



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**WANDERSON MARTINS PEREIRA**

**ANÁLISE DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM CONCESSIONÁRIAS DE  
ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DO CEARÁ ENTRE OS INÍCIO DE 2019  
A ABRIL DE 2023: ESTUDO DE EQUIPAMENTOS, INCIDÊNCIAS E  
COMUNICAÇÕES**

**FORTALEZA-CE**

**2023**

WANDERSON MARTINS PEREIRA

ANÁLISE DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM CONCESSIONÁRIAS DE  
ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DO CEARÁ ENTRE OS INÍCIO DE 2019 A  
ABRIL DE 2023: ESTUDO DE EQUIPAMENTOS, INCIDÊNCIAS E  
COMUNICAÇÕES

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

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral  
da Camara

FORTALEZA-CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P496a Pereira, Wanderson Martins.

Análise da gestão de manutenção em concessionárias de energia elétrica do estado do Ceará entre os início de 2019 a abril de 2023 : estudo de equipamentos, incidências e comunicações / Wanderson Martins Pereira. – 2023.

93 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara.

1. Instalação. 2. Incidências. 3. Religador. 4. Dados. 5. Manutenção. I. Título.

CDD 621.3

---

WANDERSON MARTINS PEREIRA

ANÁLISE DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM CONCESSIONÁRIAS DE  
ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DO CEARÁ ENTRE OS INÍCIO DE 2019 A  
ABRIL DE 2023: ESTUDO DE EQUIPAMENTOS, INCIDÊNCIAS E  
COMUNICAÇÕES

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

Aprovada em: 07/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Raphael Amaral da Camara (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

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

---

Dr. Samuel Morais da Silva  
MJV Technology & Innovation

A Deus, por me proporcionar momentos memoráveis durante minha vida

Aos meus pais, Vanusa e Francisco, por acreditarem em mim e sempre proporcionarem suporte em minhas escolhas.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me proporcionar forças, saúde e perseverança para enfrentar as adversidades diárias.

Sou eternamente grato pela minha mãe Vanusa, e meu pai Francisco por me fornecerem suporte em toda minha formação, tanto acadêmica quanto na formação do meu caráter.

A minha namorada, Gabriela Alves, por sempre me apoiar em minhas escolhas e sempre estar presentes nas dificuldades.

Aos meus amigos de graduação Patrick Anderson, Pedro Henrique e Robson Nonato por proporcionarem momentos marcantes durante a graduação.

Ao professor Raimundo Furtado, por me auxiliar na formação do curso técnico e por me dar a oportunidade de monitoria durante a graduação.

Ao professor Raphael Amaral pela orientação profissional durante a graduação e pela oportunidade de me orientar no TCC. Agradeço ao Samuel Moraes da Silva por participar da banca avaliadora .

## RESUMO

O crescimento populacional trouxe grande demanda elétrica no contexto mundial, assim o planejamento da expansão é uma tarefa inevitável no sistema de energia. Como o custo de investimento no sistema de distribuição de energia, a necessidade de um forte programa financeiro é vital. Além disso, uma abordagem lógica pode garantir baixos custos de planejamento e operação segura. As concessionárias de distribuição de energia elétrica devem oferecer serviços de fornecimento de energia com qualidade, níveis de tensão adequados e baixo índice de interrupções. Com base no exposto, este trabalho tem como objetivo analisar a gestão de manutenção de uma concessionária de energia elétrica, por meio da identificação dos equipamentos mais instalados, das incidências registradas e dos tipos de comunicação utilizados. A gestão de manutenção da concessionária se mostrou forte na medida em que foi possível notar o forte investimentos em novos equipamentos em um período, e em outro período, o foco passou a ser em resolver as pendências de incidências da rede. Os religadores foram os equipamentos mais instalados, com preferência pela marca SCHNEIDER. A região FortMetro recebeu mais atenção das equipes de manutenção em aspectos de instalação de número de equipamentos e em resolução de incidências. A comunicação por GPRS foi amplamente utilizada, apresentando instabilidade em alguns momentos, mas dentro do esperado, e dessa forma agregando interesse por parte da empresa devido a baixo custo de investimento nessa tecnologia. A empresa demonstrou um plano sólido, estudando equipamentos, aplicando tecnologias eficientes e priorizando a regularização dos equipamentos e o bom funcionamento da equipe de manutenção. Além disso, a utilização do python para o tratamento dos dados foi de suma importância, pois otimizou o processo de levantamentos dos principais resultados.

**Palavras chaves:** Instalação; incidências; Religador; Dados; Manutenção.

## ABSTRACT

The population growth has brought a significant electrical demand worldwide, making expansion planning an inevitable task in the energy system. Due to the investment costs in the power distribution system, a strong financial program is crucial. Additionally, a logical approach can ensure low planning costs and safe operation. Electric power distribution utilities must provide quality energy supply services with appropriate voltage levels and low interruption rates. Based on the above, this study aims to analyze the maintenance management of an electric power distribution utility by identifying the most installed equipment, recorded incidences, and types of communication used. The maintenance management of the concessionaire proved to be strong as it was possible to notice a strong investment in new equipment in one period, and in another period, the focus shifted to resolving network incident issues. Relays were the most installed equipment, with a preference for the SCHNEIDER brand. The FortMetro region received more attention from the maintenance teams, In terms of equipment installation and resolution of incidents. GPRS communication was widely used, with occasional instability but within expected parameters, Thus, generating interest from the company due to the low investment cost in this technology. The company demonstrated a solid plan by studying equipment, implementing efficient technologies, and prioritizing equipment regularization and smooth maintenance team operation. In addition, the use of Python for data processing was of paramount importance as it optimized the process of gathering key results.

Keywords: Installation; incidences; Recloser; Data; Maintenance.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Seletividade da rede .....	17
Figura 2	– Zonas de proteção de um sistema de potência.....	18
Figura 3	– Coordenação relé-religador.....	19
Figura 4	– Tipos de contatos.....	22
Figura 5	– Proteção de um transformador de distribuição.....	25
Figura 6	– Religador de rede de distribuição.....	26
Figura 7	– Zonas de proteção do seccionizador e do religador.....	27
Figura 8	– Operação de seccionizador.....	28
Figura 9	– Fluxograma de etapas.....	32
Figura 10	– Quantidade de tipos de fabricantes.....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Quantidade de equipamentos cadastrados por ano.....	40
Gráfico 2	– Total de equipamentos por gerência.....	42
Gráfico 3	– Crescimento de novos equipamentos por gerência a partir de 2019.....	43
Gráfico 4	– Crescimento do tipo de equipamento nos últimos anos.....	45
Gráfico 5	- Crescimento da preferência de fabricantes de religadores.....	48
Gráfico 6	– Crescimento da preferência de fabricantes de Chaves UP.....	49
Gráfico 7	– Comunicação dos equipamentos instalados.....	50
Gráfico 8	– Tipos de comunicações implementados.....	41
Gráfico 9	– Quantidade de avarias e inspeções solicitadas por ano.....	52
Gráfico 10	– Quantidade de avarias solicitadas e atendidas – período.....	53
Gráfico 11	– Quantidade de inspeções solicitadas e atendidas – período.....	54
Gráfico 12	– Quantidade de manutenções solicitadas e atendidas – período.....	55
Gráfico 13	– Quantidade de manutenções por ano.....	56
Gráfico 14	– Total de incidência por equipamento.....	56
Gráfico 15	– Quantidade de indência por tipo de equipamento.....	57
Gráfico 16	– Quantidade de incidência por gerência.....	61
Gráfico 17	– Quantidade de incidências atendidas por gência.....	61
Gráfico 18	– Quantidade de inspeções por tipo de equipamento.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Quantidade de equipamentos por gerência em 2018.....	42
Tabela 2	– Total de tipos de equipamentos instalados.....	44
Tabela 3	– Tipo de equipamentos até 2018.....	44
Tabela 4	– Relação entre tipo de equipamento e fabricante.....	46
Tabela 5	– Quantidade de equipamentos dos fabricantes SC e CELSA.....	47
Tabela 6	– Situação da quantidade de religadores por fabricante em 2018....	48
Tabela 7	– Situação da quantidade de Chaves UP por fabricante em 2018...	49
Tabela 8	– Situação dos tipos de comunicação em 2018.....	50
Tabela 9	– Quantidade de equipamentos por modelo e por tipo de equipamento.....	58
Tabela 10	– Relação entre modelos e tipos de incidências.....	59
Tabela 11	– Total de incidências por gerência.....	60
Tabela 12	– Percentual de incidências abertas por gerência.....	62
Tabela 13	– Classificação de problema.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

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

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

DMIC- Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão

FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

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

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

PRODIST - Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

MT - Média Tensão

AT- Alta tensão

TP - Transformador de Potencial

RGDAT - Rilevatore di Guasto e di Assenza Tensione

IMS - Interruttore di Manovra Sezionatore

UP - Peripheral Unit

SE - Subestação

GPRS - General Packet Radio Services

BGAN - Broadband Global Area Network

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Problemática e justificativa .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.1 Objetivos Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2 Objetivo Específico .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.3 Estrutura do Trabalho.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Requisitos básicos do sistema de proteção .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Conceitos importantes – proteção .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Considerações finais .....</b>	<b>30</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Gestão de manutenção.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Coleta de dados.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Análise dos dados.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Proposta de melhoria.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3 Implementação e monitoramento .....</b>	<b>36</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Equipamentos.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Crescimento da quantidade de equipamentos .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 Equipamentos por gerência .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4 Tipo de equipamentos .....</b>	<b>40</b>
<b>4.5 Principais modelos dos equipamentos.....</b>	<b>42</b>
<b>4.6 Tipos de comunicações dos equipamentos. ....</b>	<b>46</b>
<b>4.7 Incidências.....</b>	<b>48</b>
<b>4.8 Panorama das incidências .....</b>	<b>48</b>
<b>4.9 Avaria .....</b>	<b>49</b>
<b>4. 1.1 Inspeção.....</b>	<b>50</b>
<b>4.1.2 Manutenção .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.3 Incidência por tipo de equipamento.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1.4 Incidência por modelo .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.5 Incidência por gerência .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1.6 Incidência por tipo de comunicação.....</b>	<b>59</b>
<b>5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>61</b>

<b>5 .1 CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2 TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Problemática e justificativa

Devido à crescente demanda elétrica, o planejamento da expansão é uma tarefa inevitável no sistema de energia. Como o custo de investimento no sistema de distribuição de energia representa 30%-50% do custo total do sistema de energia, a necessidade de um forte programa financeiro é vital. Além disso, uma abordagem lógica pode garantir baixos custos de planejamento e operação segura (BAHRAMI et al., 2022)

As concessionárias de distribuição de energia elétrica devem oferecer serviços de fornecimento de energia com qualidade, níveis de tensão adequados e baixo índice de interrupções. Para atingir esses objetivos, especificamente a qualidade, os órgãos reguladores estabelecem indicadores de qualidade de energia para os serviços de fornecimento, bem como metas e limites a serem alcançados pelas concessionárias de energia elétrica. Essas empresas geralmente implementam programas de manutenção preventiva (MP) para aumentar a confiabilidade do sistema e criar melhores condições de trabalho para prolongar a vida útil do equipamento (ENDRENYI et al., 2001; BERTLING et al., 2005).

A confiabilidade do sistema de distribuição de energia é um dos indicadores importantes para avaliar a qualidade do serviço das empresas de distribuição de energia. Em particular, para cada ano de um determinado sistema de alocação e período regulatório, os reguladores atribuem valores para esses índices com base em valores históricos (PHOOTHONG et al., 2008).

Alguns métodos comumente adotados são medidos de manutenção de rede para evitar eventos de falha, introdução de instrumentos de controle e automação, adoção de novos métodos de gerenciamento de rede e realocação ou instalação de equipamentos adicionais a malha da rede. (BERTLING et al., 2005).

No entanto, atingir esse objetivo pode aumentar os custos de planejamento e operação. Com a competitividade do mercado de energia elétrica (REGULATORY ASSISTANCE PROJECT, 2014), esses custos são os maiores dispêndios para as empresas desse setor (BERTLING et al., 2005). Portanto, otimizar o programa de PM tornou-se uma necessidade para as distribuidoras de energia para atender a esses

dois objetivos conflitantes de reduzir os custos operacionais e de investimento e melhorar a confiabilidade da distribuição de energia. Nesse contexto, a manutenção centrada na confiabilidade (RCM) apresenta-se como uma metodologia eficiente para relacionar a manutenção de equipamentos com a confiabilidade do sistema (BROWN et al., 2017).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivos Geral**

Este trabalho tem como objetivo apresentar a análise dos impactos da expansão de equipamentos de proteção da rede de distribuição em média tensão para gestão de manutenção de uma concessionária de energia elétrica.

### **1.2.2 Objetivo Específico**

- Identificar os equipamentos mais instalados na infraestrutura elétrica da concessionária, por meio da análise dos registros de instalação, a fim de compreender a composição e importância desses equipamentos na rede.
- Registrar e analisar as incidências ocorridas nos equipamentos da concessionária, utilizando dados de ordens de serviço, históricos de manutenção e relatórios de falhas, com o objetivo de identificar os principais problemas enfrentados e suas frequências de ocorrência.
- Avaliar os tipos de comunicação utilizados para gerenciar a manutenção dos equipamentos, considerando os sistemas de gerenciamento de manutenção computadorizados (CMMS), comunicação via GPRS, entre outros meios, a fim de analisar a eficiência desses métodos na troca de informações e resolução de problemas de manutenção.

### **1.2.3 Estrutura do Trabalho**

O trabalho estudado contém 5 capítulos que são descritos a seguir.

Capítulo 1 Introdução - Tem o intuito de dar uma breve explicação do que será estudado nesse trabalho, abordar de forma resumida os principais temas abordados.

Capítulo 2 Revisão Bibliográfica - Definir as teorias, temas e discussões que reforçam o que será estudado.

Capítulo 3 Metodologia - A intenção desse tópico é mostrar como foram obtidas as informações e resultados que embasam esse estudo.

Capítulo 4 Resultados e discussão - Tópico que aborda os resultados obtidos da metodologia e da fundamentação teórica, e tem por finalidade discutir os dados obtidos.

Capítulo 5 Conclusões - Mostrar as conclusões obtidas por meio da interpretação dos resultados do estudo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Requisitos básicos do sistema de proteção**

Os requisitos básicos do sistema de proteção são combinados com os requisitos operacionais de seus principais relés componentes. Portanto, sensibilidade, seletividade, velocidade, confiabilidade, disponibilidade e segurança são termos comuns usados para descrever os requisitos de ambos.

Neste caso, busca-se sempre que o sistema de proteção seja sensível o suficiente para detectar a falha no menor nível de corrente de curto-circuito possível, assumindo condições reais de operação. Além disso, ele deve poder escolher dentro da gama de estados operacionais apenas aqueles que ele é capaz de operar, ou seja, ele deve atuar apenas nos estados operacionais que lhe são atribuídos. No final, tem que ser rápido o suficiente para atuar na velocidade desejada (MASON, 1956; PHADKE; THORP, 2009).

A confiabilidade do sistema de proteção é um requisito essencial. Os recursos de mitigação de falhas são bastante ineficazes quando a proteção não cumpre seu propósito adequadamente. Portanto, o sistema de proteção deve possuir confiabilidade inerente, e sua aplicação, instalação, comissionamento e manutenção garantem a plena utilização de sua capacidade. Agora é um bom momento para discutir os conceitos de usabilidade e segurança. Um sistema de proteção é considerado disponível se for confiável o suficiente para executar as tarefas solicitadas a qualquer momento. Um sistema de proteção é considerado seguro se operar sem qualquer perturbação. Teoricamente, confiabilidade, disponibilidade e segurança estão intrinsecamente ligados ao projeto, desenvolvimento e planejamento de esquemas de proteção. Assim, a adequada aplicação da proteção reside na conveniente escolha de todo o aparato associado, ou seja, seus principais dispositivos (TCs, TPs, relés, disjuntores, fusíveis, SCADA, etc.) (PHOOTHONG et al., 2008).

### **2.2 Conceitos importantes – proteção**

Alguns termos são usados com frequência nos estudos de filosofia de proteção, são mostrados a seguir termos dessa área. Além disso, todo projeto de proteção segue filosofias intrínsecas e fundamentais para que se tenha bom rendimento da atuação dos equipamentos (MAMEDE FILHO; MAMEDE, 2020).

O termo que indica a impossibilidade da continuidade normal do fornecimento de energia devido a avarias nos equipamentos ou na estrutura da rede é conhecido como "interrupção devido a falha na rede" ou "interrupção por cabo partido". Essa situação ocorre quando há danos físicos aos cabos de transmissão ou distribuição, o que impede a passagem adequada da eletricidade e interrompe o fornecimento de energia para os consumidores. O cabo partido é um dos motivos mais comuns de interrupções no fornecimento de energia elétrica (CPFL, 2016).

As faltas podem ser divididas em transitória e permanentes, as faltas transitórias são provenientes de efeitos passageiros na rede, como galho de árvores em contato com as fases da rede em momentos de ventos sobre a região. Esse tipo de falta normalizado sem a necessidade de intervenção de inspetores na zona de defeito. As faltas permanentes são caracterizadas por avarias que causam interrupção no sistema, sendo necessária intervenção das equipes para normalizar o defeito, Curto-circuito ou cabo partido sobre a via são exemplos desse tipo de falta (MAMEDE FILHO e MAMEDE, 2020).

A coordenação da proteção em sistemas elétricos envolve o projeto e o ajuste adequados dos dispositivos de proteção, como relés, disjuntores e fusíveis, para garantir que apenas o equipamento afetado seja desligado e as interrupções de energia sejam minimizadas. A coordenação da proteção visa garantir que o dispositivo de proteção mais próximo ao local da falta atue de forma seletiva, desligando apenas a parte defeituosa do sistema elétrico, mantendo o restante da rede energizada. Desta forma, esforços são feitos para limitar os efeitos das falhas e garantir a continuidade do fornecimento de energia elétrica aos consumidores. As proteções são coordenadas por cálculos e testes técnicos, levando em consideração a seletividade, sensibilidade e tempos de atuação dos dispositivos de proteção. É um processo básico que garante a confiabilidade e segurança dos sistemas elétricos (CPFL, 2016).

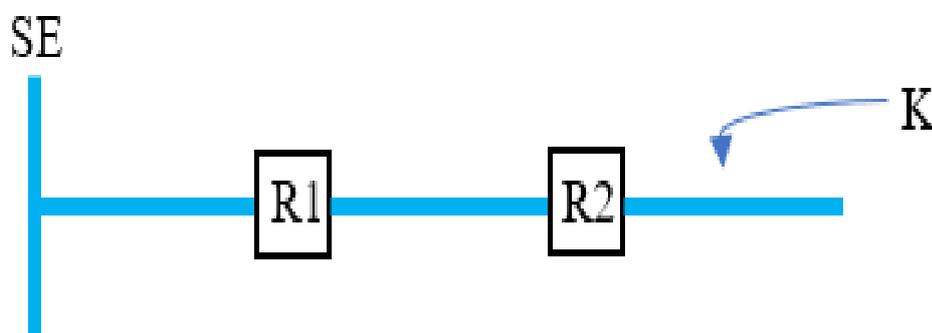
A sequência operacional de um dispositivo (geralmente religamento) é o número de vezes que o dispositivo tenta restaurar a energia após a ocorrência de uma falha transitória. Um religador é um dispositivo automático que detecta falhas momentâneas na rede e tenta reenergizar a linha após breves interrupções. Durante a operação, o religador trata a falha como permanente e faz uma série de tentativas para restabelecer a energia antes de finalmente desconectar a linha. Essas tentativas repetidas permitem que o dispositivo reconheça distúrbios transitórios, como

interrupções causadas por galhos de árvores ou objetos tocando a rede, e evite interrupções de energia desnecessárias. A ordem das operações de religamento pode ser ajustada de acordo com as características da rede e as políticas da concessionária.

A seletividade é um recurso que os sistemas de proteção devem ter, para que no momento de ocorrências seja solicitado os equipamentos mais adequados para isolar a falta e desenergizar somente a parte do circuito que apresenta problema. Dessa forma, em um estudo de proteção, cada equipamento tem uma zona de proteção para atuar em casos de faltas. Logo, a intensão de um sistema seletivo é garantir a atuação o equipamento mais próximo da falha (MAMEDE, 2000).

Dessa forma, considerando a Figura 1, na ocorrência de uma falta na região K o equipamento R2 deve ser o primeiro a atuar, por ser o equipamento de proteção mais próximo da zona em falta (MAMEDE, 2000).

Figura 1 - Seletividade da rede



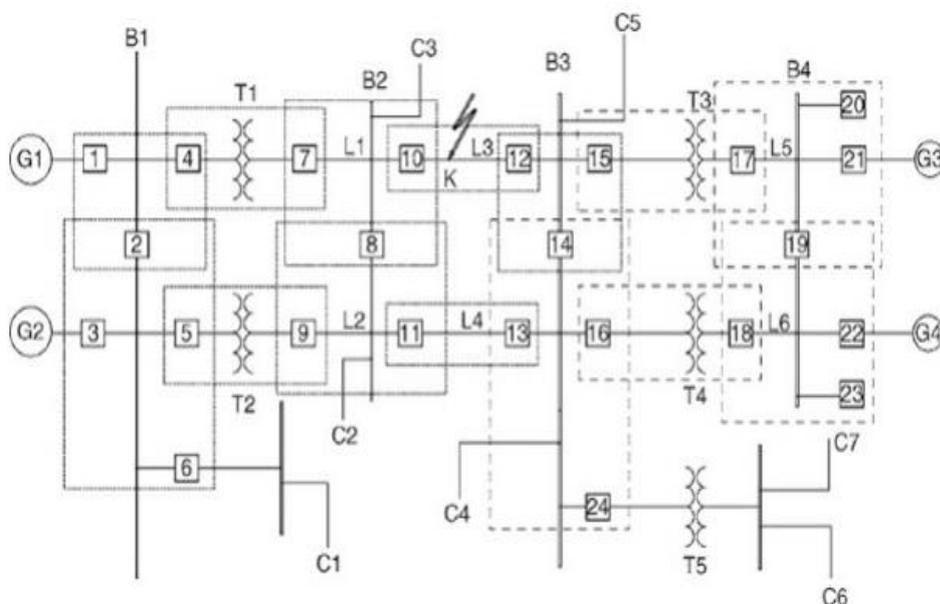
Fonte: elaborado pelo autor.

Zona de proteção é a área correspondente para a qual um equipamento foi configurado para atuar em caso de falhas (MAMEDE, 2000). Na Figura 2 mostra um diagrama unifilar com as linhas tracejadas representando a zona de proteção de todos os equipamentos de proteção que estão dentro dela.

Considerando o defeito no ponto K da Figura 2, as proteções mais adequadas para isolar a falta são as relés 10 e 12, caso ocorra falha na atuação da proteção 10, os instrumentos 7 e 8 deverão atuar, e se tiver falha do equipamento 8 os elementos 9 e 11 atuaram para minimizar os efeitos da causa na rede. Isso ocorre

por conta da sobreposição de zonas de proteção, dessa maneira surge o conceito de proteção primária e proteção de retaguarda. Proteção primária corresponde ao elemento para qual uma zona corresponde, dessa forma é responsabilidade desse equipamento atuar para faltas dentro dessa área; Proteção de retaguarda corresponde ao equipamento que deve atuar caso a proteção primária não atue como deveria, e assim esse recurso funciona como segunda manobra possível para evitar desabastecimento de muitos consumidores (MAMEDE, 2000).

Figura 2 - Zonas de proteção de um sistema de potência

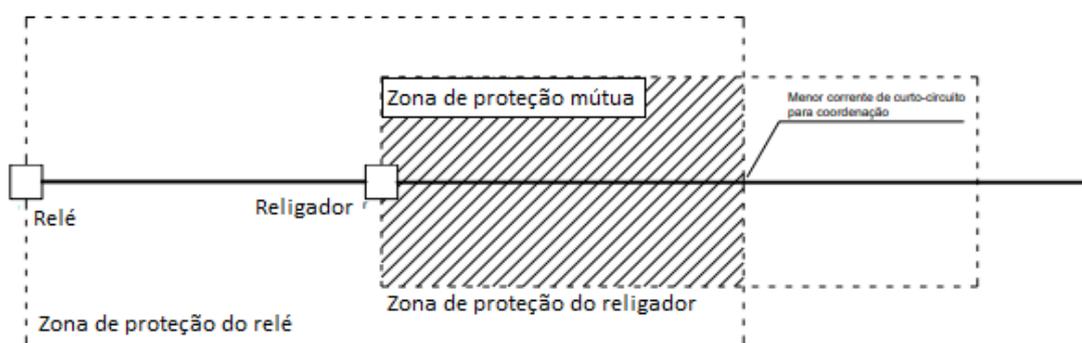


Fonte: Mamede (2000).

Uma Área de Proteção Mútua é uma área demarcada em um sistema elétrico onde vários dispositivos de proteção são responsáveis por agir em caso de falha ou falha elétrica. Cada dispositivo de proteção é projetado para proteger uma seção específica da rede, garantindo uma detecção rápida e isolamento de falhas nessa área. Dentro das zonas de proteção mútua, coordene os equipamentos de proteção para atuar seletivamente. Isso significa que os dispositivos de proteção mais próximos do ponto de falha atuarão primeiro, isolando a parte defeituosa da rede e mantendo o restante da rede energizada. Essa coordenação minimiza o impacto de falhas e continua no fornecimento de energia, evitando que falhas em uma determinada interrupção tenham ocorrido defeitos externos em áreas adjacentes. A

divisão das zonas de proteção mútua depende dos recursos específicos e configuração do sistema elétrico. Considere fatores como topologia de rede, sensibilidade do equipamento de proteção e requisitos de seletividade de forma abrangente para garantir uma operação segura e confiável do sistema elétrico. As zonas de proteção mútua são um conceito importante na coordenação da proteção porque permitem que os dispositivos de proteção atuem em conjunto para isolar falhas e minimizar os impactos no fornecimento de energia elétrica aos consumidores. A Figura 3 ilustra, em tracejado, a zona de proteção sobreposta (MAMEDE, 2000).

Figura 3 - Coordenação relé-religador



Fonte: Mamede (2000).

É importante que o sistema de proteção seja projetado para identificar ocorrências reais dentro de sua zona de proteção, desconsiderando efeitos transitórios do sistema. Isso inclui fatores como aumento da corrente de carga. Ao projetar um instrumento de proteção, é necessário que ele opere de forma estável e confiável, mesmo quando o sistema elétrico muda ou é perturbado. Por exemplo, um aumento na corrente de carga pode ser uma condição transitória que ocorre durante a operação normal de um sistema elétrico. No entanto, a instrumentação de proteção deve ser capaz de distinguir esse aumento de corrente de uma falha real para evitar disparos indevidos ou prolongados.

A eficiência de um dispositivo de proteção depende da capacidade de eliminar ou ignorar anormalidades dentro da sua zona de proteção. Isso é obtido por meio de ajuste eficiente, configurações sensíveis e métodos de detecção que levam em atenção às condições operacionais típicas e mau funcionamento esperado. Ao

garantir a estabilidade do instrumento, isso evitará perturbações indesejadas no sistema elétrico, reduzindo os efeitos e garantindo um fornecimento confiável de energia aos consumidores. É fundamental reconhecer que a estabilidade do mecanismo de proteção é uma das características mais importantes, juntamente com outros atributos, como seletividade, sensibilidade e tempo de atuação, para um sistema de proteção eletricamente eficaz e seguro (PIASSON et al., 2012).

A velocidade do equipamento deve ser baixa, o que permitirá minimizar os efeitos de falhas na rede e garantir a continuidade do fornecimento para a maioria dos consumidores. Em sistemas de transmissão que possuem maior tensão, esta propriedade é de grande importância, pois a energia associada à falta é derivada do produto do quadrado da corrente durante a falta pela duração da ocorrência. Em relação aos sistemas de distribuição, eles são normalmente escalados por horário, pois os efeitos neste tipo de rede são menos impressionantes para o sistema (PIASSON et al., 2012; SOUSA et al., 2013).

A seletividade refere-se à capacidade do equipamento de proteção de responder seletivamente às falhas, ou seja, apenas nos pontos necessários para isolar a falha, sem afetar áreas adjacentes desnecessariamente. A configuração dos equipamentos de proteção é fundamental para garantir a seletividade. Isso envolve a definição de parâmetros como faixas de tensão e corrente nas quais o dispositivo deve operar. O dispositivo é ajustado para ser sensível a esses parâmetros específicos para que possa detectar e responder adequadamente a falhas dentro desse intervalo. Ao configurar seletivamente os dispositivos, uma hierarquia pode ser criada na resposta dos dispositivos de proteção, garantindo que os dispositivos mais próximos ao ponto de falha atuem primeiro, com os dispositivos subsequentes atuando apenas se a falha não tiver sido isolada por dispositivos anteriores. Isso permite uma resposta seletiva e escalonada às falhas, minimizando o impacto e a extensão das interrupções do sistema de energia. A seletividade é fundamental para otimizar a operação dos sistemas elétricos, garantindo que apenas a parte afetada por uma falha seja isolada enquanto as áreas adjacentes permaneçam energizadas. Isso ajuda a reduzir os tempos de interrupção e aumenta a confiabilidade do fornecimento de eletricidade aos consumidores. A seletividade está, portanto, diretamente relacionada aos parâmetros de configuração de um dispositivo de proteção, permitindo que ele atue de forma

sensível e seletiva dentro das faixas específicas de tensão e corrente para as quais é ajustado (PIASSON et al., 2012).

**Sistema de contato:** Os equipamentos de proteção, como relés e disjuntores, geralmente possuem contatos responsáveis por produzir sinais elétricos de disparo do equipamento e alerta remoto. Existem dois tipos principais de contatos utilizados nesses equipamentos: contatos autorrearmáveis e contatos de rearme manual (SOUSA et al., 2013).

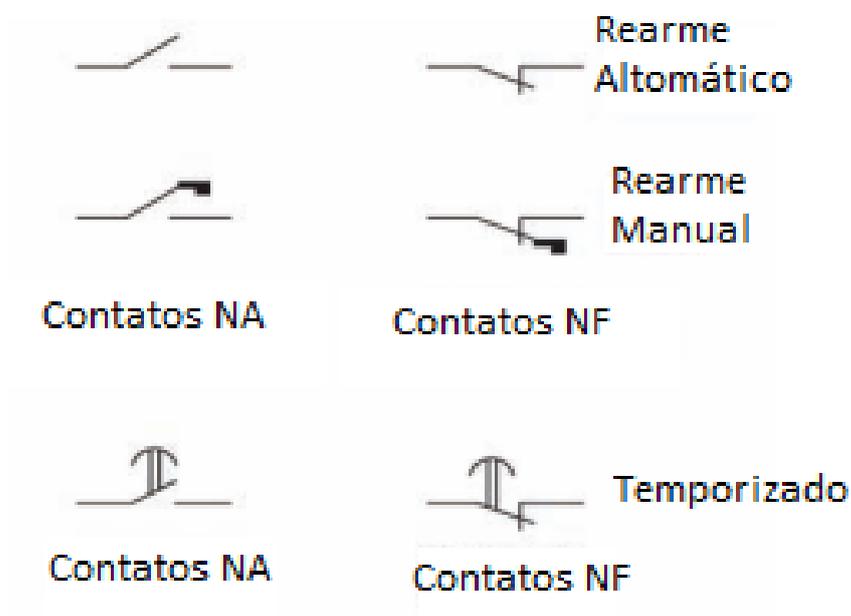
**Contatos Autorrearmáveis:** Esses contatos são projetados para permitir que o equipamento de proteção se restabeleça automaticamente após uma operação de disparo. Após a detecção de uma falta, o equipamento é desligado, mas os contatos autorrearmáveis atuam para restabelecer o funcionamento do equipamento após um curto período de tempo predefinido. Essa funcionalidade é útil para lidar com faltas transitórias, permitindo que o sistema elétrico se recupere automaticamente sem a necessidade de intervenção manual (SOUSA et al., 2013).

**Contatos de Rearme Manual:** Ao contrário dos contatos autorrearmáveis, os contatos de rearme manual requerem a intervenção manual para restabelecer o equipamento de proteção após uma operação de disparo. Após a detecção de uma falta, o equipamento é desligado e permanece nesse estado até que um operador humano aja e rearme manualmente o equipamento. Essa abordagem é comumente utilizada em situações em que é necessária uma avaliação ou inspeção mais detalhada antes de reenergizar o sistema (SOUSA et al., 2013).

A escolha entre contatos autorrearmáveis e contatos de rearme manual depende das necessidades específicas do sistema elétrico, das políticas de operação da empresa e das considerações de segurança. Ambos os tipos de contatos desempenham um papel importante na operação e proteção adequada dos equipamentos elétricos, fornecendo os sinais necessários para a atuação e o monitoramento dos dispositivos de proteção (SOUSA et al., 2013).

Existe dois tipos de contatos, NA e NF. O contato NA fecha em situações de ocorrência, já o contato NF abre. A representação desses contatos está ilustrada na Figura 4.

Figura 4 - Tipos de contatos



Fonte: Sousa et al. (2013).

A confiabilidade de um equipamento de proteção está relacionada com a taxa de falhas de operação do equipamento. Dessa forma, a confiabilidade depende do dimensionamento, parametrização, instalação, testes e desgastes de utilização (SOUSA et al., 2013). É importante que se faça um estudo de proteção apurado para a rede em que deseja colocar o instrumento, para que os parâmetros e o equipamento sejam adequados a rede. Além disso, é importante fazer teste no estudo e na instalação do instrumento no local, para garantir que está funcionando conforme os valores dimensionados. Outro ponto importante, é fazer manutenções regulares no equipamento para evitar desgastes e comprometimento do funcionamento.

Sistema de distribuição: Todos os distribuidores de energia elétrica têm o dever de seguir as diretrizes propostas pelas ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), pois ela acompanha o desempenho de cada concessionária, a fim de que se tenha um sistema elétrico confiável para todos os consumidores de energia elétrica (ENEEL, 2023).

A ANEEL se baseia nas normas estabelecidas pelo PRODIST (Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional), que

cumpra a função de definir quais indicadores e como eles devem ser seguidos, como: DEC, FEC, DIC, FIC e DMIC (PRODIST, 2021).

DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora. Intervalo de tempo que, em média, no período de apuração, em cada unidade consumidora do conjunto considerado ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora. Número de interrupções ocorridas, em média, no período de apuração, em cada unidade consumidora do conjunto considerado.

DIC - Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão. Consumidores atingidos por interrupção no fornecimento de energia, expresso em horas e centésimos de horas.

FIC - Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou Ponto de Conexão. número de interrupções ocorridas, no período de apuração, em cada unidade consumidora ou ponto de conexão.

DMIC - Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão. Tempo máximo de interrupção contínua de energia elétrica, no período de apuração, em uma unidade consumidora ou ponto de conexão.

Dessa forma, os fornecedores de energia elétrica no País têm o dever de manter esses indicadores dentro dos padrões estabelecidos pela ANEEL, estando sujeitos a multas ou perda da concessão de prestar o serviço, caso eles não sejam atendidos. Cada região está submetida a algum tipo de defeito que ocorre com mais frequências em zonas urbanas e rurais (MAMEDE, 2000). Nesse contexto cabe a concessionária mapear e aplicar recursos que possam minimizar ou contornar esses problemas, para que se tenha indicadores mais estáveis e confiáveis.

Zonas de distribuição: Os alimentadores que suprem cargas de cidades são considerados alimentadores urbanos. Esses alimentadores estão expostos a defeitos provenientes desses centros, como batidas de carro, furto de condutores, galhos de árvores tocando as fases da rede, materiais condutores jogados sobre a linha de distribuição, entre outros (MAMEDE, 2000).

Dessa forma, a concessionária local deve estar à disposição imediata para resolver esses problemas peculiares, principalmente, as regiões de grande contingente. Já os alimentadores localizados em zonas rurais apresentam outras frequências de problemas, notadamente galhos de árvores sobre a rede, queda de árvores, queda de poste por comprometimento na estrutura (MAMEDE, 2000).

Logo, é necessário que no momento do desenvolvimento do projeto da rede de distribuição seja considerado critérios específicos para a instalação de equipamentos de proteção. Os principais instrumentos usados nesse tipo de rede são chaves fusíveis (Figura 5), religadores e seccionadores. Quando possível, esses equipamentos são implementados com as seguintes funções de proteção; 50/51 (proteção instantânea e temporizada de fase), 50N/51N (proteção instantânea e temporizada de neutro), 59 (Proteção de sobretensão), 27 (Proteção de subtensão), 79 (Relé de religamento para controlar e comandar o religador) (MAMEDE, 2000).

As chaves fusíveis são usadas com bastante recorrência pelas concessionárias, pois apresentam um baixo custo e um desempenho aceitável em ocorrências (MAMEDE, 2000). A Figura 5 apresenta uma reprodução de onde esses equipamentos podem ser instalados numa rede de distribuição.

É válido ressaltar que somente a fusão do elo fusível da chave não garante interrupção do fluxo de corrente pelo ramal, pois para uma rede de distribuição essa corrente pode continuar fluindo pelos terminais do elo fusível. Para garantir a interrupção de fluxo, é usado juntamente com o elo fusível uma bobina, que ao ser danificada libera um gás desionizante que isola totalmente os terminais do elo (MAMEDE, 2000).

Figura 5- Proteção de um transformador de distribuição



Fonte: Mamede (2000).

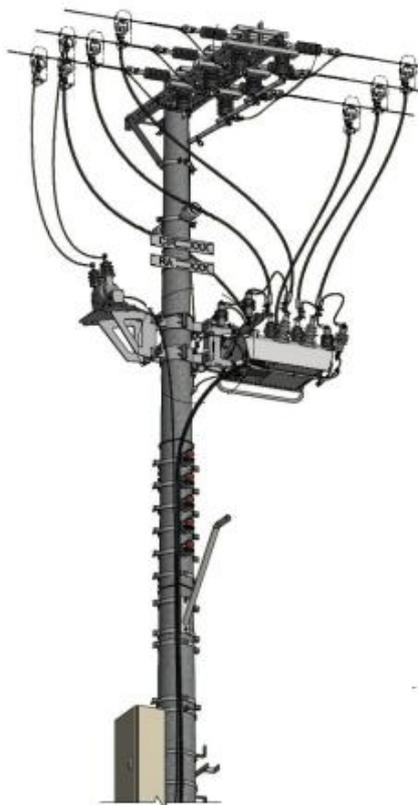
No interior da chave fusível tem um elo fusível que ao ser percorrido por uma determinada corrente funde e assim abre o circuito, e com auxílio de uma bobina é feito o isolamento entre os polos do elo. Esses equipamentos apresentam características específicas e adequadas para determinadas aplicações, sendo comumente usados na proteção de transformadores e em alimentadores. Dois tipos de fusíveis podem ser destacados, tipo H, tipo K e tipo T (MAMEDE, 2000). Tipo H: esse fusível é mais usado para a proteção de transformadores de distribuição, pois apresentam uma atuação mais demorada. Essa característica é adequada para a

proteção desse tipo de equipamento, pois evita que os transformadores operem durante energização, por conta da corrente de partida; Tipo K: esse tipo é usado frequentemente na proteção de ramais dos alimentadores; Tipo T: esse fusível apresenta uma característica de atuação lenta, é mais usado para a proteção de alimentadores e ramais (MAMEDE, 2000).

Esses são os principais tipos de elos usados nas chaves fusíveis. Como o critério de atuação desse equipamento é a carga a qual ele é submetido, é importante que se tenha critérios e se faça previsões para definir um valor de corrente adequado para a fusão do elo. Logo é importante: prever o crescimento de carga para um horizonte de 5 anos; prever possíveis transferências de carga para o alimentador que se deseja instalar a chave fusível; a corrente nominal do fusível deve ser pelo menos 150% da corrente de projeto.

Os religadores são equipamentos de proteção que possuem a capacidade de abrir e fechar o circuito mais de uma vez, sendo essa função o religamento (Figura 6). Essa característica é de suma importância para as concessionárias, pois boa parte das interrupções que acontecem na rede de distribuição são de caráter transitório (MAMEDE, 2000). Esses instrumentos ficam, geralmente, instalados em postes ou estruturas simples da rede de distribuição.

Figura 6 - Religador de rede de distribuição



Fonte: Concer (2019).

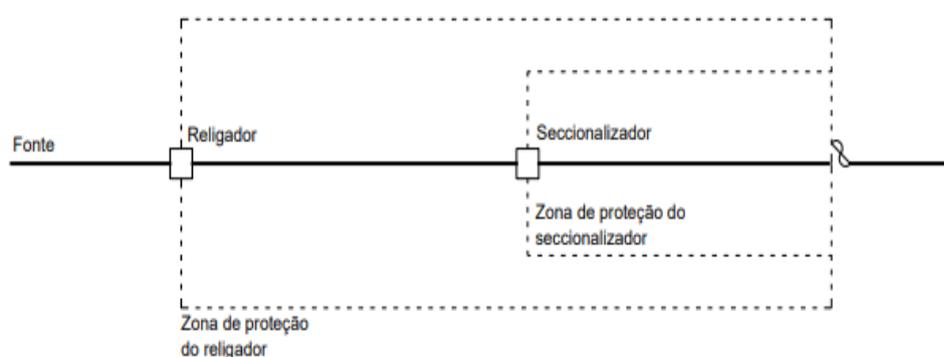
Os religadores apresentam como principal vantagem o religamento, isso evita que seja enviado até o local da falha inspetores para normalizar ocorrências transitórias, pois gera gastos e ineficiência da gestão de manutenção. Religadores de zonas urbanas apresentam características, muitas vezes, distintas das configuradas nos rurais. Geralmente, se adota em religadores de centros urbanos poucos religamentos, para concessionária em questão é adotado 3 religamentos, pois uma ocorrência como cabo partido em via pode ser fatal para a população. Já para religadores de zona rural a quantidade de religamentos tendem a ser maior, já que, a maioria das causas tende a serem transitórias, como galhos de árvores ou animais sobre as fases da rede (MAMEDE, 2000).

Além da quantidade de religamentos, esses instrumentos quando instalados em zonas rurais são configurados de forma que previna a queima do elo fusível em ocorrências transitórias. Já quando esses equipamentos são instalados em

zonas urbanas, é fundamental a função de telecomando para facilitar as manobras (CPFL, 2016).

Seccionalizadores são frequentemente instaladas dentro da zona de proteção de outros equipamentos (religadores e disjuntores) existentes na rede, é sempre inserido a jusantes dos religadores. A seccionalizadora é capaz de interromper correntes até valores nominais, dessa forma não é característica atuar em momento de curto-circuito (Figura 7) (CPFL, 2016).

Figura 7 - Zonas de proteção do seccionizador e do religador

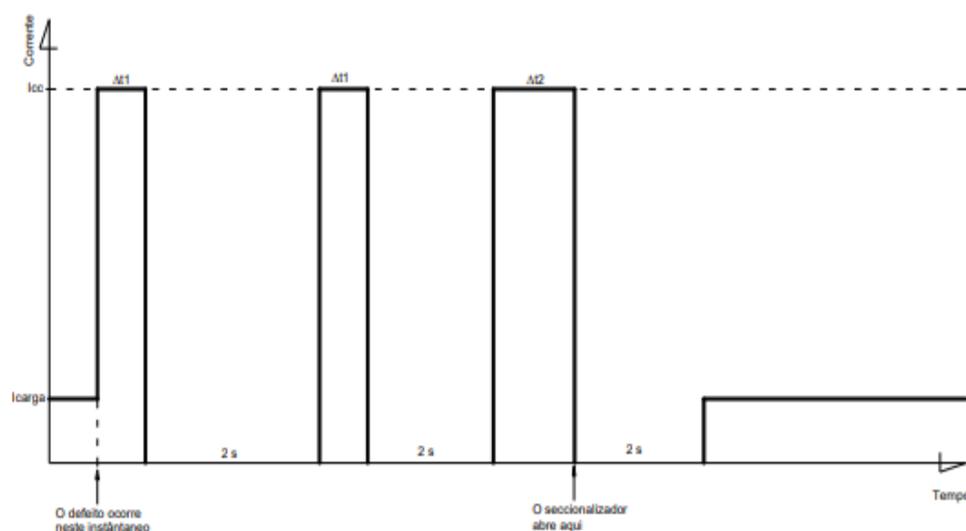


Fonte: CPFL (2016).

Esses equipamentos, geralmente, operam da seguinte maneira: Quando circula pelo seccionizador uma corrente de curto-circuito, o seccionizador é sensibilizado e se prepara para contar (CPFL, 2016); esta corrente também sensibilizará o equipamento de retaguarda, que abrirá o circuito. O seccionizador notará a abertura do equipamento de retaguarda devido à queda da corrente para valores abaixo do seu valor de disparo e contará a operação do equipamento; após o tempo determinado, o equipamento de retaguarda fechará o circuito. Se o defeito persistir, o processo se repetirá até que o seccionizador acumule a quantidade de contagem ajustada, quando então, durante o tempo em que o equipamento de retaguarda estiver aberto, o seccionizador abrirá os seus contatos principais. Dessa maneira, quando o religador ou o disjuntor a montante fizer novamente o ciclo de religamento, o trecho onde a falta está localizada ficará isolado, pois a chave estará aberta. Operação de seccionizador (CPFL, 2016).

A Figura 8 ilustra o ciclo de operação de uma seccionadora, desde o momento em que ela identifica a falta e a atuação do equipamento de retaguarda, até o momento em que atua. Esse equipamento é comumente instalado em: Em locais onde fica inviável coordenar as chaves fusíveis; em locais onde existam cargas que não podem ficar longos períodos com falta (CPFL, 2016).

Figura 8 - Operação de seccionizador



Fonte: CPFL (2016).

Tanto chaves seccionadoras quanto chaves podem ser equipadas com a função de telecontrole, a depender se a construção destas permitem. As chaves recebem equipamentos para possibilitar, além do telecomando, receber sinais de monitoramento da rede. Para isso elas recebem equipamentos auxiliares como RGDAT (Rilevatore di Guasto e di Assenza Tensione), Gabinete de Controle (UP), Seccionador IMS, Transformador de Potencial (TP) (CONCER, 2019)

RGDAT é o equipamento responsável por monitorar e indicar falhas no equipamento para que os inspetores da concessionária possam verificar a anormalidade, O IMS (Interruttore di Manovra Sezionatore) é um disjuntor manual ou motorizado que assume a possibilidade de desligar uma linha MT energizada, com a mesma eficiência de isolamento de uma chave seccionadora (CONCER, 2019).

Os sistemas de comunicação desempenham um papel crucial na troca de dados e informações entre os equipamentos em campo e os operadores na base de

controle das concessionárias de energia elétrica. Essa comunicação é essencial para monitorar, controlar e manter a rede elétrica de forma eficiente e confiável. É importante ressaltar que cada empresa de energia pode adotar critérios e tecnologias de comunicação específicos, de acordo com suas necessidades e requisitos (SOUSA, 2013)

Existem diferentes tipos de comunicação utilizados nas concessionárias de energia elétrica, envolvendo meios físicos e não físicos. Alguns exemplos incluem:

**Meios físicos:** Fibra óptica, A transmissão de dados por meio de cabos de fibra óptica oferece alta velocidade e capacidade de transmissão, além de ser imune a interferências eletromagnéticas. É amplamente utilizado para comunicações de longa distância e alta capacidade (SOUSA, 2013).

**Meios não físicos:** Rádio, A comunicação via rádio é utilizada para transmitir dados sem fio em áreas de cobertura específicas. É uma opção flexível e pode ser usada para comunicações em tempo real (SOUSA, 2013).

**GPRS (General Packet Radio Service),** É uma tecnologia de comunicação sem fio que permite a transferência de dados pela rede de telefonia móvel. É comumente utilizado para monitoramento remoto e controle de equipamentos (SOUSA, 2013).

**Satélite,** A comunicação via satélite permite a transmissão de dados em áreas remotas ou onde a infraestrutura de comunicação terrestre é limitada. É uma opção utilizada quando outras formas de comunicação não estão disponíveis (SOUSA, 2013).

É importante ressaltar que as concessionárias de energia elétrica avaliam as diferentes opções de comunicação com base em fatores como alcance, velocidade, capacidade, confiabilidade e custo. A escolha dos meios de comunicação depende das necessidades específicas de cada empresa e das características da infraestrutura elétrica atendida.

### **2.3 Considerações finais**

Por meio da análise teórica é possível construir a base para o entendimento do interesse das concessionárias na tecnologia de proteção. Além de fornecer base para a construção da metodologia, que irá fortalecer a base para a construção dos

resultados. Também é possível compreender quais tecnologias são mais robustas e a complexidade de um sistema de proteção.

Foram avaliados todos os equipamentos de proteção instalados na rede de distribuição, com a intenção de identificar os modelos que foram mais instalados. Além disso, identificar quais regiões tem mais foco para a manutenção e instalação de novos equipamentos e qual o tipo de comunicação foi adotado para a maior parte dos instrumentos de proteção instalados na rede. Além disso, o python atuou como ferramenta de tratamento e visualização previa dos dados, o que foi fundamental para o levantamento dos resultados e representação importantes.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Gestão de manutenção**

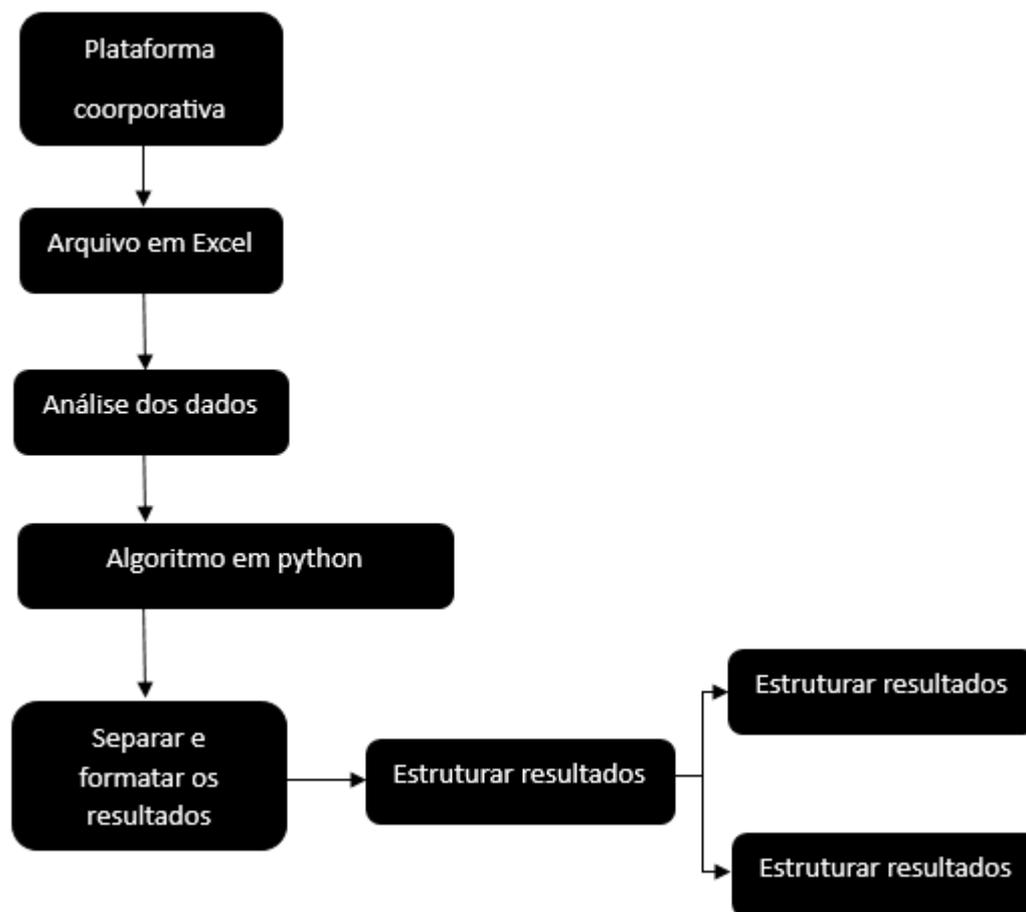
A gestão de manutenção em equipamentos de proteção é crucial para garantir a confiabilidade e o desempenho adequado dos equipamentos. A metodologia proposta por Piasson (2012) oferece uma abordagem estruturada para analisar e aprimorar a gestão de manutenção nessas organizações.

Para implementar as melhores práticas de gestão de manutenção em concessionárias de energia elétrica, é essencial conhecer os principais equipamentos, dispositivos, materiais e elementos da rede, como por exemplo transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras, medidores, cabos, postes e linhas de transmissão. Cada um desses equipamentos desempenha um papel fundamental na distribuição de energia elétrica e requer um plano de manutenção adequado para garantir seu funcionamento seguro e eficiente.

Além disso, uma comunicação eficiente é fundamental para a gestão da manutenção. A troca de informações entre as equipes de manutenção, supervisores e outros departamentos é essencial para identificar e solucionar problemas rapidamente. Nesse sentido, o uso de sistemas de gerenciamento de manutenção computadorizados (CMMS) facilita a comunicação, permitindo o registro e acompanhamento de ordens de serviço, históricos de manutenção e programação de atividades.

Ao adotar a metodologia proposta por Piasson (2012) para a gestão de manutenção, é possível analisar as melhores práticas, considerando os principais equipamentos utilizados nesse setor e estabelecendo comunicações eficientes. Isso contribui para aprimorar a confiabilidade do sistema elétrico, reduzir o tempo de indisponibilidade e otimizar os recursos de manutenção. Com base nisso o fluxograma da Figura 9 apresenta as etapas da metodologia do trabalho.

Figura 9 - Fluxograma de etapas



Fonte: elaborado pelo autor

### 3.1 Coleta de dados

O levantamento dos dados foi realizado por meio de plataforma corporativa, a qual contém registros das incidências que ocorreram desde que a plataforma foi posta em operação, 2019. A partir disso é possível identificar os equipamentos instalados na concessionária e obter informações sobre suas características técnicas. Identificar as incidências ocorridas durante um determinado período, incluindo tempo de inatividade, causas e ações corretivas adotadas. Analisar os registros de comunicação interna e externa relacionados à gestão da manutenção.

A exportação das bases de dados da plataforma abrange a descrição dos equipamentos, inspeções, avarias e manutenções. Esses arquivos são obtidos no formato Excel. Isso facilita a integração com outras ferramentas para análise de

dados. Os arquivos obtidos foram salvos como Avarias.xlsx, Equipamentos.xlsx e manunteção.xlsx.

### 3.2 Análise dos dados

Essa etapa consiste em realizar uma análise estatística dos equipamentos instalados, identificando os mais comuns e sua relevância na infraestrutura elétrica. Avaliar as incidências registradas, identificando as mais frequentes e suas possíveis causas. Analisar os tipos de comunicação utilizados, verificando sua eficiência e identificando oportunidades de melhoria.

Após a aquisição da base de dados foi usado o python para implementar o algoritmo de tratamento dos dados e criação de novas informações ao fazer a integração entre os arquivos. Para fazer esse tipo de tratamento faz-se uso das seguintes

- import pandas as pd
- import seaborn as sns
- from datetime import timedelta
- from datetime import date
- from datetime import datetime
- import matplotlib.pyplot as plt

Atualmente a biblioteca Pandas é amplamente usado para a manipulação de planilhas por intermédio do python. As bibliotecas são responsáveis por proporcionarem a integração entre ferramentas distintas, python e excel. Após fazer a importação dos pacotes importante para viabilidade da análise dos dados, faz-se necessário fazer a importação das bases de dados coletadas para o python, como seguir. Como ilustrado no apêndice A.

Cada arquivo foi atribuído a uma variável do tipo dataframe, que é o tipo de variável característicos para se trabalhar com planilhas no pandas. Após a importação foi criado uma função para a análise previa de cada coluna.

Importante destacar os parâmetros de entrada dessa função PD\_func(data, column, count=True). “data” representa a variável do tipo dataframe, “column” é a coluna do dataframe “data” que se deseja analisar e “count” é como a usuária deseja ver a caracterisca da coluna. Após a preparação inicial foi feito tratamento dos dados

e criação de novas informações, pois existe informações no arquivo original que não estão adequadas, que é o caso da data que está sendo importada no seguinte formato: 2019-01-05 03:00:00, e outras que precisam ser integradas de outras bases. Usando a função `print` e `columns()` do `pandas` poder visualizar as colunas existentes no arquivo. No apêndice A são apresentados os formatos dos arquivos das avarias, equipamentos e manutenção.

Como esperado os arquivos obtidos da base de dados contém informações que não são necessárias para esse estudo. Dessa forma, para que a planilha que irá importar essas bases não fique muito pesada optou-se por tratar os dados e deixar apenas as informações de interesse para o estudo. Após o tratamento dos dados no `python` os arquivos foram salvos no formato Excel com os seguintes comandos:

```
PD_AV_FINAL.to_excel('avariasTCC.xlsx',index=False)
```

```
PD_equi_FINAL.to_excel('equipamentoTCC.xlsx',index=False)
```

```
PD_manu_FINAL.to_excel('manutencaoTCC.xlsx',index=False)
```

Dessa maneira os novos arquivos em Excel são: 'avariasTCC.xlsx, equipamentoTCC e manutencaoTCC. Esses arquivos apresentam as seguintes colunas de dados.

Usando a função para fazer análise prévia das colunas de dados temos o seguinte resultado para o arquivo PD\_AV na coluna “Tipo incidencia”:

Quantidade de valores únicos:2

Quais valores são únicos:['Avaria' 'Inspeção']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

Inspeção 12784

Avaria 4709

Dessa forma percebemos que o arquivo apresenta uma quantidade expressiva de linhas, caso o arquivo seja importado na forma bruta a planilha ficará muito pesada, já que a quantidade de dados irá exigir muita memória.

Após a fase de tratamento dos dados no python, foi feito a importação dos novos arquivos para uma planilha no Excel usando o recurso power query disponível nessa ferramenta. A integração dessas duas ferramentas de análise de dados torna o levantamento de informações mais fácil e conciso, python como ferramenta de tratamento de dados e o Excel para a criação de tabelas e gráficos mais interativos. Por meio dos novos arquivos foi possível criar tabelas e gráficos mais relevantes para esse trabalho.

### **3.3 Proposta de melhoria**

Com base nos resultados obtidos, propor ações para aprimorar a gestão de manutenção na concessionária. Identificar possíveis atualizações nos equipamentos instalados por meio do monitoramento dos dados, levando em consideração sua confiabilidade e desempenho. Sugerir melhorias na comunicação interna e externa, visando agilizar o fluxo de informações e otimizar o processo de manutenção. Identificar se existe relação de incidência com algum tipo de equipamento ou comunicação e procurar soluções para atenuar as ocorrências. Usar python para o tratamento de dados e levantamento de resultados e indicadores importantes para as tomadas de decisões.

### **3.3 Implementação e monitoramento**

Implementar as melhorias propostas, acompanhando sua efetividade e realizando ajustes, se necessário. Monitorar os indicadores-chave de desempenho relacionados à gestão de manutenção, como tempo de inatividade, custos e satisfação do cliente. Realizar avaliações periódicas para garantir a manutenção contínua da eficiência do sistema.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

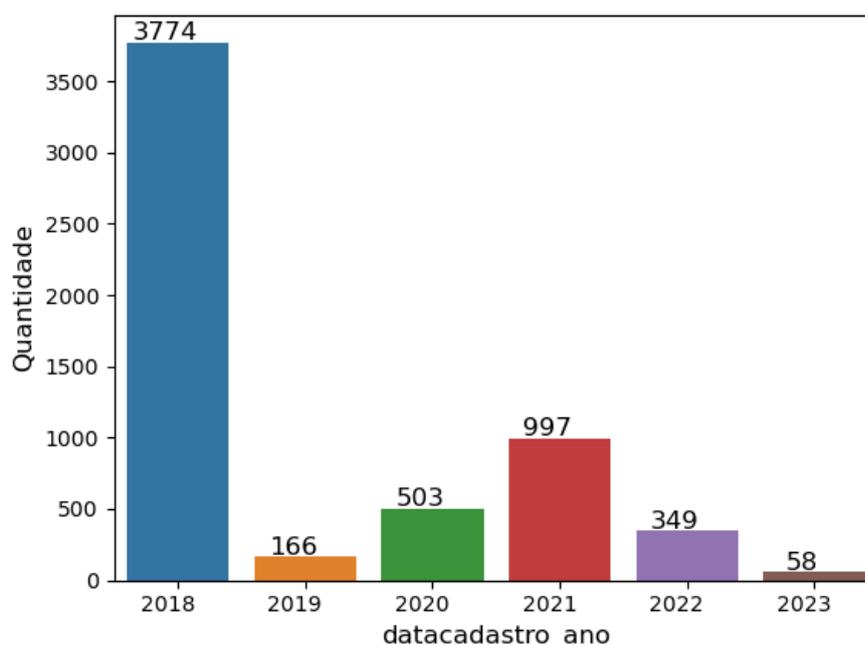
### 4.1 Equipamentos

A implementação de novos equipamentos na rede é de suma importância para o seu desempenho, uma vez que gera mais recursos para que seus clientes não fiquem sem fornecimento por longos períodos. Além disso, é importante verificar quais tipo e modelo de equipamentos, regiões e tecnologias estão sendo usadas por parte da concessionária.

### 4.2 Crescimento da quantidade de equipamentos

A instalação de novos equipamentos de proteção proporciona a melhoria da confiabilidade e qualidade de serviço de energia elétrica para seus consumidores. Dessa forma é esperado que a concessionária aumente ao longo do tempo a quantidade desses instrumentos, bem como a qualidade da tecnologia empregada, já que equipamentos com melhores técnicas de desenvolvimento apresentam menos ocorrências e falhas. No Gráfico 1 é apresentado o prognóstico do crescimento da quantidade de novos equipamentos instalados na rede MT do estado do Ceará.

Gráfico 1 - Quantidade de equipamentos cadastrados por ano



Fonte: elaborado pelo autor.

É válido ressaltar que a ferramenta de gerenciamento de manutenção foi implementada em 2019, dessa forma os equipamentos já existentes na rede foram cadastrados como sendo do ano de 2018, e isso justifica a grande quantidade desses equipamentos para esse ano em comparação com os anos subsequentes. No Gráfico 1 é levado em consideração todos os equipamentos registrados no sistema, sendo a maior parte religadores e chaves UP, pois são os equipamentos de proteção e controle da distribuidora que apresenta sistema de telecontrole e mais alternativas de manobras.

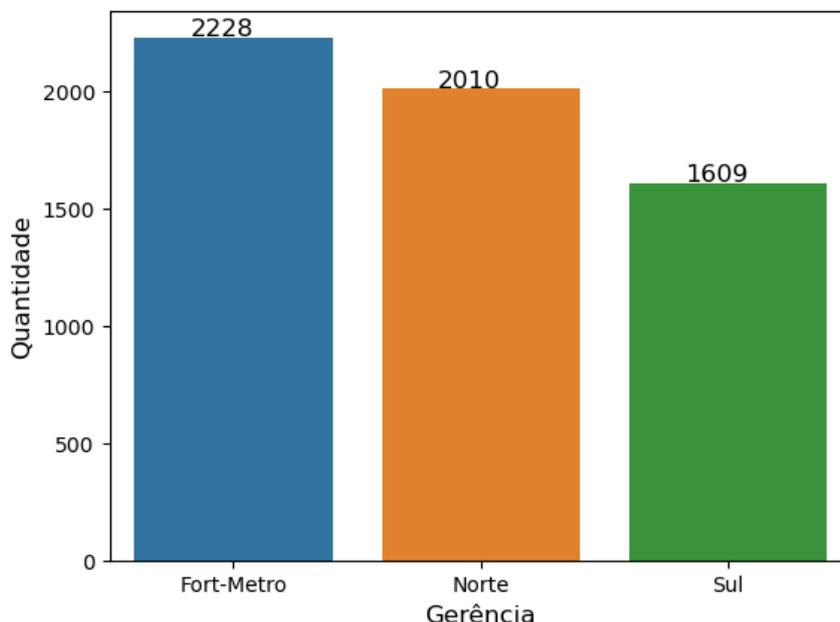
Verificando o progresso apresentado é possível notar que a partir de 2019 o crescimento foi positivo até o ano de 2021. Para o ano seguinte ocorreu uma queda considerável, o que deixou o valor abaixo do progresso que vinha sendo percebido. É bom ressaltar que para cada equipamento instalado é necessário fazer um estudo de coordenação de proteção para garantir a confiabilidade do sistema. Além disso é necessário que o grupo de manutenção faça a programação para que a turma de campo realize essa instalação. As equipes dessa empresa devem se dividir para o atendimento de instalação de novos equipamentos, manutenção, avarias e inspeção dos instrumentos já instalados na rede MT e que apresentaram alguma irregularidade. Esses são apenas alguns fatores que podem justificar a redução de 2021 para 2022.

Como mostrado no Apêndice A instalação de novos equipamentos não segue um padrão de crescimento ou um período em que os equipamentos são instalados com maior frequência no intervalo estudado. Isso reforça a interesse da empresa em aumentar sua malha de maneira eficiente, distribuindo a operação de novos equipamentos durante o ano.

### **4.3 Equipamentos por gerência**

É importante saber qual gerência teve a maior quantidade de novos equipamentos instalados durante o período em que passaram a ser registrado no sistema. Esse fator é necessário para identificar as gerências com melhor desempenho. No Gráfico 2 mostra a quantidade total de equipamentos para cada gerência.

Gráfico 2 - Total de equipamentos por gerência



Fonte: elaborado pelo autor.

Nota-se que a gerência Fort-Metro abrange a maior quantidade de equipamentos, fato esperado, visto que ela comporta as regiões de Fortaleza e Região Metropolitana. Essas áreas correspondem a maior quantidade de clientes e por esse fato é imprescindível garantir o fornecimento de energia nesses locais, pois a distribuidora deve manter os indicadores de desempenhos dentro do proposto pela ANEEL.

Como visto todos os equipamentos já existentes na rede de MT foram cadastrados com data de 2018. Pode se ver, pela Tabela 1, que já era uma tendência, antes da ferramenta de gerenciamento de manutenção, o crescimento da rede de Fortaleza e Região Metropolitana.

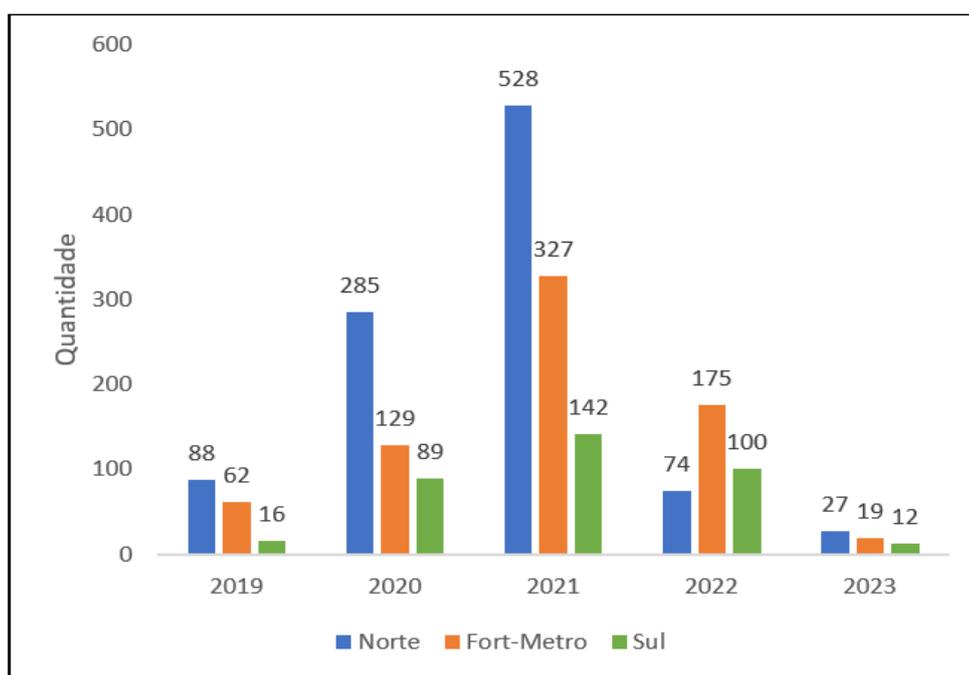
Tabela 1- Quantidade de equipamentos por gerência em 2018

Ano	Norte	Fort-Metro	Sul
2018	1008	1516	1250

Fonte: elaborado pelo autor.

Como já destacado anteriormente, a partir de 2021 a instalação de novos equipamentos começou a reduzir. No Gráfico 3, nota-se que o crescimento foi mais expressivo para as Gerências Norte, então verifica-se a intenção da concessionária em crescer a quantidade de equipamentos de proteção com telecontrole em outras regiões do estado, para melhorar a confiabilidade

Gráfico 3 - Crescimento de novos equipamentos por gerência a partir de 2019



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.4 Tipo de equipamentos

É importante saber quais tipos de equipamentos compõem a rede de distribuição para que se tenha noção do investimento que está sendo empregado no sistema, pois equipamentos mais robustos como religadores exigem um custo mais elevado frente a outros instrumentos empregados nesses sistemas. Na Tabela 2 é apresentado a quantidade de equipamento por tipo de equipamentos instalados na rede estudada.

Tabela 2 - Total de tipos de equipamentos instalados

<b>Quantidade por opção</b>	
<b>Religador</b>	3015
<b>Chave Telecontrolada</b>	2323
<b>Chave Fusível</b>	485
<b>Seccionalizador</b>	24

Fonte: elaborado pelo autor.

Com isso, nota-se que mais de 90% da rede é composta por religadores e chaves motorizada e telecontrolada, sendo o primeiro mais robusto que o segundo. Estes dados mostra o compromisso da empresa com a melhoria da confiabilidade da rede para deixar a menor quantidade de clientes sem fornecimento, e pelo menor tempo possível.

A Tabela 3 mostra que até o ano de 2018 a quantidade desses equipamentos na rede era bem equilibrada, sendo número de Chaves UP maior. Comparado os dados de 2018 com os atuais, nota-se que ocorreu um crescimento significativo de Religadores, iniciando com 1733 e atualmente com 3015.

Tabela 3 - Tipo de equipamentos até 2018

<b>Equipamentos</b>	2018
<b>Chave Telecontrolada</b>	2041
<b>Religador</b>	1733
<b>Chave Fusível</b>	0
<b>Seccionalizador</b>	0

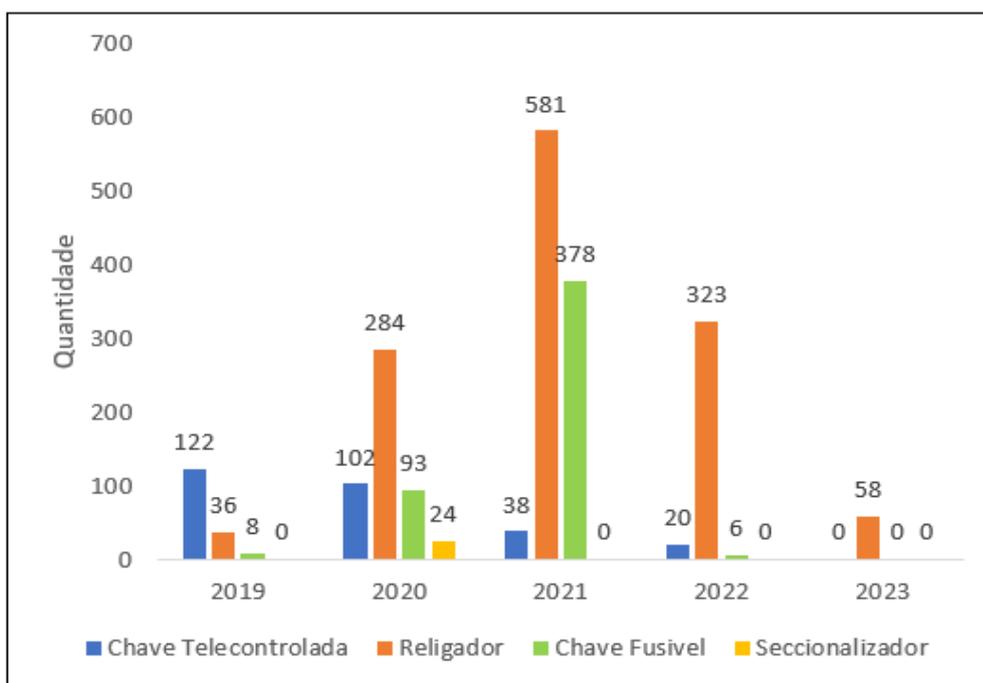
Fonte: elaborado pelo autor.

No Gráfico 4 são apresentados o quantitativo de equipamentos instalados na rede de MT a partir de 2019.

Como esperado, no Gráfico 4, a partir do ano de 2020 o crescimento de novos Religadores aumentou, enquanto a quantidade de novas Chaves UPs reduziu. Isso indica o interesse da empresa em construir uma rede solida e eficiente, pois a

grande maioria de novos equipamentos instalados são mais confiáveis e apresentam menos falhas, porém exigem um custo maior por portarem de tecnologias mais avançadas. Além disso, é possível perceber que nos anos de 2020 e 2021 houve a instalação de chaves fusíveis de forma considerável. Essas chaves apesar de não serem construídas para operarem de forma remota, possibilitam que as equipes de campo façam manobras na rede mesmo que os equipamentos telecontrolados falhem.

Gráfico 4 - Crescimento do tipo de equipamento nos últimos anos



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.5 Principais modelos dos equipamentos.

Por meio da análise dos dados de equipamentos podemos elencar a quantidade por tipo de fabricante que a concessionária usa em sua malha, considerando os 4 tipos de equipamentos, na Figura 10.

Figura 10 - Quantidade de tipos de fabricantes

Quantidade por opção:	
SCHNEIDER	1410
NOJA	1000
COL GIOVANNI	830
ADVANCED DEVICES	617
DUCATI	508
COOPER	441
S&C	378
SELTA	235
SIEMENS	137
NAN	99
LUPA	86
TAVRIDA	67
CELSA	24
ECIL	9
TELVENT	4
DACSCAN	2

Fonte: elaborado pelo autor.

Esses são os principais fabricantes dos equipamentos que compõem a rede do estado do Ceará. Na Tabela 4 segue os principais fabricantes para os religadores e as chaves UP.

Tabela 4 - Relação entre tipo de equipamento e fabricante.

Fabricante	Religador	Chave Telecontrolada
SCHNEIDER	1410	0
NAJA	1000	0
COL GIOVANNI	2	828
ADVANCED DEVICES	1	616
DUCATI	0	208
COOPER	227	14
S&C	0	0
SELTA	0	235
SIEMENS	30	0

LUPA	86	0
TAVRIDA	0	67
CELSA	0	0
ECIL	9	0
TELVENT	0	4
DACSCAN	0	2

Fonte: elaborado pelo autor.

Segundo a Tabela 4, verifica-se os principais fabricantes dos religadores e das chaves UPs, perceber-se também que existe fabricantes que não comportam nenhum desses dois instrumentos, é o caso dos fabricantes SC e CELSA.

Dessa forma, pela Tabela 5, nota-se que os fabricantes SC e CELSA são os que comportam a maior quantidade de Chaves Fusível e Seccionalizador, respectivamente. Os principais fornecedores para religadores são SCHNEIDER, NOJA, COOPER, SIEMENS e LUPA, já para as Chaves UPs, os principais são COL GIOVANNI, ADVANCED DEVICES, DUCATI, SELTA e TAVRIDA. Como já visto nos últimos anos, a maior parte do investimento da empresa foi em sistemas mais robustos e eficientes para proteção e automação da rede de distribuição do estado, tendo como principais fabricantes SCHNEIDER e NOJA. Na Tabela 6 é mostrado um prognóstico dos principais fornecedores nesses anos.

Tabela 5 - Quantidade de equipamentos dos fabricantes SC e CELSA

	Chave Fusível	Seccionalizador
<b>S&amp;C</b>	378	0
<b>CELSA</b>	0	24

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Situação da quantidade de religadores por fabricante em 2018

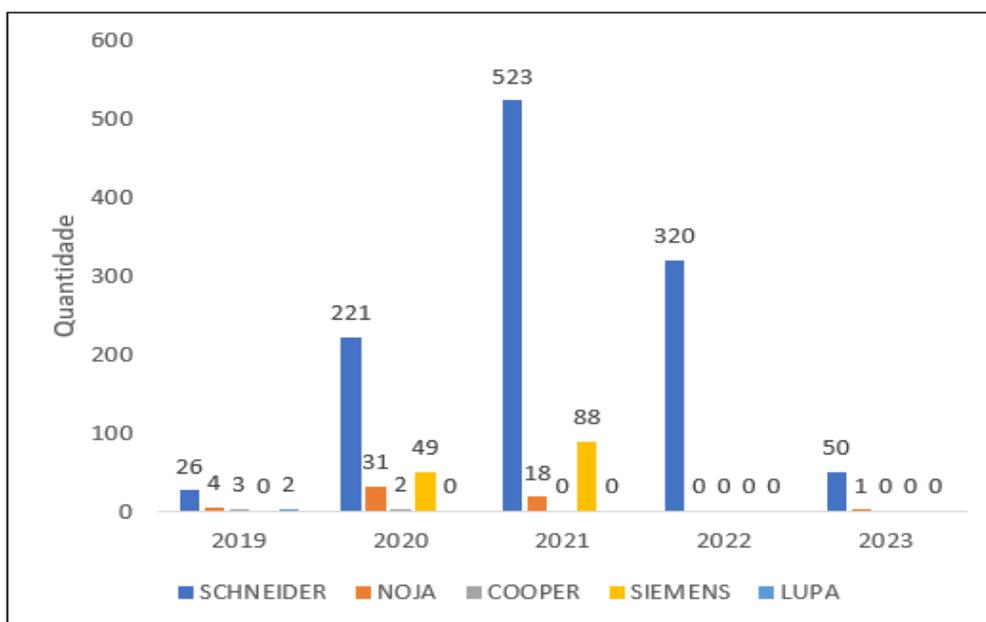
Ano	SCHNEIDER	NOJA	COOPER	SIEMENS	LUPA
<b>2018</b>	270	946	436	0	84

Fonte: elaborado pelo autor.

Logo, percebe-se que a gestão tinha preferência por equipamentos NOJA, COOPER, SCHNEIDER e LUPA.

No Gráfico 5 verifica-se que nesse período houve uma preferência mais expressiva para equipamentos SCHNEIDER, pois o número de instalações deles ficaram muito acima, quando comparado com os outros fornecedores, sendo que 2022 foram instalados apenas religadores dessa companhia. Além disso, equipamentos LUPA e COOPER passaram a não serem mais instalados a partir de 2020. Isso evidencia o interesse em fabricantes com produto mais atualizado.

Gráfico 5 - Crescimento da preferência de fabricantes de religadores



Fonte: elaborado pelo autor.

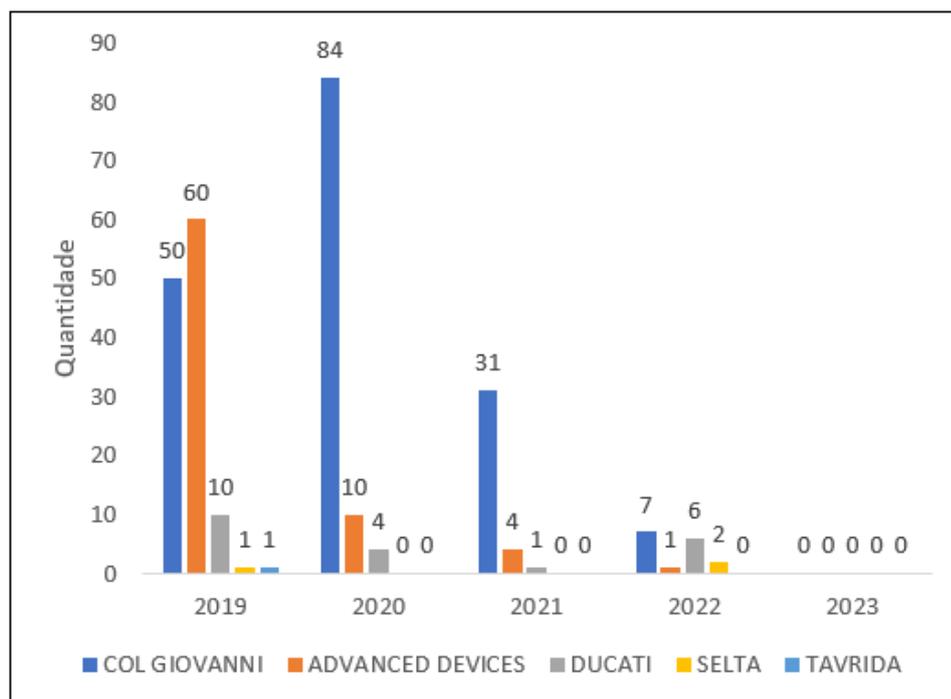
Por meio da Tabela 7 e do Gráfico 6, percebe-se que a fabricante COL GIOVANNI era a que tinha a maior quantidade de chaves instalada em 2018. Verifica-se que essa preferência se manteve, mesmo a quantidade de chaves instaladas reduzindo ao longo do tempo, a preferência por chave telecontroladas desse fabricante.

Tabela 7 - Situação da quantidade de Chaves UP por fabricante em 2018

Ano	COLGIOVANNI	ADVANCED DECICES	DUCATO	SELTA	TAVRIDA
2018	656	541	487	232	66

Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 6 - Crescimento da preferência de fabricantes de Chaves UP



Fonte: elaborado pelo autor.

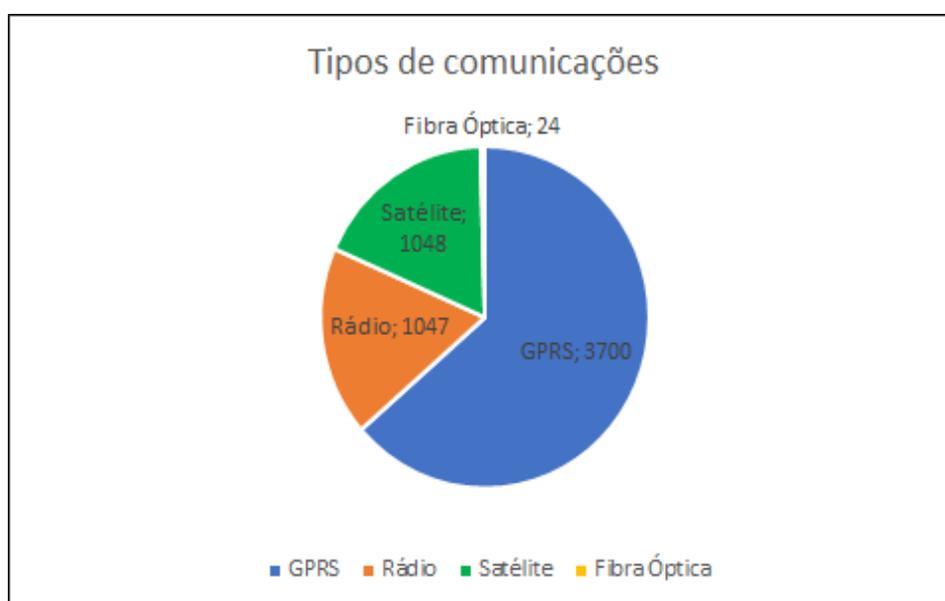
Como visto, antes a preferência era instalar equipamentos do tipo religador, pois, isso é interessante para a concessionária que tem a intenção de fornecer energia para o maior número possível de clientes. Essa escolha justifica a queda no número de novas chaves instaladas a partir de 2020, pois nesse período a quantidade de religadores operando continuava a aumentar.

#### 4.6 Tipos de comunicações dos equipamentos.

Quando se leva em consideração que a empresa investe em equipamentos com a função de aceitar telecomando, é importante verificar qual tipo de comunicação está sendo usado nesses equipamentos, pois isso influencia no momento de abrir ou fechar o equipamento via telecomando.

Pode-se notar, no Gráfico 7, que a maior parte dos equipamentos apresentam o tipo de controle GPRS, seguidos de satélite, rádio e fibra óptica. Comunicação que usa chip fica dependente, além dos fatores ambientais, a disponibilidade de sinal da operadora, no entanto é o tipo de comunicação de menor custo, pois é necessário pouco recurso para sua implementação. No Gráfico 8 e na Tabela 7 é mostrado um prognostico da tendência da concessionaria com relação ao sinal mais usado.

Gráfico 7 - Comunicação dos equipamentos instalados



Fonte: elaborado pelo autor.

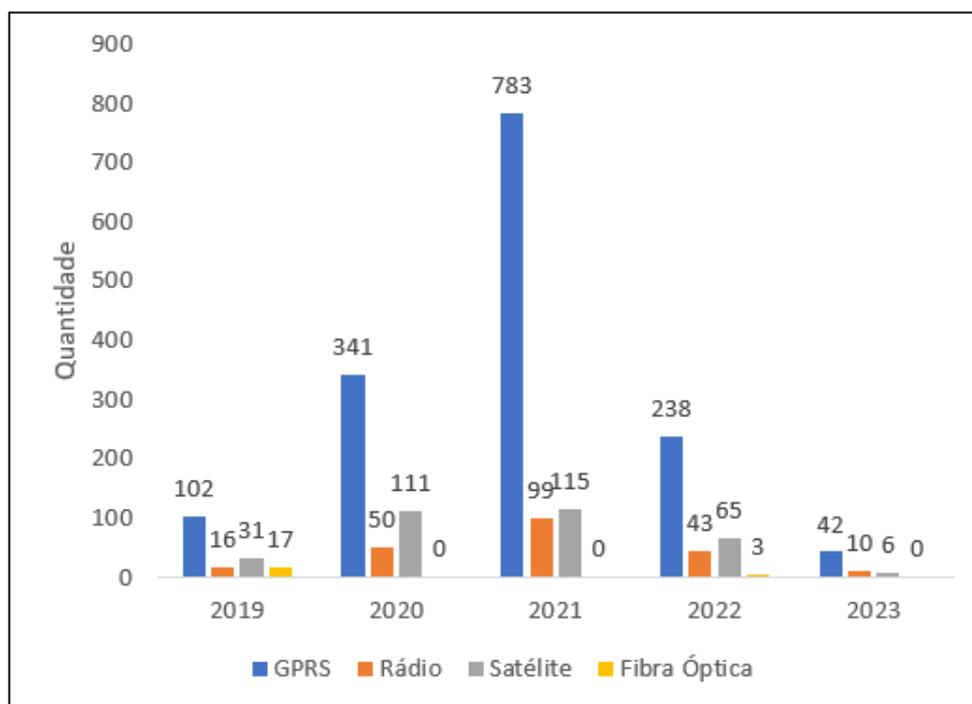
Tabela 8 - Situação dos tipos de comunicação em 2018

Ano	GPRS	Radio	Satélite	Fibra óptica
2018	2194	829	720	4

Fonte: elaborado pelo autor.

Com os resultados da Tabela 8 e do gráfico 8, percebe-se que até 2018 a quantidade de equipamentos com o tipo de comunicação GRPS já era usada de forma expressiva. O prognostico mostra que a empresa continuou implementado de forma mais acentuada esse tipo de sinal em novos equipamentos.

Gráfico 8 - Tipos de comunicações implementados



Fonte: elaborado pelo autor.

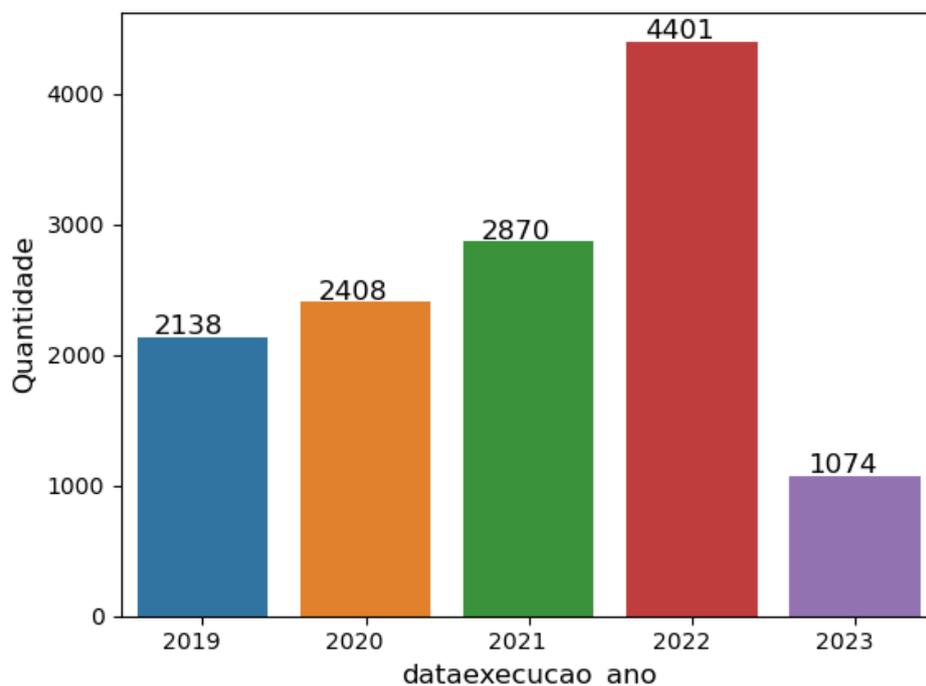
#### 4.7 Incidências

Para esse estudo, as incidências são as ocorrências de manutenção, inspeção e avarias que o setor da concessionária atende em seu plano de manutenção. Cada tipo de incidência apresenta um grau de prioridade, sendo as avarias a prioridade do setor responsável.

#### 4.8 Panorama das incidências

O Gráfico 9 mostra a quantidade de incidência teve para cada ano, logo é possível verificar preocupação com a manutenção desses equipamentos.

Gráfico 9 - Quantidade de avarias e inspeções solicitadas por ano



Fonte: elaborado pelo autor.

Como citado anteriormente a quantidade de equipamentos instalados cresceu até o ano de 2021, a partir desse ano começou a reduzir. Em contrapartida, no ano subsequente o número de ocorrências atendidas subiu, isso indica que o foco da companhia passou a ser a manutenção da frota de equipamentos disponíveis em campo, pois a quantidade de equipes tem que se dividir conforme as demandas, seja novos instrumentos ou atendimento de incidências.

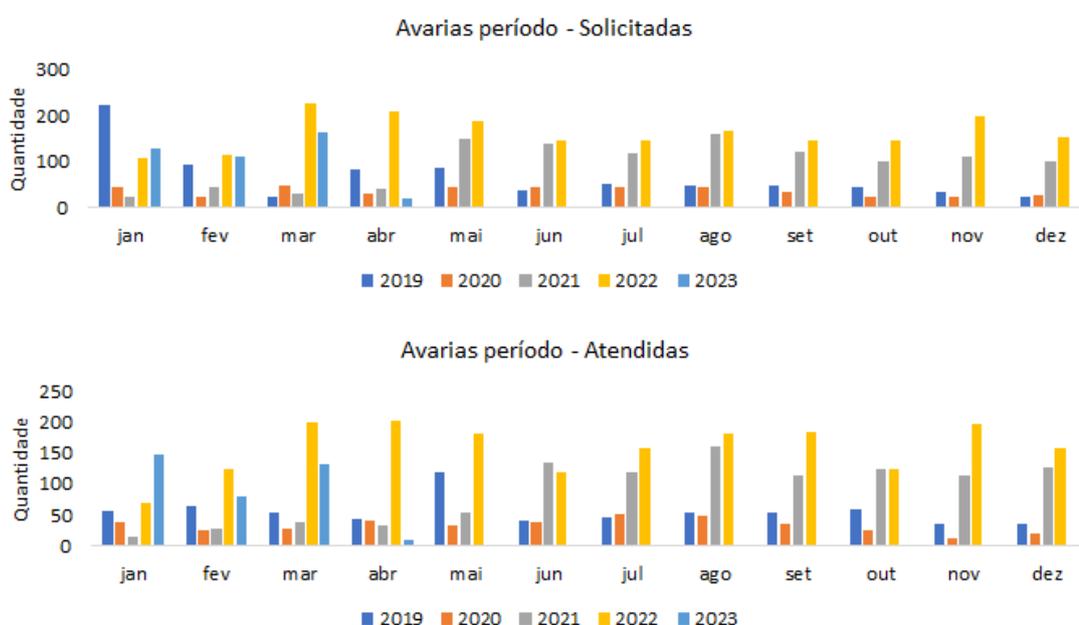
#### 4.9 Avaria

As avarias são as ocorrências com maior prioridade de atendimento, pois gera inoperância do equipamento. Isso não é interessante para a concessionária, já que ela deve fazer o possível para manter o fornecimento para seus clientes. Quando um equipamento não funciona como deveria, isolando a zona de defeito, é necessário que uma equipe seja deslocada até a região sem fornecimento para efetuar os reparos na rede, esse deslocamento é demorado e gera transtornos e reclamações por partes dos clientes, uma vez que quando o defeito não é isolado, a quantidade de clientes e o tempo sem fornecimento é maior. Então, considerando a importância da funcionalidade de cada equipamento, é de suma relevância que esses instrumentos

estejam disponíveis, principalmente, em momento de ocorrência. A seguir um panorama das avarias solicitadas e atendidas no período estudado.

No Gráfico 10 são apresentadas as avarias solicitadas e atendidas entre 2019 e 2023. Pode-se perceber que para cada mês a quantidade de avarias atendidas tende a ser maior que as solicitadas para a maioria dos anos. Isso mostra a intensão da equipe em manter sua rede estável e confiável para manter a fidelidade com seus clientes.

Gráfico 10 - Quantidade de avarias solicitadas e atendidas - período



Fonte: elaborado pelo autor.

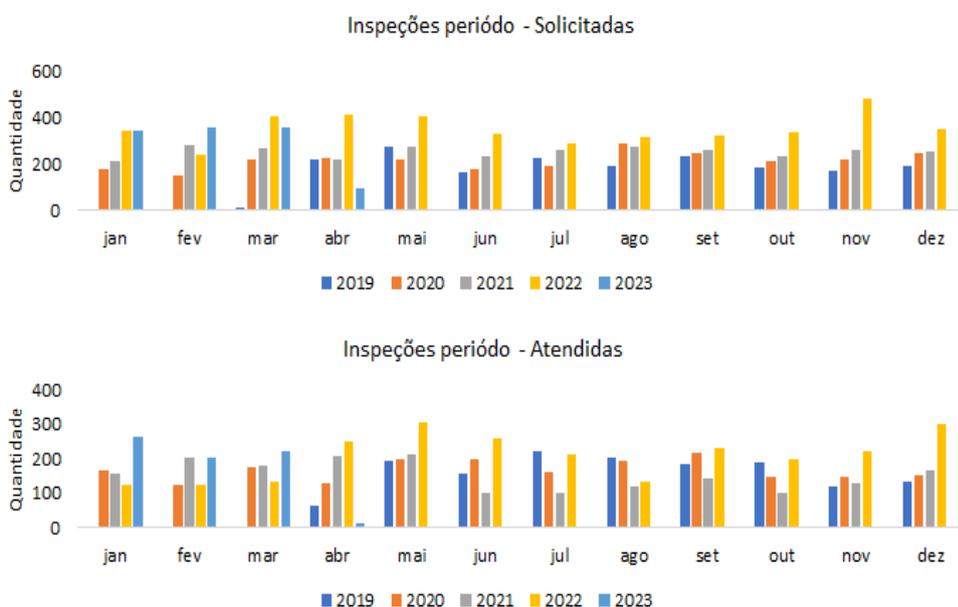
#### 4. 1.1 Inspeção

As inspeções são solicitadas quando não se sabe a causa da ocorrência. Após a abertura, a inspeção fica esperando a análise de um especialista, que deve investigar os possíveis problemas da falha e em seguida dar um direcionamento para as equipes de campo. Quando na análise desse equipamento é constatado que o equipamento está avariado, a inspeção é finalizada e em seguida é solicitado uma avaria para com a solicitação encontrada. Caso contrário, um especialista retorna a solução para que essa ocorrência possa ser colocada no plano de manutenção e ser

atendida. É possível que ocorra instabilidade no sistema de comunicação do equipamento e ele fique sem sinal momentaneamente, dessa forma muitas inspeções são finalizadas sem gerar necessidade de deslocamento de equipe para campo. Esses são alguns motivos que justificam o excesso dessas ocorrências no sistema de gerenciamento de manutenção da empresa.

No Gráfico 11 são apresentadas a quantidade de inspeções solicitadas teve um crescimento a partir da metade de 2021 e se manteve para os anos seguintes, incluindo os meses iniciais de 2023. Já para as inspeções atendidas o panorama de crescimento é semelhante. Isso mostra uma preocupação da empresa em filtrar o que realmente é necessário para as equipes de campo, caso contrário é ocasionado uma perda de eficiência do plano de manutenção da empresa, isso gera custos e transtornos para os resultados almejados.

Gráfico 11 - Quantidade de inspeções solicitadas e atendidas - período



Fonte: elaborado pelo autor.

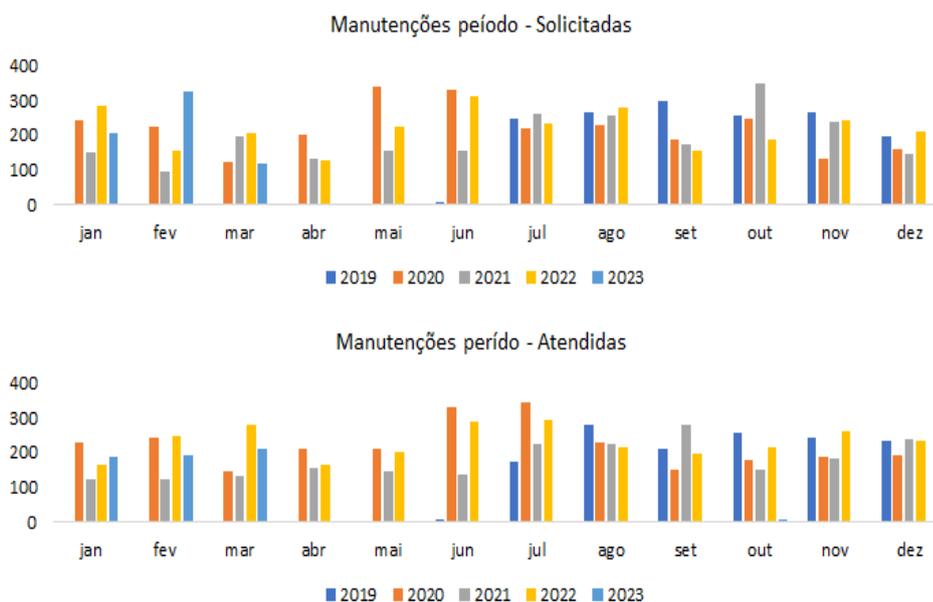
#### 4.1.2 Manutenção

As manutenções são do tipo preventivas, pois as principais ocorrência são troca de bateria, verificar baterias ou fazer ajustes de OAP do equipamento, ações

que não impedem o funcionamento imediato do equipamento. Logo, é esperado que a quantidade de incidência fique a cima da quantidade de avarias. As manutenções são feitas com base no tempo do equipamento em campo e com a atualização de novos ajustes. Além disso, as manutenções são de suma importância para manter as incidências pedentes em quantidades maiores que as atendidas, pois é necessário ter equipamentos para as equipes de campo realizarem nas semanas seguintes, então quando a demanda está muito baixa e solicitada a abertura de manutenções preventivas dos instrumentos mais antigos da rede.

No Gráfico 12 são apresentadas um panorama das manutenções atendidas e solicitadas.

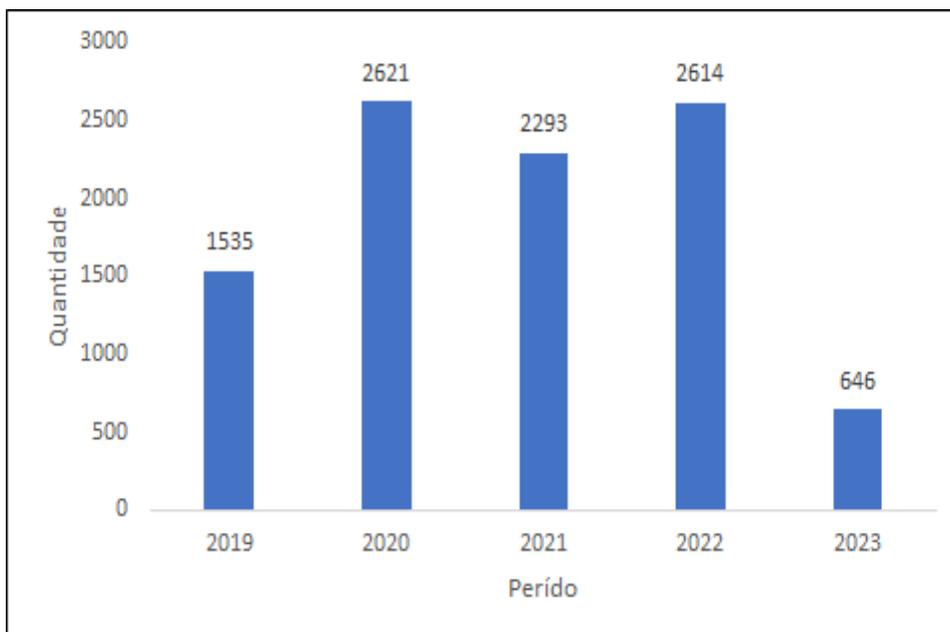
Gráfico 12 - Quantidade de manutenções solicitadas e atendidas - período



Fonte: elaborado pelo autor.

Dessa forma, percebemos que as manutenções seguem um padrão de constância, pois elas têm a função de controlar a demanda. No Gráfico 13 são apresentado uma constância mais clara.

Gráfico 13 - Quantidade de manutenções por ano



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.1.3 Incidência por tipo de equipamento

No Gráfico 14 é mostrado a quantidade de incidência por tipo de equipamento, evidenciado que a maior parte das incidências estão para os equipamentos do tipo chave telecontrolada e religadores, que são os instrumentos que compõem a maior parte da rede

Gráfico 14 - Total de incidência por equipamento

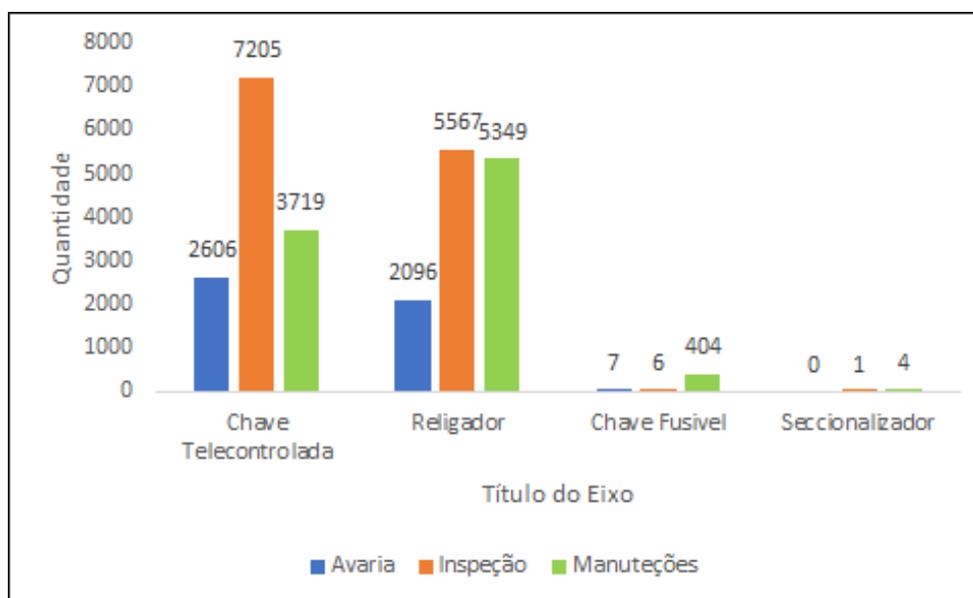


Fonte: elaborado pelo autor.

Como já apresentado, os equipamentos que não apresentam telecontrole são os que compõem uma pequena parcela do total de equipamentos, logo, suas correspondências em número de incidências registradas correspondem a um pequeno valor. Pode-se perceber que a maioria das ocorrências são para religadores e chaves UP, compondo mais de 95% do montante de incidências no período estudado.

No Gráfico 15 é apresentado que a maior parte das incidências para religadores e chaves UPs são do tipo manutenção e inspeções, fato esperado, pois essas incidências são solicitadas e antes de serem executada em campo precisam da verificação de um profissional que valide a necessidade de programação para as equipes. Já as avarias são manutenções efetuadas quando ocorre algum problema que prejudique o funcionamento parcial ou total desses equipamentos. Além disso, nota-se que as chaves UP lideram em número de avarias e incidências. Isso reforça o fato de a concessionária vir investindo menos nesse tipo de instrumento nos últimos anos.

Gráfico 15 - Quantidade de indência por tipo de equipamento



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.1.4 Incidência por modelo

Foi visto que o grupo de manutenção da concessionária teve uma preferência pela implementação de religadores do fabricante SCHNEIDER, pois foram

os mais instalados ao longo do período estudado. Na Tabela 9 mostra a relação entre número de incidências por equipamentos e modelos.

Tabela 9: Quantidade de equipamentos por modelo e por tipo de equipamento

<b>Modelo</b>	<b>Religadro</b>	<b>Chave Telecontrolada</b>	<b>Chave Fusível</b>	<b>Seccionalizador</b>
<b>SCHNEIDER</b>	3622	0	0	0
<b>NAJA</b>	5646	0	0	0
<b>COLGIOVANNI</b>	24	4824	0	0
<b>ADVANCED DEVICES</b>	2	3636	0	0
<b>DUCATI</b>	5	3301	0	0
<b>COOPER</b>	3300	52	0	0
<b>S&amp;C</b>	0	0	259	0
<b>SELTA</b>	0	1082	0	0
<b>SIEMENS</b>	6	0	148	0
<b>LUPA</b>	115	0	0	0
<b>TAVRIDA</b>	0	0	0	0
<b>CELSA</b>	0	0	0	5
<b>ECIL</b>	89	0	0	0
<b>TELVENT</b>	0	0	0	0
<b>DACSCAN</b>	0	0	0	0

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 10 percebe-se que o modelo de religador escolhido apresentou uma quantidade de ocorrências baixa, pois são os equipamentos com maior quantidade instalada na rede. Percebe-se que, dentre os modelos de religadores, os instrumentos dos fabricantes NOJA e COOPER apresentaram uma quantidade bem elevada de incidências, isso justifica o desinteresse da companhia em continuar instalando novos instrumentos desse fornecedor, pois gera muita demanda para as equipes de campo atenderem. Além disso, os principais fornecedores de chaves UP (COL GIOVANNI, ADVANCED DEVICES, DUCATI)

mostram valores de ocorrências insatisfatórias, pois a quantidade desses equipamentos na rede não deveria corresponder a números tão elevados de incidências, isso reforça a regressão no uso desses instrumentos ao longo dos anos. Na Tabela 10 é mostrado uma relação entre tipos de incidência e modelos de equipamentos.

Tabela 10 - Relação entre modelos e tipos de incidências

<b>Modelo</b>	<b>Avaria</b>	<b>Inspeção</b>	<b>Manutenção</b>
<b>SCHNEIDER</b>	504	1470	1648
<b>NOJA</b>	908	2331	2407
<b>COL GIOVANNI</b>	904	2640	1304
<b>ADVANCED DEVICES</b>	708	1898	1032
<b>DUCATI</b>	149	570	363
<b>COOPER</b>	586	1562	1204
<b>S&amp;C</b>	7	2	260
<b>SELTA</b>	149	570	363
<b>SIEMENS</b>	0	7	149
<b>LUPA</b>	34	61	21
<b>TAVRIDA</b>	88	198	54
<b>CELSA</b>	0	1	4
<b>ECIL</b>	18	50	21
<b>TELVENT</b>	0	0	0
<b>DACSCAN</b>	0	0	0

Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando que as avarias são as mais preocupantes para o setor de manutenção, pois geram inoperância do equipamento, e que o modelo SCHNEIDER apresentou um pequeno valor dessas ocorrências, percebe-se o interesse da concessionária nesse fornecedor, pois geram menos ocorrências graves. Além disso, o fabricante NOJA e os principais fornecedores de chaves UP apresentaram valores elevados de avarias, isso desestimula o uso delas por parte da empresa, uma vez que deve ser deslocado uma equipe de manutenção em campo para regularizar o reparo desses instrumentos, gerando custos.

#### 4.1.5 Incidência por gerência

Outro ponto relevante é com a relação à gerências que mais tiveram solicitações de incidências. Pode-se verificar, pela Tabela 11, que a gerência Fort-Metro apresenta a maior quantidade de solicitações de incidências, seguida da Sul e da Norte. A primeira compõe as regiões da Capital e Região Metropolitana, sendo essas áreas de suma importância a continuidade do fornecimento, pois é onde existe a maior concentração de clientes do Estado. Além disso, é importante verificar quais dessas incidências foram mais recorrentes.

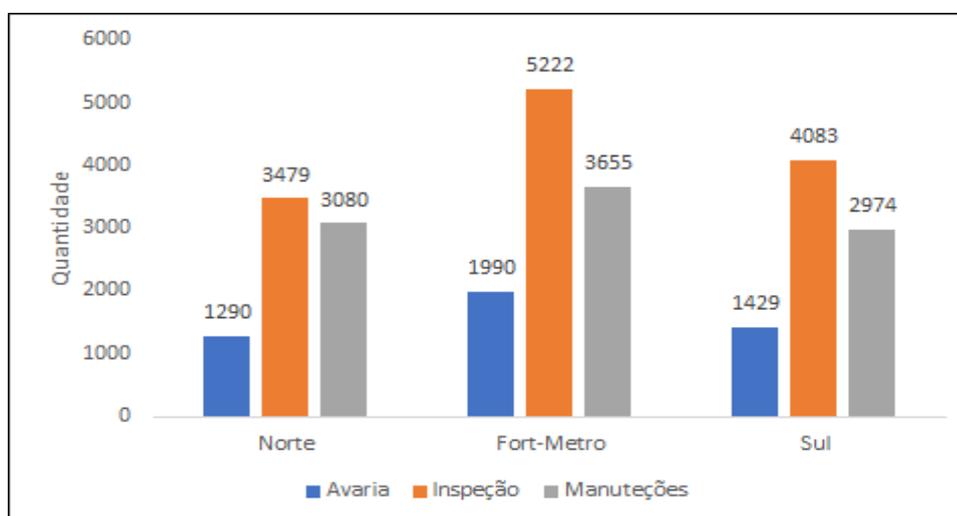
Tabela 11 - Total de incidências por gerência

	<b>Total</b>
<b>Norte</b>	7849
<b>Fort-Metro</b>	10867
<b>Sul</b>	8486

Fonte: elaborado pelo autor.

No Gráfico 16 são apresentadas as quantidades de incidência por gerência. Fort-Metro detêm a maioria das incidências, sendo as mais recorrentes inspeções e manutenções. Isso mostra o interesse da companhia em manter o equipamento operante, haja vista que essas ocorrências, na maioria das vezes, não projetam a parada parcial ou total do instrumento. É válido ressaltar que essa análise se aplica para as outras duas gerências.

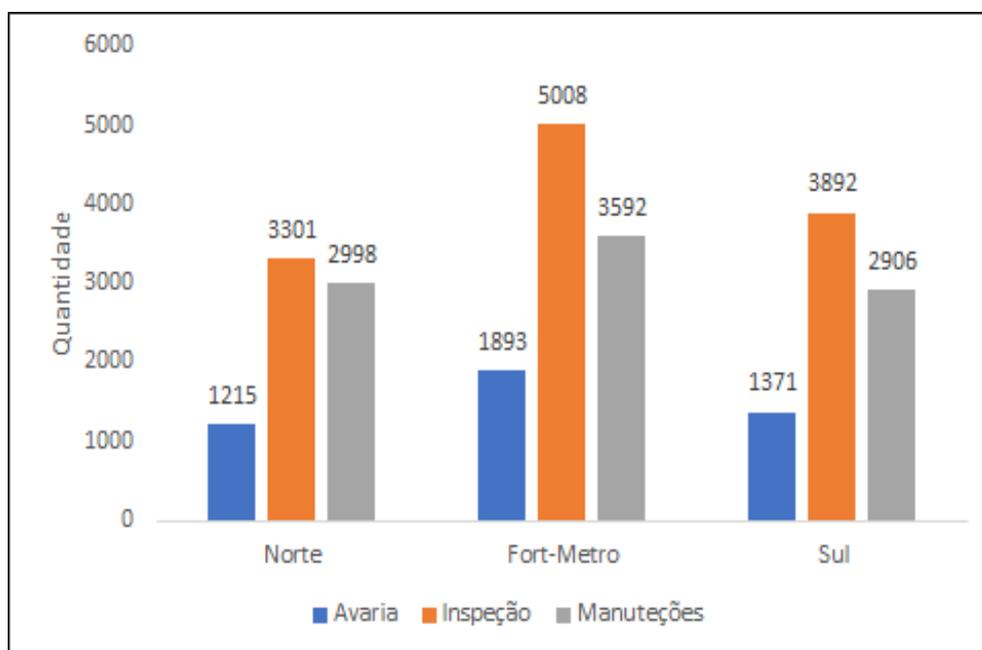
Gráfico 16 - Quantidade de incidência por gerência



Fonte: elaborado pelo autor.

No Gráfico 17 são apresentadas as quantidades de incidências atendidas por gerência. percebe-se que Fort-Metro apresentou maior rendimento, pois ao comparar o Gráfico 15 e 16, verifica-se que a quantidade de incidências atendidas é muito próxima do número total de ocorrências para essa gerência. Abaixo vemos a quantidade de incidências pendentes com relação ao total de solicitações.

Gráfico 17 - Quantidade de incidências atendidas por gerência



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Tabela 12 são apresentados os percentuais de incidências abertas por gerência. percebe-se que o plano de manutenção da concessionária se mostrou eficiente nesse período, pois o percentual de ocorrências pendente é pequeno com relação à quantidade total solicitada para cada gerência. Para Fort-Metro, que aparenta ser o foco principal da empresa, os indicadores mostraram serem satisfatório, pois a grande quantidade atendida indica a dedicação da equipe de manutenção em atender essa área.

Tabela 12 - Percentual de incidências abertas por gerência.

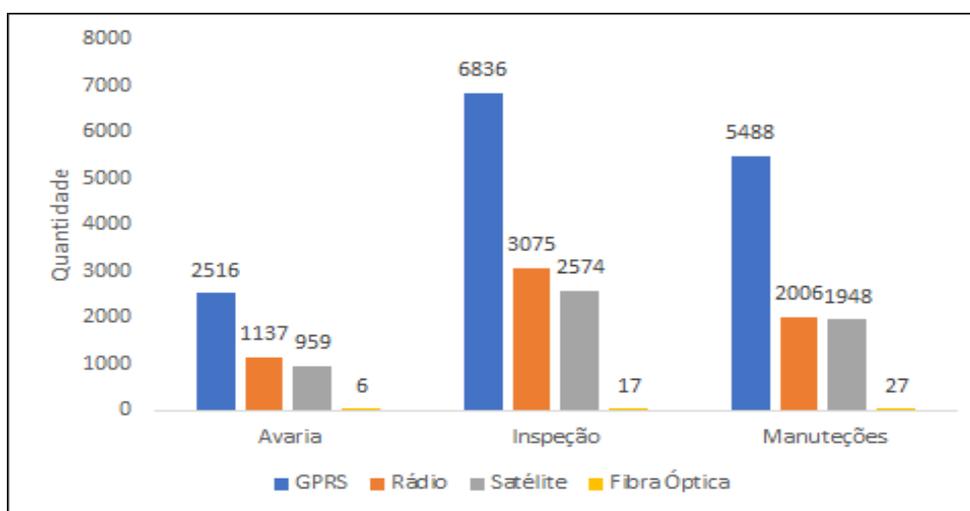
	Total
<b>Norte</b>	4,27%
<b>Fort-Metro</b>	3,44%
<b>Sul</b>	3,74%

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.1.6 Incidência por tipo de comunicação

Pode-se notar a seguir a relação entre tipos de comunicação e os tipos de incidências registrados no sistema de gerenciamento de manutenção. No Gráfico 18 são apresentados a quantidade de inspeções por tipo de equipamento. Nota-se que a maioria das incidências corresponde a equipamentos que apresentam o tipo de comunicação GPRS, sendo grande parte das ocorrências para inspeções e manutenções. Como visto, a prioridade da empresa é resolver as avarias, pois compromete o desempenho da rede. No entanto, para a empresa, considera-se avarias por problema de comunicação quando o item avariado corresponde a antena, modem ou rádio.

Gráfico 18 - Quantidade de inspeções por tipo de equipamento



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Tabela 13 é mostrado os principais problemas de avarias e inspeções mapeados pela empresa.

Tabela 13 - Classificação de problema

<b>Classificação Problema</b>	<b>Avaria</b>	<b>Inspeção</b>
<b>Circuito de potência</b>	452	62
<b>Falha comunicação</b>	650	944
<b>Unidade periférica</b>	342	90
<b>Falta de alimentação</b>	524	587

Fonte: elaborado pelo autor.

É importante destacar que quando o profissional responsável analisa a inspeção, caso ele julgue necessário, pode ocorrer dessa inspeção virar uma avaria ou uma manutenção, isso justifica a excesso de inspeções solicitadas e atendidas, pois quando o operador não consegue identificar o motivo da falha do equipamento é aberto uma inspeção para um especialista verificar, depois da verificação a inspeção é encerrada. Pela Tabela 13 percebe-se que para os casos mapeados pela concessionária, a maior quantidade de ocorrências está para problemas relacionados a falha de comunicação. Porém, considerando a grande quantidade desse tipo de comunicação instalada nos instrumentos, é esperado que a quantidade de falha fosse maior, pois adversidades do ambiente (chuva, sol, vento, animais) danificam alguma parte do equipamento no decorrer do tempo.

## **5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS**

Nesse tópico será mostrado os principais resultados obtidos por meio das discursões anteriores e o que pode ser feito de trabalhos futuros.

### **5.1 CONCLUSÃO**

Percebe-se pelos resultados que por um determinado período o foco da gestão de manutenção da empresa era na instalação de novos equipamentos na rede, pois desde que as incidências passaram a serem registradas na plataforma o número de novos equipamentos na rede tinha um valor superior ao ano anterior, até o ano de 2022, quando o padrão não ocorreu e esse número foi menor. Nota-se que quando o número de novos equipamentos instaladores foi menor, a quantidade de incidências solicitadas e atendidas foram maiores. Isso mostra que a gestão teve que dar mais atenção as incidências, pois havia muitos equipamentos instalados necessitando de manutenção.

Além disso, ficou claro que o foco da empresa em religadores, visto que foram os mais instalados na rede no período estudado. Isso deve-se ao fato dos outros instrumentos da rede apresentarem mais ocorrências e solicitando mais demanda das equipes de campo, gerando gastos e ineficiência da equipe de manutenção por terem muitas ocorrências para o mesmo tipo de equipamento. Dentre os tipos de religadores que a concessionária instalou, ela apresentou preferência pelos equipamentos do fabricante SCHNEIDER, pois foram os mais requisitados durante o período estudado, apresentando números maiores que o ano anterior.

Outro ponto relevante é que dentre as regiões que a concessionária atende, a região FortMetro apresentou mais foco das equipes, pois receberam mais equipamentos com relação às outras gerências, bem como maior prioridade na resolução de incidências, apresentando números de incidência pendentes menores que as outras regionais. Isso evidencia da empresa em manter a região da capital com maiores recursos disponíveis para evitar falta de fornecimento para muitos clientes.

Outro ponto importante é com relação ao tipo de comunicação instalada nos equipamentos, pois a concessionária usou mais o tipo GPRS para compor seus instrumentos. Esse modelo de transmissão, apesar de apresentar instabilidade em

alguns períodos, se mostrou satisfatório por ser o de menor custo e por apresentar quantidade de avarias dentro do esperado.

É importante destacar que o uso do python como ferramenta para manipulação das bases foi de suma importância, pois permitiu cruzar informações de diferentes bases, formatar novas colunas e selecionar apenas dados e colunas relevantes para o levantamento dos resultados. Além disso, o uso do Excel ajudou na criação de tabelas e gráficos, pois essa ferramenta apresenta mais facilidades para esse tipo de manipulação de dados. Logo, ao integrar essas duas ferramentas foi possível desenvolver dados com variáveis menos relevantes e melhores formas de visualizações dos resultados.

Por fim, conclui-se que a empresa tem um plano sólido de gestão de manutenção, pois estuda quais equipamentos apresentam mais defeitos e quais apresentam melhores resultados. Além disso, a concessionária aplica tecnologias que sejam eficientes, dentro do esperado, e que atendam em momentos de demanda. Além disso, ela preza pela regularização dos equipamentos indisponíveis sem deixar suas equipes ociosas e sem demanda, complementando com manutenções e inspeções.

## **5.2 TRABALHOS FUTUROS**

Como trabalhos futuros podemos citar:

1. Fazer um estudo de normalização das regiões do estado, levando em consideração a instalação de novos equipamentos e o número de equipamentos instalados na rede em cada período.
2. Fazer um estudo de fragilidade da rede, com o diagrama da posição onde cada equipamento está instalado é possível fazer um estudo de qual lugar em específico apresenta mais ocorrências, e assim verificar a possibilidade de problema com a distribuição dos equipamentos na rede.
3. Fazer um programa mais robusto para identificar padrões de ocorrência por região, ou por tipo de incidência e fazer o direcionamento. Dessa forma seria possível contornar partes das ocorrências do tipo inspeção.

## REFERÊNCIAS

- BAHRAMI, S.; RASTEGAR, M. Security-based critical power distribution feeder identification: Application of fuzzy BWM-VIKOR and SECA. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**, 134, 107395. 2022.
- BERTLING, L.; ALLAN, R.; ERIKSSON, R. A reliability-centered asset maintenance method for assessing the impact of maintenance in power distribution systems. **IEEE Transactions on power systems**, 20(1), 75-82. 2005.
- BERTLING, L.; ALLAN, R.; ERIKSSON, R. A reliability-centered asset maintenance method for assessing the impact of maintenance in power distribution systems. **IEEE Transactions on power systems**, 20(1), 75-82. 2005.
- BROWN, R. E. **Confiabilidade na distribuição de energia elétrica. Imprensa CRC**, 2017.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS COOPERATIVAS DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DO BRASIL. CNS-OMBR-MAT-19-0281-EDBR - Estrutura de Chave IMS – ProjetoTelecontrole. **São Paulo: CONCER**, 2019
- CPFL, **Proteção de redes aéreas de distribuição – sobrecorrente - 08/2016**
- ENDRENYI, J.; ABORESHEID, S.; ALLAN, R. N.; ANDERS, G. J.; ASGARPOOR, S.; BILLINTON, R.; SINGH, C. The present status of maintenance strategies and the impact of maintenance on reliability. **IEEE Transactions on power systems**, 16(4), 638-646. 2001.
- FRANÇA, G. O. Desenvolvimento de um Sistema de Análise de Qualidade de Energia Elétrica em Tempo Real para Aplicação em Smart Grids. In: XVIII SENDI - Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 2016, Foz do Iguaçu. **Anais do XVIII SENDI**, 2016. Disponível em: <http://abradee03.org/sendi2016/wp-content/uploads/2016/12/3609.pdf> Acesso em: 01 maio 2023.
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Página Inicial. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br>. Acesso em: 23-03-23.

MAMEDE FILHO, J.; MAMEDE, D.R. Proteção de sistemas elétricos de potência. **Grupo Gen-LTC**, 2000.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS COOPERATIVAS DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DO BRASIL. CNS-OMBR-MAT-19-0287-EDBR - Padrão Construtivo – Religadores Automáticos. São Paulo: **CONCER**, 2019

PHOOTHONG, N.; VANITTANAKOM, P.; TEERA-ACHARIYAKUL, N.; RERKPREEDAPONG, D. Optimal preventive maintenance budget setting for electric power distribution utilities. **In: 2008 5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology. IEEE**, p. 957-960. 2008..

PIASSON, D.; RODRIGUES, R. B.; BÍSCARO, A. A. P.; MANTOVANI, J. R. S. A proposal for reliability evaluation of components on electric power distribution system integrating probabilistic models and fuzzy inference systems. **In 2012 Sixth IEEE/PES Transmission and Distribution: Latin America Conference and Exposition (T&D-LA). Ieee**. 2012.

SANTOS, R. D. L. Redes gsm, gprs, edge e umts. **In.; Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2008. Disponível em: <<http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos/vf20082/ricardo/21.html>>. Acesso em: 01 maio 2023.

SOUSA, E.; LIMA, L.; COSTA, M. Proteção e Automação de Redes Elétricas. 1. ed. São Paulo: **Schneider Electric**, 2013.

SRINIVASAN, D.; LIEW, A. C.; CHEN, J. S. P.; CHANG, C. S. Intelligent maintenance scheduling of distribution system components with operating constraints. **Electric power systems research**, 26(3), 203-209. 1993.

## APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

In [1]:

```
#IMPORTANDO BIBLIOTECA
import pandas as pd
import seaborn as sns
import re
from datetime import timedelta
from datetime import date
from datetime import datetime
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
```

In [2]:

```
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')
warnings.warn('DelftStack')
warnings.warn('Do not show this message')
```

### Definindo função para análise prévia

In [3]:

```
def PD_func(data, column, count=True):
    if count==True:
        y = data[column].value_counts().values
        x = data[column].value_counts().index
        plot=sns.barplot( x=x, y=y )
        for i in plot.patches:
            plot.annotate(i.get_height(),
                          (i.get_x()+i.get_width()/2,i.get_height()),
                          ha='center', va='baseline', fontsize=12,
                          color='black', xytext=(0, 1), textcoords='offset points')
        plot.set_xlabel(column , size = 12 )
        plot.set_ylabel( "Quantidade" , size = 12 )
#        plot.set_title( titulo , size = 24 )
#        plot.show()
    print('\n-----')
    print(f'\nQuantidade de valores únicos:{data[column].nunique()}')
    print(f'\nQuais valores são únicos:{data[column].unique()}')
    print(f'\nQuantidade de valores nulos:{data[column].isnull().sum()}')
    print(f'\nQuantidade por opção:\n{data[column].value_counts()}')
```

In [4]:

```
PD_equi=pd.read_excel('equipamentos.xlsx')# importando base de equipamentos
```

In [5]:Avarias/Inspeções

```
PD_manu=pd.read_excel('manutencao.xlsx')# importando base de manutenção
```

In [6]:

```
Avarias_periodo=pd.read_excel('Relatorio_Avarias_Periodo.xlsx',skiprows=4)#importando arq
```

In [7]:

```
PD_AV=pd.read_excel('avarias.xlsx')#importando base de avaria
```

In [8]:

```
print(PD_manu.columns)
```

```
Index(['Id', 'incidencia', 'data', 'ot', 'pontoeletrico', 'pontoprotecao',
       'alimentador', 'endereco', 'tipoproblema', 'tipoavaria',
       'codsapequipamento', 'problemavaria', 'condicaoemcampo', 'tipopost
e',
       'tipoequipamento', 'observacao', 'polo', 'uo', 'etapa', 'estado',
       'codequipamento', 'patrimonio_monitor', 'guiaexpedicao',
       'centrologistico', 'previsaoentrega', 'dataprogajustes', 'dataexecu
cao',
       'empreiteria_execucao', 'nome_tecnico_execucao', 'datafinalizacao',
       'excluido', 'usuario_exclusao', 'motivoexclusao',
       'statusgestao_monitor', 'horafalha', 'usuario_avaria', 'materialcom
un',
       'materialequip', 'resumo_manut', 'mat_subst', 'soluproblema',
       'problemaencontrado', 'parecer', 'etapahist', 'reincidencia',
       'classproblema', 'acao', 'dataprog', 'proghist', 'justificativa'],
      dtype='object')
```

In [9]:

```
print(PD_AV.columns)
```

```
Index(['Id', 'incidencia', 'data', 'ot', 'pontoeletrico', 'pontoprotecao',
       'alimentador', 'endereco', 'tipoproblema', 'tipoavaria',
       'codsapequipamento', 'problemavaria', 'condicaoemcampo', 'tipopost
e',
       'tipoequipamento', 'observacao', 'polo', 'uo', 'etapa', 'estado',
       'codequipamento', 'patrimonio_monitor', 'guiaexpedicao',
       'centrologistico', 'previsaoentrega', 'dataprogajustes', 'dataexecu
cao',
       'empreiteria_execucao', 'nome_tecnico_execucao', 'datafinalizacao',
       'excluido', 'usuario_exclusao', 'motivoexclusao',
       'statusgestao_monitor', 'horafalha', 'usuario_avaria', 'materialcom
un',
       'materialequip', 'resumo_manut', 'mat_subst', 'soluproblema',
       'problemaencontrado', 'parecer', 'etapahist', 'reincidencia',
       'classproblema', 'acao', 'dataprog', 'proghist', 'justificativa'],
      dtype='object')
```

```
print(PD_equi.columns)
```

```
Index(['Id', 'tipoequipamento', 'datacadastro', 'numpedido', 'estado',
      'comissionamento', 'pontoeletrico', 'pontoprotecao', 'alimentador',
      'endereco', 'pontoreferencia', 'enderecoreferencia', 'tipoposte',
      'latitude', 'longitude', 'polo', 'numsob', 'observacao', 'fabricant
e',
      'modelo', 'patrimonio', 'numserieequipamento', 'anofabricacao',
      'memorando', 'statusequipamento', 'tipocomunicacao',
      'numserie_comunicacao', 'modelo_comunicacao', 'ip_comunicacao',
      'ip2_comunicacao', 'id_comunicacao', 'designacao_comunicacao',
      'porta_comunicacao', 'rtu_comunicacao', 'operadora1_comunicacao',
      'scid1_comunicacao', 'sim1_comunicacao', 'operadora2_comunicacao',
      'scid2_comunicacao', 'sim2_comunicacao', 'numserie_controle',
      'modelo_controle', 'fabricante_controle', 'patrimonio_controle',
      'iec_controle', 'ativofixo', 'datadesativacao', 'usuario_desativaca
o',
      'motivodesativacao', 'pendencia', 'fw_controle', 'datacomiss',
      'erb_comunicacao', 'dataoper', 'databat', 'dataentrega', 'fw_rgda
t',
      'numserie_rgdat', 'modelo_rgdat', 'fabricante_rgdat', 'config_contr
ole',
      'rgfase', 'rgneut', 'lote_controle', 'origem_controle',
      'gateway_controle', 'pend_rgdat', 'receb_com', 'dataajustes',
      'porta_radio', 'pres_rgdat', 'entregue', 'migracao', 'op_stm',
      'op_scada', 'tipo_controle', 'mf', 'frg', 'datafrg', 'uo', 'mc',
      'datamigrado', 'tipo_auto', 'dataobra'],
      dtype='object')
```

**Criando colunas para verificar a ocorrência de troca de Polo, TP, IMS ou painel. Pois essas ocorrências ficam para a Reginal**

In [11]:

```
PD_AV = PD_AV.reindex(columns = PD_AV.columns.tolist() + ['dataexecucao_ano', 'dataexecuca
```

In [12]:

```
for i in PD_AV.index:
    if 'Polo' in str(PD_AV['mat_subst'][i]):
        PD_AV['Polo'][i]=1
    elif 'TP' in str(PD_AV['mat_subst'][i]):
        PD_AV['TP'][i]=1
    elif 'IMS' in str(PD_AV['mat_subst'][i]):
        PD_AV['IMS'][i]=1
    elif 'Painel' in str(PD_AV['mat_subst'][i]):
        PD_AV['Painel'][i]=1
    else:
        pass
```

**Criando coluna para diferenciar avarias de inspeções**

Na coluna incidência contem a a tag da incidência, Sempre que a tag iniciar com AV é uma avaria e sempre que começar com IN é uma inspeção

```

for i in PD_AV.index:
    if (str(PD_AV['incidencia'][i])[0:2]=='AV')|(str(PD_AV['incidencia'][i])[0:2]=='av'):
        PD_AV['Tipo incidencia'][i]="Avaria"
    else:
        PD_AV['Tipo incidencia'][i]="Inspeção"

```

In [14]:

```
PD_func(PD_AV, 'Tipo incidencia', count=False)
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:2

Quais valores são únicos:['Avaria' 'Inspeção']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

Inspeção 12784

Avaria 4709

Name: Tipo incidencia, dtype: int64

**Tempo entre a abertura da incidência até a execução/hoje().**

In [15]:

```

for i in PD_AV.index:
    if (str(PD_AV['etapa'][i])=='Finalizado')|(str(PD_AV['etapa'][i])=='Finalizada')|(str(
        PD_AV['Dias desde abertura'][i])=(str(PD_AV['datafinalizacao'][i]-PD_AV['data'][i]
    else:
        PD_AV['Dias desde abertura'][i]=(str(datetime.now()-PD_AV['data'][i])).split(" ")

```

In [16]:

```

#Transformando a coluno de tipo objetic para o tipo int
PD_AV['Dias desde abertura'] = PD_AV['Dias desde abertura'].astype(int)

```

**Criando coluna para verificar o período em quem as Avarias ficaram abertas**

```

for i in PD_AV.index:
    if (PD_AV['Dias desde abertura'][i]>270)&(PD_AV['Dias desde abertura'][i]<=360):
        PD_AV['Período desde abertura'][i]='9 meses a 1 ano'
    elif (PD_AV['Dias desde abertura'][i]>180)&(PD_AV['Dias desde abertura'][i]<=270):
        PD_AV['Período desde abertura'][i]='6 a 9 meses'
    elif (PD_AV['Dias desde abertura'][i]>90)&(PD_AV['Dias desde abertura'][i]<=180):
        PD_AV['Período desde abertura'][i]='3 a 6 meses'
    elif (PD_AV['Dias desde abertura'][i]>30)&(PD_AV['Dias desde abertura'][i]<=90):
        PD_AV['Período desde abertura'][i]='1 a 3 meses'
    elif (PD_AV['Dias desde abertura'][i]<=30):
        PD_AV['Período desde abertura'][i]='Menos de 1 mês'
    else:
        PD_AV['Período desde abertura'][i]='Mais de 1 ano'

```

In [18]:

```
PD_func(PD_AV, 'Período desde abertura', count=False)
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:6

Quais valores são únicos:['3 a 6 meses' '1 a 3 meses' '9 meses a 1 ano'  
'Mais de 1 ano'  
'Menos de 1 mês' '6 a 9 meses']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

Menos de 1 mês	12725
1 a 3 meses	3356
3 a 6 meses	1084
6 a 9 meses	217
9 meses a 1 ano	59
Mais de 1 ano	52

Name: Período desde abertura, dtype: int64

### Criando coluna para identificação de Gêrencia de cada equipamento

In [19]:

```

for i in PD_AV.index:
    if ("METROPOLITANA" in str(PD_AV['polo'][i]))|("FORTALEZA" in str(PD_AV['polo'][i])):
        PD_AV['Gerência'][i]='Fort-Metro'
    elif ("DNORT" in str(PD_AV['polo'][i]))|("DECEN" in str(PD_AV['polo'][i]))|("ATLANTIC" in str(PD_AV['polo'][i])):
        PD_AV['Gerência'][i]='Norte'
    elif ("DECES" in str(PD_AV['polo'][i]))|("DESUL" in str(PD_AV['polo'][i]))|("DLEST" in str(PD_AV['polo'][i])):
        PD_AV['Gerência'][i]='Sul'
    else:
        pass

```

```
PD_func(PD_AV, 'Gerência', count=False)
```

-----  
-----

Quantidade de valores únicos:3

Quais valores são únicos:['Fort-Metro' 'Norte' 'Sul']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

Fort-Metro 7212

Sul 5512

Norte 4769

Name: Gerência, dtype: int64

In [21]:

```
PD_func(PD_AV, 'polo', count=False)
```

-----  
-----

Quantidade de valores únicos:8

Quais valores são únicos:['METROPOLITANA' 'FORTALEZA' 'DNORT' 'DLEST' 'DE  
SUL' 'DECES' 'DECEN'  
'ATLANTICO']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

METROPOLITANA 3789

FORTALEZA 3423

DLEST 1966

DECES 1917

ATLANTICO 1688

DESUL 1629

DECEN 1559

DNORT 1522

Name: polo, dtype: int64

### Mesclando bases de avarias com avarias período

Uma forma de otimizar o código é utilizar a função merge do Pandas, que é uma operação mais eficiente para juntar tabelas em comparação com loops for que percorrem todas as linhas da tabela. O merge aproveita a indexação das tabelas e usa uma estratégia de junção mais otimizada em comparação com os loops.

```

Avarias_perodo = Avarias_perodo.rename(columns={"Incidência": "incidencia"})

tabela1 = PD_AV
tabela2 = Avarias_perodo
# Seleciona apenas as linhas da tabela2 que correspondem aos valores da coluna "Nome" da
tabela2_selecionada = tabela2.query("incidencia in @tabela1.incidencia")
# Realiza o merge das tabelas
resultado = pd.merge(tabela1, tabela2_selecionada, on="incidencia", how="left")
# Renomeia a coluna "Valor" para o nome original da coluna correspondente na tabela2
nome_coluna = tabela2["Itens Avariados"].name
resultado = resultado.rename(columns={"Itens Avariados": nome_coluna})
# Exibe a tabela1 com a nova coluna
PD_AV['Itens Avariados']=resultado['Itens Avariados']

```

### Classificando Modelo dos equipamentos

In [23]:

```

tabela1 = PD_AV
tabela2 = PD_equi
# Seleciona apenas as linhas da tabela2 que correspondem aos valores da coluna "Nome" da
tabela2_selecionada = tabela2.query("pontoeletrico in @tabela1.pontoeletrico")
# Realiza o merge das tabelas
resultado1 = pd.merge(tabela1, tabela2_selecionada, on="pontoeletrico", how="left")
# Renomeia a coluna "Valor" para o nome original da coluna correspondente na tabela2
nome_coluna = tabela2["fabricante_controle"].name
resultado1 = resultado1.rename(columns={"fabricante_controle": nome_coluna})
# Exibe a tabela1 com a nova coluna
PD_AV['fabricante_controle']=resultado1['fabricante_controle']

```

In [24]:

```

for i in PD_AV.index:
    if 'SCH' in str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_AV['fabricante_controle'][i]='SCHNEIDER'
    elif 'NOJA' in str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_AV['fabricante_controle'][i]='NOJA'
    elif 'GIOV' in str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_AV['fabricante_controle'][i]='COL GIOVANNI'
    elif 'COOP' in str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_AV['fabricante_controle'][i]='COOPER'
    elif 'DUCAT' in str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_AV['fabricante_controle'][i]='DUCATI'
    elif 'ADVAN' in str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_AV['fabricante_controle'][i]='ADVANCED DEVICES'
    elif 'SIEME' in str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_AV['fabricante_controle'][i]='SIEMENS'
    else:
        PD_AV['fabricante_controle'][i]=str(PD_AV['fabricante_controle'][i]).upper()

```

```
PD_func(PD_AV, 'fabricante_controle', count=False)
```

-----  
 -----  
 Quantidade de valores únicos:14

Quais valores são únicos:['NAN' 'NOJA' 'COOPER' 'ECIL' 'SCHNEIDER' 'DUCAT  
 I' 'LUPA' 'COL GIOVANNI'  
 'ADVANCED DEVICES' 'TAVRIDA' 'SELTA' 'SIEMENS' 'S&C' 'CELSA']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

COL GIOVANNI	3544
NOJA	3239
ADVANCED DEVICES	2606
DUCATI	2359
COOPER	2148
SCHNEIDER	1974
SELTA	719
NAN	438
TAVRIDA	286
LUPA	95
ECIL	68
S&C	9
SIEMENS	7
CELSA	1

Name: fabricante\_controle, dtype: int64

## Mesclando bases de avarias com equipamentos

esse caso foi usado o mesmo método anterior com a função merge fazendo as devidas substituições para que se adequem aos arquivos

In [26]:

```
tabela1 = PD_AV
tabela2 = PD_equi
# Seleciona apenas as linhas da tabela2 que correspondem aos valores da coluna "Nome" da
tabela2_selecionada = tabela2.query("pontoeletrico in @tabela1.pontoeletrico")
# Realiza o merge das tabelas
resultado1 = pd.merge(tabela1, tabela2_selecionada, on="pontoeletrico", how="left")
# Renomeia a coluna "Valor" para o nome original da coluna correspondente na tabela2
nome_coluna = tabela2["tipocomunicacao"].name
resultado1 = resultado1.rename(columns={"tipocomunicacao": nome_coluna})
# Exibe a tabela1 com a nova coluna
PD_AV['tipocomunicacao']=resultado1['tipocomunicacao']
```

-----  
 -----  
 Quantidade de valores únicos:5

Quais valores são únicos:[nan 'RÁDIO' 'GPRS' 'SATÉLITE' 'Sem Telecomando'  
 'Fibra Óptica']

Quantidade de valores nulos:351

Quantidade por opção:

GPRS 9352

RÁDIO 4212

SATÉLITE 3533

Fibra Óptica 23

Sem Telecomando 22

Name: tipocomunicacao, dtype: int64

### Materiais que ficam para regional

Polo, IMS, TP -> Circuito de Potência

Módulo UP, Módulo SIM, relé -> Unidade Periferica

Fonte, Cabos externos, Cabos internos, Baterias ->Falha Alimentação

Rádio, Modem, Antena ->Falha comunicação

In [28]:

```
for i in PD_AV.index:
    if ("Polo" in str(PD_AV['Itens Avariados'][i]))|("IMS" in str(PD_AV['Itens Avariados']
    PD_AV['Material Regional'][i]='Circuito de potência'
    elif ("Módulo UP" in str(PD_AV['Itens Avariados'][i]))|("Módulo SIM" in str(PD_AV['It
    PD_AV['Material Regional'][i]='Unidade periférica'
    elif ("Fonte" in str(PD_AV['Itens Avariados'][i]))|("Cabos externos" in str(PD_AV['It
    PD_AV['Material Regional'][i]='Falta de alimentação'
    elif ("Rádio" in str(PD_AV['Itens Avariados'][i]))|("Modem" in str(PD_AV['Itens Avari
    PD_AV['Material Regional'][i]='Falha comunicação'
    else:
        pass
```

In [29]:

```
PD_func(PD_AV, 'Material Regional', count=False)
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:4

Quais valores são únicos:['Unidade periférica' 'Falha comunicação' 'Circuito de potência' nan  
'Falta de alimentação']

Quantidade de valores nulos:13842

Quantidade por opção:

Falha comunicação	1594
Falta de alimentação	1111
Circuito de potência	514
Unidade periférica	432

Name: Material Regional, dtype: int64

### Separando datas em ano mês e dia por coluna

In [30]:

```
for i in PD_AV.index:
#..... data de abertura .....
    PD_AV['data_ano'][i]=(PD_AV['data'][i]).year
    PD_AV['data_mês'][i]=(PD_AV['data'][i]).month
    PD_AV['data_dia'][i]=(PD_AV['data'][i]).day
#..... data de execução .....
    PD_AV['dataexecucao_ano'][i]=(PD_AV['dataexecucao'][i]).year
    PD_AV['dataexecucao_mês'][i]=(PD_AV['dataexecucao'][i]).month
    PD_AV['dataexecucao_dia'][i]=(PD_AV['dataexecucao'][i]).day
```

In [31]:

```
PD_func(PD_AV, 'dataexecucao_ano', count=False)
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:5

Quais valores são únicos:[2019. nan 2020. 2021. 2022. 2023.]

Quantidade de valores nulos:4602

Quantidade por opção:

2022.0	4401
2021.0	2870
2020.0	2408
2019.0	2138
2023.0	1074

Name: dataexecucao\_ano, dtype: int64

In [32]:

```
PD_func(PD_AV, 'data_ano', count=False)
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:5

Quais valores são únicos:[2019. 2020. 2021. 2022. 2023.]

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

2022.0	6165
2021.0	4152
2020.0	2977
2019.0	2628
2023.0	1571

Name: data\_ano, dtype: int64

### Salvando apenas as colunas necessárias para análise

In [33]:

```
PD_AV_FINAL=PD_AV[['incidencia', 'data', 'data_ano', 'data_mês', 'data_dia', 'pontoeletrico',
```

In [34]:

```
PD_AV_FINAL.to_excel('avariasTCC.xlsx', index=False)
```

# Equipamentos

## Filtrando apenas equipamentos telecontrolados

In [35]:

```
#Inserindo novas colunas para data
PD_equi = PD_equi.reindex(columns = PD_equi.columns.tolist() + ['datacadastro_ano', 'datacadastro_mes', 'datacadastro_dia'])
```

In [36]:

```
#transformando a coluna de data de cadastro para o tipo data
PD_equi['datacadastro'] = pd.to_datetime(PD_equi['datacadastro'], format='%Y-%m-%d %H:%M:%S')
```

## Tratando a data de cadastro do equipamento

In [37]:

```
for i in PD_equi.index:
    PD_equi['datacadastro_mes'][i]=round((PD_equi['datacadastro'][i]).month)
    PD_equi['datacadastro_dia'][i]=round((PD_equi['datacadastro'][i]).day)
    PD_equi['datacadastro_ano'][i]=round((PD_equi['datacadastro'][i]).year)
```

In [38]:

```
PD_func(PD_equi, 'datacadastro_ano', count=False)
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:6

Quais valores são únicos:[2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023.]

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

2018.0	3774
2021.0	997
2020.0	503
2022.0	349
2019.0	166
2023.0	58

Name: datacadastro\_ano, dtype: int64

## Equipamentos com maiores modelos instalados

```

for i in PD_equi.index:
    if 'SCH' in str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_equi['fabricante_controle'][i]='SCHNEIDER'
    elif 'NOJA' in str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_equi['fabricante_controle'][i]='NOJA'
    elif 'GIOV' in str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_equi['fabricante_controle'][i]='COL GIOVANNI'
    elif 'COOP' in str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_equi['fabricante_controle'][i]='COOPER'
    elif 'DUCAT' in str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_equi['fabricante_controle'][i]='DUCATI'
    elif 'ADVAN' in str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_equi['fabricante_controle'][i]='ADVANCED DEVICES'
    elif 'SIEME' in str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_equi['fabricante_controle'][i]='SIEMENS'
    else:
        PD_equi['fabricante_controle'][i]=str(PD_equi['fabricante_controle'][i]).upper()

```

In [40]:

```

PD_func(PD_equi, 'fabricante_controle', count=False)

```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:16

Quais valores são únicos:['DUCATI' 'ADVANCED DEVICES' 'SCHNEIDER' 'NOJA'  
'COOPER' 'COL GIOVANNI'  
'LUPA' 'SELTA' 'NAN' 'TAVRIDA' 'ECIL' 'TELVENT' 'DACSCAN' 'S&C' 'SIEMENS'  
'CELSA']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

SCHNEIDER	1410
NOJA	1000
COL GIOVANNI	830
ADVANCED DEVICES	617
DUCATI	508
COOPER	441
S&C	378
SELTA	235
SIEMENS	137
NAN	99
LUPA	86
TAVRIDA	67
CELSA	24
ECIL	9
TELVENT	4
DACSCAN	2

Name: fabricante\_controle, dtype: int64

## Identificando os equipamentos por gerência



```
PD_func(PD_equi, 'Gerência', count=False)
```

-----  
 -----  
 Quantidade de valores únicos:3

Quais valores são únicos:['Fort-Metro' 'Norte' 'Sul']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

Fort-Metro 2228

Norte 2010

Sul 1609

Name: Gerência, dtype: int64

### Tipo de comunicação

In [44]:

```
PD_func(PD_equi, 'tipocomunicacao', count=False)
```

-----  
 -----  
 Quantidade de valores únicos:5

Quais valores são únicos:['GPRS' 'RÁDIO' 'SATÉLITE' 'Sem Telecomando' 'Fibra Óptica']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

GPRS 3700

SATÉLITE 1048

RÁDIO 1047

Sem Telecomando 28

Fibra Óptica 24

Name: tipocomunicacao, dtype: int64

### Instalação de equipamentos por ano e por mês

```
tes_m=PD_equi[PD_equi['datacadastro_ano']==2019]
PD_func(tes_m,'datacadastro_mês')
```

-----  
-----

Quantidade de valores únicos:11

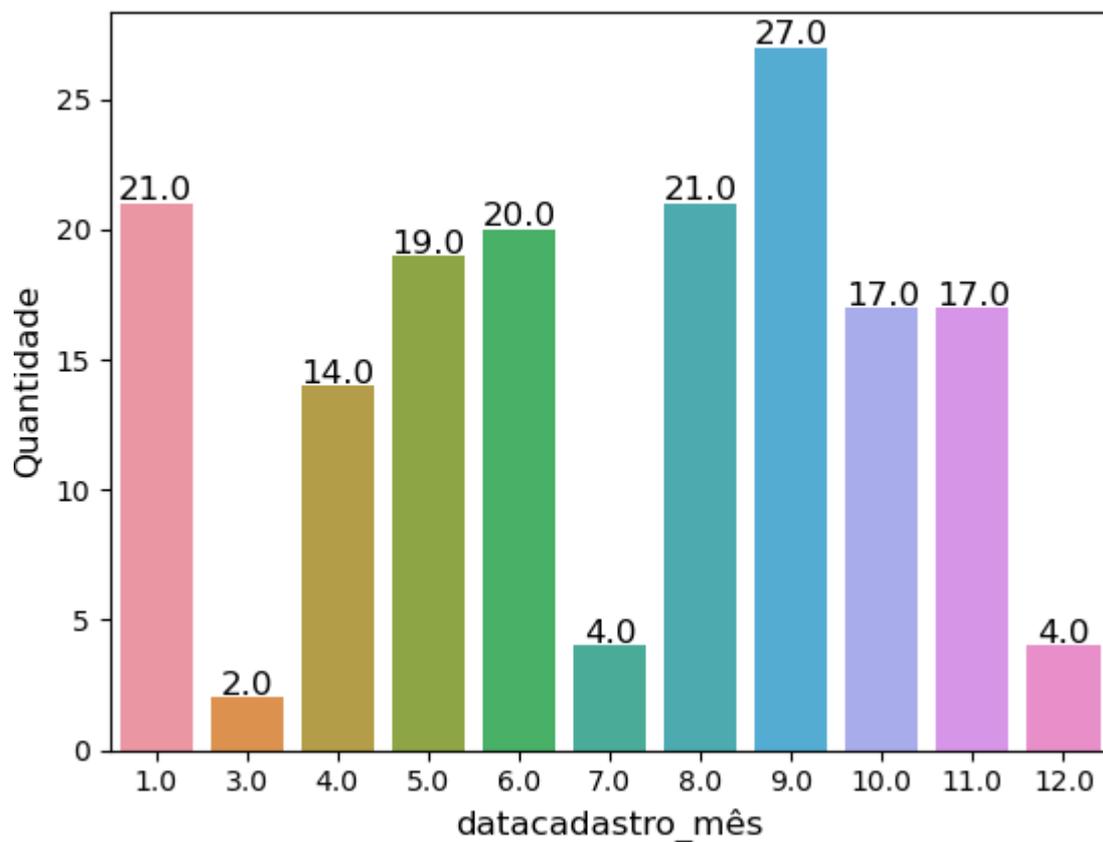
Quais valores são únicos:[ 1. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.]

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

9.0	27
1.0	21
8.0	21
6.0	20
5.0	19
10.0	17
11.0	17
4.0	14
7.0	4
12.0	4
3.0	2

Name: datacadastro\_mês, dtype: int64



-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:11

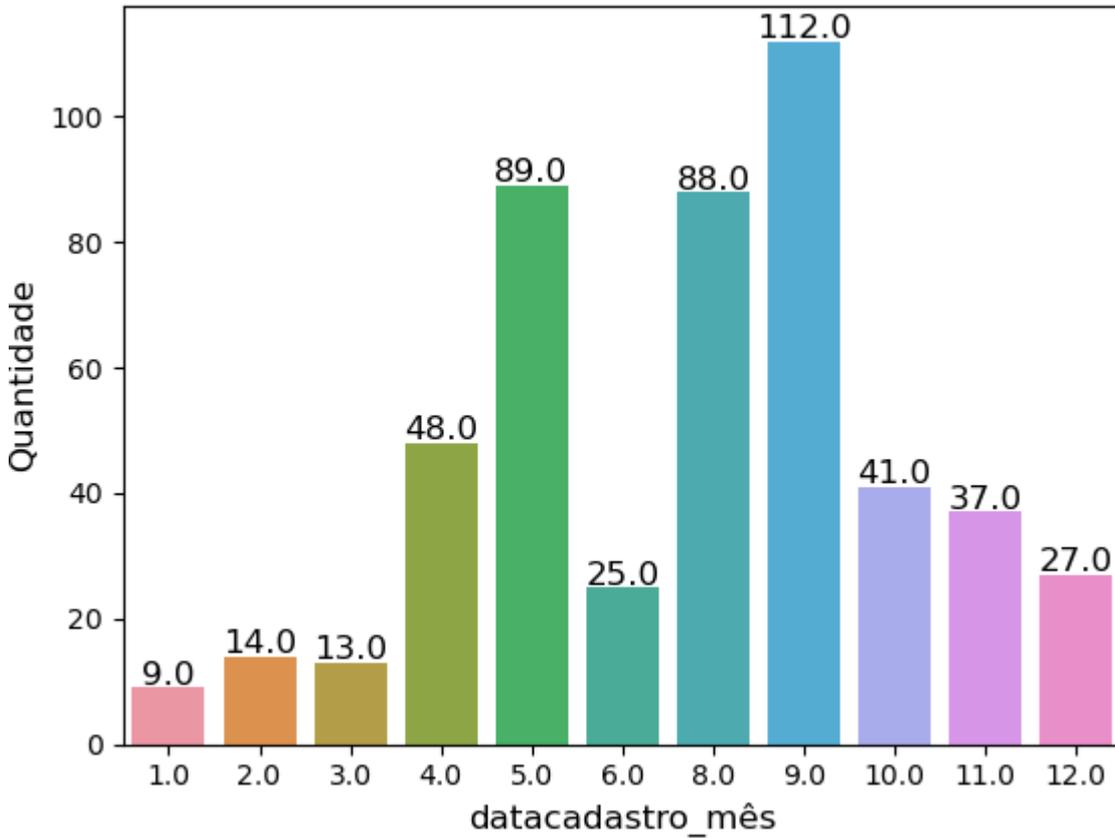
Quais valores são únicos:[ 1. 2. 3. 4. 5. 6. 8. 9. 10. 11. 12.]

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

9.0	112
5.0	89
8.0	88
4.0	48
10.0	41
11.0	37
12.0	27
6.0	25
2.0	14
3.0	13
1.0	9

Name: datacadastro\_mês, dtype: int64



-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:11

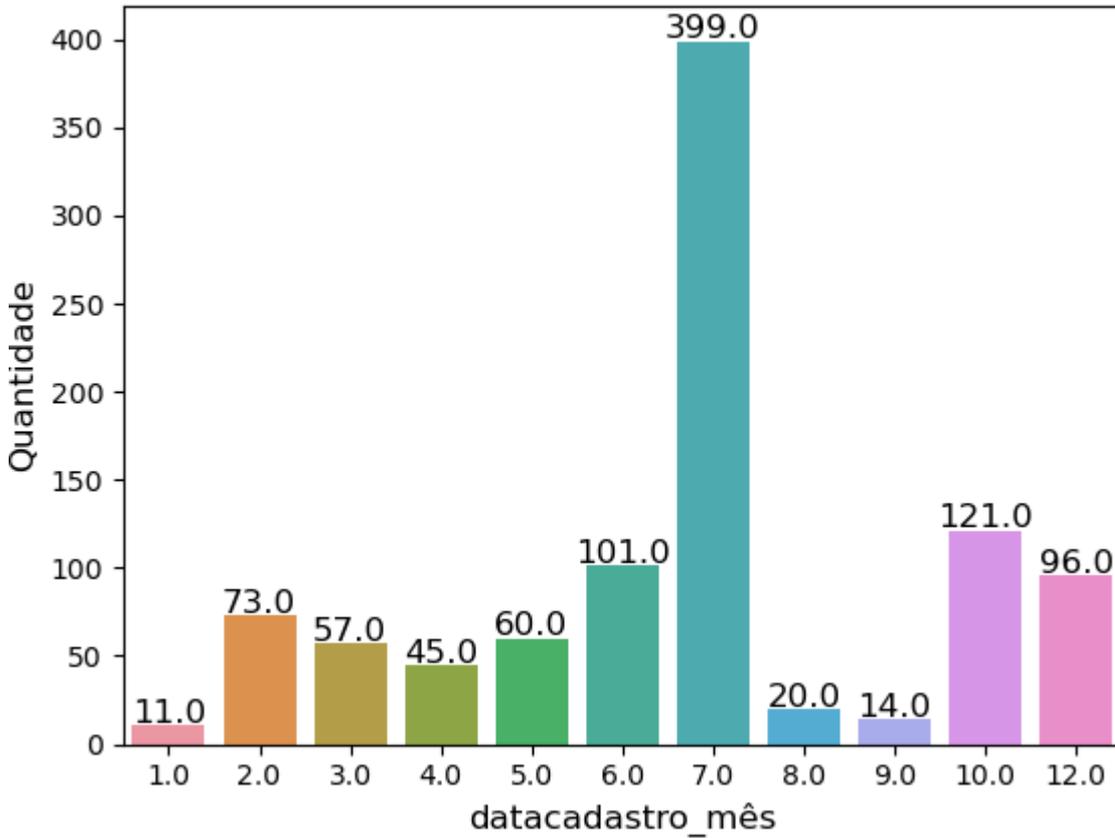
Quais valores são únicos:[ 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 12.]

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

7.0	399
10.0	121
6.0	101
12.0	96
2.0	73
5.0	60
3.0	57
4.0	45
8.0	20
9.0	14
1.0	11

Name: datacadastro\_mês, dtype: int64



```
tes_m=PD_equi[PD_equi['datacadastro_ano']==2022]  
PD_func(tes_m,'datacadastro_mês')
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:12

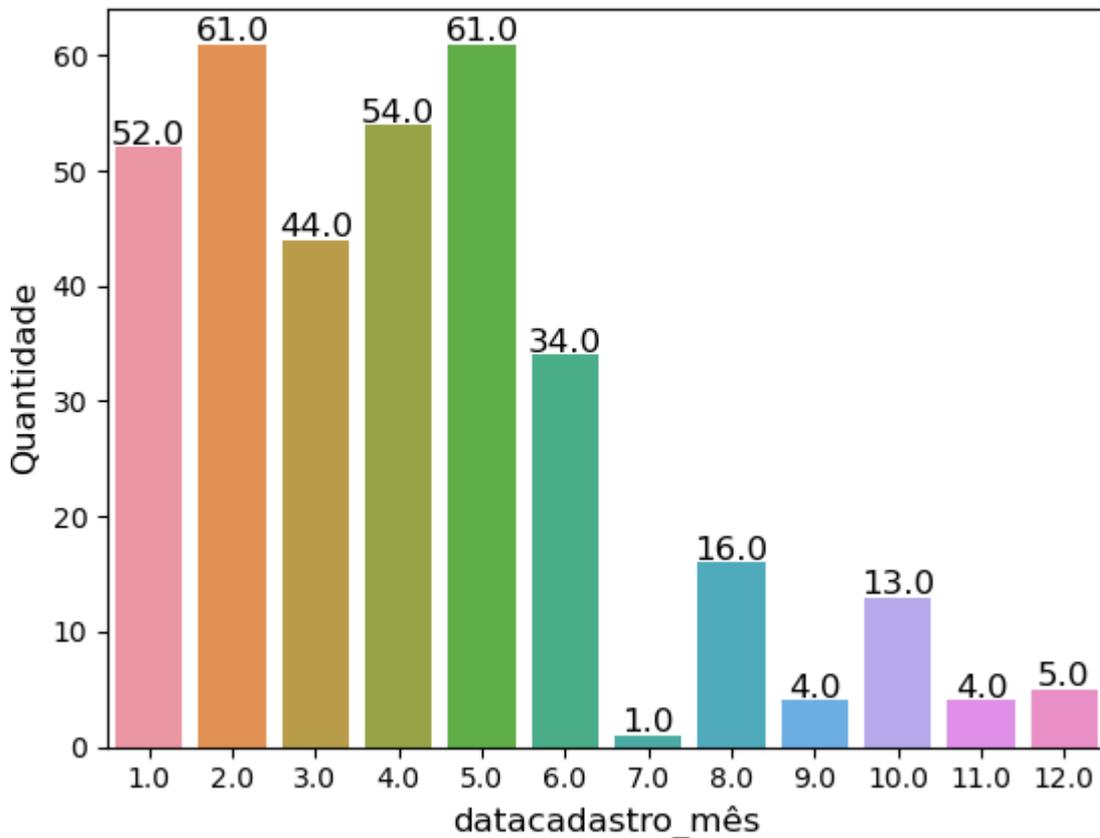
Quais valores são únicos:[ 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.]

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

2.0	61
5.0	61
4.0	54
1.0	52
3.0	44
6.0	34
8.0	16
10.0	13
12.0	5
9.0	4
11.0	4
7.0	1

Name: datacadastro\_mês, dtype: int64



```
tes_m=PD_equi[PD_equi['datacadastro_ano']==2023]
PD_func(tes_m,'datacadastro_mês')
```

Quantidade de valores únicos:3

Quais valores são únicos:[1. 2. 3.]

Quantidade de valores nulos:0

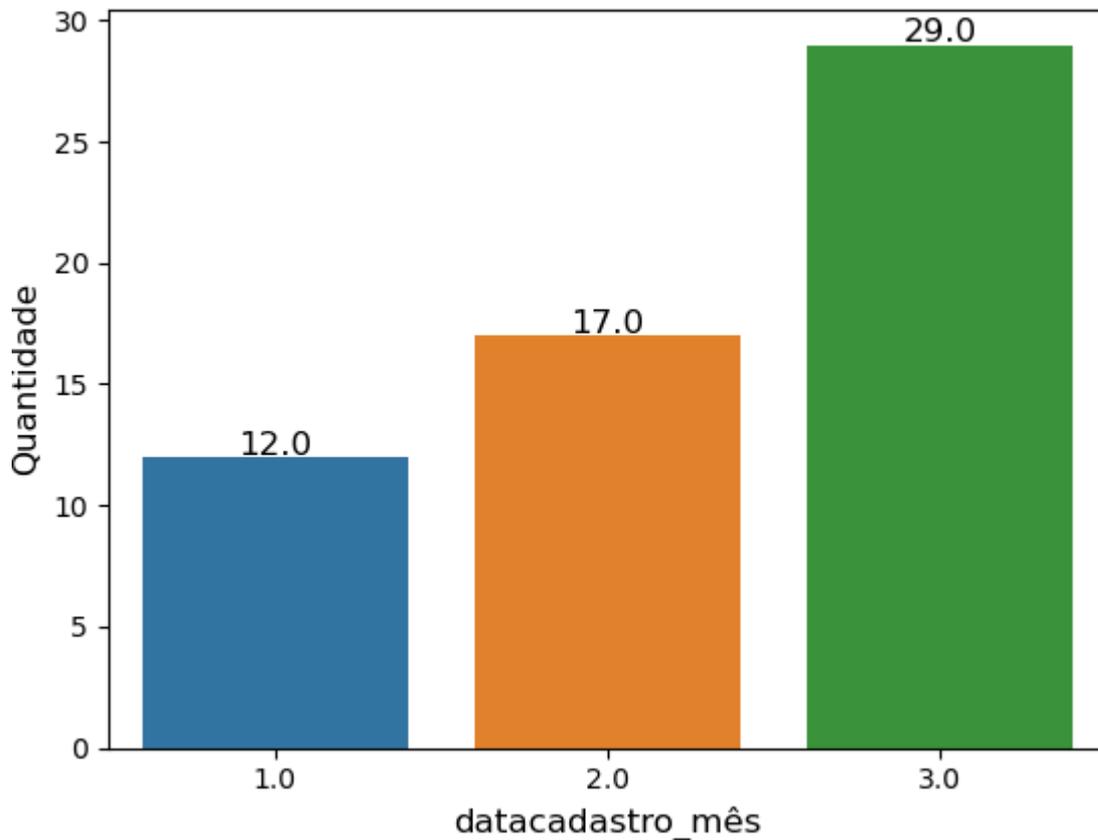
Quantidade por opção:

3.0 29

2.0 17

1.0 12

Name: datacadastro\_mês, dtype: int64



### Salvando colunas necessárias

In [45]:

```
#Salvando apenas as colunas relvantes para esse estudo
PD_equi_FINAL=PD_equi[['datacadastro_ano','datacadastro_mês','datacadastro_dia','Gerência
```

```
PD_equi_FINAL.to_excel('equipamentoTCC.xlsx', index=False)
```

## Manutenção

In [47]:

```
##Inserindo novas colunas
PD_manu = PD_manu.reindex(columns = PD_manu.columns.tolist() + ['data_ano', 'data_mês', 'da
```

### Tratando coluna de data e separando por ano, mês e dia

In [48]:

```
for i in PD_manu.index:
#-----data de abertura-----
    PD_manu['data_ano'][i]=(PD_manu['data'][i]).year
    PD_manu['data_mês'][i]=(PD_manu['data'][i]).month
    PD_manu['data_dia'][i]=(PD_manu['data'][i]).day
#-----data de execução-----
    PD_manu['dataexecucao_ano'][i]=(PD_manu['dataexecucao'][i]).year
    PD_manu['dataexecucao_mês'][i]=(PD_manu['dataexecucao'][i]).month
    PD_manu['dataexecucao_dia'][i]=(PD_manu['dataexecucao'][i]).day
```

### Identificando os equipamentos por gerência

In [49]:

```
for i in PD_manu.index:
    if ("METROPOLITANA" in str(PD_manu['polo'][i]))|("FORTALEZA" in str(PD_manu['polo'][i])):
        PD_manu['Gerência'][i]='Fort-Metro'
    elif ("DNORT" in str(PD_manu['polo'][i]))|("DECEN" in str(PD_manu['polo'][i]))|("ATLA
        PD_manu['Gerência'][i]='Norte'
    elif ("DECES" in str(PD_manu['polo'][i]))|("DESUL" in str(PD_manu['polo'][i]))|("DLES
        PD_manu['Gerência'][i]='Sul'
    else:
        pass
```

```
PD_func(PD_manu, 'Gerência', count=False)
```

-----  
 -----  
 Quantidade de valores únicos:3

Quais valores são únicos:['Fort-Metro' 'Sul' 'Norte']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

Fort-Metro 3655

Norte 3080

Sul 2974

Name: Gerência, dtype: int64

### Identificando tipo de comunicação

In [51]:

```
tabela1 = PD_manu
```

```
tabela2 = PD_equi
```

```
# Seleciona apenas as linhas da tabela2 que correspondem aos valores da coluna "Nome" da  
tabela2_selecionada = tabela2.query("pontoeletrico in @tabela1.pontoeletrico")
```

```
# Realiza o merge das tabelas
```

```
resultado2 = pd.merge(tabela1, tabela2_selecionada, on="pontoeletrico", how="left")
```

```
# Renomeia a coluna "Valor" para o nome original da coluna correspondente na tabela2
```

```
nome_coluna = tabela2["tipocomunicacao"].name
```

```
resultado2 = resultado2.rename(columns={"tipocomunicacao": nome_coluna})
```

```
# Exibe a tabela1 com a nova coluna
```

```
PD_manu['tipocomunicacao']=resultado2['tipocomunicacao']
```

```
PD_func(PD_manu, 'tipocomunicacao', count=False)
```

-----  
 -----  
 Quantidade de valores únicos:5

Quais valores são únicos:['GPRS' 'RÁDIO' 'SATÉLITE' nan 'Fibra Óptica' 'Sem Telecomando']

Quantidade de valores nulos:233

Quantidade por opção:

GPRS	5488
RÁDIO	2006
SATÉLITE	1948
Fibra Óptica	27
Sem Telecomando	7

Name: tipocomunicacao, dtype: int64

### Classificando por modelo do equipamento

In [53]:

```
tabela1 = PD_manu
tabela2 = PD_equi

# Seleciona apenas as linhas da tabela2 que correspondem aos valores da coluna "Nome" da
tabela2_selecionada = tabela2.query("pontoeletrico in @tabela1.pontoeletrico")

# Realiza o merge das tabelas
resultado2 = pd.merge(tabela1, tabela2_selecionada, on="pontoeletrico", how="left")

# Renomeia a coluna "Valor" para o nome original da coluna correspondente na tabela2
nome_coluna = tabela2["fabricante_controle"].name
resultado2 = resultado2.rename(columns={"fabricante_controle": nome_coluna})

# Exibe a tabela1 com a nova coluna
PD_manu['fabricante_controle']=resultado2['fabricante_controle']
```

```

for i in PD_manu.index:
    if 'SCH' in str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_manu['fabricante_controle'][i]='SCHNEIDER'
    elif 'NOJA' in str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_manu['fabricante_controle'][i]='NOJA'
    elif 'GIOV' in str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_manu['fabricante_controle'][i]='COL GIOVANNI'
    elif 'COOP' in str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_manu['fabricante_controle'][i]='COOPER'
    elif 'DUCAT' in str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_manu['fabricante_controle'][i]='DUCATI'
    elif 'ADVAN' in str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_manu['fabricante_controle'][i]='ADVANCED DEVICES'
    elif 'SIEME' in str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper():
        PD_manu['fabricante_controle'][i]='SIEMENS'
    else:
        PD_manu['fabricante_controle'][i]=str(PD_manu['fabricante_controle'][i]).upper()

```

In [55]:

```
PD_func(PD_manu, 'fabricante_controle', count=False)
```

-----  
-----  
Quantidade de valores únicos:14

Quais valores são únicos:['COOPER' 'TAVRIDA' 'NOJA' 'COL GIOVANNI' 'DUCAT  
I' 'NAN'  
'ADVANCED DEVICES' 'SCHNEIDER' 'SELTA' 'ECIL' 'LUPA' 'S&C' 'SIEMENS'  
'CELSA']

Quantidade de valores nulos:0

Quantidade por opção:

NOJA	2407
SCHNEIDER	1648
COL GIOVANNI	1304
COOPER	1204
ADVANCED DEVICES	1032
DUCATI	947
SELTA	363
NAN	295
S&C	260
SIEMENS	149
TAVRIDA	54
ECIL	21
LUPA	21
CELSA	4

Name: fabricante\_controle, dtype: int64

**Período que as MA ficaram abertas até a finalização**

```

for i in PD_manu.index:
    if (str(PD_manu['etapa'][i])=='Finalizado')|(str(PD_manu['etapa'][i])=='Finalizada')|
        PD_manu['Dias desde abertura'][i]=(str(PD_manu['datafinalizacao'][i]-PD_manu['dat
    else:
        PD_manu['Dias desde abertura'][i]=(str(datetime.now()-PD_manu['data'][i])).split(

#Transformando a coluno de tipo objetic para o tipo int
PD_manu['Dias desde abertura'] = pd.to_numeric(PD_manu['Dias desde abertura'], errors='cc

```

In [57]:

```
PD_func(PD_manu, 'Dias desde abertura', count=False)
```

```
-----
-----
```

Quantidade de valores únicos:298

Quais valores são únicos:<IntegerArray>  
[945, 0, 2, 18, 13, 40, 32, 8, 11, 10,  
...  
259, 252, 236, 231, 210, 209, 204, 176, 151, 138]  
Length: 299, dtype: Int64

Quantidade de valores nulos:2

Quantidade por opção:

0	1446
7	560
6	436
8	395
11	350
...	
244	1
880	1
173	1
735	1
138	1

Name: Dias desde abertura, Length: 298, dtype: Int64

In [58]:

```
PD_manu['Dias desde abertura']=PD_manu['Dias desde abertura'].fillna(0)
```

```

for i in PD_manu.index:
    if (PD_manu['Dias desde abertura'][i]>270)&(PD_manu['Dias desde abertura'][i]<=360):
        PD_manu['Período desde abertura'][i]='9 meses a 1 ano'
    elif (PD_manu['Dias desde abertura'][i]>180)&(PD_manu['Dias desde abertura'][i]<=270):
        PD_manu['Período desde abertura'][i]='6 a 9 meses'
    elif (PD_manu['Dias desde abertura'][i]>90)&(PD_manu['Dias desde abertura'][i]<=180):
        PD_manu['Período desde abertura'][i]='3 a 6 meses'
    elif (PD_manu['Dias desde abertura'][i]>30)&(PD_manu['Dias desde abertura'][i]<=90):
        PD_manu['Período desde abertura'][i]='1 a 3 meses'
    elif (PD_manu['Dias desde abertura'][i]<=30):
        PD_manu['Período desde abertura'][i]='Menos de 1 mês'
    else:
        PD_manu['Período desde abertura'][i]='Mais de 1 ano'

```

## Tipos de equipamentos

In [60]:

```

tabela1 = PD_manu
tabela2 = PD_equi

# Seleciona apenas as linhas da tabela2 que correspondem aos valores da coluna "Nome" da
tabela2_selecionada = tabela2.query("pontoeletrico in @tabela1.pontoeletrico")

# Realiza o merge das tabelas
resultado2 = pd.merge(tabela1, tabela2_selecionada, on="pontoeletrico", how="left")

# Renomeia a coluna "Valor" para o nome original da coluna correspondente na tabela2
nome_coluna = tabela2["tipoequipamento"].name
resultado2 = resultado2.rename(columns={"tipoequipamento": nome_coluna})

# Exibe a tabela1 com a nova coluna
PD_manu['tipoequipamento']=resultado2['tipoequipamento_y']

```

