

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* AVANÇADO PIUMHI
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Henrique Martins Cardoso

**AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE COM OS REQUISITOS DA
NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE:
estudo de caso em uma indústria alimentícia**

Piumhi - MG

2025

HENRIQUE MARTINS CARDOSO

**AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE COM OS REQUISITOS DA
NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE:
estudo de caso em uma indústria alimentícia**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.^a Jéssica Marcelle Corradi Diniz
Gonçalves Martins

Piumhi - MG

2025

C268a Cardoso, Henrique Martins.

Avaliação de conformidade com os requisitos da NR 10 – segurança em instalações e serviços em eletricidade: estudo de caso em uma indústria alimentícia [manuscrito] / Henrique Martins Cardoso. – 2025.

116 f. : il. color.

Orientadora: Jéssica Marcelle Corradi Diniz Gonçalves Martins.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi, 2025.

1. Segurança do trabalho. 2. Normalização – legislação - Brasil. 3. Instalações elétricas - requisitos de segurança. I. Martins, Jéssica Marcelle Corradi Diniz Gonçalves. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi. III. Título.

CDD 363.11

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Avançado Piumhi
Diretoria de Ensino
Docentes Campus Avançado Piumhi
Rua Severo Veloso 1880 - Bairro Bela Vista - CEP 37925-000 - Piumhi - MG
(37)3371-3353 - www.ifmg.edu.br

Henrique Martins

Cardoso

**AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE COM OS REQUISITOS DA NR 10 - SEGURANÇA EM
INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA
INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 12 de março de 2025 pela banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Jéssica Marcelle Corradi Diniz Gonçalves Martins**, **Professor(a) Substituto(a)**, em 21/03/2025, às 12:08, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Pastre Pereira**, **Professor**, em 21/03/2025, às 14:24, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Stella Maria Gomes**, **Professora**, em 24/03/2025, às 09:48, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2239506** e o código CRC **0BAA9E06**.

23715.000585/2024-92

2013897v1

AGRADECIMENTOS

Com muito respeito e reconhecimento, expresso minha imensa gratidão a todos que estiveram presentes ao longo da minha trajetória acadêmica no curso de Engenharia Civil.

Aos meus pais, Eli e Maria Helena, à minha irmã, Stefany, e à minha companheira, Izabela, minha eterna fonte de inspiração e apoio, expresso minha mais profunda gratidão. O carinho, a motivação e o encorajamento que recebi de vocês foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios e concluir esta importante etapa da minha jornada.

Agradeço também ao IFMG – *Campus Avançado Piumhi* e a todos os profissionais da instituição, desde os colaboradores administrativos até os docentes, pelo compromisso com a qualidade educacional e pela disponibilidade de recursos e suporte durante minha caminhada acadêmica.

À minha orientadora, Jéssica Marcelle Corradi Diniz Gonçalves Martins, sou grato pelas valiosas orientações, paciência e ensinamentos. Sua dedicação e auxílio foram fundamentais para a construção deste trabalho.

Por fim, gostaria de expressar minha sincera apreciação à empresa e aos profissionais que participaram desta análise, que tornaram este estudo possível.

RESUMO

O avanço tecnológico e a crescente complexidade dos processos de trabalho aumentaram os riscos ocupacionais, reforçando a relevância da Segurança do Trabalho para a proteção dos trabalhadores e a promoção de ambientes laborais seguros. No Brasil, as Normas Regulamentadoras (NRs), instituídas em 1978, representam um marco nesse contexto, com destaque para a NR-10, que regula a segurança em instalações elétricas, atividades de alto risco presentes em diversos setores industriais. Este estudo avaliou a conformidade de uma unidade fabril do setor alimentício com os requisitos da NR-10, analisando aspectos técnicos, documentais e de governança relacionados à segurança elétrica. O levantamento das condições existentes identificou 11 não conformidades, incluindo a ausência de projeto elétrico, inadequações em áreas classificadas com risco de explosão e a falta de aprovação formal de procedimentos de trabalho por profissionais habilitados. Apesar das lacunas, constatou-se um alto nível de segurança, respaldado por medidas de controle implementadas e boas práticas adotadas. O estudo apresenta recomendações para corrigir os desvios identificados e fortalecer a gestão da segurança elétrica, promovendo prevenção de acidentes, conformidade normativa e melhoria contínua do ambiente de trabalho. Além disso, propõe um modelo de auditoria roteirizado aplicável a outros casos, contribuindo para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e alinhado às exigências normativas.

Palavras-chave: instalações elétricas - requisitos de segurança; normalização - legislação - Brasil; segurança do trabalho.

ABSTRACT

Technological advancements and the increasing complexity of work processes have heightened occupational risks, emphasizing the importance of Occupational Safety to protect workers and promote safe working environments. In Brazil, the Regulatory Norms (NRs), established in 1978, represent a milestone in this context, with particular emphasis on NR-10, which governs safety in electrical installations, a high-risk activity across various industrial sectors. This study assessed the compliance of a food industry manufacturing unit with NR-10 requirements, analyzing technical, documentary, and governance aspects related to electrical safety. The assessment identified 11 non-conformities, including the absence of an electrical project, inadequacies in classified areas with explosion risks, and the lack of formal approval of work procedures by qualified professionals. Despite these gaps, a high level of safety was observed, supported by implemented control measures and best practices. The study provides recommendations to address identified deficiencies and strengthen electrical safety management, promoting accident prevention, regulatory compliance, and continuous improvement in the work environment. Furthermore, it proposes a structured audit model applicable to other cases, contributing to the creation of safer work environments aligned with regulatory requirements.

Keywords: electrical installations - safety requirements; standardization - legislation - Brazil; occupational safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão da NR-10.....	34
Figura 2 - Papel da NR-10 na segurança do trabalho.....	34
Figura 3 - Fluxo simplificado do processo de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.....	36
Figura 4 - Elementos da entrada de serviço de uma unidade consumidora de AT ...	37
Figura 5 - Fatores chave para intervenções seguras em instalações elétricas	43
Figura 6 - Requisitos para autorização de profissionais conforme a NR-10.....	48
Figura 7 - Fluxograma simplificado das etapas do estudo de caso.....	49
Figura 8 - Organograma área <i>MSU</i>	53
Figura 9 - Setores responsáveis pela gestão da aplicação da NR-10.....	54
Figura 10 - Esquema unifilar da entrada e transformação de energia.....	57
Figura 11 - Planta baixa da subestação de energia	58
Figura 12 - Esquema unifilar da cabine de medição primária.....	59
Figura 13 - Medidor de energia	59
Figura 14 - Disjuntor Geral	60
Figura 15 - Esquema unifilar da cabine de proteção	61
Figura 16 - Transformador a Seco Romagnole e chave seccionadora com fusível ..	61
Figura 17 - Esquema unifilar das cabines de transformação de energia.....	62
Figura 18 - Gerador STEMAC 750 KVA.....	63
Figura 19 - Quadro de transferência automática (QTA)	63
Figura 20 - Quadros gerais de baixa tensão (QGBTs)	64
Figura 21 - Seção 8 do <i>checklist</i> de análise de risco	68
Figura 22 - Esquema unifilar do estabelecimento estudado.....	69
Figura 23 - Capa do Relatório técnico Nº 10482 de inspeção após instalação do SPDA do estabelecimento estudado.....	71
Figura 24 - Conclusão do último relatório de inspeção periódica do SPDA do estabelecimento estudado	72
Figura 25 - EPIs obrigatórios definidos para intervenção em instalações elétricas de BT (50 a 1000V).....	73
Figura 26 - EPIs obrigatórios para intervenção em instalações elétricas de AT (acima de 1000V).....	74
Figura 27 - Equipamentos de proteção com isolamento elétrica para Baixa Tensão	76
Figura 28 - Equipamentos de proteção com isolamento elétrica para Alta Tensão.....	77
Figura 29 - <i>Checklist</i> de verificação de conformidade técnica de quadro elétrico	80
Figura 30 - Anomalia identificada durante análise termográfica.....	86
Figura 31 - Etapa de bloqueio do procedimento de <i>LOTOTO</i>	88
Figura 32 - Dispositivo de bloqueio universal de disjuntores.....	89
Figura 33 - Quadros elétricos sem identificação de circuitos elétricos	96
Figura 34 - Sinalização de restrições e impedimento de acesso a quadros elétricos	97
Figura 35 - Barreiras de plástico para delimitação de áreas	98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Série Histórica dos Acidentes de Trabalho (CAT)	19
Gráfico 2 - Série Histórica de Acidentes de Trabalho com Óbito (CAT)	19
Gráfico 3 - Despesa Previdenciária - Auxílio-doença por acidente do trabalho	21
Gráfico 4 - Grupos de agentes causadores de acidentes de trabalho com óbito de 2012 à 2022	23
Gráfico 5 - Quantidade de quadros elétricos por tipo	66
Gráfico 6 - Status de conclusão do cronograma de adequações	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano	25
Quadro 2 - Documentos obrigatórios do PIE, conforme os critérios de carga instalada e área de atuação	46
Quadro 3 - Critério de Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores de acordo com a NR-10	46
Quadro 4 - Papéis e responsabilidades na gestão da segurança em eletricidade	55
Quadro 5 - Relação de equipamentos com isolação elétrica	77
Quadro 6 - <i>Checklist</i> para que trabalhadores capacitados, qualificados e profissionais habilitados possam intervir em instalações elétricas.....	93
Quadro 7 - Lista de ITs para atividades com eletricidade	99
Quadro 8 - NCs com a NR-10 identificadas durando o estudo.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
A – Ampere
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica
AT – Alta Tensão
AVCB – Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
BT – Baixa Tensão
CA – Certificado de Aprovação
CBMG – Corpo de Bombeiros de Minas Gerais
CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
CFT – Certificado de Formação Técnica
CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EPI – Equipamentos de Proteção Individual
EPC – Equipamentos de Proteção Coletiva
ESG – *Environmental, Social, and Corporate Governance*
INSS – Instituto Nacional do Seguro Social
KVA – Quilovolt-ampere
KW – Quilowatt
LOTOTO – *Lockout, Tagout e Tryout*
MEC – Ministério da Educação
MEC – Ministério da Economia
MEP – Ministério da Economia e Planejamento
MPT – Ministério Público do Trabalho
MU – *Management Unit*
MSU – *Manufacturing and Supply Unit*
NBR – Norma Brasileira
NC – Não Conformidade
NR – Norma Regulamentadora
OIT – Organização Internacional do Trabalho

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa.....	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Segurança do trabalho.....	17
3.1.1	<i>Histórico.....</i>	17
3.1.2	<i>Acidentalidade no Brasil.....</i>	18
3.2	Eletricidade	21
3.2.1	<i>Riscos da eletricidade.....</i>	22
3.2.1.1	Choque elétrico	23
3.2.1.2	Arco elétrico.....	25
3.2.1.3	Descargas atmosféricas	27
3.2.2	<i>Causas dos acidentes com eletricidade.....</i>	28
3.3	Regulamentação trabalhista.....	29
3.3.1	<i>Normas Regulamentadoras.....</i>	30
3.4	NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade.....	31
3.4.1	<i>Abrangência da NR-10</i>	31
3.4.2	<i>A importância da NR-10.....</i>	33
3.5	Classificação das instalações elétricas.....	35
3.6	Subestações	35
3.6.1	<i>Entrada de energia de subestações de consumidor.....</i>	36
1		
3.7	A aplicação da NR-10 na manutenção industrial.....	38
3.7.1	<i>Manutenção das instalações</i>	40
3.8	Normas Técnicas vs Normas Regulamentadoras	40
3.9	Medidas de controle de risco	42
3.10	Registros documentais	43
3.10.1	<i>Diagrama Unifilar.....</i>	43
3.10.2	<i>Prontuário das Instalações Elétricas.....</i>	44
3.11	Critérios para autorização dos trabalhadores	46

4	METODOLOGIA	49
5	ESTUDO DE CASO	52
5.1	Apresentação do estabelecimento	52
5.1.1	<i>Estrutura organizacional e gestão administrativa</i>	52
5.1.1.1	Gestão da Norma Regulamentadora 10	53
5.2	Caracterização técnica das instalações elétricas	56
5.2.1	<i>Entrada de energia e carga instalada</i>	56
5.2.2	<i>Subestação</i>	57
5.2.3	<i>Geradores e QTAs</i>	62
5.2.4	<i>Quadros gerais de baixa tensão (QGBTs)</i>	63
5.2.5	<i>Quadros secundários e infraestrutura elétrica</i>	65
5.3	Avaliação de conformidade com as diretrizes da NR-10	66
5.3.1	<i>Item 10.2: Medidas de controle</i>	67
5.3.1.1	Análise de risco e Permissão de Trabalho	67
5.3.1.2	Esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas	68
5.3.1.3	Prontuário das Instalações Elétricas	69
5.3.1.3.1	<i>Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde</i>	70
5.3.1.3.2	<i>Inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos</i>	70
5.3.1.3.3	<i>Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental</i>	73
5.3.1.3.4	<i>Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados</i>	75
5.3.1.3.5	<i>Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva</i>	75
5.3.1.3.6	<i>Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas</i>	78
5.3.1.3.7	<i>Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações</i>	79
5.3.1.3.8	<i>Descrição dos procedimentos para emergências</i>	82
5.3.1.3.9	<i>Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual</i>	82
5.3.1.4	Medidas de proteção coletiva	82
5.3.1.5	Medidas de proteção individual	83

5.3.2	<i>Item 10.3: Segurança em projetos</i>	84
5.3.3	<i>Item 10.4: Segurança na construção, montagem, operação e manutenção</i>	84
5.3.4	<i>Item 10.5: Segurança em instalações elétricas desenergizadas</i>	86
5.3.5	<i>Item 10.6: Segurança em instalações elétricas energizadas</i>	90
5.3.6	<i>Item 10.7: Trabalhos envolvendo alta tensão (AT)</i>	91
5.3.7	<i>Item 10.8: Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores</i>	92
5.3.8	<i>Item 10.9: Proteção contra incêndio e explosão</i>	93
5.3.9	<i>Item 10.10: Sinalização de segurança</i>	94
5.3.9.1	Alínea “a”: identificação de circuitos elétricos	95
5.3.9.2	Alínea “b”: travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos	96
5.3.9.3	Alínea “c”: restrições e impedimentos de acesso	96
5.3.9.4	Alínea “d”: delimitação de áreas	97
5.3.9.5	Alínea “e”: sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;	97
5.3.9.6	Alínea “f” e “g”: sinalização de impedimento de energização e identificação de equipamento ou circuito impedido.	98
5.3.10	<i>Item 10.11: Procedimentos de trabalho</i>	98
5.3.11	<i>Item 10.12: Situação de emergência</i>	100
5.4	Não conformidades identificadas e recomendações de adequação .	101
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
	REFERÊNCIAS	108
	APÊNDICE A – INTERPRETAÇÃO DOS REQUISITOS DO PIE	112
	APÊNDICE B – INVENTÁRIO DE QUADROS ELÉTRICOS	114

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e a crescente complexidade dos processos de trabalho, tem exposto os profissionais cada vez mais a novos riscos ocupacionais inerentes às atividades desempenhadas. Nesse contexto, a Segurança do Trabalho consolida-se como uma ciência fundamental, que, por meio de métodos estruturados e ferramentas de aplicação, torna-se indispensável para assegurar a proteção dos trabalhadores. Além de prevenir ou mitigar a ocorrência de acidentes, essa disciplina desempenha um papel crucial no fortalecimento de um ambiente laboral sustentável e seguro.

A interferência das fiscalizações e da justiça do trabalho tem consolidado a legislação trabalhista como um elemento crucial na garantia de ambientes laborais seguros. No Brasil, um marco significativo no combate aos acidentes de trabalho foi a elaboração das primeiras Normas Regulamentadoras (NRs) em 1978. De acordo com Bristot (2019), a regulamentação das atividades trabalhistas pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) foi um marco na história do país. No entanto, somente décadas depois, com o aumento da industrialização e o crescimento do setor de serviços, a conscientização sobre os riscos associados ao trabalho começou a ganhar destaque na sociedade.

As questões de segurança do trabalho passaram a receber mais atenção do governo, que percebeu a necessidade de estabelecer condições mínimas de segurança e saúde ocupacional. Em resposta, o governo brasileiro desenvolveu e implementou normas específicas para os ambientes de trabalho. As NRs foram criadas para estabelecer requisitos mínimos de segurança e saúde ocupacional, sendo essenciais para a proteção dos trabalhadores em diversos setores. Elas fornecem diretrizes para que empregadores e profissionais da área de segurança desenvolvam ações preventivas, implementando medidas de controle de risco para reduzir acidentes, preservar a saúde dos trabalhadores e garantir a qualidade de vida no ambiente laboral (BRISTOT, 2019).

Em 1978, como parte das primeiras 28 NRs e com o objetivo de estabelecer requisitos e condições mínimas de segurança para a realização de atividades envolvendo eletricidade foi instituída a NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Essa é uma das classes de atividades mais arriscadas no ambiente laboral, presente em praticamente todos os setores da economia, sendo um dos

pilares do mundo moderno e classificada como serviço público essencial. Contudo, a exposição inadequada à eletricidade, sem a implementação de medidas de controle adequadas, pode gerar inúmeros riscos, muitos com potencial de ocasionar acidentes fatais.

Barros et al. (2017) destacam que, no início do período de eletrificação, os cuidados com a segurança eram mínimos, resultando em um alto índice de acidentes. Isso fez com que, ao longo do tempo, a segurança no trabalho com eletricidade fosse evoluindo, enfrentando grandes desafios, uma vez que a eletricidade é invisível, inodora e incolor, podendo ser considerada um inimigo oculto.

A NR-10 surgiu, então, como uma regulamentação que padroniza as práticas de trabalho em instalações elétricas, estabelecendo medidas de proteção e controle obrigatórias para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente com eletricidade. Esta norma se aplica a todas as etapas da cadeia, desde a geração até o consumo e a manutenção (BRASIL, 2019).

Nesta conjuntura, a indústria manufatureira destaca-se como uma das principais protagonistas no que diz respeito às atividades que envolvem interações diretas com a eletricidade. O consumo energético permeia todas as etapas produtivas, tornando a operação e manutenção de sistemas elétricos tarefas rotineiras. Desse modo, a NR-10 desempenha um papel fundamental nesse ambiente, servindo como padrão para a condução segura e adequada das atividades fabris.

O presente trabalho apresenta um estudo de caso conduzido em uma unidade fabril de uma renomada empresa multinacional do setor alimentício. A pesquisa tem como foco avaliar a conformidade com os requisitos técnicos e documentais estabelecidos pela NR-10, englobando a identificação de desvios, a análise de suas causas e a proposição de estratégias eficazes para sua mitigação e correção.

1.1 Justificativa

Com a crescente competitividade no mercado, a segurança do trabalho é cada vez mais vista pelas grandes corporações industriais não apenas como uma exigência legal, mas como um fator que agrega valor organizacional e faz parte da sustentabilidade das operações. Esse tema está diretamente ou indiretamente ligada a pelo menos cinco dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da

Organização das Nações Unidas (ONU), que são a base dos princípios *Environmental, Social, and Corporate Governance (ESG)*.

No contexto da segurança em instalações elétricas, observam-se mudanças profundas na forma como esses sistemas são projetados, operados e gerenciados. Esses avanços são evidentes nos investimentos significativos direcionados a programas de segurança, que abrangem desde treinamentos regulares e avaliações de riscos, até incentivos para práticas seguras e aprimoramento da infraestrutura. A mensuração precisa dos riscos e a implementação de soluções para preveni-los ou mitigá-los tornaram-se etapas essenciais para garantir a integridade das instalações e a segurança dos trabalhadores. Assim, a conformidade com a NR-10 representa o ponto de partida crucial para assegurar a segurança em instalações elétricas.

Nesse cenário, o presente estudo assume extrema relevância ao realizar uma avaliação abrangente de conformidade com essa NR. Os resultados obtidos oferecem direcionamentos cruciais para a organização em análise, orientando na elaboração de um plano estratégico para tratar as não conformidades identificadas. Tal abordagem será fundamental para assegurar que a empresa esteja em conformidade com a legislação trabalhista e evite possíveis penalidades legais, multas e sanções administrativas.

As descobertas apresentadas também contribuirão nas discussões acadêmicas, enriquecendo o conhecimento sobre o tema por meio de informações práticas provenientes de um estudo de caso real. Além disso, é importante destacar que este estudo de caso é de grande relevância tanto para a prática profissional quanto para o ambiente acadêmico, uma vez que vários conceitos e tópicos abordados durante a análise são componentes essenciais da grade curricular do curso de Engenharia Civil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é avaliar a conformidade com os requisitos estabelecidos pela NR-10 em uma unidade fabril de uma indústria alimentícia, identificando possíveis não conformidades e analisando os aspectos técnicos, documentais e de governança relacionados à segurança em instalações elétricas.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste estudo incluem o levantamento detalhado dos requisitos aplicáveis à unidade fabril, abrangendo a avaliação de todos os aspectos envolvidos, desde diretrizes técnicas até diretrizes documentais e de governança. O propósito é identificar as não conformidades existentes e mapear as adequações necessárias para subsidiar a elaboração e execução de um plano estratégico de correção, assegurando que a organização atenda plenamente às exigências da NR-10.

Adicionalmente, busca-se fortalecer os fundamentos e ampliar o entendimento sobre o estado de conformidade com a NR-10, evidenciando a importância da segurança de forma preventiva. Por meio desse trabalho, pretende-se propor correções que promovam um ambiente de trabalho seguro nas atividades realizadas em instalações elétricas, ao mesmo tempo em que se assegura a conformidade com a legislação trabalhista vigente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Segurança do trabalho

3.1.1 Histórico

A humanidade tem buscado modificar o ambiente natural visando aprimorar sua qualidade de vida. Essas transformações incluem a construção de uma variedade de estruturas, desde residências simples até arranha-céus e instalações industriais (PEINADO, 2019). No mundo atual, busca-se então incessantemente maximizar a produção e reduzir custos, motivado pelo desejo dos países em desenvolvimento de se modernizarem e dos desenvolvidos de manterem o controle econômico global, sempre visando o bem-estar da sociedade. Para atingir esses objetivos, é essencial investir em tecnologia, que traz benefícios econômicos significativos ao aprimorar a interação entre homem e máquina. No entanto, é importante considerar que a tecnologia pode, às vezes, ter um efeito adverso no ambiente de trabalho humano, impactando os resultados esperados pelo Estado. Portanto, torna-se necessário implementar medidas que protejam o trabalho humano, introduzindo assim o conceito de segurança (BITENCOURT E QUELHAS, 1998).

A segurança do trabalho pode ser compreendida como: “[...] conjunto de medidas adotadas com o objetivo de minimizar ou eliminar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador” (BRISTOT, 2019, p. 08). Segundo Pacheco Junior (2000), um sistema de Segurança do Trabalho é composto por subsistemas que incluem recursos e regras mínimas, interagindo entre si e com outros sistemas. Através do planejamento e do desenvolvimento de ações, esse sistema visa prevenir todos os tipos de acidentes de trabalho, atendendo às necessidades tanto da organização quanto de seus

Nas últimas décadas o conhecimento sobre aspectos relacionados a saúde e segurança do trabalho vem sendo amplamente difundido, visando desenvolver modelos e sistemas de gestão cada vez mais eficazes na prevenção de acidentes durante as atividades laborais. Este tema é amplamente abordado e difundido em todo o mundo, embora em diferentes estágios dependendo da região e do porte da empresa. É uma pauta presente na rotina de qualquer organização, uma vez que a responsabilidade social e o zelo pelo bem-estar e saúde dos funcionários e suas famílias são temas amplamente discutidos nos dias de hoje.

De acordo com Bristot (2019), a evolução da segurança do trabalho começou durante a Revolução Industrial, mas o conceito tem raízes históricas que remontam a tempos antigos, sendo conhecido por outros nomes ao longo da história. Esse cuidado ancestral com a segurança torna-se ainda mais relevante à medida que a sociedade e o progresso tecnológico avançam rapidamente, criando desafios cada vez mais complexos na gestão do trabalho, como destacado por Mendes e Wünsch (2007, p. 02):

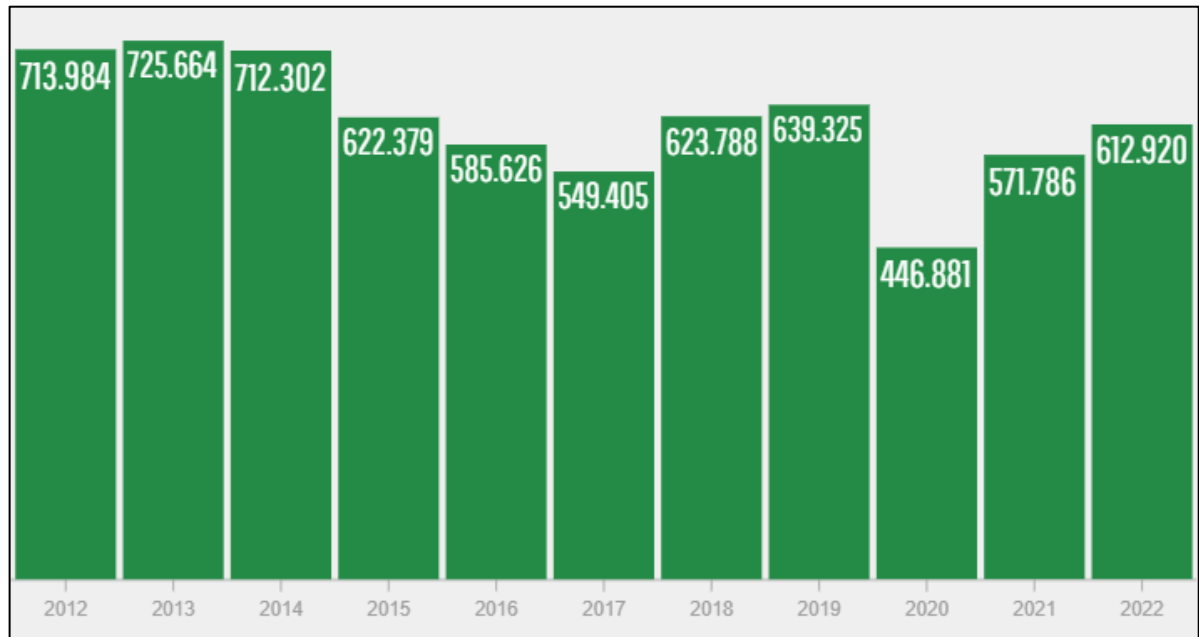
As determinações que incidem sobre a saúde do trabalhador na contemporaneidade estão fundamentalmente relacionadas às novas modalidades de trabalho e aos processos mais dinâmicos de produção implementados pelas inovações tecnológicas e pelas atuais formas de organização do trabalho. As profundas transformações que vêm alterando a economia, a política e a cultura na sociedade por meio da reestruturação produtiva e do incremento da globalização, entre outros motivos, implicam também mudanças nas formas de gestão do trabalho que engendram a precariedade e a fragilidade das questões que envolvem a relação entre saúde e trabalho e as condições de vida dos trabalhadores.

Além do surgimento de novos distúrbios e riscos associados as novas modalidades de trabalho, acidentes corriqueiros ainda são vistos. Existem diversos sistemas produtivos obsoletos que coexistem com os processos modernos e tecnologicamente superiores, nesse cenário, os incidentes relacionados ao trabalho assumem novos significados e implicações, ao mesmo tempo em que apontam para a urgência de resolver problemas antigos (MENDES E WÜNSCH, 2007). Esses processos ultrapassados são especialmente evidentes em pequenas organizações e em ocupações informais, onde a falta de investimentos, escassez de recursos e riscos negligenciados impedem o acesso dos trabalhadores a tecnologias que garantem a execução de atividades laborais mais seguras.

3.1.2 Acidentalidade no Brasil

Conforme dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2023), produzido a partir da Iniciativa *SmartLab* de Trabalho Decente, que é coordenada pelo Ministério Público do Trabalho (MPT) e pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), entre 2012 e 2022 foram registradas 6,7 milhões de notificações de acidentes de trabalho no país. Embora haja uma tendência de redução no número de acidentes ao longo dos últimos 10 anos, como evidenciado no Gráfico 1, ainda persiste um índice significativo de ocorrências.

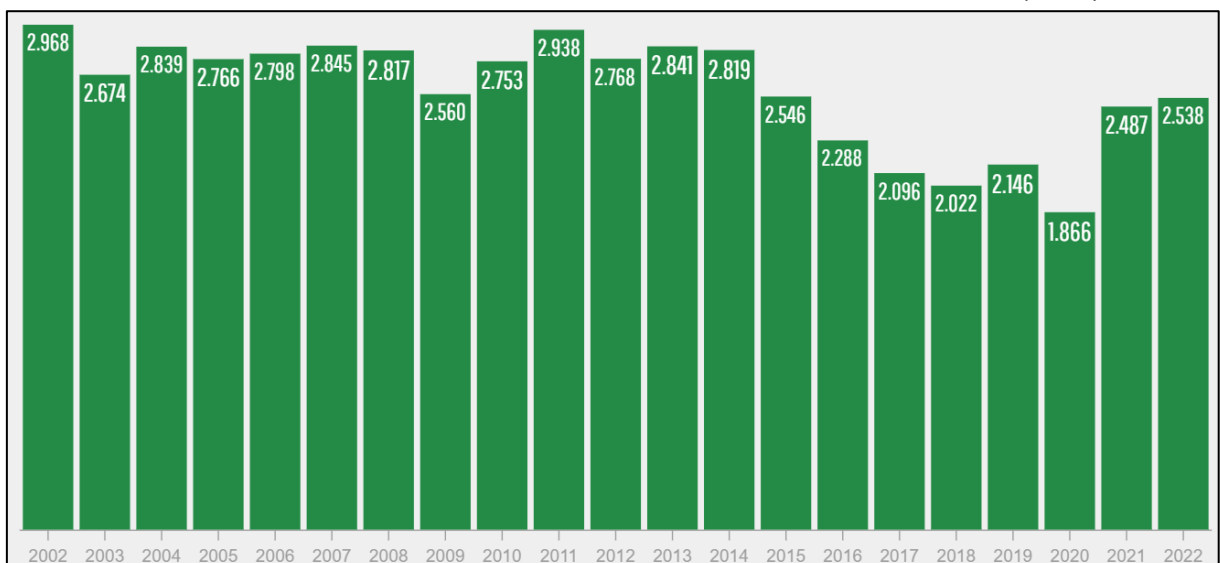
Gráfico 1 - Série Histórica dos Acidentes de Trabalho (CAT)



Fonte: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=frequenciaAcidentes>

O elevado índice de acidentes no país é acompanhado por uma alta taxa de mortalidade. Se comparado a países europeus, o número de acidentes fatais em relação à população ocupada no Brasil é mais de 10 vezes superior (FILGUEIRAS et al., 2017). Do total de acidentes apontados pelo Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2023) no período analisado de 2012 a 2022, 26.417 resultaram em óbitos, o que representa uma morte a cada 3 horas, 47 minutos e 3 segundos. O Gráfico 2 mostra a série histórica de acidentes de trabalho com óbito entre 2002 e 2022.

Gráfico 2 - Série Histórica de Acidentes de Trabalho com Óbito (CAT)



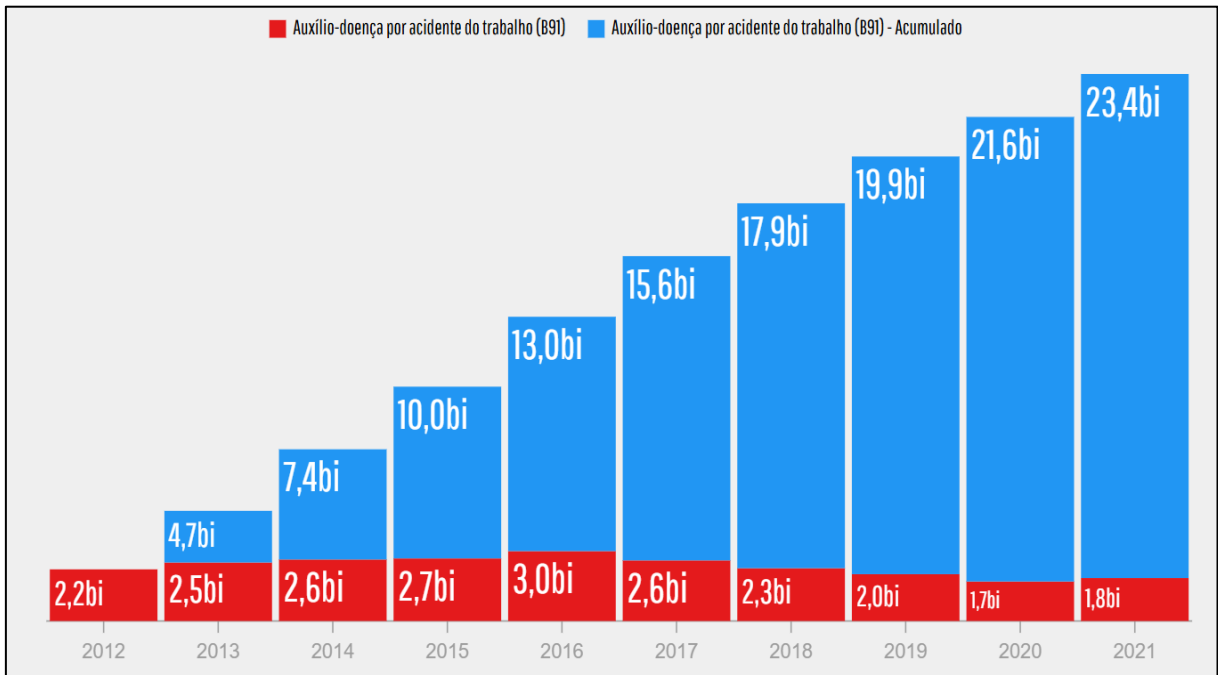
Fonte: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=frequenciaAcidentes>

É importante ressaltar que esses números dizem respeito apenas as comunicações de acidentes de trabalho ao Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), ou seja, relacionados a empregados formais que contribuem para a Previdência Social. Isso não reflete uma grande parcela da população trabalhadora, que estão no mercado informal, onde a precariedade é ainda mais acentuada pela falta de controle e fiscalização das normativas destinadas a assegurar condições mínimas de segurança no trabalho. Além disso, muitas das vezes a notificação de um acidente é banalizada ou até mesmo ocultada pelos empregadores. Filgueiras et al. (2017) destaca que numerosas pesquisas têm buscado estimar a verdadeira magnitude dos acidentes de trabalho no país, havendo um consenso geral de que os dados fornecidos pelo INSS são limitados, e que a incidência de acidentes no ambiente de trabalho brasileiro ultrapassa significativamente os números registrados pelo órgão.

É notório que os acidentes de trabalho geram uma série de prejuízos sobre a vida do trabalhador e da sua família. Contudo, seu impacto extrapola a esfera individual, afetando a economia do país por meio de gastos públicos com saúde e seguro social, além de causar uma diminuição na produtividade no setor privado devido aos dias perdidos de trabalho. Segundo a Nações Unidas Brasil (2022), ao longo de uma década no Brasil, os prejuízos econômicos decorrentes de acidentes de trabalho, excluindo-se as perdas familiares, os custos do sistema previdenciário e de saúde, totalizam 3,5 trilhões de reais.

Ainda no período entre 2012 e 2022, conforme dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2023), houveram 2,3 milhões de concessões de auxílio-doença por acidentes do trabalho, resultando em aproximadamente 461,4 milhões de dias de trabalho perdidos e um impacto nos cofres públicos de 136,7 bilhões de reais, considerando valores de pagamentos pelo INSS em benefícios de natureza acidentária, como auxílios-doença, aposentadorias por invalidez, pensões por morte e auxílios-acidente relacionados ao trabalho, incluindo benefícios iniciados em anos anteriores. Conforme a série histórica mostrada no Gráfico 3, o custo anual vem aumentando exponencialmente nos últimos dez anos.

Gráfico 3 - Despesa Previdenciária - Auxílio-doença por acidente do trabalho



Fonte: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=despesa>

3.2 Eletricidade

Ao longo do desenvolvimento da sociedade moderna, a eletricidade se destacou como um elemento essencial para a evolução humana. Desempenhando um papel crucial, ela transformou radicalmente diversos aspectos da vida cotidiana. A eletricidade trouxe conforto e praticidade, estando presente em todos os momentos, desde a rotina de uma residência familiar, onde alimenta eletrodomésticos básicos, até a sustentação de avançados sistemas de comunicação e tecnologia da informação. Além disso, é fundamental para o funcionamento das infraestruturas modernas, incluindo serviços indispensáveis como transporte, saúde e educação. Zancheta (2005, p.14) reforça essa visão:

A energia é considerada como vetor essencial no desenvolvimento do ser humano e no crescimento econômico do planeta, pois com a energia foi possível o aprimoramento em todos os setores do conhecimento técnico e científico e ainda por ela foram disponibilizadas ao ser humano maiores facilidade e velocidade em todas as suas atividades, sendo inclusive aumentada a sua longevidade, através da utilização da energia nas pesquisas e equipamentos empregados na evolução da medicina.

No desenvolvimento industrial, a eletricidade se tornou um pilar crucial, viabilizando a automação de processos e impulsionando a eficiência e a escala da produção. Dessa forma, um fornecimento de eletricidade estável, confiável e seguro

é essencial para garantir a continuidade e sustentabilidade dos negócios, a segurança dos colaboradores e o crescimento econômico de um país (TOMAZ, 2023).

A utilização da eletricidade de forma sistêmica e controlada em qualquer ambiente só pode ser realizada através de uma instalação elétrica adequada. Segundo Cotrim (2008, p. 01), uma instalação elétrica é um “[...] sistema elétrico físico, ou seja, é o conjunto de componentes elétricos associados e coordenados entre si, composto para um fim específico”.

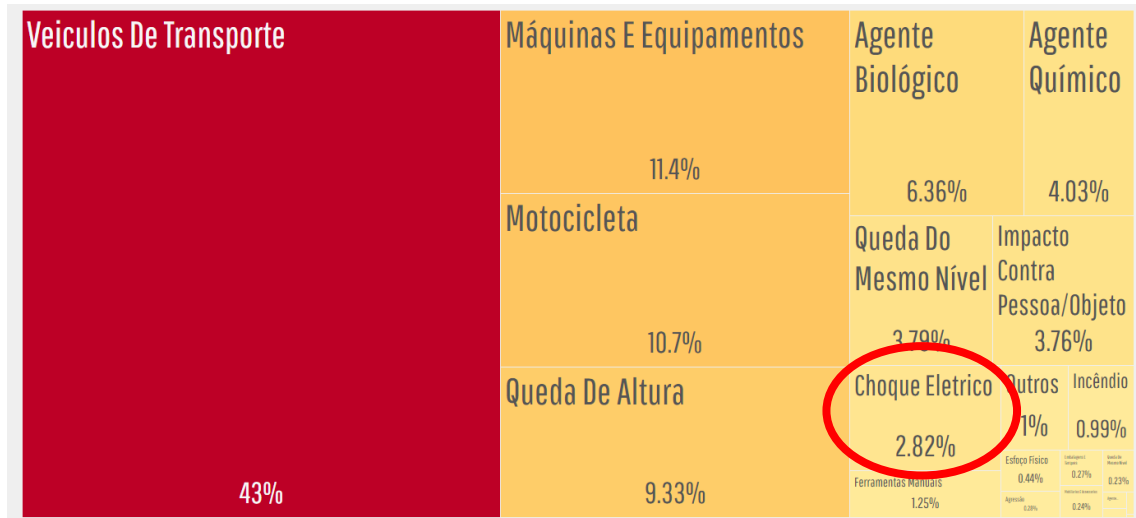
3.2.1 Riscos da eletricidade

Os benefícios associados à eletricidade são inúmeros e fazem seu consumo aumentar ano após ano. Em contrapartida, os acidentes envolvendo eletricidade também se multiplicam, geralmente devido à falta de conhecimento e ao fato de a eletricidade ser imperceptível ao ser humano, o que intensifica a probabilidade de acidentes e quase acidentes (ALMEIDA, 2017).

Ao contrário de outros setores, a abrangência da eletricidade faz com que seus perigos afetem não apenas os profissionais da área, como eletricitistas, mas também qualquer pessoa que utilize energia elétrica (LOURENÇO; SILVA; FILHO, 2007). Conforme destaca Almeida (2017), no início, até mesmo os pesquisadores se expunham a riscos devido ao desconhecimento sobre a eletricidade. No entanto, ao longo dos séculos, inúmeros estudos foram realizados para evidenciar os riscos e propor medidas de mitigação e prevenção.

Embora as estatísticas indiquem uma redução nos acidentes envolvendo eletricidade na última década, ainda há uma quantidade substancial de ocorrências, muitas das quais são fatais. No período entre 2012 e 2022, conforme os dados apresentados pelo Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2023), o choque elétrico figura na 18ª posição entre os agentes causadores de acidentes mais citados em notificações de acidentes de trabalho, totalizando 10.842 registros, o que representa 0,21% do total de acidentes notificados. Esse percentual se torna ainda mais significativo quando consideramos apenas as notificações de acidentes com registro de óbito. Conforme mostra o Gráfico 4, o choque elétrico representa 2,82% desses casos, resultando em 715 acidentes fatais no período analisado.

Gráfico 4 - Grupos de agentes causadores de acidentes de trabalho com óbito de 2012 à 2022



Fonte: Adaptado de: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=perfilCasosAcidente>

3.2.1.1 Choque elétrico

O contato acidental com eletricidade em instalações elétricas pode provocar choque elétrico, fenômeno que Santos (2013, p. 22) define como “[...] uma perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no corpo humano durante a circulação de uma corrente elétrica pelo organismo.”

Silva e Michaloski (2017) e Almeida (2017) afirmam que o choque elétrico pode ser categorizado como eletrostático ou dinâmico. O choque eletrostático ocorre quando há uma descarga elétrica de um ponto de maior potencial para um de menor potencial elétrico, como o exemplo de um corpo humano em movimento e o solo. Esse tipo de choque comumente não provoca danos ao ser humano, mas apresenta riscos significativos para equipamentos eletrônicos, podendo causar grandes prejuízos materiais, além de ser potencialmente perigoso em atmosferas explosivas em áreas classificadas

Por outro lado, o choque elétrico dinâmico acontece quando há contato com massas energizadas, sendo consideravelmente mais perigoso. Nesse caso, o corpo humano se torna parte do circuito elétrico, permitindo que a corrente elétrica flua através dele, o que pode resultar em consequências graves ou fatais (ALMEIDA, 2017; SILVA E MICHALOSKI, 2017).

Cotrim (2008), classifica o contato humano com a eletricidade em dois tipos: direto e indireto. O contato direto ocorre quando a pessoa toca diretamente em condutores energizados, geralmente devidos a imperícia, negligência ou imprudência,

dado através da ruptura ou remoção indevida de partes isolantes, como terminais de equipamentos não isolados, condutores e cabos com isolamento danificado ou deteriorado. Por outro lado, Cotrim (2008) também menciona o contato indireto, que acontece quando uma pessoa entra em contato com massas que ficaram energizadas devido a uma falha de isolamento, como a carcaça de um equipamento. Neste caso, essas partes não deveriam conduzir eletricidade em condições normais, dessa maneira, esse tipo de contato com eletricidade é mais frequente e imprevisível, representando maior perigo ao usuário.

Conforme Tomaz (2017), as características da corrente elétrica, como a intensidade e o tempo de exposição ao corpo humano, são determinantes na gravidade das lesões causadas por um choque elétrico. Além disso, outros fatores como o valor da tensão e da corrente elétrica, a área de contato, a umidade presente na superfície de contato, o percurso da corrente e a resistência elétrica do corpo humano - que pode variar de acordo com diversas características individuais - também influenciam diretamente a gravidade dos efeitos (CAMISASSA, 2015; NEITZEL, 2009; SANTOS, 2013; SILVA E MICHALOSKI, 2017).

Camisassa (2015), explica que a resistência da pele varia com sua condição: seca e intacta, pode chegar a 600 mil Ohms, enquanto molhada reduz drasticamente para cerca de 500 Ohms. A resistência dos tecidos internos é muito menor, em torno de 300 à 500 Ohms.

Albuquerque e Neto (2016) e Cotrim (2008) apontam que os efeitos fisiopatológicos do choque elétrico incluem tetanização, que causa uma forte contração muscular e resulta em paralisia. Essa reação pode fazer com que a pessoa fique "presa" ao ponto de choque, incapaz de soltar a fonte de energia. A tetanização das fibras musculares do coração pode levar a paradas cardíacas. Além disso, dependendo da intensidade da corrente, o choque pode causar queimaduras profundas que afetam toda a derme e os tecidos subcutâneos, destruindo nervos, musculatura e até a estrutura óssea. Outros efeitos incluem ainda parada respiratória e fibrilação ventricular, ambos frequentemente fatais.

O Quadro 1 mostra esses efeitos da corrente elétrica no corpo humano de acordo com a intensidade:

Quadro 1 - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano

Corrente elétrica	Efeitos
1 mA	Pouco perceptível
1 à 3mA	Limiar de percepção (na maioria dos casos)
3 à 9mA	Sensações dolorosas
9 à 25mA	Contrações musculares (não consigo soltar)
25 à 60 mA	Paralisia respiratória (pode ser fatal)
60mA ou mais	Fibrilação ventricular (provavelmente fatal)
4A ou mais	Paralisia cardíaca (fatal)
5A ou mais	Queima de tecido (fatal se for órgão vital)

Fonte: Adaptado de: NEITZEL, 2009, p. 03.

Além dos danos diretos ao corpo humano, os acidentes por choque elétrico frequentemente resultam em lesões graves devido a quedas e batidas. Em razão dos riscos envolvidos, a NR-10, no item 10.12.2, exige que todos os trabalhadores que lidam com instalações elétricas, com tensões superiores a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua, recebam treinamento em resgate e primeiros-socorros. O domínio dessas técnicas e a disponibilização de equipamentos adequados para socorro são essenciais para a preservação da vida (LOURENÇO, 2010).

3.2.1.2 Arco elétrico

O arco elétrico, também chamado de arco voltaico, está entre os riscos mais nocivos associados à eletricidade para os seres humanos. Esse fenômeno geralmente se origina através de curtos-circuitos (entre fases e fase-terra) e é caracterizado pela passagem de uma corrente elétrica expressiva por um material normalmente não condutivo, como o ar, a uma velocidade em torno de 100 m/s. (QUEIROZ E SENGER, 2012). Ele geralmente ocorre devido à proximidade entre dois materiais com alta diferença de potencial, causando uma ruptura dielétrica do meio isolante e gerando o arco elétrico (SILVA E MICHALOSKI, 2017).

O comportamento do arco elétrico em um sistema trifásico é considerado caótico, o que torna seu modelamento matemático extremamente complexo. Assim, a determinação exata das propriedades de um arco elétrico, como o valor de sua impedância, é um desafio significativo (QUEIROZ E SENGER, 2012).

Queiroz e Senger (2012) afirma que quanto mais elevadas as tensões, maior é o comprimento do arco, girando em torno de 2,5 cm para cada 100 V da fonte. Isso significa que, em sistemas de alta tensão, arcos elétricos podem ser gerados com comprimentos na casa de metros, alcançando uma grande área e potencialmente afetando outros equipamentos ou circuitos elétricos. Quando esses são atingidos, novos curtos-circuitos podem ocorrer, ampliando ainda mais a área impactada e, conseqüentemente, aumentando os danos causados.

Devido à sua natureza, os acidentes com arco elétrico ocorrem predominantemente em ambientes industriais. Atividades que oferecem esse risco incluem trabalhos em circuitos de potência energizados, manobras de contadores, disjuntores, chaves seccionadoras, gavetas, e chaves-fusíveis, além da abertura de compartimentos de transformadores de tensão e a remoção de coberturas que exponham partes energizadas. Além disso, atos inseguros ao manusear ferramentas e equipamentos próximos a áreas energizadas, como em subestações elétricas, são exemplos de causas frequentes desses incidentes.

O arco elétrico é caracterizado por liberar uma grande quantidade de energia em uma fração de segundo, conferindo um alto poder calorífico e luminoso. Segundo Queiroz e Senger (2012), após seu início, o arco elétrico se transforma em um fluxo de corrente constituído pelo vapor dos materiais que estão sendo consumidos. Desse modo, além dos riscos decorrentes da alta temperatura gerada pelo arco elétrico, que no ponto de origem pode atingir até 20.000 °C, são liberados vapores metálicos tóxicos, projeções de metal fundido, luz extremamente intensa e uma significativa onda de pressão.

Um arco elétrico pode, inclusive, causar a ignição das vestimentas de um trabalhador, aumentando ainda mais a gravidade das queimaduras. Para mitigar esse risco, é crucial utilizar vestimentas de proteção contra agentes térmicos, projetadas para resistir ao calor intenso e às chamas geradas por um arco elétrico. Além disso, essas vestimentas, que devem ser tratadas como um Equipamento de Proteção Individual (EPI), devem minimizar o impacto de vapores metálicos tóxicos e projeções de metal fundido, criando uma barreira de proteção para o trabalhador.

Santos (2013) também menciona o ruído estridente causado pelo arco elétrico, que é gerado pela propagação das ondas de pressão do ar ambiente no momento da formação do arco voltaico. Essas ondas sonoras, resultantes da pressão atmosférica, podem prejudicar a audição de pessoas que estejam nas proximidades.

Diversos estudos indicam que a combinação dos efeitos provocados por um arco elétrico pode ser fatal para os seres humanos e, quando não, podem deixar sequelas irreversíveis. Queiroz e Senger (2012) destacam os seguintes danos mais frequentes:

- Queimaduras;
- Traumatismos cranianos;
- Esmagamento dos pulmões;
- Perda de membro;
- Surdez;
- Ferimentos resultantes de estilhaços;
- Fraturas ósseas;
- Cegueira;
- Cataratas;
- Morte.

3.2.1.3 Descargas atmosféricas

Os efeitos das descargas atmosféricas têm grande impacto para o setor elétrico devido à possibilidade de ocorrência de danos permanentes que podem redundar em grandes prejuízos às empresas do setor e à sociedade (NETO, 2004).

As descargas atmosféricas são fenômenos produzidos por nuvens do tipo Cumulonimbus que ocorrem por determinadas condições de pressão, temperatura, umidade do ar e vento, fazendo que as nuvens fiquem carregadas eletricamente e que partem em direção ao solo, de forma ramificada e aleatória (SILVA E MICHALOSKI, 2017, p. 02).

Embora as descargas atmosféricas sejam um fenômeno natural com um comportamento imprevisível, seus efeitos podem ser extremamente devastadores quando não são adequadamente captados de forma segura (SILVA E MICHALOSKI, 2017).

De acordo com Neto (2004), as descargas podem introduzir sobrecargas na rede elétrica de três maneiras principais: afetando diretamente os condutores (descargas diretas), atingindo pontos próximos da linha (descargas indiretas) ou impactando diretamente em uma edificação. Neste último caso, quando essas descargas entram em contato direto com estruturas que não estão adequadamente aterradas, podem causar danos materiais significativos e colocar em risco a integridade física dos ocupantes dessas construções. Esses incidentes poderiam ser prevenidos se as edificações fossem protegidas de maneira apropriada por meio de

um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) (MAMEDE FILHO, 2017).

3.2.2 Causas dos acidentes com eletricidade

Camisassa (2015) observa que os acidentes com energia elétrica ocorrem por diversos motivos, como a falta de um projeto adequado, a ausência de programas e procedimentos de manutenção para instalações e equipamentos, além da falta de aterramento e isolamento de cabos e circuitos elétricos, entre outros fatores. Esses motivos podem ser resumidos em dois fatores chave como principais causadores de acidentes com eletricidade no ambiente de trabalho: condições inseguras e atos inseguros, que podem ocorrer isoladamente ou simultaneamente (LOURENÇO, 2008; SILVA E MICHALOSKI, 2017).

Condições inseguras são situações no ambiente laboral que propiciam a ocorrência de acidentes e ameaçam a integridade física dos trabalhadores. Exemplos dessas condições incluem defeitos técnicos em equipamentos e ferramentas, frequentemente causados por projetos inadequados ou falhas na manutenção preventiva. Atos inseguros, por sua vez, são ações imprudentes cometidas pelos próprios trabalhadores durante a execução de suas tarefas, nas quais eles assumem conscientemente os riscos de acidentes (SILVA E MICHALOSKI, 2017).

O potencial de letalidade dos acidentes no setor elétrico se deve principalmente à natureza altamente perigosa do trabalho. As causas dessas fatalidades estão associadas a várias deficiências decorrentes de diversas condições e atos inseguros. Exemplos incluem o descumprimento das Normas Regulamentadoras de saúde e segurança, falta de treinamento adequado, qualificação e capacitação profissional insuficientes, inexperiência e desconhecimento sobre os processos de trabalho, ausência de programas de reciclagem, e a ausência ou insuficiência de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC).

Filgueiras et al. (2017) destacam que o crescente aumento da terceirização no setor elétrico brasileiro representa sérios riscos à vida dos trabalhadores, sendo um dos principais fatores causadores de acidentes de trabalho. Entre 2003 e 2012, a terceirização cresceu 199%, enquanto o número de funcionários próprios aumentou apenas 11%. Analisando dados estatísticos de acidentes fatais no mesmo período, os autores identificaram uma taxa média anual de 12 acidentes fatais por 100 mil

empregados do quadro próprio, comparada a 67,4 por 100 mil entre os terceirizados. Isso indica que o número de acidentes fatais entre terceirizados é 5,6 vezes maior. Esses dados evidenciam a maior mortalidade dos trabalhadores terceirizados em relação aos empregados próprios, corroborando a tese da indissociabilidade entre terceirização e precarização da saúde levantada pelos autores.

Camisassa (2015, p. 282) corrobora a ideia de uma correlação entre o crescente crescimento da terceirização e o aumento no número de acidentes no setor elétrico:

A privatização do setor elétrico na década de 90 foi acompanhada não somente da introdução de novas tecnologias e materiais, mas também de profundas alterações nos processos e na organização do trabalho, com a terceirização dos serviços e conseqüente precarização das condições de segurança e saúde no trabalho. O índice de acidentes envolvendo energia elétrica aumentou de forma significativa mostrando a gravidade das condições de segurança e saúde existentes nas atividades e serviços no setor energético.

3.3 Regulamentação trabalhista

Considerando que vivemos em uma sociedade amplamente baseada no trabalho assalariado, os padrões de gestão do trabalho adotados pelos empregadores têm uma relação direta com os índices de acidentes. A segurança e a saúde do trabalhador são afetadas pelo sistema capitalista, no qual a produtividade, competitividade e lucratividade muitas vezes têm prioridade sobre os aspectos humanos.

Isso significa um comportamento empresarial que tende a buscar extrair o máximo de excedente do trabalho sem respeitar qualquer limite que considere entrave ao processo de acumulação, engendrando conseqüências deletérias para a saúde e segurança de quem trabalha, comumente caminhando no sentido da dilapidação, inutilização ou mesmo eliminação física dos trabalhadores (FILGUEIRAS et al., 2017, p. 22).

Nessa perspectiva, as ações para garantir condições mínimas para os exercícios das atividades laborais de forma segura precisam ir além do âmbito empresarial. De acordo com Mendes e Wunsch (2007), é necessário construir estratégias que envolvam diferentes instâncias, compostas pela classe trabalhadora e seus representantes, empresas e o Estado.

Essas estratégias precisam se integrar de forma a estabelecer padrões de gestão que orientem as condições de trabalho, promovendo um modelo de

desenvolvimento sustentável não apenas economicamente, mas também garantindo a saúde e a segurança ocupacional dos trabalhadores.

A regulamentação trabalhista é então um pilar fundamental na garantia de condições mínimas de segurança no ambiente de trabalho. Um exemplo notável desse processo é a elaboração e aprovação das Normas Regulamentadoras (NRs), que foram elaboradas e aprovadas com a participação empresarial em um sistema organizado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

3.3.1 Normas Regulamentadoras

As NRs são um conjunto de normativas desenvolvidas e supervisionadas pelo MTE, criadas com base nos requisitos legais da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e em convenções internacionais ratificadas pelo Brasil. As origens das NRs remontam à promulgação da CLT em 1943 pelo então presidente Getúlio Vargas, um marco na história trabalhista do país. No entanto, foi apenas algumas décadas depois, com o aumento da industrialização e o crescimento do setor de serviços, que a conscientização sobre os riscos associados ao trabalho começou a crescer na sociedade.

Na década de 1970, questões relacionadas à segurança do trabalho passaram a receber mais atenção e discussão por parte do governo. Este reconhecimento da necessidade de estabelecer padrões mínimos de segurança e saúde ocupacional levou ao desenvolvimento e implementação de normas específicas para proteger os trabalhadores. Conforme Silva (2009), foi na década de 1970 que a saúde e a segurança no trabalho foram regulamentadas por lei federal no Brasil. A Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977 reformulou o capítulo V do título II da CLT para "Da Segurança e da Medicina do Trabalho". A Seção XV, que trata das medidas especiais de proteção, estipula no artigo 200 que cabe ao MTE estabelecer disposições complementares às normas deste capítulo, considerando as peculiaridades de cada atividade ou setor de trabalho. Em conformidade com esse artigo, a Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978 aprovou um conjunto de 28 normas chamadas Normas Regulamentadoras.

As NR são de observância obrigatória pelas organizações e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo, Judiciário e Ministério Público, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (BRASIL, 2024, p. 01).

Segundo Júnior (2018), as Normas Regulamentadoras impactam diretamente a sociedade brasileira, afetando tanto os trabalhadores quanto as empresas. Elas proporcionam benefícios ao governo, como a redução de acidentes de trabalho e dos custos com a previdência, tendo como objetivo principal garantir a segurança dos trabalhadores.

Com o avanço das necessidades laborais, as NRs foram periodicamente revisadas pelo MTE para se adaptar à evolução das práticas de trabalho, tornando-as mais versáteis. Além disso, novas NRs foram criadas para atender às especificidades das novas tecnologias implementadas. Atualmente, existem 38 Normas Regulamentadoras no Brasil, sendo 36 em vigor e duas revogadas, a NR-02 e a NR-27. Cada NR estabelece requisitos específicos que abordam diversos aspectos relacionados às atividades laborais em diferentes setores da economia.

3.4 NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade

Em meio às NRs constituídas pela Portaria nº 3.214, foi criada a Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), que assim como as demais, regulamenta um grau de exigibilidade mínimo a ser observado pelos empregadores. Especificamente, ela se aplica às medidas de controle e sistemas preventivos que devem ser implementados em serviços e instalações elétricas.

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade (BRASIL, 2019, p.01).

3.4.1 Abrangência da NR-10

Conforme cita o texto da NR-10, sua aplicação inclui diversas etapas na utilização das instalações elétricas:

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 (BRASIL, 2019, p.01).

Devido à sua ampla abrangência, essa NR aplica-se não apenas a trabalhadores da área elétrica, como eletricitas, montadores, instaladores e técnicos,

mas também a qualquer pessoa que, durante suas atividades laborais, tenha contato direto ou indireto com a eletricidade. Isso inclui indivíduos sujeitos a reações, irregularidades ou à ausência de medidas de controle e sistemas de prevenção, usuários de equipamentos e sistemas elétricos, bem como outras pessoas não advertidas (BRASIL, 2010).

Barros et al. (2017) exemplificam com o caso de um mecânico que realiza a manutenção do acoplamento de um conjunto motobomba. Embora a tarefa seja essencialmente mecânica, a ativação do motor elétrico durante a desmontagem do acoplamento pode resultar em um acidente grave. Normalmente, não é responsabilidade do mecânico realizar os desligamentos dos equipamentos elétricos, a menos que ele tenha a qualificação necessária na área elétrica. No entanto, ele deve ser capaz de verificar se o electricista tomou todas as precauções necessárias para garantir que o motor não será acionado, evitando assim a exposição a riscos elétricos. Este exemplo demonstra que, indiretamente, o mecânico está exposto a riscos elétricos.

Conclui-se então que pessoas que não atuam com instalações elétricas, porém estão em suas proximidades ou exercem alguma atividade que as exponha ao risco da área elétrica, devem então ser capacitadas para compreender os conceitos de segurança em instalações elétricas para então conseguirem analisar os riscos envolvidos e adotar medidas preventivas. Isso é mencionado no item 10.8.9 da NR-10:

10.8.9 Os trabalhadores com atividades não relacionadas às instalações elétricas desenvolvidas em zona livre e na vizinhança da zona controlada, conforme define esta NR, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis (BRASIL, 2019, p.08).

Os conceitos e definições de zona livre, zona controlada e zona de risco podem ser compreendidas através do ANEXO II da NR -10.

Exclui-se do campo de aplicação descrito os casos onde a tensão elétrica de alimentação seja inferior a 50 V em corrente alternada ou 120 V em corrente contínua, definido pela NR-10 como extra-baixa tensão. Também são excluídas atividades de simples operação, como ligar e desligar um interruptor de iluminação. Isso está evidenciado nos itens 10.6.1.2 e 10.14.6 da norma:

10.6.1.2 As operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, podem ser realizadas por qualquer pessoa não advertida (BRASIL, 2019, p. 06).

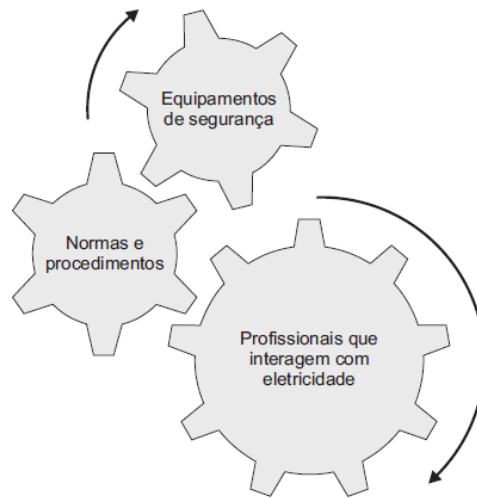
10.14.6 Esta NR não é aplicável a instalações elétricas alimentadas por extra-baixa tensão (BRASIL, 2019, p.11).

Barros et al. (2017) destaca a importância de interpretar cuidadosamente o item 10.6.1.2, pois é essencial realizar uma análise criteriosa para determinar qual equipamento elétrico, em perfeito estado de conservação e adequado para operação, pode ser manuseado por uma pessoa não advertida.

3.4.2 A importância da NR-10

Segundo Junior (2018), a criação da NR-10 teve um impacto significativo no mercado, melhorando a proteção dos profissionais que interagem direta ou indiretamente com eletricidade, trazendo grandes benefícios para trabalhadores, empresas e governo. O autor destaca que essa norma veio suprir uma deficiência técnica entre os profissionais, as normas e procedimentos, e os equipamentos de segurança. A falta de uso ou especificação inadequada dos equipamentos, a não observância das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a negligência nos procedimentos, devido à falta de capacitação dos profissionais envolvidos, aumentam significativamente a probabilidade de acidentes em instalações elétricas. Conforme ilustrado na Figura 1, o sistema funciona como uma engrenagem, em que qualquer falha em uma de suas partes pode resultar em incidentes ou acidentes.

Figura 1 - Visão da NR-10

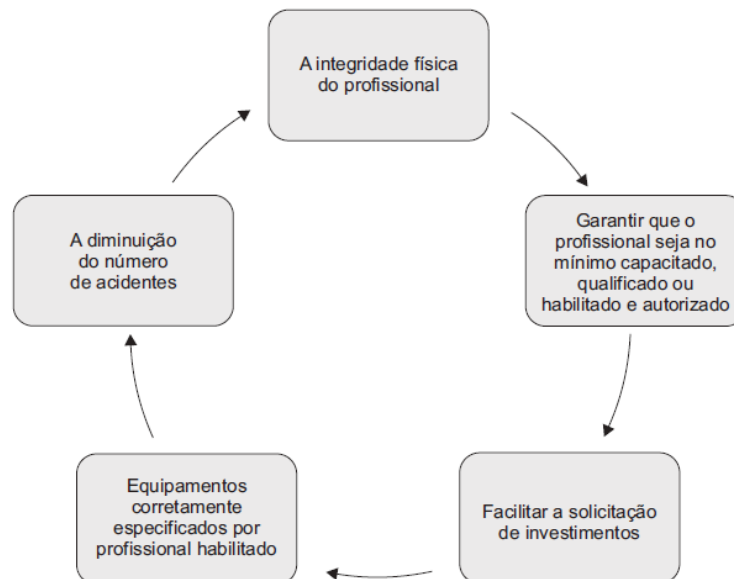


Fonte: JUNIOR, 2018, p. 17.

A NR-10 foi então implementada como uma ferramenta de regulamentação governamental que garante a obrigatoriedade de diversos fatores que preenchem essas lacunas citadas, endossando a promoção de um ambiente de trabalho mais seguro e protegido.

O não atendimento aos requisitos da norma torna inclusive a empresa proprietária ou o local onde se encontra a instalação elétrica suscetível a penalidades, conforme mencionado no item 10.14.3: "Na ocorrência do não cumprimento das normas constantes nesta NR, o MTE adotará as providências estabelecidas na NR-03" (BRASIL, 2019, p.11).

Figura 2 - Papel da NR-10 na segurança do trabalho



Fonte: JUNIOR, 2018, p. 17.

3.5 Classificação das instalações elétricas

As exigências estabelecidas pela NR-10 variam conforme o porte e os riscos associados às instalações. As instalações são classificadas de acordo com a potência instalada e a área de atividade. No primeiro critério, são estabelecidas exigências para instalações com carga superior a 75 kW, ou seja, aquelas onde a potência necessária para operar máquinas e equipamentos excede 75 kW. O segundo critério aplica-se às instalações envolvidas em geração, transmissão ou distribuição de energia, que fazem parte do Sistema Elétrico de Potência (SEP).

O limite de carga instalada de 75 kW é conforme estabelecido na Resolução Normativa ANEEL Nº 1000, de 7 de dezembro de 2021. Esta resolução define as regras para a prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, incluindo os critérios que determinam se a instalação deve ser conectada em baixa ou alta tensão. De acordo com a NR-10, qualquer tensão superior a 1000 V é considerada Alta Tensão (AT). Embora existam exceções, para fins normativos, o limite de 75 kW foi adotado para consumidores individuais. Em casos de fornecimento com entrada coletiva, como em prédios e condomínios, deve-se avaliar cada consumidor individualmente (BRASIL, 2010).

3.6 Subestações

Quando a potência instalada ultrapassa 75 kW e o fornecimento é feito em alta tensão, é necessário então instalar uma subestação, também conhecida como cabine primária, na entrada de energia para abaixar a tensão.

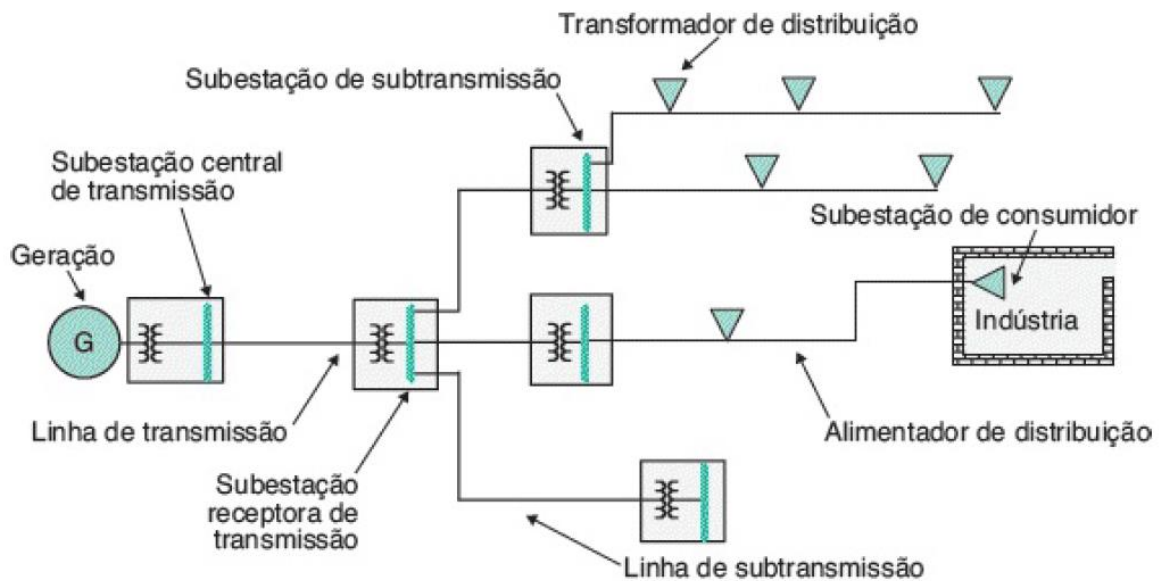
Subestação é um conjunto de condutores, aparelhos e equipamentos destinados a modificar as características da energia elétrica (tensão e corrente), permitindo sua distribuição aos pontos de consumo em níveis adequados de utilização (MAMEDE FILHO, 2017, p. 1387).

Segundo Tomaz (2023), as subestações têm como funções principais a interligação dos sistemas de energia elétrica, a melhoria da qualidade da energia e a proteção da integridade do sistema e das pessoas. Para atingir esses objetivos, eles precisam dispor de dispositivos de proteção que detectem falhas no sistema e isolem os trechos onde essas falhas ocorrem.

Em um sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, diferentes tipos de subestações desempenham papéis essenciais em cada etapa desse processo. A última etapa é composta pela subestação do consumidor, que é

instalada dentro da área do estabelecimento consumidor, integrando suas instalações elétricas. A Figura 3 apresenta, de forma esquemática, a localização de cada tipo de subestação no contexto completo do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Figura 3 - Fluxo simplificado do processo de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica



Fonte: MAMEDE FILHO, 2017, p. 1389.

3.6.1 Entrada de energia de subestações de consumidor

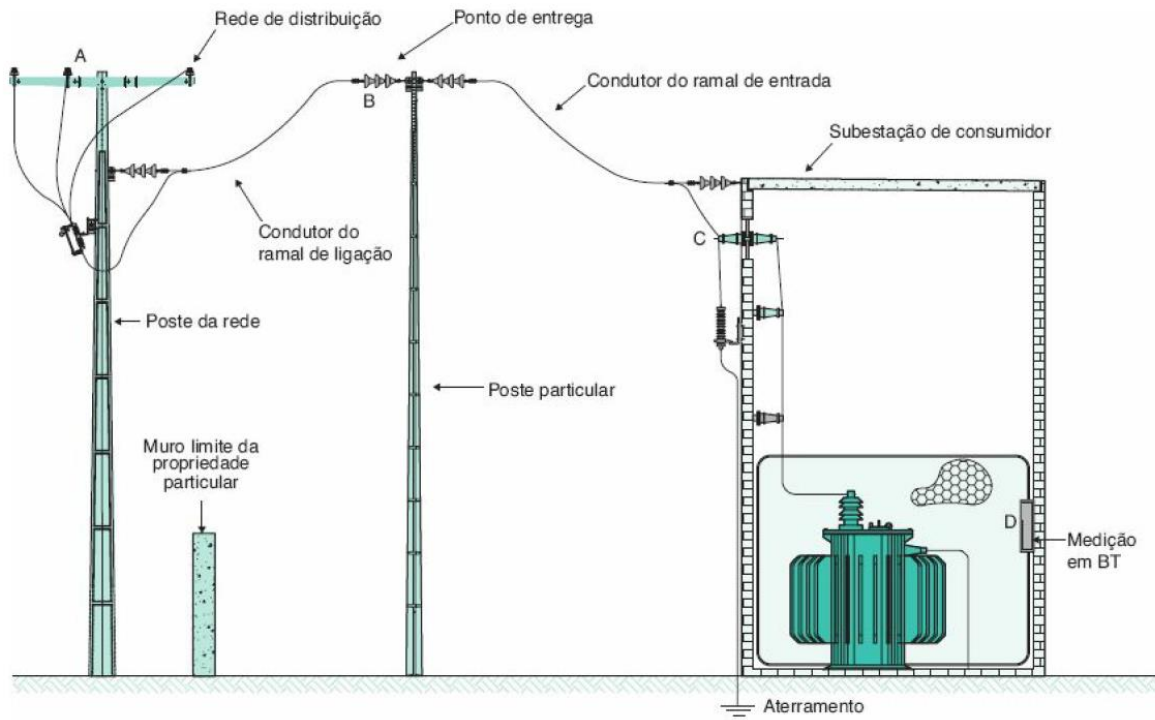
Mamede Filho (2017) explica que as subestações de consumo são alimentadas por meio da chamada de entrada de serviço, que abrange o trecho do circuito entre o ponto de derivação da rede de distribuição pública e os terminais de medição da subestação. Conforme ilustrado na Figura 4, essa entrada é, geralmente, composta por duas partes.

A primeira parte é composta pelo ponto de ligação com rede de distribuição pública, onde é conectado o ramal de ligação que deriva até o ponto de entrega, que, em geral, consiste em um poste exclusivo do estabelecimento, ligado por um circuito aéreo. No entanto, o ponto de entrega também pode ser subterrâneo, dependendo do tipo de entrada adotado para a subestação do consumidor.

A segunda parte é o ramal de entrada, que parte do ponto de entrega e compreende o conjunto de condutores que alimentam os terminais de medição da

subestação. Esse trecho também pode ser configurado como aéreo ou subterrâneo, conforme o tipo de instalação da subestação.

Figura 4 - Elementos da entrada de serviço de uma unidade consumidora de AT



Fonte: MAMEDE FILHO, 2017, p. 1389.

3.6.2 Tipos de instalação de subestações de consumidor

As subestações de consumidor classificam-se em abrigadas, ao tempo e cegadas. As abrigadas são protegidas das ações climáticas, ideais para locais próximos ao centro de carga. As subestações ao tempo, instaladas ao ar livre, excluem equipamentos mais resistentes e manutenção frequente. Já as blindadas, também chamadas compactas, utilizam gases específicos para essa finalidade em invólucros metálicos que integram diversos componentes, ocupando menos espaço, porém com custo elevado (TOMAZ, 2023).

As subestações abrigadas em alvenaria são as mais comuns em instalações industriais devido ao baixo custo, facilidade de montagem e baixa necessidade de manutenção.

De acordo com Mamede Filho (2017), essas subestações são subdivididas em compartimentos chamados postos ou cabines, cada um desempenhando uma função específica. Os principais tipos de cabines são:

- a) cabine de Medição Primária: destinada a abrigar os equipamentos auxiliares de medição, como Transformadores de Corrente (TCs) e Transformadores de Potencial (TPs). Este compartimento é de uso exclusivo da concessionária de energia, sendo lacrado para impedir o acesso de pessoas não autorizadas. A instalação dos equipamentos varia conforme as exigências da concessionária;
- b) cabine de Proteção Primária: projetada para instalar dispositivos de proteção, como chaves seccionadoras, fusíveis e o disjuntor geral, que é acionado por relés secundários. Esses dispositivos garantem a segurança do sistema, protegendo-o contra sobrecargas e falhas;
- c) cabine de Transformação: destinada à instalação de transformadores de força, responsáveis pela conversão da energia elétrica para níveis compatíveis com as necessidades do consumidor. Pode haver mais de uma cabine desse tipo na subestação. Dependendo do projeto, essas cabines podem incluir ou não equipamentos de proteção individual, como fusíveis ou disjuntores.

3.7 A aplicação da NR-10 na manutenção industrial

Devido às suas características e à complexidade dos processos, os ambientes industriais naturalmente possuem um grande potencial de risco. As atividades laborais nesses locais envolvem constantemente interações homem-máquina, utilizando empilhadeiras, prensas, pontes rolantes, esteiras e máquinas rotativas, entre outras. Esses ambientes apresentam diversos tipos de riscos e entre todos os riscos, as atividades de manutenção elétrica se destacam pelo elevado número de acidentes laborais. (ALBUQUERQUE E NETO, 2016).

Conforme citam Albuquerque e Neto (2016), entre os diversos riscos nas atividades de manutenção elétrica, o risco de choque elétrico é a principal preocupação. No entanto, é crucial avaliar também riscos adicionais, como incêndios ou explosões em ambientes com mistura de oxigênio e gás combustível, e acidentes em trabalhos em altura, locais confinados ou áreas com alta umidade, que podem causar arcos elétricos e choque elétrico.

Nesse contexto, para reduzir significativamente a probabilidade de eventos perigosos e lesões graves em atividades laborais no ambiente industrial, é essencial estabelecer procedimentos operacionais e instruções de trabalho técnicas e administrativas rigorosas para a manutenção e serviços elétricos. Avaliar e aprimorar

o sistema homem-máquina, garantir a manutenibilidade das instalações e padronizar as rotinas de trabalho são passos cruciais.

Ao esmiuçar os aspectos relevantes dos procedimentos básicos para exercer qualquer atividade com eletricidade, extrai-se que a empresa em conjunto com os trabalhadores deve se adequar as orientações contidas nos regulamentos. A empresa deve manter os trabalhadores informados sobre os riscos a que estão expostos, adotar medidas preventivas e corretivas e promover ações de controle de riscos originados por outrem em suas instalações elétricas e oferecer, de imediato, quando cabível, denúncia aos órgãos competentes. Os trabalhadores devem zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho, responsabilizando-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais e regulamentares e comunicar, de imediato, ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco (ALBUQUERQUE E NETO, 2016, p. 44).

A NR-10 se aplica a diversas etapas de trabalho, incluindo a manutenção de instalações elétricas e atividades realizadas nas suas proximidades. Deve ser implementada em conformidade com as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência dessas, com as normas internacionais aplicáveis (BRASIL, 2019). Na indústria, a aplicação dessa norma figura então, não somente como o atendimento de um requisito legal, mas também como um balizador para o desenvolvimento dos padrões de trabalho, norteando a elaboração dos procedimentos em conjunto com uma avaliação in loco dos riscos existentes nas atividades a serem desempenhadas.

Além de elaborar e implementar procedimentos de trabalho, é fundamental desenvolver as competências adequadas dos envolvidos nos processos, assegurando a correta execução dos padrões estabelecidos e eliminando potenciais acidentes. De acordo com Albuquerque e Neto (2016), a maior parte das investigações dos acidentes mostram que a sua causa-raiz está relacionada ao não cumprimento dos procedimentos de trabalho. Essa situação é influenciada por vários aspectos culturais e organizacionais que dificultam a capacitação, o engajamento e a prática disciplinada das medidas de segurança.

Também é crucial que a instalação elétrica seja regularmente inspecionada e mantida em boas condições, pois uma instalação degradada apresenta um risco elevado durante qualquer intervenção. Portanto, é essencial que as organizações mantenham padrões de manutenção rigorosos para assegurar a integridade e a segurança de suas instalações elétricas (SANTOS, 2013).

3.7.1 Manutenção das instalações

Teles (2019) explica que, até 1945, a manutenção era predominantemente corretiva, focada em consertar equipamentos avariados. Após a Segunda Guerra Mundial, com o aumento da competitividade industrial, surgiu a Manutenção Preventiva, que buscava evitar falhas antes que ocorressem. Com o tempo, evoluíram as tecnologias de manutenção preditiva, como Análise de Vibrações, Análise de Óleo, Termografia e Ultrassom, que detectam falhas em estágios iniciais. A Quarta Geração da Manutenção introduziu o conceito de Manutenibilidade, que enfatiza a facilidade de manutenção já na fase de projeto dos equipamentos, garantindo a disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos ativos de forma mais eficiente (TELES, 2019).

O sistema de manutenção de uma instalação elétrica deve utilizar diferentes estratégias para cada ativo, visando manter a instalação em funcionamento de forma confiável, segura e dentro dos parâmetros estabelecidos.

3.8 Normas Técnicas vs Normas Regulamentadoras

Para um entendimento mais aprofundado, é importante obter clareza na distinção entre normas regulamentadoras e normas técnicas. As normas regulamentadoras são estabelecidas pelo MTE com base em legislações específicas, sendo de cumprimento obrigatório para garantir a proteção e saúde do trabalhador, preservação do meio ambiente e regulamentação das atividades. Em contraste, as normas técnicas são desenvolvidas pela sociedade civil, frequentemente por grupos, fabricantes ou associações específicas, com o objetivo de padronizar instalações, materiais e equipamentos, entre outros aspectos.

Naturalmente, a aplicabilidade da Norma Legal não seria possível com algumas poucas páginas do texto aprovado, e dessa forma ela se alicerça nas normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais cabíveis (BRASIL, 2010, p. 13).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a entidade mais reconhecida na elaboração de normas técnicas, porém outras entidades também contribuem ativamente em algumas áreas específicas. Um exemplo disso é a padronização da forma de construção da entrada de energia que foi desenvolvida pelas próprias distribuidoras de energia (BARROS et al., 2017).

As normas da ABNT possuem subsídio técnico, ou seja, determinam os parâmetros necessários para garantir a correta especificação de variáveis que serão utilizadas como referência, pelas Normas Regulamentadoras, para proporcionar segurança aos profissionais e à sociedade (JUNIOR, 2018, p. 29)

De acordo com Barros et al. (2017), as normas técnicas estabelecem diretrizes fundamentais para a execução de trabalhos, sendo sua observância amplamente recomendada. Este aspecto é tão crucial que é mencionado na legislação penal brasileira. Em casos de acidentes durante atividades profissionais que resultem em processos jurídicos, a penalidade pode ser aumentada se ficar comprovado que houve descumprimento de uma norma técnica, como previsto no artigo 121, § 4o do Código Penal brasileiro, que especifica o aumento da pena em casos de homicídio culposo decorrente da não observância de normas técnicas específicas.

Entre as normas técnicas elaboradas pela ABNT para instalações elétricas, destacam-se a ABNT NBR 5410:2004 e a ABNT NBR 14039:2003. A primeira aplica-se a instalações elétricas de baixa tensão, definidas como aquelas com tensão inferior a 1.000 V, e especifica todos os requisitos necessários para o projeto dessas instalações. Por outro lado, a ABNT NBR 14039:2003 é voltada para instalações elétricas de média tensão, com tensões entre 1.000 V e 36.200 V, sendo geralmente aplicável a subestações de energia e cabines primárias de grandes instalações, incluindo prédios, indústrias e comércios de grande porte.

Outra norma técnica amplamente utilizada em instalações elétricas é a ABNT NBR 5419:2015, que determina os critérios para o projeto, a instalação e a manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. Para ambientes específicos, como os industriais, existem normas como a ABNT NBR 5418:1995 para instalações elétricas em atmosferas explosivas, a ABNT NBR 8674:2005 para proteção contra incêndios em transformadores, e as ABNT NBR 8222:2005 e ABNT NBR 12232:2005, também sobre proteção contra incêndio. Podem ainda ser utilizadas normas internacionais quando as nacionais inexisterem ou forem insuficientes.

Nas situações em que as normas técnicas nacionais inexisterem, forem omissas ou insuficientes, é passível de aplicação as normas técnicas internacionais relativas ao assunto. Pode-se destacar alguns códigos ou comissões de elaboração de normas internacionais de reconhecido valor e aplicação - *IEC – Internacional Eletrotecnic Commission; NEC – National Electrical Code; NFPA – National Fire Protection Association; CEI – Normas da Comunidade Européia; EN – European Standards* (BRASIL, 2010, p. 13).

3.9 Medidas de controle de risco

Qualquer trabalhador que realiza atividades em instalações elétricas ou em suas proximidades deve conhecer os riscos a que está exposto, bem como as medidas de controle necessárias para evitá-los. É importante distinguir entre perigo e risco: enquanto o perigo é a condição que pode causar lesões na ausência de medidas de controle, o risco é a capacidade de causar lesões ou danos à saúde. Profissionais que atuam em instalações elétricas estão sempre suscetíveis a riscos; entretanto, para que esses riscos não resultem em acidentes de trabalho, é fundamental cumprir rigorosamente as normas e procedimentos de trabalho específicos (ALBUQUERQUE E NETO, 2016)

Medidas de controle é uma titulação de item que representa o coletivo das ações estratégicas de prevenção destinadas a eliminar ou reduzir, mantendo sob controle, as incertezas e eventos indesejáveis com capacidade potencial para causar lesões ou danos à saúde dos trabalhadores e, dessa forma, transpor as dificuldades possíveis na obtenção de um resultado esperado, dentro de condições satisfatórias (BRASIL, 2010, p.13).

Além dos riscos elétricos, a NR-10 prevê que devem ser adotadas medidas de controle para os riscos adicionais, que também requerem a implementação de medidas de controle, a NR-10 destaca os seguintes: trabalho em altura, ambientes confinados, áreas classificadas, umidade e condições atmosféricas. Para esses riscos, devem ser aplicadas outras normas regulamentadoras e técnicas específicas. Por exemplo, para atividades de trabalho em instalações elétricas em altura, devem ser seguidas as diretrizes da NR-10 e da NR 35 - Trabalho em altura. Da mesma forma, para atividades em espaços confinados, é necessário aplicar tanto as diretrizes da NR-10 quanto as da NR 33 - Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados.

Os empregadores são responsáveis por manter os trabalhadores informados sobre os riscos a que estão expostos e por instruí-los sobre as medidas de controle contra riscos elétricos. Essas medidas devem ser integradas aos padrões de trabalho da empresa, visando à preservação da segurança, saúde e do meio ambiente de trabalho. As medidas de controle de risco podem ser classificadas em coletivas, administrativas, técnicas e individuais. A Figura 5 mostra as medidas fundamentais elencados por Barros et al. (2017) para assegurar atividades seguras em instalações elétricas:

Figura 5 - Fatores chave para intervenções seguras em instalações elétricas



Fonte: Adaptado de: BARROS et al., 2017, p. 29

3.10 Registros documentais

A NR-10 exige que as medidas de controle de risco em uma organização sejam devidamente registradas, determinando a elaboração e manutenção de uma extensa documentação, que deve estar disponível para trabalhadores e autoridades competentes. A quantidade e tipo de documentos exigidos variam conforme o porte e os riscos associados às instalações. As instalações são classificadas de acordo com a potência instalada e a área de atividade. No primeiro critério, são estabelecidas exigências para instalações com carga superior a 75 kW, ou seja, aquelas onde a potência necessária para operar máquinas e equipamentos excede 75 kW. O segundo critério aplica-se às instalações envolvidas em geração, transmissão ou distribuição de energia, que fazem parte do SEP.

3.10.1 Diagrama Unifilar

Conforme estabelecido no item 10.2.3, é necessário manter os diagramas unifilares atualizados das instalações elétricas, incluindo as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. O diagrama unifilar representa a forma mais clara e direta da instalação elétrica, proporcionando ao trabalhador autorizado as informações necessárias para realizar seu trabalho com segurança. Ele é crucial para a identificação precisa dos pontos de desenergização e

dos locais adequados para a instalação de dispositivos de bloqueio e aterramento temporário, garantindo assim a proteção adequada para aqueles que trabalham diretamente com as instalações elétricas.

O diagrama unifilar consiste em uma representação gráfica simplificada das instalações elétricas, o qual contém apenas os componentes principais dos circuitos que são representados por uma linha. Esses diagramas devem estar acompanhados de dados e especificações dos dispositivos de proteção instalados, especialmente do sistema de aterramento elétrico, conforme determinação da NR-10, além dos demais equipamentos e dispositivos de proteção que integram a instalação elétrica, tais como fusíveis, disjuntores, chaves e outros componentes associados à proteção. Existe a necessidade de identificar de onde vem a alimentação, assim como os circuitos e dispositivos que estão sendo alimentados (JUNIOR, 2018, p.38).

O diagrama unifilar é um documento obrigatório para todas as instalações elétricas, independentemente porte da instalação e dos riscos envolvidos. A falta desse documento pode levar a incertezas e surpresas indesejadas durante a execução de serviços, o que frequentemente resulta em eventos adversos. É importante ressaltar que todas as instalações elétricas, independentemente do tamanho, operam com tensões perigosas que podem causar danos fatais (JUNIOR, 2018). Além de tudo, sua correta documentação e atualização garantem que os elementos de proteção não sejam substituídos por componentes incompatíveis, o que poderia aumentar o risco de incêndios ou afetar o tempo de resposta dos sistemas de proteção, representando um perigo adicional para usuários e mantenedores (BRASIL, 2010).

3.10.2 Prontuário das Instalações Elétricas

Para estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW, a NR-10 exige a existência do Prontuário de Instalações Elétricas (PIE). Este prontuário deve conter informações detalhadas sobre as especificações, características e limitações das instalações elétricas e ser mantido pelo empregador ou por uma pessoa designada pela empresa. Deve estar disponível em formato físico, sistema informatizado, ou ambos, garantindo acesso imediato a trabalhadores, interessados e autoridades, conforme o item 10.14.4 da NR-10. Além disso, os documentos técnicos contidos no prontuário devem ser elaborados por um profissional legalmente habilitado e o mesmo deve ser revisado e atualizado periodicamente (CAMISSA, 2015).

Essa exigência visa criar uma memória dinâmica da instalação elétrica, abrangendo procedimentos de trabalho, sistemas e medidas de proteção, treinamentos, capacitações, contratações, certificações, especificações e testes de rigidez dielétrica. A obrigatoriedade de documentar promove uma gestão responsável e permite avaliações a qualquer momento, com as características da instalação atestadas por meio da documentação, facilitando informações, estudos e pesquisas para trabalhadores e demais interessados, além de promover ações de segurança e auditoria fiscalizadora (BRASIL, 2010).

Os itens 10.2.5 e 10.2.5.1 da NR-10 determinam a obrigatoriedade da empresa de constituir e manter o PIE em função das áreas de atividade. O primeiro diz respeito a empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes e o segundo a empresas que realizam trabalhos em proximidade do SEP. De acordo com o glossário da NR-10, trabalho em proximidade pode ser definido como:

Trabalho em Proximidade: trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule (BRASIL, 2019, p. 13).

De acordo com Barros et al. (2017), uma maneira simplificada de identificar se a instalação se enquadra no requisito de constituir o prontuário é verificar se ela possui uma cabine primária na entrada de energia. Embora seja raro encontrar instalações com carga instalada superior a 75 kW que não possuam cabine primária, a NR-10 não especifica a forma de entrada de energia. Portanto, os autores recomendam realizar um estudo de levantamento de cargas como medida formal para determinar a necessidade de existência do prontuário.

O Quadro 2 sinaliza de forma objetiva os itens da NR-10 que determinam os documentos obrigatórios que devem compor o PIE conforme os critérios de carga instalada e área de atuação. O APÊNDICE A oferece uma descrição detalhada com a interpretação desses itens, fundamentada em pesquisas das regulamentações vigentes e no *Manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR-10* de 2010 fornecido pelo MTE.

Quadro 2 - Documentos obrigatórios do PIE, conforme os critérios de carga instalada e área de atuação

Tipo de estabelecimento	Item da NR-10									
	10.2.3	10.2.4 a)	10.2.4 b)	10.2.4 c)	10.2.4 d)	10.2.4 e)	10.2.4 f)	10.2.4 g)	10.2.5 a)	10.2.5 b)
Carga instalada < 75 kW	x									
Carga instalada ≥ 75 kW	x	x	x	x	x	x	x	x		
Integrante ao SEP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trabalhos em proximidade do SEP	x	x		x	x	x			x	x

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

3.11 Critérios para autorização dos trabalhadores

A NR-10 estabelece alguns níveis de perfis de trabalhadores que determinam se estão preparados para realizar atividade de natureza elétrica. São três perfis: Qualificado, Legalmente Habilitado e Capacitado. O quadro abaixo (QUADRO 3) apresenta os requisitos necessários para se enquadrar em cada um desses perfis.

Quadro 3 - Critério de Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores de acordo com a NR-10

Perfil do trabalhador	Requisitos
Qualificado	<p>_Curso específico na área elétrica, reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino, como o Ministério da Educação, em nível médio ou superior.</p> <p>Exemplo: Engenheiros Eletricistas e Técnicos da área elétrica, etc.</p>
Legalmente Habilitado	<p>_Curso específico na área elétrica, reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino, como o Ministério da Educação, em nível médio ou superior;</p> <p>_Registro no competente conselho de classe.</p> <p>Exemplo: Engenheiros Eletricistas com registro ativo no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) e Técnicos da área elétrica com registro ativo no Conselho Federal dos Técnicos Industriais (CFT).</p>
Capacitado	<p>_Tenha recebido capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado</p> <p>_Trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado</p> <p>Exemplo: Eletricista sem formação técnica ou superior que possui conhecimento prático adquirido na ocupação profissional, tendo recebido treinamento de um engenheiro eletricista registrado no CREA, e que trabalha sob a supervisão e responsabilidade deste profissional.</p> <p>Observação: A capacitação só terá validade para a empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Para ser um trabalhador autorizado, além de ser qualificado, habilitado ou capacitado, a NR-10 estabelece que, conforme os itens 10.8.6, 10.8.7 e 10.8.8 e de acordo com BARROS et al. (2017), os trabalhadores devem atender aos seguintes requisitos:

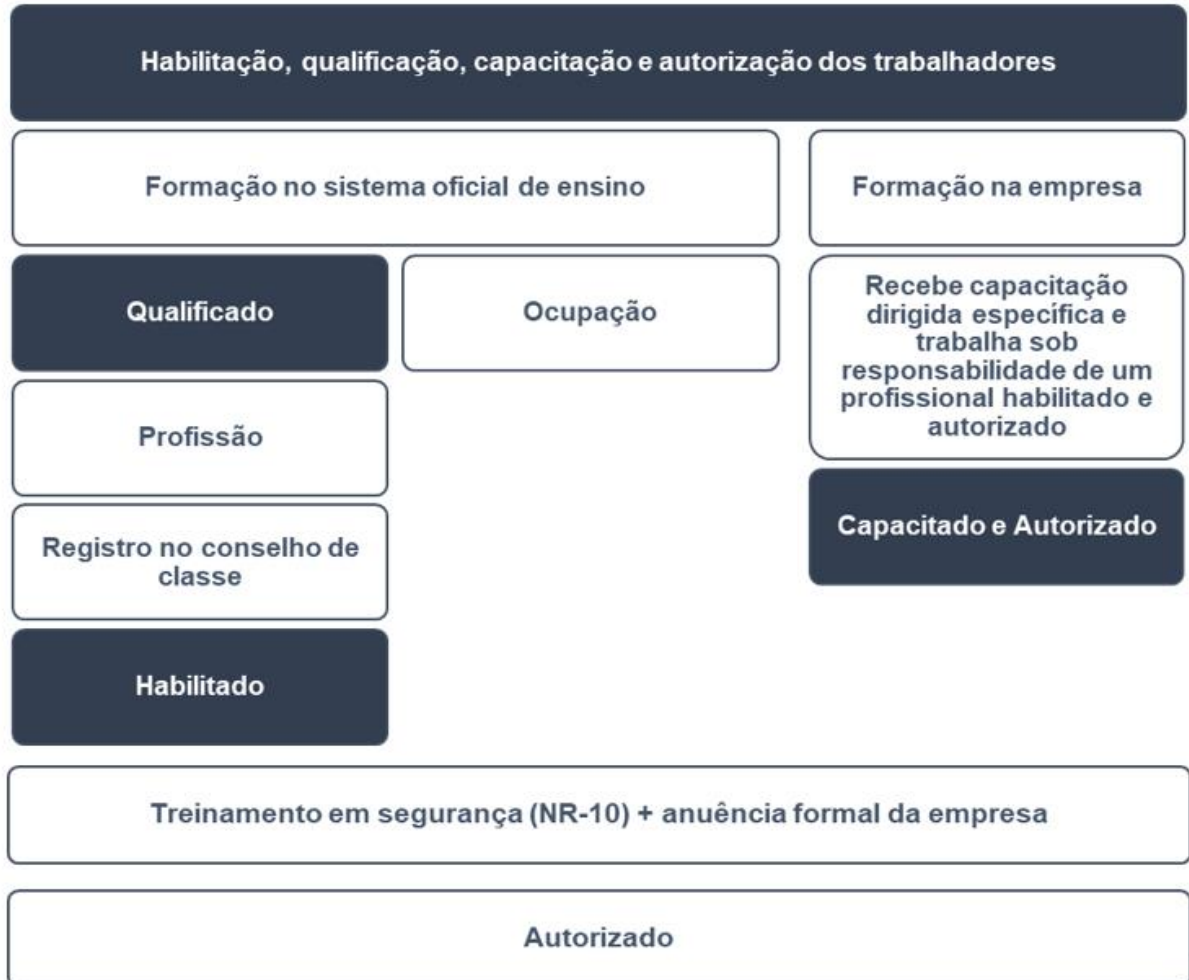
- a) dispor de anuência formal da empresa, ou seja, uma autorização documentada no prontuário do trabalhador;
- b) dispor de um sistema de identificação dessa autorização, como por exemplo uma matriz de autorização anexa ao crachá;
- c) ser submetido a exame de saúde compatível com a atividade de acordo com a NR-07 e conforme definido por um médico do trabalho;
- d) ter participado de treinamento sobre os riscos da eletricidade, conforme Anexo III da NR-10.

A NR-10 exige que o treinamento básico para trabalhadores em instalações elétricas tenha uma carga horária mínima de 40 horas. A autorização para atuar é concedida apenas se o profissional obtiver aproveitamento satisfatório, cuja definição cabe às entidades de treinamento e às empresas. O treinamento é válido por dois anos, após os quais é necessária a reciclagem. Esta reciclagem também é exigida em casos de mudança de função ou empresa, retorno após afastamento superior a três meses, ou modificações significativas nas instalações, métodos, processos ou organização do trabalho (item 10.8.8.2). A norma não especifica a carga horária ou o conteúdo da reciclagem, deixando essas definições para a entidade de treinamento, que deve ajustá-las de acordo com o motivo e objetivo da reciclagem. Além disso, os trabalhadores que atuam em instalações elétricas energizadas com alta tensão devem receber treinamento complementar para o SEP conforme item 2 do Anexo III da NR-10, e aqueles que executam atividades em áreas sujeitas a risco de explosão devem receber treinamento específico conforme item 10.8.8.4 (BARROS et al., 2017; BRASIL, 2019).

O módulo básico estabelece um currículo mínimo e menciona os assuntos que deverão ser abordados de forma a preparar os trabalhadores em geral, para as atividades envolvendo o risco elétrico. As abordagens buscam esclarecer os mecanismos da eletricidade sobre o organismo, as medidas de proteção disponíveis e suas condições de aplicação. Não se trata de uma capacitação profissional para as atividades, mas sim na prevenção de acidentes de natureza elétrica, de análise e antecipação do risco, com desenvolvimento de metodologias seguras, noções de responsabilidades civil e criminal, conhecimento de normas e regulamentos aplicáveis, prevenção e combate a incêndios e primeiros socorros (BRASIL, 2010, p. 64)

A Figura 6 apresenta um fluxograma resumido que ilustra a sequência dos critérios mencionados a serem cumpridos para um trabalhador estar autorizado a intervir em uma instalação elétrica de acordo com a NR-10.

Figura 6 - Requisitos para autorização de profissionais conforme a NR-10



Fonte: Adaptado de: BARROS et al., 2017, p. 33

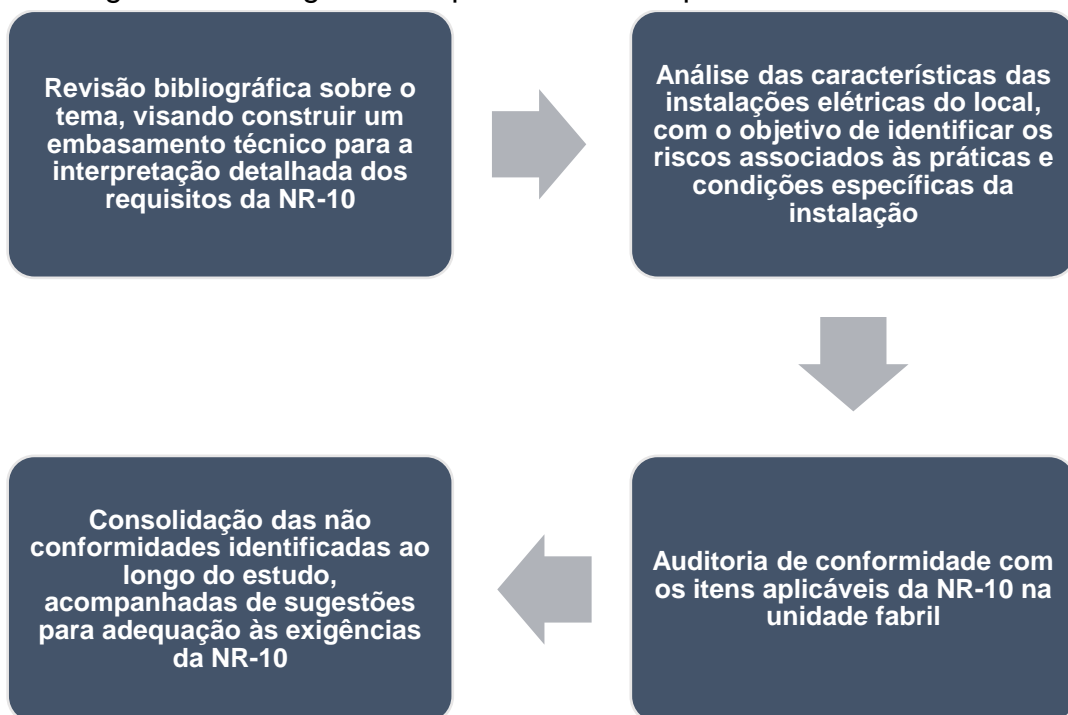
4 METODOLOGIA

Este trabalho teve como objetivo avaliar a conformidade com os requisitos estabelecidos pela NR-10 em uma unidade fabril de uma indústria alimentícia, identificando possíveis não conformidades e analisando os aspectos técnicos, documentais e de governança relacionados à segurança em instalações elétricas. Para atingir esse objetivo, foi empregado um sistema de auditoria com a finalidade de verificar o atendimento a cada requisito disposto na referida norma regulamentadora.

A auditoria é, simplesmente, a comparação imparcial entre o fato concreto e o desejado, com o intuito de expressar uma opinião ou de emitir comentários, materializados em relatórios de auditoria (ARAÚJO, 2001, p. 13).

O fluxograma abaixo, (FIGURA 7), apresenta de forma resumida a sequencias das etapas que o estudo foi organizado.

Figura 7 - Fluxograma simplificado das etapas do estudo de caso



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente sobre o tema. Este levantamento teórico permitiu o aprofundamento no referencial normativo e técnico relacionado à segurança em instalações elétricas, servindo como base para a interpretação detalhada dos requisitos da NR-10.

Na segunda etapa, dedicou-se ao entendimento dos processos e das etapas operacionais da indústria selecionada como objeto de estudo. Essa fase envolveu um aprofundamento técnico nas características das instalações elétricas do local, abrangendo o mapeamento dos riscos elétricos associados às atividades de operação e manutenção. Esse levantamento foi fundamental para identificar os riscos inerentes às práticas e condições específicas das instalações elétricas.

Durante a terceira etapa, foi realizada uma avaliação detalhada dos itens aplicáveis da NR-10 na unidade fabril. Com base na compreensão das atividades executadas e nos riscos identificados na segunda etapa, foi conduzida uma análise da norma para determinar os tópicos pertinentes ao estabelecimento. Essa análise incluiu uma auditoria de conformidade para cada item considerado aplicável, organizada em seções estruturadas de acordo com os principais tópicos da NR-10.

O processo envolveu uma avaliação documental, na qual foram examinados documentos, registros, relatórios e outras fontes de informação pertinentes. Além disso, foi realizada uma análise técnica das instalações elétricas para verificar a conformidade com os requisitos normativos. Também foram coletadas informações diretamente com a liderança responsável pelos processos, visando compreender os papéis e responsabilidades no gerenciamento da segurança elétrica.

Para cada tópico avaliado, foram apresentadas análises técnicas que justificaram o atendimento (ou não) aos requisitos da norma, destacando as medidas implementadas, as lacunas identificadas e as recomendações de melhoria. Os tópicos abordados incluíram:

- Medidas de controle;
- Segurança em projetos;
- Segurança na construção, montagem, operação e manutenção;
- Segurança em instalações elétricas desenergizadas;
- Segurança em instalações elétricas energizadas;
- Trabalhos envolvendo alta tensão;
- Habilitação, qualificação, capacitação e autorização de trabalhadores;
- Proteção contra incêndio e explosão;
- Sinalização de segurança;
- Procedimentos de trabalho;

- Situações de emergência.

Por fim, na quarta etapa e última etapa, foram consolidadas as não conformidades identificadas ao longo do estudo, acompanhadas de sugestões para adequação às exigências da NR-10. Essas sugestões visaram orientar a organização na elaboração de um plano estratégico para tratar as não conformidades identificadas, promovendo melhorias contínuas no sistema de gestão de segurança elétrica, fortalecendo a cultura de prevenção de acidentes e assegurando a conformidade plena com os requisitos da NR-10.

O presente estudo se concentrou na avaliação do cumprimento dos requisitos de segurança, não abordando critérios de dimensionamento e eficiência de projeto das instalações elétricas. Além disso, de acordo com a aplicabilidade da normativa, não serão avaliados os circuitos elétricos internos aos equipamentos, uma vez que esses sistemas são regulamentados por outras normas.

Por questões éticas e de confidencialidade dos dados, optou-se por não divulgar o nome da organização envolvida neste estudo, bem como quaisquer informações pessoais relacionadas às pessoas, profissionais, prestadores de serviço ou dados que possam identificar a empresa. Ademais, os documentos analisados não serão anexados a este documento por motivos de sigilo. Os resultados serão apresentados nas próximas páginas de forma clara, precisa e detalhada, destacando os principais achados e conclusões em relação aos objetivos estabelecidos. É importante ressaltar que as informações foram divulgadas de maneira a preservar o anonimato dos indivíduos e das empresas envolvidas.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Apresentação do estabelecimento

O objeto deste estudo de caso é uma planta fabril de uma multinacional do setor alimentício, localizada no estado de Minas Gerais. Essa unidade industrial recebe matéria-prima *in natura* e executa múltiplas etapas de processamento, que vão desde a preparação inicial até o envase do produto final.

A planta está situada em um pavilhão industrial único, com uma área total de 11.643,76 m². Neste espaço, estão instaladas diversas máquinas e equipamentos de diferentes tamanhos e capacidades, necessários para suportar os variados processos de manufatura. Além das áreas dedicadas à produção, a planta também possui setores administrativos e áreas de uso comum, como refeitório, sanitários, e vestiários, que são essenciais para o bem-estar e a organização dos colaboradores.

O *layout* do pavilhão foi projetado para otimizar o fluxo de trabalho e garantir a segurança operacional, obedecendo às normas técnicas e regulatórias aplicáveis ao setor alimentício. Além disso, a planta conta com sistemas de controle de qualidade rigorosos em todas as fases do processo produtivo, assegurando que os produtos atendam aos mais altos padrões de segurança alimentar antes de chegarem ao consumidor final.

5.1.1 Estrutura organizacional e gestão administrativa

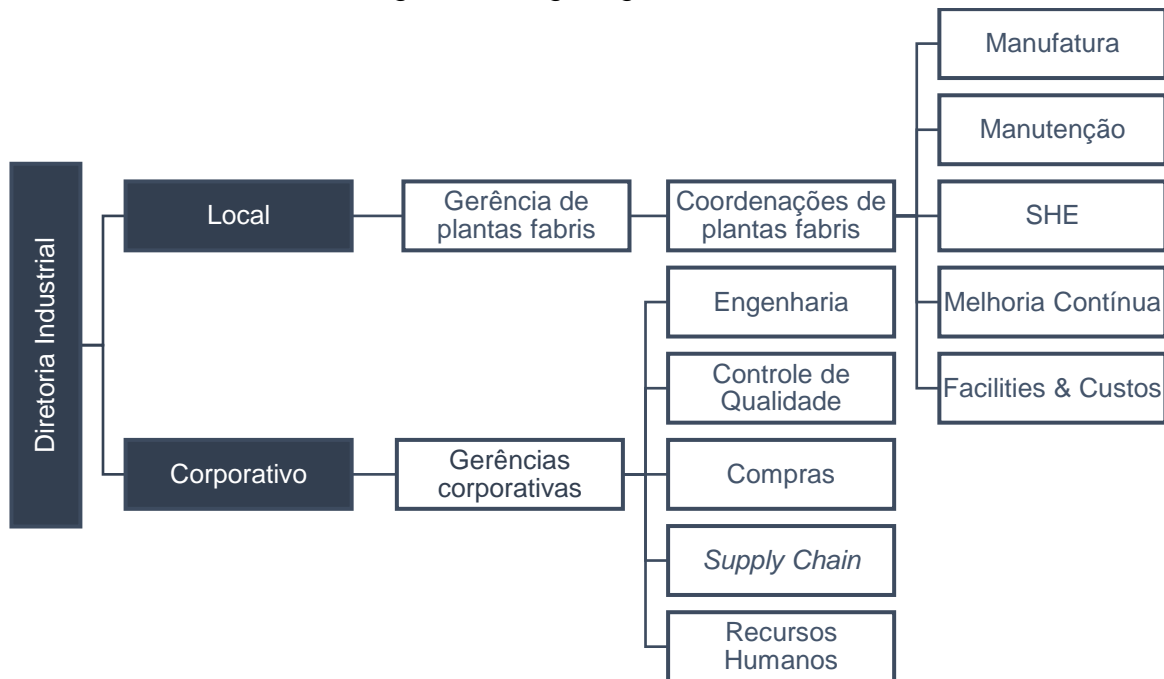
A unidade analisada é uma das cinco fábricas que a empresa possui no Brasil, sendo a única localizada no estado de Minas Gerais. A sua estrutura hierárquica é organizada a partir de uma liderança global, que se ramifica para diretores nacionais, gerentes e coordenadores de área, garantindo uma gestão eficiente e alinhada aos objetivos estratégicos do grupo.

No âmbito nacional, a companhia está subdividida em duas grandes áreas: *Management Unit (MU)* e *Manufacturing and Supply Unit (MSU)*. A *Management Unit (MU)* engloba diversas diretorias, incluindo Vendas, Marketing, Financeiro e Jurídico, sendo responsável pelas operações administrativas e pela definição das diretrizes estratégicas para o mercado nacional.

Já a *Manufacturing and Supply Unit (MSU)* é responsável por todas as plantas fabris, bem como por toda a cadeia de suprimentos no país. Liderada pela Diretoria Industrial, essa área é estruturada em dois níveis: os setores corporativos, que prestam suporte a todas as unidades do grupo, e os setores locais, que operam especificamente em cada planta industrial. Essa divisão permite uma gestão mais especializada, garantindo que as necessidades específicas de cada unidade sejam atendidas, enquanto as operações globais e nacionais permanecem integradas.

A Figura 8 apresenta o organograma da estrutura hierárquica básica da área MSU, apresentando as principais posições dentro dessa organização:

Figura 8 - Organograma área MSU



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

5.1.1.1 Gestão da Norma Regulamentadora 10

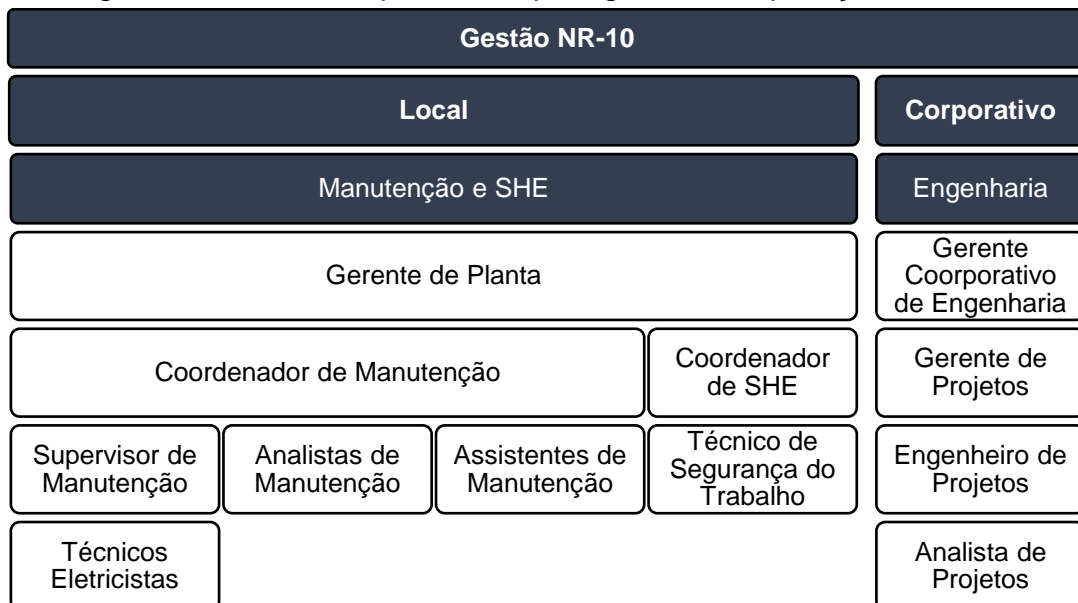
A gestão de segurança e saúde ocupacional desta unidade é conduzida principalmente pelos setores locais, com o suporte estratégico de algumas áreas corporativas. A liderança dessa gestão está a cargo do setor de *SHE (Safety, Health and Environment)*, que atua de forma integrada com os demais setores locais da unidade.

A companhia também conta com um setor global de *SHE*, responsável por definir as diretrizes de segurança, saúde e meio ambiente que são seguidas por todas

as suas unidades industriais ao redor do mundo. Desse modo, além de cumprir com as legislações nacionais, a planta analisada adota rigorosos padrões internacionais, estabelecidos pela matriz global, o que assegura um nível elevado de conformidade e proteção tanto para os colaboradores quanto para o meio ambiente. Esses padrões internacionais são constantemente atualizados e adaptados para atender às demandas regionais e globais, proporcionando um ambiente de trabalho mais seguro e sustentável.

Conforme ilustrado na Figura 9, a gestão da NR-10 é responsabilidade compartilhada entre os setores de *SHE*, Manutenção e Engenharia. Isso foi verificado por meio de entrevistas com os gestores da unidade e por meio da verificação direta dos procedimentos internos da empresa. Esses setores têm o papel crucial de garantir o cumprimento integral das diretrizes da norma, que abrange desde a avaliação e mitigação de riscos elétricos até a capacitação adequada dos colaboradores que atuam em atividades relacionadas à eletricidade.

Figura 9 - Setores responsáveis pela gestão da aplicação da NR-10



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

O quadro abaixo (QUADRO 4) apresenta, de forma detalhada, as funções e responsabilidades atribuídas a cada um desses setores no contexto da gestão da NR-10, conforme constatado durante este estudo.

Quadro 4 - Papéis e responsabilidades na gestão da segurança em eletricidade

Setor	Papéis e responsabilidades na gestão da segurança em eletricidade
Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> a) implantar novos projetos e adequar as instalações existentes, assegurando que todos estejam em conformidade com as normas regulamentadoras e os requisitos técnicos aplicáveis. Em projetos que envolvem eletricidade, garantir que cada etapa seja planejada e executada conforme os critérios estabelecidos pela NR-10, além de atender às normas técnicas vigentes; b) validar tecnicamente e documentalmente todos os projetos elétricos, garantindo que as especificações estejam em total conformidade com as exigências de segurança e eficiência operacional; c) gerenciar equipes terceirizadas envolvidas na execução dos projetos, assegurando que essas equipes estejam treinadas e capacitadas para seguir as diretrizes de segurança estabelecidas pela NR-10.
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> a) assegurar a manutenibilidade e o bom funcionamento das instalações elétricas, executando manutenções preventivas, corretivas e preditivas, bem como inspeções periódicas para identificar falhas e riscos potenciais, garantindo assim a segurança e a eficiência das operações; b) realizar a gestão do PIE, assegurando a atualização contínua de toda a documentação, de acordo com os requisitos da NR-10; c) monitorar de forma constante as condições das instalações, aplicando as correções necessárias para garantir a conformidade com a NR-10 e com outras normas técnicas relevantes; d) gerenciar a equipe de técnicos eletricitas, garantindo o cumprimento de todos os procedimentos necessários para a concessão de autorização a esses profissionais para realizarem intervenções nas instalações elétricas. Além disso, assegurar que todas as medidas de controle estabelecidas nos procedimentos de segurança sejam rigorosamente aplicadas durante as atividades de manutenção; e) atuar de forma integrada com os departamentos de Engenharia e SHE, assegurando uma abordagem colaborativa na gestão da segurança elétrica, identificando vulnerabilidades, participando da definição do escopo de novos projetos e sinalizando a necessidade de adequações nas instalações, contribuindo ativamente para a mitigação de riscos e a prevenção de acidentes.
SHE	<ul style="list-style-type: none"> a) fiscalizar e auditar o cumprimento dos requisitos de segurança durante as atividades em instalações elétricas, assegurando que as práticas estejam em total conformidade com a NR-10 e outras regulamentações aplicáveis; b) realizar inspeções regulares e a análise de relatórios de manutenção para garantir a adesão aos procedimentos de segurança; c) implementar e revisar medidas de controle, definindo as melhores práticas de trabalho com base nas legislações nacionais, normativas vigentes e nos padrões globais da empresa; d) orientar e direcionar as equipes durante atividades não rotineiras em eletricidade, como intervenções emergenciais, estabelecendo procedimentos seguros e eficientes; e) instruir treinamentos específicos para as equipes de manutenção e para outros colaboradores envolvidos em atividades elétricas, garantindo que todos estejam atualizados quanto às melhores práticas e às exigências regulamentares. Além disso, o setor deve promover a conscientização contínua sobre segurança elétrica e a importância da conformidade com a NR-10.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Essa clareza e o detalhamento do papel de cada setor da empresa no sistema de gestão da segurança em eletricidade, em conformidade com a NR-10, evidenciam um alto nível de responsabilidade corporativa e maturidade organizacional. Essa abordagem integrada reflete o compromisso da empresa com a preservação da vida, a proteção do patrimônio e o cumprimento das exigências legais. Além disso, promove uma cultura de segurança sólida, na qual todos os colaboradores compreendem suas funções e responsabilidades, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

5.2 Caracterização técnica das instalações elétricas

Esta seção apresenta a caracterização técnica das instalações elétricas do estabelecimento, realizada por meio de análise documental dos projetos e inspeções *in loco* das instalações. Esse processo permitiu identificar as condições físicas, operacionais e de segurança das instalações, considerando os requisitos normativos aplicáveis. Essa etapa foi essencial para embasar a avaliação de conformidade com a NR-10, detalhada na seção 5.3, e garante uma análise mais precisa das práticas adotadas frente aos padrões de segurança exigidos pela regulamentação.

5.2.1 Entrada de energia e carga instalada

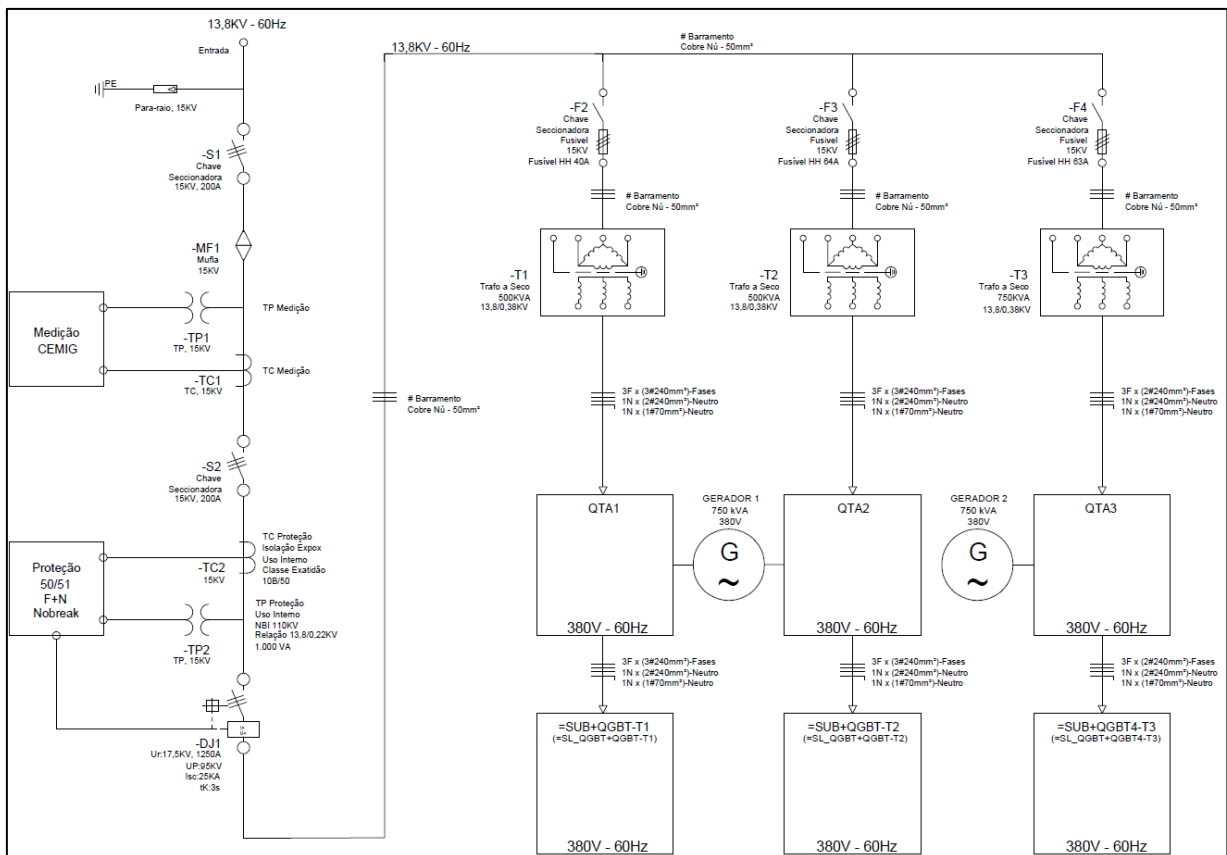
As instalações elétricas desta planta fabril foram projetadas para atender a toda a demanda energética, tanto da área industrial quanto da administrativa. O fornecimento de energia é realizado pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Conforme analisado nos projetos elétricos, a tensão nominal fornecida pela concessionária é de 13,8 kV, com uma carga instalada de 850 kW, valor utilizado para fins de contratação de demanda. Esses dados indicam a obrigatoriedade de constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas (PIE), conforme os requisitos estabelecidos no item 10.2.4 da NR-10, que exige o PIE para estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW.

O suprimento de energia é realizado por meio de uma subestação, que recebe a alimentação trifásica de 13,8 kV diretamente do ramal de entrada subterrâneo conectado à linha de distribuição aérea da concessionária. A função dessa subestação é reduzir a tensão para os níveis adequados ao consumo, que são de 380 V ou 220 V, conforme a necessidade da instalação.

Após a transformação de tensão, a energia é encaminhada para três Quadros de Transferência Automática (QTAs), que têm a função de gerenciar automaticamente a troca de fonte de alimentação entre concessionária e geradores internos, garantindo a continuidade do fornecimento elétrico em caso de falha na rede principal. A partir dos QTAs, a energia é distribuída para os Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBTs), que são os primeiros quadros elétricos localizados após a subestação, responsáveis pela distribuição inicial da energia elétrica para os demais sistemas da instalação.

A Figura 10 ilustra de forma simplificada o esquema elétrico de entrada e transformação de energia descrito nos parágrafos anteriores.

Figura 10 - Esquema unifilar da entrada e transformação de energia



Fonte: Adaptado de: Diagrama unifilar das instalações elétricas fornecido pela empresa estudada, 2024

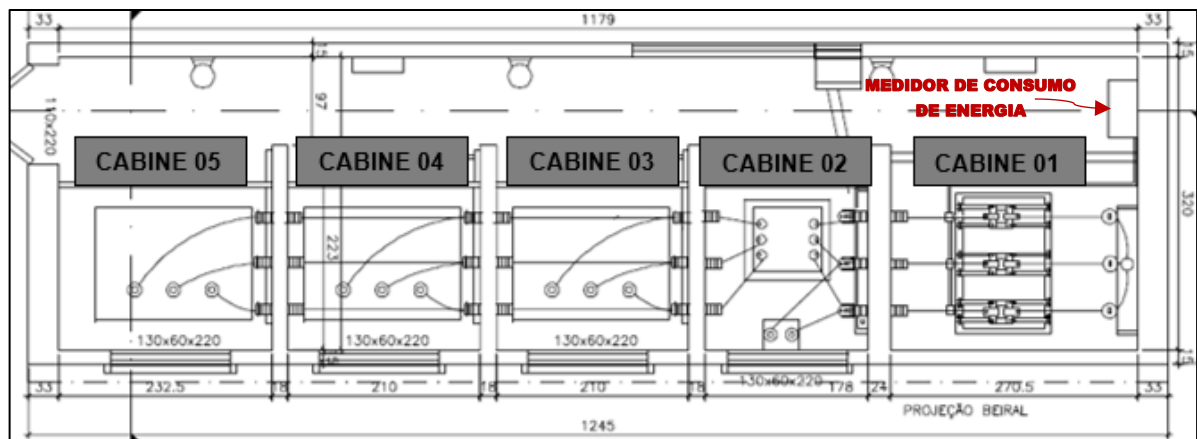
5.2.2 Subestação

A subestação de entrada de energia é do tipo abrigada em superfície e está localizada externamente ao pavilhão industrial. Sua construção foi embasada nos requisitos técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 14039 (2003), conforme descrito no

memorial descritivo do projeto, garantindo a conformidade com as normas vigentes para instalações de média tensão. A estrutura, construída em alvenaria, possui ventilação natural e iluminação adequada, tanto natural quanto artificial, assegurando um ambiente apropriado para o funcionamento seguro e eficiente dos equipamentos.

Como mostra a Figura 11, a subestação é organizada em cinco cabines, que são individualizadas, compartimentadas e acessíveis por um corredor central.

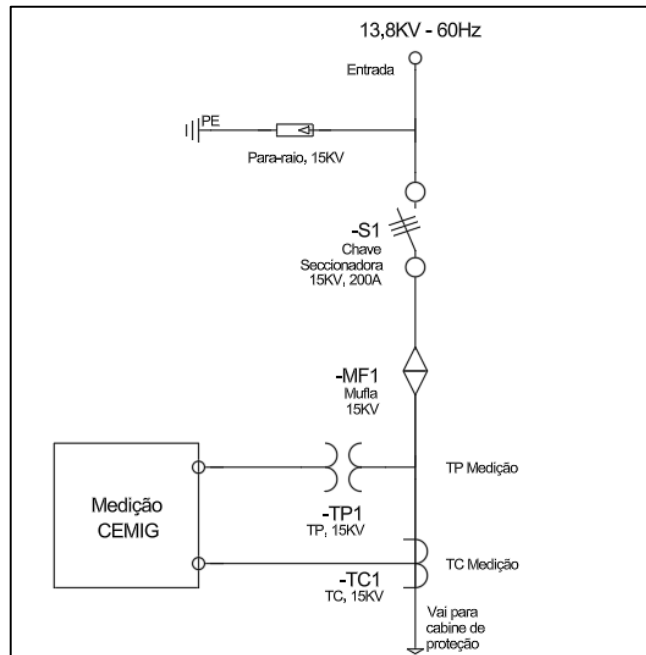
Figura 11 - Planta baixa da subestação de energia



Fonte: Adaptado de: Projeto da subestação de energia fornecido pela empresa estudada, 2024

A Cabine 01 é destinada aos equipamentos auxiliares de medição primária. Como mostra o esquema elétrico dessa cabine (FIGURA 12), as três fases que chegam pelo ramal de entrada passam por um conjunto de chaves seccionadoras e terminais Muflas, antes de se conectarem nos Transformadores de Corrente (TC) e nos Transformadores de Potencial (TP). Esses transformadores são responsáveis por reduzir os níveis de corrente e tensão, respectivamente, permitindo que o medidor da concessionária monitore e registre o consumo de energia sem sobrecarregar os equipamentos de medição.

Figura 12 - Esquema unifilar da cabine de medição primária



Fonte: Adaptado de: Diagrama unifilar das instalações elétricas fornecido pela empresa estudada, 2024

Essa cabine é de uso exclusivo da CEMIG, e seu acesso é devidamente lacrado para impedir a entrada de pessoas não autorizadas pela companhia fornecedora. O medidor de energia (FIGURA 13), que opera em baixa tensão, está instalado fora da cabine, em conformidade com o item 9.1.7 da ABNT NBR 14039 (2003), que estabelece que equipamentos de controle, proteção, manobra e medição, que operam em baixa tensão, devem ser posicionados fora das cabines de média tensão, permitindo acesso seguro para profissionais autorizados, sem necessidade de interromper os circuitos de média tensão.

Figura 13 - Medidor de energia



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Na Cabine 02 estão instalados os equipamentos do sistema de proteção da subestação, responsáveis pela proteção geral e pelo seccionamento da instalação. As três fases que vem da cabine de medição primária seguem para uma chave seccionadora tripolar, equipada com fusíveis limitadores de corrente. O sistema de proteção conta com um relé de proteção microprocessado multifunção da marca Pextron, modelo URPE 7104. Este relé aciona um disjuntor geral a vácuo (FIGURA 14) da marca Schneider, modelo Evolis, projetado para operar em tensões de até 17,5 kV. O acionamento do disjuntor é realizado por um disparo capacitivo, gerado por um *nobreak* integrado ao sistema, que energiza a bobina de disparo. O relé é sensibilizado pelos TP e TC, dimensionados para suportar tanto a corrente de carga quanto o valor da corrente de curto-circuito, assegurando assim uma proteção eficaz e segura do sistema elétrico.

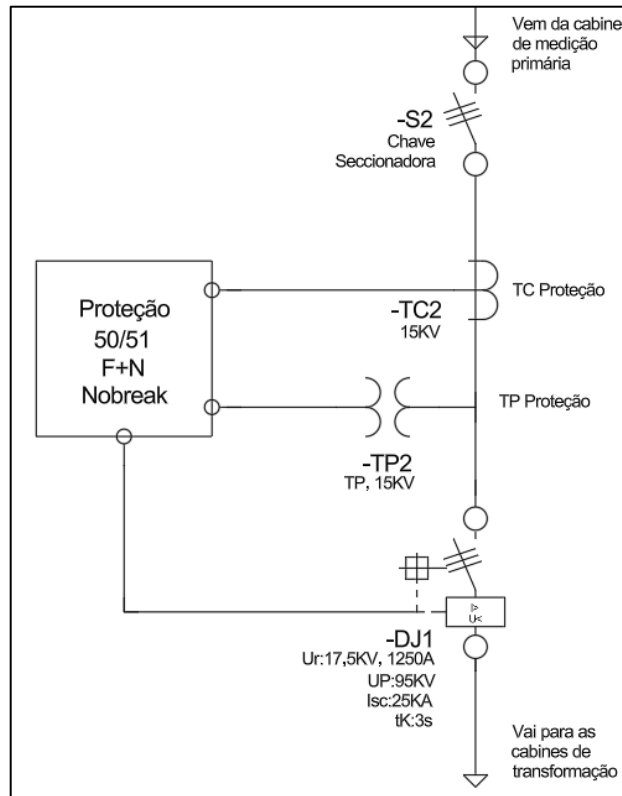
Figura 14 - Disjuntor Geral



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A Figura 15 ilustra de forma simplificada o esquema elétrico da cabine de proteção da subestação do estabelecimento objeto desse estudo de caso.

Figura 15 - Esquema unifilar da cabine de proteção



Fonte: Adaptado de: Diagrama unifilar das instalações elétricas fornecido pela empresa estudada, 2024

Nas cabines 03, 04 e 05, estão instalados três transformadores trifásicos a seco da marca Romagnole (FIGURA 16), com capacidades de 500 kVA, 500 kVA e 750 kVA, respectivamente. Cada uma dessas cabines é equipada com uma chave seccionadora tripolar, que utiliza fusíveis limitadores de corrente específicos para cada transformador, garantindo a proteção individualizada e segura de cada unidade.

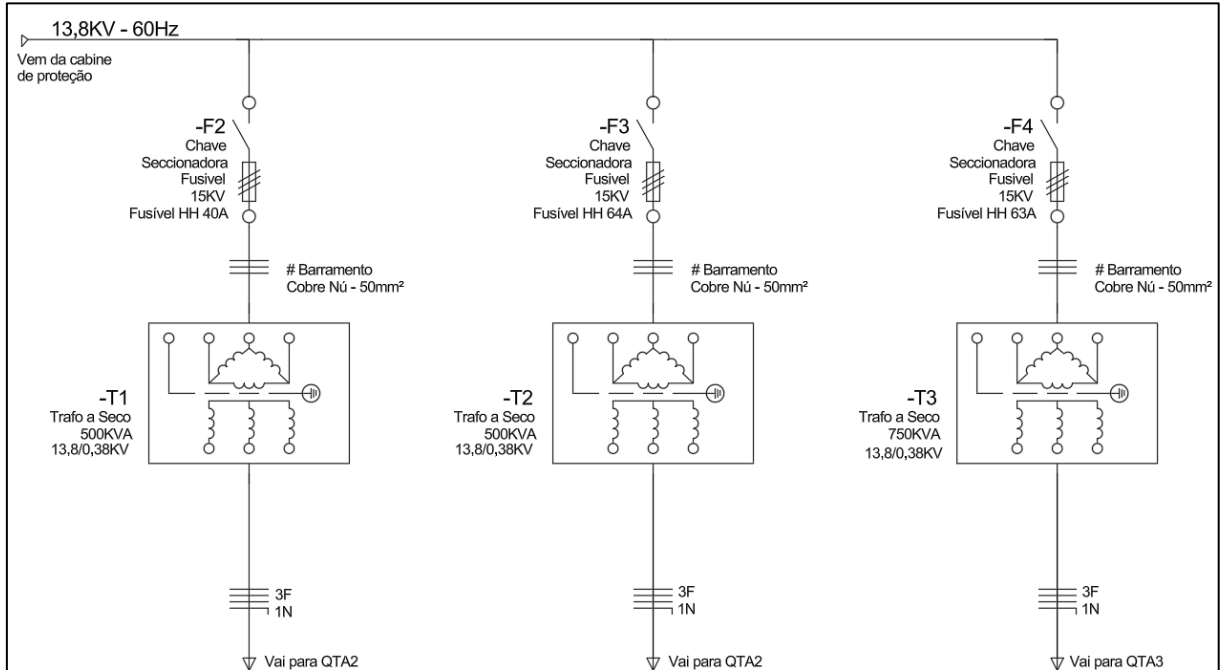
Figura 16 - Transformador a Seco Romagnole e chave seccionadora com fusível



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Esses transformadores tem a função de reduzir a tensão de 13,8 kV para 380 V e 220 V. Conforme ilustra o esquema unifilar na Figura 17, cada transformador alimenta um QTA.

Figura 17 - Esquema unifilar das cabines de transformação de energia



Fonte: Adaptado de: Diagrama unifilar das instalações elétricas fornecido pela empresa estudada, 2024

5.2.3 Geradores e QTAs

As instalações contam com um sistema de geração de energia de emergência composto por dois geradores da marca STEMAC (FIGURA 18), equipados com motores movidos a diesel. Os geradores utilizam alternadores e são controlados por quadros de comando automáticos. Cada gerador tem capacidade nominal de 750 kVA, suficiente para atender a demanda energética total da planta em situações de interrupção do fornecimento de energia pela concessionária.

Figura 18 - Gerador STEMAC 750 KVA



Fonte: Adaptado de: https://www.stemac.com.br/uploads/20190711154005_carenagem-fechada.pdf; https://stemac.com.br/uploads/20190711154005_carenagem-aberta.pdf

Esses geradores estão conectados a três QTAs (FIGURA 19), responsáveis por realizar a transferência automática da fonte de alimentação para o sistema de emergência. Em casos de falha no fornecimento externo de energia, os QTAs garantem a ativação imediata dos geradores, restabelecendo a eletricidade no local e assegurando a continuidade das operações críticas da planta sem interrupções significativas.

Figura 19 - Quadro de transferência automática (QTA)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

5.2.4 Quadros gerais de baixa tensão (QGBTs)

Os Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBTs) desempenham um papel essencial no sistema elétrico de distribuição, sendo responsáveis pela proteção,

seccionamento e manobra dos circuitos. Eles garantem a organização e controle da energia elétrica em toda a instalação, utilizando disjuntores, fusíveis e dispositivos de proteção que asseguram a integridade dos circuitos. Através de relés de proteção, os QGBTs monitoram parâmetros críticos, como tensão, corrente e fator de potência, prevenindo sobrecargas, curto-circuitos e falhas de aterramento. Esse monitoramento contínuo assegura a confiabilidade e continuidade no fornecimento de energia.

Cada QGBT é equipado com componentes como barramentos de cobre, disjuntores de baixa tensão e seccionadores, que permitem o controle eficiente da energia distribuída para os painéis elétricos principais. Esses painéis, por sua vez, alimentam máquinas, equipamentos industriais e sistemas prediais.

Na instalação, existem três QGBTs em funcionamento (FIGURA 20), que distribuem energia de forma segmentada, com cada um alimentando um conjunto específico de quadros elétricos que, em seguida, distribuem a energia para diferentes áreas operacionais. Essa segmentação, com a utilização de chaveamentos automáticos e sistemas de *backup*, otimiza a gestão energética, proporcionando segurança, eficiência e flexibilidade na operação. Além disso, os QGBTs também são projetados para permitir a expansão modular, facilitando futuras ampliações da planta sem comprometer a segurança ou a eficiência do sistema elétrico. A instalação conta com um QGBT desativado, estrategicamente mantido como reserva, pronto para ser ativado em caso de aumento de demanda ou necessidade de expansão.

Figura 20 - Quadros gerais de baixa tensão (QGBTs)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

5.2.5 Quadros secundários e infraestrutura elétrica

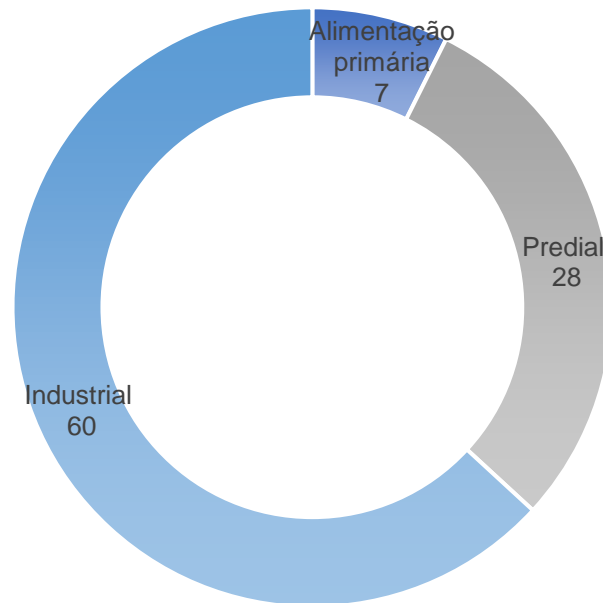
Conforme mencionado no item 5.2.1.4, os QGBTs são responsáveis pela distribuição de energia elétrica para uma vasta gama de quadro secundários, tanto prediais quanto industriais, que, por sua vez, alimentam de maneira direta e individualizada os diferentes sistemas e equipamentos. Essas duas infraestruturas apresentam características técnicas distintas, projetadas para atender de forma eficiente as diferentes exigências operacionais da instalação.

A infraestrutura predial abrange sistemas como iluminação, tomadas, climatização, abastecimento de água, sistemas de combate a incêndio e suporte à rede de dados. Estes sistemas operam em tensões mais baixas, como 127 V e 220 V, e são responsáveis por cargas leves e moderadas, atendendo principalmente os serviços gerais e áreas administrativas. Esses painéis são projetados para suportar cargas de menor demanda, proporcionando segurança e estabilidade para os sistemas que são essenciais ao funcionamento do ambiente de trabalho.

Por outro lado, a infraestrutura industrial é projetada para atender às necessidades energéticas de máquinas e equipamentos envolvidos diretamente nos processos produtivos, que exigem maior robustez, confiabilidade e controle no fornecimento de energia. Os painéis industriais operam em tensões mais elevadas, como 220 V e 380 V, atendendo a cargas de maior porte, como motores e redutores trifásicos de alta potência, compressores e sistemas de automação, garantindo a continuidade e segurança das operações. Estes painéis costumam ser individualizados para cada máquina ou agrupados por sistemas, otimizando a distribuição de energia conforme a criticidade dos equipamentos.

Como parte do estudo, através de uma inspeção *in loco*, foi realizado o inventário dos painéis elétricos existentes na planta fabril, conforme detalhado no APÊNDICE B. Foram identificados 95 quadros elétricos na instalação, os quais foram classificados em três categorias: Alimentação primária (incluindo os QGBTs e QTAs), Prediais e Industriais. O Gráfico 5 ilustra essa segmentação.

Gráfico 5 - Quantidade de quadros elétricos por tipo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

O cabeamento dos circuitos de alimentação e distribuição, predominantemente aéreo, é suportado por eletrocalhas industriais de alumínio, que oferecem alta resistência e durabilidade, garantindo flexibilidade para manutenção e possíveis ampliações do sistema elétrico.

5.3 Avaliação de conformidade com as diretrizes da NR-10

Esta seção apresenta os resultados da avaliação de conformidade em relação às diretrizes estabelecidas pela NR-10. Para facilitar a compreensão e organização, a seção é estruturada em subseções, onde são detalhados os resultados específicos da análise de cada tópico da norma. As informações foram obtidas por meio da avaliação documental e da análise técnica das instalações elétricas por meio de inspeções realizadas *in loco*, permitindo uma verificação das condições de segurança elétrica do estabelecimento e conseqüentemente do atendimento aos requisitos normativos da NR-10, identificando pontos de conformidade e não conformidades que exigem ações corretivas.

5.3.1 Item 10.2: Medidas de controle

5.3.1.1 Análise de risco e Permissão de Trabalho

A NR-10, nos itens 10.2.1 e 10.2.2, estabelece que as medidas de controle implementadas em intervenções em instalações elétricas devem ser integradas às demais ações da empresa, sendo determinadas por meio da aplicação de técnicas de análise de risco.

Análise de risco é um método sistemático de exame e avaliação de todas as etapas e elementos de um determinado trabalho para desenvolver e racionalizar toda a sequência de operações que o trabalhador executa; identificar os riscos potenciais de acidentes físicos e materiais; identificar e corrigir problemas operacionais e implementar a maneira correta para execução de cada etapa do trabalho com segurança. É, portanto, uma ferramenta de exame crítico da atividade ou situação, com grande utilidade para a identificação e antecipação dos eventos indesejáveis e acidentes possíveis de ocorrência, possibilitando a adoção de medidas preventivas de segurança e de saúde do trabalhador, do usuário e de terceiros, do meio ambiente e até mesmo evitar danos aos equipamentos e interrupção dos processos produtivos (BRASIL, 2010, p. 14).

A empresa em questão adota duas metodologias de análise de risco. A primeira, baseada na metodologia *Fine-Kinney*, é aplicada a atividades de trabalho rotineiras, ou seja, aquelas realizadas com frequência e que são previamente definidas. Nesse contexto, as medidas de controle de risco são determinadas durante a análise e revisadas anualmente.

O método *Fine-Kinney* foi desenvolvido em 1976 como uma ferramenta quantitativa de avaliação de risco para controlar perigos. Neste método de avaliação de risco, o valor do risco é calculado considerando os parâmetros de consequências de um acidente, frequência e probabilidade do evento de perigo (GUL et al., 2018, p.10)

Para atividades não rotineiras, ou seja, aquelas não planejadas e que não ocorrem com regularidade, a empresa utiliza um método próprio de análise de risco. Nesse caso, é necessário preencher o formulário *FRM-15-068: Write Last Minute Risk Assessment (WLMRA)*, que contém várias seções abordando os riscos potenciais associados às atividades executadas no estabelecimento. Conforme mostra a Figura 21, a seção 8 deste documento apresenta um checklist com os principais riscos relacionados a intervenções em sistemas elétricos energizados, sugerindo as medidas de controle adequadas.

Figura 21 - Seção 8 do *checklist* de análise de risco

8 - INTERVENÇÕES EM SISTEMAS ELÉTRICOS ENERGIZADOS			<input type="checkbox"/> N.A.
SIM	NÃO	N.A.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Executante é profissional habilitado (trein. BÁSICO válido 2 anos) - Se "NÃO", não realizar a atividade
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Executante é profissional habilitado (trein. SEP valido 2 anos) - Se "NÃO", não realizar a atividade
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Atividade em "Zona Controlada" - se "SIM", isolar a área na distancia estabelecida na NR-10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Atividade em Área Classificada ou ATEX - Atmosferas Explosivas - Se "SIM" abrir PT no campo de TRABALHO A QUENTE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vestimenta aprovada para trabalhos com eletricidade - Se "NÃO", não realizar atividade e informar o responsável
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ferramentas aprovadas para trabalho com eletricidade - Se "NÃO", não realizar atividade e informar o responsável

Fonte: Procedimentos internos fornecidos pela empresa estudada, 2024

A empresa estabelece em seus procedimentos que todas as atividades não rotineiras, incluindo as que envolvem serviços em instalações elétricas, devem passar pela análise de risco. Além disso, parte do processo inclui a emissão da Permissão de Trabalho (PT), onde são registradas as medidas de controle a serem aplicadas e é feita a assinatura de ciência pelos envolvidos e pelo responsável da área ou setor onde a atividade será executada.

A comprovação da aplicação dessas técnicas de análise de risco em intervenções em instalações elétricas na empresa analisada evidencia a conformidade com os itens 10.2.1 e 10.2.2 da NR-10.

5.3.1.2 Esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas

Através da análise documental, foi comprovada a existência do esquema unifilar das instalações elétricas, bem como sua disponibilidade junto ao Prontuário das Instalações Elétricas (PIE). O diagrama abrange os principais componentes dos circuitos, especificações dos dispositivos de proteção, o sistema de aterramento, além de outros equipamentos de segurança. Conforme mostra a Figura 22, o documento foi atualizado pela última vez em 2024 e está em total alinhamento com o inventário de quadros elétricos, apresentado no APÊNDICE B, que lista os 95 quadros conforme mencionado no item 5.1.2.5 deste estudo. O documento atende aos requisitos da NR-10, estando em conformidade com o item 10.2.3, que exige que as empresas mantenham esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas de seus estabelecimentos (BRASIL, 2019).

O diagrama também possui assinatura de um responsável técnico, devidamente habilitado, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), garantindo a conformidade com o item 10.2.7 da NR-10.

Figura 22 - Esquema unifilar do estabelecimento estudado

LAYOUT DO LOCAL(PAINEL/EQUIPAMENTO)																										
<p>DIAGRAMA UNIFILAR DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</p> <p>2024</p>																										
<p>Equipamento: UNIFILAR</p>																										
<p>Cliente:</p>																										
<p>Endereço: Cidade:</p>																										
<p>CEP: Fone:</p>																										
<p>e-mail:</p>																										
<p>Obra (Nome do Cliente):</p>																										
<p>Endereço: P</p>																										
<p>Cidade: D CEP: B Fone: Q</p>																										
<p>e-mail: F</p>																										
<p>Data do Projeto: Nome do Arquivo: 03/02/2024</p>																										
<p>Documentos de Referência: XXXXXXXXXX REUNIÃO IN LOCO</p>																										
<table border="1"> <tr> <td>02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>AS-BUILT</td> <td>EJN</td> <td>AR</td> <td>14/02/2024</td> </tr> <tr> <td>00</td> <td>EMISSÃO INICIAL</td> <td>EJN</td> <td>MC</td> <td>21/02/2019</td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td>Descrição</td> <td>Proj.:</td> <td>Aprov.:</td> <td>Data</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Visto</td> </tr> </table>		02					01	AS-BUILT	EJN	AR	14/02/2024	00	EMISSÃO INICIAL	EJN	MC	21/02/2019	Rev.	Descrição	Proj.:	Aprov.:	Data					Visto
02																										
01	AS-BUILT	EJN	AR	14/02/2024																						
00	EMISSÃO INICIAL	EJN	MC	21/02/2019																						
Rev.	Descrição	Proj.:	Aprov.:	Data																						
				Visto																						
<table border="1"> <tr> <td>Documentos de Referência: XXXXXXXXXX REUNIÃO IN LOCO</td> <td>Nº do Cliente: XXXXXX</td> <td>Descrição da Folha:</td> <td>Ant.:</td> <td>Atual:</td> <td>1</td> <td>Próx.:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Nº. Desenho: T1901130</td> <td>OBS: Tamanho = A3</td> <td>Instalação:</td> <td>Local:</td> <td>=</td> <td></td> <td>Total de págs:</td> <td>3</td> </tr> </table>		Documentos de Referência: XXXXXXXXXX REUNIÃO IN LOCO	Nº do Cliente: XXXXXX	Descrição da Folha:	Ant.:	Atual:	1	Próx.:	2	Nº. Desenho: T1901130	OBS: Tamanho = A3	Instalação:	Local:	=		Total de págs:	3									
Documentos de Referência: XXXXXXXXXX REUNIÃO IN LOCO	Nº do Cliente: XXXXXX	Descrição da Folha:	Ant.:	Atual:	1	Próx.:	2																			
Nº. Desenho: T1901130	OBS: Tamanho = A3	Instalação:	Local:	=		Total de págs:	3																			

Fonte: Adaptado de: Diagrama unifilar das instalações elétricas fornecido pela empresa estudada, 2024

5.3.1.3 Prontuário das Instalações Elétricas

A planta fabril analisada neste estudo de caso possui carga instalada superior a 75 kW e integra o Sistema Elétrico de Potência (SEP). Por essa razão, deve atender à exigência de possuir o Prontuário das Instalações Elétricas (PIE), contendo todos os requisitos documentais previstos nos itens 10.2.3, 10.2.4 e 10.2.5 da NR-10.

O PIE do estabelecimento é mantido e controlado pelo setor de Manutenção da empresa, sendo sua responsabilidade técnica atribuída a um profissional de Engenharia Elétrica terceirizado, formalmente designado pela organização.

Neste estudo, foi realizada uma análise detalhada de cada documento que compõe o PIE, apresentada nas próximas seções. A avaliação de conformidade desses documentos baseou-se em uma interpretação técnica descrita no APÊNDICE A, elaborada com base em pesquisas das regulamentações vigentes e no *Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da NR-10* (BRASIL, 2010).

5.3.1.3.1 *Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde*

Durante a análise, verificou-se que todos os procedimentos operacionais, instruções técnicas e administrativas relacionados às atividades que envolvem intervenções nas instalações elétricas no estabelecimento integram o PIE. A empresa possui um Procedimento Operacional Padrão (POP) principal, específico para atividades de manutenção em sistemas elétricos, identificado pelo código *POP-13.010: Manutenção das instalações elétricas industriais e prediais*. Complementando este procedimento, foram identificadas 18 Instruções de Trabalho (ITs) destinadas a atividades rotineiras específicas envolvendo eletricidade.

Isso evidencia conformidade com o que determina a alínea “a” do item 10.2.4 da NR-10. Mais detalhes sobre a avaliação desses procedimentos de trabalho encontram-se na seção 5.3.10 deste estudo, que trata especificamente da avaliação de conformidade com o item 10.11 da NR-10, estabelece os requisitos mínimos para os procedimentos de trabalho relacionados a intervenções em instalações elétricas.

5.3.1.3.2 *Inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos*

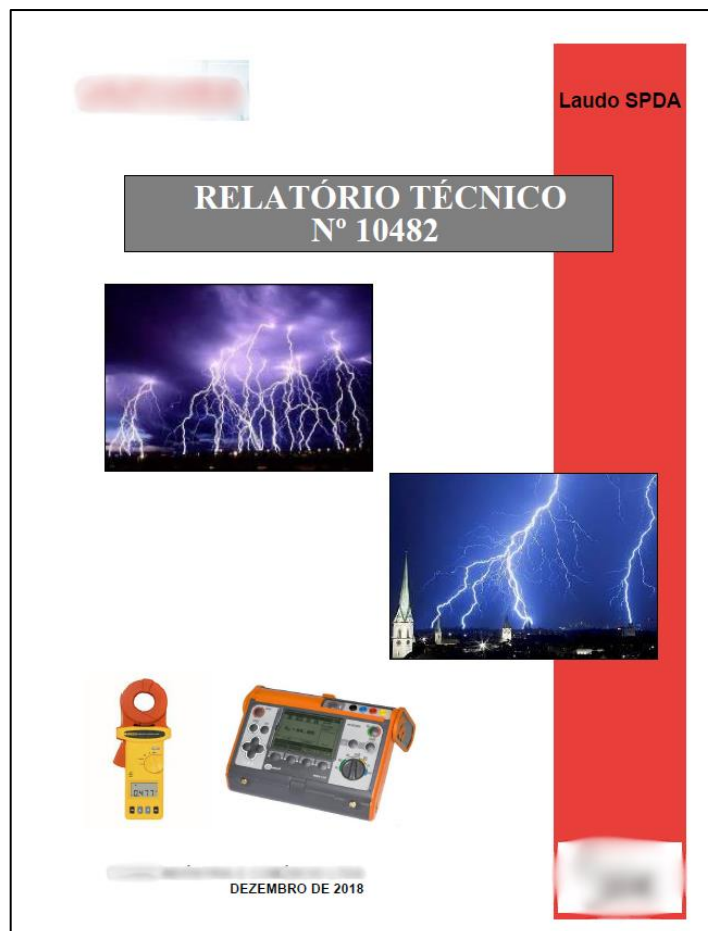
O item 10.2.4 alínea “b” da NR-10, determina que o prontuário das instalações elétricas deve conter os registros das inspeções do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). A ABNT NBR 5419-3 (2015), no item 7.3.1, estabelece que as inspeções do SPDA devem seguir os seguintes critérios:

- a) durante a construção da estrutura;
- b) após a instalação do SPDA, no momento da emissão do documento “*as built*”;
- c) após alterações ou reparos, ou quando houver suspeita de que a estrutura foi atingida por uma descarga atmosférica;
- d) inspeção visual semestral apontando eventuais pontos deteriorados no sistema;
- e) periodicamente, realizada por profissional habilitado e capacitado a exercer esta atividade, com emissão de documentação pertinente, em intervalos determinados, assim relacionados:
 - um ano, para estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa (regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosfera agressiva etc.), ou ainda estruturas pertencentes a fornecedores de serviços considerados essenciais (energia, água, sinais etc.);

- três anos, para as demais estruturas.

Após a verificação dos registros existentes e através dos relatos fornecidos pelos responsáveis do setor de manutenção, não foram identificados eventos de alteração, reparo ou impacto por descargas atmosféricas no SPDA, o que torna a alínea “c” inaplicável neste caso. A documentação comprova a realização da inspeção após a instalação do sistema, conforme previsto nas alíneas a e b, registrada no *Relatório Técnico Nº 10482* (FIGURA 23).

Figura 23 - Capa do Relatório técnico Nº 10482 de inspeção após instalação do SPDA do estabelecimento estudado



Fonte: Documentação do SPDA fornecida pela empresa estudada, 2024

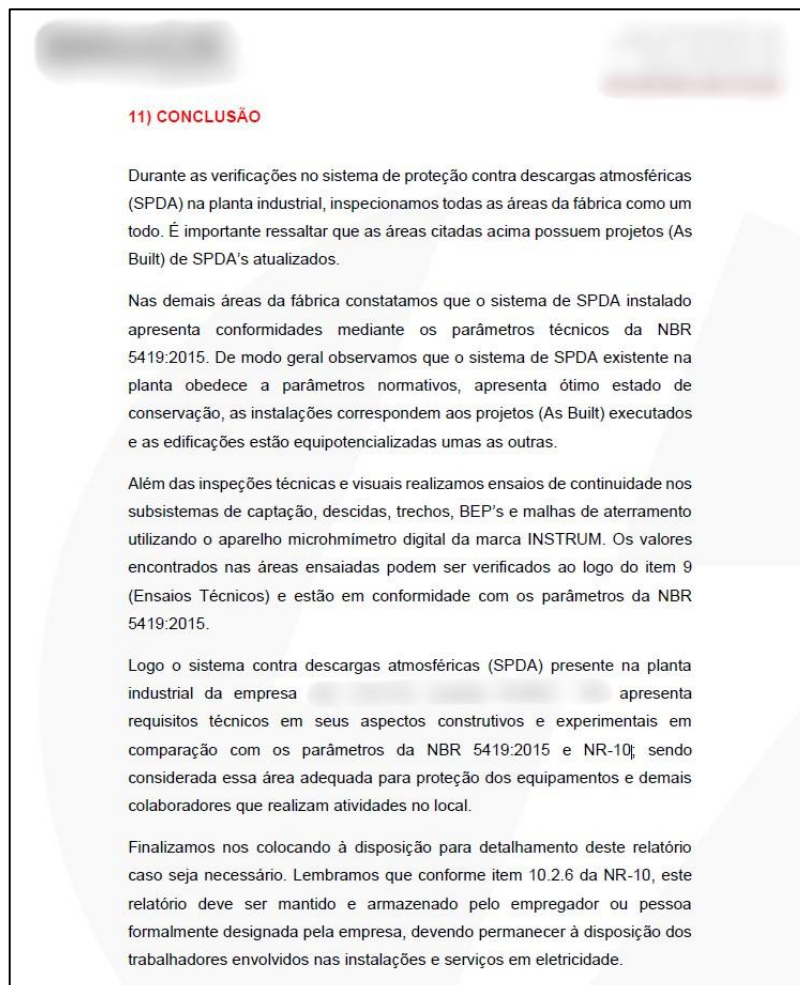
As inspeções realizadas também estão de acordo com a alínea “d”, com relatórios que comprovam a execução de inspeções visuais semestrais no último ano, avaliando possíveis pontos de deterioração no sistema. O estabelecimento não se enquadra nas condições que exigem a periodicidade anual descrita na alínea “e”, e, portanto, a inspeção periódica possui obrigatoriedade de ser realizada a cada três

anos. Foram identificados relatórios datados de novembro de 2021 e setembro de 2024, atendendo ao prazo mínimo estabelecido.

O escopo das inspeções periódicas realizadas por profissional habilitado segue as diretrizes do item 7.3.2 da ABNT NBR 5419-3:2015. Os relatórios também registram a realização de ensaios utilizando um equipamento micro-ohmímetro devidamente calibrado, com certificado de calibração válido anexado, para medir a continuidade elétrica das armaduras e condutores do subsistema de aterramento do SPDA. Esses ensaios garantem a continuidade elétrica dos trechos avaliados conforme prescreve o item 7.3.2 da ABNT NBR 5419-3:2015.

Conforme mostra a Figura 24, o relatório da última inspeção, realizada em setembro de 2024, conclui que o SPDA presente na planta industrial atende plenamente aos requisitos técnicos, tanto nos aspectos construtivos quanto nos testes, conforme os parâmetros estabelecidos pela NBR 5419:2015 e pela NR-10.

Figura 24 - Conclusão do último relatório de inspeção periódica do SPDA do estabelecimento estudado



Fonte: Documentação do SPDA fornecida pela empresa estudada, 2024

Diante das evidências encontradas, conclui-se que o estabelecimento está em total conformidade com o item 10.2.4 alínea “b” da NR-10.

5.3.1.3.3 Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental

O procedimento interno da unidade fabril *POP-13.010*, mencionado no item 5.3.2.2, especifica os EPIs, EPCs e ferramentas obrigatórias para trabalhos em instalações elétricas. Os EPIs são classificados em dois grupos, de acordo com a tensão do circuito energizado: um destinado a sistemas de Baixa Tensão (BT) (FIGURA 25) e outro para sistemas de Alta Tensão (AT) (FIGURA 26).

Figura 25 - EPIs obrigatórios definidos para intervenção em instalações elétricas de BT (50 a 1000V)

Capacete de segurança	
Protetor auditivo	
Óculos de segurança	
Sapato de segurança com biqueira em polipropileno ou composite	
Vestimenta de eletricista com proteção contra arco elétrico (CATEGORIA DE RISCO 2)	
Luva de proteção	

Fonte: Procedimentos internos fornecidos pela empresa estudada, 2024

Figura 26 - EPIs obrigatórios para intervenção em instalações elétricas de AT (acima de 1000V)

Capacete de segurança	
Protetor auditivo	
Óculos de segurança	
Sapato de segurança com biqueira em polipropileno ou composite	
Luva com isolamento acima de 15.000 volts	
Capuz com viseira de policarbonato de proteção contra arco elétrico (CATEGORIA DE RISCO 4)	
Macacão de eletricista com proteção contra arco elétrico (CATEGORIA DE RISCO 4)	
Luva de cobertura com proteção contra arco elétrico (CATEGORIA DE RISCO 4)	

Fonte: Procedimentos internos fornecidos pela empresa estudada, 2024

O procedimento destaca que os EPIs indicados representam o mínimo recomendado para cada nível de tensão, permitindo adaptações conforme as demandas específicas de cada atividade. Essas adaptações devem ser avaliadas durante a análise de risco e devidamente documentadas na Permissão de Trabalho

antes da execução da tarefa, garantindo a segurança e a conformidade com os requisitos normativos.

Embora os procedimentos do estabelecimento definam claramente os EPCs, EPIs e ferramentas necessárias para atividades em instalações elétricas, foi constatado que esses procedimentos não passaram por um processo formal de avaliação e aprovação por um profissional legalmente habilitado. Essa ausência configura não conformidade com o item 10.2.4, alínea “c” da NR-10, que exige que as especificações desses equipamentos sejam incluídas no PIE e sejam fruto de um estudo técnico que assegure a correta aplicação e adequação desses equipamentos às condições da empresa e de suas instalações.

Recomenda-se, portanto, a realização e documentação de um estudo técnico conduzido por um profissional legalmente habilitado, essencial para garantir a escolha, aplicação e especificação adequadas dos equipamentos de proteção.

5.3.1.3.4 Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados

O estabelecimento avaliado conta com sete técnicos eletricitas em seu quadro de funcionários, divididos em três turnos, e alocados no setor de manutenção. Esses trabalhadores são os únicos autorizados a intervir em instalações elétricas. Conforme verificado no PIE, todos os eletricitas possuem a documentação necessária para a autorização de intervenções em instalações elétricas, o que demonstra que o estabelecimento está em total conformidade com o item 10.2.4, alínea “d”. Detalhes da análise da documentação comprobatória de qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados serão apresentadas no item 5.3.11 deste estudo.

5.3.1.3.5 Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva

O item 10.2.4, alínea "e", da NR-10 estabelece que todos os EPIs, EPCs, bem como dispositivos e ferramentas com isolamento elétrica, devem ser submetidos a testes periódicos.

O isolamento tem a função de dificultar a passagem de corrente elétrica pelo corpo humano e evitar o choque elétrico. Esses testes, conhecidos como testes

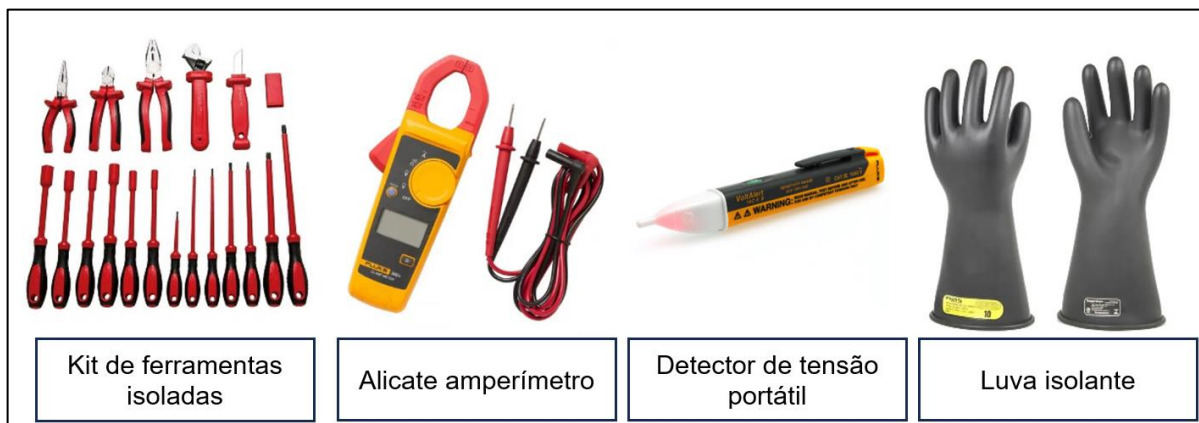
dielétricos, têm o objetivo de verificar a integridade da resistência de isolamento especificada pelo fabricante. Para isso, é aplicada uma tensão elétrica em ambiente controlado, avaliando as condições do item e certificando sua conformidade. A validação é realizada por meio de um laudo técnico emitido por um profissional legalmente habilitado. Esse profissional deve atender aos requisitos da norma, ou seja, ser da área elétrica, ter concluído curso específico reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino e possuir registro em conselho de classe (BRASIL, 2010).

A NR-10 não define a periodicidade para a realização dos testes de isolamento elétrica, delegando essa responsabilidade ao próprio estabelecimento. No caso em análise, o procedimento específico para atividades de manutenção em sistemas elétricos estabelece um prazo de validade de 12 meses para esses testes.

Foi realizado o levantamento de todos os equipamentos com isolamento elétrico disponíveis no estabelecimento e conforme visto na relação encontrada e nos procedimentos locais, esses itens são organizados em dois grupos distintos.

O primeiro grupo (FIGURA 27) é destinado a atividades em Baixa Tensão (BT) e consiste em equipamentos de uso individual. Cada profissional autorizado a intervir nas instalações elétricas é responsável por seu próprio kit, garantindo controle e segurança no manuseio.

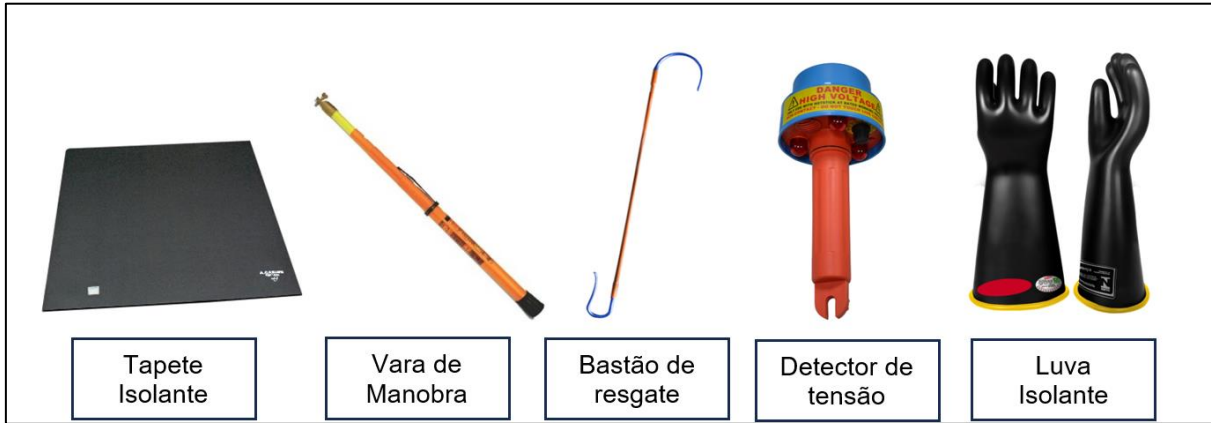
Figura 27 - Equipamentos de proteção com isolamento elétrica para Baixa Tensão



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Já o segundo grupo (FIGURA 28), é voltado para intervenções em Alta Tensão (AT) e possui uso compartilhado, devido à menor frequência de atividades realizadas nesse nível de tensão. Esses equipamentos são armazenados em um armário específico, localizado próximo à Subestação do estabelecimento, onde geralmente ocorrem intervenções em AT.

Figura 28 - Equipamentos de proteção com isolamento elétrica para Alta Tensão



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Conforme apresentado no Quadro 5, todos os equipamentos verificados possuem testes de isolamento realizados dentro do prazo de 12 meses, com os respectivos laudos técnicos disponíveis no PIE. Esses laudos foram emitidos por profissional legalmente habilitado e estão acompanhados de ART. Dessa forma, o estabelecimento encontra-se em conformidade com o item 10.2.4, alínea “e”, da NR-10.

Quadro 5 - Relação de equipamentos com isolamento elétrica

Especificações					Teste de isolamento		
Equipamento	Isolação	Tipo de uso	Tag	Situação	Data do último teste	Validade	Nº laudo
Kit de ferramentas manuais isoladas	1.000V	Individual	KIT-BT-01	Em uso	09/09/2024	12 meses	53964
			KIT-BT-02	Em uso	25/08/2024	12 meses	53743
			KIT-BT-03	Em uso	09/09/2024	12 meses	53963
			KIT-BT-04	Em uso	25/08/2024	12 meses	53744
			KIT-BT-05	Em uso	25/08/2024	12 meses	53742
			KIT-BT-06	Em uso	25/08/2024	12 meses	53741
			KIT-BT-07	Em uso	25/08/2024	12 meses	53739
			KIT-BT-08	Reserva	25/08/2024	12 meses	53740
Alicate amperímetro digital	600V	Individual	AA-BT-01	Em uso	09/09/2024	12 meses	8153
			AA-BT-02	Em uso	25/08/2024	12 meses	7810
			AA-BT-03	Em uso	09/09/2024	12 meses	7929
			AA-BT-04	Em uso	25/08/2024	12 meses	7867
			AA-BT-05	Em uso	25/08/2024	12 meses	7742
			AA-BT-06	Em uso	25/08/2024	12 meses	7868
			AA-BT-07	Em uso	25/08/2024	12 meses	7743

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

(continuação) Quadro 5 - Relação de equipamentos com isolamento elétrica

Especificações					Teste de isolamento		
Equipamento	Isolação	Tipo de uso	Tag	Situação	Data do último teste	Validade	Nº laudo
Detector de tensão portátil	1.000V	Individual	DTP-BT-01	Em uso	10/09/2024	12 meses	8163
			DTP-BT-02	Em uso	10/09/2024	12 meses	7820
			DTP-BT-03	Em uso	10/09/2024	12 meses	7939
			DTP-BT-04	Em uso	10/09/2024	12 meses	7877
			DTP-BT-05	Em uso	10/09/2024	12 meses	7752
			DTP-BT-06	Em uso	10/09/2024	12 meses	7878
			DTP-BT-07	Em uso	10/09/2024	12 meses	7753
Luva isolante para BT	500V	Individual	LUV-BT-01	Em uso	25/08/2024	12 meses	53781
			LUV-BT-02	Em uso	25/08/2024	12 meses	53782
			LUV-BT-03	Em uso	25/08/2024	12 meses	53783
			LUV-BT-04	Em uso	25/08/2024	12 meses	53784
			LUV-BT-05	Em uso	25/08/2024	12 meses	53785
			LUV-BT-06	Em uso	25/08/2024	12 meses	53786
			LUV-BT-07	Em uso	25/08/2024	12 meses	53787
			LUV-BT-08	Reserva	25/08/2024	12 meses	53788
			LUV-BT-09	Reserva	25/08/2024	12 meses	53789
			LUV-BT-10	Reserva	25/08/2024	12 meses	53790
			LUV-BT-11	Reserva	25/08/2024	12 meses	53791
			LUV-BT-12	Reserva	25/08/2024	12 meses	53792
Tapete isolante de Subestação	20.000V	Coletivo	TAP-AT-01	Em uso	25/08/2024	12 meses	53793
			TAP-AT-02	Em uso	25/08/2024	12 meses	53794
			TAP-AT-03	Em uso	25/08/2024	12 meses	53795
			TAP-AT-04	Em uso	25/08/2024	12 meses	53796
Vara de manobra	20.000V	Individual	VMT-AT-01	Em uso	25/08/2024	12 meses	53797
Bastão de resgate	20.000V	Individual	BR-AT-01	Em uso	25/08/2024	12 meses	53798
Detector de tensão	20.000V	Individual	DT-AT-01	Em uso	25/08/2024	12 meses	53799
Luva isolante para AT	17.000V	Individual	LUV-AT-01	Em uso	25/08/2024	12 meses	53800
			LUV-AT-02	Em uso	25/08/2024	12 meses	53801

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

5.3.1.3.6 Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas

A planta fabril analisada não apresenta evidências de certificação dos equipamentos e materiais elétricos utilizados em áreas classificadas. Atualmente, a empresa está executando um plano de investimento de longo prazo, com o objetivo

de descaracterizar essas áreas com atmosferas explosivas, por meio da implantação de tecnologias de captação de pó.

Embora existam medidas de controle de riscos implementadas e formalizadas em procedimentos, garantindo a segurança nas atividades elétricas em áreas classificadas até a conclusão das adequações, a planta está em não conformidade com o item 10.2.4, alínea “f”, da NR-10, que exige o uso de equipamentos certificados nessas áreas.

Recomenda-se a continuidade do plano de adequação em curso, assegurando que todas as ações sejam concluídas conforme o cronograma estabelecido, de modo a garantir a conformidade com a norma e a segurança das operações.

5.3.1.3.7 Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações

Durante o estudo, foi identificado um relatório técnico de inspeção das instalações elétricas do estabelecimento, datado de agosto de 2023, vinculado ao PIE. O documento foi elaborado por um profissional legalmente habilitado e contém recomendações de adequação. O relatório inclui um *checklist* de verificação de conformidade técnica aplicado individualmente a cada quadro elétrico e às instalações elétricas de cada área do estabelecimento, conforme exemplificado na Figura 29. No *checklist*, o grau de risco das não conformidades identificadas é determinado com base nos critérios definidos pelo responsável pela elaboração do documento.

Figura 29 - Checklist de verificação de conformidade técnica de quadro elétrico

16.88) QGBT4 - T3 (Área – Sala QGBT's)



ITEM AVALIADO		AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE		GRAU DE RISCO
		SIM	NÃO	
Sinalização de tensão	Sinalizar com placas de tensão conforme item 10.10.1 da NR-10.	X		M
Sinalização de acesso restrito	Sinalizar com placas de restrições e impedimentos de acesso conforme item 10.10.1 c. da NR-10		X	M
Aterramento da Porta	Instalar aterramento de porta conforme item 10.4.1 e 10.4.4 da NR-10.		X	B
Diagrama unifilar	Disponibilizar cópia do projeto conforme 10.3.7 da NR-10.	X		B
Identificação dos condutores e respectivas proteções	Identificar condutores e respectivas proteções conforme item 6.1.5.3 da NBR-5410.	X		M
Fechadura com bloqueio na porta	Instalar travas ou bloqueios tipo cadeados na porta do painel conforme item 10.10.1b da NR-10.		X	A
Identificação dos circuitos	Realizar a identificação de circuitos conforme item 10.10.1 a da NR-10.	X		M
Acessibilidade operacional a instalações e componentes	Atender a acessibilidade operacional conforme item 4.1.10 da NBR 5410 e 10.3.3 da NR-10.	X		M
Identificação de barramentos de terra e neutro	Identificar os barramentos de terra e neutro conforme item 10.10.1.a da NR-10		X	M
Dispositivo de Proteção contra surtos Elétricos (DPS)	Instalar DPS conforme item 6.3.5.2.2 da NBR-5410.	X		M
Identificação da posição de manobra de chaves seccionadoras e disjuntores	Identificar posições de manobra das chaves, disjuntores e sistemas de comando conforme item 10.10.1b da NR-10.	X		M
Identificação do painel	Identificar o painel com adesivos ou placas conforme item 10.3 da NR-10.	X		M
Dimensionamento correto dos circuitos elétricos e respectivas proteções	Elaborar estudo e projeto para análise de dimensionamento dos circuitos conforme item 10.3.1 NR-10.	X		M
Proteção residual nos circuitos de distribuição passíveis de fuga à terra	Instalar Diferencial Residual. Item 5.1.3.2 da NBR-5410.		NA	A
Proteção contra toques em partes energizadas	Prever proteção contra toques em partes energizadas. Item 5.1 da NBR 5410 e 10.4.1 da NR-10.	X		A
Condições gerais das instalações elétricas e sistemas de proteção	Adequar tecnicamente instalações e sistemas de proteção conforme item 10.4.4 da NR-10	X		M
Aspecto visual interno	Organizar os cabos conforme item 8.3.2.1 da NBR 5410	X		M
Aspecto visual externo	Manter em boas condições o estado geral dos quadros conforme item 8.3.2.1 da NBR-5410	X		M

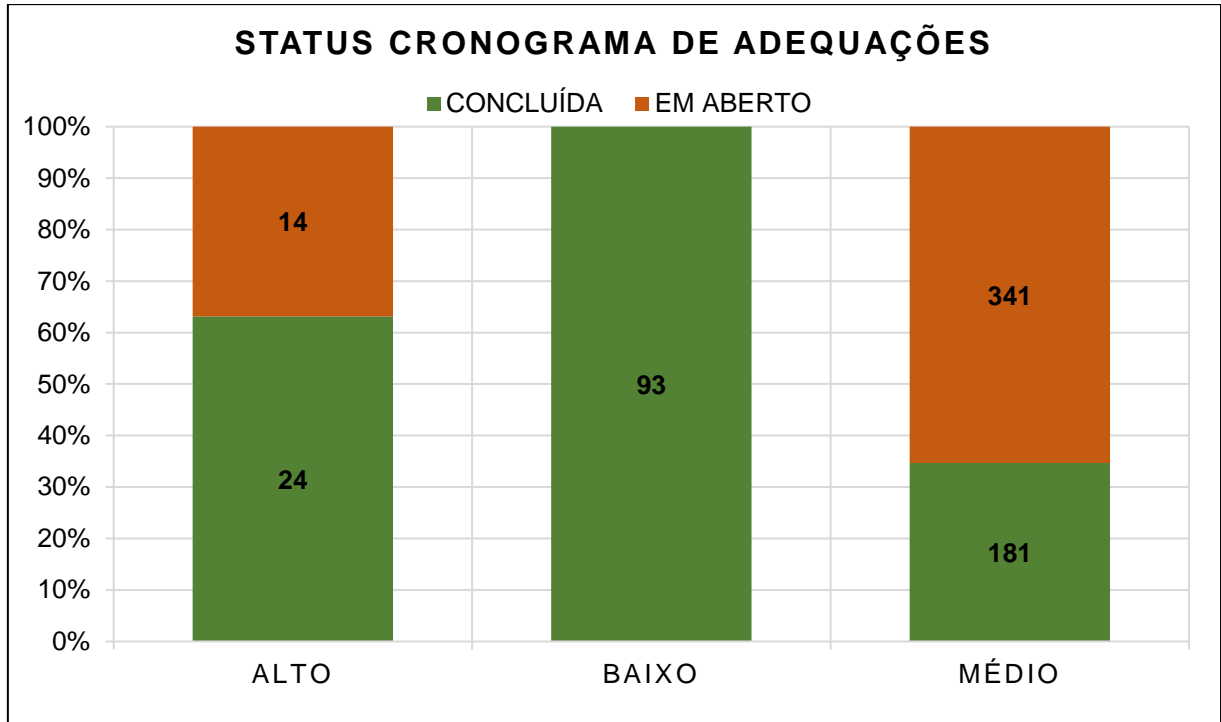
ABREVIATURAS: A=ALTO; B=BAIXO; M=MÉDIO; NA=NÃO SE APLICA.

Fonte: Relatórios técnico de inspeção das instalações elétricas fornecido pela empresa estudada, 2024

O estabelecimento dispõe de um cronograma para a implementação das adequações recomendadas. No momento da análise realizada para este estudo de caso, em setembro de 2024, o status de andamento dessas adequações foi avaliado. O Gráfico 6 apresenta a quantidade e o percentual de adequações concluídas,

segmentadas por grau de risco, proporcionando uma visão clara do progresso alcançado até o momento.

Gráfico 6 - Status de conclusão do cronograma de adequações



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A existência do relatório de inspeção técnica das instalações elétricas e do cronograma de adequações são evidências sólidas para concluir que o estabelecimento está em conformidade com o item 10.2.4, alínea "g", da NR-10. O relatório existente já possui mais de um ano desde sua elaboração e embora a NR-10 não explicita a periodicidade de atualização desse relatório e portando não se configure como uma não conformidade, é importante que a empresa estabeleça um periodicidade de atualização desse relatório tendo em vista que as condições podem mudar devido a diversos fatores e novas necessidades de adequação podem surgir. Além disso, recomenda-se a continuidade e aceleração do cronograma de adequação em curso, assegurando que todas as ações sejam concluídas conforme o cronograma estabelecido, de modo a garantir a conformidade com a norma e a segurança das operações.

5.3.1.3.8 Descrição dos procedimentos para emergências

O estabelecimento mantém anexado ao PIE o procedimento interno *POP-15-024: Plano de Atendimento a Emergências (PAE)*. Esse documento estabelece os procedimentos a serem seguidos em situações emergenciais na planta fabril, visando respostas rápidas e eficazes para preservar a integridade e saúde dos colaboradores, a segurança das comunidades vizinhas e afetadas, além da proteção ambiental.

A existência e a aplicação efetiva deste procedimento permitem concluir que o estabelecimento está em plena conformidade com o item 10.2.5, alínea "a", da NR-10.

5.3.1.3.9 Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual

Foi constatado que todos os EPIs adquiridos pela unidade fabril em análise possuem Certificado de Aprovação (CA), em conformidade com a NR 06 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI. Essa conformidade foi verificada por meio de uma inspeção amostral dos EPIs e da análise do procedimento interno *POP-15-006: Equipamento de Proteção Individual*, que estabelece as diretrizes relacionadas ao uso e aquisição de EPIs.

Apesar dessa evidência positiva, observou-se que os CAs não estão devidamente organizados e arquivados no PIE, caracterizando uma não conformidade com o item 10.2.5, alínea “b” da NR-10. Recomenda-se que o estabelecimento providencie a inclusão desses certificados no PIE. Essa medida facilitaria a consulta pelos trabalhadores que atuam em instalações e serviços elétricos, promovendo maior segurança operacional e garantindo a plena conformidade com os requisitos da norma.

5.3.1.4 Medidas de proteção coletiva

A empresa estabelece, em suas diretrizes e procedimentos internos, a desenergização como medida prioritária de proteção coletiva, em conformidade com as exigências da NR-10. O procedimento padrão de desenergização adotado pelo estabelecimento está detalhado na seção 5.3.4 deste estudo.

Contudo, em situações excepcionais em que a desenergização não possa ser realizada, a empresa determina a aplicação de medidas adicionais de controle de

riscos para garantir a segurança dos trabalhadores. Os procedimentos a serem adotados nessas circunstâncias estão descritos na seção 5.3.5 deste estudo.

5.3.1.5 Medidas de proteção individual

Conforme evidenciado nos itens 5.3.1.4.3 e 5.3.3.9 deste estudo, foi constatado, por meio de inspeção amostral e análise dos procedimentos internos, que as especificações mínimas obrigatórias para EPIs utilizados em intervenções em instalações elétricas atendem ao nível de tensão envolvido. Além disso, obtém-se que todos os EPIs adquiridos pela unidade fabril possuem Certificado de Aprovação (CA) e estão em conformidade com o critério da NR-06, o que satisfaz o disposto no item 10.2.9.1 da NR-10.

Os profissionais autorizados a intervir nas instalações elétricas da empresa utilizam, como uniforme padrão, vestimentas de proteção contra arco elétrico classificadas na categoria de risco 2, compostas por calça e camisa, em conformidade com a norma internacional *NFPA 70E: Standard for Electrical Safety in the Workplace*, publicada pela *National Fire Protection Association (NFPA)*. Para acesso à Subestação, onde as tensões excedem 1000 V, os procedimentos internos da empresa determinam a substituição do uniforme de categoria de risco 2 por um de categoria de risco 4. Este uniforme inclui capuz com viseira de policarbonato, macacão e luvas de proteção adicionais.

Embora a empresa comprove o uso de vestimentas especiais de proteção contra arco elétrico, ela não possui um estudo de análise de energia incidente em suas instalações elétricas para definir adequadamente as especificações desses equipamentos. Esse estudo é essencial para avaliar a energia térmica liberada em um arco elétrico, um parâmetro crítico para determinar o *Arc Thermal Performance Value (ATPV)*. O ATPV representa a energia máxima que um tecido pode suportar antes de causar queimaduras de segundo grau, sendo medido em cal/cm². O cálculo do ATPV segue os métodos descritos na norma *NFPA 70E*.

A realização desse estudo é indispensável para garantir a escolha correta de vestimentas especiais não inflamáveis e de outros EPIs a serem utilizados em atividades elétricas. Além de proporcionar uma proteção eficaz contra os riscos de arco elétrico, sua implementação alinha as práticas da planta fabril com os requisitos normativos e os padrões de segurança vigentes. Portanto o estabelecimento está em não conformidade com o item 10.2.9.2 da NR-10.

A NR-10 estabelece a necessidade de vestimenta especial a fim de proteger o profissional contra queimaduras, a qual deve ter características de não inflamabilidade, ou seja, o fogo extingue-se rapidamente do tecido. Essas vestimentas devem ser especificadas por um profissional habilitado na área de elétrica, visto que cálculos específicos são exigidos para determinar com precisão o nível adequado para a vestimenta. Para a correta especificação deve-se realizar o cálculo de ATPV (*Arc Thermal Performance Value*) (JUNIOR, 2018, p. 47).

5.3.2 Item 10.3: Segurança em projetos

Durante a análise realizada neste estudo, foi examinada a documentação disponível referente ao projeto das instalações elétricas da planta industrial em questão. Constatou-se a existência de um projeto elétrico apenas para a Alta Tensão, abrangendo exclusivamente a subestação do estabelecimento. No entanto, para as instalações de Baixa Tensão, identificou-se apenas a presença de um esquema unifilar, sem a existência de um projeto elétrico completo ou de seu respectivo memorial descritivo, evidenciando uma lacuna significativa na documentação técnica.

A ausência do projeto elétrico impossibilita a avaliação detalhada da conformidade com o item 10.3 da NR-10 e seus subitens, os quais estabelecem os requisitos mínimos de segurança para projetos de instalações elétricas. Embora essa ausência não indique, necessariamente, que as instalações estejam operando em condições inseguras, ela representa uma lacuna importante na comprovação documental do atendimento às exigências normativas.

Essa situação coloca o estabelecimento em não conformidade com esse item da NR-10, uma vez que não há evidências documentais que garantam a segurança e o dimensionamento correto das instalações elétricas. Além disso, a falta de um projeto detalhado pode dificultar futuras intervenções, como manutenções, atualizações ou expansões do sistema elétrico, além de comprometer a rastreabilidade de eventuais falhas ou acidentes.

Recomenda-se, portanto, a elaboração do *as built* do projeto elétrico completo, acompanhada de seu memorial descritivo, para atender aos requisitos normativos e garantir a segurança e eficiência das instalações.

5.3.3 Item 10.4: Segurança na construção, montagem, operação e manutenção

O item 10.4 da NR-10 e seus subitens tem como foco as condições gerais de instalações e serviços elétricos, abrangendo as atividades de construção e

montagens, as de manutenção e de operação independentemente da condição de energização (BRASIL, 2010).

O subitem 10.4.1 reforça a responsabilidade dos estabelecimentos nessas situações, destacando a obrigatoriedade de garantir a segurança e a saúde de todos os envolvidos. Além disso, estabelece que as atividades devem ser supervisionadas por um profissional autorizado, conforme os critérios especificados no item 10.8 da norma. O subitem 10.4.2 amplia essa responsabilidade, incluindo os riscos adicionais envolvidos, como trabalho em altura e em espaços confinados, e reforça a necessidade de medidas preventivas direcionadas a esses riscos. Por sua vez, os subitens 10.4.3 e 10.4.4 tratam especificamente das condições mínimas de equipamentos, dispositivos e ferramentas utilizadas nessas atividades.

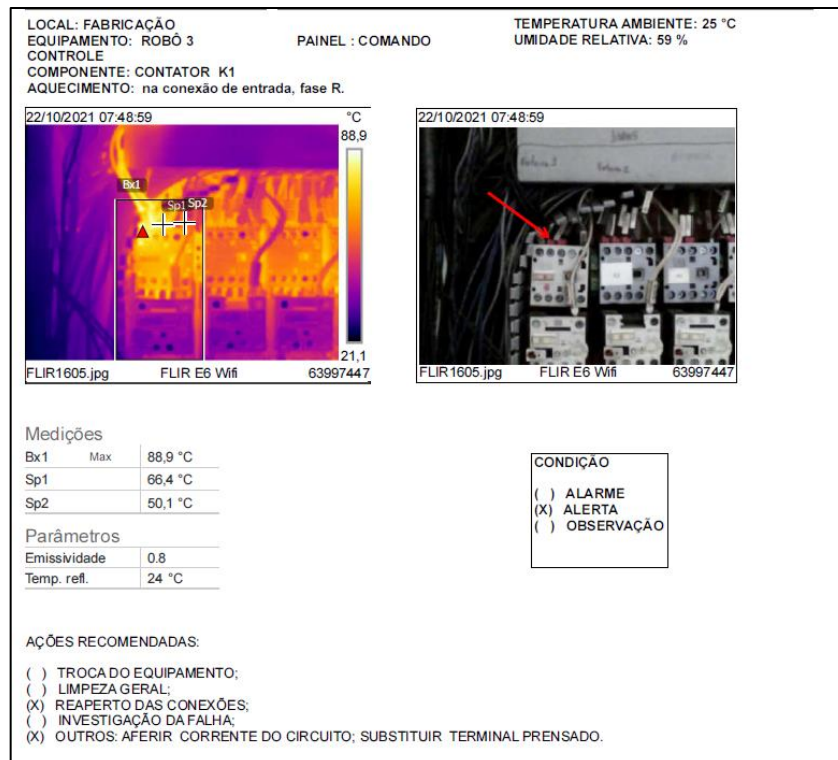
A conformidade com esses quatro subitens foi confirmada por meio de evidências apresentadas em seções anteriores deste estudo. Foi verificado que o estabelecimento possui diretrizes e processos internos robustos que garantem a aplicação e a eficácia de diversas medidas preventivas de controle de risco. Essas medidas abrangem tanto os riscos elétricos quanto os riscos adicionais previstos nas análises de risco realizadas previamente à execução de qualquer atividade em instalações elétricas. Além disso, há um rigoroso controle de equipamentos, dispositivos, ferramentas, EPIs e EPCs utilizados em serviços elétricos. Na seção 5.3.7, foi evidenciado que todos os profissionais autorizados a intervir em instalações elétricas são devidamente qualificados e autorizados, assegurando a supervisão adequada das atividades.

Os demais subitens desta seção da NR-10 tratam da manutenção das instalações elétricas, garantindo que estas sejam mantidas dentro das condições originais de projeto para assegurar o pleno funcionamento com segurança. No contexto da planta fabril analisada, foi constatada a presença de um sistema de manutenção eficiente, que utiliza estratégias de manutenção preventiva e preditiva implementadas em toda a instalação. Por exemplo, diversos planos de inspeção para os equipamentos estão cadastrados em um sistema informatizado que gera periodicamente ordens de serviço para que inspeções sejam realizadas por profissionais autorizados.

Para todos os quadros elétricos, o estabelecimento também realiza periodicamente a análise termográfica, uma inspeção preditiva que identifica anomalias nas instalações por meio da leitura térmica dos componentes. Essa técnica

permite detectar pontos de superaquecimento que indicam falhas potenciais. A identificação dessas anomalias possibilita correções planejadas e programadas antes que ocorram falhas funcionais, que poderiam causar interrupções no sistema elétrico e, em alguns casos, representar riscos à segurança. A Figura 30 apresenta um exemplo de uma falha potencial identificada por superaquecimento em um componente de um quadro elétrico da instalação analisada.

Figura 30 - Anomalia identificada durante análise termográfica



Fonte: Relatórios de análise termográfica fornecidos pela empresa estudada, 2024

Com base nessa análise, conclui-se que o estabelecimento atende plenamente às disposições do item 10.4 da NR-10, demonstrando conformidade com as exigências normativas e boas práticas de segurança na construção, montagem, operação e manutenção das suas instalações elétricas.

5.3.4 Item 10.5: Segurança em instalações elétricas desenergizadas

Conforme mencionado na seção 5.3.1.5, a empresa estabelece em suas diretrizes e procedimentos internos a desenergização como medida prioritária de proteção coletiva, alinhando-se às exigências da NR-10. Esse princípio não se aplica apenas aos serviços elétricos, mas a qualquer atividade que envolva intervenções em instalações, máquinas ou equipamentos que apresentem riscos associados à

presença de fontes de energia, sejam elas elétricas, pneumáticas, mecânicas ou hidráulicas. Para mitigar esses riscos, a empresa adota obrigatoriamente o processo conhecido como *Lockout, Tagout e Tryout (LOTOTO)*.

O processo consiste em desativar e bloquear todas as fontes de energia envolvidas, garantindo que não sejam religadas acidentalmente ou de forma intencional durante as intervenções. Cada sistema da planta fabril possui um procedimento específico de *LOTOTO*, indicado por um quadro localizado no ambiente de trabalho. Esse quadro identifica os pontos de energia e, conseqüentemente, os pontos de desativação e bloqueio. Todos esses pontos são bloqueados com cadeados de cor vermelha, cujas chaves são armazenadas em um claviculário localizado no mesmo quadro.

Além disso, cada trabalhador possui um cadeado de cor amarela, com uma etiqueta de identificação, utilizado para bloquear o claviculário onde estão armazenadas as chaves dos cadeados vermelhos que bloqueiam as fontes de energia. O bloqueio do claviculário é realizado por todos os trabalhadores envolvidos na atividade, de modo que o processo de reenergização só pode ser realizado após a retirada dos bloqueios por todos os envolvidos. Isso elimina o risco de religamento acidental e reforça a segurança coletiva.

As etiquetas de sinalização de bloqueio, também chamadas de *TAGs*, acompanham os cadeados individuais e permitem a identificação do responsável pelo bloqueio, além de sinalizar a condição de impedimento de reenergização. Por fim, os sistemas são testados para garantir que a desenergização foi executada corretamente e que não há possibilidade de religamento automático ou acidental.

A Figura 31 apresenta um exemplo retirado de um procedimento de *LOTOTO* de um dos equipamentos do estabelecimento, ilustrando como essas práticas são implementadas na planta fabril.

Figura 31 - Etapa de bloqueio do procedimento de *LOTOTO*



Fonte: Procedimentos internos fornecidos pela empresa estudada, 2024

Para instalações elétricas, o procedimento interno *IT-12.003: Desenergização de circuitos elétricos*, instrui os profissionais autorizados sobre como realizar a desenergização e aplicar o processo de *LOTOTO* em instalações elétricas.

Foi realizada uma análise crítica desse procedimento, avaliando sua conformidade com a sequência estabelecida no item 10.5 da NR-10. Constatou-se que as etapas de seccionamento, impedimento de reenergização, constatação da ausência de tensão e instalação da sinalização de impedimento de reenergização, correspondentes às alíneas “a”, “b”, “c” e “f” do item 10.5.1 da NR-10, estão detalhadas e descritas de maneira clara. O procedimento oferece orientações precisas, alinhadas ao modo de execução descrito na literatura técnica sobre o tema e no *Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da NR-10 (2010)*.

Essas etapas seguem o processo geral de *LOTOTO* descrito anteriormente, com algumas particularidades importantes. A constatação da ausência de tensão é realizada por meio de detectores de tensão por proximidade, devidamente adequados aos níveis de tensão do circuito. Já o seccionamento pode ser efetuado de forma geral, através da descontinuidade elétrica total de uma instalação ou de um quadro elétrico, ou de forma parcial, mediante o seccionamento de um disjuntor ou de uma chave seccionadora de um único circuito elétrico.

Para este último caso, são utilizados dispositivos adicionais para o bloqueio individual de disjuntores, como o modelo ilustrado na Figura 32, garantindo assim maior segurança no processo de impedimento de reenergização.

Figura 32 - Dispositivo de bloqueio universal de disjuntores



Fonte: <https://www.seton.com.br/bloqueio-universal-para-mini-disjuntores.html>

As outras duas etapas, descritas nas alíneas “d” e “e” do item 10.5.1 da NR-10, referentes à instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos e à proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada, são mencionadas no procedimento como parte integrante do processo. Contudo, sua abordagem é superficial e sucinta, sem fornecer detalhes sobre como essas ações devem ser realizadas.

Além disso, verificou-se que na relação de dispositivos e ferramentas disponíveis no estabelecimento há apenas um dispositivo de aterramento temporário, o que impossibilita a execução simultânea dessas etapas em mais de uma atividade. Essa limitação pode comprometer a eficiência e a segurança do procedimento em situações de maior demanda.

Recomenda-se, portanto, que essas duas etapas sejam descritas de forma tão detalhada quanto as demais, garantindo sua correta execução e promovendo a conformidade com as exigências da NR-10.

Por outro lado, o processo de reenergização, conforme estabelecido no item 10.5.2 da NR-10, está bem detalhado no procedimento, atendendo plenamente às normas regulamentadoras.

Conclui-se, assim, que o estabelecimento está em conformidade parcial com o item 10.5 da NR-10. A principal não conformidade refere-se às alíneas “d” e “e” do item 10.5.1, sendo necessário detalhar no procedimento de desenergização das instalações elétricas os processos relacionados à execução do aterramento temporário e à proteção dos elementos energizados na zona controlada, assegurando que todas as etapas sejam realizadas de maneira segura e eficaz.

5.3.5 Item 10.6: Segurança em instalações elétricas energizadas

O estabelecimento estudado define em suas diretrizes internas que, em situações que envolvam intervenções em instalações elétricas energizadas com tensões superiores a 50V em corrente alternada ou 120V em corrente contínua, ou realizadas dentro da zona controlada, conforme descrito no Anexo II da NR-10, devem ser aplicadas medidas adicionais de controle de riscos. Nessas circunstâncias, é obrigatório que os trabalhadores envolvidos estejam previamente autorizados, conforme os critérios estabelecidos no item 10.8 da NR-10, apresentados no item 5.3.7 deste estudo. Além disso, todas as atividades devem ser precedidas por uma análise de risco específica e pelo preenchimento do formulário interno *FRM 15-019: Avaliação para Trabalhos com JUMP*. Esse documento orienta e registra as medidas de controle necessárias para garantir a segurança durante a execução de atividades em sistemas com energia presente, incluindo energia elétrica.

O procedimento interno também exige a presença de, no mínimo, dois profissionais autorizados para a realização desse tipo de atividade. O segundo profissional, denominado "observador", tem a função exclusiva e dedicada de monitorar a execução do trabalho e, em caso de emergência, acionar os sistemas de segurança para desenergização imediata.

Todo o processo deve ser formalizado por meio da abertura de uma Permissão de Trabalho (PT), conforme descrito no item 5.3.1.1 deste estudo, garantindo que todas as etapas sejam devidamente planejadas, autorizadas e monitoradas.

O estabelecimento considera como exceção, conforme estabelecido no item 10.6.1.2 da NR-10, operações elementares realizadas em baixa tensão, desde que sejam feitas com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação e que não apresentem riscos. Exemplos incluem o acionamento de interruptores de iluminação, a conexão de plugs em tomadas e o acionamento de botões de liga/desliga de equipamentos. Essas operações são delimitadas pelo controle de acesso a quadros elétricos. Assim, qualquer manobra básica que não exija a abertura de um quadro, cujo acesso é restrito a profissionais autorizados, é considerada uma operação elementar e pode ser realizada por pessoas não autorizadas a intervir diretamente em instalações elétricas.

Mediante a essa análise, conclui-se que o estabelecimento está em conformidade integral com o item 10.6 da NR-10 e seus subitens, que abordam os requisitos e condições mínimas necessárias para garantir a segurança em instalações elétricas energizadas. Além disso, o estabelecimento implementa medidas de segurança ainda mais robustas do que as previstas na norma, reforçando seu compromisso com a proteção dos trabalhadores e a prevenção de riscos.

5.3.6 Item 10.7: Trabalhos envolvendo alta tensão (AT)

A Subestação de entrada de energia apresentada no item 5.2.2 deste estudo é o único local nas instalações elétricas do estabelecimento onde são encontradas tensões superiores a 1000V em corrente alternada. Trata-se, portanto, de uma área da instalação elétrica que requer a interação dos trabalhadores com circuitos elétricos em Alta Tensão (AT). Dada a criticidade e periculosidade inerentes a esse ambiente, ele é identificado como o local com maior potencial de riscos relacionados à eletricidade, devido ao elevado poder de letalidade associado a choques elétricos e arcos elétricos nessas condições de tensão.

Considerando essas características, o estabelecimento determina, em suas diretrizes internas, que intervenções nesse ambiente somente devem ser realizadas com a instalação energizada em circunstâncias extraordinárias, nas quais o processo de desenergização não seja tecnicamente viável.

Para essas circunstâncias excepcionais, além de cumprir rigorosamente os requisitos obrigatórios de segurança para instalações elétricas energizadas, conforme descrito na seção anterior, o estabelecimento adota um procedimento interno específico. A Instrução de Trabalho *IT 12.012: Manobras em Cabines de Alta Tensão* inclui diversas exigências, dentre as quais se destacam:

- a) supervisão direta da atividade pelo responsável do setor de manutenção ou engenharia, que deve autorizar a intervenção mediante a emissão e assinatura de uma Ordem de Serviço (OS) específica;
- b) presença de, no mínimo, dois trabalhadores autorizados, ambos capacitados em treinamentos específicos para segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e em suas proximidades, conforme regulamenta a NR-10;
- c) uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, incluindo vestimentas de proteção contra arco elétrico de Categoria de Risco 4, conforme descrito no item 5.1.3.6 deste estudo;

- d) utilização de rádios para comunicação em tempo real, além de ferramentas, equipamentos e dispositivos isolantes específicos para AT, devidamente certificados com CA e submetidos a testes periódicos, com validade máxima de um ano, conforme detalhado no item 5.3.1.4.5.

Com base nessa análise, conclui-se que o estabelecimento atende integralmente às disposições do item 10.7 da NR-10 e seus subitens, que especificam os requisitos mínimos de segurança para de trabalhos em AT.

5.3.7 Item 10.8: Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores

Conforme verificado na documentação anexada ao PIE, os sete eletricitistas da empresa, que são os únicos profissionais autorizados a intervir nas instalações elétricas, possuem qualificação, comprovada por diplomas de formação técnica em Eletrotécnica emitidos por instituições de ensino com cursos reconhecidos pelo Ministério da Educação (MEC), estando de acordo com o item 10.8.1 da NR- 10: “É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecida pelo Sistema Oficial de Ensino” (BRASIL, 2019, p. 07).

Verificou-se também que esses colaboradores possuem certificados válidos tanto do curso básico quanto do complementar, atendendo integralmente ao conteúdo programático, carga horária, avaliação de aproveitamento e demais critérios previstos no Anexo III e no item 10.8 da NR-10. Os treinamentos foram ministrados por profissionais legalmente habilitados, vinculados a uma empresa especializada e devidamente licenciada.

O Quadro 6 apresenta o *checklist* de verificação realizado na documentação de cada um desses trabalhadores. Este *checklist* foi desenvolvido com base no item 10.8 da NR-10 e seus subitens, que estabelecem os requisitos obrigatórios para que trabalhadores capacitados, qualificados e profissionais habilitados possam intervir em instalações elétricas. Conforme mencionado anteriormente, todos os colaboradores são qualificados, portanto, o *checklist* não abordará os itens 10.8.2 e 10.8.3 da NR-10, que especificam os diferentes requisitos para um profissional ser legalmente habilitado e capacitado, respectivamente.

Quadro 6 - *Checklist* para que trabalhadores capacitados, qualificados e profissionais habilitados possam intervir em instalações elétricas

REQUISITOS PARA AUTORIZAÇÃO DE INTERVENÇÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	TÉCNICO ELETRICISTA						
	01	02	03	04	05	06	07
Certificado de conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino	C	C	C	C	C	C	C
Anuência formal da empresa.	C	C	C	C	C	C	C
Sistema de identificação que permita a qualquer tempo conhecer a abrangência da autorização do trabalhador.	C	C	C	C	C	C	C
Autorização consignada no sistema de registro de empregado da empresa.	C	C	C	C	C	C	C
Exame de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas em instalações elétricas, realizado em conformidade com a NR 7 e registrado no prontuário médico.	C	C	C	C	C	C	C
Comprovação da realização de treinamento específico conforme estabelecido no Anexo III da NR-10, com avaliação de aproveitamento satisfatória e validade máxima de dois anos, ou após eventos específicos conforme item 10.8.8.2 da NR-10.	C	C	C	C	C	C	C
Comprovação da realização de treinamento de segurança, específico em segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e em suas proximidades, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas no Anexo III da NR-10.	C	C	C	C	C	C	C
Comprovação de realização de treinamento específico para trabalhos em áreas classificadas.	C	C	C	C	C	C	C
Legenda: C = Conforme; NC = Não Conforme; N.A = Não se aplica							

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Conforme apresentado, todos os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas pelo estabelecimento atendem integralmente aos requisitos estabelecidos pela NR-10 para essa autorização. Dessa forma, conclui-se que o estabelecimento está em total conformidade com o item 10.8 e seus subitens, bem como todos os parágrafos da NR-10 que tratam sobre qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e treinamentos realizados.

5.3.8 Item 10.9: Proteção contra incêndio e explosão

O item 10.9 da NR-10 aborda a proteção contra incêndio e explosão em instalações elétricas. O subitem 10.9.1 estabelece que as instalações elétricas devem estar em conformidade com a NR 23 - Proteção contra Incêndios, norma que regulamenta os requisitos relacionados a esse tema.

No ano de 2024, o estabelecimento analisado concluiu a implantação do Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI). A conformidade com a NR-

23, e conseqüentemente com o subitem 10.9.1 da NR-10, foi verificada por meio da existência do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), emitido pelo Corpo de Bombeiros de Minas Gerais (CBMG). Esse certificado atesta que o estabelecimento atende às exigências de segurança contra incêndio previstas na legislação estadual.

Os demais subitens do item 10.9 da NR-10 tratam de requisitos específicos para a segurança em instalações elétricas localizadas em áreas classificadas ou com atmosferas potencialmente explosivas. Atualmente, a planta fabril está implementando um plano de investimentos de longo prazo com o objetivo de descaracterizar essas áreas, eliminando os riscos por meio de tecnologias que removem gases, vapores, líquidos inflamáveis ou poeiras combustíveis presentes no ambiente. Como exemplo, os sistemas de captação de pó já em fase de implantação.

Embora existam medidas de controle de riscos formalizadas e implementadas – como a obrigatoriedade de emissão de Permissão de Trabalho (PT) para liberação de atividades elétricas em áreas classificadas, em conformidade com o item 10.9.5 da NR-10 – a planta encontra-se em não conformidade com os subitens 10.9.2, 10.9.3 e 10.9.4, pois não possui as condições específicas de segurança e projeto exigidas para as instalações dessas áreas. Esses subitens serão atendidos somente após a conclusão do plano de adequações em curso.

Recomenda-se, portanto, a continuidade e conclusão do plano de adequação, assegurando que todas as ações sejam executadas conforme o cronograma estabelecido. Dessa forma, será possível garantir a conformidade integral com o item 10.9 da NR-10 e, sobretudo, a segurança das operações e dos trabalhadores.

5.3.9 Item 10.10: Sinalização de segurança

A NR-10 no item 10.10 e subitens, estabelece a obrigatoriedade de adoção de sinalização de segurança nas instalações elétricas, em conformidade com os critérios e padrões estabelecidos na NR 26 - Sinalização de Segurança. A sinalização é uma medida complementar de controle dos riscos, contribuindo através da identificação, orientação e advertência nos ambientes de trabalho (BRASIL, 2010).

Apesar dessa determinação, a NR-26 não especifica detalhes específicos para a aplicação em riscos elétricos. Alguns padrões de sinalização específicos para o risco de choque elétrico podem ser encontrados em normas técnicas vigentes, entretanto, não há uma norma brasileira exclusivamente dedicada a essa finalidade.

Este estudo avaliou a existência de um sistema de sinalização visual em língua portuguesa, composto por componentes físicos como placas, avisos, fitas de identificação, faixas, cones, entre outros, destinados a fornecer informações, instruções, alertas ou advertências às pessoas sobre os riscos ou condições de perigo nas instalações elétricas. A avaliação considerou se o sistema atende a cada uma das sete alíneas descritas no item 10.10.1 da NR-10, mas não incluiu a análise da correta aplicação dos padrões e critérios técnicos existentes para a sinalização.

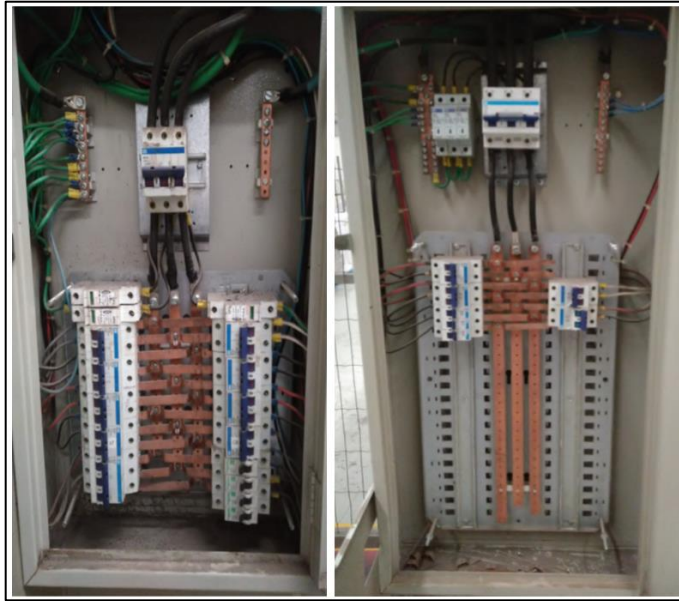
Para verificar a conformidade com cada uma das alíneas, foi realizada a análise do relatório técnico de inspeção das instalações elétricas, emitido por um profissional legalmente habilitado e integrante do PIE, juntamente com uma verificação amostral in loco nas instalações. Os resultados da avaliação de conformidade para cada alínea do item 10.10.1 da NR-10 são apresentados nas seções seguintes.

5.3.9.1 Alínea “a”: identificação de circuitos elétricos

Verificou-se no relatório técnico de inspeção das instalações elétricas 46 quadros elétricos com não conformidades relacionadas à ausência de identificação dos circuitos elétricos. Todas essas não conformidades estão classificadas como pendentes no cronograma de adequações.

Foi realizada uma verificação amostral em dois quadros elétricos (FIGURA 33), confirmando a ausência de identificação dos circuitos. Diante disso, conclui-se que o estabelecimento não está em conformidade com o disposto na alínea “a” do item 10.10.1 da NR-10

Figura 33 - Quadros elétricos sem identificação de circuitos elétricos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

5.3.9.2 Alínea “b”: travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos

O estabelecimento adota como padrão de travamento e bloqueio o procedimento de *LOTOTO*, detalhado na seção 5.3.4 deste estudo. Esse procedimento garante, de forma clara, que as pessoas saibam que o dispositivo está bloqueado e que não deve ser operado, além de permitir a identificação de quem realizou o bloqueio, por meio do tagueamento associado. O sistema assegura ainda que apenas a pessoa responsável pelo bloqueio possa removê-lo.

Dessa forma, conclui-se que o estabelecimento está em conformidade com o disposto na alínea “b” do item 10.10.1 da NR-10.

5.3.9.3 Alínea “c”: restrições e impedimentos de acesso

Por meio de uma verificação *in loco* das instalações elétricas do estabelecimento, constatou-se que todos os locais com acesso restrito estão devidamente protegidos por meio de bloqueio com cadeados na cor laranja e placas de sinalização indicando restrição de acesso. Essa prática foi observada, por exemplo, nos acessos à subestação, à sala dos QGBTs, à sala dos geradores e em todos os quadros elétricos do estabelecimento.

Somente profissionais autorizados possuem a chave desses cadeados, que contam com segredo único, garantindo controle e segurança. A Figura 34 ilustra um quadro elétrico do estabelecimento como exemplo dessa medida de segurança.

Figura 34 - Sinalização de restrições e impedimento de acesso a quadros elétricos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Dessa forma, conclui-se que o estabelecimento está em conformidade com o disposto na alínea “c” do item 10.10.1 da NR-10.

5.3.9.4 Alínea “d”: delimitação de áreas

Em toda a planta fabril, é possível observar diversas barreiras físicas, como gradis, cavaletes e guarda-corpos, utilizadas para delimitar e segregar áreas de forma eficiente. Essas medidas estão em conformidade com o disposto na alínea “d” do item 10.10.1 da NR-10.

5.3.9.5 Alínea “e”: sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;

Todas as áreas de circulação de pessoas no estabelecimento estão devidamente sinalizadas com faixas de pedestres que indicam os caminhos corretos para deslocamento. Além disso, as áreas com circulação de veículos ou movimentação de cargas são delimitadas por guarda-corpos ou barreiras monobloco de plástico (FIGURA 35).

Figura 35 - Barreiras de plástico para delimitação de áreas



Fonte: <https://www.multiseg.com.br/108/barreira-monobloco-de-plastico-para-sinalizacao-de-trnsito>. Acesso em: 01 dez. 2024

Essas medidas de sinalização asseguram a conformidade com o disposto na alínea “e” do item 10.10.1 da NR-10.

5.3.9.6 Alínea “f” e “g”: sinalização de impedimento de energização e identificação de equipamento ou circuito impedido.

O procedimento de *LOTOTO*, já mencionado nas seções anteriores, inclui o processo de sinalização de impedimento de energização e identificação de equipamento ou circuito impedido, por meio do sistema de identificação de quem efetuou o bloqueio. A presença de um cadeado de bloqueio, acompanhado da identificação do responsável, assegura que o circuito ou dispositivo em questão não pode ser energizado. Conclui-se portando, que o estabelecimento está em conformidade com o disposto nas alíneas “f” e “g” do item 10.10.1 da NR-10.

5.3.10 Item 10.11: Procedimentos de trabalho

Para a gestão dos procedimentos internos, foi visto que a empresa utiliza o *Qualis*, um software de gestão integrada de documentos que centraliza e organiza o controle de registros, auxiliando no gerenciamento, oferecendo funcionalidades como controle de versões, cadastro, atualização e arquivamento de documentos. Além disso, o *Qualis* permite um fluxo estruturado de aprovação, garantindo a rastreabilidade e a validação dos processos, assegurando que todas as etapas sejam devidamente documentadas e revisadas conforme as normas internas e regulamentações aplicáveis.

Durante a análise, foram avaliados todos os procedimentos operacionais e instruções de trabalho diretamente relacionados às atividades que envolvem

intervenções em instalações elétricas. O Procedimento Operacional Padrão (POP) específico para atividades de manutenção em sistemas elétricos, identificado pelo código *POP-13.010: Manutenção das instalações elétricas industriais e prediais*, estabelece as principais diretrizes internas para a execução dessas atividades, incluindo a definição do perfil dos trabalhadores envolvidos, o processo de autorização para realização dos serviços conforme o item 10.11.5 da NR-10, a obrigatoriedade de abertura prévia de uma ordem de serviço, conforme prescreve o item 10.11.2, o processo de supervisão de atividade conforme o item 10.11.6, o procedimentos para planejamento das atividades e análise de riscos das tarefas conforme prescrevem os itens 10.11.7 e 10.11.8, as medidas de controle necessárias, bem como as medidas de proteção individual e coletiva. O *POP-13.010* também define as competências e responsabilidades dos profissionais envolvidos, além de detalhar os requisitos mínimos de segurança a serem seguidos.

Adicionalmente, foram identificadas 18 Instruções de Trabalho (ITs) voltadas para atividades rotineiras que envolvem eletricidade (QUADRO 7).

Quadro 7 - Lista de ITs para atividades com eletricidade

CÓDIGO	TÍTULO
IT 12.001	Atualização de diagrama unifilar
IT 12.002	Bloqueio de circuitos elétricos
IT 12.003	Desenergização de circuitos elétricos
IT 12.004	Finalização de serviços e limpeza
IT 12.005	Instalação de eletrocalhas e perfilados
IT 12.006	Instalação de eletrodutos e demais componentes
IT 12.007	Instalação de pontos de tomadas
IT 12.008	Instalação e retirada do aterramento temporário
IT 12.009	Isolamento de área
IT 12.010	Lançamento de cabos para novos circuitos
IT 12.011	Limpeza interna e externa de painéis elétricos
IT 12.012	Manobras em cabines de alta tensão
IT 12.017	Manutenção e operação em quadros de distribuição
IT 12.026	Sinalização de segurança
IT 12.027	Substituição de lâmpadas
IT 13.017	Desenergização de torradores para manutenção
IT 13.029	Procedimento de emenda de cabos elétricos
IT 13.077	Interpretação de tags elétricas

Fonte: Adaptado de: Relação de ITs para atividades com eletricidade fornecidas pela empresa estudada, 2024

Essas instruções complementam o *POP-13.010*, detalhando os procedimentos necessários para a execução de trabalhos específicos. Cada IT inclui uma descrição completa da sequência de tarefas, ou seja, um “passo a passo” que abrange as medidas, orientações técnicas e requisitos de segurança aplicáveis a cada atividade. A estrutura segue o que é estabelecido no item 10.11.3 da NR-10, que determina: “Os procedimentos de trabalho devem conter, no mínimo, objetivo, campo de aplicação, base técnica, competências e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais” (BRASIL, 2019, p.09).

Embora tanto o *POP-13.010* quanto as ITs específicas apresentem uma estrutura adequada às exigências da NR-10, ambos não foram submetidos ao processo de aprovação formal por um profissional legalmente habilitado, conforme estabelecido no item 10.11.1 da norma. Além disso, o setor de *Safety, Health and Environment (SHE)* da empresa, que desempenha o papel do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), descrito no item 10.11.4 da NR-10, não foi envolvido na elaboração e validação desses documentos.

Esse cenário implica que, apesar da existência e implementação de procedimentos e instruções técnicas e administrativas voltadas à segurança e saúde, os mesmos encontram-se em não conformidade com os requisitos estabelecidos nos itens 10.11.1 e 10.11.4. Recomenda-se, portanto, que os procedimentos existentes, bem como os novos que venham a ser desenvolvidos, sejam submetidos a um processo de avaliação e aprovação formal por um profissional legalmente habilitado, em conformidade com o item 10.8 da NR-10. Adicionalmente, é essencial incluir o setor de *SHE* no processo de desenvolvimento e validação desses documentos. Essa medida assegurará a conformidade técnica e jurídica dos procedimentos, garantindo o atendimento integral às exigências da norma.

5.3.11 Item 10.12: Situação de emergência

Conforme descrito no item 5.3.3.8 deste estudo, o estabelecimento conta com o procedimento interno *POP-15-024: Plano de Atendimento a Emergências (PAE)*, que define métodos padronizados e adequados para resgate em situações emergenciais alinhadas às atividades da empresa. A metodologia utilizada na elaboração do *POP-15-024* atende às exigências da legislação vigente, abrangendo aspectos operacionais voltados para o controle de riscos ao ser humano e ao meio ambiente.

Os cenários de emergência detalhados no *POP-15-024* são baseados em análises minuciosas de aspectos e impactos ambientais, além dos perigos e riscos identificados. O documento inclui uma seção específica com procedimentos direcionados a emergências envolvendo eletricidade. Todos os colaboradores da planta fabril são devidamente informados sobre o conteúdo do *POP-15-024* e participam de treinamentos anuais para garantir sua aplicação correta. Esses treinamentos incluem os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas, que são capacitados para realizar resgates e prestar primeiros socorros em casos de acidentes.

O estabelecimento também conta com uma Brigada de Emergência, formada por trabalhadores autorizados e organizada para cobrir os três turnos de trabalho. A Brigada segue os requisitos da legislação vigente e está apta a operar equipamentos de prevenção e combate a incêndios em instalações elétricas, graças a treinamentos periódicos. Os membros da Brigada recebem capacitação regular para realizar resgates eficientes, inclusive em acidentes relacionados à eletricidade, reforçando a segurança e a prontidão operacional da unidade.

A realização dos treinamentos mencionados foi comprovada por meio da verificação dos certificados de treinamento periódico de cada colaborador autorizado. Esses documentos estão disponíveis no setor de Recursos Humanos da empresa e também estão devidamente anexados ao PIE.

Com base nesta análise, conclui-se que a empresa atendente ao disposto no item 10.12 da NR-10 e seus respectivos subitens.

5.4 Não conformidades identificadas e recomendações de adequação

Esta seção apresenta um resumo das não conformidades e oportunidades de melhoria identificadas ao longo deste estudo de caso. O Quadro 8, apresentado abaixo, detalha cada Não Conformidade (NC) ou Sugestão de Melhoria (SM) identificada durante a avaliação, indicando o item da NR-10 ao qual está relacionada, além de fornecer sugestões de adequação a serem implementadas.

Quadro 8 - NCs com a NR-10 identificadas durante o estudo

Tipo	Descrição	Itens relacionados da NR-10	Recomendações de adequação
NC	Especificação de EPIs e EPCs sem estudo técnico prévio.	10.2.3 c) 10.2.5.1 10.2.7	Elaborar um estudo técnico, conduzido por um profissional legalmente habilitado, para avaliar os EPIs e EPCs utilizados, garantindo sua correta aplicação e adequação às condições específicas da empresa e de suas instalações
NC	Ausência de certificação dos equipamentos e materiais elétricos utilizados em áreas classificadas.	10.2.3 f)	Opção 1: Acelerar o plano de investimento para descaracterização das áreas classificadas com atmosferas explosivas, por meio da implantação de tecnologias de captação de pó. Opção 2: Realizar a aquisição e substituição de todos os equipamentos e materiais elétricos utilizados em áreas classificadas por itens que possuam certificação conforme as normas técnicas vigentes e os requisitos de conformidade do INMETRO.
SM	Ausência de atualização periódica no relatório de inspeção técnica das instalações elétricas.	10.2.3 g)	Estabelecer e implementar um cronograma periódico para a atualização do relatório de inspeção técnica das instalações elétricas, em conformidade com as diretrizes da NR-10 e normas técnicas aplicáveis.
NC	Certificados de Aprovação (CAs) não estão devidamente organizados e arquivados no Prontuário das Instalações Elétricas (PIE).	10.2.5 b) 10.2.5.1	Organizar e arquivar devidamente os CAs no PIE conforme estabelecido pela NR-10
NC	Ausência de um estudo de análise de energia incidente para definir adequadamente as especificações das vestimentas de trabalho dos profissionais autorizados a intervir nas instalações elétricas da empresa	10.2.9.2	Realizar um estudo de análise de energia incidente nas instalações elétricas para avaliar a energia térmica liberada durante um arco elétrico, determinar o valor do <i>Arc Thermal Performance Value (ATPV)</i> e definir de forma adequada as especificações das vestimentas de trabalho para os profissionais autorizados a intervir nas instalações elétricas da empresa.
NC	Inexistência do projeto elétrico e memorial descritivo das instalações de Baixa Tensão.	10.4 e seus subitens	Elaborar o <i>as built</i> completo do projeto elétrico e memorial descritivo das instalações.
NC	Falta de procedimento de execução para instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos durante intervenções em instalações elétricas desenergizadas.	10.5.1 d)	Revisar o procedimento de trabalho em instalações elétricas desenergizadas, incluindo de forma detalhada a etapa de instalação dos sistemas de aterramento temporário, e realizar treinamento para os profissionais autorizados envolvidos nesse tipo de atividade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

(continuação) Quadro 8 - NCs com a NR-10 identificadas durante o estudo

Tipo	Descrição	Itens relacionados da NR-10	Sugestão de adequação
NC	Falta de procedimento de proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada durante intervenções em instalações elétricas desenergizadas.	10.5.1 e)	Revisar o procedimento de trabalho em instalações elétricas desenergizadas, incluindo de forma detalhada a etapa de proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada durante as intervenções, e realizar treinamento adequado para os profissionais autorizados a realizar esse tipo de atividade.
NC	Falta de conformidade das instalações elétricas de ambientes com atmosferas potencialmente explosivas com o Sistema Brasileiro de Certificação.	10.9.2	Opção 1: Acelerar o plano de investimento para descaracterização das áreas classificadas com atmosferas explosivas, por meio da implantação de tecnologias de captação de pó. Opção 2: Realizar a aquisição e substituição de todos os equipamentos e materiais elétricos utilizados em áreas classificadas por itens que possuam certificação conforme as normas técnicas vigentes e os requisitos de conformidade do INMETRO.
NC	Falta de dispositivos de proteção nas instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões.	10.9.4	Opção 1: Acelerar o plano de investimento para descaracterização das áreas classificadas com atmosferas explosivas, por meio da implantação de tecnologias de captação de pó. Opção 2: Instalar dispositivos de proteção adequados nas instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, conforme as exigências da NR-10 e normas técnicas pertinentes.
NC	Ausência de identificação dos circuitos em quadros elétricos e nas instalações em geral	10.10.1 a)	Implementar a identificação clara e visível de todos os circuitos nos quadros elétricos e nas instalações em geral, conforme estabelecido pela NR-10.
NC	Procedimentos de trabalho sem aprovação formal de um profissional legalmente habilitado	10.2.7 10.11.1 10.11.4	Garantir que todos os procedimentos de trabalho relacionados às instalações elétricas sejam revisados e aprovados formalmente por um profissional legalmente habilitado, conforme exigido pela NR-10

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eletricidade está presente em praticamente todas as etapas dos processos produtivos da indústria, sendo a operação e manutenção direta e indireta de sistemas elétricos parte das tarefas diárias desse setor. Por isso, garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos em serviços com eletricidade é fundamental para preservar vidas, assegurar a continuidade e a confiabilidade dos processos produtivos e promover a sustentabilidade do negócio. Nesse contexto, a NR-10 atua como padrão normativo para a condução segura e adequada das atividades que envolvem contato direto ou indireto com eletricidade, estabelecendo requisitos e condições mínimas de segurança.

Neste estudo, foi avaliada a situação de conformidade com a NR-10 em uma análise de caso específico em uma unidade fabril de uma multinacional do setor alimentício. Por meio de um processo de avaliação de conformidade em formato de auditoria, que considerou aspectos técnicos, documentais e de governança relacionados à segurança em instalações elétricas, foi possível identificar o nível de atendimento aos requisitos estabelecidos por essa norma e mapear as não conformidades existentes.

Conforme mostra o Quadro 8, o estudo revelou que a unidade fabril possui um total de 11 não conformidades, relacionadas a diversos aspectos, desde documentais até infraestrutura das instalações. Conclui-se que essas não conformidades correspondem ao não atendimento de 24 requisitos da NR-10. Entre as não conformidades identificadas, destacam-se dois tópicos principais.

O primeiro refere-se à ausência do projeto elétrico, o que impossibilitou a avaliação detalhada da conformidade com o item 10.3 da NR-10, caracterizando-se como uma não conformidade para todos os seus subitens. Esses subitens estabelecem os requisitos mínimos de segurança para projetos de instalações elétricas. Embora essa ausência não indique necessariamente que as instalações estejam operando em condições inseguras, ela representa uma lacuna importante na comprovação documental de atendimento a esse tópico da norma. Recomenda-se, como plano de ação, que a empresa elabore o *as built* completo do projeto elétrico, acompanhado de seu memorial descritivo, seguido por uma investigação detalhada da situação de atendimento aos requisitos normativos estabelecidos nesta seção.

O segundo tópico está relacionado às não conformidades em áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, devido à presença de atmosferas potencialmente explosivas. A planta fabril não possui instalações elétricas adequadas para essas áreas e não possui certificação dos equipamentos e materiais elétricos utilizados nesses locais. Atualmente, a empresa está implementando um plano de investimento de longo prazo para descaracterizar essas áreas, por meio da implantação de tecnologias de captação de pó. Apesar de existirem medidas de controle de riscos implementadas e formalizadas em procedimentos, garantindo segurança nas atividades elétricas nessas áreas, a situação configura o não atendimento a diversos requisitos da norma.

A falta de um processo formal de aprovação por profissionais legalmente habilitados dos procedimentos de trabalho da empresa também se destaca entre as não conformidades encontradas. Esse cenário implica que, apesar da existência e implementação de procedimentos e instruções técnicas e administrativas voltadas à segurança e saúde, os mesmos encontram-se em não conformidade com diversos requisitos estabelecidos na NR-10. Recomenda-se que os procedimentos existentes, bem como os novos que venham a ser desenvolvidos, sejam submetidos a um processo de avaliação e aprovação formal por um profissional legalmente habilitado, em conformidade com o item 10.8 da norma.

Ademais, não conformidades relacionadas a instalações elétricas desenergizadas também devem ser tratadas como prioridade. Foi observada a falta de procedimentos para instalação de aterramento temporário e proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada durante intervenções em instalações elétricas desenergizadas. O não atendimento a esse requisito, previsto no item 10.5 da NR-10, foi comprovado na prática, onde se verificou profissionais autorizados realizando intervenções sem seguir essas etapas do procedimento. É imprescindível que a empresa revise esse procedimento e realize treinamentos direcionados aos profissionais autorizados envolvidos nesse tipo de trabalho.

Apesar das não conformidades identificadas e dos consequentes riscos associados, conclui-se que o estabelecimento apresenta um alto nível de segurança em suas instalações elétricas e nos serviços com eletricidade, quando comparado a estudos de caso similares encontrados na literatura. A organização evidenciou integrar diversas medidas de controle com iniciativas voltadas à preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho.

Os resultados obtidos fornecem diretrizes essenciais para a organização, auxiliando na formulação de um plano estratégico eficaz para a correção das não conformidades identificadas. A empresa deve adotar estratégias específicas para cada não conformidade, priorizando a resolução ágil daquelas que não demandam grandes investimentos, como a revisão e formalização de procedimentos operacionais. Entre essas ações, destaca-se a criação de um programa contínuo de capacitação e reciclagem para os profissionais envolvidos com instalações elétricas.

Para as não conformidades que exigem altos investimentos, como as relacionadas a áreas classificadas, recomenda-se a elaboração de um plano de investimento estruturado. Nesse caso, é fundamental realizar um estudo técnico detalhado conduzido por profissionais especializados, a fim de definir medidas rigorosas de mitigação de risco até que as adequações sejam concluídas.

Além disso, sugere-se o estabelecimento de cronogramas claros para a implementação das melhorias necessárias, bem como a designação de profissionais qualificados para monitoramento contínuo e auditorias periódicas, garantindo a conformidade com a NR-10 e a segurança nas operações elétricas.

A adequação a esses requisitos é essencial para garantir a conformidade com a legislação trabalhista, prevenindo penalidades legais, multas e sanções administrativas. No entanto, além das implicações jurídicas, é crucial enfatizar os riscos diretos à segurança dos trabalhadores. O descumprimento das diretrizes da NR-10 pode resultar em acidentes elétricos graves, como choques, queimaduras e até mesmo fatalidades, comprometendo não apenas a integridade física dos colaboradores, mas também sua qualidade de vida e bem-estar. Dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2023), apresentados na seção 3 deste estudo, revelam que o choque elétrico foi responsável por 2,82% dos 26.417 acidentes fatais registrados entre 2012 e 2022. Isso equivale a 745 mortes que poderiam ter sido evitadas com a correta aplicação das exigências e condições mínimas de segurança estabelecidas pela NR-10.

Conclui-se que este estudo de caso também serve como referência para aplicação em outros casos específicos, por meio da proposição de um modelo roteirizado de auditoria para avaliação de conformidade com a NR-10. Para empresas de menor porte, acredita-se que ele pode ser adaptado conforme a complexidade das instalações elétricas e a estrutura organizacional da empresa. Negócios menores podem se beneficiar da mesma metodologia, ajustando os critérios de análise e

priorizando medidas preventivas de acordo com seus recursos disponíveis. Dessa forma, a replicabilidade do estudo pode contribuir para ampliar a cultura de segurança em diversas organizações, independentemente do seu tamanho, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e em conformidade com a legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Daniel Ferreira; DE ALMEIDA NETO, Odilon Carreiro. Procedimentos de manutenção padrão para atividades e serviços em eletricidade e seu papel na prevenção de acidentes do trabalho. **Revista Gestão Industrial**, Curitiba, 2016. v. 12, n. 4, p. 43-60, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/4675>. Acesso em: 6 set. 2024.

ALMEIDA, Pedro Henrique. **NR-10 segurança em instalações e serviços em eletricidade**: avaliação nas indústrias do setor automotivo, elétrico e comercial. 2017. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

ARAÚJO, Inaldo da Paixão Santos. **Introdução à auditoria operacional**. 2. Ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5418**: instalações elétricas em atmosferas explosivas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8674**: execução de sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12232**: Execução de sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio com gás carbônico (CO₂) por inundação total para transformadores e reatores de potência contendo óleo isolante. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039**: instalações elétricas de média tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BITENCOURT, Celso Lima; QUELHAS, Osvaldo Luis Gonçalves. Histórico da evolução dos conceitos de segurança. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Niterói, 1998. v. 18, 1998. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art369.pdf. Acesso em: 6 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR-10**. NR-10 comentada. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>. Acesso em: 6 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 01 – Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais**. Portaria MTE n.º 344, de 21 de março de 2024. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-1>. Acesso em: 6 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 06 – Equipamentos de proteção individual - EPI**. Portaria MTP n.º 4.219, de 20 de dezembro de 2022. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>. Acesso em: 6 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>. Acesso em: 6 set. 2024.

BRASIL. Ministério Público do Trabalho. Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho. **Dados sobre segurança e saúde no trabalho**. Brasília, DF: MPT, 2023. Disponível em: <https://observatoriosst.mpt.mp.br>. Acesso em: 6 set. 2024.

BRISTOT, Vilson Menegon. **Introdução à engenharia de segurança do trabalho**. 1. ed. Criciúma: UNESC, 2019. Disponível em: <http://www.unesc.net/portal/capa/index/300/5886/>. Acesso em: 6 set. 2024.

CAMISASSA, Mara Queiroga. **Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas**. Grupo Gen-Editora Método Ltda., 2000. Disponível em: <https://saude.ufpr.br/epmufpr/wp-content/uploads/sites/42/2020/10/NRs-comentadas.pdf>. Acesso em: 6 set. 2024.

COTRIM, Ademaro Alberto Machado Bittencourt. **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

DE BARROS, Benjamim Ferreira, *et al.* **NR-10: guia prático de análise e aplicação**. 1. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2017.

FILGUEIRAS, Vitor Araújo *et al.* **Saúde e segurança do trabalho no Brasil**. Brasília: Gráfica Movimento, 2017. Disponível em: https://www.medicina.ufmg.br/noticias/wp-content/uploads/sites/72/2017/11/Figueiras-et-al_-Sau%CC%81de-e-Seg.-do-trab.-no-Brasil-14-11-2017.pdf#page=20. Acesso em: 6 set. 2024.

GUSMÃO, Igino Luís. **Análise de acidentes elétricos e medidas de prevenção sob a perspectiva da NR10**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/39452>. Acesso em: 6 set. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS. Rede de Bibliotecas. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos**. Belo Horizonte: IFMG, 2020. Disponível em: <https://www2.ifmg.edu.br/portal/ensino/bibliotecas/manual-de-normalizacao-do-ifmg>. Acesso em: 6 set. 2024.

LOURENÇO, Heliton. **Aplicabilidade da NR-10 em Serviços de Manutenção e Operação em Subestações e Linhas de Transmissão de Extra-Alta Tensão**. 2010. Trabalho de Pós-Graduação (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2010.

LOURENÇO, Heliton; LOBÃO, Elidio de C. **Análise da Segurança do Trabalho em Serviços com Eletricidade sob a Ótica da Nova NR-10**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2008.

LOURENÇO, Sérgio Ricardo; SILVA, Thadeu Alfredo Farias; DA SILVA FILHO, Silvério Catureba. Um estudo sobre os efeitos da eletricidade no corpo humano sob a égide da saúde e segurança do trabalho. **Revista Exacta**, São Paulo, 2007 v. 5, n. 1, p. 135-143, 2007. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/1043>. Acesso em: 6 set. 2024.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais: de acordo com a norma brasileira NBR 5419:2015**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MENDES, Jussara Maria Rosa; WÜNSCH, Dolores Sanches. Elementos para uma nova cultura em segurança e saúde no trabalho. **Revista brasileira de saúde ocupacional**, São Paulo, 2007. v. 32, p. 153-163, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/Pmv9fpXSGNMFrFXhVhTwNR/>. Acesso em: 6 set. 2024.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 70E: standard for electrical safety in the workplace**. Quincy, MA: NFPA, 2024.

PEINADO, Hugo Sefrian (org.) **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil**. São Carlos: Editora Scienza, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/HugoPeinado/publication/375979670_Instalacoes_eletricas_provisorias_em_canteiro_de_obras/links/6565e0bfb1398a779dc1666f/Instalacoes-eletricas-provisorias-em-canteiro-de-obras.pdf. Acesso em: 6 set. 2024.

PACHECO JUNIOR, Waldemar; PEREIRA FILHO, Hyppólito do Valle; PEREIRA, Vera Lúcia Duarte do Valle. **Gestão da segurança e higiene do trabalho: contexto estratégico, análise ambiental, controle e avaliação das estratégias**. São Paulo: Atlas, 2000.

QUEIROZ, Alan Rômulo Silva; SENGER, Eduardo Cesar. A natureza e os riscos do arco elétrico. **O setor elétrico**, 2012. v. 72, p. 46 – 51, 2012. Disponível em: https://www.osetoelettrico.com.br/wpcontent/uploads/2012/03/Ed72_fasc_arco_eletrico_cap1.pdf. Acesso em: 6 set. 2024.

SANTOS JÚNIOR, Joubert Rodrigues dos. **NR-10: segurança em eletricidade, uma visão prática**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2013.

SANTOS, Fabricio. **Principais consequências da não aplicação da NR-10: Avaliação das instalações elétricas de baixa tensão de uma unidade militar de aquartelamento**. Monografia (Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18006>. Acesso em: 6 set. 2024.

SILVA NETO, Acácio. **Tensões induzidas por descargas atmosféricas em redes de distribuição de baixa tensão**. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-16112004-162658/pt-br.php>. Acesso em: 6 set. 2024.

SILVA, Luís Geraldo Gomes da. **A educação e a segurança do trabalho em eletricidade frente à norma regulamentadora NR-10**. Dissertação (Mestre em Educação) - Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2009. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/METODISTA_80b94670b12632418b717e5397449e85. Acesso em: 6 set. 2024.

SILVA, Silvane de Souza e; MICHALOSKI, Ariel Orlei. A norma regulamentadora nº10 e a sua aplicação em instalações elétricas e seus entornos. **Revista Técnico-Científica do Crea-Pr**, Paraná, 2017. v. 5, n. 6, 2017. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/149/113>. Acesso em: 6 set. 2024

TELES, Jhonata. **Bíblia do RCM: O guia completo e definitivo da manutenção centrada na confiabilidade na indústria 4.0**. 1. ed. **Brasília: ENGETELES Editora**, 2019.

TOMAZ, Eduardo Pereira. **Estudo de adequação normativa de subestações de média tensão de uma indústria têxtil do Ceará**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/73912>. Acesso em: 6 set. 2024

ZANCHETA, Márcio Nestor. **As consequências sócio, econômico e ambientais da troca do óleo combustível por gás natural, na usina termoeletrica Piratininga**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear- Aplicações.) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ipen.br/bitstream/123456789/11355/1/11134.pdf>. Acesso em: 6 set. 2024.

APÊNDICE A – INTERPRETAÇÃO DOS REQUISITOS DO PIE

Item da NR-10	Requisito	Interpretação
10.2.3	Esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.	Representação gráfica simplificada das instalações elétricas, incluindo os componentes principais dos circuitos, acompanhado de dados e especificações dos dispositivos de proteção instalados, especialmente do sistema de aterramento elétrico, além dos demais equipamentos e dispositivos de proteção que integram a instalação, tais como fusíveis, disjuntores, chaves e outros componentes associados à proteção.
10.2.4 a)	Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes.	Procedimentos operacionais e instruções de trabalho com regras básicas e fundamentais para a intervenção nas instalações elétricas do estabelecimento conforme detalhado no item 10.11 da NR-10.
10.2.4 b)	Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos.	Inspeções e medições dos sistemas de aterramento e do SPDA conforme critérios determinados pela Norma Técnica da ABNT NBR 5419:2015
10.2.4 c)	Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR.	Especificações dos EPIs e EPCs, bem como a lista de ferramentas utilizadas em instalações elétricas. As especificações devem ser o resultado de um estudo para a correta aplicação dos equipamentos à realidade da empresa. Os EPIs devem possuir Certificados de Aprovação (CA) conforme disposto na NR-06, que devem ser juntados ao Prontuário. Para os EPCs, devem ser fornecidas informações sobre uso, limitações e características relacionadas à segurança elétrica, como níveis de isolamento e capacidade de corrente suportável. Na listagem das ferramentas, deve-se observar sua finalidade, descrição das características e limites de uso em instalações elétricas.
10.2.4 d)	Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados.	Documentos mencionados no item 10.8 da NR-10, relacionados ao processo de autorização, devendo incluir: <ul style="list-style-type: none"> a) certificados de qualificação, obtidos através de formação em instituição de ensino oficial; b) certificados de habilitação, comprovados pelo registro no conselho de classe; c) comprovantes de capacitação; d) certificados dos treinamentos básico e complementar, conforme especificado no ANEXO III da NR-10; e) autorização formal concedida pela empresa ao trabalhador.

(CONTINUAÇÃO) APÊNDICE A – INTERPRETAÇÃO DOS REQUISITOS DO PIE

Item da NR-10	Requisito	Interpretação
10.2.4 e)	Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva.	Resultados dos testes dielétricos, tanto iniciais quanto periódicos, realizados em ferramentas e equipamentos de proteção coletiva e individual com isolamento elétrico. Equipamentos como luvas, mangas, perneiras, ferramentas manuais, bastões e varas isolantes de manobras, entre outros, devem ser submetidos a testes de isolamento conforme as normas técnicas vigentes.
10.2.4 f)	Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas	Documentação e certificações dos equipamentos e dispositivos elétricos utilizados em áreas classificadas. Como os critérios não são detalhados na NR-10, pode-se adotar o que é estabelecido na Portaria Inmetro nº 115, de 21 de março de 2022, para a certificação compulsória de equipamentos elétricos para atmosferas explosivas.
10.2.4 g)	Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”	Auditoria periódica das condições de segurança das instalações elétricas, com emissão de relatório técnico detalhado, que inclui as não conformidades previstas em relação às regulamentações vigentes, além de recomendações e propostas de conformidade, devidamente alinhadas a um cronograma de cumprimento.
10.2.5 a)	Descrição dos procedimentos para emergências	Documento contendo os procedimentos para contingências de ordem geral, que os trabalhadores autorizados deverão conhecer e estar aptos a adotá-los nas circunstâncias em que se fizerem necessários.
10.2.5 b)	Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual	Certificados de aprovação (CA) dos EPIs conforme determina a NR-6 e certificados de conformidade de equipamentos de proteção coletiva.

Fonte: Adaptado de: BRASIL, 2010, p. 18 - 22; CAMISASSA, 2015, p. 291 – 292

APÊNDICE B – INVENTÁRIO DE QUADROS ELÉTRICOS

Nº quadro elétrico	Identificação (TAG)	Tipo
QD01	QBI-01	PREDIAL
QD02	QD ILT 06	PREDIAL
QD03	QD ILT - 05	PREDIAL
QD04	QDFL OFICINA	PREDIAL
QD05	PAINEL TESTES ELÉTRICOS	INDUSTRIAL
QD06	PENEIRA	INDUSTRIAL
QD07	QD ILT-04	PREDIAL
QD08	1. T1 COMANDO	INDUSTRIAL
QD09	B1. 1	INDUSTRIAL
QD10	1.T1 INVERSOR	INDUSTRIAL
QD11	MAN. BIOMASSA	INDUSTRIAL
QD12	FORNALHA 01	INDUSTRIAL
QD13	FORNALHA 02	INDUSTRIAL
QD14	2. T2	INDUSTRIAL
QD15	3. T1	INDUSTRIAL
QD16	1. T2	INDUSTRIAL
QD17	QD WINNIG BLENDS	INDUSTRIAL
QD18	3. T1	INDUSTRIAL
QD19	TORR-2 GE	INDUSTRIAL
QD20	NR-12 TORR-2	INDUSTRIAL
QD21	PAINEL 01	PREDIAL
QD22	SL. REUNIÃO	PREDIAL
QD23	QFD LOG	PREDIAL
QD24	QD 01	PREDIAL
QD25	QUADRO ILUMINAÇÃO / TOMADAS 0012	PREDIAL
QD26	QD ILT - 03	PREDIAL
QD27	QD ILT - 08	PREDIAL
QD28	QCCM – TOR.3	INDUSTRIAL
QD29	PAINEL ELÉTRICO SUPERIOR T - 400	INDUSTRIAL
QD30	NR-12 SILO DE GRÃO	INDUSTRIAL
QD31	CHILLER	INDUSTRIAL
QD32	2. T2	INDUSTRIAL
QD33	JDE VENTILAÇÃO	PREDIAL
QD34	NR-12 SILOS PÓ	INDUSTRIAL
QD35	3. T2 CAFÉ MOÍDO	INDUSTRIAL
QD36	QD EMP 380	INDUSTRIAL
QD37	PAINEL A 0009	PREDIAL
QD38	QC ROBOS 4/5	INDUSTRIAL
QD39	QC FABRIMA 5	INDUSTRIAL
QD40	QC FABRIMA 4	INDUSTRIAL
QD41	QC FABRIMA 3	INDUSTRIAL

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

(CONTINUAÇÃO) APÊNDICE B – INVENTÁRIO DE QUADROS ELÉTRICOS

Nº quadro elétrico	Identificação (TAG)	Tipo
QD42	QC FABRIMA 2	INDUSTRIAL
QD43	NR-12 LINHA 2	INDUSTRIAL
QD44	ENFARDADORA RAUMAX 2	INDUSTRIAL
QD45	QD-EMP	INDUSTRIAL
QD46	NR-12 LINHA 3	INDUSTRIAL
QD47	QD – EMP. C6 - EMF	INDUSTRIAL
QD48	NR-12 LINHA 4	INDUSTRIAL
QD49	QD-EMP. C4-EMF	INDUSTRIAL
QD50	QC. ROBO 2/3	INDUSTRIAL
QD51	QC. ROBO PKD	INDUSTRIAL
QD52	QD ILT 02	PREDIAL
QD53	QC STRECHADEIRA 2	INDUSTRIAL
QD54	QC STRECHADEIRA 1	INDUSTRIAL
QD55	QC. BALANÇA ENC	INDUSTRIAL
QD56	NR-12 ALPINO	INDUSTRIAL
QD57	QD EMP	PREDIAL
QD58	PKD	INDUSTRIAL
QD59	ESTEIRA ALPINO	INDUSTRIAL
QD60	+ PKD	INDUSTRIAL
QD61	QCM BOMBAS A VÁCUO	INDUSTRIAL
QD62	MOINHO 06	INDUSTRIAL
QD63	NR-12 MOINHO 06	INDUSTRIAL
QD64	MOINHO 05	INDUSTRIAL
QD65	NR-12 MOINHO 05	INDUSTRIAL
QD66	MOINHO 04	INDUSTRIAL
QD67	NR-12 MOINHO 04	INDUSTRIAL
QD68	MOINHO 03	INDUSTRIAL
QD69	NR-12 MOINHO 03	INDUSTRIAL
QD70	MOINHO 02	INDUSTRIAL
QD71	NR-12 MOINHO 02	INDUSTRIAL
QD72	MOINHO 01	INDUSTRIAL
QD73	NR-12 MOINHO 01	INDUSTRIAL
QD74	QD ILT - 01	PREDIAL
QD75	QD ILT – 07B	PREDIAL
QD76	QD ILT – 07C	PREDIAL
QD77	QD ILT – 07A	PREDIAL
QD78	QDLT CONTAINER MOAGEM	PREDIAL
QD79	QDNB	PREDIAL
QD80	QCBI - 1	PREDIAL
QD81	QCBI - 2	PREDIAL
QD82	QL - 2	PREDIAL

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

(CONTINUAÇÃO) APÊNDICE B – INVENTÁRIO DE QUADROS ELÉTRICOS

Nº QUADRO ELÉTRICO	IDENTIFICAÇÃO (TAG)	TIPO
QD83	QDFL - RECPÇÃO	PREDIAL
QD84	QCBI - 3	PREDIAL
QD85	QTA 3 / GERADORES 2	ALIMENTAÇÃO PRIMÁRIA
QD86	QTA – 2 / Gerador 1	ALIMENTAÇÃO PRIMÁRIA
QD87	QTA 1 / GERADOR 2	ALIMENTAÇÃO PRIMÁRIA
QD88	QGBT4 - T3	ALIMENTAÇÃO PRIMÁRIA
QD89	QGBT - T1	ALIMENTAÇÃO PRIMÁRIA
QD90	QGBT - T3	ALIMENTAÇÃO PRIMÁRIA
QD91	QGBT – T2	ALIMENTAÇÃO PRIMÁRIA
QD92	1.T1 AL. REC.	INDUSTRIAL
QD93	2. T1	INDUSTRIAL
QD94	1.T1 P. COM2	INDUSTRIAL
QD95	QD - 01	PREDIAL

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024