



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Mariana Gomes Costa

Estágio na Companhia Brasileira de Alumínio

Campina Grande, PB  
Dezembro de 2022.

Mariana Gomes Costa

## Estágio na Companhia Brasileira de Alumínio

*Relatório de Estágio Integrado apresentado à Coordenação  
do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica  
da Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

**Damásio Fernandes Júnior, D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

---

**Helder Alves Pereira, Dr.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador

*Dedico este trabalho aos meus pais, Maria e Marcos, que batalharam para que eu tivesse um futuro digno e sempre priorizaram minha educação. A menina de vocês vai ser Engenheira.*

## Agradecimentos

À mainha e painho, que sempre me incentivaram a estudar, me ensinando que a educação era o único caminho que uma pessoa de origem humilde conseguiria uma vida melhor. Sou grata por todo esforço e por todo apoio nos momentos de dificuldade. Eu amo vocês.

A todos os familiares que me encorajaram em momentos difíceis e me acompanharam nessa trajetória. Em especial, à minha avó Severina (*in memorian*), que foi um exemplo de humildade e gratidão pelas coisas mais simples da vida. Essa vitória compartilho com vocês.

A todos os meus amigos que compartilharam momentos de alegria e dificuldades nesses anos de graduação, em especial a Saulo, Vinícius, Ivna, Victor, Breno, Larissa, Vivian, Talita, Márcia, Fernandinha, Ágatha, Miller, Carlos e Marcus. Obrigada pelas palavras de apoio nos momentos que eu mais precisava, espero que o futuro de vocês seja próspero.

A todo o time da BU Energia, em especial, à equipe de O&M do Complexo Sorocaba que estiveram comigo durante este último ano e que me acolheram, pacientemente me ensinaram e me deram novas perspectivas e oportunidades. Em especial ao meu gestor, Luis Carlos, por ter acreditado no meu potencial e ter ajudado a me desenvolver para ser uma boa profissional. Sou extremamente grata a cada um de vocês.

Aos professores, mestrandos e doutorandos do curso de Engenharia Elétrica por todo aprendizado e oportunidades que me foram proporcionados. Em especial, ao professor Hélder Alves Pereira, que me acompanhou durante a realização deste trabalho e como orientador de pesquisa durante a graduação. Sou muito grata pelo ensinamento de vocês.

Aos funcionários da UFCG, em especial, ao Departamento de Engenharia Elétrica, por todo suporte dedicado aos alunos.

À Kátia e ao José Guilherme por terem me acolhido como família quando eu mais precisava.

À Maria, Talita e Leonardo que, mesmo distantes, me apoiaram em diversos momentos.

Finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, participaram da minha vida. Me tornei a pessoa que sou hoje graças a todas as experiências que já vivi.

*"Nada é absoluto.  
Tudo muda,  
tudo se move,  
tudo gira,  
tudo voa e desaparece."  
**Frida Kahlo***

## Resumo

Neste relatório, são descritas as principais atividades, referentes ao componente curricular Estágio Integrado, realizadas pela aluna Mariana Gomes Costa, concluinte do Curso de Engenharia Elétrica, pela Universidade Federal de Campina Grande, na empresa Companhia Brasileira de Alumínio, situada no município de Sorocaba, estado de São Paulo. O estágio foi realizado no setor de Operação e Manutenção da Usina Hidrelétrica de Itupararanga, sob supervisão do Engenheiro Eletricista e Gerente de Usina Luis Carlos da Silva. Neste estágio, desenvolveu-se uma metodologia de gestão de ativos aplicada a transformadores de potência com desenvolvimento de uma ferramenta de análise para manutenção. As atividades foram desenvolvidas no período de 15/12/2021 até 12/12/2022, totalizando 1440 horas. A experiência do estágio contribuiu de forma significativa para formação profissional e uma melhor inserção no mercado de trabalho, além de tornar possível aplicar conhecimentos técnicos aprendidos durante o curso.

**Palavras-chave:** Gestão de Ativos, Manutenção, Operação, Usina Hidrelétrica.

## **Abstract**

In this report, the main activities are described, referring to the integrated internship curricular component, carried out by the student Mariana Gomes Costa, who completed the Electrical Engineering Course, at the Federal University of Campina Grande, at the company Companhia Brasileira de Alumínio, located in the municipality of Sorocaba, state of São Paulo. The internship was carried out in the Operation and Maintenance sector of the Itupararanga Hydroelectric Power Plant, under the supervision of the Electrical Engineer and Plant Manager Luis Carlos da Silva. At this stage, an asset management methodology applied to power transformers was developed with the development of an analysis tool for maintenance. The activities were carried out from february 15, 2021 to december 14, 2022, totaling 2023 hours. The internship experience contributed significantly to professional training and a better insertion in the job market, in addition to making it possible to apply technical knowledge learned during the course.

**Keywords:** Asset Management, Hydroelectric Plant, Maintenance, Operation.

## Lista de Figuras

1	Ativos de geração CBA. . . . .	14
2	Estrutura organizacional da CBA. . . . .	15
3	Estrutura organizacional do Setor de O&M. . . . .	15
4	Desenvolvimento das filosofias de manutenção. . . . .	16
5	Ensaio e Análise de Falha. . . . .	21
6	Trecho do documento na qual se refere a padronização de execução das atividades. . . . .	22
7	Dados da análise cromatográfica de um dos equipamentos analisados. . . . .	23
8	Dados do ensaio de resistência de isolamento para disjuntor de alta tensão. . . . .	24
9	Histórico sendo organizado e preparado no <i>PowerQuery</i> . . . . .	25
10	Ferramenta de análise. . . . .	26
11	Relacionamento entre os parâmetros. . . . .	27
12	Análise de gases dissolvidos. . . . .	28
13	Exibição geral da ferramenta de análise. . . . .	29
14	Protocolo para transformadores de alta tensão. . . . .	30

## **Lista de Tabelas**

1	Feitos históricos das operações da CBA Energia. . . . .	13
2	Informações sobre os complexos, usinas e capacidade instalada da CBA. . . . .	14

## Lista de Siglas

Sigla	Descrição	
2-FAL	2-Furfuraldeído	-
AT	Alta Tensão	-
ABAL	Associação Brasileira de Alumínio	-
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica	-
BT	Baixa Tensão	-
CBA	Companhia Brasileira de Alumínio	-
CBM	Manutenção baseada na Condição	<i>Conditioned based Maintenance</i>
CGH	Central Geradora Hidrelétrica	-
CIGRÉ	Comitê Internacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica	-
DBDS	Dibenzil Dissulfeto	-
DDS	Diálogos de Segurança	-
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISO	Organização Internacional de Normalização	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Técnica Brasileira	-
NR	Norma Regulamentadora	-
O&M	Operação e Manutenção	-
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico	-
PCB	Bifenilas Policloradas	-
PCH	Pequena Central Hidrelétrica	-
PV	Parcela Variável	-
RCM	Manutenção Centrada em Confiabilidade	<i>Reliability-Centered Maintenance</i>
SIN	Sistema Interligado Nacional	-
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande	-
UHE	Usina Hidrelétrica	-

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>11</b>
1.1	Objetivos do Estágio . . . . .	11
1.2	Estrutura do Relatório . . . . .	11
<b>2</b>	<b>A Empresa</b>	<b>12</b>
2.1	Estrutura Organizacional . . . . .	12
2.2	Setor de Operação e Manutenção . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Fundamentação teórica</b>	<b>14</b>
3.1	Manutenção . . . . .	16
3.2	Conceitos, plataformas computacionais e metodologias aplicadas para o desenvolvimento das atividades . . . . .	18
3.2.1	Gestão de Ativos . . . . .	18
3.2.2	Manutenção centrada em confiabilidade . . . . .	19
3.2.3	Manutenção baseada na condição . . . . .	19
3.2.4	Método dos 5 porquês . . . . .	19
3.2.5	Diagrama de causa e efeito . . . . .	19
3.2.6	Pacote <i>Office</i> . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Atividades Desenvolvidas</b>	<b>20</b>
4.1	Participação em treinamentos de segurança e em procedimentos operacionais da empresa . . . . .	20
4.2	Elaboração de manuais técnicos para equipamentos de alta tensão . . . . .	20
4.2.1	Transformadores elevadores . . . . .	21
4.2.2	Equipamentos de manobra . . . . .	22
4.3	Criação de base de dados para manutenção preditiva . . . . .	22
4.3.1	Transformadores elevadores . . . . .	23
4.3.2	Equipamentos de manobra . . . . .	24
4.4	Desenvolvimento de ferramenta para gestão de ativos . . . . .	24
4.5	Participação em eventos sobre confiabilidade e manutenção preditiva . . . . .	28
4.6	Elaboração de protocolos de ensaios . . . . .	29
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>31</b>

# 1 Introdução

Neste relatório, serão apresentadas as principais atividades desenvolvidas no estágio realizado na empresa Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), localizada no município de Sorocaba, no estado de São Paulo. O estágio foi realizado de 15 de dezembro de 2021 até 12 de dezembro de 2022, no setor de Operação e Manutenção, situado no Centro de Operação da Geração da Usina Hidrelétrica (UHE) de Itupararanga, contabilizando uma carga horária de 1440 horas.

Durante o estágio, foi possível por em prática conhecimentos adquiridos no curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Além disso, foi possível a imersão em um ambiente empresarial e de usina hidrelétrica. Dessa forma, foi de grande importância para adquirir uma melhor visão da profissão, do mercado de trabalho e de desenvolvimento de valores como trabalho em equipe, cumprimento de metas e prazos, gestão de projetos, comunicação, atenção e relações interpessoais.

## 1.1 Objetivos do Estágio

O objetivo principal do estágio foi de ajudar na formação de um Engenheiro Eletricista, visando unir os conhecimentos teóricos com os conhecimentos aprendidos em campo e com a realidade das rotinas de manutenção de uma unidade geradora. Dentre os objetivos específicos, têm-se os seguintes:

- Planejar e acompanhar atividades de manutenção;
- Elaborar documentos técnicos;
- Realizar treinamentos de aperfeiçoamento profissional;
- Desenvolvimento de ferramenta sobre gestão de ativos;
- Realizar análises para modernização e/ou adequação de equipamentos e
- Realizar pesquisa e estudos de mercado

## 1.2 Estrutura do Relatório

No Capítulo 2, será apresentada a empresa, destacando sua história, cultura empresarial, estrutura organizacional e o setor na qual foram desenvolvidas as atividades. No Capítulo 3, apresenta-se uma breve fundamentação teórica sobre manutenção e alguns métodos utilizados para o desenvolvimento das atividades. No Capítulo 4, descreve-se a principal atividade desenvolvida ao longo do estágio e, por último, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões.

## 2 A Empresa

Inaugurada em 1955, a Companhia Brasileira de Alumínio é uma das maiores empresas de alumínio da América Latina. Produz alumínio de alta qualidade, de forma integrada e sustentável. A bauxita minerada é transformada em alumínio primário (lingotes, tarugos, vergalhões e placas) e produtos transformados (chapas, bobinas, folhas e perfis). A CBA pertence à Votorantim S.A e está localizada na cidade de Alumínio, no estado de São Paulo. Desde 2018, é o maior fabricante brasileiro de alumínio primário com uma produção anual de 475.000 toneladas/ano, segundo a Associação Brasileira de Alumínio (ABAL) [1].

Com a fundação e o crescimento da CBA, a necessidade em se obter energia fez com que a Votorantim passasse a construir e manter usinas hidrelétricas, bem como as terras ao redor dos reservatórios, garantindo sua disponibilidade hídrica [2]. Em 1949, a CBA requereu a concessão dos aproveitamentos do rio Juquiá-Guaçu e do seu afluente Assungui. A CBA, então, deu início ao projeto de construção de sua primeira usina hidroelétrica, a UHE França. Em 2012, a CBA e outras empresas do grupo Votorantim S.A se juntaram para transformar o território de 31 mil hectares, no entorno das usinas no Legado das Águas, institucionalizado por meio de uma parceria com o Governo do Estado de São Paulo, e, desde então, a Votorantim S.A firmou um protocolo onde se compromete a proteger essa área [2]. A tabela 1 apresenta alguns feitos históricos das operações da CBA Energia.

Atualmente, a CBA detém 11 usinas hidrelétricas próprias, sendo 8 delas (Itupararanga, Porto Raso, França, Fumaça, Barra, Alecrim, Serraria e Salto do Iporanga) destinadas à alimentação da fábrica localizada em Alumínio (SP) e 4 delas conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN) (Sobragi, Piraju, Ourinhos e Salto do Rio Verdinho). Além disso, possui 1 pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e 2 centrais geradoras hidrelétricas (CGH). A CBA também detém consórcio de 6 usinas hidrelétricas (Machadinho, Canoas I e II, Salto Pilão, Baesa e Enercan) [3].

Os ativos de geração estão localizados nas regiões sul, sudeste e centro oeste do Brasil. Esses ativos totalizam 1,4 GW de capacidade instalada de produção, sendo 0,6 GW operados pela CBA e 0,8 GW são de participações em consórcios, conforme descrito na tabela 2. A figura 1 ilustra os ativos de geração da CBA.

### 2.1 Estrutura Organizacional

Atualmente, a CBA possui diversas unidades no Brasil. O Escritório Central e Vendas fica localizado em São Paulo (SP) e o Escritório do Projeto Alumina Rondon fica localizado no Pará. As unidades produtivas estão distribuídas em Alumínio (SP), onde está localizada a fábrica. Em Miraf, Itamarati de Minas, Poços de Caldas (MG), Barro Alto e Niquelândia (GO) estão localizadas as mineradoras. Em Sorocaba (SP), encontram-se as operações de Usinagem e Caldeiraria. A unidade de reciclagem de alumínio industrial, Metalex, em Araçariguama (SP). Em 2020, houve a aquisição da Unidade de Itapissuma (PE), que ampliou a capacidade de produção de chapas e folhas de alumínio. A CBA também possui um Centro de Distribuição em Caxias do Sul (RS). A Diretoria de Energia fica responsável pela gestão das usinas, gestão do balanço energético e gestão de ativos de consórcio e *holdings* de energia. A estrutura organizacional da CBA se encontra ilustrada na figura 2.

Tabela 1: Feitos históricos das operações da CBA Energia.

<b>Ano</b>	<b>Evolução histórica</b>
1941	Fundação da CBA.
1955	Início da produção da CBA.
1957	Entra em operação a UHE do França.
1964	Inauguração da UHE Fumaça.
1969	Início das obras de expansão de toda fábrica CBA.
1973	CBA se torna maior fabricante de alumínio do país.
1974	Inauguração UHE Alecrim.
1978	Inauguração da UHE Serraria.
1982	Inauguração da UHE Porto Raso.
1986	CBA se torna uma das maiores fábricas integradas de alumínio do mundo.
1986	Inauguração da UHE Barra.
1989	Inauguração UHE Salto do Iporanga.
1990	Construção das Usinas Canoas I, II e Piraju.
2007	CBA passa a operar maior fábrica de alumínio da América Latina.
2008	Transferência da Concessão da UHE Sobragi para a CBA.
2012	Lançamento do Legado das Águas.
2021	CBA conclui aquisição de parques eólicos.

Fonte: Da própria autora.

## 2.2 Setor de Operação e Manutenção

O Setor de Operação e Manutenção (O&M), o qual foi realizado o estágio, faz parte da Diretoria de Energia, cuja estrutura organizacional é apresentada na figura 3. Em termos de estrutura organizacional, o Setor de O&M é composto por um Gerente de Usina, um Supervisor de Manutenção, um estagiário de O&M e os técnicos de O&M. O Setor de O&M é responsável por:

- Executar os trabalhos de manutenção com as melhores práticas disponíveis, seguindo os planos de manutenção, manuais de fabricantes e definições de engenharia;
- Participar na elaboração e revisão dos procedimentos operacionais, das programações de manutenção preventiva e corretiva e das análises de falhas dos equipamentos e sistemas da usina;
- Garantir a conservação e a disponibilidade dos equipamentos para operação e
- Gerir os estoques sobressalentes da usina de forma estratégica, assegurando a manutenção eficiente e os limites máximos e mínimos.

Tabela 2: Informações sobre os complexos, usinas e capacidade instalada da CBA.

<b>Complexo</b>	<b>Usina</b>	<b>Capacidade Instalada</b>
Minas-Goiás	UHE Salto do Rio Verdinho	93 MW
Minas-Goiás	UHE Sobragi	60 MW
Paranapanema	UHE Piraju	80 MW
Paranapanema	UHE Ourinhos	44 MW
Juquiá	UHE França	29 MW
Juquiá	UHE Fumaça	36 MW
Juquiá	UHE Barra	40 MW
Juquiá	UHE Alecrim	72 MW
Juquiá	UHE Porto Raso	28 MW
Juquiá	UHE Serraria	24 MW
Juquiá	UHE Salto do Iporanga	37 MW
Sorocaba	UHE Itupararanga	55 MW
Sorocaba	PCH Jurupará	7 MW
Sorocaba	CGH Santa Helena	2 MW
Sorocaba	CGH Votorantim	3 MW

Fonte: Da própria autora.

Figura 1: Ativos de geração CBA.

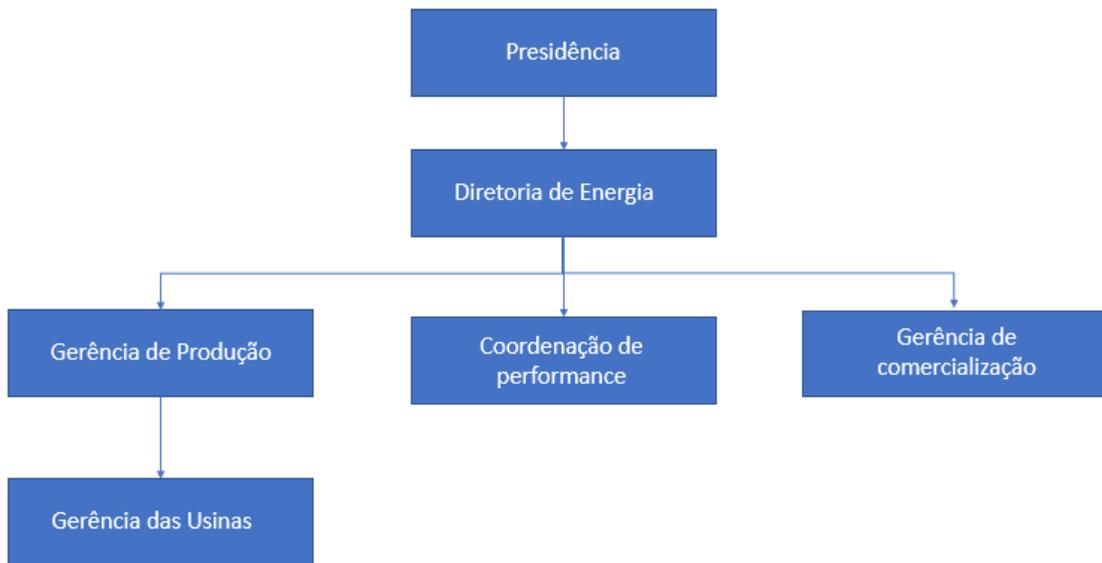


Fonte: CBA

### 3 Fundamentação teórica

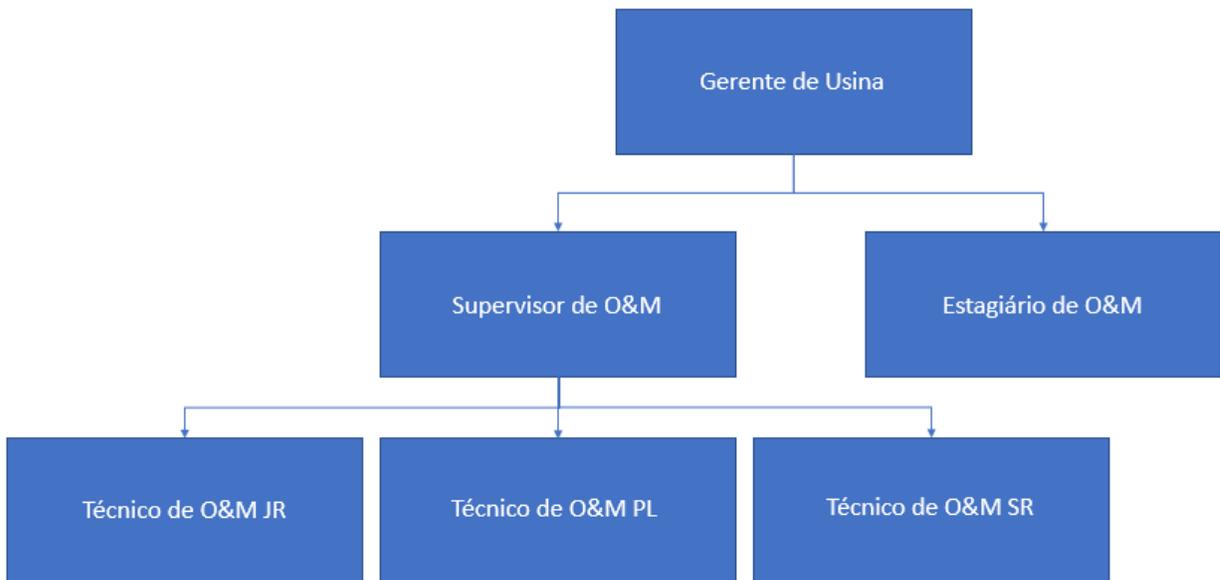
Neste capítulo, serão discutidos conceitos básicos e introdutórios sobre manutenção, seus tipos e a sua importância no que se refere ao sistema elétrico.

Figura 2: Estrutura organizacional da CBA.



Fonte: Da própria autora.

Figura 3: Estrutura organizacional do Setor de O&M.



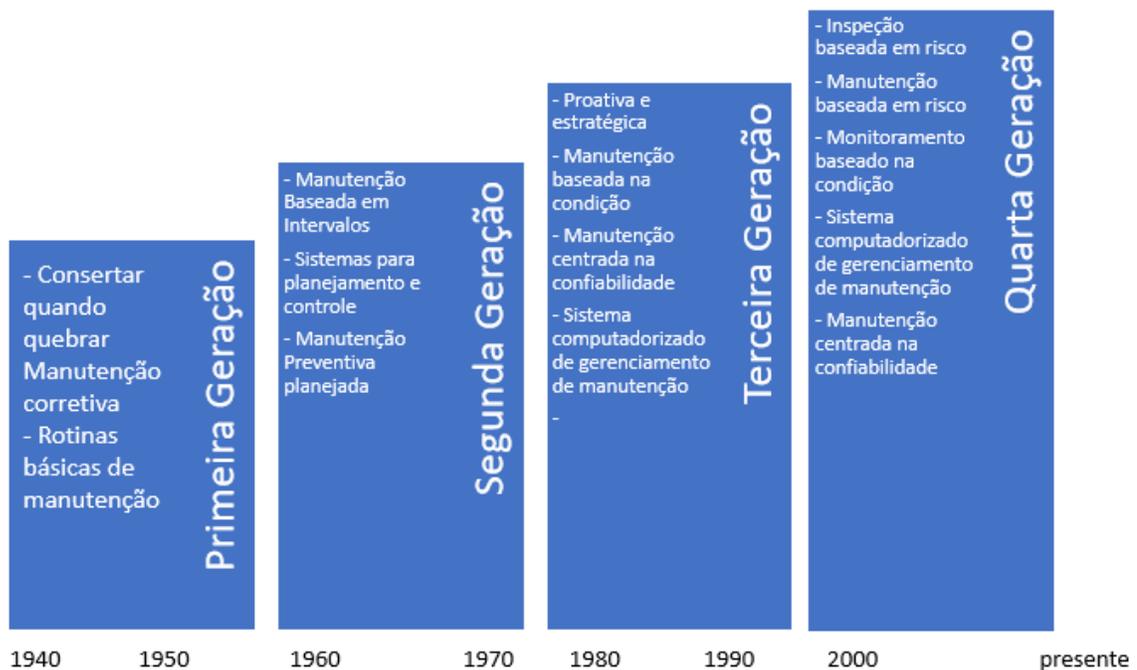
Fonte: Da própria autora.

### 3.1 Manutenção

Instalações e equipamentos, por melhor que sejam projetados, não permanecem seguros e confiáveis se não existir uma manutenção eficiente. O gerenciamento da manutenção deve englobar o planejamento, organização, implementação e controle das atividades de manutenção [4].

Na literatura, é comum que os pesquisadores e estudiosos representem a manutenção por meio de uma linha do tempo baseada em gerações, onde cada geração é caracterizada por um estágio diferente de evolução tecnológica dos meios de produção e pela introdução de novos conceitos nas atividades de manutenção [4]. A divisão em gerações permite, então, a compreensão dos progressos da manutenção ao longo do tempo [4]. Na figura 4, é exibida a linha do tempo referente ao desenvolvimento das filosofias de manutenção. É possível perceber que, ao longo dos anos, a manutenção baseada em condição e em risco ganha notoriedade devido à redução de riscos operacionais, menor indisponibilidade do ativo e, conseqüentemente, menores perdas financeiras [4].

Figura 4: Desenvolvimento das filosofias de manutenção.



Fonte: Adaptado de Silva [4].

A manutenção é constantemente vista como um "gasto necessário" no mundo dos negócios [5]. O retorno do investimento não é simples de quantificar em valor monetário e, geralmente, não é avaliado como retorno de investimento em ambiente de negócios [5].

Contudo, se o investimento e a execução estiverem corretos, a manutenção pode efetivamente reduzir riscos operacionais e potenciais perdas devido a falhas desnecessárias [5].

O plano de manutenção é composto por atividades periódicas que podem possuir inspeções, medições, análises e ensaios elétricos e/ou mecânicos, que normalmente são regidos por normas brasileiras e/ou internacionais, manuais técnicos e experiência de especialistas na área de modo a padronizar as atividades [6]. Os planos de manutenção devem ser elaborados por uma equipe de especialistas em cada área, de modo a levar em consideração características operacionais e a criticidade de cada equipamento na instalação [6].

A norma NBR 5462 : 2018 (Confiabilidade e Manutenibilidade) especifica três tipos de manutenção [5]: (1) preventiva, (2) preditiva e (3) corretiva. O que difere as três, basicamente, é a estratégia de manutenção adotada na indústria para manter a disponibilidade do equipamento, o valor associado de cada uma e a confiabilidade que se deseja obter no sistema.

De acordo com o glossário do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), manutenção preventiva é um serviço programado executado em equipamentos, ou linhas de transmissão, para manter sua condição satisfatória de operação [6]. A manutenção preventiva atua de forma a reduzir, ou evitar, falha, realizando um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar um baixo rendimento, ou até a parada total do equipamento. Essa prevenção é baseada em estudos previamente elaborados, analisando dados estatísticos, local de instalação, estado do equipamento, entre outros, devendo ser realizada em intervalos de tempo definidos no plano de manutenção [5].

A manutenção preditiva tem como base o estado do equipamento e suas modificações de parâmetros de condição, ou desempenho, ou seja, a manutenção preditiva se baseia na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento, ou sistema, utilizando dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis dos equipamentos [6]. Os parâmetros coletados podem ser temperatura, vibração e ensaios por ultrassom, por exemplo [7]. Os dados coletados não permitem um diagnóstico preciso de forma direta, precisando de uma análise estatística para uma completa e correta avaliação. Com isso, a manutenção preditiva objetiva a execução da manutenção no momento adequado, antes que o equipamento apresente falha ou diminuição do rendimento [6].

A correta utilização das manutenções preditiva e preventiva visa evitar a manutenção corretiva que, de acordo com o glossário do ONS, é um serviço programado, ou não, executado em equipamentos, ou linhas de transmissão, com a finalidade de corrigir falhas, ou defeitos, para restabelecer sua condição satisfatória de operação [5]. Trata-se de uma técnica reativa, onde se espera o equipamento falhar para que então seja tomada uma decisão sobre manutenção, sendo portanto um dos métodos mais caros de manutenção [6]. A manutenção corretiva pode ser especificada em dois tipos [5]: (1) não planejada e (2) planejada. A corretiva não planejada é considerada a forma mais primária de manutenção e consiste em acionar equipes de manutenção para corrigir fatos que já ocorreram, podendo esse fato ser um desempenho inferior ao esperado ou uma falha. Por ser uma manutenção não planejada, não há tempo para planejar o serviço ou preparar componentes e a correção das falhas é realizada de modo aleatório. Esse tipo de manutenção implica em altos custos por gerar grandes perdas na interrupção da produção [6]. Para o caso da manutenção corretiva planejada, tem-se o conhecimento da diminuição do rendimento, ou de uma falha de um equipamento, e a correção depende de uma decisão gerencial. Em casos como esse, pode-se optar por realizar um acompanhamento preditivo ou optar pela decisão de operar até a falha total. A manutenção corretiva planejada também leva em conta vários fatores, tais como [5]: segurança, planejamento de serviços, garantia dos equipamentos, peças sobressalentes, negociações de paradas, recursos humanos, entre outros.

Por ser planejada, esse tipo de manutenção possibilita um manejo adequado de recursos necessários para intervenção no equipamento, tornando-se mais barata que a corretiva não planejada, bem como segura e rápida [5].

Com a publicação oficial da Resolução Normativa nº 270, de 26 de junho de 2007, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabeleceu disposições relativas à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica associada à disponibilidade das instalações integrantes da Rede Básica que compõem o SIN [8]. A partir dessa resolução, o ONS passa a efetuar a apuração dos desligamentos, bem como a aplicação de descontos referentes à cada função de transmissão que ficou indisponível, também chamada de parcela variável (PV). O mecanismo de PV faz parte da evolução do modelo de Gestão do Setor Elétrico e tem como objetivo garantir a confiabilidade e a maior disponibilidade [6].

O ONS estabeleceu um limite de tempo por ano para os desligamentos e também uma franquia anual para ocorrência desse tipo de evento. Por isso, as instalações integrantes devem rapidamente se adequar a esse sistema para cumprir seu programa de manutenção, dentro do limite de tempo concedido pelo ONS, de forma a garantir maior confiabilidade e menor indisponibilidade à sua rede, minimizando descontos em sua receita [6].

## **3.2 Conceitos, plataformas computacionais e metodologias aplicadas para o desenvolvimento das atividades**

Para o desenvolvimento das atividades do estágio, além dos procedimentos operacionais internos da empresa e dos conceitos apresentados na Seção 3.1, foi necessário aprender os conceitos de gestão de ativos (Subseção 3.2.1), manutenção centrada na confiabilidade (Subseção 3.2.2), manutenção baseada na condição (Subseção 3.2.3), métodos dos 5 porquês (Subseção 3.2.4), diagrama de causa e efeito (Subseção 3.2.5), bem como conhecimentos em plataformas computacionais (*softwares*) do pacote *Office* (Subseção 3.2.6).

### **3.2.1 Gestão de Ativos**

Atualmente, a introdução internacional de normas ISO 55000 para gestão de ativos estabeleceu um novo paradigma para a manutenção [4]. Ativos físicos, tais como maquinários, linhas de produção e instalações desempenham papéis indispensáveis na manufatura e precisam operar de forma confiável, segura e econômica [4]. A norma ISO 55000 considera como ativo todo e qualquer item, coisa ou entidade que representa um valor real ou potencial para uma organização. Portanto, a gestão de ativos compreende um conjunto de atividades voltadas para extrair o valor dos ativos de uma empresa, incluindo balanceamento de custos, oportunidade e riscos frente à performance e o que se espera desses ativos frente aos objetivos da organização. O trabalho começa desde o início do investimento, passando por todas as fases até o seu descarte [4]. A família de normas ISO 55000 possui três capítulos [4]: ISO 55000: Gestão de ativos – visão geral, princípios e terminologia; ISO 55001: Gestão de ativos – sistemas de gestão e ISO 55002: Gestão de ativos – diretrizes para aplicação.

A gestão de ativos permite, então, que a organização obtenha valor a partir dos ativos no alcance dos seus objetivos organizacionais [4]. Segundo a ABNT NBR ISO 55000:2014 (Gestão de Ativos) sua implementação inclui a melhoria do desempenho financeiro, decisões informadas sobre investimentos em ativos, gerenciamento de risco, melhorias de serviços e produtos, responsabilidade social, melhoria de imagem, da eficiência e da eficácia da organização [4].

### 3.2.2 Manutenção centrada em confiabilidade

A manutenção centrada em confiabilidade (RCM – *Reliability-Centered Maintenance*) teve sua origem na indústria aeronáutica americana e fornece uma estratégia de manutenção focada em garantir segurança e confiabilidade dos ativos de uma empresa [4]. Na RCM, estudam-se e classificam-se os modos de falha, suas severidades, seus efeitos e possibilidades de ocorrência com o apoio de modelos estatísticos para determinar o risco da operação sob certas circunstâncias [7].

### 3.2.3 Manutenção baseada na condição

A manutenção baseada na condição (CBM – *Conditioned based Maintenance*) condiciona uma ação de manutenção a um diagnóstico baseado em técnicas preditivas que realizam o monitoramento e o acompanhamento de parâmetros que, com dada probabilidade, prediga o momento da falha. O diagnóstico é resultado de inspeção visual, ou instrumental local, inspeção ou ensaio instrumental remoto, ou monitoração contínua de variáveis como: vibração, teores de gases ou temperatura [7].

### 3.2.4 Método dos 5 porquês

O método dos 5 porquês é uma abordagem utilizada no sistema Toyota de produção para chegar à verdadeira causa do problema, que geralmente está escondida através de sintomas óbvios [9]. É uma ferramenta simples de resolução de problemas, desenvolvida por Taiichi Ono, pai do Sistema de Produção Toyota e consiste em [9]: (1) Determinar o que aconteceu; (2) Determinar porque isso aconteceu e (3) Descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso aconteça novamente.

Deve-se iniciar com o problema e perguntar se a afirmação anterior é verdadeira até que não se possa mais perguntar mais porquês. Ao terminar as respostas, a causa raiz foi identificada [9].

### 3.2.5 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de Ishikawa, ou diagrama de espinha de peixe, ou diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta de qualidade que ajuda a levantar as causas raízes de um problema, analisando todos os fatores que envolvam a execução do processo [9]. Essa ferramenta foi proposta por Kaoru Ishikawa, na década de 60, e permite a organização de informações. Na metodologia, todo problema tem causas específicas e essas causas devem ser analisadas e testadas, uma a uma, a fim de comprovar qual delas está causando o efeito que se quer eliminar [9].

### 3.2.6 Pacote Office

De forma abrangente, o conjunto de *softwares* que compõem o pacote *Office* são requisitos básicos em qualquer ambiente empresarial. Para o presente trabalho, os *softwares* mais utilizados foram o *Microsoft Excel*, para desenvolvimento de bases de dados para manutenção preditiva, e o *Microsoft Power BI*, para o desenvolvimento de uma ferramenta que visa auxiliar a gestão da manutenção.

O conhecimento de um sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção é essencial para aplicação dos conceitos citados nesta seção.

## **4 Atividades Desenvolvidas**

Durante o período do estágio curricular, foram realizadas diversas atividades, dentre as quais se destacam:

- Treinamentos de segurança e em procedimentos operacionais da empresa (Seção 4.1);
- Elaboração de manuais técnicos para equipamentos de alta tensão (Seção 4.2);
- Criação de base de dados para manutenção preditiva (Seção 4.3);
- Desenvolvimento de ferramentas para gestão de ativos (Seção 4.4);
- Participação em eventos sobre confiabilidade e manutenção preditiva (Seção 4.5) e
- Elaboração de protocolos de ensaios (Seção 4.6).

### **4.1 Participação em treinamentos de segurança e em procedimentos operacionais da empresa**

Para acesso às instalações da usina, foi necessário obter a capacitação na norma regulamentadora (NR)–10, que tem como objetivo garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interagem com serviços de eletricidade. Além disso, outros treinamentos foram realizados ao longo do ano, tal como NR–33, sobre segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados.

Todos os dias, antes do início da rotina de trabalho, também existem os diálogos de segurança (DDS), que são tópicos padronizados e relevantes passados para as usinas e as unidades fabris sobre saúde, segurança e meio ambiente, realizados de forma rápida e prática com todos reunidos. Ao longo do ano, também são realizados treinamentos nos procedimentos operacionais próprios da empresa sobre algum tema relevante.

### **4.2 Elaboração de manuais técnicos para equipamentos de alta tensão**

Dentre outras atividades, o setor de O&M é responsável por realizar a execução dos trabalhos de manutenção preventiva nos equipamentos das usinas. Para uma padronização da manutenção preventiva nas usinas, é necessário a criação de manuais técnicos, baseados em normas, ou em manuais técnicos do próprio fabricante, que contenham a descrição das atividades e tomadas de decisão para ações de manutenção.

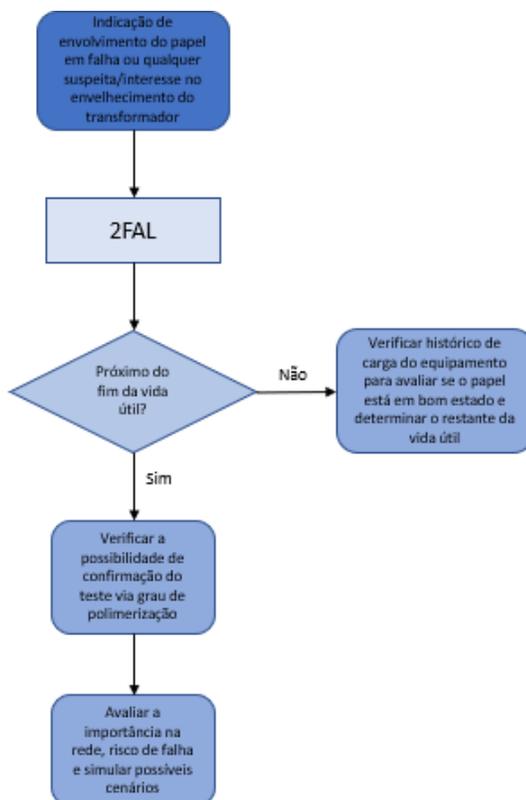
Dessa forma, foram desenvolvidas instruções técnicas voltadas para padronização das atividades de manutenção e guia para análise dos resultados (Subseções 4.2.1 e 4.2.2).

### 4.2.1 Transformadores elevadores

Com base em normas nacionais, como ABNT, e em internacionais, como IEC e IEEE, bem como manuais técnicos dos equipamentos e estudos do CIGRÉ sobre o tema, foi possível elaborar um documento base que determina as principais diretrizes para execução de ensaios, medições, testes, inspeções e análises de transformadores, cabendo, a cada usina, a elaboração dos roteiros específicos de manutenção periódica, baseados nas diretrizes e recomendações gerais das normas da ABNT, da instrução, dos estudos RCM e levando em conta as particularidades de cada instalação.

Para elaboração, foi mencionado na ABNT NBR 5359-9 (Transformadores de Potência - Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores e reatores de potência imersos em líquido isolante), que cada complexo deve seguir um plano de manutenção e um plano de contingência para ocorrências inesperadas em seus equipamentos [3]. Com isso, o documento engloba as atividades mínimas necessárias para manutenção, preventiva e preditiva, de um transformador de potência, bem como a descrição de como fazer os ensaios, conforme norma e manuais técnicos e, por fim, sugestões de como os dados devem ser analisados em uma possível análise de falha. Na figura 5, exibe-se um fluxograma de realização do ensaio.

Figura 5: Ensaio e Análise de Falha.



Fonte: Da própria autora.

#### 4.2.2 Equipamentos de manobra

Após a realização da primeira instrução de trabalho (Subseção 4.2.1), a metodologia adotada para transformadores elevadores foi replicada para outros equipamentos da subestação, também baseada em normas regulamentadoras, normas técnicas nacionais, internacionais e manuais técnicos para disjuntores e seccionadoras. O documento mantém a sugestão da ABNT NBR 5356-9, que cabe a cada usina as atividades pertinentes necessárias aos seus equipamentos e a padronização de execução das atividades, conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6: Trecho do documento na qual se refere a padronização de execução das atividades.

Para o ensaio, é obrigatório a desconexão dos cabos do disjuntor e a limpeza externa dele antes da realização do ensaio.

- Rcs: resistência da câmara superior
- Rci: resistência da câmara inferior
- Rh: resistência da haste de acionamento

Resistência entre	Circuitos conectados aos terminais		
	<i>Line</i>	<i>Guard</i>	<i>Earth</i>
Rcs	AT	Carcaça	BT
Rci + Rh	BT	AT	Carcaça

**Tabela 4:** Conexões ensaio de resistência de isolamento em disjuntor

Fonte: Da própria autora.

#### 4.3 Criação de base de dados para manutenção preditiva

Após o desenvolvimento das instruções técnicas padronizadas, foi necessário reunir as informações dos ensaios que foram realizados ao longo dos anos nas usinas. Para isso, houve apoio da área de O&M das outras usinas em disponibilizar o histórico de dados para criar uma base de dados unificada de modo que fosse possível ser obtido a curva de tendência de cada ensaio para cada equipamento.

A base de dados foi feita utilizando o *software* Microsoft Excel, contendo as principais informações do equipamento como: complexo; usina; localização; número de série do equipamento; circuito, na qual ele está localizad; informações ambientais que auxiliem na elaboração de um parecer técnico, tais como: temperatura ambiente, umidade do ar e condições climáticas; e os dados dos ensaios.

Após reunir os históricos, criou-se um documento para as informações gerais e específicas de cada equipamento (Subseções 4.3.1 e 4.3.2).

#### 4.3.1 Transformadores elevadores

Os ensaios elétricos realizados para os transformadores de potência, que continham nos históricos, foram:

- Resistência ôhmica entre enrolamentos;
- Resistência ôhmica de isolamento;
- Fator de potência e
- Relação de transformação.

Os dados para os ensaios elétricos foram obtidos por meio do histórico das manutenções preventivas realizadas ao longo dos anos. A periodicidade das manutenções preventivas é diferente para cada complexo, portanto, alguns equipamentos possuem mais dados do que outros. Além dos ensaios elétricos para os transformadores de potência, os ensaios no óleo isolante possuem histórico contemplando os ensaios:

- Análise físico-química;
- Análise cromatográfica;
- 2-FAL;
- Teor de DBDS;
- Teor de toluotriazol e
- Teor de PCB.

Os dados da análise do óleo isolante foram obtidos por meio do histórico das coletas laboratoriais ao longo dos anos. Em condições normais, a análise físico-química e cromatográfica é feita anualmente, conforme ilustrado na figura 7.

Figura 7: Dados da análise cromatográfica de um dos equipamentos analisados.

COMPLEXO	USINA	Nº DE SÉRIE	LABORATÓRIO RESP	DATA COLETA	HIDROGENIO (H2)	DELTA H2	OXIGÊNIO (O2)	DELTA O2
JUQUIÁ	FRANÇA	119627	MGM	10/05/2018	72	0	20300	0
JUQUIÁ	FRANÇA	119627	MGM	25/04/2019	20	-52	12800	-7500
JUQUIÁ	FRANÇA	119627	MGM	20/05/2020	18	-2	10100	-2700
JUQUIÁ	FRANÇA	119627	MGM	06/05/2021	13	-5	7400	-2700
JUQUIÁ	FRANÇA	119627	MGM	24/06/2022	71	58	4600	-2800
JUQUIÁ	FRANÇA	119627	MGM	23/09/2022	6	-65	1500	-3100

Fonte: Da própria autora.

### 4.3.2 Equipamentos de manobra

Os ensaios elétricos realizados para disjuntores e seccionadores que continham nos históricos foram:

- Resistência de contato;
- Resistência de isolamento e
- Oscilografia de abertura e fechamento.

Os dados para os ensaios elétricos dos disjuntores e das seccionadoras foram obtidos por meio do histórico das manutenções preventivas realizadas. A periodicidade dessas manutenções é diferente entre os complexos e usinas, portanto, alguns equipamentos possuem mais dados do que outros. Os valores de referência foram obtidos com a obtenção dos manuais técnicos do fabricante de cada equipamento. A figura 8 ilustra os dados do ensaio de resistência de isolamento para um disjuntor de alta tensão.

Figura 8: Dados do ensaio de resistência de isolamento para disjuntor de alta tensão.

MODELO	EMP. AMBI	IDADE REL.	DIÇÕES CLIP	INSTRUMEN	ENSÃO DE T	MPO DE EN	FASE	CONEXÃO	MEDIÇÃO (M)
CS600	30	45	Ensolarado	MO 6394H	5	60	R	FASE x M	18000
CS600	30	45	Ensolarado	MO 6394H	5	60	S	FASE x M	17500
CS600	30	45	Ensolarado	MO 6394H	5	60	T	FASE x M	18500

Fonte: Da própria autora.

Após a obtenção da base de dados, padronizada por ensaio e segmentada por equipamento, o histórico, agora normatizado, foi importado para o *Power BI* para o desenvolvimento da ferramenta de análise (Seção 4.4).

### 4.4 Desenvolvimento de ferramenta para gestão de ativos

Com o histórico dos equipamentos finalizado, é possível ter um mapeamento da condição dos ativos com base nos dados obtidos ao longo dos anos. O *Power BI* é um *software* que auxilia bastante a visualização dos parâmetros dos ensaios e na obtenção de indicadores. Inicialmente, os dados são organizados e preparados no *Power Query* do *Power BI* [10], onde é possível realizar uma limpeza de nulos, possíveis erros que tenham entrado no histórico, para que a visualização dos parâmetros escolhidos consiga ser feita, conforme ilustrado na figura 9.

Figura 9: Histórico sendo organizado e preparado no *PowerQuery*.

	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> COMPLEXO	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> USINA	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> ID	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> IDENTIFICAÇÃO	1.2 TENSÃO PRIMÁRIA
1	JUQUIÁ	ALECRIM	SP-1.191	M2-T2	230
2	JUQUIÁ	ALECRIM	SP-1.191	M2-T2	230
3	JUQUIÁ	ALECRIM	SP-1.191	M2-T2	230
4	JUQUIÁ	ALECRIM	SP-1.191	M2-T2	230
5	JUQUIÁ	ALECRIM	SP-1.191	M2-T2	230
6	JUQUIÁ	ALECRIM	SP-1.191	M2-T2	230
7	JUQUIÁ	ALECRIM	SP-1.191	M2-T2	230

Fonte: Da própria autora.

Após a preparação dos dados, esses são aplicados no modelo do *Power BI* e a partir daí começa o desenvolvimento da ferramenta. A ferramenta possui como objetivo principal a visualização do histórico da condição dos ativos, como mencionado nas Seções 3.2.2 e 3.2.3. Quando possível, a classificação dos ativos é realizada da seguinte forma:

- **NORMAL:** Equipamento operando com desempenho satisfatório e sem necessidade de alterar a periodicidade de intervenção;
- **ATENÇÃO:** Equipamento com desempenho sob suspeita, com risco potencial em evoluir para desempenho insatisfatório e operação crítica. Necessidade de uma avaliação técnica para entender o contexto operacional e avaliação dos resultados para obtenção de parecer técnico;
- **ALARME:** Equipamento com desempenho insatisfatório, cuja falha pode trazer impactos para o sistema, impactos financeiros e/ou representar riscos à operação. Necessidade de alterar a periodicidade de intervenção, parecer técnico e, a depender da gravidade, retirar o ativo de operação para investigação.

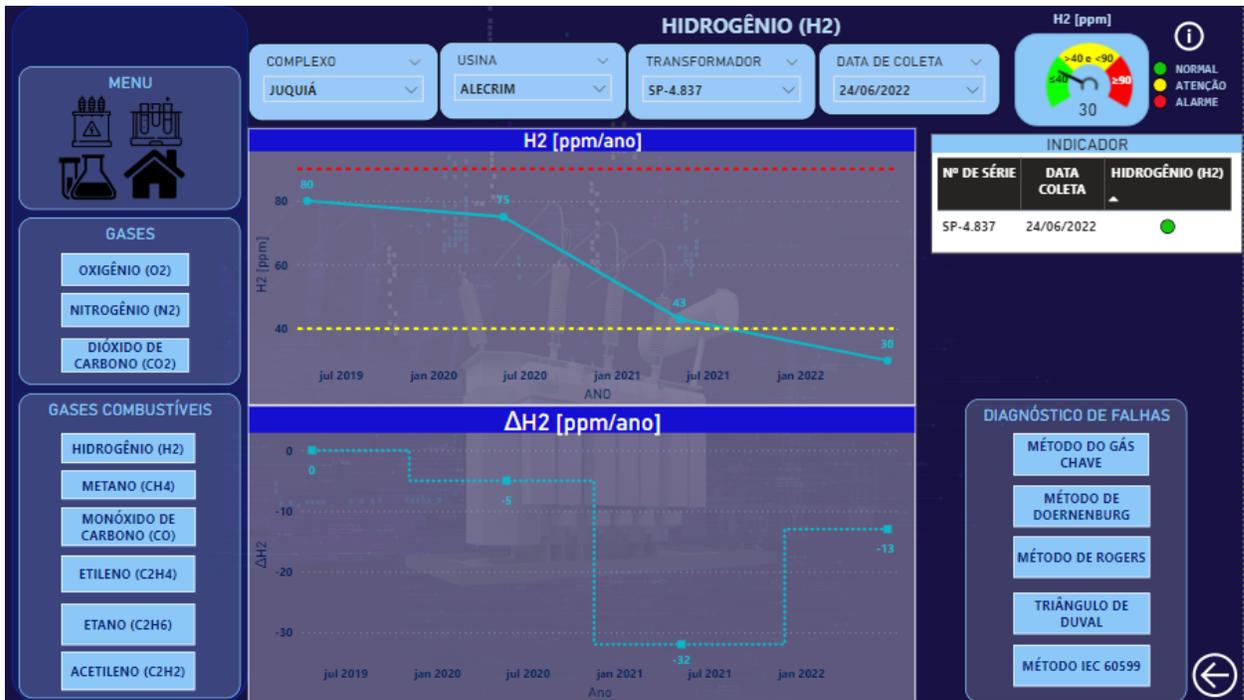
Como a ferramenta está em sua fase inicial, a criticidade dos equipamentos foi baseada unicamente em sua avaliação técnica baseada em normas técnicas, manuais de operação e estudos aprofundados sobre o tema. O *Power BI* possui programação semelhante ao *Excel* e a classificação supracitada é baseada na seguinte lógica se:

*Se o valor for menor que o mencionado na norma, então é classificado como **NORMAL**. Caso esteja dentro de uma faixa de valores igual, ou acima, ao determinado por norma está em **ATENÇÃO**. Caso esteja acima de todas essas faixas de valor, entra em condição de **ALARME**, cabendo um estudo mais aprofundado para saber sua criticidade real levando em consideração aspectos de saúde, segurança e meio ambiente.*

Toda ferramenta de análise, incluindo a preparação dos dados pra histórico da manutenção preditiva e a interface gráfica foram elaborados pela estagiária durante o estágio na empresa. A intenção é que a interface gráfica possua um aspecto visual simples, com enfoque nos dados e ensaios realizados. Na figura 10, é possível ver o resultado visual da página referente à análise cromatográfica do gás combustível Hidrogênio. Na parte de cima da tela, filtra-se entre os complexos, usinas, transformadores e datas disponíveis, bem como é possível visualizar em um gráfico, tipo velocímetro, em que condição o equipamento se encontra.

O gráfico tipo velocímetro é interessante nessa situação, pois é capaz de visualizar não somente a classificação do equipamento, mas o quão distante está do próximo indicador, pois isso pode influenciar no período até a próxima manutenção. À direita na figura 10 se localiza um menu, onde o usuário pode navegar para obtenção de outros parâmetros. Ao centro, tem-se a curva de tendência do parâmetro. Nesse caso, o gás hidrogênio. O gráfico ilustrado representa como esse parâmetro se comportou ao longo do tempo. Essa variação, além de ser importante para análise de alguns parâmetros, pode ser um indicativo de falhas nas amostras.

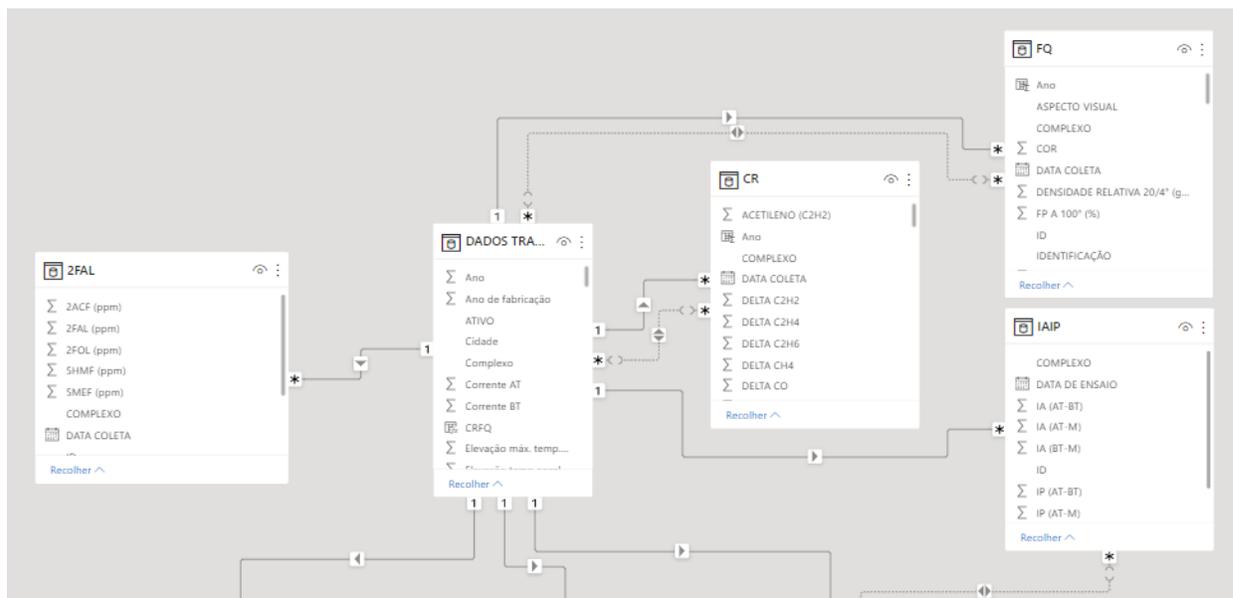
Figura 10: Ferramenta de análise.



Fonte: Da própria autora.

Cada planilha do *Excel*, correspondente a um ensaio, gera então uma classificação do equipamento e todos eles estão relacionados com o mapeamento dos transformadores, como é exibido na figura 11. O relacionamento no *Power BI* serve para fazer com que os dados das tabelas se relacionem. A planilha principal, a que se encontra no centro da figura 11, mapeia os dados básicos dos transformadores elevadores das usinas, tais como: dados de placa, localização, se está em operação ou não. As planilhas periféricas, as que se conectam com a planilha central, contêm os dados dos ensaios. A relação é, então, de um para muitos [10].

Figura 11: Relacionamento entre os parâmetros.



Fonte: Da própria autora.

Cada ensaio gera um indicador (seja ele **NORMAL**, **ATENÇÃO** ou **ALARME**). A lógica para classificação do equipamento é baseada na seguinte lógica *booleana*:

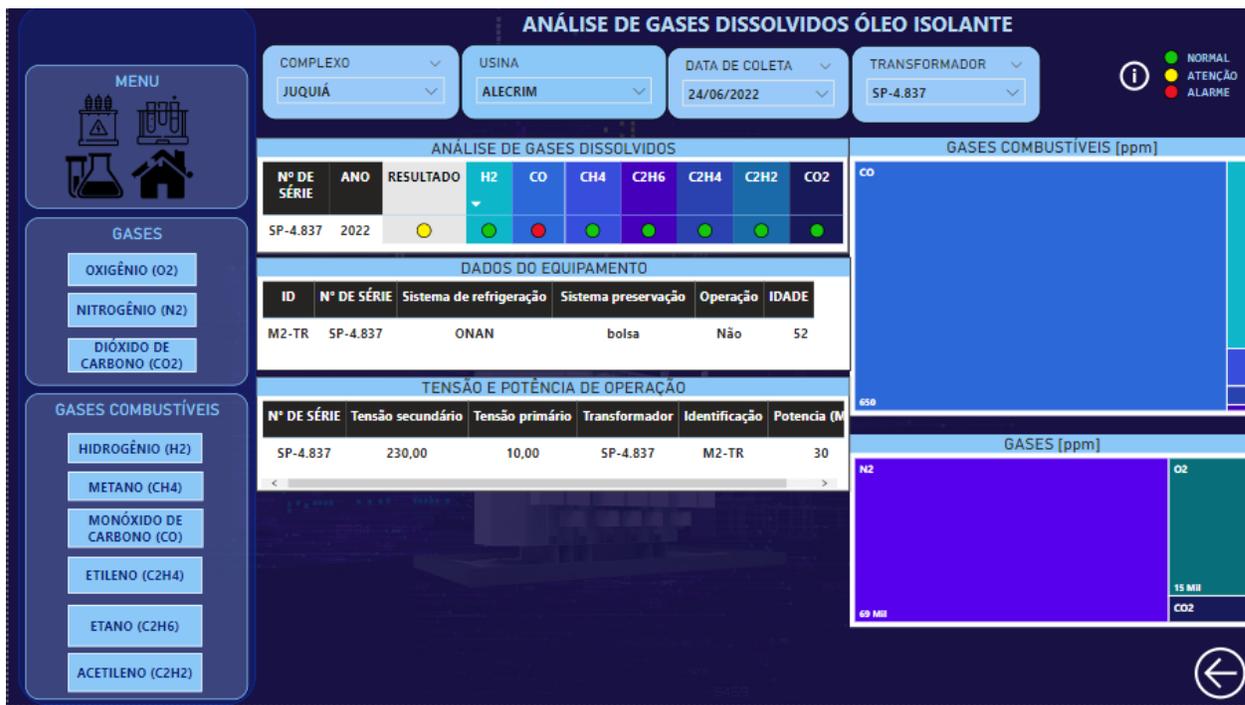
**Se** todos os ensaios gerarem um indicador **NORMAL**, então o equipamento será classificado como normal;

**Se** pelo menos um ensaio gerar um indicador **ALARME**, ou **ATENÇÃO**, esse será o pior caso, então o equipamento será classificado como **ALARME**, ou **ATENÇÃO**, cabendo um estudo aprofundado para avaliar a real criticidade do equipamento.

Na figura 12, é possível observar essa lógica implementada. Por norma, o gás não combustível monóxido de carbono não é responsável por gerar níveis críticos imediatos aos transformadores, em uma análise de gases dissolvidos [11]. Portanto, esse transformador está classificado como **ATENÇÃO**, cabendo um parecer técnico responsável sobre a condição desse transformador. Após a criação das páginas para visualização de cada ensaio, é possível obter uma visualização gerencial sobre os equipamentos monitorados, onde as informações são exibidas de forma sucinta sobre a condição dos ativos.

Na figura 13, na parte de cima, é possível filtrar o complexo, a usina e o ano que se deseja visualizar o monitoramento dos ativos. No lado esquerdo, encontram-se quantos equipamentos foram monitorados, dentre eles quantos se encontram em operação, e quais estão fora de manutenção (sejam eles em reserva, reparo ou fora de operação). Ao centro da tela, visualizam-se as classificações dos transformadores e, logo abaixo, um gráfico do tipo barra dividindo a classificação por idade. Sabe-se que a idade dos equipamentos influencia no tipo de falha [5], portanto, esmiuçar detalhes para classificação é importante em uma visualização geral. À esquerda da tela, tem-se um menu onde é possível navegar entre os ensaios disponíveis para o equipamento e gráficos do tipo rosca onde se visualiza a quantidade de classificações entre o total de equipamentos e quantos desses equipamentos estão fora da vida útil [12].

Figura 12: Análise de gases dissolvidos.



Fonte: Da própria autora.

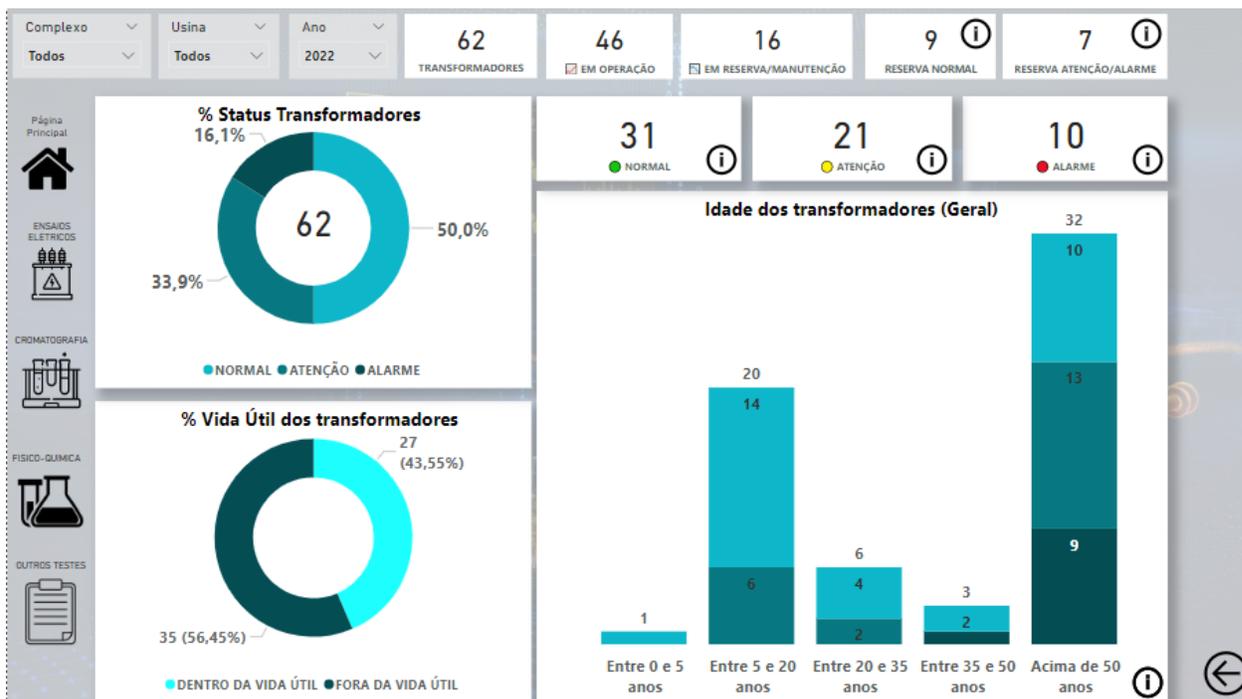
A ferramenta então se mostra como um passo importante para o início do mapeamento da gestão de ativos. Sabe-se que alguns valores podem se alterar, a depender do equipamento e das condições ambientais [13], portanto, apesar da ferramenta ser um passo importantíssimo para uma manutenção preditiva, ela não exclui a análise de um especialista na área para determinação da real condição do equipamento, bem como um parecer técnico responsável.

#### 4.5 Participação em eventos sobre confiabilidade e manutenção preditiva

Com a conclusão da ferramenta de análise, o trabalho foi submetido ao II Fórum de Confiabilidade da CBA, que ocorreu no dia 26 de outubro de 2022. O projeto foi um dos 35 selecionados, dentre os expostos no dia, e foi o único que teve como líder de equipe um estagiário. A participação no fórum consolidou os conhecimentos que foram adquiridos ao longo do estágio, bem como abriu oportunidades para participação em outros congressos sobre o tema.

Com o desenvolvimento da instrução de trabalho e da ferramenta também foi possível a participação em congressos sobre manutenção preditiva em transformadores de potência. No dia 13 de outubro de 2022, ocorreu um evento presencial sobre "Seminário e Monitoramento e Diagnóstico de Transformadores", que aconteceu em Florianópolis, Santa Catarina. No evento, foi possível discutir sobre temas relacionados à manutenção preditiva de transformadores com outras empresas do setor elétrico.

Figura 13: Exibição geral da ferramenta de análise.



Fonte: Da própria autora.

#### 4.6 Elaboração de protocolos de ensaios

Com a conclusão da instrução técnica, também é necessário a padronização dos protocolos de ensaio. Pois, dessa forma, garante-se que mesmo que uma equipe terceirizada realize a manutenção preventiva, os dados necessários, o modo como o ensaio será realizado e a conversão de dados estarão corretos. Desenvolveu-se, então, protocolos padronizados para transformadores de alta tensão referentes aos ensaios de relação de transformação, resistência ôhmica de enrolamento e isolamento, conforme ilustrado na figura 14.

O protocolo tem informações gerais, necessárias para identificação local do equipamento (complexo, usina e o circuito no qual está inserido), identificação técnica (dados de placa do equipamento) e identificação do ensaio (instrumento utilizado, tensão de teste, temperatura ambiente), por exemplo.

Figura 14: Protocolo para transformadores de alta tensão.

 **TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA DE ALTA TENSÃO**

DADOS GERAIS			
COMPLEXO:	CIDADE:	UF:	DATA:
LOCALIZAÇÃO:	CIRCUITO:		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS / DADOS DE PLACA			
FABRICANTE:	IMPEDÂNCIA:		
MODELO:	FREQUÊNCIA:		
ALTA TENSÃO:	CONEXÃO:		
BAIXA TENSÃO:	FLUIDO ISOLANTE:		
POTÊNCIA:	VOLUME:		
NÚMERO DE SÉRIE	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA COBRE:		
ENSAIO: RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO DE ESPIRAS			
MÉTODO DE ENSAIO: 5356-1	INSTRUMENTO:	TEMP. MEIO ISOLANTE IND.:	
ALTA TENSÃO (V):	TEMP. AMB.:	TEMP. MEIO ISOLANTE MED:	
BAIXA TENSÃO (V):	UMIDADE RELT. DO AR:	TAPE:	
<i>CONEXÃO                      MEDIÇÃO                      REF. 75°C</i>			

Fonte: Da própria autora.

## 5 Conclusões

O estágio na Companhia Brasileira de Alumínio foi extremamente importante para o desenvolvimento pessoal e profissional do estagiário. A inserção no ambiente empresarial e em um setor diferente do dia-a-dia universitário, como é o setor de operação e manutenção, proporcionou novos desafios e aprendizados ao longo do estágio. Foi possível utilizar alguns conhecimentos adquiridos no Curso de Graduação, como nas disciplinas: Máquinas Elétricas, Materiais Elétricos, Equipamentos Elétricos e Sistemas Elétricos.

Durante o estágio, foi possível expandir conhecimentos em diversas áreas principalmente na área de gestão de manutenção e, principalmente, consolidar conhecimentos técnicos presenciando a rotina em campo, que é extremamente importante para um aluno em final de curso. Entre outras mencionadas ao longo deste relatório, as seguintes habilidades (*skills*) geram amadurecimento contínuo e melhor capacitação para inserção no mercado de trabalho: tomada de decisão em situações conflitantes, comunicação com outras áreas em prol de algo maior, comunicação em equipe e com fornecedores.

Os valores e a cultura da empresa geraram um ambiente respeitoso e descontraído, gerando um bom ambiente para aprendizado. O trabalho em equipe, o valor das relações interpessoais, o foco em resultados, transparência e a busca por superar desafios foram valores importantes para o desenvolvimento pessoal e profissional.

A área de O&M é uma área tradicional e que ganha ainda mais evidência no contexto atual do mercado de trabalho. Isso ocorre porque a área de manutenção está intrinsecamente ligada ao conceito de gestão de ativos, em especial, porque empresas do setor energético buscam representatividade feminina no setor energético [14].

## Referências

- [1] “ABAL – Estatísticas Nacionais Alumínio Primário,” <https://abal.org.br/estatisticas/nacionais/aluminio-primario/producao-mensal/>, acesso em 15 de novembro de 2022.
- [2] Legado das Águas: Reserva Votorantim. <https://legadodasaguas.com.br/usinas/>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- [3] CBA Energia. <https://ri.cba.com.br/energia-2/>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- [4] R. F. Silva, “Estrutura de gerenciamento de manutenção para a gestão de ativos físicos,” 2022. [Online]. Available: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3151/tde-12082022-101810/fr.php>
- [5] J. F. Fonseca, “Elementos de manutenção de transformadores de potência,” 2014. [Online]. Available: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/capelo/2015-05-04/000810886.pdf>
- [6] C. Ducharme, “Modelagem e otimização do programa de manutenção de transformadores de potência,” 2012. [Online]. Available: <http://pee.ufrj.br/teses/?Resumo=2012071001>
- [7] M. Sellitto, M. Borchardt, and D. Araújo, “Manutenção centrada em confiabilidade: aplicando uma abordagem quantitativa,” *Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (Enegep)*, pp. 1–8, 2002.
- [8] R. A. B. Lima, “Avaliação da condição e criticidade de transformadores e autotransformadores isolados a óleo,” 2021. [Online]. Available: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/214021/lima\\_rab\\_cc\\_lha.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/214021/lima_rab_cc_lha.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- [9] T. B. S. Costa and M. A. Mendes, “Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de ishikawa e método dos 5 porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura,” *Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPROD)*, 2018.
- [10] C. Webb and C. C. Limited, *Power query for power BI and Excel*. Springer, 2014, vol. 1.
- [11] M. J. Lin *et al.*, “A new approach with three dimension figure and ansi/ieee c57. 104 standard rule diagnoses transformer’s insulating oil,” *Engineering*, vol. 6, no. 12, p. 841, 2014.
- [12] M. A. G. Martins, “Gestão da vida útil dos transformadores,” *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, vol. 21, no. 3-4, pp. 2–9, 2009.
- [13] N. A. Gómez Gómez, “Diagnóstico de falhas em transformadores isolados com óleo vegetal isolante a partir da análise de gases dissolvidos,” 2013. [Online]. Available: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32014/R%20-%20D%20-%20NEFFER%20ARVEY%20GOMEZ%20GOMEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] M. Torres, “ComCiência – Revista Eletrônica de Jornalismo Científico: Mulheres ocupam só 32 dos cargos no setor de energia renovável,” <https://www.comciencia.br/mulheres-ocupam-so-32-dos-cargos-no-setor-de-energia-renovavel/>, acesso em 15 de novembro de 2022.