte foi possível entender o panorama geral da qualidade do serviço de distribuição prestado no estado da Bahia. Através dessa etapa entendeu-se a performance da empresa frente aos limites regulatórios estabelecidos pelo órgão regulador. A segunda parte da pesquisa reúne a extração e filtragem dos dados do estado da Bahia das bases de dados abertas da ANEEL dos três anos estudados. A terceira etapa da pesquisa consistiu em unificar as três bases de dados filtradas e realizar as transformações e categorizações nos dados brutos do histórico de interrupção. A etapa

final envolve a análise e comparação a respeito dos fatores e causas de interrupções de energia elétrica que mais influenciam nos indicadores de qualidade de fornecimento na Bahia entre 2020 e 2022, consolidando assim o objetivo final da pesquisa.

#### 4.5 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Para que a pesquisa obtivesse êxito foi necessário analisar os dados advindos do banco de dados abertos de interrupções do fornecimento de energia e DEC e FEC disponibilizadas pela ANEEL, que foram extraídos em formato de texto separado por vírgula (CSV). Os dados contidos nessas bases são referentes a todas as ocorrências de interrupção de energia elétrica no ano referente aquela base de dados, que para esse trabalho foram os anos de 2020, 2021, 2022.

Os dados disponibilizados pela ANEEL contêm, em formato de tabela, todos as interrupções de todas as distribuidoras do país naquele ano o que torna o arquivo demasiadamente grande. Com isso, não é possível abrir esses dados na maioria dos programas de visualização e análise de tabelas.

Para contornar o problema, foi necessário utilizar a linguagem de programação Python® para que através de um código (em anexo) fosse realizada a filtragem dos dados apenas para a distribuidora da Bahia. Esse procedimento foi feito para os dados de interrupções dos respectivos anos de 2020, 2021, 2022.

Após a extração dos dados desejados utilizando Python®, os arquivos de interrupção de energia elétrica foram reunidos no *software* Microsoft Excel®. Nesse software foi possível agrupar os dados das três tabelas, aplicar fórmulas e filtros com o intuito de definir padrões para criar gráficos facilitando a compreensão e o entendimento das informações.

#### 4.6 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados utilizados na pesquisa foram coletados no site da ANEEL dia 06/03/2023, os quais foram extraídos para o período de 01/01/2020 a 31/12/2022, tanto para o histórico de interrupção de fornecimento de energia elétrica, cuja soma total nos três anos analisados contabiliza 735.897 interrupções, quanto para o histórico dos indicadores coletivos de qualidade.

De acordo às etapas da pesquisa, a figura 7 ilustra um resumo da metodologia aplicada desde a coleta, análise dos dados até a análise dos resultados.

**Figura 7.** Resumo do processo de análise e coleta de dados.



**Fonte:** Produzido pelo autor (2023).

#### 4.6.1 Passo 1: Coleta dos dados

Para desenvolvimento da pesquisa, foram necessários dados a respeito da distribuição de energia elétrica na Bahia entre os anos de 2020 e 2022. A agência reguladora exige que as concessionárias de energia enviem mensalmente essas informações referentes a operação seja: valor dos indicadores, histórico de interrupções, acidentes, tempo de atendimento entre outros.

A ANEEL disponibiliza em sua plataforma uma seção de dados abertos, onde qualquer cidadão pode extrair os dados enviados das concessionárias, para análise. Para

a presente pesquisa foi coletado diretamente dessa seção, os dados de DEC e FEC anualizado, os limites desses indicadores, o histórico anual de interrupções de energia elétrica para todo o país.

Além disso, foi feita uma pesquisa a respeito do comportamento de chuva durante o ano no estado da Bahia. Por se tratar de um estado relativamente grande e com características geográficas distintas, os resultados com medias estaduais por mês foi encontrado em poucas fontes. Nessa pesquisa se usou os dados disponibilizados pelo *DadosMundiais*® que segundo consta em seu site a fonte dos dados vem do serviço meteorológico alemão.

#### 4.6.2 Passo 2: Tratamento e agrupamento dos dados de DEC e FEC

Para que a análise fosse feita os dados necessários deveriam estar padronizados e parametrizados. Os dados relativos aos valores de DEC e FEC de cada mês estavam numa base de dados e os valores dos limites desses indicadores em outra.

Por se tratar de bases com informações de todas as concessionárias e com dados relativos desde o ano de 2010 a 2022 inicialmente foi necessário fazer a filtragem das informações sobre a Bahia entre os anos de 2020 e 2022. Após essa etapa organizou-se as informações de cada ano com seu limite e valores, tanto de DEC quanto para FEC.

Através dessas informações foram traçados os gráficos necessários de cada indicador levando em consideração seu limite, suas classificações, período e variação. Todas essas etapas foram feitas no Microsoft Excel utilizando fórmulas e tabelas dinâmicas. Além disso, comparou-se os dados de medias mensais de precipitação no estado da Bahia com os dados do DEC e FEC

#### 4.6.3 Passo 3: Tratamento e agrupamento dos dados de interrupção

Os dados de interrupção de energia elétrica ocorridos na rede de distribuição, como dito anteriormente, apresentavam um alto número de linhas, em média cada ano apresentava 8 milhões de linhas, cada linha trazendo informação de uma interrupção especifica ocorrida naquele ano no país organizados em 19 colunas.

Diferente do banco de dados de DEC e FEC não foi possível fazer esse filtro no Microsoft Excel®. Assim que era dado o comando para abrir a base nesse software ele exibia mensagem de erro por não suportar o tamanho dos arquivos. A solução foi utilizar



ferramentas usuais de análise e ciência de dados para filtrar as informações da Bahia em cada ano e assim obter uma base de dados menor.

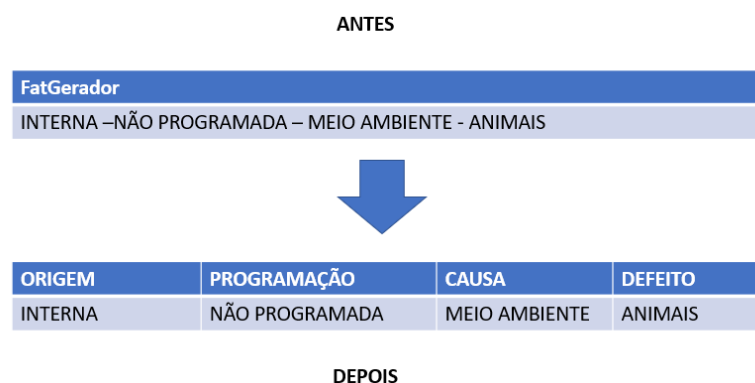
Através da linguagem de programação Python e utilizando a biblioteca Pandas® foi feita o carregando da base original e após isso através de um código de filtragem foi extraído apenas os dados requeridos. Esse processo foi feito para cada ano separadamente, resultando em três arquivos de interrupções no sistema elétrico de distribuição baiano.

Assim que os arquivos já estavam com um tamanho reduzido foi feito seu carregamento novamente para o Excel® dessa vez foi possível manipular as bases. O passo seguinte foi parametrizar as bases. De um ano para o outro, algumas nomenclaturas foram alteradas ou colunas foram incluídas ou excluídas.

Outra manipulação feita durante a fase de transformação dos dados foi a separação da informação da coluna “FatGerador”, que traz informações sobre o fator gerador daquela ocorrência, em três colunas distintas como mostrado na figura 8. Esse passo foi feito pois a coluna apresentava quatro informações distintas e importantes numa coluna só, o que iria dificultar a segregação dos dados e análise da causa dessas interrupções.

A primeira informação referente a origem do defeito foi denominada de origem: sendo possível ser interno e externo. A segunda informação foi denominada, na nova coluna, de programação podendo ser programada ou não programada. A terceira informação diz a respeito da causa essa apresentar 7 classificações diferentes mostradas em anexo. E por fim a quarta informação foi chamada de defeito podendo apresentar 34 classificações.

**Figura 8.** Adaptação das colunas de causa da base de dados dos desligamentos.



**Fonte:** Produzido pelo autor (2023).

Para facilitar a análise também foi criado colunas auxiliares para agrupar ainda mais os dados com informações não descritas na base original, mas que podem ser facilmente

calculadas. Foi criado inicialmente uma coluna “Tempo de Interrupção” cálculo esse feito subtraindo o tempo final da interrupção da coluna “DatFimInterrupcao” do tempo inicial da interrupção “DatInicioInterrupcao”.

Através do tempo de interrupção foi criado uma coluna “CHI”, assim como explicado no referencial teórico desse trabalho o CHI diz respeito a quantos clientes ficaram interrompidos naquele tempo. O CHI é bastante utilizado na distribuição por ser o numerador do cálculo do DEC.

Com isso cada ocorrência pode ser classificada por CHI, Duração da interrupção, Causa, Defeito, Origem e Programação o que não era possível apenas com a base original. Por fim foi feito através de tabelas dinâmicas a segregação e agrupamento das informações de cada ano referente a cada uma dessas novas colunas sempre relacionando com o mês, duração da ocorrência e o impacto dela em CHI.

#### 4.6.4 Passo 4:Análise do resultado

O último passo da pesquisa traz a comparação entre os dados referentes de cada ano obtido. Como a análise feita estava separada por ano e o período estudado compreendeu os anos de 2020,2021 e 2022 optou-se por fazer a comparação mensal dos dados. Analisando o comportamento dos indicadores e do CHI mensalmente nos anos distintos.

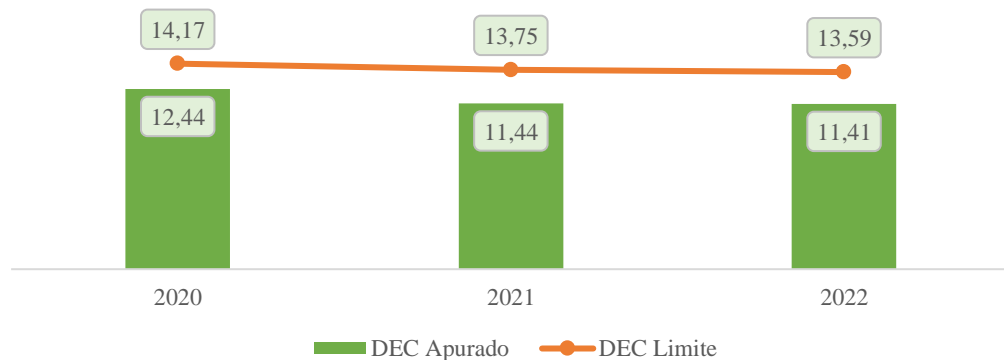
A sessão “Resultados e Discussões” está dividida em três partes: onde, na primeira etapa foi feito a análise dos indicadores DEC e FEC para cada ano comparando com o limite estabelecido e estratificando cada um deles através dos valores expurgados, a segunda etapa foi uma análise dos indicadores frente a sazonalidade com o objetivo de encontrar padrões no comportamento dos indicadores com o período bem como precipitação média mensal e por fim na última etapa foi a análise da causas desses desligamentos através do defeito e causa comparando a quantidade de interrupções e o número de CHI de cada uma.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES E LIMITES DE CONTINUIDADE

Analisando os históricos apurados de DEC e FEC da distribuidora no período de 2020 a 2022 é possível perceber que em todos os anos a empresa esteve abaixo do limite estabelecido pela agência tanto no DEC tanto no FEC. A concessionária de energia vem tendo uma melhora gradual da sua qualidade de fornecimento, houve uma redução de 1h de DEC do ano de 2020 para 2021 o que representa 8% do valor total de 2020 e uma redução de 0,03h (0,26%) de 2021 para 2022 conforme o gráfico 1. Ao longo dos 3 anos o consumidor permaneceu com energia elétrica 99,86% do tempo, média Bahia.

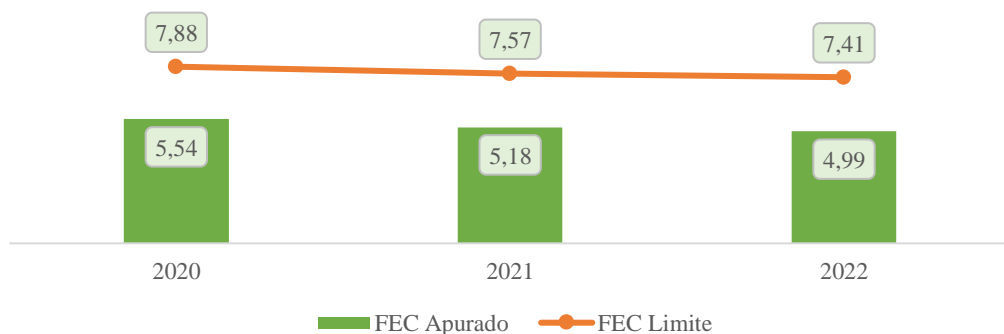
**Gráfico 1. DEC Anualizado.**



**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

O FEC seguiu a mesma tendencia de diminuição, como mostrado no gráfico 2 abaixo, 6% de redução de 2020 para 2021 e 4% de 2021 para 2022. O que indica que o consumidor baiano, em média, teve seu fornecimento de energia interrompido 5,2 vezes nos últimos 3 anos.

**Gráfico 2. FEC Anualizado.**



**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Segundo a ANEEL, esses avanços na qualidade de fornecimento se deve as novas regras nos contratos das distribuidoras no país, a compensação financeira aos consumidores sentidos

diretamente no orçamento das distribuidoras, incentivo na tarifa através do Componente de qualidade, fiscalização, definição de limites menores forçando uma melhora do serviço e adoção de um plano de resultados para as distribuidoras com resultado insuficiente (ANEEL,2023).

Para a distribuidora o resultado é fruto de uma série de investimentos em manutenção, podas de arvore e automação do sistema de distribuição e proteção. Segundo a empresa, foram investidos R\$ 1,6 bilhão em 2020, R\$ 1,95 bilhão em 2021 e R\$ 2,6 bilhões em 2022 (NEOENERGIA,2023).

Cabe também analisar a quantidade de interrupções em cada ano, já que esses dois indicadores estão atrelados a isso, como mostrado na tabela 1 abaixo o ano de 2020 possui o maior número de interrupções dos três anos, mais de 28 mil ocorrências se comparado a 2021 e 2022.

**Tabela 1.** Número de ocorrências por ano.

Ano	Nº de Ocorrências Emergenciais com Interrupções
2020	206.695
2021	176.750
2022	178.560

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Outro fator importante a se levar em consideração nos indicadores de qualidade, é o tempo médio de atendimento (TMAE) dessas ocorrências, considerando os três tempos descritos na Prodíst 1: preparação (TMP), deslocamento (TMD) e execução (TME).

**Tabela 2.** Tempo médio, em minutos, de atendimento a ocorrências emergenciais.

Ano	TMP	TMD	TME	TMAE
2020	410	68	175	653
2021	372	89	175	636
2022	401	70	160	631

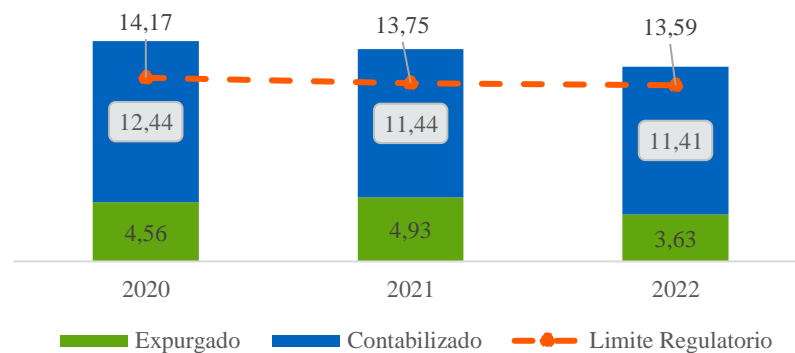
**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Através dos dados da tabela 2 podemos ver uma melhora no tempo de Atendimento de 2022 para 2020, essa melhora está ligada principalmente ao tempo médio de execução do serviço dessas ocorrências o que mostra eficiência no serviço prestado.

Porém é valido ressaltar que esses valores de DEC e FEC mostrados acima são valores já desconsiderados o expurgo. Como dito no referencial teórico, as situações de expurgo são

quando a ANEEL entende que aquela ocorrência e suas respectivas consequências na interrupção do serviço de energia não são de responsabilidade da distribuidora e por isso não deva contar nos seus indicadores. Levando em consideração esse valor, o gráfico 3 e 4 mostra os valores de DEC e FEC anualizado da empresa de energia elétrica da Bahia com os valores de expurgados.

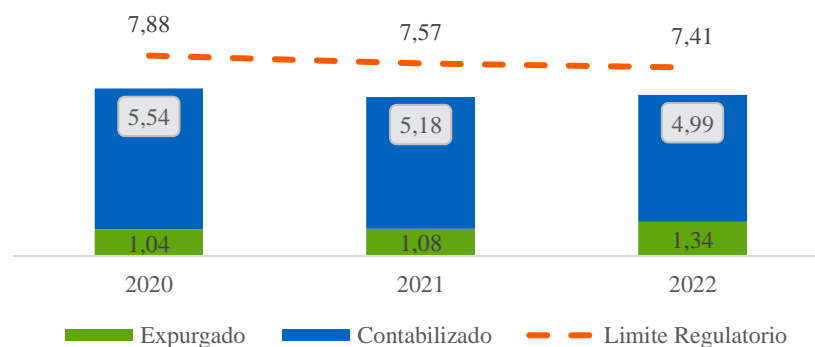
**Gráfico 3.** DEC total anualizado.



**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Considerando os valores expurgados pela agência reguladora, os três anos a distribuidora baiana vem performando com o DEC total acima do limite regulatório, vale ressaltar que o valor que importa para regulação é o valor contabilizado com expurgo. Levando em consideração o valor expurgado durante os anos, o ano de 2021 foi o ano com maior número de horas expurgadas no DEC correspondendo a 43% do valor contabilizado sendo que nos outros anos esse valor está abaixo de 38%.

**Gráfico 4.** FEC total anualizado.



**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

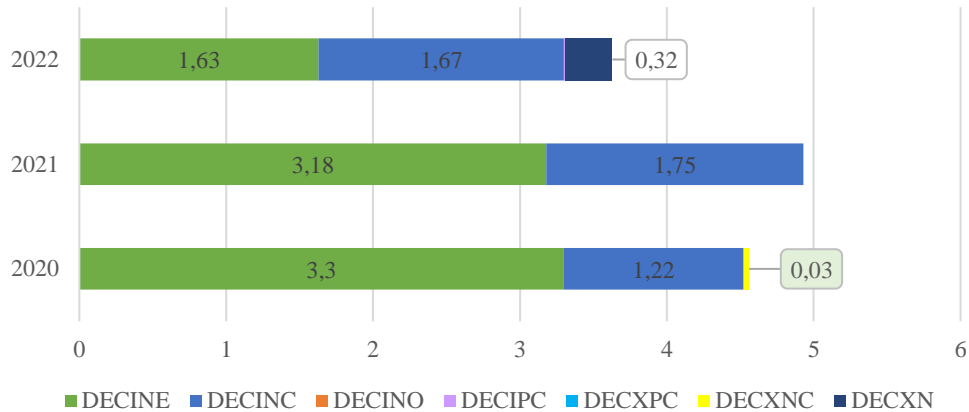
Já para o FEC a companhia performa melhor, mesmo que o valor expurgado tivesse sido considerado a distribuidora teria sido enquadrada dentro dos limites regulatórios. Porém, vale

ressaltar que a performance do FEC da empresa no último ano considerando o expurgo foi pior que o de 2021 e levando em conta apenas o valor expurgado esse valor supera 2020. Com isso conseguimos concluir que considerando os últimos 3 anos o ano de 2021 foi o que teve maior valor expurgado no DEC o que nos indica que as durações das ocorrências foram maiores do que os outros dois anos, porém o ano de 2022 teve mais ocorrências expurgadas se comparado aos outros anos.

Até o ano de 2021 para a contabilização do DEC e FEC eram contabilizadas as ocorrências devido a interrupção de origem externa ou interna ao sistema de distribuição e programada ou não programada, não ocorrida em Dia Crítico ( $DEC_{xn}$ ,  $FEC_{xn}$ ,  $DEC_{xp}$  e  $FEC_{xp}$ ). Além dos valores dos indicadores devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição e programada, não ocorrida em Dia Crítico e DEC ou FEC devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, não programada e não expurgável ( $DEC_{ip}$ ,  $FEC_{ip}$ ,  $DEC_{ind}$ ,  $FEC_{ind}$ ). Porém a Resolução Normativa ANEEL nº 956/2021 que entrou em vigor no dia 1 de janeiro de 2022 retirou da contabilização as ocorrências de origem externas ao sistema de distribuição (ANEEL 2022).

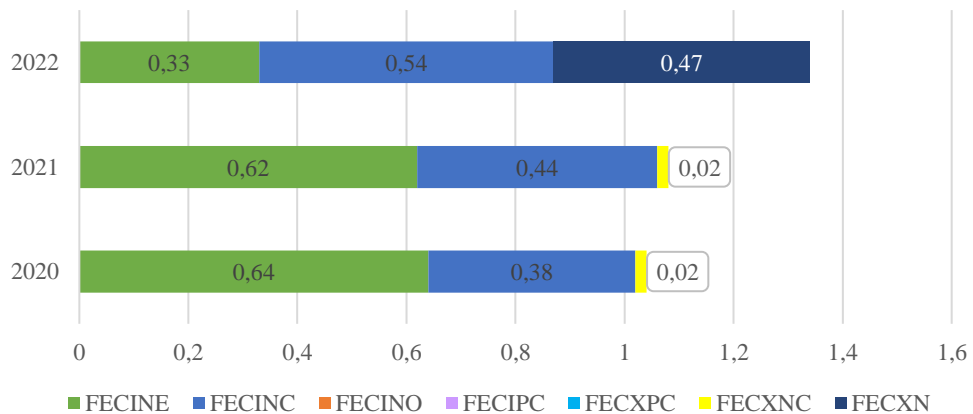
Com isso, o valor expurgado do ano de 2022 inclui o  $DEC_{xn}$ ,  $DEC_{xp}$  e  $FEC_{xn}$  e  $FEC_{xp}$ . Mas o valor não é tão expressivo a ponto de fazer o valor expurgado do ano em questão crescer muito, das 3,63h de DEC expurgado o valor corresponde a apenas 9% como mostrado no gráfico 5 abaixo.

Analisando os valores totais dos anos, a fatia que tem maior peso no DEC expurgado é devido a interrupção de origem interna ao sistema de distribuição, não programada e ocorrida em emergência e as interrupções de origem interna ao sistema de distribuição, não programada, ocorrida em Dia Crítico. As duas sendo principalmente oriundas de fatores ambientais e climáticos como será mostrado e analisados mais à frente neste trabalho.

**Gráfico 5.** DEC expurgado anualizado.

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

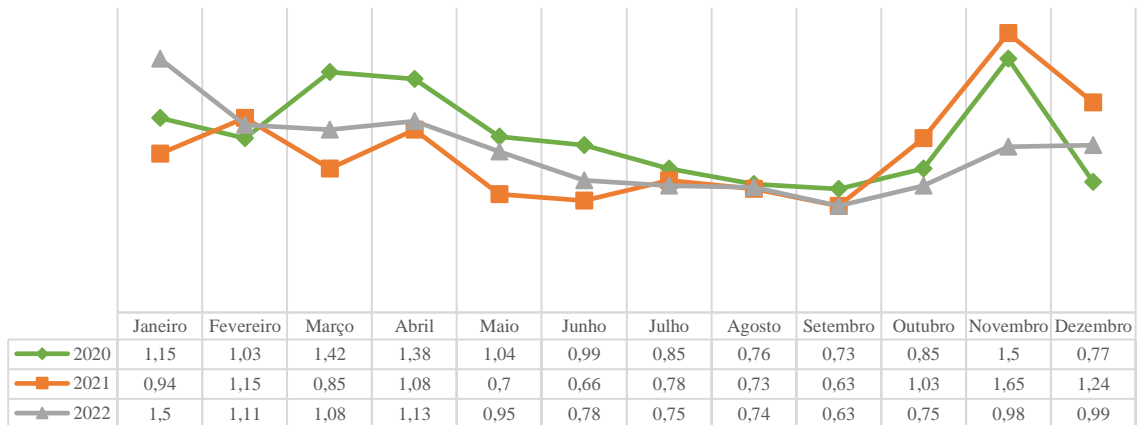
Já para o FEC expurgado mostrado no gráfico 6 abaixo, a nova resolução teve um papel importante no expurgo anualizado. Isso mostra que se esse valor do FEC de origem externa ao sistema, programada e não ocorrida em dia crítico tivesse sido contabilizado o valor do FEC de 2022 seria superior ao de 2021 e muito próximo do ano de 2020.

**Gráfico 6.** FEC expurgado anualizado.

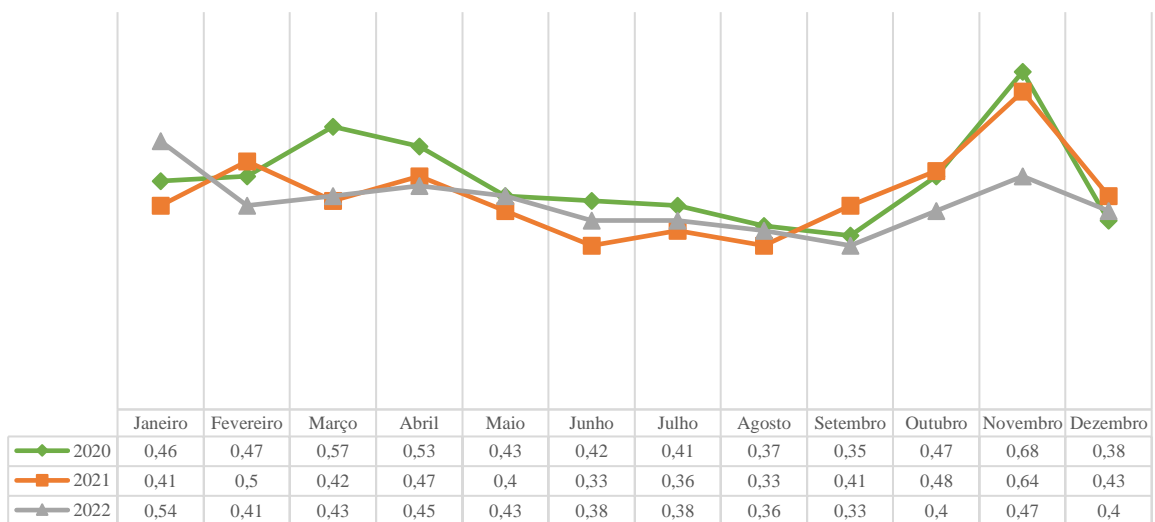
**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

## 5.2 SAZONALIDADE DOS INDICADORES

Cada ano teve seus indicadores com comportamentos diferentes levando em consideração as particularidades. Entretanto analisando os indicadores de qualidade podemos perceber que o comportamento da curva mensal segue uma tendência como mostrado no gráfico 7 abaixo.

**Gráfico 7. DEC Mensal dos três anos analisados.**

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

**Gráfico 8. FEC Mensal dos três anos analisados.**

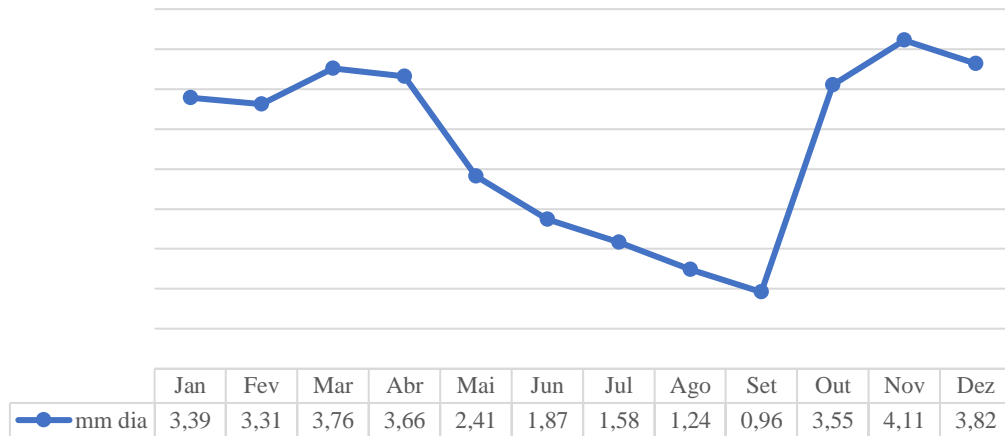
**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Pelos gráficos 7 e 8 podemos perceber que as três curvas se comportam de maneira muito similar no decorrer do ano. No início do ano a uma variação pequena entre os quatro primeiros meses. A partir do mês de abril as curvas tendem a abaixar e se mantem assim até setembro sendo normalmente este mês como o menor valor para DEC e FEC no ano. A partir de setembro a curva cresce acentuadamente sendo o seu pico anual novembro e decresce um pouco em dezembro.



O desempenho dos sistemas de energia elétrica é bastante suscetível a variações no clima, e muito vulnerável aos eventos extremos de chuva (FARIAS,2008). Com isso, cabe avaliar o comportamento da chuva ao longo dos meses do ano, o gráfico 9 abaixo traz a média nos últimos 20 anos. É possível perceber que a curva da média de precipitação por ano se parece muito com a de DEC e FEC tendo seu pico mínimo em setembro e o máximo em novembro.

**Gráfico 9.** Quantidade de precipitação média em mm/dia.



**Fonte:** Adaptado pelo autor (2023).

Cabe ainda reforçar que durante os anos estudados o Nordeste como um todo esteve sob fortes influências climáticas advindas do La Niña, como mencionado por Farias, o evento favorece a precipitação acima da média climatológica em boa parte do Nordeste. Porém segundo a Administração Atmosférica e Oceânica dos Estados Unidos (NOAA) anunciou em 2023 que o fenômeno La Niña se encerrou após três anos.

As chuvas fortes trazem consigo descargas atmosféricas e fortes ventos e como no estado a rede elétrica é predominantemente aérea, esses fenômenos podem fazer com que objetos, como exemplo galhos de árvores, toquem na rede causando a interrupção do fornecimento bem como desabamento causando destruição da estrutura dos postes que mantem a rede elétrica como mostrado na figura 8. Além disso, as condições para o atendimento das ocorrências são muito afetadas, principalmente na questão de segurança, seja no deslocamento até o local do desligamento, onde estradas ficam interditadas ou com risco de deslizamento, ou durante a execução da atividade. Ou seja, além do número elevado de ocorrências durante o período há a complexidade da emergência.

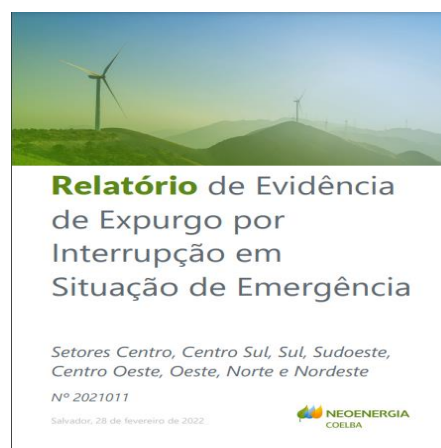
**Figura 9.** Rede elétrica destruída devido às fortes chuvas na Bahia.



**Fonte:** UOL (2021).

Com isso, a ANEEL em seu Procedimentos de Distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional (PRODIST) no modulo 8, Seção 8.2, no artigo 187, item c determina que na apuração dos indicadores DEC e FEC não serão considerados os valores quando seja decorrente de Evento associado a Decreto de Declaração de Emergência ou Estado de Calamidade Pública emitido por órgão competente. Neste caso a distribuidora, como segue na norma no artigo 189” para Expurgo dos indicadores. devem ser descritos em detalhes, com no mínimo as informações definidas no item 228, as quais devem estar disponíveis em até 2 meses após o período de apuração das interrupções (ANEEL,2021). A figura 9 a seguir mostra um exemplo de Relatório de Evidência de Emergência ocorrida em dezembro de 2021.

**Figura 10.** Relatório ISE.



**Fonte:** NEOENERGIA (2021).

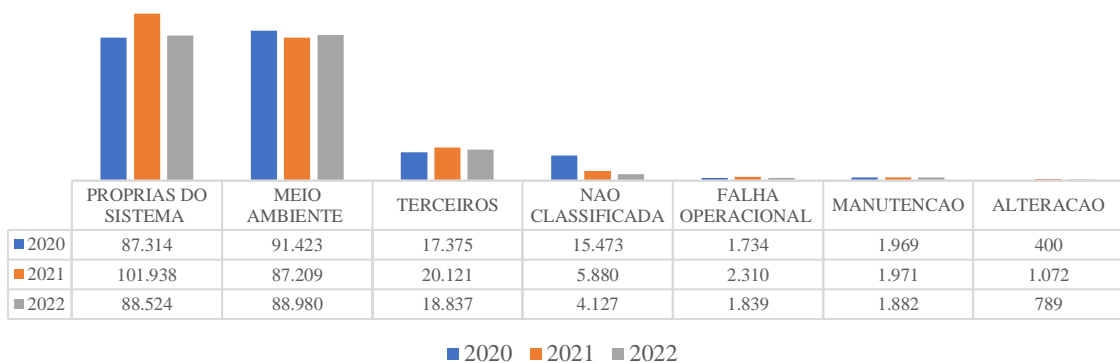
Importante ressaltar que nem todas as ocorrências nesse período devem deixar de ser atendidas a menos que haja confirmação da impossibilidade de atendimento. Essas situações sazonais e climáticas não exime a distribuidora de atuar de forma eficiente para reestabelecer o

fornecimento de energia durante o período, além de possuir procedimentos específicos para atuação em contingência (ANEEL,2022). Outro ponto a se considerar, é que muitas das ocorrências durante esse período podem ser evitadas em meses com menos chuva no ano, através de manutenção preventiva de equipamentos, inspeção da rede e poda das arvores e instalação de para-raios na rede.

### 5.3 ANÁLISE DAS CAUSAS DOS DESLIGAMENTOS

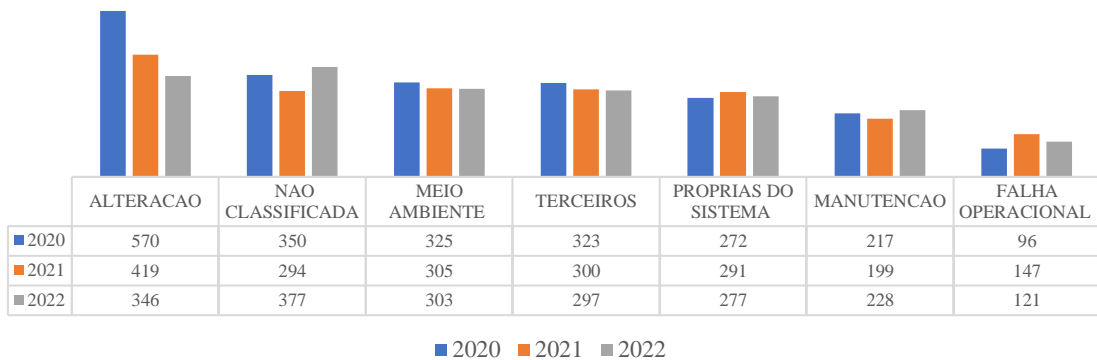
Através da base de dados abertos da ANEEL sobre Interrupções de Energia Elétrica nas Redes de Distribuição, podemos ver no detalhe cada ocorrência e a partir das informações descritas na base, analisar as causas e suas particularidades, padrões e tendencias. Nos últimos 3 anos foram registradas em média 231.722 ocorrências de interrupção de fornecimento de energia elétrica. Como é possível observar no gráfico 10, as ocorrências resultantes de Meio Ambiente e de Causa Própria do Sistema de distribuição representam aproximadamente 85% de todo volume de interrupções nos últimos 3 anos.

**Gráfico 10.** Número de Interrupções por Causa.



**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Já quando olhamos para a média de clientes hora interrompidos (CHI) em cada causa de ocorrência, como mostrado no gráfico abaixo, podemos ver que nessa métrica as causas não apresentam tanta discrepância quanto observado no gráfico 11. As causas no geral apresentam uma média de 289 Clientes Hora Interrompidos por causa.

**Gráfico 11.** Média CHI por Causa.

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

O CHI é diretamente proporcional ao número de clientes interrompidos e ao número de horas das ocorrências, então através desses dois dados podemos aprofundar mais ainda nas análises de causa. Dentre as causas classificadas pela ANEEL a causa relacionadas a falha operacional é a que apresenta maior média de duração nos últimos três anos, 6,83h, indicando que essas ocorrências são mais complexas na execução. Já a causa classificada como alteração são as com menor média de tempo de interrupção. As duas causas citadas, tanto falha operacional quando alteração são causas relacionadas a disciplina operacional da distribuidora, ou seja, dependem exclusivamente da execução do serviço, seja para manutenção periódica que ocasiona uma falha operacional ou alteração da rede de distribuição para melhoria ou correção de sistema.

**Tabela 3.** Tempo médio, em horas, das ocorrência por causa.

Causa	2020	2021	2022
FALHA OPERACIONAL	6,53	7,02	6,94
MEIO AMBIENTE	6,29	6,29	6,48
PROPRIAS DO SISTEMA	6,01	6,15	6,05
TERCEIROS	5,21	5,42	5,68
NAO CLASSIFICADA	5,63	5,39	5,2
MANUTENCAO	4,43	4,64	4,71
ALTERACAO	3,67	3,75	3,74

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Já quando observamos as médias de clientes interrompidos por causa, observamos que as ocorrências advindas de alteração possuem maior média de clientes afetados com 414 clientes por ocorrência, enquanto ocorrências de falha operacional possuem menor média de clientes interrompidos. Neste caso, o número de clientes indica que nas ocorrências de alteração

há uma atenção e planejamento maior por parte da distribuidora, já que caso essa ocorrência seja de longa duração o CHI e consequentemente o DEC da empresa será muito afetado.

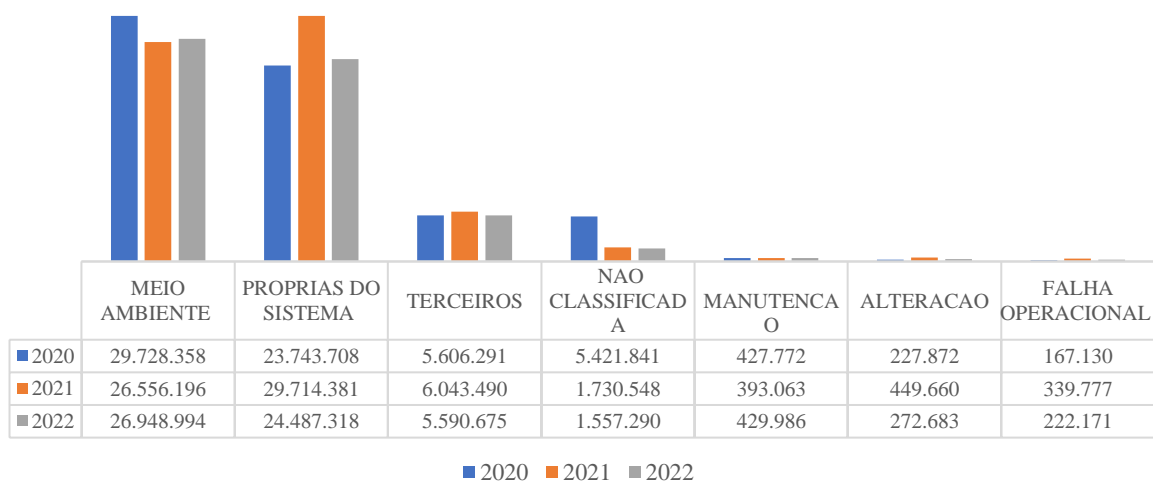
**Tabela 4.** Média de clientes interrompidos por causa.

Causa	2020	2021	2022
ALTERAÇÃO	525	357	359
FALHA OPERACIONAL	98	114	104
MANUTENCAO	151	90	122
MEIO AMBIENTE	123	113	114
NAO CLASSIFICADA	248	225	287
PRÓPRIAS DO SISTEMA	149	166	149
TERCEIROS	174	166	153

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Quando olhamos a soma de CHI volta a ficar discrepante a comparação entre Meio Ambiente e causa associadas ao próprio sistema e as demais, como visto nas tabelas acima, embora não sejam as causas com maior número de clientes interrompidos ou duração, as duas possuem média de duração alta aliado a um alto volume de ocorrências por ano faz com que a soma de CHI durante os anos seja elevada como mostra o gráfico 12.

**Gráfico 12.** Soma de CHI por causa.



**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

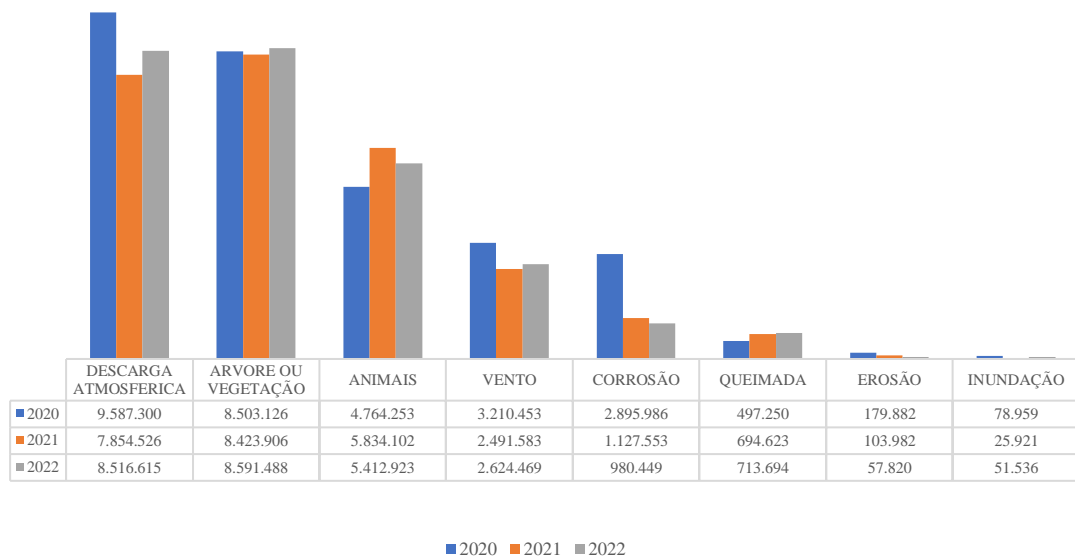
Por serem causas com tanto impacto nos indicadores da empresa, podemos entrar ainda mais no detalhe verificando o defeito dessas causas. Caso a distribuidora consiga encontrar uma solução que evite ou diminua os desligamentos causados por um ou pelas duas causas o resultado de DEC, FEC e CHI serão muito melhores. Para isso precisamos entender o que leva

a esses números, ou seja, dentro de Meio Ambiente e Próprias do Sistema o que ocasionou a interrupção.

Como mostrado anteriormente condições climáticas tem forte relação com as causas de desligamento aumento do DEC e FEC da empresa. As torres de subtransmissão, por conta de sua altura e localização (áreas abertas) estão suscetíveis a descargas atmosféricas e quando não existe o sistema de proteção adequado essas descargas podem afetar muito a rede elétrica causando interrupções com muitos CHI. Para que diminua esse tipo de ocorrências é necessário a instalação de para-raios.

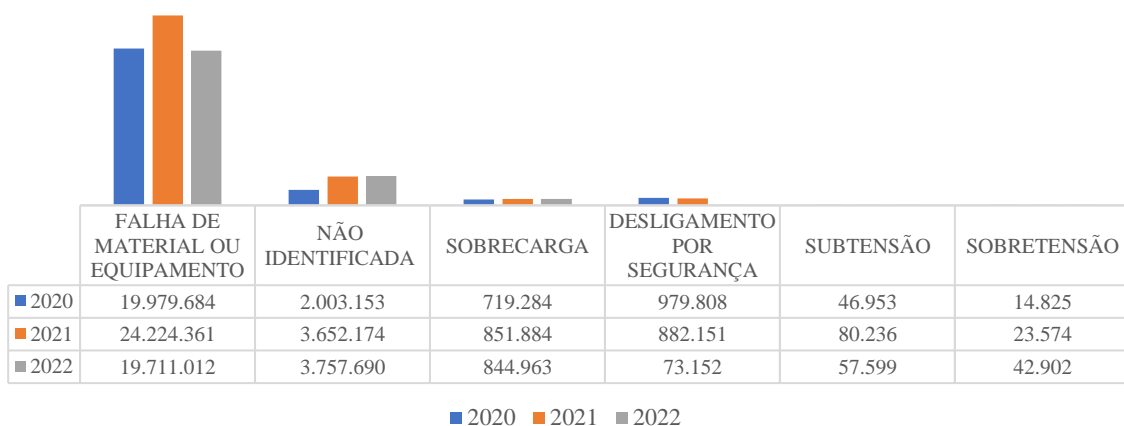
Outro ofensor com grande impacto na operação do sistema de distribuição nos períodos chuvosos são as arvores em contato com a rede, por mais que sejam feitas muitas podas durante o ano, muitas das ocorrências ainda estão relacionadas a esse ofensor como mostrado no gráfico abaixo. Então cabe a distribuidora mapear os locais com maiores reincidências de desligamento por esse ofensor e durante o período seco intensificar ainda mais podas e inspeções de vegetação, mapeando e realizando a retirada da vegetação nesses trechos críticos.

Além desses dois principais, animais em contato a rede, fortes ventos e corrosão seguem a lista de principais ofensores relacionados a meio ambiente. Devido a sua característica física no estado, rede aérea e exposta, e seu comprimento se estendendo por todo estado, o contato da rede com agentes externos é comum, logo a alternativa para que o sistema seja blindado de desligamentos é um investimento maior em estratégias, como a implantação de espaçadores na rede para afastar uma fase da outra evitando com que ventos e animais causem curto entre as fases, equipamentos e sistemas de proteção, como religadores automáticos.

**Gráfico 13.** CHI relacionado a Meio Ambiente.

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Outro grande impacto que vale ser analisado mais a fundo são ocorrências originadas por causas próprias do sistema, o segundo maior impacto em soma de CHI com valor muito próximo de causas relacionadas ao meio ambiente. Diferentemente das causas ambientais, onde temos vários ofensores com impacto de CHI elevado, nessa categoria de interrupções próprias do sistema é possível constatar que apenas um ofensor é responsável por mais 80% do CHI dessa causa, como mostrado no gráfico 14.

**Gráfico 14.** CHI relacionado a causa Própria do Sistema.

**Fonte:** Produzida pelo autor (2023).

Para plena disponibilidade do sistema elétrico, o bom funcionamento de todos os equipamentos é essencial, evitando a todo custo falhas que possam prejudicá-lo. Segundo a NBR 5462, a falha é definida pela incapacidade de um item desempenhar a sua função requerida (ABNT,1994). Sendo assim, devido ao alto grau de complexidade, ramificações e mecanismo de proteção da rede de distribuição quando um equipamento falha, a depender de qual tipo seja esse equipamento, o prejuízo tanto de colapso do sistema com a falha de outros equipamentos em cadeia e clientes sem energia elétrica é alto.

Como falado anteriormente o sistema elétrico é totalmente exposto e vulnerável a agentes externos, mesmo que o meio ambiente não venha a causar instantaneamente e diretamente a interrupção, a vida útil dos equipamentos e materiais é bastante afetada. Além das causas naturais de envelhecimento do material, podemos citar outros efeitos que causam falha nos materiais como o efeito joule também contribui para a deterioração dos materiais e equipamentos, falhas eletrônicas como perda de comunicação entre equipamentos ativando ou não ativando nos momentos necessários além de falhas mecânicas por movimentação levando a desgaste no material.

É muito difícil evitar que esse tipo de problema deixe de ocorrer, mas na grande maioria desse tipo de falha algo poderia ter sido feito anteriormente. É extremamente necessário que as distribuidoras como um todo passem a levar em consideração no seu planejamento e gestão de equipamentos uma melhora da manutenção, seja no método ou na utilização de novos equipamentos e tecnologias.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento de energia elétrica com qualidade e disponibilidade é indispensável numa sociedade pós quarta revolução industrial. Por esse motivo, há cada vez mais uma atenção dos consumidores e órgãos do governo em exigir que o serviço prestado pelas empresas envolvidas na transmissão e distribuição de energia elétrica seja cada vez mais confiável.

A fim de monitorar e fiscalizar a operação de fornecimento, o governo federal através da Agência Nacional de Energia Elétrica, elaborou indicadores de qualidade de fornecimento de energia elétrica e estipulou meta para as empresas prestadoras desses serviços. Mensalmente as distribuidoras enviam para a ANEEL os valores desses indicadores e caso estejam acima do valor estabelecido sanções e multas a empresa são aplicadas, variando desde valor financeiro até perda da concessão do serviço.

Por sua vez, as empresas que prestam o serviço de fornecimento de energia elétrica buscam constantemente tecnologias e métodos para entregar plena disponibilidade do serviço com o menor custo possível, maximizando seu lucro. Para tal, é necessário que sejam contornadas diversas causas que fazem com que esse ativo seja interrompido, causando prejuízo aos clientes e gerando multa para a empresa prestadora através da fiscalização do governo.

Nos últimos três anos houve uma melhora significativa do serviço de distribuição do país, em 2020 foi o primeiro ano da história onde esses indicadores nacionais ficaram abaixo do limite estabelecido pela agência. Essa tendência seguiu por 2021 e 2022. E comparando o primeiro ano abaixo do limite, 2020, com o último ano avaliado, 2022, houve uma melhora de quase 10% no total de horas sem fornecimento.

A Bahia seguiu a mesma tendência tanto para o DEC, o número de horas que o consumidor ficou sem energia elétrica quanto para o FEC, o número de vezes que isso aconteceu. Mesmo com diminuição anual da meta por parte da ANEEL a distribuidora baiana conseguiu performar dentro do limite estabelecido em todos os anos.

Como exposto no presente trabalho, o serviço de distribuição é afetado por diversos ofensores, sejam eles externos ou internos a rede elétrica. Durante o ano, muitos fatores influenciam na qualidade do fornecimento de energia, sejam as estações do ano ou fenômenos naturais como La Niña. É possível observar uma sazonalidade de agentes ofensores a rede elétrica, como chuvas e descargas atmosféricas. Sendo assim, cabe a

empresa prestadora de serviço alinhar estratégias de manutenção, prevenção e proteção do sistema frente a previsibilidade desses acontecimentos.

Quando se analisa mais a fundo as interrupções ao longo dos três anos, podemos perceber como esses fatores ambientais que afetam demasiadamente a rede elétrica. Grande parte dos desligamentos durante os três anos foram causados por descargas atmosféricas e arvores em contato com a rede elétrica. Além da causa ambiental, defeitos originados do próprio sistema, como a falha de equipamentos ou materiais, contribuem fortemente para o número de interrupções e conseqüentemente o valor dos indicadores.

## 6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Por fim, essa análise torna-se uma oportunidade de pesquisa para melhoria e entendimento do sistema de distribuição de energia. Para trabalhos futuros sugere-se:

- Analisar soluções para diminuição dos indicadores coletivos de qualidade de energia elétrica;
- Comparar as causas de interrupções de fornecimento entre distribuidoras do país;
- Correlacionar e implementar algoritmos de aprendizado de máquina a fim de correlacionar e prever indicadores e quantidade de interrupções através dos ofensores e sazonalidades apresentadas.
- Relacionar os dados sobre descargas atmosféricas no estado da Bahia com as interrupções de fornecimento com essa causa.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **Confiabilidade e manutenibilidade**. NBR 5462, Rio de Janeiro, 1994

ABRADEE. **Visão Geral do Setor**. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE). Disponível em: < <https://abradee.org.br/visao-geral-do-setor/>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ABRADEE. **Funcionamento da Cadeia Produtiva**. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE). Disponível em: <https://abradee.org.br/funcionamento-da-cadeia-produtiva/>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ABRADEE. **Redes de Energia Elétrica**. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE). Disponível em: <<https://abradee.org.br/redes-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ADEEL. **Rede Compacta VS Rede Convencional**. ADEEL. Disponível em: <https://www.adeel.com.br/rede-compacta-vs-convencional/>. Acesso em: 19 abr. 2023.

ANEEL. **ANEEL divulga desempenho e ranking das distribuidoras sobre fornecimento de energia em 2021**. Disponível em: < <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/aneel-divulga-os-resultados-do-desempenho-das-distribuidoras-na-continuidade-do-fornecimento-de-energia-eletrica-em-2022>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ANEEL. **ANEEL divulga os resultados do desempenho das distribuidoras na continuidade do fornecimento de energia elétrica em 2022**. Disponível em: < <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/aneel-divulga-os-resultados-do-desempenho-das-distribuidoras-na-continuidade-do-fornecimento-de-energia-eletrica-em-2022>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ANEEL. Cartilha de Acesso ao Sistema de Distribuição. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**, 2011b. 26. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha\\_revisao\\_2.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_revisao_2.pdf)>. Acesso em: 12 mai. 2023.

ANEEL. Cartilha de Acesso ao Sistema de Distribuição. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**, 2011b. 26. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha\\_revisao\\_2.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_revisao_2.pdf)>. Acesso em: 2 mar. 2023.

ANEEL. Informações Técnicas - Regulação do Setor Elétrico. **Regulação** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/distribuicao/regulacao>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

ANEEL. **Universalização dos Serviços Públicos de Energia Elétrica**, 2022. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/universalizacao-legislacao>>. Acesso em: 19 abr 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL Nº1000**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651>>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

ANEEL. Módulo 1 - Glossário de termos técnicos do prodist. **Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – PRODIST**, 2021. Disponível em: <[https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956\\_2.pdf](https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2.pdf)>. Acesso em: 19 abr 2023.

ANEEL. Módulo 8 - Qualidade do fornecimento de energia elétrica. **Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – PRODIST**, 2021. Disponível em: <[https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956\\_2.pdf](https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2.pdf)>. Acesso em: 19 abr 2023.

ANEEL. Análise da regulamentação da continuidade do fornecimento de energia elétrica, com enfoque sobre a avaliação dos custos relacionados à confiabilidade do serviço de distribuição. **Nota Técnica nº 0173/2016-SRD**, Brasília, 23 dez. 2016e. 39. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta\\_publica/documentos/Nota%20T%C3%A9cnica\\_0173\\_SRD.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/Nota%20T%C3%A9cnica_0173_SRD.pdf)> Acesso em 19 mar. 2023.

ANEEL. **Indicadores Coletivos de Continuidade (DEC e FEC)**, 2023. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/indicadores-coletivos-de-continuidade-dec-e-fec>>. Acesso em: 06 mar 2023.

ANEEL **Interrupções de Energia Elétrica nas Redes de Distribuição**, 2023. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/interruptoes-de-energia-eletrica-nas-redes-de-distribuicao>>. Acesso em: 06 mar 2023.

ANEEL. **Atendimento às Ocorrências Emergenciais**, 2023. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/atendimento-ocorrencias-emergenciais>>. Acesso em: 06 mar 2023.

ANEEL. **Contratos de Concessão e Permissão de Distribuição**. ANEEL. Disponível em: <<https://antigo.aneel.gov.br/contratos-de-distribuicao>>. Acesso em: 4 mai. 2023.

## **AWS. O QUE É UMA REDE COMPACTA DE ENERGIA**

**ELÉTRICA**, AWS. Disponível em: <https://www.aswbrasil.com.br/ultimos-destaques/o-que-e-uma-rede-compacta-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 3 mai. 2023.

**CELESC. MANUAL DE PROCEDIMENTOS: SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**. Celesc Distribuidora. Disponível em:

<https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/instrucao-normativa/i3130021.pdf>.

Acesso em: 30 abr. 2023.

**COELBA. Principais Números: Dados da Concessão**. Neoenergia Coelba. Bahia. Disponível em: <https://servicos.neoenergiacoelba.com.br/a-coelba/Paginas/Quem%20Somos/principais-numeros.aspx>. Acesso em: 1 mai. 2023.

**COELBA. História**. Neoenergia Coelba. Bahia. Disponível em:

<https://servicos.neoenergiacoelba.com.br/a-coelba/Paginas/Quem%20Somos/historia.aspx>

Acesso em: 1 mai. 2023.

**COMERC. Série “Empresas de Energia”: Transmissoras e distribuidoras**. Comerc.

Disponível em: <https://panorama.comerc.com.br/s%C3%A9rie-empresas-de-energia-transmissoras-e-distribuidoras>.

Acesso em: 1 mai. 2023

**DADOS MUNDIAIS. Clima na Bahia**. Dados Mundiais. Disponível em:

<https://www.dadosmundiais.com/america/brasil/clima-bahia.php>. Acesso em: 4 mai. 2023

**ELEKTRO. Estruturas para Redes de Distribuição Aéreas com Condutores Nus até 36,2 kV**. NEOENERGIA. Disponível em:

<https://www.neoenergielektro.com.br/Media/Default/pdf-normas/DIS-NOR-018-.pdf>.

Acesso em: 4 mai. 2023.

FARIAS, Wendell Rondinelli Gomes; CORREIA, Magaly de Fátima. **Descargas atmosféricas e interrupções de energia elétrica na área da CHESF: relação com variáveis atmosféricas em anos de El Niño e La Niña**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 23, p. 270-281, 2008.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>.

Acesso em: 17 Maio 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

INBRAEP. **Tipos de Redes de Distribuição**. INBRAEP. Disponível em: <https://inbraep.com.br/publicacoes/tipos-de-redes-de-distribuicao/>. Acesso em: 19 abr. 2023.

KAGAN, N.; OLIVEIRA, C. C. B. D.; ROBBA, E. J. **Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica**. 1ª. ed. São Paulo: Blucher, 2005. 328 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013. 277 p.

MAMEDE FILHO, João. **Manual de Equipamentos Elétricos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2005. 778 p.

MAMEDE FILHO, João; MAMEDE, Daniel Ribeiro. **Proteção de sistemas elétricos de potência**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

NEOENERGIA. **Distribuidoras da Neoenergia mantêm indicadores de qualidade em patamares melhores do que os estabelecidos pela ANEEL**. Neoenergia. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/distribuidoras-neoenergia-mantem-indicadores-de-qualidade-patamares-superiores-estabelecidos-pela-ANEEL.aspx>. Acesso em: 19 abr. 2023.

NEOENERGIA. **Neoenergia Coelba investiu R\$ 698 milhões no sistema elétrico baiano, no primeiro trimestre de 2022**. NEOENERGIA. Disponível em: <https://servicos.neoenergiacoelba.com.br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/neoenergia-coelba-investiu-698-milhoes-sistema-eletrico-baiano-primeiro-trimestre-2022.aspx>. Acesso em: 19 abr. 2023.

NEOENERGIA. **O Setor Elétrico**. 2019. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/pt-br/sobre-nos/o-setor-eletrico/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 04 de abril de 2023.

NEOENERGIA. **Resultados e Indicadores:** Central de Resultados. 2020. Disponível em <[https://mz-prod-cvm.s3.amazonaws.com/14524/IPE/2020/3504ea8a-5251-4303-875d-0542b8927568/20200721231051071249\\_14524\\_777565.pdf](https://mz-prod-cvm.s3.amazonaws.com/14524/IPE/2020/3504ea8a-5251-4303-875d-0542b8927568/20200721231051071249_14524_777565.pdf)>. Acesso em: 31 de maio de 2022.

NEOENERGIA. **Resultados e Indicadores:** Planilhas. 2021. Disponível em <<https://ri.neoenergia.com/resultados-e-indicadores/planilhas/>>. Acesso em: 20 de abril de 2022.

NEOENERGIA. **Neoenergia investe R\$ 3,3 bilhões na expansão e qualidade do fornecimento de energia.** NEOENERGIA. Disponível em: [https://www.neoenergia.com/pt-br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/neoenergia-investe-r\\$-3-3-bilhoes-expansao-qualidade-fornecimento-energia.aspx#:~:text=A%20Coelba%20investiu%2C%20ao%20todo,Elektro%2C%20R%24%20635%20milh%C3%B5es..](https://www.neoenergia.com/pt-br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/neoenergia-investe-r$-3-3-bilhoes-expansao-qualidade-fornecimento-energia.aspx#:~:text=A%20Coelba%20investiu%2C%20ao%20todo,Elektro%2C%20R%24%20635%20milh%C3%B5es..) Acesso em: 19 abr. 2023.

POLITIZE. **O que faz a ANEEL.** POLITIZE. Disponível em: <https://www.politize.com.br/aneel/>. Acesso em: 19 abr. 2023.

RIBEIRO, André Luis; **Benefícios da rede de distribuição aérea compacta 15KV.** 2008. Trabalho Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco.

QUEIROZ, Levi Góes de et al. **Análise regulatória de alternativas para distribuição de energia elétrica na rede primária em áreas urbanas.** 2003.

SOUZA, Hugo Henrique de Simone. **Avaliação do Ciclo de Vida e Influência do Tempo de Vida útil dos Postes de Madeira e de Concreto do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica.** 2014.

UOL. **'Por segurança', companhia elétrica corta energia em 15 cidades na Bahia.** UOL. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2021/12/27/cidades-bahia-sem-energia-eletrica-chuvas.htm?foto=12>. Acesso em: 19 abr. 2023.

UNESP. **Sistema de Distribuição.** UNESP. Disponível em: [https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/apostila\\_sdee\\_01](https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/apostila_sdee_01). Acesso em: 19 abr. 2023.

## APÊNDICE A

Figura 11. Código em Python da coleta de dados.

```
In [1]: import pandas as pd

In [ ]: dados = pd.read_csv('interrupcoes-energia-eletrica-2020.csv',encoding = 'ISO-8859-1')

In [ ]: dados.head(10)

In [4]: dados.info()

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 7877615 entries, 0 to 7877614
Data columns (total 17 columns):
#   Column                               Dtype
---  ---
0   DatGeracaoConjuntoDados             object
1   DscCnjUndCnm                         object
2   Aliment                              object
3   Subs                                 object
4   NumInt                               object
5   TipoInt                              object
6   IdmotInt                             int64
7   DtInicioInt                         object
8   DtFimInt                             object
9   FatGerador                           object
10  Tensao                               int64
11  NumCons                              int64
12  NumCOnsCjt                          int64
13  Ano                                  int64
14  NomAgente                            object
15  SigAgente                            object
16  NumCPFCNPJ                          int64
dtypes: int64(6), object(11)
memory usage: 1021.7+ MB

In [7]: dados['SigAgente'].value_counts()

Out[7]:
CEMIG-D          968623
COPEL-DIS       577104
CELG-D          561141
ENEL RJ         385207
Equatorial PA   356740
ENEL CE         356512
RGE SUL        325757
CPFL-PAULISTA  320401
Equatorial MA   317232
ELETROPAULO    303152
Equatorial PI   267282
LIGHT          265983
EMT            263674
COELBA         230809
ELEKTRO        220155
CEEE-D         217328
CELPE          216003
CELESC-DIS     207228
Equatorial AL   186752

In [6]: Coelba = dados.loc[dados['NumCPFCNPJ']== 15139629000194]

In [7]: Coelba.info()

In [8]: Coelba.to_excel('DatabaseCoelba2020.xlsx')
```

Fonte: Produzida pelo autor (2023).