



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

EDUARDO PEREIRA TOMAZ

**ESTUDO DE ADEQUAÇÃO NORMATIVA DE SUBESTAÇÕES DE MÉDIA
TENSÃO DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO CEARÁ**

FORTALEZA

2023

EDUARDO PEREIRA TOMAZ

ESTUDO DE ADEQUAÇÃO NORMATIVA DE SUBESTAÇÕES DE MÉDIA TENSÃO
DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO CEARÁ

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

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral da
Câmara

Fortaleza

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)

T615e Tomaz, Eduardo Pereira.

Estudo de adequação normativa de subestações de média tensão de uma indústria têxtil do Ceará /
Eduardo Pereira Tomaz. – 2023.

110 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. Subestações. 2. Segurança. 3. Normas regulamentadoras. I. Título.

CDD 621.3

À Deus

Aos meus pais, Edmar e Raimunda.

A minha avó, Leise (in memoriam).

À minha esposa, Emanuela.

À meus familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado forças e sabedoria para enfrentar todas as adversidades e concluir essa etapa da minha vida.

A minha família, por todo incentivo e apoio em todos os momentos. Em especial aos meus pais Edmar e Raimunda, por todo incentivo e apoio incondicional, por acreditarem nos meus sonhos e fornecerem ajuda a torná-los realidade. Ao meu irmão Ricardo, pela amizade e companherismo.

À minha esposa Emanuela, por me apoiar e incentivar durante o curso e na realização desse trabalho.

Aos meus amigos, Demison Monteiro e Diego Rodrigues por todos os momentos de amizade e descontração durante a graduação. Em especial a dupla que caminhou comigo por todo o curso Jessiano Freire e Leandro Costa, por todo apoio, incentivo e companherismo nos trabalhos e projetos ao longo da graduação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara por todo apoio e confiança depositados em mim e pela disponibilidade para me ajudar a tornar esse trabalho realidade. A todos os professores do departamento de engenharia elétrica da UFC por todos os conhecimentos transmitidos.

Ao meu supervisor de estágio, Eduardo Almeida Cabral por todo apoio na realização desse trabalho, tanto na coleta de dados quanto em suporte técnico quando foi necessário. Sua dedicação e seus ensinamentos permitiram não somente o meu crescimento acadêmico, mas também o meu crescimento pessoal e profissional.

Por fim, agradeço de forma antecipada aos membros da banca pelo tempo cedido para avaliar o presente trabalho.

A todos vocês, o meu muito obrigado!

“O que nos coloca em problemas não é aquilo que não sabemos. É o que sabemos com certeza, e simplesmente está errado”

(Mark Twain)

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de adequação normativa de subestações de média tensão em uma empresa têxtil. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as normas que regulam as instalações elétricas de média tensão e os serviços em eletricidade. Além disso, foi fundamental realizar um estudo dos equipamentos que compõem as subestações elétricas e dos riscos da energia elétrica. É importante ressaltar que adequar-se à regulamentação significa preservar a saúde e a segurança dos trabalhadores e, ao mesmo tempo, garantir uma economia significativa de custos com processos trabalhistas. Como resultado, foi elaborado um *checklist* para possibilitar uma análise focada na segurança de operação e manutenção das subestações. Com isso, obteve-se uma avaliação mais clara dos pontos de não conformidade normativa, e foi possível efetuar realizar uma análise quantitativa da situação atual das subestações do setor de fiação da planta industrial. Por fim, são apresentadas propostas de melhoria para a correção de cada irregularidade identificada e registrada fotograficamente.

Palavras-chave: Subestações; Segurança; Normas regulamentadoras.

ABSTRACT

This work presents a study on the normative adequacy of medium voltage substations in a textile company. To accomplish this, a literature review was conducted on the regulations that govern medium voltage electrical installations and electrical services. Additionally, it was crucial to study the equipment that constitutes the electrical substations and the risks associated with electrical energy. It is important to emphasize that compliance with regulations means preserving the health and safety of workers while also ensuring significant cost savings in labor processes. As a result, a checklist was developed to enable a focused analysis on the safety of operation and maintenance of the substations. This provided a clearer assessment of the points of non-compliance with regulations, and it was possible to carry out a quantitative analysis of the current situation of the substations in the spinning sector of the industrial plant. Finally, improvement proposals are presented to address each identified irregularity, which were also documented photographically.

Keywords: Substations; Safety; Regulatory standards

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caminhos da corrente elétrica através do corpo humano	19
Figura 2 - Disjuntor de Média Tensão.....	24
Figura 3 - Transformador de Potência.....	24
Figura 4 - Transformador de Corrente.....	25
Figura 5 - Transformador de Potencial.....	25
Figura 6 – Relé de Proteção.....	26
Figura 7 - Painel de MT.....	28
Figura 8 – Painel de MT.....	28
Figura 9 - Componentes de um Cabo Unipolar.....	28
Figura 10 - Chave Seccionadora.....	29
Figura 11 - Entrada da Subestação	43
Figura 12 - Corredor subestação 3.....	44
Figura 13 - Corredor apertado na subestação 1	45
Figura 14 - Abertura sem proteção subestação 3.....	45
Figura 15 - Subestação 7 internamente.....	46
Figura 16 - Exemplo de subestação com demarcações	47
Figura 17 - Diagrama unifilar da subestação 1	48
Figura 18 - Passagem de Cabos Subestação 3	50
Figura 19 - Tela plástica sobre os painéis	50
Figura 20 - Relé Primário	52
Figura 21 - Painel com cabos sem identificação	53
Figura 22 - Chave seccionadora sem identificação por cor.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos no corpo humano para choques elétricos com correntes de intensidades distintas.....	19
Tabela 2 - Resultado do Estudo de Conformidade Normativa das Subestações de MT	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Checklist para Avaliação das Subestações de Média Tensão	34
Quadro 2 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 1.	63
Quadro 3 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 2.	70
Quadro 4 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 3.	77
Quadro 5 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 4.	84
Quadro 6 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 5.	91
Quadro 7 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 6.	98
Quadro 8 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 7.	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BT	Baixa Tensão
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ET.	Especificação Técnica
GVO	Grande Volume de Óleo
MT	Média Tensão
NR	Norma Regulamentadora
NT	Norma Técnica
PVO	Pequeno Volume de Óleo
SEP	Sistema Elétrico de Potência
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa.....	15
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 Metodologia	17
1.4 Estrutura do Trabalho.....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. Introdução	18
2.2 Riscos Provenientes de Eletricidade.....	18
2.2.1 Choque Elétrico.....	18
2.2.2 Arco Elétrico.....	20
2.3 Subestações	21
2.3.1 Classificação de Subestações.....	21
2.3.1.1 Tensão de Operação.....	21
2.3.1.2 Funcionalidade	22
2.3.1.3 Posição no Sistema de Distribuição.....	22
2.3.1.4 Instalação	23
2.3.2 Equipamentos.....	23
2.3.2.1 Disjuntores.....	23
2.3.2.2 Transformadores de Potência.....	24
2.3.2.3 Transformadores de Instrumento	25
2.3.2.4 Relés	25
2.3.2.5 Barramentos	26
2.3.2.6 Para-raios.....	26
2.3.2.7 Painéis Elétricos	27
2.3.2.8 Condutores.....	28

2.3.2.9 Chave seccionadora	29
2.4 Regulamentação	30
2.4.1 NR 10.....	30
2.4.2 NR 23.....	31
2.4.3 ABNT NBR 5410	32
2.4.4 ABNT NBR 14039	32
3. METODOLOGIA.....	33
3.1 Introdução	33
3.2 Checklist.....	33
3.3 Inspeções	39
4. ESTUDO DE CASO	41
4.1 Introdução	41
4.2 Resultados <i>Checklist</i>	41
4.3 Principais Ações de Adequação	42
4.3.1 Sala da Subestação.....	42
4.3.1.1 Entrada, portas e janelas.....	42
4.3.1.2 Corredores	44
4.3.1.3 Delimitação de Segurança	46
4.3.2 Diagrama Unifilares.....	47
4.3.3 Iluminação e Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio	48
4.3.3.1 Iluminação	48
4.3.3.2 Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio	49
4.3.4 Aterramento	51
4.3.5 Painéis e Proteção de SEP	51
4.3.5.1 Relés de Proteção	51
4.3.5.2 Painéis	52
4.3.5.2.1 Identificação	53
4.3.5.2.1 Proteção de Arcos Elétricos	53
4.3.6 Seccionamento	54

4.3.7 Manutenção	55
4.3.8 EPIs.....	56
5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	58
5.1 Conclusão.....	58
5.2 Trabalhos futuros.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 1.....	63
APÊNDICE B – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 2.....	70
APÊNDICE C – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 3.....	77
APÊNDICE D – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 4.....	84
APÊNDICE E – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 5.....	91
APÊNDICE F – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 6.....	98
APÊNDICE G – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 7.....	105

1. INTRODUÇÃO

A eletricidade é um pilar fundamental para o desenvolvimento industrial e econômico de um país, pois possibilita a automação de processos produtivos, aumentando a eficiência e reduzindo custos. Por isso, é crucial que as indústrias possuam um fornecimento estável, confiável e, acima de tudo, seguro, para garantir a continuidade de suas atividades, segurança de seus funcionários e o crescimento econômico do país.

A eletricidade não é perceptível aos sentidos humanos. Dessa forma, a segurança e a saúde das pessoas que são expostas à energia elétrica direta ou indiretamente pode ser comprometida, pois podem ignorar ou subestimar os riscos dessa fonte de energia (Zancheta, 2002). Por conseguinte, se torna necessário maior investimento na prevenção de acidentes, tanto tornando o ambiente de trabalho mais seguro, quanto conscientizando os trabalhadores sobre a forma correta e segura de realizar o serviço.

Segundo a ABRACOPEL (2023), em 2022 ocorreram 9 mortes por choque elétrico entre eletricitas profissionais que atuam em empresas e 42 mortes de funcionários ou operários. Esses dados destacam a necessidade de um sistema elétrico seguro para proteger os trabalhadores de acidentes. Para tanto, é crucial que as instalações industriais sigam rigorosamente as normas de segurança para minimizar os riscos.

Portanto, é necessário que as indústrias atuem na identificação e gestão dos riscos envolvidos no processo de distribuição e consumo de energia elétrica. Isso se deve ao fato de que acidentes de origem elétrica podem ocasionar danos aos trabalhadores, além de prejuízos financeiros para as empresas, como perda de produtividade, despesas jurídicas com processos e multas aplicadas por órgãos fiscalizadores. Esses impactos negativos podem afetar significativamente a saúde financeira das empresas envolvidas (Brenner, 2013).

Levando em consideração que quanto maior a tensão de exposição, maiores os danos que podem ser causados, tanto patrimoniais quanto físicos. Neste trabalho, o foco será abordar a segurança de operação em subestações. Além disso, avaliar o que precisa ser corrigido para tornar o ambiente mais seguro seguindo as normas regulamentadoras e técnicas vigentes.

1.1 Justificativa

A conformidade normativa é um requisito fundamental para garantir a segurança em instalações elétricas, como as subestações de média tensão. No contexto da indústria têxtil, onde há um grande consumo de energia elétrica e várias subestações internas de

responsabilidade da empresa, a avaliação de conformidade dessas subestações se torna ainda mais relevante.

Com base nessa premissa, o presente estudo tem como objetivo analisar a conformidade normativa das subestações de média tensão de uma indústria têxtil do Ceará. Foram verificados os aspectos técnicos e regulamentares exigidos pelas normas, bem como os procedimentos de manutenção e segurança adotados pela empresa.

A pesquisa contribuirá para identificar possíveis falhas ou não conformidades nas subestações e fornecerá dados para a implementação de medidas corretivas, visando garantir a segurança dos trabalhadores. Além disso, os resultados obtidos poderão servir como referência para os setores de manutenção e engenharia da empresa.

1.2 Objetivos

A seguir são apresentados os objetivos gerais e específicos.

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho visa desenvolver um estudo de adequação normativa de subestações de média tensão em uma empresa têxtil do Ceará. Com isso, o projeto poderá ser utilizado como base na adequação das subestações existentes, assim como, na construção de novas subestações.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são enumerados a seguir:

1. Desenvolvimento de um *checklist* normativo que possibilita, averiguar a situação das subestações.
2. Verificar a situação das subestações quanto às normas;
3. Realizar uma proposta com adequações necessárias para atender as normas vigentes;

1.3 Metodologia

A metodologia deste trabalho tem como base a hipótese de que os riscos de segurança inerentes as subestações elétricas podem ser minimizados ao modificar os pontos que estão em desacordo com as normas.

Para viabilizar a análise da hipótese, é necessário utilizar um instrumento físico, que neste trabalho foi desenvolvido por meio de um *checklist* com 51 pontos de atenção para as subestações de média tensão.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos. No capítulo 1, são expostas a justificativa, os objetivos, a metodologia e a estrutura do trabalho. Nele também é demonstrado a importância da segurança em subestações elétricas e suas implicações.

O capítulo 2 apresenta o embasamento teórico, com definições e explicações sobre subestações e as normas que regulamentam os trabalhos e projetos em instalações elétricas de média tensão. Além disso, são esclarecidos alguns dos principais riscos dos trabalhos em eletricidade.

O capítulo 3 descreve a metodologia aplicada no trabalho. Além disso, é apresentado o *checklist* adotado para fornecer uma análise quantitativa das não conformidades encontradas nas subestações avaliadas.

O capítulo 4 apresenta o estudo de caso, com as subestações que apresentam irregularidades, e propõe medidas para adequá-las, tornando-as locais mais seguros.

Por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões deste trabalho e seus resultados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, são apresentados conceitos para o desenvolvimento e aplicação do estudo apresentado.

2.1. Introdução

Neste capítulo, é apresentada a fundamentação teórica sobre os riscos provenientes da eletricidade, subestações e seus equipamentos. Além disso, são expostas as normas que regulamentam os serviços e projetos em eletricidade e que devem ser adotadas na construção, manutenção, projetos e serviços em subestações de energia elétrica.

2.2 Riscos Provenientes de Eletricidade

A energia elétrica é reconhecida há certo tempo como um grande perigo no ambiente de trabalho, pois essa fonte de energia possui uma peculiaridade, que é não ser perceptível aos sentidos humanos. Os três principais riscos provenientes de eletricidade são choque elétrico, arco elétrico e explosão gerada por arco elétrico.

2.2.1 Choque Elétrico

O choque elétrico ocorre quando o corpo de uma pessoa completa o caminho de passagem elétrica entre dois condutores energizados de um circuito ou entre um condutor energizado e uma superfície ou objeto aterrado (NEITZEL, 2009). É importante ressaltar que todas as atividades biológicas do corpo humano são controladas por impulsos elétricos.

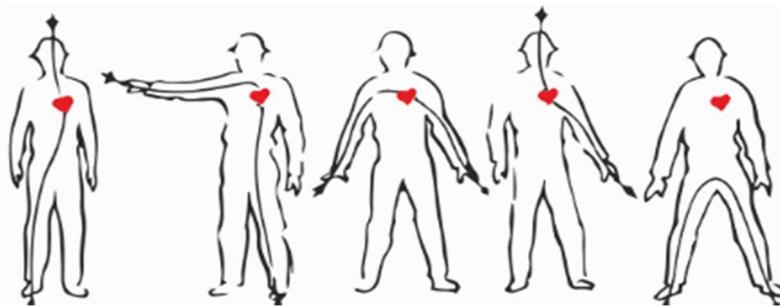
A ocorrência de corrente elétrica externa provoca alterações nas funções vitais do corpo humano, que, dependendo da intensidade e duração da corrente elétrica, podem levar à morte. Os danos de um choque elétrico vão desde um leve formigamento até graves queimaduras, amputações de membros, parada respiratória ou, em casos mais graves, a morte (SANTOS, 2012).

A gravidade de um choque elétrico está atrelada a alguns fatores, como as características da corrente elétrica, o caminho da corrente através do corpo, a duração do contato e resistência do corpo humano, pois há variação da resistência caso a pele esteja seca ou molhada (NEITZEL, 2009).

As características da corrente elétrica são um fator que tem grande influência na gravidade do choque elétrico. A intensidade da corrente, associada ao tempo de exposição do corpo humano, é um fator determinante para o nível das lesões.

Outro fator que contribui de forma significativa para a gravidade do choque elétrico são os caminhos que a corrente percorre através do corpo humano, sendo os mais graves aqueles em que a corrente passa pelo coração, gerando fibrilação ventricular. A Figura 1 mostra alguns caminhos que a corrente pode percorrer através do corpo humano.

Figura 1 - Caminhos da corrente elétrica através do corpo humano



Fonte: Dipolo Elétrico (2014).

A resistência oferecida pelo corpo humano à passagem de corrente é outro fator que influencia significativamente a gravidade de um choque elétrico. Essa resistência, que ocorre principalmente na camada externa da pele, é conhecida como resistência de contato. Em condições normais, a pele seca e sem ferimentos possui uma resistência de 100.000 Ohms. No entanto, quando molhada, o que pode ocorrer devido ao suor dos funcionários ou umidade do ambiente, a resistência do corpo diminui para aproximadamente 1.000 Ohms (CPNSP, 2005). Nessa situação, os choques elétricos nessa condição podem ter sua intensidade elevada.

Além disso, a Tabela 1 apresenta os valores e os efeitos no corpo humano para diferentes valores de corrente. Ao analisar esses valores, é possível perceber que até mesmo uma pequena corrente elétrica fluindo através do corpo humano pode causar morte ou sérios danos à saúde das pessoas envolvidas.

Portanto, é de suma importância que as instalações elétricas possuam mecanismos de segurança para atenuar e/ou prevenir os riscos e os efeitos de contatos acidentais, como a adequada implementação do aterramento, proteção adequada das partes energizadas dos quadros elétricos e a adoção de procedimentos operacionais a serem seguidos por profissionais habilitados que realizam serviços no sistema.

Tabela 1 – Efeitos no corpo humano para choques elétricos com correntes de intensidades distintas

CORRENTE	EFEITO
1 mA	Pouco perceptível
1-3 mA	Limite de percepção (maioria dos casos)
3-9 mA	Sensações dolorosas
9-25 mA	Contrações musculares (Não sendo possível soltar)
25-60 mA	Paralisia respiratória (pode ser fatal)
60mA-4A	Fibrilação Ventricular (provavelmente fatal)
4-5 A	Paralisia cardíaca (fatal)
5A ou mais	Queima de tecido (fatal se órgão vital)

Fonte: NEITZEL (2009), com alterações.

2.2.2 Arco Elétrico

O arco elétrico é um fenômeno que ocorre quando há passagem de corrente elétrica pelo ar, devido ao rompimento da rigidez dielétrica do mesmo. Esse fenômeno libera uma grande quantidade de energia, resultando em uma fonte de calor extremamente alta, capaz de atingir temperaturas de até 35.000 °C (DAS, 2020).

A elevação de temperatura gerada pelo arco elétrico provoca ondas de pressão devido à expansão do ar. Arcos elétricos de alta intensidade, originados de média e alta tensão, podem danificar equipamentos e fazer com que o metal se fragmente e seja projetado em várias direções.

Tendo em vista que a exposição do corpo humano a uma temperatura de 960 °C por um décimo de segundo já causa queimaduras de terceiro grau, em que os danos ao tecido humano são irreparáveis, a exposição ao arco elétrico, que gera uma temperatura muito superior a isso, pode ocasionar morte instantânea (NEITZEL, 2009).

Por fim, a melhor maneira de evitar esse perigo é manter-se afastado de componentes energizados, principalmente durante a operação de dispositivos de desconexão. É de suma importância exigir que os profissionais habilitados realizem trabalhos envolvendo eletricidade somente após realizar a desenergização adequada dos componentes e circuitos elétricos, conforme os procedimentos estabelecidos no item 10.5.1 da NR10. Caso a desenergização não seja possível, é necessário exigir o uso de todos os EPIs necessários para execução da atividade. Além disso, a área deve ser isolada para reduzir as chances de ferimentos ou mortes.

2.3 Subestações

“Subestação é um conjunto de condutores, aparelhos e equipamentos destinados a modificar as características da energia elétrica (tensão e corrente), permitindo sua distribuição aos pontos de consumo em níveis adequados de utilização.” (Mamede, 2017, p. 577). Dessa forma, as subestações são a parte central de um sistema elétrico. Portanto, é de grande importância investir na modernização e adequação para dispor de um sistema elétrico seguro e confiável.

As funções básicas de uma subestação são garantir a interligação dos sistemas de energia elétrica, melhorar a qualidade de energia e proteger a integridade física do sistema e das pessoas (MARTINS, 2020). Para tanto, as subestações devem possuir dispositivos de proteção capazes de detectar diferentes tipos de falta no sistema e isolar os trechos onde elas ocorrem.

2.3.1 Classificação de Subestações

Este tópico apresenta as principais características para classificações das subestações, que, em resumo, são: tensão de operação, funcionalidade, instalação e posição dentro do sistema de distribuição.

2.3.1.1 Tensão de Operação

As definições de baixa, média, alta e extra alta tensão são citados de maneiras diferentes em algumas normas e resoluções. Sendo assim, existem definições que se complementam no que tange à classificação dos níveis de tensão. Dessa forma, baixa tensão é entendida como tensão superior a 50 V e inferior a 1000 V em corrente alternada ou superior a 120 V e inferior a 1500 V em corrente contínua, entre fases ou entre fases e terra (Ministério do Trabalho e Previdência, 2004).

Além disso, a média tensão pode ser definida como uma tensão superior a 1 kV e inferior a 36,2 kV (ABNT NBR 14039, 2021). Vale destacar que a ANEEL estabelece níveis de tensão de distribuição diferentes dos supracitados. Assim, ela define a baixa tensão como tensão inferior a 2,3 kV, a média tensão como uma tensão superior a 2,3 kV e igual ou inferior a 69kV. Além disso, alta tensão é definida como tensão superior a 69 kV e inferior a 230 kV (ANEEL, 2022).

2.3.1.2 Funcionalidade

De acordo com Mamede Filho (2021), pode-se classificar as subestações também quanto a sua funcionalidade, dividindo-as em subestação de manobra e subestação de transformação, que por sua vez, pode ser dividida quanto ao fluxo de potência.

Subestação de manobra é utilizada para efetuar a manobras ou seccionamento de circuitos elétricos para manutenção em linha e controle de falhas. Este tipo de subestação não altera as características de tensão e corrente.

As subestações de transformação têm como função transformar o nível de tensão, aumentando ou reduzindo-o. Assim, podem ser divididas em subestações elevadoras e abaixadoras. As subestações elevadoras estão localizadas nas saídas de usinas geradoras e têm como papel principal elevar a tensão para que a corrente diminua e seja possível realizar a transmissão de eletricidade com condutores de menor espessura e com menos perdas. As subestações abaixadoras estão localizadas próximas aos centros de carga e têm como função reduzir a tensão de distribuição e consumo para níveis mais seguros ao consumidor.

2.3.1.3 Posição no sistema de distribuição

A posição da subestação no sistema distribuição de energia elétrica influencia diretamente em sua função e gera classificações como subestação central de transmissão, subestação receptora de transmissão, subestação de subtransmissão e subestação de consumidor.

A subestação central de transmissão está localizada nas proximidades das usinas de geração de energia elétrica e tem com finalidade elevar o nível de tensão fornecido pelos geradores para níveis de distribuição. A subestação receptora de transmissão está localizada nas proximidades dos grandes blocos de cargas e está diretamente conectada por meio da linha de transmissão à subestação central de transmissão. Além disso, é responsável por alimentar as subestações de subtransmissão que estão localizadas no centro de um grande bloco de carga (MAMEDE, 2013).

A subestação de consumidor está localizada em propriedade particular e é suprida diretamente pelas subestações de subtransmissão (MAMEDE, 2013). Essas subestações são responsáveis por suprir diretamente as cargas das empresas ou indústrias. Por fim, vale ressaltar que as subestações de consumidor de uma empresa têxtil são o foco deste trabalho.

2.3.1.4 Instalação

Podem ser divididas em abrigadas, ao tempo e em conjunto blindado. As subestações abrigadas são aquelas construídas em locais protegidos das ações climáticas e normalmente são utilizadas próximas ao centro de carga. Já as subestações ao tempo são construídas ao ar livre, sem proteção das ações do tempo. Assim, necessitam de equipamentos mais resistentes às ações climáticas adversas e requerem manutenção frequente.

As subestações blindadas são construídas em locais abrigados e também são denominadas como subestações compactas, pois utilizam o gás isolante SF₆ em invólucros metálicos que englobam chaves seccionadas, barramentos, transformadores de corrente e potencial, reduzindo o espaço ocupado pelos equipamentos e transformando-os em um único conjunto. No entanto, são subestações que possuem um custo elevado (MAMEDE, 2013).

2.3.2 Equipamentos

As subestações são compostas por diversos equipamentos, cujo objetivo é condicionar a potência em níveis de tensão e corrente adequados para atender as cargas da instalação. Dentre eles, destacam-se:

2.3.2.1 Disjuntores

Os disjuntores são equipamentos destinados à proteção contra sobrecorrentes. Vale destacar que, diferentemente dos disjuntores utilizados em baixa tensão, os disjuntores utilizados em subestações necessitam de uma unidade lógica de atuação. Dessa forma, eles devem sempre ser instalados em conjunto com relés que atuarão na detecção de anormalidades do sistema e podem enviar o sinal para abertura do disjuntor. Um disjuntor sem o seu respectivo relé é apenas uma chave de manobra, sem características de proteção (MAMEDE, 2013).

Esses equipamentos podem ser classificados de acordo com o material utilizado para interromper o arco elétrico gerado pela separação dos contatos no momento da abertura. Existem disjuntores a óleo (GVO - Grande Volume de Óleo ou PVO - Pequeno Volume de Óleo), a ar comprimido, a sopro magnético, a gás SF₆ e a vácuo (FRANÇA, 2012). A Figura 2, apresenta um disjuntor de MT.

Figura 2 - Disjuntor de Média Tensão



Fonte: Tecno Daher (2022).

2.3.2.2 Transformadores de Potência

O transformador é um equipamento de conversão de energia eletromagnética, cuja operação ocorre por meio de bobinas que transferem energia por indução eletromagnética, de um circuito chamado primário para um ou mais circuitos denominados secundário e terciário. A frequência se mantém inalterada nesse processo, mas tensão e corrente têm magnitudes diferentes (Mamede, 2013). Os transformadores podem ser divididos em duas classes: potência e instrumentos.

Os transformadores de Potência são equipamentos responsáveis por transformar os níveis de tensão elétrica, abaixando ou elevando a magnitude da tensão. Segundo Duailibe (1999), sem os transformadores de potência, o aproveitamento econômico da energia elétrica seria inviável, pois a adição desses equipamentos permitiu a transmissão em tensões cada vez mais altas, resultando grande economia nas linhas de transmissão, pois foi possível reduzir a seção transversal dos cabos. A Figura 3 apresenta um transformador de potência comercial.

Figura 3 - Transformador de Potência



Fonte: Transformador Elétrico (2023).

2.3.2.3 Transformadores de Instrumento

Os transformadores de instrumento são equipamentos responsáveis por reduzir a corrente ou tensão para níveis compatíveis com os valores de alimentação de relés e medidores. Esses dispositivos incluem os transformadores de corrente (TC) e transformadores de potencial (TP) (Duailibe,1999). As figuras 4 e 5 apresentam exemplos de TC e TP comerciais.

Figura 4 - Transformador de Corrente



Fonte: Eletrotrafo (2023).

Figura 5 - Transformador de Potencial



Fonte: Acabine Materiais Elétricos (2023).

2.3.2.4 Relés

Estes equipamentos compactos têm como objetivo detectar qualquer condição anormal à operação da subestação, através de dados analógicos obtidos do sistema por meio dos TPs e TCs, acionando o disjuntor no menor tempo possível e, assim, diminuindo o tempo de exposição do sistema e de pessoas a uma situação de falta, que muitas vezes podem ocasionar acidentes e danos ao sistema (GIROUX, 2012). Por isso, os relés são considerados um dos equipamentos mais importantes da subestação, pois são essenciais na proteção da subestação.

Os relés podem ser equipados com diversas funções de proteção ANSI, dependendo de sua finalidade, das quais algumas merecem destaque: (50) função de sobrecorrente instantânea, (51) função de sobrecorrente temporizada, (50N) função de sobrecorrente instantânea de neutro, (51N) função de sobrecorrente temporizada de neutro, (86) bloqueio, (67) direcional de sobrecorrente. A Figura 6 mostra um relé de proteção de MT.

Figura 6 – Relé de Proteção



Fonte: Sieletric Sistemas Elétricos LTDA (2023).

2.3.2.5 Barramentos

Os barramentos são componentes nos quais converge todo fluxo de corrente da fonte de alimentação, sendo os responsáveis pela distribuição de corrente para diversos circuitos de carga que estão conectados (MAMEDE,2013). Esses equipamentos são compostos por condutores nus, normalmente em formato retangular ou circular, instalados no interior dos quadros de subestação e possuem impedância desprezível.

No entanto, eles podem apresentar isolamento em determinados trechos, cuja proximidade com massas metálicas (energizadas ou não) pode representar riscos de arco elétrico, energização com indução de tensão de contato indevida e riscos prejudiciais aos operadores e outros componentes da instalação.

2.3.2.6 Para-raios

É um equipamento utilizado para proteger os diversos equipamentos que compõem uma subestação contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas ou por chaveamento na rede. Os para-raios limitam as sobretensões a um valor máximo, e esse valor é considerado como o nível de proteção que esse equipamento oferece ao sistema (MAMEDE, 2013).

Os para-raios que protegem equipamentos elétricos contra descargas atmosféricas utilizam as propriedades de não linearidade dos elementos fabricados para conduzir as correntes de descarga associadas às tensões induzidas na rede e, em seguida, interromper as correntes subsequentes. Atualmente, existem dois elementos de característica não lineares capazes de desempenhar as funções mencionadas: o carbonato de silício e o óxido de zinco (MAMEDE, 2013).

Os para-raios de carbonato de silício são constituídos por um centelhador formado por vários *gaps* em série com um resistor linear composto por carbonato de silício, possuindo

corpo de porcelana ou polimérico, desligador automático, protetor contra sobretensão e mola de compressão (MUZY, 2012). Esse equipamento, devido a o carbonato de silício, é capaz de conduzir alta corrente de descarga com baixas tensões residuais. No entanto, oferece alta impedância à corrente subsequente fornecida pelo sistema. (MAMEDE, 2013).

Os para-raios de óxido de zinco utilizam o óxido de zinco como resistor não linear e, diferentemente dos para-raios de carbonato de silício, não possuem centelhador. Além disso, são compostos por corpo de porcelana ou polimérico e contador de descarga. Esses equipamentos possuem vantagens em relação aos para-raios de carbonato de silício, sendo uma delas a não existência de transitórios em sua curva de atuação, uma vez que não possuem centelhadores (MAMEDE, 2013).

2.3.2.7 Painéis Elétricos

Painéis elétricos são um conjunto de equipamentos de proteção, medição e manobra conectados a um ou mais barramentos no interior de um invólucro metálico (BARROS & GEDRA, 2015).

O nível de tensão do painel é definido pelo nível dos dispositivos contidos em seu interior. Sendo assim, caso as especificações de tensão dos equipamentos estejam abaixo de 1 kV, é considerado de baixa tensão (BT), e caso esteja entre 1 e 36,2 kV, é denominado painel de média tensão (MT), e assim sucessivamente.

Os painéis são responsáveis por direcionar o fluxo de potência, interligar circuitos de carga no mesmo nível de tensão e, além disso, permitir o seccionamento de circuitos, possibilitando a energização e deserenergização de trechos dos circuitos (KAGAN, 2015).

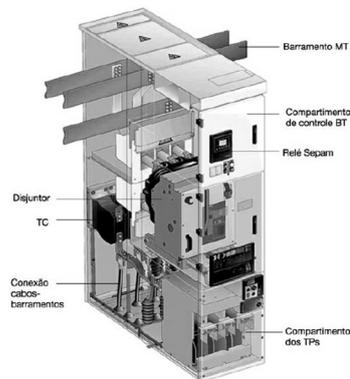
Vale salientar a importância de os painéis serem construídos para suportar os arcos elétricos que possam surgir como resultado das correntes de curto-circuito em qualquer parte interna, a fim de proteger os operadores (MAMEDE, 2013). Nas figuras 7 e 8 são mostrados exemplos de painéis de baixa tensão e média tensão.

Figura 7 - Painel de MT



Fonte: MAMEDE (2013).

Figura 8 – Painel de MT

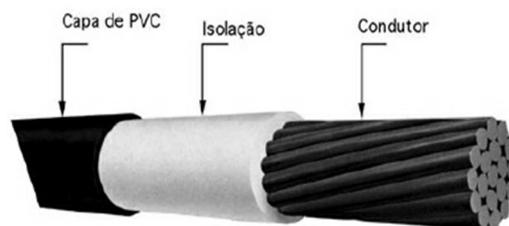


Fonte: MAMEDE (2013).

2.3.2.8 Condutores

Os condutores de energia são o meio pelo qual a eletricidade é transportada de uma determinada fonte até a carga. O material mais amplamente utilizado em sistemas de potência é o alumínio, devido ao seu baixo custo em comparação com o cobre. Vale ressaltar que existem vários tipos de isolamento fabricados com termoplásticos e termofixos, sendo as principais o PVC, EPR, HEPR, EPR 105 E XLPE (MAMEDE, 2013). A Figura 9 mostra a composição de um cabo unipolar.

Figura 9 - Componentes de um Cabo Unipolar



Fonte: MAMEDE (2013).

2.3.2.9 Chave seccionadora

Chaves seccionadoras dispositivos mecânicos de manobra capazes de abrir e fechar circuitos. Na posição aberta, interrompem a passagem de corrente no circuito, e na posição fechada, mantêm a continuidade do circuito. Esses equipamentos são utilizados em subestações para permitir manobras em circuitos sem carga, isolando disjuntores, transformadores e barramentos para execução de atividades de manutenção. Além disso, podem ser usadas para transferência de carga entre barramentos (MAMEDE, 2013).

Esses equipamentos não são recomendados para operação com carga, pois provocam desgaste nos contatos e colocam em risco a vida do operador. Portanto, deve existir sinalização próxima à alavanca de acionamento com a informação: “Esta chave não deve ser manobrada em carga” (ABNT NBR 14039, 2021).

Ademais, deve ser utilizada a sinalização visual com as cores: vermelha para contatos fechados e verde para contatos abertos, com objetivo de proporcionar a rápida compreensão ao profissional habilitado e evitar erros de operação que possam afetar a segurança e a saúde do profissional (ABNT NBR 14039).

Por fim, a ET 942 da Enel-CE exige, conforme item 7.8.1.10-b, a utilização de mecanismos de bloqueio do punho de manobra com cadeado ou bloqueio Kirk, sistema de aterramento acoplado, intertravamento mecânico e a existência de dispositivos de abertura em carga.

Além disso, a chave deve ser projetada para suportar esforços resultantes de solicitações eletrodinâmicas. Vale destacar que o cumprimento dessas exigências garante maior segurança ao profissional habilitado, uma vez que mecanismos como o intertravamento previnem o acionamento inadvertido do sistema. A Figura 10 mostra um exemplo de chave seccionadora comercial de MT.

Figura 10 - Chave Seccionadora



Fonte: Costa (2011).

2.4 Regulamentação

Existem várias normas que regulam o trabalho em subestações elétricas, das quais merecem destaque: NR-6, NR-10, NR-23 e ABNT NBR 14039. No estado do Ceará, as especificações técnicas exigidas pela concessionária de eletricidade, Enel-CE, para projeto de subestações são a ET 942/2021 para fornecimento primário até 34,5 kV e a ET 407/2019 para fornecimento em alta tensão.

Outras normas relevantes são: ABNT NBR 16295:2014, que trata de Luvas de borracha isolante, classe 2 (17 kV) ou classe 3 (26,5 kV), a serem utilizadas em postos onde a tensão nominal é de 13,8 kV ou 23 kV; ABNT NBR 13231, que trata da proteção contra incêndios em subestações elétricas; ABNT NBR 12693, que trata de sistemas de proteção por extintores de incêndio; ABNT NBR 15809, que trata de extintores sobre rodas com capacidade de 50 kg; e ABNT NBR 15808, que trata de extintores de incêndio portáteis. Além disso é importante ressaltar a importância do cumprimento das exigências contidas no Código de Obras do Município e pelo Corpo de Bombeiros.

Por fim, é importante destacar que pelo inciso VIII do artigo 39 da Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990 é vedado a os fornecedores de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas:

VIII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro); (Lei Nº 8.078/90, artg. 39, inc. VIII)

Com isso, a não observância das normas técnicas ocasiona violação da Lei nº 8.078/90 e pode gerar vários problemas para a empresa, como multas, por exemplo.

2.4.1 NR 10

A Norma Regulamentadora de número 10 foi instaurada pelo até então Ministério do Trabalho em 1978, sob o título “Instalações e Serviços de Eletricidade”, e passou por quatro revisões ao longo dos anos, tendo a revisão atual o título “Segurança em Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade”.

Essa norma, é responsável por regulamentar todos os trabalhos que envolvem eletricidade garantido a segurança dos trabalhadores. Vale ressaltar, que o descomprimento

desta norma pode ocasionar multas, embargo ou interdição do estabelecimento (Ministério do Trabalho e Previdência, 2004).

Segundo o Ministério do Trabalho e Previdência (2004, p. 1),

10.1.2 Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis (NR 10, 2004, p. 1).

Com isso, o item 10.1.2 atribui força de lei às normas técnicas estabelecidas que ditam requisitos mínimos para todas as etapas de serviços, instalações e projetos envolvendo eletricidade. Fica claro, portanto que o descumprimento de normas técnicas como ABNT NBR 14039 e ABNT NBR 5410 gera, automaticamente, violação da NR 10, resultando em penalidades para a empresa.

2.4.2 NR 23

A exemplo da NR 10, a Norma Regulamentadora número 23 também foi instituída em 1978 pelo Ministério do Trabalho. Seu objetivo é estabelecer medidas de prevenção contra incêndios em ambientes de trabalho, possuindo força de lei e prevendo punições em caso de descumprimento.

Segundo o Ministério do Trabalho e Previdência (2022, p. 1),

23.3.1 Toda organização deve adotar medidas de prevenção contra incêndios em conformidade com a legislação estadual e, quando aplicável, de forma complementar, com as normas técnicas oficiais (NR 23, 2022, p. 1).

Diante do exposto, a NR 23 torna obrigatório adotar medidas de prevenção contra incêndios de acordo com a legislação estadual. Entre as normas técnicas exigidas pelo Corpo de Bombeiros do Ceará, destaca-se a NT004/2008, que regulamenta o sistema de proteção por aparelhos extintores e que exige obrigatoriamente a presença de aparelhos extintores de gás carbônico em subestações.

Por fim, outras normas que abordam a proteção contra incêndios são: ABNT NBR 13231, que trata da proteção contra incêndios em subestações elétricas; ABNT NBR 12693, que trata de sistemas de proteção por extintores de incêndio; ABNT NBR 15809, que trata de extintores sobre rodas com capacidade de 50 kg; e ABNT NBR 15808, que trata de extintores de incêndio portáteis.

2.4.3 ABNT NBR 5410

A NBR 5410 trata das especificações técnicas mínimas para serviços ou projetos realizados em baixa tensão, a qual, segundo a própria norma, é considerada uma tensão inferior a 1000 V. Dessa forma, ela contém procedimentos que devem ser adotados para proporcionar maior segurança tanto para pessoas quanto para o sistema elétrico.

2.4.4 ABNT NBR 14039

A NBR 14039 estabelece as especificações mínimas para o projeto e a execução de instalações elétricas de média tensão, com uma tensão nominal entre 1 kV e 36,2 kV, com o objetivo de garantir a segurança e a continuidade do serviço das instalações de forma ininterrupta (NBR 14039, 2021). Neste trabalho, foram utilizados vários itens dessa norma para avaliar as subestações de média tensão da empresa têxtil quanto à segurança das pessoas e à continuidade do serviço.

3. METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia utilizada para a coleta e uso dos dados a fim de gerar uma análise quantitativa, com o objetivo de obter uma visualização mais eficaz das irregularidades para correção.

3.1 Introdução

O objetivo deste estudo é examinar as instalações elétricas das subestações de uma indústria têxtil, de acordo com as normas específicas em vigor para esse tipo de instalação. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico das normas e materiais relacionados ao assunto. Na sequência, foi elaborado um *checklist* com perguntas formuladas a partir da legislação.

Além disso, foi realizado um estudo de caso com inspeções nas subestações para avaliar e analisar as instalações de acordo com a lista de verificação criada. Os dados coletados foram organizados e as irregularidades nas subestações foram identificadas, e tiveram propostas de solução. Isso tornará mais fácil identificar em quais pontos e em quais subestações a empresa tem mais irregularidades, possibilitando focar recursos para solucionar os maiores problemas primeiro.

3.2 Checklist

Como forma de nortear e quantificar o processo de identificação de não conformidades, foi elaborado um *checklist* baseado no trabalho de Santos (2012), com perguntas formuladas através das normas regulamentadoras e normas técnicas. O *checklist* desenvolvido segue no Quadro 1. Por fim, a partir dos dados coletados e com auxílio do *software* Excel foi possível fazer a análise quantitativa das subestações.

Quadro 1 - Checklist para Avaliação das Subestações de Média Tensão

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? Item 10.10.1-c – NR-10			
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? Item 9.1.6 – NBR 14039			
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? Item 9.1.9 – NBR 14039 Item 10.3.9 –d – NR-10			
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? Item 9.1.9 – NBR 14039 Item 10.3.9-d – NR 10			
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? Item 9.22 – NBR 14039			
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? Item 9.2.1.4 - NBR 14039			
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? Item 9.2.1.3 - NBR 14039			
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? Item 4.3 – NBR 14039 Item 4.2.6 – NBR 5410			
9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? Item 8.2.2.2 – NBR 14039 Item 10.4.4.1			

DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>			
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>			
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>			
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>			
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>			
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>			
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>			
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>			
ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES

18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>			
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>			
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>			
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>			
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>			
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>			
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>			
25	NBR 14039	Caso o tópico 15 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 5.3.4.1 - NBR 14039</i>			

26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>			
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? <i>Item 6.1.5.1 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.– IEC 60439</i>			
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com tag number, cores ou anilhas? <i>Item 6.1.5.3 – NBR 14039</i>			
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? <i>Item 7.6.4 – IEC 60439</i>			
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? <i>Item 10.2.8.2</i>			
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>			
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>			
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? <i>Item 5.9- f – NBR 14039</i>			
34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>			
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>			

36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? Item 10.3.9 - NR 10			
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? Item 10.10.1 - NR 10			
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? Item 10.10.1 - NR 10			
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039			
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? Item 10.3.9 - NR 10			

TRANSFORMADORES

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? Item 5.8 – NBR-14039 Item 10.12 - NR 10			
42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? Item 5.8 – NBR 14039			
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? Item 8.2.2 – NBR 14039			

MANUTENÇÃO

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
---------	-------------------	-------------------	----------	-------------	---------------

44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? Item 10.4.4 - NR 10			
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? Item 8.2 – NBR 14039 Item 10.4.4 - NR 10			
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? Item 8.2 – NBR 14039 Item 10.4.4 - NR 10			
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? Item 10.5.1 - NR 10			
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? Item 8.2.2 – NBR 14039			
EPI'S					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? Item 5.7.1 - NBR 14039			
50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10			
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10			

Fonte: Santos (2012), com alterações.

3.3 Inspeções

As inspeções foram realizadas por meio de visitas técnicas as subestações, no qual foram realizados registros fotográficos. Assim, foi catalogado o que está adequado e

inadequado de acordo com a regulamentação. Além disso, foram adicionadas observações e recomendações em alguns pontos. Por fim, são feitas sugestões de adequações para os itens que estão inadequados com as normas, buscando garantir mais segurança aos operadores e as subestações.

4. ESTUDO DE CASO

Este capítulo aborda, a aplicação da metodologia descrita no capítulo 3 em uma planta industrial.

4.1 Introdução

No estudo de caso, foram realizadas inspeções com o objetivo de coletar dados sobre a situação das subestações no que tange a conformidade normativa. A partir do *checklist* apresentado no Quadro 1 e aplicado nas inspeções das 7 subestações de média tensão do setor de produção de fiação da empresa, foi possível quantificar as inadequações. Nesse tópico, serão apresentadas todas as anormalidades encontradas, bem como possíveis soluções e medidas que podem ser adotadas para corrigir os problemas.

4.2 Resultados Checklist

O resumo dos resultados obtidos no estudo é apresentado na Tabela 2, na qual é possível analisar que, entre os itens avaliados as subestações têm, em média, menos de 60% de conformidade com as normas vigentes.

Portanto, fica claro que as subestações precisam passar por um processo de adequação, pois as divergências encontradas e expostas no tópico 4.3 deste trabalho evidenciam que as subestações de média tensão inspecionadas não garantem de forma efetiva a segurança dos colaboradores, assim como a segurança de operação.

Tabela 2 - Resultado do Estudo de Conformidade Normativa das Subestações de MT

ÁREA	ITENS AVALIADOS	ITENS ADEQUADOS	ITENS INADEQUADOS	ITENS ADEQUADOS PARCIALMENTE	ITENS NÃO APLICAVÉIS	PROPORÇÃO DE ADEQUAÇÃO
SUBESTAÇÃO 1	51	29	12	8	2	56,86%
SUBESTAÇÃO 2	51	29	12	8	2	56,86%
SUBESTAÇÃO 3	51	29	13	9	0	56,86%
SUBESTAÇÃO 4	51	30	12	8	1	58,82%
SUBESTAÇÃO 5	51	28	13	8	2	54,90%

SUBESTAÇÃO 6	51	29	13	7	2	58,82%
SUBESTAÇÃO 7	51	29	12	8	2	56,86%
PROPORÇÃO DE ADEQUAÇÃO MÉDIA						57,42%

Fonte: Autor.

4.3 Principais ações de adequação

Este tópico apresenta irregularidades encontradas durante as inspeções, bem como propõe soluções para a correção dos problemas.

4.3.1 Sala da Subestação

O ambiente da sala da subestação foi dividido em diversos tópicos, a fim de proporcionar uma visão mais detalhada do ambiente e permitir um maior foco em todas as possíveis irregularidades em relação as normas.

4.3.1.1 Entrada, portas e janelas.

De acordo com o item 10.10.1 da NR10, é obrigatória a sinalização adequada e identificação das subestações. Além disso, conforme o item 9.1.6 da NBR 14039, é obrigatória a existência de sinalização que restrinja a entrada de pessoas não autorizadas. Somente é permitida a entrada de pessoas qualificadas, ou seja, aquelas com conhecimentos técnicos ou experiência suficiente para evitar os perigos da eletricidade, e/ou pessoas devidamente informadas sobre os riscos da eletricidade e supervisionadas por pessoas qualificadas.

A Figura 11 foi registrada na entrada da subestação de número 7, mas todas as subestações visitadas apresentam o mesmo problema. Embora a subestação esteja identificada, não há sinalização de bloqueio para pessoas não autorizadas. Para cumprir a norma, é de suma importância implementar a sinalização de bloqueio para pessoal não autorizado.

Figura 11 - Entrada da Subestação



Fonte: Autor.

O item 9.2.2 da NBR 14039 e reforçado pela ET942, exige que as subestações abrigadas sejam equipadas com portas metálicas de dimensões mínimas de 0,8 m x 2,10 m, com abertura para fora. Essa exigência é atendida em todas as subestações.

De acordo com o item 7.8.15 da ET 942, é exigido como forma de impedir a entrada de corpos estranhos que as janelas utilizadas para iluminação natural sejam fixas e protegidas por telas metálicas com malha de abertura de no mínimo 5 mm e do máximo 13 mm. Vale ressaltar que essa proteção tem como objetivo principal impedir a entrada de animais que possam causar curtos-circuitos. Essa exigência foi atendida nas subestações 3 e 4, que são as únicas visitadas que continham janelas, contudo maioria das subestações não possuem ventilação natural ou forçada.

Além disso, é essencial que as subestações tenham ventilação para permitir a troca de calor, conforme o item 9.2.1.4. Essa ventilação pode ser natural ou forçada, pois nas subestações ocorre a transformação de tensão para níveis de consumo, o que resulta em aumento de corrente e, conseqüentemente, em uma elevação de temperatura nos componentes de baixa tensão devido ao efeito Joule.

Na indústria, a maioria das subestações não possui ventilação natural ou forçada. Portanto, é necessário instalar janelas com telas ou outros mecanismos que permitam a entrada de ar na subestação para possibilitar a trocar de calor e manter a temperatura dos equipamentos estável, evitando superaquecimento e danos aos componentes ou pessoas.

4.3.1.2 Corredores

Manter os corredores das subestações desobstruídos é uma das disposições da regulamentação, estabelecida pelo item 8.2.2.2 da NBR 14039. Cumprir essa exigência é fundamental para possibilitar a evacuação rápida das pessoas em situações de emergência. Além disso, um ambiente mais organizado permite que a equipe de manutenção realize seu trabalho de forma eficiente e ágil.

É importante ressaltar que as subestações 3, 4, 5 e 6 não estão em conformidade com a norma, pois apresentam diversos materiais obstruindo os corredores. A Figura 12 foi fotografada na subestação 3, onde é possível observar a dificuldade de circulação devido ao corredor estar sendo utilizado como depósito. Essa situação expõe os trabalhadores a um alto risco.

Figura 12 - Corredor subestação 3



Fonte: Autor.

Outro problema identificado foi a presença de corredores estreitos na subestação 1. De acordo com o item 9.2.1.2 da NBR 14039, a regulamentação exige que os corredores das subestações tenham uma dimensão mínima de 0,70 m para permitir a circulação rápida de pessoas em caso de emergência. No entanto, como pode ser observado na Figura 13, essa exigência não foi atendida.

Figura 13 - Corredor apertado na subestação 1



Fonte: Autor.

Por fim, foi identificada outra irregularidade que coloca em risco a segurança dos profissionais habilitados foi encontrada na subestação 3. Nesse caso, a subestação apresenta uma abertura no piso que permite acesso aos cabos de média tensão sem a devida proteção ou isolamento. Isso representa um alto risco de acidentes nessa área, como pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 - Abertura sem proteção subestação 3



Fonte: Autor.

Portanto, é fundamental retirar os equipamentos e materiais em desuso dos corredores das subestações, além de realizar um projeto para determinar a melhor forma de

aumentar a dimensão dos corredores da subestação 1. Além disso, é de suma importância fabricar uma tampa adequada para a abertura no piso da subestação 3. Essas medidas são essenciais para garantir uma maior segurança aos colaboradores.

Por fim, vale ressaltar, diante do que foi exposto neste tópico, a integração do *checklist* desenvolvido neste trabalho com o conceito *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, que, é um processo criado para gerenciar informações em um projeto de construção em todo o seu ciclo de vida, tornaria a solução do problema de infraestrutura dos corredores da subestação mais tangível, além de possibilitar um maior controle de custos e prazos.

4.3.1.3 Delimitação de Segurança

De acordo com o item 10.10.1 da NR 10, é obrigatória a delimitação dos espaços da subestação. Essa demarcação é feita por meio de sinalização no piso, nas proximidades dos quadros elétricos, e tem como principal função estabelecer um limite de segurança para situações de quadro aberto, vistoriais ou manutenção, proporcionando visibilidade do espaço que garante segurança ao profissional.

A Figura 15 foi fotografada na subestação 7, mas nenhuma das subestações avaliadas possui delimitação. Por fim, a Figura 16 apresenta um exemplo de demarcação para ambientes de subestações que pode ser utilizado nas subestações da indústria, atendendo a NR10.

Figura 15 - Subestação 7 internamente



Fonte: Autor.

Figura 16 - Exemplo de subestação com demarcações



Fonte: PSO Engenharia Elétrica.

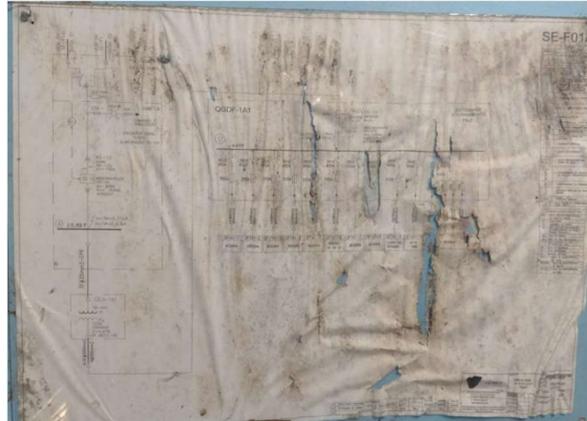
4.3.2 Diagrama Unifilares

Os diagramas unifilares são representações gráficas dos componentes elétricos, e contém apenas os principais componentes elétricos e contém apenas os principais elementos do circuito e a carga. Esses diagramas devem incluir os dados técnicos dos componentes, bem como as especificações das medidas de proteção instaladas. Além disso, é de suma importância que o diagrama unifilar contenha a especificação do sistema de aterramento adotado na instalação, pois esse elemento é fundamental importância para a segurança dos colaboradores e dos equipamentos (PEREIRA E SOUSA, 2010).

De acordo com o item 10.2.3 da NR10, as empresas são obrigadas a manter os diagramas unifilares de suas instalações elétricas sempre atualizados. Esses diagramas têm como principal objetivo simplificar toda a instalação e proporcionar uma visão mais ampla e rápida de todos os circuitos e cargas. Portanto, é fundamental manter o diagrama unifilar sempre atualizado para facilitar o trabalho de manutenção e operação.

Na maioria das subestações visitadas, os diagramas unifilares estão desatualizadas. Apenas a subestação 6 possui diagramas atualizados. Além disso, as subestações 3 e 1 estão com os diagramas em péssimo estado de conservação, como mostrado na Figura 17. Portanto, é de suma importância fabricar novos diagramas para essas subestações com urgência.

Figura 17 - Diagrama unifilar da subestação 1



Fonte: Autor.

Vale destacar que os diagramas unifilares não possuem prazo de validade, mas quaisquer alterações realizadas na instalação elétrica devem ser registradas e atualizadas nos diagramas unifilares.

Considerando que as empresas estão sujeitas a constantes mudanças, expansões e reformas, é fundamental que as atualizações sejam feitas pelo menos anualmente. Isso permitirá um trabalho mais rápido e com menos dificuldades. A empresa deve estabelecer um plano de ação para manter seus diagramas atualizados e evitar possíveis penalidades e multas. Além disso, é importante incluir esse trabalho no planejamento anual do departamento de manutenção elétrica.

4.3.3 Iluminação e Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

Este ponto do trabalho aborda os problemas identificados na iluminação e no sistema de detecção e alarme de incêndio das subestações. Além disso, propõe melhorias para solucionar os problemas encontrados.

4.3.3.1 Iluminação

As subestações requerem pelo menos 200 lúmens de iluminação artificial, de acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Devido ao alto risco, mesmo quando controlado, é de extrema importância ter um ambiente bem iluminado para garantir a segurança durante as operações e manutenções.

As subestações inspecionadas estão parcialmente em conformidade com esse

requisito mínimo estabelecido pelas normas. No entanto, nos cubículos de BT, localizados mais próximos ao chão, o nível de iluminância medido com um luxímetro estava entre 40 e 50 lúmens. Portanto, é necessário realizar um estudo luminotécnico mais aprofundado para proporcionar um ambiente mais iluminado e seguro para as atividades de operação e manutenção.

Conforme o item 9.2.1.3 da NBR 14039, as subestações devem ser equipadas com iluminação artificial com autonomia mínima de 2 horas. É importante destacar que esse requisito foi atendido, pois a iluminação desses ambientes é alimentada pelo circuito vigia proveniente do gerador.

4.3.3.2 Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

A NR 10, item 10.9.4, exige que áreas classificadas ou sujeitas a risco de incêndio ou explosões implementem um sistema de detecção e alarme de incêndio. As subestações, por serem áreas de alto risco, devem cumprir esse requisito. No entanto, as subestações visitadas não possuem um sistema operacional de detecção e alarme de incêndio.

Portanto, fica claro que essa é uma irregularidade que precisa ser corrigida com urgência, pois, na situação atual, seria difícil detectar um incêndio de forma rápida, aumentando o risco de agravamento da situação.

Outro ponto de não conformidade é a ausência de extintores de incêndio para uso em eletricidade, como extintores de dióxido de carbono ou pó, conforme exigido pelo item 4.2.1.10 da NT004/2008 do Corpo de Bombeiros do Ceará. Nas subestações visitadas, não há nenhum extintor de incêndio instalado.

Dessa forma, além da incapacidade de controlar incêndios em estágios iniciais, há o risco de serem apontadas irregularidade ou até mesmo a imposição de multas, em caso de inspeção promovida pelo Corpo de Bombeiros. A instalação de extintores de incêndio nessas áreas atenderia às exigências dos bombeiros e tornaria as subestações mais seguras

Além disso, é essencial que a passagem dos cabos elétricos no interior da subestação seja vedada com material isolante antichama, conforme exigido pela NBR 14039. Isso proporciona maior segurança ao sistema elétrico e à unidade consumidora, uma vez que, em caso de curto circuito, a instalação elétrica pode provocar incêndios. Com a vedação antichama, o fogo fica contido no local de origem, impedindo sua propagação para outros ambientes da indústria. Vale ressaltar que a subestação 3 não possui vedação com material isolante nas passagens dos cabos, o que representa um risco iminente que precisa ser solucionado. A Figura

18 ilustra esse problema.

Figura 18 - Passagem de Cabos Subestação 3



Fonte: Autor.

Por fim, é possível destacar a importância de garantir que as subestações de média tensão não contenham materiais que possam propagar incêndios ou facilitar a ocorrência de sinistros. No entanto, na subestação 3, há uma tela de plástico improvisada para a proteção contra infiltração, a qual está posicionada sobre as eletrocalhas e os painéis de média tensão, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Tela plástica sobre os painéis



Fonte: Autor.

Para solucionar o problema apresentado na Figura 19, é necessário realizar com urgência uma reforma na laje de cobertura da subestação 3, a fim de corrigir todas as infiltrações. Assim, sendo possível retirar as telas plásticas do ambiente e providenciando um local mais seguro contra incêndios.

4.3.4 Aterramento

O aterramento elétrico tem como principal função garantir a proteção da integridade física das pessoas, sendo responsável por transferir qualquer potencial de fuga de corrente para a terra. Além disso, é responsável por garantir a proteção de equipamentos e pessoas em caso de descargas atmosféricas na rede elétrica, pois proporciona um caminho de baixa resistência para a corrente. Outra função do aterramento é “descarregar” cargas estáticas acumuladas em carcaças de máquinas ou equipamentos para a terra (CAPELLI, 2000).

Tendo em vista, a importância do aterramento para a redução de acidentes fatais de origem elétrica, é fundamental que as subestações possuam um sistema de aterramento temporário, para ser utilizado em intervenções de manutenção ou expansão de carga nas subestações. O uso de aterramento temporário é um dos fatores primordiais para garantir um sistema desenergizado, como consta no item 10.5.1 da NR 10, pois proporciona um sistema seguro contra energização acidental.

A indústria possui o equipamento de aterramento temporário disponível, porém na planta existem apenas algumas unidades. Dessa forma, deve existir um mapeamento da localização do equipamento para que em caso de necessidade seja possível identificar com precisão e rapidez sua localização.

Por fim, outro ponto a ser destacado é a importância de as subestações possuírem um sistema de proteção contra descargas atmosféricas em consonância com a ABNT NBR 5419, pois isso garante que o sistema de proteção é adequado e seguro. É válido ressaltar que todas as subestações inspecionadas na fábrica contam com sistema de proteção contra descargas atmosféricas em conformidade com a ABNT NBR 5419.

4.3.5 Painéis e Proteção de SEP

Neste tópico, são apresentadas todas as irregularidades encontradas nos painéis e na proteção do sistema elétrico de potência (SEP).

4.3.5.1 Relés de proteção

A NBR 14039 exige, de acordo com o item 5.3.1.2, que subestações com capacidade instalada superior que 300 kVA tenham a proteção geral de MT realizada exclusivamente por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51 fase

e neutro. Além disso, o tópico 7.8.2.9 da ET 942, Enel-CE, reforça essa exigência. No caso das subestações inspecionadas, todas possuem carga superior a 300 kVA, porém, apenas a subestação 3 possui relés secundários.

É importante ressaltar que essas subestações foram colocadas em operação antes da NBR 14039 fazer essa exigência, portanto, não se considera irregularidade. No entanto, em caso de reforma, *retrofit* ou expansão de carga na subestação, é obrigatória a adaptação. Além disso, é importante destacar que o acionamento dos disjuntores de média tensão feitos através de relés secundários proporciona mais segurança e confiabilidade ao sistema, pois todas as calibrações, aferições e testes são realizados no secundário em baixa tensão.

Além disso, em termos de confiabilidade, há uma melhoria significativa devido à possibilidade de desenvolver uma coordenação mais adequada para o sistema de proteção da subestação, uma vez que os relés secundários permitem mais parâmetros de ajuste. Por fim, os relés primários existentes nas subestações representam um alto risco para manutenção, pois todo o processo de calibração, testes e aferição precisaria ser realizado em tensão primária. Na Figura 20, é possível observar o registro do relé primário de proteção da subestação 7.

Figura 20 - Relé Primário



Fonte: Autor.

4.3.5.2 Painéis

Neste tópico, são apresentadas todas as irregularidades encontradas nos painéis elétricos da subestação.

4.3.5.2.1 Identificação

A NBR 14039, no item 6.1.5, exige a correta identificação dos equipamentos, painéis e circuitos da subestação. A identificação adequada dos circuitos elétricos e componentes previne erros no desligamento de circuitos, seja por manutenção, manobra ou emergência.

Portanto, a identificação e organização adequadas geram um ambiente de trabalho mais seguro para os colaboradores. No entanto, foi observado que as subestações apresentam problemas na identificação de circuitos e cabos, como apresentado na Figura 21. Além disso, a identificação do nível de tensão dos painéis é precária em algumas subestações. Para solucionar essas questões, é necessário utilizar anilhas de identificação e *tag numbers* para circuitos, além de realizar a identificação do nível de tensão dos painéis por meio de sinalização adequada.

Figura 21 - Painel com cabos sem identificação



Fonte: Autor.

4.3.5.2.1 Proteção de Arcos Elétricos

De acordo com o item 5.9 da NBR 14039, os equipamentos que podem gerar arco elétrico em sua operação devem ser ensaiados para resistir a esse fenômeno. No entanto, foi observado que os painéis das subestações vistoriadas não possuem nenhuma identificação que comprove ensaios de resistência a arco elétrico. Portanto, é assumido que esses painéis não contam com a proteção necessária para garantir a segurança dos colaboradores contra sinistros.

Diante disso, é essencial realizar um planejamento para a troca e adequação dos quadros elétricos, visando proporcionar maior segurança aos funcionários e à unidade

consumidora. Esse planejamento deve considerar diversos aspectos importantes, principalmente a corrente de curto-circuito no barramento da subestação.

Além disso, os painéis elétricos não possuem um sistema de intertravamento que impeça a abertura do painel quando este está energizado. Isso permite que o painel seja aberto mesmo com o sistema energizado, aumentando o risco de arcos elétricos e acidentes. Portanto, é essencial a instalação de um sistema de intertravamento que bloqueie as portas dos painéis quando estiverem energizados.

Por fim, outro item importante para mitigar os problemas causados por arcos elétricos são os relés de detecção de arco. Esses relés utilizam tecnologia de detecção de luz e possuem uma atuação rápida e eficaz, proporcionando maior segurança para o sistema elétrico e para os colaboradores. É essencial que as subestações tenham esses dispositivos ou dispositivos similares instalados, conforme exigido pelo item 5.9-e da NBR 14039. No entanto, foi constatado que as subestações visitadas não contam com esse equipamento, sendo necessário implementar essa melhoria.

4.3.6 Seccionamento

A identificação de posição “ligado”, “bloqueado” e “desligado” em dispositivos de manobra é uma das exigências da regulamentação, presente tanto na NR 10 quanto na NBR 14039. Essa identificação deve obrigatoriamente ser feita por meio de letras e cores para possibilitar o rápido entendimento do operador. As cores adotadas devem ser vermelho para contatos fechados e verde para contatos abertos.

As subestações inspecionadas possuem o aviso, conforme ET 942 da Enel-CE, de que a chave seccionadora não pode ser manobrada em carga. No entanto, as subestações visitadas não apresentam identificação por cores para o sistema de seccionamento, sendo feita apenas por letras em material preto, como consta na Figura 22. Dessa forma, para facilitar o rápido entendimento do operador quanto à posição da chave e evitar falhas humanas na operação, é recomendado fazer a adaptação das cores nas sinalizações, atendendo assim à exigência da NBR 14039.

Figura 22 - Chave seccionadora sem identificação por cor



Fonte: Autor.

Outro ponto a ser destacado é a importância dos intertravamentos operacionais, que impedem a operação da alavanca de acionamento da chave seccionadora caso não sejam observados os procedimentos de segurança. Dessa forma, torna-se obrigatório seguir todos os procedimentos corretos, tanto para energizar quanto para desenergizar os trechos da subestação.

As subestações inspecionadas possuem um sistema de intertravamento em todas as suas chaves seccionadoras. No entanto, não há nenhuma instrução disponibilizada sobre a forma correta de operação das chaves nos locais. Portanto, em situações de manutenção, pode ocorrer uma demora excessiva para a realizar uma ação de desenergização, expondo o funcionário ao risco por mais tempo.

Por fim, é essencial criar e disponibilizar instruções de uso dos mecanismo de intertravamento, visando proporcionar maior segurança aos funcionários e cumprir as exigências da NR 10, presente no item 10.3.9.

4.3.7 Manutenção

A manutenção é um fator primordial para garantir a continuidade do serviço nas subestações, pois reduz significativamente o risco de paradas não programadas, evitando prejuízos que podem ser irreparáveis. Nesse sentido, é fundamental ter um cronograma de manutenção para as subestações que inclua manutenção preventiva e preditiva. Além disso, é necessário ter uma equipe de manutenção corretiva preparada para resolver problemas de forma

rápida e segura em casos de emergência.

As subestações visitadas possuem um cronograma anual de manutenção preventiva, no qual os dispositivos de proteção são inspecionados e ensaiados para verificar suas condições de funcionamento. Além disso, é realizada manutenção preditiva, que envolve inspeções com equipamentos de termografia para identificar possíveis pontos ou componentes com temperaturas diferentes do padrão do fabricante, que podem gerar problemas futuros.

Uma maneira de tornar a inspeção preditiva mais eficiente nas subestações é utilizar a inspeção por ultrassom. Esse método consiste na utilização de transdutores de ultrassom para enviar pulsos de alta frequência aos equipamentos. Os pulsos são refletidos pelos objetos e as informações são capturadas pelo transdutor.

Com base nas ondas sonoras recebidas, é possível identificar diversos problemas nos equipamentos, como falhas em isoladores, falhas na isolação de cabos, corrente de fuga, arcos elétricos, efeito corona e descargas parciais. É importante ressaltar que esses problemas são responsáveis por reduzir a vida útil dos equipamentos das subestações.

Portanto, a combinação da inspeção por ultrassom com a inspeção por termografia permite corrigir problemas nas subestações com antecedência. Além disso, possibilita um melhor planejamento para a operação de correção, pois esse serviço pode ser realizado durante paradas programadas, tornando as subestações mais confiáveis e seguras.

4.3.8 EPIs

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) contemplam todos os dispositivos ou produtos, de uso individual utilizados pelo trabalhador, destinados à proteção contra riscos que possam ameaçar a segurança e saúde no trabalho (Ministério do Trabalho e Previdência, 2004).

Dessa forma, os EPI's são responsáveis por proporcionar mais segurança ao trabalhador na realização de suas atividades. No entanto, os EPIs são considerados a medida menos eficiente na prevenção de acidentes. Isso ocorre porque o uso da proteção individual não elimina o risco ou a possibilidade de acidentes. Para tanto, é necessário o uso da hierarquia de controle de riscos.

A hierarquia de controle de riscos é uma metodologia proposta pela ISO 45001, que tem como finalidade uma abordagem sistemática dos riscos à saúde e segurança do trabalhador. Essa hierarquia é dividida em uma sequência de cinco etapas: eliminação, redução ou

substituição, controles de engenharia, controles administrativos e, por último, o uso de equipamentos de proteção individual. No entanto, caso nenhuma das etapas elimine totalmente o risco, o uso dos EPI's é fundamental.

Os EPI's são equipamentos que devem ser utilizados para proteger o trabalhador contra riscos de acordo com o tipo de serviço e local da atividade. Dessa forma, não é possível citar com precisão todos os EPI's que são necessários. No entanto, alguns equipamentos de proteção individual para trabalhos em subestação indispensáveis são capacete com jugular, luva de borracha e bota de segurança que atendam a tensão de exposição, vestimenta adequada às atividades contemplando condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas e protetor facial.

A planta industrial inspecionada conta com todos os equipamentos de proteção individual necessários realizar intervenções seguras em subestações. Entretanto, existem apenas poucas unidades e estão localizadas na subestação de 69 kV. A regulamentação não impõe a existência de EPIs disponíveis em todas as subestações. É necessário apenas a utilização dos EPIs adequados em todas as intervenções.

Desse modo, não há irregularidade, mas é de vital importância que haja um acompanhamento da localização desses EPIs para que, em caso de necessidade, seja possível encontrá-los com facilidade. Apesar disso, seria muito interessante, como medida de segurança, adquirir mais EPIs para que fossem disponibilizados em todas as subestações de média tensão.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões do estudo de adequação normativa das subestações industriais de 13,8 kV. Além disso, são feitas proposições de trabalhos para desenvolvimento futuro.

5.1 Conclusão

Este trabalho propôs a realização de um estudo para a adequação normativa, aplicado à segurança de operação e manutenção em subestações de média tensão de uma planta industrial. Buscou-se gerar um material que possibilitasse uma visão clara e objetiva da situação das subestações da empresa em relação às normas vigentes.

Para isso, foi necessária uma revisão bibliográfica da regulamentação que abrange instalações de média tensão e os procedimentos de trabalho nesses ambientes. Além disso, foi feito um estudo dos riscos provenientes de eletricidade, bem como dos principais equipamentos das subestações. Essa revisão forneceu embasamento para a elaboração do material que permitiu analisar o grau de adequação das subestações da empresa.

No estudo de caso, foram realizadas inspeções nas instalações elétricas de média tensão do setor de fiação da indústria. Para essa vistoria, utilizou-se o *checklist* desenvolvido neste trabalho, visando tornar o processo mais organizado e possibilitar uma análise quantitativa da situação das subestações, proporcionando uma visão mais objetiva dos pontos que precisam ser corrigidos.

Verificou-se que as subestações inspecionadas não garantem de forma eficaz a segurança dos colaboradores, bem como a total confiabilidade de operação do sistema elétrico da fábrica. Isso ocorre devido ao fato de as subestações apresentarem um índice médio de adequação normativo inferior a 60% entre os itens avaliados. Como resultado, empresa está sujeita a receber notificações e multas por parte dos órgãos responsáveis.

Após analisar as inadequações normativas identificadas nas inspeções, foi elaborado uma proposta de adequação com recomendações de ações corretivas necessárias para adequar as subestações. Isso possibilita uma melhor orientação aos responsáveis da empresa durante o processo de adequação.

Por fim, pode-se afirmar que o estudo alcançou os resultados estabelecidos inicialmente, proporcionando uma visão mais clara da situação atual das subestações de média tensão em relação aos parâmetros normativos avaliados neste trabalho.

5.2 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, propõe-se:

- i) A expansão desta inspeção para todas as subestações da indústria, assim como das outras unidades;
- ii) A criação de um plano de ação para adequação das subestações;
- iii) Análise de custos para a adequação das irregularidades encontradas.
- iv) Integrar o checklist ao conceito BIM;
- v) Análise qualitativa do estado estrutural e elétrico das subestações.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039: Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021
- ABRACOPEL, **Anuário Estatístico – ABRACOPEL 2023 – Ano base 2022**. Disponível em: <https://abracopel.org/estatisticas/anuarioestatisticodeacidentesdeorigem/?doing_wp_cron=1681866683.3563139438629150390625> Acessado em: 18 abr. 2023.
- ACABINE MATERIAIS ELÉTRICOS. **Transformadores de potencial**, 2023. Disponível em: <<https://www.acabine.com.br/transformador-de-potencial>>. Acesso em 01 mai. 2023.
- ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução normativa nº 956, de 1 de Janeiro de 2022**. disponível em: <[aren2021956_2.pdf\(aneel.gov.br\)](aren2021956_2.pdf(aneel.gov.br))> Acesso em 08 de jul. 2023.
- BARROS, B. F. & GEDRA, R. L. **Cabine Primária: Subestações de Alta Tensão de Consumidor**. Editora Érica. São Paulo, 2015.
- BRENNER, B. C. (2013). **Improving workplace electrical safety through self-assessment**. In: IEEE. Electrical Safety Workshop (ESW), IEEE IAS. [S.l.], p. 163_166.
- CAPELLI, A. **Aterramento elétrico**. *Saber Eletrônica nº329*, 2000. Disponível em <[Aterramento\(unesp.br\)](Aterramento(unesp.br))>. Acesso em 04/06/2023
- COSTA, J. C. O **Notas de Aula sobre Equipamentos Elétricos em Subestações**. Agência Nacional das Águas, 2011. Disponível em: <[Equipamentos Elétricos em Sub-estações.pdf\(ana.gov.br\)](Equipamentos Elétricos em Sub-estações.pdf(ana.gov.br))>. Acesso em 03 mai. 2023
- CPNSP – Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo. **Curso Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Manual de Treinamento. Funcoge: Rio de Janeiro, 2005.
- DAS, J.C. **Arc flash hazard analysis and mitigation**. 2 ed. Canadá, 2020.
- DIPOLO ELÉTRICO, **Isso pode acontecer com técnicos experientes também! Mantenha-se alerta!**, 2014. Disponível em: <[Dipolo Elétrico: Isso pode acontecer com Técnicos experientes também! Mantenha-se Alerta!\(dipoloelétrico.blogspot.com\)](Dipolo Elétrico: Isso pode acontecer com Técnicos experientes também! Mantenha-se Alerta!(dipoloelétrico.blogspot.com))>. Acesso em 15 mai. 2023
- DUAILIBE, Paulo. **Subestações: tipos, equipamentos e proteção**. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 1999.
- ELETROTRAFO. **Transformadores de corrente**, 2023. Disponível em: <<https://www.eletrafo.com.br/transformador-corrente-15kv-10b50-p-protecao-ni34-95kv-fth-12--ipb15b2-10010028/p>>. Acesso em: 01 mai. 2023.
- EMD ELETRIC MATERIAL DISTRIBUTOR, **Para-raios**, 2023. Disponível em: <<Para-Raios Poliméricos em São Paulo SP| EMD>>
- ENEL. **Especificação técnica 942: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária**

de distribuição até 34,5 kV. Fortaleza, 2021.

FRANÇA, Renato de Carvalho. **Projeto de modernização de subestação consumidora.** 2012. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GIROUX, T. S. **Automação de subestações utilizando a norma IEC 61850 – Estudo de caso da Subestação do Campus do Pici (69-13,8 kV).** Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

KAGAN, N. et al. **Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica.** Editora Blucher. São Paulo, 2010.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais. 9. ed.** - Rio de Janeiro : LTC, 2017

MAMEDE FILHO, João. **Manual de equipamentos elétricos. 4. ed.** - Rio de Janeiro : LTC, 2013

MAMEDE FILHO, João. **Subestações de alta tensão.** Rio de Janeiro: LTC, 2021

MARTINS, Bruno G. **Sistemas de Energia (SIE).** Disponível em: < [Aula 11 - Sie - Subestações | PDF | Transmissão de energia elétrica | Substação elétrica \(scribd.com\)](#)> : . Acesso em: 30 abr. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Portaria GM nº 598, de 07 de dezembro de 2004. Norma regulamentadora nº 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade.** Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Portaria SIT nº 229, de 24 de maio de 2011. Norma regulamentadora nº 26: Sinalização de segurança.** Brasília, 2004

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Portaria SIT nº 25, de 15 de outubro de 2001. Norma regulamentadora nº 06: Equipamentos de proteção individual - EPL** Brasília, 2001.

NEITZEL, Dennis K. **Electrical Safety Requirements,** 2009. Disponível em < [\(PDF\) Electrical Safety Requirements \(researchgate.net\)](#)>. Acesso em: 14 mai. de 2023.

PEREIRA, J. G; SOUSA, J. J. B. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR10: NR10 Comentada.** São Paulo: Superintendência Regional do Trabalho e Emprego no Estado de São Paulo-SRTE/SP, 2010.

PSO ENGENHARIA ELÉTRICA, **Manutenção preventiva em subestações elétricas e cubículos de energia de uma cervejaria localizada no ceara,** 2023. Disponível em: <[Manutenção Preventiva em Subestações Elétricas e cubículos de energia de uma cervejaria localizada no Ceará – PSO Engenharia Elétrica](#)>. Acesso em 22 mai. 2023

SANTOS, E. C. S. **Inspeção e adequação das instalações elétricas e procedimentos de trabalho de uma empresa à norma regulamentadora NR-10.** 2012. 138 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecatrônica), Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos

SIELETRIC SISTEMAS ELÉTRICOS LTDA, **Relé de proteção,** 2023. Disponível em: <[Relé de Proteção SCHNEIDER V11 \(sieletric.com.br\)](#)>. Acesso em 02 mai. 2023

TECNO DAHER, **Disjuntores de média tensão**, 2022. Disponível em: <[Disjuntores de Média Tensão - Tecno Daher](#)>. Acesso em 15 abr. 2023

TRANSFORMADOR ELÉTRICO. **Transformadores**, 2023. Disponível em: <<https://www.transformadoreletrico.com.br/transformador-de-forca> >. Acesso em: 02 mai. 2023.

ZANCHETA, Márcio Nestor; **Fundamentos de Segurança no Setor Elétrico**. São Paulo: Érica, 2002

APÊNDICE A – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 1

Quadro 2 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 1.

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? <i>Item 10.10.1-c – NR-10</i>	SIM		
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? <i>Item 9.1.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Não existe sinalização de bloqueio de pessoas não autorizadas	Providenciar a sinalização de bloqueio
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9 –d – NR-10</i>	SIM		
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR 10</i>	SIM		
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? <i>Item 9.22 – NBR 14039</i>	SIM		
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? <i>Item 9.2.1.4 - NBR 14039</i>	NÃO	A subestação não possui troca de calor e tem uma temperatura elevada.	Providenciar a abertura de janelas para entrada de ventilação natural na subestação.
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	NÃO SE APLICA	Não possui janelas	
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? <i>Item 4.3 – NBR 14039</i> <i>Item 4.2.6 – NBR 5410</i>	SIM		

9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? <i>Item 8.2.2.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4.1</i>	SIM	Porém, os corredores são muito apertados	Elaborar projeto para a correção do problema.
DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	PARCIAL	Existe no local, mas está em péssimo estado.	Providenciar um novo diagrama unifilar de forma urgente.
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>	SIM		
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Porém, nos painéis de BT próximo ao chão o iluminamento só chega a 50 lúmens	Providenciar um estudo luminotécnico para o ambiente.
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>	SIM		
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>	NÃO	Não foi constatado nenhum sistema de detecção de incêndio operante.	Providenciar um projeto de instalação de detectores de incêndio e alarme nas subestações.
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>	SIM		
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>	NÃO	Não foi constatado a presença de nenhum extintor de incêndio.	Providenciar a compra dos extintores e disponibilizar no local.

ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>	SIM		
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>	SIM		
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>	SIM		
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	PARCIAL	Existe na empresa, mas em poucas unidades	Fazer um acompanhamento da localização dos materiais por meio de um arquivo destinado para essa finalidade.
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>	SIM		
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>	SIM		
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>	NÃO	Foi encontrado relé primário na subestação.	Efetuar a troca por relés secundários.

25	NBR 14039	Caso o tópico 24 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? Item 5.3.4.1 - NBR 14039	NÃO SE APLICA		
26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? Item 10.10.1 - NR 10	NÃO	Não foram observadas delimitações no piso da subestação	Providenciar as demarcações de segurança no piso da subestação.
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? Item 6.1.5.1 – NBR 14039 Item 5.1.– IEC 60439	SIM		
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com <i>tag number</i> , cores ou anilhas? Item 6.1.5.3 – NBR 14039	NÃO	Foram identificados apenas alguns pedaços de fita crepe com algumas demarcações incompreensíveis.	Providenciar a identificação dos circuitos de forma adequada.
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? Item 7.6.4 – IEC 60439	NÃO	Não foram encontrados nenhum dispositivo que bloqueasse a abertura da porta do painel quando energizado.	Providenciar a instalação de equipamentos que efetuem o bloqueio das portas do quadro, quando energizado.
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? Item 10.2.8.2	SIM		
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039	SIM		
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? Item 10.4.4 - NR 10	SIM		
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? Item 5.9- f – NBR 14039	NÃO	Não existe relé de arco elétrico no sistema elétrico fabril.	Providenciar a instalação desses equipamentos para garantir maior segurança.

34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>	NÃO	Não foi encontrado nenhuma certificação nos painéis.	Providenciar a troca dos painéis elétricos sem certificação por painéis certificados.
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>	SIM		
36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	NÃO	Somente é feita a identificação com letras em plaquetas pretas.	Providenciar identificação com as cores adequadas.
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? <i>Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039</i>	SIM		
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	PARCIAL	Não existe nenhuma instrução de uso presentes no local.	Providenciar instruções de uso para disponibilizar na subestação.
TRANSFORMADORES					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? <i>Item 5.8 – NBR-14039</i> <i>Item 10.12 - NR 10</i>	SIM		

42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? <i>Item 5.8 – NBR 14039</i>	SIM		
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	SIM		

MANUTENÇÃO

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	NÃO	Não é possível perceber sinais de calibração e aferição nos relés, pois tratam-se de relés primários.	Providenciar a troca dos relés primários por secundários para possibilitar um trabalho de calibração e aferição mais seguro.
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	SIM		
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	PARCIAL	A manutenção preventiva somente é feita com termografia.	Fazer manutenção preventiva também com ultrassom.

EPI'S

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? <i>Item 5.7.1 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

Fonte: Autor.

APÊNDICE B – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 2

Quadro 3 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 2.

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? <i>Item 10.10.1-c – NR-10</i>	SIM		
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? <i>Item 9.1.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Não existe sinalização de bloqueio de pessoas não autorizadas	Providenciar a sinalização de bloqueio
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9 –d – NR-10</i>	SIM		
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR 10</i>	SIM		
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? <i>Item 9.22 – NBR 14039</i>	SIM		
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? <i>Item 9.2.1.4 - NBR 14039</i>	NÃO	A subestação não possui troca de calor e tem uma temperatura elevada.	Providenciar a abertura de janelas para entrada de ventilação natural na subestação.
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	NÃO SE APLICA	Não possui janelas	
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? <i>Item 4.3 – NBR 14039</i> <i>Item 4.2.6 – NBR 5410</i>	SIM		

9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? <i>Item 8.2.2.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4.1</i>	SIM		
DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	PARCIAL	Existe no local, porém está desatualizado.	Providenciar um diagrama unifilar atualizado para a subestação.
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>	SIM		
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Porém, nos painéis de BT próximo ao chão o iluminamento só chega a 50 lúmens	Providenciar um estudo luminotécnico para o ambiente.
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>	SIM		
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>	NÃO	Não foi constatado nenhum sistema de detecção de incêndio operante.	Providenciar um projeto de instalação de detectores de incêndio e alarme nas subestações.
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>	SIM		
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>	NÃO	Não foi constatado a presença de nenhum extintor de incêndio.	Providenciar a compra dos extintores e disponibilizar no local.

ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>	SIM		
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>	SIM		
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>	SIM		
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	PARCIAL	Existe na empresa, mas em poucas unidades	Fazer um acompanhamento da localização dos materiais por meio de um arquivo destinado para essa finalidade.
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>	SIM		
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>	SIM		
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>	NÃO	Foi encontrado relé primário na subestação.	Efetuar a troca por relés secundários.

25	NBR 14039	Caso o tópicos 24 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? Item 5.3.4.1 - NBR 14039	NÃO SE APLICA		
26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? Item 10.10.1 - NR 10	NÃO	Não foram observadas delimitações no piso da subestação	Providenciar as demarcações de segurança no piso da subestação.
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? Item 6.1.5.1 – NBR 14039 Item 5.1.– IEC 60439	SIM		
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com <i>tag number</i> , cores ou anilhas? Item 6.1.5.3 – NBR 14039	NÃO	Foram identificados apenas alguns pedaços de fita crepe com algumas demarcações incompreensíveis.	Providenciar a identificação dos circuitos de forma adequada.
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? Item 7.6.4 – IEC 60439	NÃO	Não foram encontrados nenhum dispositivo que bloqueasse a abertura da porta do painel quando energizado.	Providenciar a instalação de equipamentos que efetuem o bloqueio das portas do quadro, quando energizado.
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? Item 10.2.8.2	SIM		
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039	SIM		
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? Item 10.4.4 - NR 10	SIM		
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? Item 5.9- f – NBR 14039	NÃO	Não existe relé de arco elétrico no sistema elétrico fabril.	Providenciar a instalação desses equipamentos para garantir maior segurança.

34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>	NÃO	Não foi encontrado nenhuma certificação nos painéis.	Providenciar a troca dos painéis elétricos sem certificação por painéis certificados.
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>	SIM		
36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	NÃO	Somente é feita a identificação com letras em plaquetas pretas.	Providenciar identificação com as cores adequadas.
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? <i>Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039</i>	SIM		
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	PARCIAL	Não existe nenhuma instrução de uso presentes no local.	Providenciar instruções de uso para disponibilizar na subestação.
TRANSFORMADORES					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? <i>Item 5.8 – NBR-14039</i> <i>Item 10.12 - NR 10</i>	SIM		

42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? <i>Item 5.8 – NBR 14039</i>	SIM		
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	SIM		

MANUTENÇÃO

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	NÃO	Não é possível perceber sinais de calibração e aferição nos relés, pois tratam-se de relés primários.	Providenciar a troca dos relés primários por secundários para possibilitar um trabalho de calibração e aferição mais seguro.
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	SIM		
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	PARCIAL	A manutenção preventiva somente é feita com termografia.	Fazer manutenção preventiva também com ultrassom.

EPI'S

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? <i>Item 5.7.1 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

Fonte: Autor

APÊNDICE C – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 3

Quadro 4 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 3.

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? <i>Item 10.10.1-c – NR-10</i>	SIM		
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? <i>Item 9.1.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Não existe sinalização de bloqueio de pessoas não autorizadas.	Providenciar a sinalização de bloqueio.
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9 –d – NR-10</i>	SIM		
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR 10</i>	SIM		
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? <i>Item 9.22 – NBR 14039</i>	SIM		
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? <i>Item 9.2.1.4 - NBR 14039</i>	SIM	Existe ventilação natural.	
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	SIM		
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? <i>Item 4.3 – NBR 14039</i> <i>Item 4.2.6 – NBR 5410</i>	SIM		

9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? <i>Item 8.2.2.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4.1</i>	NÃO	Existe um depósito de equipamentos velhos nos corredores.	Providenciar a retirada dos materiais que estão bloqueando a passagem nos corredores.
DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	PARCIAL	Existe no local, mas está em péssimo estado.	Providenciar um novo diagrama unifilar de forma urgente.
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>	NÃO	Não foi encontrado no diagrama unifilar o sistema de aterramento adotado.	Providenciar um novo diagrama unifilar que contenham o sistema de aterramento da subestação.
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Porém, nos painéis de BT próximo ao chão o iluminamento só chega a 50 lúmens	Providenciar um estudo luminotécnico para o ambiente.
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>	SIM		
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>	NÃO	Não foi constatado nenhum sistema de detecção de incêndio operante.	Providenciar um projeto de instalação de detectores de incêndio e alarme nas subestações.
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Existem algumas passagens de cabos sem vedação no local.	Providenciar com urgência a isolamento de todas as passagens de cabos da subestação.
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>	NÃO	Não foi constatado a presença de nenhum extintor de incêndio.	Providenciar a compra dos extintores e disponibilizar no local.

ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>	SIM		
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>	SIM		
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>	SIM		
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	PARCIAL	Existe na empresa, mas em poucas unidades	Fazer um acompanhamento da localização dos materiais por meio de um arquivo destinado para essa finalidade.
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>	SIM		
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>	SIM		
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>	SIM		

25	NBR 14039	Caso o tópico 24 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? Item 5.3.4.1 - NBR 14039	SIM		
26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? Item 10.10.1 - NR 10	NÃO	Não foram observadas delimitações no piso da subestação	Providenciar as demarcações de segurança no piso da subestação.
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? Item 6.1.5.1 – NBR 14039 Item 5.1.– IEC 60439	SIM		
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com <i>tag number</i> , cores ou anilhas? Item 6.1.5.3 – NBR 14039	NÃO	Foram identificados apenas alguns pedaços de fita crepe com algumas demarcações incompreensíveis.	Providenciar a identificação dos circuitos de forma adequada.
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? Item 7.6.4 – IEC 60439	NÃO	Não foram encontrados nenhum dispositivo que bloqueasse a abertura da porta do painel quando energizado.	Providenciar a instalação de equipamentos que efetuem o bloqueio das portas do quadro, quando energizado.
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? Item 10.2.8.2	SIM		
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039	SIM		
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? Item 10.4.4 - NR 10	SIM		
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? Item 5.9- f – NBR 14039	NÃO	Não existe relé de arco elétrico no sistema elétrico fabril.	Providenciar a instalação desses equipamentos para garantir maior segurança.

34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>	NÃO	Não foi encontrado nenhuma certificação nos painéis.	Providenciar a troca dos painéis elétricos sem certificação por painéis certificados.
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>	SIM		
36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	NÃO	Somente é feita a identificação com letras em plaquetas pretas.	Providenciar identificação com as cores adequadas.
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? <i>Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039</i>	SIM		
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	PARCIAL	Não existe nenhuma instrução de uso presentes no local.	Providenciar instruções de uso para disponibilizar na subestação.
TRANSFORMADORES					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? <i>Item 5.8 – NBR-14039</i> <i>Item 10.12 - NR 10</i>	SIM		

42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? <i>Item 5.8 – NBR 14039</i>	SIM		
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	SIM		

MANUTENÇÃO

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	PARCIAL	Algumas eletrocalhas estão bem desgastadas.	Providenciar a troca das eletrocalhas que estão desgastadas.
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	SIM		
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	PARCIAL	A manutenção preventiva somente é feita com termografia.	Fazer manutenção preventiva também com ultrassom.

EPI'S

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? <i>Item 5.7.1 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

Fonte: Autor.

APÊNDICE D – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 4

Quadro 5 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 4.

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? <i>Item 10.10.1-c – NR-10</i>	SIM		
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? <i>Item 9.1.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Não existe sinalização de bloqueio de pessoas não autorizadas	Providenciar a sinalização de bloqueio
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9 –d – NR-10</i>	SIM		
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR 10</i>	SIM		
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? <i>Item 9.22 – NBR 14039</i>	SIM		
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? <i>Item 9.2.1.4 - NBR 14039</i>	SIM	Existe ventilação natural.	
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	SIM		
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? <i>Item 4.3 – NBR 14039</i> <i>Item 4.2.6 – NBR 5410</i>	SIM		

9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? <i>Item 8.2.2.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4.1</i>	NÃO	Existe materiais obstruindo a passagem nos corredores.	Providenciar a retirada de todos os materiais que estão bloqueando os corredores.
DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	PARCIAL	Existe no local, mas está desatualizado.	Providenciar um diagrama unifilar atualizado para a subestação.
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>	SIM		
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Porém, nos painéis de BT próximo ao chão o iluminamento só chega a 50 lúmens	Providenciar um estudo luminotécnico para o ambiente.
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>	SIM		
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>	NÃO	Não foi constatado nenhum sistema de detecção de incêndio operante.	Providenciar um projeto de instalação de detectores de incêndio e alarme nas subestações.
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>	SIM		
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>	NÃO	Não foi constatado a presença de nenhum extintor de incêndio.	Providenciar a compra dos extintores e disponibilizar no local.

ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>	SIM		
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>	SIM		
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>	SIM		
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	PARCIAL	Existe na empresa, mas em poucas unidades	Fazer um acompanhamento da localização dos materiais por meio de um arquivo destinado para essa finalidade.
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>	SIM		
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>	SIM		
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>	NÃO	Foi encontrado relé primário na subestação.	Efetuar a troca por relés secundários.

25	NBR 14039	Caso o tópico 24 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? Item 5.3.4.1 - NBR 14039	NÃO SE APLICA		
26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? Item 10.10.1 - NR 10	NÃO	Não foram observadas delimitações no piso da subestação	Providenciar as demarcações de segurança no piso da subestação.
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? Item 6.1.5.1 – NBR 14039 Item 5.1.– IEC 60439	SIM		
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com <i>tag number</i> , cores ou anilhas? Item 6.1.5.3 – NBR 14039	NÃO	Foram identificados apenas alguns pedaços de fita crepe com algumas demarcações incompreensíveis.	Providenciar a identificação dos circuitos de forma adequada.
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? Item 7.6.4 – IEC 60439	NÃO	Não foram encontrados nenhum dispositivo que bloqueasse a abertura da porta do painel quando energizado.	Providenciar a instalação de equipamentos que efetuem o bloqueio das portas do quadro, quando energizado.
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? Item 10.2.8.2	SIM		
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039	SIM		
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? Item 10.4.4 - NR 10	SIM		
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? Item 5.9- f – NBR 14039	NÃO	Não existe relé de arco elétrico no sistema elétrico fabril.	Providenciar a instalação desses equipamentos para garantir maior segurança.

34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>	NÃO	Não foi encontrado nenhuma certificação nos painéis.	Providenciar a troca dos painéis elétricos sem certificação por painéis certificados.
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>	SIM		
36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	NÃO	Somente é feita a identificação com letras em plaquetas pretas.	Providenciar identificação com as cores adequadas.
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? <i>Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039</i>	SIM		
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	PARCIAL	Não existe nenhuma instrução de uso presentes no local.	Providenciar instruções de uso para disponibilizar na subestação.
TRANSFORMADORES					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? <i>Item 5.8 – NBR-14039</i> <i>Item 10.12 - NR 10</i>	SIM		

42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? <i>Item 5.8 – NBR 14039</i>	SIM		
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	SIM		
MANUTENÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	NÃO	Não é possível perceber sinais de calibração e aferição nos relés, pois tratam-se de relés primários.	Providenciar a troca dos relés primários por secundários para possibilitar um trabalho de calibração e aferição mais seguro.
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	SIM		
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	PARCIAL	A manutenção preventiva somente é feita com termografia.	Fazer manutenção preventiva também com ultrassom.
EPI'S					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? <i>Item 5.7.1 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

Fonte: Autor.

APÊNDICE E – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 5

Quadro 6 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 5.

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? <i>Item 10.10.1-c – NR-10</i>	SIM		
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? <i>Item 9.1.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Não existe sinalização de bloqueio de pessoas não autorizadas	Providenciar a sinalização de bloqueio
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9 –d – NR-10</i>	SIM		
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR 10</i>	SIM		
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? <i>Item 9.22 – NBR 14039</i>	SIM		
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? <i>Item 9.2.1.4 - NBR 14039</i>	NÃO	A subestação não possui troca de calor e tem uma temperatura elevada.	Providenciar a abertura de janelas para entrada de ventilação natural na subestação.
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	NÃO SE APLICA	Não possui janelas	
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? <i>Item 4.3 – NBR 14039</i> <i>Item 4.2.6 – NBR 5410</i>	SIM		

9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? <i>Item 8.2.2.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4.1</i>	NÃO	Existe materiais obstruindo a passagem nos corredores.	Providenciar a retirada de todos os materiais que estão bloqueando os corredores.
DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	PARCIAL	Existe no local, porém está desatualizado.	Providenciar um diagrama unifilar atualizado para a subestação.
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>	SIM		
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Porém, nos painéis de BT próximo ao chão o iluminamento só chega a 50 lúmens	Providenciar um estudo luminotécnico para o ambiente.
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>	SIM		
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>	NÃO	Não foi constatado nenhum sistema de detecção de incêndio operante.	Providenciar um projeto de instalação de detectores de incêndio e alarme nas subestações.
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>	SIM		
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>	NÃO	Não foi constatado a presença de nenhum extintor de incêndio.	Providenciar a compra dos extintores e disponibilizar no local.

ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>	SIM		
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>	SIM		
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>	SIM		
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	PARCIAL	Existe na empresa, mas em poucas unidades	Fazer um acompanhamento da localização dos materiais por meio de um arquivo destinado para essa finalidade.
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>	SIM		
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>	SIM		
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>	NÃO	Foi encontrado relé primário na subestação.	Efetuar a troca por relés secundários.

25	NBR 14039	Caso o tópico 24 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? Item 5.3.4.1 - NBR 14039	NÃO SE APLICA		
26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? Item 10.10.1 - NR 10	NÃO	Não foram observadas delimitações no piso da subestação	Providenciar as demarcações de segurança no piso da subestação.
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? Item 6.1.5.1 – NBR 14039 Item 5.1.– IEC 60439	SIM		
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com <i>tag number</i> , cores ou anilhas? Item 6.1.5.3 – NBR 14039	NÃO	Foram identificados apenas alguns pedaços de fita crepe com algumas demarcações incompreensíveis.	Providenciar a identificação dos circuitos de forma adequada.
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? Item 7.6.4 – IEC 60439	NÃO	Não foram encontrados nenhum dispositivo que bloqueasse a abertura da porta do painel quando energizado.	Providenciar a instalação de equipamentos que efetuem o bloqueio das portas do quadro, quando energizado.
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? Item 10.2.8.2	SIM		
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039	SIM		
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? Item 10.4.4 - NR 10	SIM		
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? Item 5.9- f – NBR 14039	NÃO	Não existe relé de arco elétrico no sistema elétrico fabril.	Providenciar a instalação desses equipamentos para garantir maior segurança.

34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>	NÃO	Não foi encontrado nenhuma certificação nos painéis.	Providenciar a troca dos painéis elétricos sem certificação por painéis certificados.
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>	SIM		
36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	NÃO	Somente é feita a identificação com letras em plaquetas pretas.	Providenciar identificação com as cores adequadas.
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? <i>Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039</i>	SIM		
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	PARCIAL	Não existe nenhuma instrução de uso presentes no local.	Providenciar instruções de uso para disponibilizar na subestação.
TRANSFORMADORES					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? <i>Item 5.8 – NBR-14039</i> <i>Item 10.12 - NR 10</i>	SIM		

42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? <i>Item 5.8 – NBR 14039</i>	SIM		
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	SIM		
MANUTENÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	NÃO	Não é possível perceber sinais de calibração e aferição nos relés, pois tratam-se de relés primários.	Providenciar a troca dos relés primários por secundários para possibilitar um trabalho de calibração e aferição mais seguro.
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	SIM		
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	PARCIAL	A manutenção preventiva somente é feita com termografia.	Fazer manutenção preventiva também com ultrassom.
EPI'S					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? <i>Item 5.7.1 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

Fonte: Autor.

APÊNDICE F – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 6

Quadro 7 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 6.

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? <i>Item 10.10.1-c – NR-10</i>	SIM		
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? <i>Item 9.1.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Não existe sinalização de bloqueio de pessoas não autorizadas	Providenciar a sinalização de bloqueio
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR-10</i>	SIM		
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR 10</i>	SIM		
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? <i>Item 9.22 – NBR 14039</i>	SIM		
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? <i>Item 9.2.1.4 - NBR 14039</i>	NÃO	A subestação não possui troca de calor e tem uma temperatura elevada.	Providenciar a abertura de janelas para entrada de ventilação natural na subestação.
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	NÃO SE APLICA	Não possui janelas	
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? <i>Item 4.3 – NBR 14039</i> <i>Item 4.2.6 – NBR 5410</i>	SIM		

9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? <i>Item 8.2.2.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4.1</i>	NÃO	Existe materiais obstruindo a passagem nos corredores.	Providenciar a retirada de todos os materiais que estão bloqueando os corredores.
DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>	SIM		
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Porém, nos painéis de BT próximo ao chão o iluminamento só chega a 50 lúmens	Providenciar um estudo luminotécnico para o ambiente.
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>	SIM		
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>	NÃO	Não foi constatado nenhum sistema de detecção de incêndio operante.	Providenciar um projeto de instalação de detectores de incêndio e alarme nas subestações.
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>	SIM		
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>	NÃO	Não foi constatado a presença de nenhum extintor de incêndio.	Providenciar a compra dos extintores e disponibilizar no local.

ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>	SIM		
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>	SIM		
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>	SIM		
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	PARCIAL	Existe na empresa, mas em poucas unidades	Fazer um acompanhamento da localização dos materiais por meio de um arquivo destinado para essa finalidade.
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>	SIM		
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>	SIM		
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>	NÃO	Foi encontrado relé primário na subestação.	Efetuar a troca por relés secundários.

25	NBR 14039	Caso o tópico 24 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? Item 5.3.4.1 - NBR 14039	NÃO SE APLICA		
26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? Item 10.10.1 - NR 10	NÃO	Não foram observadas delimitações no piso da subestação	Providenciar as demarcações de segurança no piso da subestação.
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? Item 6.1.5.1 – NBR 14039 Item 5.1.– IEC 60439	SIM		
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com <i>tag number</i> , cores ou anilhas? Item 6.1.5.3 – NBR 14039	NÃO	Foram identificados apenas alguns pedaços de fita crepe com algumas demarcações incompreensíveis.	Providenciar a identificação dos circuitos de forma adequada.
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? Item 7.6.4 – IEC 60439	NÃO	Não foram encontrados nenhum dispositivo que bloqueasse a abertura da porta do painel quando energizado.	Providenciar a instalação de equipamentos que efetuem o bloqueio das portas do quadro, quando energizado.
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? Item 10.2.8.2	SIM		
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039	SIM		
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? Item 10.4.4 - NR 10	SIM		
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? Item 5.9- f – NBR 14039	NÃO	Não existe relé de arco elétrico no sistema elétrico fabril.	Providenciar a instalação desses equipamentos para garantir maior segurança.

34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>	NÃO	Não foi encontrado nenhuma certificação nos painéis.	Providenciar a troca dos painéis elétricos sem certificação por painéis certificados.
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>	SIM		
36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	NÃO	Somente é feita a identificação com letras em plaquetas pretas.	Providenciar identificação com as cores adequadas.
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? <i>Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039</i>	SIM		
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	PARCIAL	Não existe nenhuma instrução de uso presentes no local.	Providenciar instruções de uso para disponibilizar na subestação.
TRANSFORMADORES					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? <i>Item 5.8 – NBR-14039</i> <i>Item 10.12 - NR 10</i>	SIM		

42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? <i>Item 5.8 – NBR 14039</i>	SIM		
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	SIM		

MANUTENÇÃO

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	NÃO	Não é possível perceber sinais de calibração e aferição nos relés, pois tratam-se de relés primários.	Providenciar a troca dos relés primários por secundários para possibilitar um trabalho de calibração e aferição mais seguro.
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	SIM		
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	PARCIAL	A manutenção preventiva somente é feita com termografia.	Fazer manutenção preventiva também com ultrassom.

EPI'S

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? <i>Item 5.7.1 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

Fonte: Autor.

APÊNDICE G – SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO 7

Quadro 8 - Observações e recomendações da subestação de média tensão 7.

SALA DA SUBESTAÇÃO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	NR 10	A sala ou subestação esta identificada? <i>Item 10.10.1-c – NR-10</i>	SIM		
2	NBR 14039	Existe sinalização restringindo a entrada de pessoas não autorizadas, sendo permitida entrada somente de pessoal BA4 e BA5? <i>Item 9.1.6 – NBR 14039</i>	NÃO	Não existe sinalização de bloqueio de pessoas não autorizadas	Providenciar a sinalização de bloqueio
3	NBR 14039 NR 10	Estão visíveis sinalizações de advertência quanto aos riscos elétricos? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR-10</i>	SIM		
4	NBR 14039 NR 10	As portas são metálicas ou de material não combustível (largura mínima de 0,80 m)? <i>Item 9.1.9 – NBR 14039</i> <i>Item 10.3.9-d – NR 10</i>	SIM		
5	NBR 14039	As portas da sala abrem para fora? <i>Item 9.22 – NBR 14039</i>	SIM		
6	NBR 14039	Existe ventilação natural ou forçada? <i>Item 9.2.1.4 - NBR 14039</i>	NÃO	A subestação não possui troca de calor e tem uma temperatura elevada.	Providenciar a abertura de janelas para entrada de ventilação natural na subestação.
7	NBR 14039	Encontram - se instaladas telas metálicas de proteção nas janelas que provem iluminação natural? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	NÃO SE APLICA	Não possui janelas	
8	NBR 5410 NBR 14039	A sala ou subestação está protegida contra a entrada de animais? <i>Item 4.3 – NBR 14039</i> <i>Item 4.2.6 – NBR 5410</i>	SIM		

9	NBR 14039 NR 10	A sala ou subestação está com todos os corredores de trânsito livres? <i>Item 8.2.2.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4.1</i>	SIM		
DIAGRAMA UNIFILAR					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
10	NR 10	Existe diagrama unifilar de fácil acesso e atualizado? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	PARCIAL	Existe no lugar, porém está desatualizado.	Providenciar um diagrama unifilar atualizado para a subestação.
11	NR 10	Nos diagramas unifilares estão representados os dispositivos de proteção, seccionamento e intertravamento? <i>Item 10.2.3 – NR 10</i>	SIM		
12	NR 10	No diagrama unifilar está representado o sistema de aterramento adotado para a instalação? <i>Item 10.2.3 – NR-10</i>	SIM		
ILUMINAÇÃO E SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
13	NBR 14039	Existe iluminação artificial com iluminamento de no mínimo 200 lúmens conforme ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013? <i>Item 9.2.1.3 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Porém, nos painéis de BT próximo ao chão o iluminamento só chega a 50 lúmens	Providenciar um estudo luminotécnico para o ambiente.
14	NBR 14039	Existe iluminação de segurança com autonomia mínima de 2 h? <i>Item 9.2.1.3 – NBR 14039</i>	SIM		
15	NR 23	A sala tem um sistema de detecção de incêndio com alarme externo em local monitorado? <i>Item 23.3.2 - NR-23</i>	NÃO	Não foi constatado nenhum sistema de detecção de incêndio operante.	Providenciar um projeto de instalação de detectores de incêndio e alarme nas subestações.
16	NBR 14039	As passagens de cabos elétricos da sala ou da subestação estão vedadas com material antichama? <i>Item 6.2.9.6 – NBR 14039</i>	SIM		
17	NT004/2008	A SE é provida de pelo menos uma unidade de extintor de incêndio para uso em eletricidade (CO2)? <i>4.2.1.10 - NT004</i>	NÃO	Não foi constatado a presença de nenhum extintor de incêndio.	Providenciar a compra dos extintores e disponibilizar no local.

ATERRAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
18	NBR 14039	As estruturas metálicas, alambrados, portas, painéis, equipamentos e componentes elétricos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i>	SIM		
19	NR 10	Estão visíveis os pontos de aterramento para inspeção da malha de terra? <i>Item 10.3.4 - NR 10</i>	SIM		
20	NBR 5410 NBR 14039	Bandejas, eletrocalhas e leitos estão aterrados? <i>Item 5.1.2 – NBR 14039</i> <i>Item 5.1.2.2.3 – NBR 5410</i>	SIM		
21	NR 10	Está disponível na sala ou na subestação um dispositivo de aterramento temporário para equalização de potencial dos circuitos energizados? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	PARCIAL	Existe na empresa, mas em poucas unidades	Fazer um acompanhamento da localização dos materiais por meio de um arquivo destinado para essa finalidade.
SPDA					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
22	NBR 14039	A sala ou subestação dispõe de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas? <i>Item 5.4 – NBR-14039</i>	SIM		
PAINÉIS E PROTEÇÃO DE SEP					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
23	NBR 14039	Existe barreira ou invólucro destinado a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica? <i>Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039</i>	SIM		
24	NBR 14039	A proteção geral de MT é feita por disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51? <i>Item 5.3.1.2 - NBR 14039</i>	NÃO	Foi encontrado relé primário na subestação.	Efetuar a troca por relés secundários.

25	NBR 14039	Caso o tópicos 24 seja atendido. Existe fonte de alimentação reserva para os relés para que seja utilizada em caso de falta, com autonomia mínima de 2 h? Item 5.3.4.1 - NBR 14039	NÃO SE APLICA		
26	NR 10	As áreas da sala com painéis de baixa tensão, painéis de média e postos de transformação estão delimitadas? Item 10.10.1 - NR 10	NÃO	Não foram observadas delimitações no piso da subestação	Providenciar as demarcações de segurança no piso da subestação.
27	NBR 14039 IEC 60439	Os equipamentos e painéis elétricos estão identificados? Item 6.1.5.1 – NBR 14039 Item 5.1.– IEC 60439	SIM		
28	NBR 14039	Os cabos e circuitos estão devidamente identificados com <i>tag number</i> , cores ou anilhas? Item 6.1.5.3 – NBR 14039	NÃO	Foram identificados apenas alguns pedaços de fita crepe com algumas demarcações incompreensíveis.	Providenciar a identificação dos circuitos de forma adequada.
29	IEC 60439	As portas dos painéis elétricos têm dispositivos de bloqueio que impedem a sua abertura com o painel energizado? Item 7.6.4 – IEC 60439	NÃO	Não foram encontrados nenhum dispositivo que bloqueasse a abertura da porta do painel quando energizado.	Providenciar a instalação de equipamentos que efetuem o bloqueio das portas do quadro, quando energizado.
30	NR 10	A intervenção em um cubículo ocorre de maneira segura independente dos demais? Item 10.2.8.2	SIM		
31	NBR 14039	Quando painel aberto, as distâncias em relação as partes vivas da instalação são seguras? Item 5.1.1.2.1 - NBR 14039	SIM		
32	NR 10	Existe espaço para a remoção de gavetas extraíveis? Item 10.4.4 - NR 10	SIM		
33	NBR 14039	Existe relé de arco elétrico? Item 5.9- f – NBR 14039	NÃO	Não existe relé de arco elétrico no sistema elétrico fabril.	Providenciar a instalação desses equipamentos para garantir maior segurança.

34	NBR 14039	Painéis são ensaiados para resistir a arco elétrico? <i>Item 5.9 -d - NBR 14039</i>	NÃO	Não foi encontrado nenhuma certificação nos painéis.	Providenciar a troca dos painéis elétricos sem certificação por painéis certificados.
SECCIONAMENTO					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
35	NBR 14039	Nos dispositivos de seccionamento estão identificadas as posições de ligado, desligado e bloqueado? <i>Item 6.1.5.4.3 – NBR 14039</i>	SIM		
36	NR 10	Nos dispositivos de manobra as posições: desligada (verde) e ligado (vermelho) estão identificadas? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	NÃO	Somente é feita a identificação com letras em plaquetas pretas.	Providenciar identificação com as cores adequadas.
37	NR 10	Os dispositivos de seccionamento permitem o uso de cadeado ou outros meios que impeçam sua reversão? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
38	NR 10	Os dispositivos de seccionamento foram instalados de forma a impedir o reestabelecimento inadvertido? <i>Item 10.10.1 - NR 10</i>	SIM		
39	NBR 14039	Caso exista chaves que não possuam características adequadas a operação em carga. Existe sinalização indicando: "Essa chave não deve ser manobrada em carga"? <i>Item 6.3.6.1.7 - NBR 14039</i>	SIM		
40	NR 10	Os intertravamentos operacionais estão identificados e estão disponíveis instruções de uso? <i>Item 10.3.9 - NR 10</i>	PARCIAL	Não existe nenhuma instrução de uso presentes no local.	Providenciar instruções de uso para disponibilizar na subestação.
TRANSFORMADORES					
Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
41	NBR 14039 NR 10	Para transformadores com óleo isolante, há um dique de contenção para o caso de vazamento de óleo? <i>Item 5.8 – NBR-14039</i> <i>Item 10.12 - NR 10</i>	SIM		

42	NBR 14039	Existe parede corta fogo entre transformadores e entre transformadores e outros equipamentos? <i>Item 5.8 – NBR 14039</i>	SIM		
43	NBR 14039	Os transformadores têm dispositivos de proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curtos-circuitos? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	SIM		

MANUTENÇÃO

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
44	NR 10	O estado de conservação e sustentação dos leitos, eletrocalhas e eletrodutos é adequado? <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
45	NBR 14039 NR 10	Os equipamentos elétricos apresentam sinais de manutenção preventiva? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	SIM		
46	NBR 14039 NR 10	Os relés de proteção apresentam sinais de calibração e aferição? <i>Item 8.2 – NBR 14039</i> <i>Item 10.4.4 - NR 10</i>	NÃO	Não é possível perceber sinais de calibração e aferição nos relés, pois tratam-se de relés primários.	Providenciar a troca dos relés primários por secundários para possibilitar um trabalho de calibração e aferição mais seguro.
47	NR 10	As ferramentas são adequadas para intervenções de manutenção elétrica? <i>Item 10.5.1 - NR 10</i>	SIM		
48	NBR 14039	É realizada manutenção preditiva com termografia e ultrassom? <i>Item 8.2.2 – NBR 14039</i>	PARCIAL	A manutenção preventiva somente é feita com termografia.	Fazer manutenção preventiva também com ultrassom.

EPI'S

Nº ITEM	NORMA RELACIONADA	DESCRIÇÃO DO ITEM	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
49	NBR 14039	Existe equipamentos de segurança disponíveis, tais como capacete, luvas, óculos de segurança, detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante? <i>Item 5.7.1 - NBR 14039</i>	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

50	NR 10	Está disponível um detector de tensão para constatação de ausência de tensão nos circuitos de média tensão e baixa tensão? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.
51	NR 10	Está disponível na sala ou subestação roupa para proteção contra queimadura por arco elétrico? Item 10.5.1 - NR 10	PARCIAL	Existe na planta fabril, porém em poucas unidades.	Providenciar acompanhamento da localização do material. Para que seja possível em caso de necessidade encontrar com facilidade.

Fonte: Autor.