

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS TRINDADE
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**JESSYCA MACHADO MELO
JHÉSSICKA VICTORIA FERREIRA DE ALMEIDA**

**ESTUDO DA NR10 E NBR5410 EM PAINÉIS ELÉTRICOS: ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

**TRINDADE
2024**

**JESSYCA MACHADO MELO
JHÉSSICKA VICTORIA FERREIRA DE ALMEIDA**

**ESTUDO DA NR10 E NBR5410 EM PAINÉIS ELÉTRICOS: ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Trindade como requisito parcial da disciplina Trabalho de Curso de graduação em Engenharia Elétrica para obtenção do grau de Bacharel.

Orientador(a): Dr. Elio Augusto Fraga

**TRINDADE
2024**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano**

M528e

Melo, Jessyca Machado.

Estudo da NR10 E NBR5410 em painéis elétricos: estudo de caso em uma indústria alimentícia [manuscrito] / Jessyca Machado Melo; Jhéssicka Victoria Ferreira de Almeida. – Trindade, GO: IF Goiano, 2024.
78 fls. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Elio Augusto Fraga.

Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal Goiano, Campus Trindade, 2024.

1. Segurança do trabalho. 2. Painéis Elétricos. 3. Normas Regulamentadoras. I. Almeida, Jhéssicka Victoria Ferreira de. II. Fraga, Elio Augusto. III. Título. IV. Instituto Federal Goiano.

CDU 331.4:621.3



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 95/2024 - CE-TRI/GE-TRI/CMPTRI/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) doze (12) dia(s) do mês de dezembro de 2024, às 18 horas e 30 minutos, reuniu na sala 10 do bloco de sala de aula do IF Goiano Campus Trindade, a banca examinadora composta pelos docentes: Prof. Dr. Elio Augusto Fraga, Prof. Dr. Cleber Asmar Ganzaroli, Prof Me. Robert de Souza Bonuti, para examinar o Trabalho de Curso intitulado “**ESTUDO DA NR-10 E NBR-5410 EM PAINÉIS ELÉTRICOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**” das discentes **Jessyca Machado Melo e Matrícula nº 2018108202640278 e Jhæssicka Victória Ferreira de Almeida, Matrícula nº 2020108202640058** do Curso de Engenharia Elétrica do IF Goiano – Campus Trindade - Goiás. A palavra foi concedida aos estudantes para a apresentação oral do TC, houve arguição dos candidatos pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** dos estudantes. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Elio Augusto Fraga

Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Cleber Asmar Ganzaroli

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Me. Robert de Souza Bonuti

Membro

Observação: Fazer as devidas correções indicadas pela banca no trabalho enviado por e-mail pelos avaliadores.

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Elio Augusto Fraga, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 12/12/2024 19:44:38.
- Robert de Souza Bonuti, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 12/12/2024 20:24:10.
- Cleber Asmar Ganzaroli, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/12/2024 19:19:56.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 12/12/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 661411

Código de Autenticação: e81e6add06



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Trindade
Av. Wilton Monteiro da Rocha, S/N, Setor Cristina II, TRINDADE / GO, CEP 75389-269
(62) 3506-8000

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Jhessicka Victoria Ferreira De Almedia e Jessyca Machado Melo

Matrícula:

2020108202640058 e 2018108

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 19 / 12 / 2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.



Documento assinado digitalmente

JHESSICKA VICTORIA FERREIRA DE

Data: 19/12/2024 16:51:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente

JESSYCA MACHADO MELO

Data: 19/12/2024 17:02:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Goiania

Local

19 / 12 / 2024

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente

ELIO AUGUSTO FRAGA

Data: 19/12/2024 17:17:28-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**JESSYCA MACHADO MELO
JHÉSSICKA VICTORIA FERREIRA DE ALMEIDA**

**ESTUDO DA NR10 E NBR5410 EM PAINÉIS ELÉTRICOS: ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Trindade como requisito parcial da disciplina Trabalho de Curso de graduação em Engenharia Elétrica para obtenção do grau de Bacharel.

Orientador(a): Dr. Elio Augusto Fraga

Aprovado em 12 de dezembro de 2024

Elio Augusto Fraga
Presidente/Orientador

Cléber Asmar Ganzaroli
Departamento / Instituição a qual pertence
Membro

Robert de Souza Bonuti
Departamento / Instituição a qual pertence
Membro

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é um verdadeiro abraço de gratidão para todos que estiveram ao nosso lado nesta jornada incrível. Queremos expressar nossa profunda gratidão a Deus por nos guiar, nos dar forças e saúde para continuar lutando por nossos objetivos.

Eu Jessyca Machado, agradeço à minha família, minha mãe Abadia Maria Machado e meu pai Elismar Melo de Lima. Sinto-me uma pessoa extremamente abençoada por ter pais que sempre me apoiaram e me incentivaram, mostrando que o caminho mais seguro é o do estudo e do conhecimento. Tudo o que sou, minha educação e meu caráter, são frutos do amor e da dedicação de vocês.

Quero também expressar minha eterna gratidão à minha família, ao meu avô José Elias Machado, que sempre foi a base sólida de nossa família nos ensinando com seu exemplo de trabalho árduo, transmitindo amor, sabedoria e força em cada gesto. Às minhas avós, madrinhas, tias, primas, primos e à minha afilhada, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo amor e suporte incondicionais. Agradeço ao meu companheiro, Thiago Vinicius, que tem sido meu apoio constante, me motivando e acreditando em mim a cada passo. A todos os meus amigos, que estiveram presentes nos momentos de alegria e dificuldade. O apoio de cada um de vocês foi essencial para minha jornada, e sou muito feliz por ter pessoas tão especiais ao meu redor.

Eu Jhæssicka Victoria, minha gratidão mais profunda vai a Deus, por ser o alicerce em todos os momentos dessa jornada. Sua força me sustentou nas adversidades, sua luz iluminou meus passos e sua presença constante me deu a paz necessária para continuar.

Ao meu pai Luis Carlos Alcantara, meu eterno agradecimento pelo cuidado, pela confiança e por estar sempre ao meu lado. À minha mãe Sônia Maria Ferreira, devo cada palavra de sabedoria e cada gesto de amor, que me guiaram com serenidade e propósito. Aos meus irmãos Luis Miguel e Ana Clara, que com palavras de incentivo e apoio me inspiraram a buscar o melhor de mim a cada dia, meu carinho imenso.

Ao meu marido Kioma Rodrigues, minha fortaleza, agradeço pelo companheirismo, pela paciência e pelo amor incondicional. Sua crença em mim foi um pilar fundamental para que eu pudesse perseverar.

E à minha filha Marcela, o maior presente que a vida me deu, dedico um agradecimento especial. Você foi minha motivação, é minha alegria, enchendo os dias mais desafiadores de ternura e renovando minhas forças com cada sorriso. Sua presença dá sentido a tudo.

Ao meu cachorro Pingo, minha gratidão. Com sua energia doce e olhar sincero, você transformou os dias mais cansativos em momentos de tranquilidade. Obrigada por ser meu alívio silencioso em cada etapa dessa jornada.

Também estendo minha gratidão aos amigos que estiveram comigo durante essa trajetória. Vocês trouxeram leveza, amizade e alegria, tornando o caminho mais rico e significativo. A todos, meu mais sincero obrigado. Sem vocês, essa conquista não seria possível.

Agradecemos ao nosso orientador, Élio Augusto Fraga, pela dedicação incansável em nos guiar pelo melhor caminho, pelo valioso aprendizado e pelo empenho em sempre entregar o melhor trabalho.

Aos professores que estiveram conosco desde o ensino técnico até a conclusão desta graduação, por compartilharem seu conhecimento e nos incentivarem. À nossa universidade por abrir as portas para nosso crescimento, por oferecer um ensino de qualidade e a todos que, de alguma forma, nos ajudaram ao longo do caminho. Essa conquista não é só nossa, é de todos que nos apoiaram, nos incentivaram e estiveram presentes em nossa jornada. Juntos, celebramos não apenas este momento, mas também o que está por vir.

RESUMO

O tema abordado neste estudo destaca a importância da segurança do trabalho, ressaltando a necessidade de conformidade com as normas regulamentadoras em ambientes industriais. A relação entre segurança do trabalho e eficiência operacional é discutida, enfatizando a valorização de medidas preventivas para garantir um ambiente de trabalho seguro. O estudo de caso proposto visa examinar em como as normas NR-10 e NBR-5410 podem ser aplicadas de forma eficaz na readequação dos painéis elétricos industriais, que são identificados como componentes essenciais em ambientes industriais, responsáveis pela distribuição segura e controlada de energia elétrica. O trabalho se desenvolve em uma indústria de alimentos, onde os painéis antigos representavam riscos para os colaboradores devido à falta de conformidade com as recomendações de segurança. A pesquisa adota uma abordagem exploratória e qualitativa, utilizando informações de normas técnicas e literatura especializada. As melhorias propostas incluem a correção das não conformidades identificadas, como a adição de proteção contra partículas sólidas, identificação adequada dos cabos e implementação de botões de emergência para desarme em caso de incidente. Também, é sugerido uma adequação da planta industrial para garantir a segurança nas instalações elétricas, integrando medidas de controle com outras iniciativas da empresa para promover uma cultura organizacional de segurança. Este trabalho busca reduzir os riscos de acidente elétrico na atividade de manutenção, propondo soluções para aumentar a confiabilidade dos painéis industriais, alinhadas com as normas NBR-5410 e NR-10. Além disso, destaca-se a importância acadêmica deste estudo, que pode contribuir para o aprimoramento dos conhecimentos técnicos e científicos sobre segurança elétrica para futuros profissionais da engenharia elétrica, segurança do trabalho e áreas relacionadas.

Palavras-chave: Segurança do trabalho. Painéis Elétricos. Normas Regulamentadoras.

RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

The topic addressed in this study highlights the importance of workplace safety, highlighting the need for compliance with regulatory standards in industrial environments. The relationship between workplace safety and operational efficiency is discussed, emphasizing the importance of preventive measures to ensure a safe working environment. The proposed case study aims to examine how the NR-10 and NBR5410 standards can be effectively applied in the retrofitting of industrial electrical panels, which are identified as essential components in industrial environments, responsible for the safe and controlled distribution of electrical energy. The work takes place in a food industry, where old panels posed risks to employees due to lack of compliance with safety recommendations. The research adopts an exploratory and qualitative approach, using information from technical standards and specialized literature. The proposed improvements include the correction of identified non-conformities, such as the addition of protection against solid particles, proper identification of cables and the implementation of emergency buttons to disarm in the event of an incident. Also, it is suggested to adapt the industrial plant to guarantee safety in electrical installations, integrating control measures with other company initiatives to promote an organizational culture of safety. This work seeks to reduce the risks of electrical accidents in maintenance activities, proposing solutions to increase the reliability of industrial panels, in line with standards NBR-5410 and NR-10. Furthermore, the academic importance of this study stands out, which can contribute to improving technical and scientific knowledge about electrical safety for future professionals in electrical engineering, occupational safety and related areas.

Palavras-chave estrangeira: Workplace Safety. Electrical Panels. Regulatory Standards.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Planta do setor de envase	35
Figura 2 - Planta do setor de controle de máquinas.....	36
Figura 3 - Imagens do painel 01 analisado / Setor de envase.....	49
Figura 4 - Imagem do painel 02 analisado / Setor de envase.....	54
Figura 5 - Imagens do painel 03 analisado / Setor de envase.....	60
Figura 6 - Imagem do painel 04 analisado / Setor de controle de máquinas.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise de riscos no painel principal.....	27
Quadro 2: Categorias e subcategorias dos conceitos usados na análise de conformidade.....	31
Quadro 3 – Categoria inspeção de conformidade.....	38
Quadro 4 – Categoria manutenção de conformidade.....	41
Quadro 5 – Categoria ação de conscientização e mudança cultural de conformidade.....	43
Quadro 6 – Categoria ação de conscientização no uso de EPI e EPC de conformidade.....	45
Quadro 7 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 01.....	45
Quadro 8 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 02.....	51
Quadro 9 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 03.....	56
Quadro 10 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 04.....	61
Quadro 11 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 05.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DPS	Dispositivos de proteção contra surtos
DR	Diferencial Residual
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
GRO	Gerenciamento de Risco Ocupacional
MTB	Ministério do Trabalho
MTP	Ministério do Trabalho e Previdência
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
NR	Norma Regulamentadora
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos Elétricos
POS	Procedimentos Operacionais Seguros
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
STI	Secretaria de Inspeção do Trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	15
1.2 OBJETIVO	16
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4 PROBLEMA DE PESQUISA	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 NORMA REGULAMENTADORA: NR-10	18
2.2 NORMA ABNT NBR-5410	20
2.3 ANÁLISE DE RISCOS NA INDÚSTRIA	22
2.4 SETOR INDUSTRIAL	24
2.5 MAPA DA ANÁLISE DE RISCOS	26
2.5.1 Norma Regulamentadora: NR-09	27
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	30
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS	33
4.1 O AMBIENTE INDUSTRIAL OBSERVADO	34
4.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS OBSERVADOS NO MAPA DE RISCO DA INDÚSTRIA	37
4.2.1 Inspeção	37
4.2.2 Manutenção	38
4.2.3 Ação de conscientização	42
4.2.4 Ações de conscientização sobre uso de EPI e EPC	43
4.2.5 Análise e discussão dos gargalos identificados no mapa de Riscos	45
4.2.6 Pontos observados que podem aumentar a eficiência dos processos	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
6 REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é um estudo sobre segurança do trabalho observando as conformidades no contexto industrial da aplicação da Norma Regulamentadora 10 ou NR-10 e a Norma Brasileira 5410 ou NBR-5410. Neste sentido considera-se o conceito descrito nos compêndios como a área da Segurança e Saúde no Trabalho e também da Prevenção de Acidentes e Doenças Ocupacionais, conforme explica Martins (2024) este é um conceito que refere a um conjunto de ações técnicas, educacionais, médicas e psicológicas utilizadas para prevenir acidentes, quer eliminando as condições inseguras do ambiente, quer instruindo e/ou esclarecendo as pessoas sobre a implantação de práticas preventivas.

Neste contexto, a área de Segurança no Trabalho se torna um assunto relevante devido às suas implicações no ambiente industrial. Este ambiente é particularmente relevante e desafiador, uma vez que é nele que as pessoas executam as suas atividades que devem observar as conformidades descritas nas Normas Regulamentadoras (NR). Portanto, pode-se afirmar que as atuações dos trabalhadores das indústrias passam pela compreensão direta ou indireta de como as suas práticas estão relacionadas com painéis elétricos.

Desta maneira, a segurança do trabalho e também o sistema de manutenção preventiva usado pelas indústrias, deve ser definido como um conjunto de estratégias que envolvem a comunicação, conscientização e treinamento das pessoas no ambiente de trabalho, buscando provocar mudanças nos processos, comportamento e na cultura para modificar a relação das pessoas com ambientes energizados e não energizados, os quais criam uma oportunidade crucial para que profissionais da área de Segurança e Saúde no Trabalho atuem garantido assim, um ambiente de trabalho seguro. Mas, o ambiente seguro requer uma definição acurada dos riscos existentes ao longo dos processos.

Entretanto, ao falar de riscos deve-se considerar todos os fatores que podem deixar o trabalhador em situação de vulnerabilidade e que pode afetar sua integridade, e seu bem-estar físico e psíquico. Este processo é abrangente e depende da identificação minuciosa dos riscos

potenciais e emergentes que podem causar acidentes no ambiente fabril. Somente após a elaboração do mapa de risco, é possível propor medidas de intervenção técnica apropriadas para mitigar os riscos e promover um ambiente de trabalho seguro.

Corroborando com esta visão, a Associação Brasileira de Conscientização da Eletricidade, é uma organização que levanta dados sobre acidentes de origem elétrica. Realizou uma pesquisa entre os anos de 2013 e 2019 e apresentou dados demonstrando que irregularidades na aplicação da NR-10, provocou morte de cerca de 4.300 pessoas, em consequência do choque elétrico. O número de vítimas relacionadas a choques elétricos fatais está direta ou indiretamente relacionado aos painéis elétricos. Razão pela qual este trabalho foca na segurança no ambiente industrial, analisando os painéis elétricos, o *layout* da planta industrial, o fluxo dos processos que dependem dos serviços de eletricidade e suas proximidades.

Este trabalho foi desenvolvido usando as NR's e as NBR's para demonstrar o conjunto de requisitos e procedimentos relativos à segurança e medicina do trabalho, e devem ser implementados pelas empresas privadas, públicas e órgãos governamentais que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (Brasil, 1977). Em especial os artigos 157 a 200 da CLT, que tratam da obrigatoriedade das empresas em propiciar um ambiente de trabalho seguro e adequado, bem como a responsabilidade dos empregados em seguir as normas estabelecidas, obrigando seu cumprimento.

Os painéis elétricos são sistemas essenciais em ambientes industriais, responsáveis pela distribuição segura e controlada de energia elétrica para dispositivos e máquinas. O uso de painéis elétricos é um dos meios encontrados para reduzir os acidentes de origem elétrica em locais de trabalho ou onde exista fluxo de pessoas no ambiente industrial.

Os painéis elétricos são compostos por disjuntores, contadores, relés de sobrecarga e controladores, e são projetados com foco na segurança elétrica, seguindo padrões rigorosos, uma vez que eles recebem energia elétrica de uma ou mais fontes e seu objetivo principal é proteger as instalações elétricas e distribuir para circuitos parciais menores. Seu *design* e instalação são realizados por profissionais qualificados, levando em conta a carga a ser controlada e os requisitos de segurança.

Os painéis elétricos, requerem manutenção regular para garantir seu funcionamento confiável ao longo do tempo. Muitas vezes eles são integrados a sistemas de automação industrial, e possibilitam o controle eficiente de processos e equipamentos, contribuindo para a operação segura e eficaz das instalações industriais.

Neste contexto, as normas técnicas desempenham papel importante, garantindo a segurança e eficiência das instalações, considerando, a diversidade dos sistemas elétricos. Assim, emerge a NBR-5410 como guia fundamental para a elaboração e execução de projetos elétricos, estabelecendo requisitos e procedimentos que visam assegurar não apenas o funcionamento adequado, mas também a proteção contra riscos associados à eletricidade.

Essa norma prevê no tópico 8.3.2, no que se refere aos quadros de distribuição e painéis, realizar uma avaliação do estado geral da estrutura, verificando se existem sinais de aquecimento, de ressecamentos, a necessidade de fixação, identificação e limpeza. Porque, esses são os critérios que direcionam os esforços no desenvolvimento deste trabalho, que tem como objetivo analisar os painéis elétricos e a necessidade de adequar o ambiente da empresa conforme a NR-10 e NBR-5410 e indicar sugestões para garantir a segurança no trabalho conforme as normas referenciadas.

O trabalho foi realizado a partir de uma análise visual dos painéis elétricos e da revisão da literatura, considerando que a distribuição de energia por meio de pontos de consumo na indústria que gera o fluxo de processo que consome energia é o que demonstra que a segurança do trabalho deve ser tratada como uma prioridade máxima.

Nesse sentido, elaborar a análise de risco é fundamental, pois a NR-10 contempla todos os quesitos necessários para identificar os riscos e avaliar os perigos elétricos, tais como: choques, incêndios e explosões, além de avaliar a adequação do arranjo físico, armazenamento, entre outros. Esta é a etapa que garante a segurança dos trabalhadores. A NR-10 objetiva principalmente, estabelecer os requisitos e medidas de controle para sistemas preventivos e visa garantir a segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos nas instalações elétricas e nos serviços de eletricidade.

O delineamento da situação-problema estudado, surgiu a partir da análise visual dos painéis elétricos, que aparentemente é comum para todas as empresas com mais tempo de atuação no mercado, identificar e demonstrar as condições que requer de acordo com o fluxo industrial da empresa, a aplicação das normas NR-10 e NBR-5410 de forma eficiente e eficaz para reduzir os riscos presentes no ambiente de trabalho por meio da implementação das melhores práticas em segurança do trabalho.

1.1 Justificativa e relevância

O tema Segurança do Trabalho no contexto industrial é importante para o mercado pois trata de um assunto que aflige uma boa parcela das empresas, considerando que os acidentes de trabalho podem resultar em afastamento do trabalhador por uma série de lesões e doenças ocupacionais, incluindo desde fraturas e lesões traumáticas devida a quedas, choques elétricos e outros tipos de acidentes.

Este trabalho propõe discutir a prevenção de acidentes e conforme estabelece a NR-10, bem como a adequação da planta industrial, tendo como ponto de partida a adequação do ambiente de trabalho com vista a segurança por meio do fluxo de distribuição de energia a partir dos painéis elétricos, qual deve ser usado na elaboração do mapa de distribuição do sistema nas instalações, bem como nos serviços de eletricidade.

Considera-se ainda que a NR-10 é o documento que estabelece os requisitos e condições mínimas para a eficiência no ambiente de trabalho, principalmente nas partes energizadas dos equipamentos ou instalações. Portanto, esse motivo torna o tema segurança do trabalho importante para o mercado, além de indicar sugestões para implementar as normas.

É importante para a academia discutir o tema segurança do trabalho e gerar teoria e contribuir desta maneira para aprimorar os conhecimentos técnicos e científicos sobre a segurança do trabalho à luz das normas vigentes no país. Além de demonstrar com exemplo prático os avanços sobre o tema ao identificar a implementação de medidas de controle nos sistemas preventivos, assim o estudo apresenta a sua importância tanto para a academia, como para as empresas. Desta maneira, estimula a melhoria no ambiente industrial e

consequentemente na segurança dos trabalhadores que atuam direta ou indiretamente em ambientes energizados.

A NR-10 em seu item 10.2.2, descreve as medidas de controle que devem ser adotadas e integradas às demais iniciativas no âmbito empresarial, visando a preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho. Por isso, ao integrar essas práticas de controle com iniciativas de treinamentos rápidos implementadas pela empresa, é possível melhorar a cultura organizacional, por meio da conscientização e valorização da segurança. Esta ação garante um ambiente de trabalho saudável e reduz os perigos de acidentes.

Secundariamente, este trabalho visa conscientizar empregadores, gerentes, chefes e acadêmicos sobre a importância do tema segurança do trabalho no dia a dia do engenheiro, e por conseguinte, reduzir os riscos de acidente elétrico com foco na atividade de manutenção preventiva, além de aumentar a confiabilidade das ações no ambiente de trabalho por meio da adequação, readequação ou estruturação dos sistemas com base nos painéis industriais como previsto nas normas NBR-5410 e NR-10, utilizando como ferramenta as atividades elencadas no estudo aqui realizadas e descritas no mapa de riscos e também nas constatações de inspeções regulares da área de segurança das empresas.

1.2 OBJETIVO

Este trabalho procurou compreender as formas de adequação do ambiente industrial às normas NBR-5410 e NR-10, iniciando com uma elaboração do mapa de risco com base em visitas técnicas e entrevistas, que por conseguinte, a discussão sobre o tema proposto, segurança do trabalho. Os fundamentos teóricos apresentados na seção a seguir, permitem formular uma questão básica para o entendimento do tema, quais são as relações de trabalho na indústria que geram acidentes de trabalho em ambiente energizado, e o conseqüente afastamento do trabalhador de suas funções?

A resposta a essa pergunta sugere algumas situações, conduz a compreensão do relacionamento entre o ambiente industrial e segurança e saúde no trabalho e permite definir como objetivo geral: investigar as relações entre o ambiente industrial com base nos painéis elétricos e melhorias nos resultados dos processos da empresa com a redução de riscos de

acidentes de trabalho e aumento na produção, considerando como referência a norma NR-10 e NBR-5410.

1.3 Objetivos específicos

Para investigar a relação proposta entre o ambiente industrial com base nos painéis elétricos e no objetivo geral, propôs-se os objetivos específicos a seguir:

1. Realizar um estudo bibliográfico sobre o tema estudado;
2. Elaborar o mapa de risco da indústria conforme as normas;
3. Analisar e discutir os gargalos com base no mapa de riscos;
4. Responder a pergunta problema indicar sugestões para adequar o sistema de segurança da indústria, melhorar os riscos de acidentes e a eficiência do trabalho no ambiente.

1.4 Problema de pesquisa

A justificativa do tema proposto e as relações de trabalho nos ambientes energizados no contexto que partem dos painéis elétricos e fazem a distribuição da energia elétrica para os pontos de consumo indicando uma relação de trabalhador ao longo do fluxo dos processos industriais em ambientes energizados, que fez surgir a pergunta problema que segue: como a investigação do ambiente industrial com base nos painéis elétricos pode contribuir para a melhoria dos resultados dos processos da empresa, reduzir riscos de acidentes de trabalho e melhorar a eficiência produtiva, conforme as normas NR-10 e NBR-5410?

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção visa discutir os conceitos básicos essenciais para compreensão do tema e orientar o desenvolvimento e as práticas de investigação da pesquisa. Para tanto, foi realizado um estudo bibliométrico sobre as normas de segurança constantes nas NRs e artigos relacionados com o tema proposto a respeito dos ambientes industriais energizados, painéis elétricos, análise de risco e as práticas de segurança e saúde no trabalho.

2.1 Norma regulamentadora: NR-10

O Ministério do Trabalho e Emprego, define obrigações e deveres que empregados e empregadores devem seguir para garantir a segurança e saúde das pessoas no ambiente de trabalho por meio das Normas regulamentadoras ou NR's, como são conhecidas, as NR's indicam ainda, os aspectos culturais da aplicação, e além de cuidar da saúde e prevenir a ocorrência de acidentes de trabalho.

Desta forma, surge a necessidade de aplicação da NR-10 que operacionaliza a referida portaria e ainda, aborda as questões relacionadas às mudanças nas leis trabalhistas, que por um lado, obriga o empregador fornecer aos empregados os equipamentos de proteção individual (EPI) adequados. Por outro lado e em consequência da lei os empregados em suas funções laborais são obrigados a usar os EPI para sua segurança.

Neste sentido, a NR-10 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, atuam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. Portanto, é fundamental que se faça o controle de risco elétrico, por meio de medidas preventivas planejadas antes de implementar qualquer serviço em instalação elétrica.

Além das NR's, o Ministério do Trabalho (MTB) editou a portaria de nº 3.214, de 08 de junho de 1978, sob o título “Instalações e Serviços de Eletricidade”, visando regulamentar os artigos de 179 a 181 da CLT. As NR's e portaria sofreram algumas alterações, sendo que a última foi a Portaria SIT nº 787, de 28 de novembro de 2018, e alterou a redação original da

NR-10 que estabeleceu as condições exigíveis para garantir a segurança do pessoal envolvido com o trabalho em quaisquer instalações elétricas, além de obrigar a segurança de usuários e terceiros (Ministério do Trabalho e Previdência - MTP, 2020).

Portanto, a principal característica da NR-10, quando colocada em prática, é prevenir contra acidentes e proteger os trabalhadores, conscientizando-os e criando a cultura de segurança de forma perene e natural, principalmente no ambiente industrial. É a NR-10 o principal documento que orienta o registro das atividades relacionadas à segurança do trabalho e garante a rastreabilidade das ações dos serviços elétricos, além de trazer informações que permitem a tomada de decisão por parte do gestor.

A seguir, lista-se os pontos essenciais recomendados nas ações previstas na NR-10.

1. Planejamento e Organização das Atividades:

Elaboração de um plano de trabalho específico para intervenções em instalações elétricas.

Inclusão de medidas de controle de risco no planejamento das atividades.

2. Qualificação, Capacitação e Treinamento:

Garantir que todos os trabalhadores envolvidos em atividades com eletricidade sejam qualificados e capacitados conforme a NR-10.

Realização de treinamentos periódicos para atualização de conhecimentos e práticas de segurança.

3. Segurança em Projetos e Instalações:

Projetos elétricos devem incluir medidas de segurança desde a sua concepção.

Uso de equipamentos e materiais certificados conforme normas técnicas brasileiras.

4. Inspeções e Manutenções Periódicas:

Realização de inspeções periódicas nas instalações elétricas para identificar e corrigir possíveis falhas.

Manutenção preventiva e corretiva regular para garantir o bom funcionamento dos equipamentos.

5. Documentação e Registro das Atividades:

Manter registros detalhados de todas as atividades realizadas, incluindo inspeções, manutenções e treinamentos.

Documentação deve estar disponível para auditorias e consultas.

6. Procedimentos de Trabalho Seguro:

Desenvolvimento de procedimentos operacionais seguros (POS) para atividades com eletricidade.

Adoção de medidas de controle de risco como desenergização, sinalização e isolamento.

7. Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva (EPI/EPC):

Fornecimento de EPIs adequados aos riscos envolvidos, como luvas, capacetes, óculos de proteção e calçados isolantes.

Utilização de EPCs como barreiras, cones de sinalização e placas indicativas.

8. Sistemas de Proteção Contra Incêndio:

Instalação de sistemas de combate a incêndio adequados ao risco elétrico.

Treinamento dos trabalhadores para uso correto desses sistemas.

9. Gestão de Riscos:

Identificação e avaliação dos riscos elétricos no ambiente de trabalho.

Implementação de medidas de controle e mitigação desses riscos.

10. Procedimentos de Emergência:

Estabelecimento de procedimentos de emergência em caso de acidentes elétricos.

Treinamento dos trabalhadores para respostas rápidas e eficazes em situações de emergência.

11. Sinalização e Comunicação:

Sinalização adequada das áreas de risco e das atividades em execução.

Comunicação clara e eficiente entre os trabalhadores e a equipe de gestão de segurança.

12. Auditorias e Revisões Periódicas:

Realização de auditorias internas e externas para verificar a conformidade com as normas de segurança.

Revisão periódica dos procedimentos e práticas de segurança para melhoria contínua.

Estes pontos transcritos da NR-10 são essenciais e devem ser analisados no mapa de risco da indústria para garantir que todas as medidas de segurança previstas na NR-10 e na NR-1 possam ser implementados de forma eficiente e eficaz, proporcionando um ambiente de trabalho seguro e saudável para todos os colaboradores.

2.2 Norma ABNT NBR-5410

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a instituição responsável por elaborar e administrar as Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR) que são as regras técnicas usadas em diferentes segmentos, incluindo o meio educacional. Deste modo, a ABNT em conjunto com NR-10 edita a NBR-5410 que orienta as instalações elétricas de baixa tensão.

A NBR 5410:2004, visa garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado das instalações elétricas de baixa tensão e a conservação dos bens. Esta norma é aplicada em edificações de diferentes usos, incluindo áreas externas, reboques de

acampamento, canteiros de obra e instalações temporárias, desde que dentro dos limites de tensão e frequência especificados.

A NBR-5410 especifica condições adequadas para operação normal e segura de instalações elétricas de baixa tensão, ou seja, Tensão Corrente Alternada (CA) de 1000 V e tensão Corrente Contínua (CC) de 1500 V. Entretanto, ela não se aplica a instalações de tração elétrica, veículos automotores, embarcações, iluminação pública, redes de distribuição, entre outros casos específicos, destacando a importância de seguir normas complementares e regulamentos públicos relevantes.

A Norma Brasileira NBR 5410:2004 estabelece diversos pontos importantes que devem ser observados nas instalações elétricas de baixa tensão para garantir a segurança e a funcionalidade. Ao elaborar um mapa de risco, é essencial considerar os seguintes pontos conforme especificado na NBR 5410 elencados a seguir:

1. Projeto e Execução das Instalações:

Planejamento adequado das instalações elétricas.

Dimensionamento correto dos condutores e componentes elétricos.

Utilização de materiais e equipamentos com certificação adequada.

2. Proteção Contra Choques Elétricos:

Aterramento e equipotencialização das instalações.

Instalação de dispositivos de proteção diferencial (DR).

Isolamento adequado das partes condutoras.

Adoção de barreiras e invólucros para evitar contato acidental com partes energizadas.

3. Proteção Contra Sobrecorrentes:

Dimensionamento correto dos disjuntores e fusíveis.

Verificação da capacidade de condução de corrente dos cabos.

Implementação de dispositivos de proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos.

4. Seccionamento e Controle:

Instalação de dispositivos de seccionamento em pontos estratégicos.

Acesso fácil aos dispositivos de seccionamento em caso de emergência.

Marcação e identificação clara dos dispositivos de controle.

5. Proteção Contra Sobretensões:

Implementação de dispositivos de proteção contra surtos (DPS).

Dimensionamento e posicionamento adequado dos DPS.

6. Segurança em Ambientes Especiais:

Adequação das instalações em locais com atmosferas explosivas ou inflamáveis.

Medidas especiais em locais com maior umidade ou temperaturas extremas.

Proteção em áreas onde haja risco de corrosão ou presença de agentes químicos.

7. Condutores e Eletrodutos:

Seleção de cabos e condutores adequados para cada tipo de circuito.

Adequação dos eletrodutos e dutos para proteger os cabos.

Dimensionamento correto das vias de passagem para evitar superaquecimento.

8. Quadros de Distribuição:

Instalação de quadros de distribuição conforme normas específicas.

Facilitação do acesso aos quadros de distribuição para manutenção.

Identificação clara dos circuitos e componentes nos quadros.

9. Manutenção e Inspeção:

Planejamento de manutenções periódicas.

Inspeção regular das instalações e componentes elétricos.

Registro e documentação das atividades de manutenção.

10. Instalações Temporárias e Especiais:

Aplicação das normas para instalações temporárias, como em canteiros de obra.

Adequação das instalações elétricas em reboques de acampamento e áreas externas.

11. Requisitos Adicionais para Ambientes Residenciais, Comerciais e Industriais:

Adaptação dos critérios conforme o tipo de edificação e uso.

Garantia de que as instalações atendam aos requisitos específicos de cada ambiente.

12. Rotulagem e Identificação:

Identificação clara e durável dos componentes das instalações.

Rotulagem adequada dos circuitos, quadros de distribuição e dispositivos de proteção.

13. Normas Complementares e Regulamentos Públicos:

Observância das normas complementares específicas para situações não abrangidas pela NBR 5410.

Conformidade com regulamentos públicos relevantes e requisitos locais.

Estes são os pontos fundamentais transcritos da NBR para garantir a segurança, funcionalidade e durabilidade das instalações elétricas de baixa tensão. Desta forma, é crucial seguir as diretrizes durante o planejamento, execução, manutenção e inspeção das instalações elétricas, visando minimizar riscos e assegurar o cumprimento das normas vigentes.

2.3 Análise de riscos na indústria

Indústria é a concentração das atividades produtivas. Este setor vem passando por várias revoluções que marcaram a transição dos métodos de produção artesanais para processos de

produção mecanizados. Nesta perspectiva, a indústria tem passado por transformações tanto nos seus sistemas de produção, quanto de gestão.

O contexto industrial requer uma análise de risco acurada que demanda observação e visão técnica do trabalho a ser realizado na empresa. Esta avaliação permite ao profissional identificar riscos, bem como as dificuldades de cada uma das etapas do processo industrial que necessita de análise mais apurada. Nesta fase é possível visualizar a exposição a riscos elétricos conforme a NR-10, elaborar o Relatório Técnico das Instalações Elétricas em conformidade com o nível de abrangência, especialmente a gestão da Saúde e Segurança do Trabalho (SST).

Por conseguinte, a análise de riscos tem como objetivo elaborar um *check list* detalhado, para certificar se o mapa de risco do ambiente industrial em estudo, ficou completo e adequado de acordo com as NR's vigentes. E desta forma, garantir que as exigências legais foram atendidas no mapa de riscos elaborado, contendo a identificação dos riscos presentes nos painéis elétricos, no ambiente de trabalho em geral e nos processos que fazem parte do fluxo de produção da indústria.

Nesta etapa, deve-se concentrar na documentação técnica das instalações elétricas, considerando as características físicas das instalações elétricas, a gestão de SST para riscos elétricos considerados críticos, e só após, elaborar o laudo das instalações elétricas, de acordo com os pontos evidenciados no mapa de risco contendo situações de não conformidades e ao mesmo tempo as recomendações como previsto na NR-10.

O laudo é o documento de referência que deve ser ilustrado com fotografias e se for necessário, os testes de constatação das situações encontradas no momento da avaliação *in loco*. Deve-se considerar ainda o sistema de Gerenciamento de Risco Ocupacional (GRO), o qual deve vir acompanhado do inventário de perigos e riscos elétricos e demais riscos para a Organização.

Nesta perspectiva, a análise de risco é crucial para identificar e avaliar os perigos elétricos e demais riscos das instalações industriais. Segundo Silva, Oliveira e Costa (2022), os principais perigos incluem choque elétrico, arco elétrico, incêndio e explosão. Para mitigar esses riscos, as medidas de controle mais eficazes são o isolamento das partes energizadas,

aterramento, proteção contra descargas atmosféricas, uso de dispositivos de proteção, sinalização e identificação de riscos, bloqueio de áreas perigosas, treinamento dos trabalhadores, uso de EPIs e implementação de programas de inspeção e manutenção.

A Norma Regulamentadora 10 (NR-10) destaca também, a importância de avaliar as condições da instalação, o ambiente, fatores humanos, medidas de proteção, procedimentos de trabalho e treinamento para garantir a segurança nas instalações elétricas industriais (Santos, Souza, & Pereira, 2023).

Em indústrias metalúrgicas, onde os acidentes elétricos são frequentes, a análise quantitativa dos fatores de risco elétrico é essencial. Almeida, Lima, e Dias (2021) convergem com a descrição de Silva, Oliveira e Costa (2022) e ampliam descrevendo que os principais perigos são: choque elétrico, arco elétrico e incêndio, e ampliam exprimindo que as medidas de controle mais eficazes incluem a implementação de um Programa de Gerenciamento de Riscos Elétricos (PGR), treinamento dos trabalhadores, uso adequado de EPIs e inspeção periódica das instalações.

Portanto, o mapa de risco indica as ações, os estudos sugerem que com painéis de controle industrial o melhor caminho é implementar programas de manutenção e inspeção adequadas para reduzir os riscos elétricos (Ferreira, Silva, & Gomes, 2020) e outros, para prevenir acidentes de qualquer natureza e promover a segurança no ambiente de trabalho.

2.4 Setor industrial

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) define indústria, como o conjunto de empresas encarregadas de transformar matérias-primas em produtos e serviços comercializáveis. Essas indústrias são classificadas como indústria: de base ou pesada, bens intermediários e bens de consumo.

Neste enquadramento, pode-se dizer que a CNI trabalha com o conceito de “Indústria 4.0”, que se refere a Quarta Revolução Industrial de Drath e Horch (2014). Termo usado para descrever a estratégia de alta tecnologia promovida pelo governo alemão que está sendo

implementada pela indústria. Esse contexto requer um conjunto de tecnologias ligadas à internet com objetivo de tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos.

Contribuído com essa visão Hermann, Pentek e Otto (2016) argumentam que indústria 4.0 é um fenômeno que está guiando as transformações nos processos de produção e que vem sendo estudada antes de acontecer ou durante o seu acontecimento. É isto que difere a indústria 4.0 dos outros três marcos industriais passados.

É nesta perspectiva que se insere os serviços de SST que segundo Lasi et al., (2014) a Indústria 4.0 tem como base as tecnologias como a Internet das coisas e objetos inteligentes, o que possibilita a construção de sistemas com capacidade de autogestão e de customização dos produtos sem perder as vantagens da produção em massa.

O presente tem como objeto de análise uma indústria alimentícia que trabalha com o sistema acionamentos elétricos o que prevê a integração entre humanos e máquinas, mesmo que em posições geográficas distantes (Silva; Santos Filho e Miyagi, 2015). Por conseguinte, os acionamentos elétricos no setor desempenham um papel fundamental para realizar as operações e controlar os equipamentos e máquinas, considerando que esses são essenciais para o processamento, produção e embalagem dos alimentos.

Desta forma, os acionamentos elétricos são os responsáveis pelo controle preciso dessas máquinas, garantindo que os produtos sejam processados, produzidos e embalados de forma adequada e eficiente. Razão pela qual, o conceito da Indústria 4.0 busca se alinhar aos processos que agregam valor ao longo da cadeia produtiva. As mudanças realizadas nos painéis elétricos, aliada ao uso de avanços da inteligência artificial generativa afetam em vários níveis os processos produtivos, operações e demais sistemas relacionados às tecnologias de produção (CNI, 2024).

Portanto, os acionamentos elétricos são responsáveis pelo controle preciso das máquinas, que podem estar ligadas a equipamentos dotados de uma representação virtual, conectados por meio da Internet das Coisas, capazes de trocar informações acessando dados em tempo real para dispararem ações autônomas, e desta maneira reduzir a intervenção humana

e melhorando os processos de produção (Lasi et al., 2014). Consequentemente, reduzir os acidentes de trabalho e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores.

2.5 Mapa da análise de riscos

O mapa de risco constitui-se como um instrumento essencial para a identificação, avaliação e gestão dos riscos existentes no ambiente laboral. Conforme disposto na Norma Regulamentadora nº 5 (NR-5), que regula as atribuições da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), tal ferramenta é um documento de caráter obrigatório, destinado a assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores.

Considera-se como Mapa de Risco em Segurança do Trabalho, uma representação gráfica onde são listados um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho, os quais são capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores, tais como: acidentes e doenças de trabalho. Esses fatores se originam nos diversos elementos do processo de trabalho, na forma de organização do trabalho e nos equipamentos de trabalho.

Para implementar inovações tecnológicas ou operação de novas instalações nos equipamentos elétricos, e também a implementação da indústria 4.0, é crucial realizar uma análise de risco prévia. Essa análise considera a execução de procedimentos com circuitos desenergizados e, em seguida, elabora-se os respectivos procedimentos de trabalho. Essa abordagem visa garantir a integridade das instalações elétricas, reduzindo os riscos associados à introdução de novas tecnologias ou equipamentos. (NR-10, 10.6)

A análise de riscos permite identificar potenciais perigos e ameaças em um ambiente de trabalho, em muitos setores é uma exigência regulatória que evita possíveis penalidades legais e danos à reputação da empresa. Uma análise de riscos abrangente pode preparar uma empresa para lidar melhor com situações de crise ou emergência, permitindo uma resposta rápida eficiente e eficaz a eventos inesperados.

O quadro 1 foi desenvolvido com a finalidade de identificar os quesitos da avaliação de risco que deve ser observado na inspeção, permitindo a identificar a condição de segurança,

a situação atual e a classificação do risco, que pode variar de significativamente, de grau alto, muito alto, até inaceitável.

Quadro 1 - Análise de riscos no painel principal.

Condição de Segurança	Situação	Classificação do Risco
Uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI)	Trabalhador sem capacete, luvas e óculos de proteção	Alto
Sinalização Adequada	Falta de placas de aviso “Perigo: Alta Tensão”	Médio
Treinamento Específico	Funcionário sem treinamento adequado em segurança elétrica	Alto
Desenergização durante manutenção	Trabalhos realizados com o painel energizado	Muito Alto
Condições Ambientais Controladas	Presença de umidade ou água próxima ao painel elétrico	Alto
Ferramentas Adequadas	Uso de ferramentas não isoladas para trabalho no painel	Muito Alto
Aterramento Correto	Sistema de aterramento deficiente ou inexistente	Muito Alto
Inspeção Regular dos Componentes	Componentes danificados ou desgastados	Médio
Rotinas de Manutenção Preventiva	Ausência de planos de manutenção preventiva	Alto
Conformidade com Normas e Padrões	Instalações fora dos padrões normativos	Muito Alto
Procedimentos de Emergência	Ausência de procedimentos de emergência em caso de acidente	Alto
Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)	Falta de barreiras ou proteção física ao redor do painel	Médio
Mecanismo de inspeção para detectar os agentes físicos, químicos e biológicos.	Inexistência de um sistema de inspeção para detecção de agentes físicos, químicos e biológicos próximos aos painéis e ambientes de trabalho.	Médio

Fonte: Autores adaptado NR-10 (2024).

Estes são os quesitos observados a priori para a visita *in loco* na indústria analisada e servem como ponto de partida e a entrevista semiestruturada usada na coleta de dados.

2.5.1 Norma regulamentadora: NR=09

De acordo com a Norma Regulamentadora n.º 9 (NR 9), em seu item 9.1.1, a avaliação da exposição dos trabalhadores a agentes físicos, químicos e biológicos presentes no ambiente de trabalho deve ser realizada com base nos critérios estabelecidos por esta norma. Essa avaliação é aplicável quando os riscos são previamente identificados por meio do Programa de

Gerenciamento de Riscos (PGR), conforme previsto na NR-1. Além disso, a NR-9 orienta a implementação de medidas de prevenção com o objetivo de controlar, reduzir ou eliminar esses riscos, assegurando a proteção da saúde e da integridade física dos trabalhadores.

O PGR é uma ferramenta de gestão de segurança que o seu principal objetivo é mapear e monitorar os riscos que possam afetar a saúde e segurança dos trabalhadores. Para o processo de identificação, o PGR deve avaliar todos os ambientes da empresa, cada atividade realizada, os materiais utilizados, as condições ambientais e as máquinas e equipamentos envolvidos.

A NR-9 estabelece que a avaliação do ambiente de trabalho deve identificar agentes físicos, químicos e biológicos que possam interferir na segurança e saúde dos trabalhadores (SST). Agentes físicos incluem ruído, vibrações e radiações; agentes químicos abrangem gases, poeiras, vapores e substâncias tóxicas; e agentes biológicos incluem vírus, bactérias e fungos. De acordo com a NR-9, esses agentes devem ser identificados, avaliados e controlados, considerando a sua natureza, concentração e tempo de exposição, para subsidiar a adoção de medidas preventivas eficazes. Esses agentes devem ser mapeados para possibilitar compreender onde e em que condições os trabalhadores estão expostos, e verificar ainda, qual a intensidade da exposição.

Com essa identificação, o PGR elabora e orienta as ações preventivas e corretivas necessárias, para garantir que medidas de controle sejam implementadas para eliminar ou reduzir os riscos identificados no ambiente. Conforme disposto na Norma Regulamentadora n.º 1 (NR 1), essas medidas devem ser planejadas e executadas com base na análise de riscos, assegurando a proteção da saúde e segurança dos trabalhadores. Consequentemente, o mapa de risco deve estar em local acessível e bem visível no ambiente industrial, visto que é uma ferramenta essencial para garantir a segurança dos colaboradores.

O mapa de risco desempenha um papel fundamental ao oferecer uma visão clara e imediata dos perigos existentes no ambiente de trabalho. Ele possibilita a identificação abrangente de diferentes tipos de riscos, tais como físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e outros, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e prevenção, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

Portanto, antes de ingressar em qualquer setor industrial, é imprescindível que todas as pessoas sejam alertadas sobre a necessidade de observar os perigos específicos daquela área, identificados no mapa de risco, bem como as formas de proteção, incluindo o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Essa prática, além de prevenir acidentes e doenças ocupacionais, promove a conscientização sobre os riscos e fortalece a cultura de segurança no ambiente industrial.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta seção foi dedicada à metodologia, considerando que a pesquisa qualitativa depende da compreensão da dinâmica do processo de pesquisa, mudança e contexto social, e a habilidade de responder as perguntas “como e por quê” (Mason, 2006). Esta pesquisa optou pelo estudo de caso único (Yin, 2015) e também pela análise de conteúdo de Bardin (2016) com a finalidade de descrever de forma objetiva e sistemática e analisar os conteúdos obtidos por meio da entrevista com as pessoas envolvidas nos eventos (Yin, 2015).

O mapa de risco foi usado como delineador geral da pesquisa, para permitir descrever a estratégia usada que atendeu a finalidade da pesquisa, o método de coleta para análise de dados e as fontes de evidência, o que permitiu classificar os conteúdos por categorias e subcategorias como proposto por Bardin (2016).

No trabalho foi adotado a abordagem exploratória para atingir seus objetivos. Por isso, foram utilizadas informações provenientes das NR's, artigos especializados e o portal do Ministério do Trabalho e Emprego. A escolha de uma metodologia qualitativa foi definida, visando aprofundar a compreensão dos aspectos relacionados à segurança em painéis elétricos, as formas de distribuição de eletricidade para as máquinas e equipamentos, e o fluxo dos processos industriais. Essa decisão estratégica permitiu a análise detalhada, contribuindo para a amplitude na compreensão do tema.

O trabalho foi realizado em uma indústria de alimentos, no setor de acionamentos elétricos, que consiste na observação de painéis elétricos conforme a norma NR-10 e em uma entrevista com o gerente da área. Na visita foi possível identificar que os painéis eram antigos e, aparentemente, não atendiam aos padrões de segurança especificados nas normas. Logo, foi possível constatar *in loco* o primeiro risco aos trabalhadores.

A pesquisa avançou identificando a empresa em que a pesquisa foi realizada. Antes da visita *in loco* foi realizada uma consulta exploratória no site da empresa e buscou entender o negócio e a dinâmica da Organização, e seguindo as orientações de Bardin (2016), elaborou-se uma lista contendo os itens que deveriam ser observados na visita e perguntados na entrevista.

Quadro 2: Categorias e subcategorias dos conceitos usados na análise de conformidade

categorias	Subcategorias
Inspeção	Guia de inspeção visual e mecânica e teste de painéis de distribuição
	Inspeção Visual e Mecânica Geral dos Painéis
	Verificação das conexões nos painéis elétricos
	Verificação da fiação dos painéis elétricos
	Verificação das peças móveis e intertravamento dos painéis
	Lubrificação dos painéis e equipamentos
	Isoladores e barreiras nos painéis e cubículos
	Testes elétricos de isolamento em painéis e cubículos
	Teste de resistência dielétrica ou teste de tensão aplicada (Hi-Pot)
	Ensaio nos disjuntores e chaves seccionadoras
	Teste do esquema de transferência de potência dos painéis e cubículos
	Testes elétricos de resistência de aterramento
	Testes do aquecedor de cubículo para painéis e cubículos
	Verificação da sequência de fases em sistemas de dupla fonte
Manutenção	Manutenção elétrica corretiva
	Manutenção elétrica preditiva
	Manutenção elétrica preventiva
Ações de conscientização e mudança cultural do ambiente industrial	Programa de gerenciamento de riscos elétricos
	Treinamento: Programa de conscientização e mudança nas ações realizadas no ambiente industrial.
	Treinamento: Formação da cultura de procedimento de emergência
	Treinamento: Formação da brigada de incêndio
Uso de EPI e EPC.	Programa de conscientização no uso de EPI
	Programa de conscientização no uso de EPC

Fonte: Autoras, adaptado de Bardin (2016)

Desta forma, o roteiro de pesquisa foi definido usando as categorias: (1) inspeção, (2) manutenção, (3) ações de conscientização e mudança cultural do ambiente industrial e (4) Uso de EPI e EPC.

O roteiro de pesquisa usado foi elaborado com base nas NR's, que possibilitou identificar as variáveis observáveis e não observáveis (latentes), bem como as principais palavras-chave, conduzindo desta forma, a análise de cada unidade de significado em quatro categorias, definidas no parágrafo anterior. As quais foram estabelecidas *a priori* com base no mapa de risco e na teoria estudada

Ainda, Bardin (2016), as operações no chão de fábrica podem ser classificadas conforme os seus elementos constitutivos de um conjunto que diferencia os conceitos usados, os quais são agrupados previamente com base nos critérios usados em subcategorias.

O trabalho foi realizado em duas etapas. Primeiro, a revisão bibliográfica sobre segurança em instalações elétricas e proteção de máquinas e equipamentos, para realizar a observação de não conformidades nos painéis. A segunda etapa, a descrição dos dados levantados e análise das não conformidades com base na bibliografia buscando entender a dinâmica dos processos e sugerir melhorias nos pontos críticos de segurança.

A estratégia usada para coletar os dados foi visita de observação e entrevista semiestruturada com o principal executivo da área industrial. Escolheu esse caminho, pois o objetivo era investigar, compreender e analisar as relações entre o ambiente industrial com base nos painéis elétricos visando a redução de riscos de acidentes e melhorias na eficiência do trabalho, considerando como referência a ser perseguida a NR-10 e NBR-5410.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

A apresentação e análise dos dados da visita e da entrevista seguiu ordem que foi apresentada no quadro de categorias e suas respectivas subcategorias. Assim, foram realizados os recortes feitos nas unidades de registro, ou seja, nas categorias e subcategorias, para formar o *corpus* de análise (Bardin, 2016). O trabalho envolveu a transcrição das falas da entrevista e organização dos dados por unidade de registro (Creswell, 2007).

Os dados apresentados a seguir foram identificados com base nas diretrizes das normas NBR-5410, NR-10 que deram origem ao *check list* de observação e ao roteiro de entrevista, os pontos descritos foram encontrados conforme a visita acontecia. Após as anotações de cada fato constatado, na coluna de variável observável, foram elencadas as variáveis não observáveis ou latentes e as sugestões de correção de acordo com as normas.

Sendo que a primeira fase da análise mostra o mapa de risco, que é um processo sistemático de identificar (o que) cada situação de risco representa no ambiente industrial, e na sequência se avalia como controlar perigos potenciais que comprometem a segurança e a integridade dos trabalhadores e também das instalações, máquinas e equipamentos. Por último, faz-se a sugestão de melhoria de cada constatação encontrada no ambiente.

O processo de apresentação dos resultados e análise de dados consiste em extrair sentido dos dados de texto (Creswell, 2007). Para essa finalidade utilizou a estratégia de estudo de caso único que permite compreender a lógica e a dinâmica da empresa com base no estudo bibliográfico, definido como **objetivo específico 1** desenvolvido na seção 2 deste trabalho.

A pesquisa foi realizada em uma empresa brasileira do segmento alimentício com mais de 6 décadas de atuação, se destaca na produção de bebidas, oferecendo mais de 100 produtos que abrangem sucos, refrigerantes e cervejas. A sua planta industrial moderna, porém com alguns equipamentos elétricos antigos. A empresa opera em uma área de 84.000 m², onde mantém oito linhas de produção e atende tanto marcas próprias quanto terceirizadas.

Além de seu portfólio próprio, a empresa colabora com grandes marcas do setor de bebidas, consolidando parcerias estratégicas com empresas renomadas no Brasil. O seu modelo de negócios é diversificado e fortalece sua posição no mercado, com a formação de redes e cooperação, garantindo desta forma a entrega contínua de produtos de qualidade e sabor reconhecido.

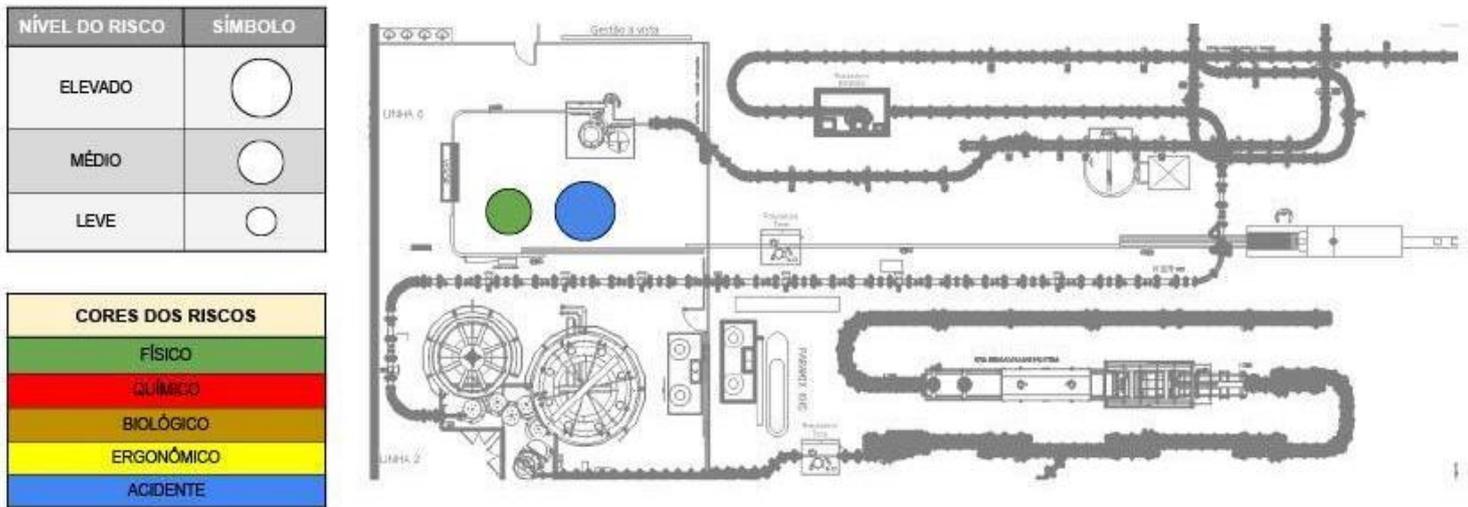
A empresa desenvolve aproximadamente 8 marcas próprias, atuando na produção de suas marcas, no regime de coprodução, atuando com produtos para empresas renomadas do Brasil que fazem parte da sua rede de cooperação. Usando a filosofia que diz “quem tem qualidade se alinha a quem tem alto nível, também”. Com essa filosofia, a empresa construiu uma bela rede de cooperação com outras empresas do segmento alimentício.

Esta pesquisa na análise das atividades elétricas sobre segurança do trabalho e saúde, a partir da observação e descrição dos painéis elétricos, considerando que eles que orientam o estudo sobre o controle das máquinas e equipamentos do setor de envase da indústria de bebidas, o que garante o funcionamento eficiente, efetivo e eficaz de maneira segura dos equipamentos envolvidos nos processos. São os painéis elétricos, que abrigam os dispositivos de controle, comando, proteção e distribuição de energia, objeto deste estudo.

4.1 O ambiente industrial observado

Durante a visita conduzida, a gestão disponibilizou a planta industrial conforme a Figura 1, local onde a visita e as observações iniciaram. As pesquisadoras foram observando as instalações e pontos que apresentavam maiores riscos relacionados aos painéis elétricos e a segurança dos trabalhadores. Essas observações, constituíram o principal objeto de análise. A planta da indústria, delimitou a área visitada e as observações para elaboração do mapa de risco considerado na pesquisa de campo.

Figura 1 - Planta do setor de envase.



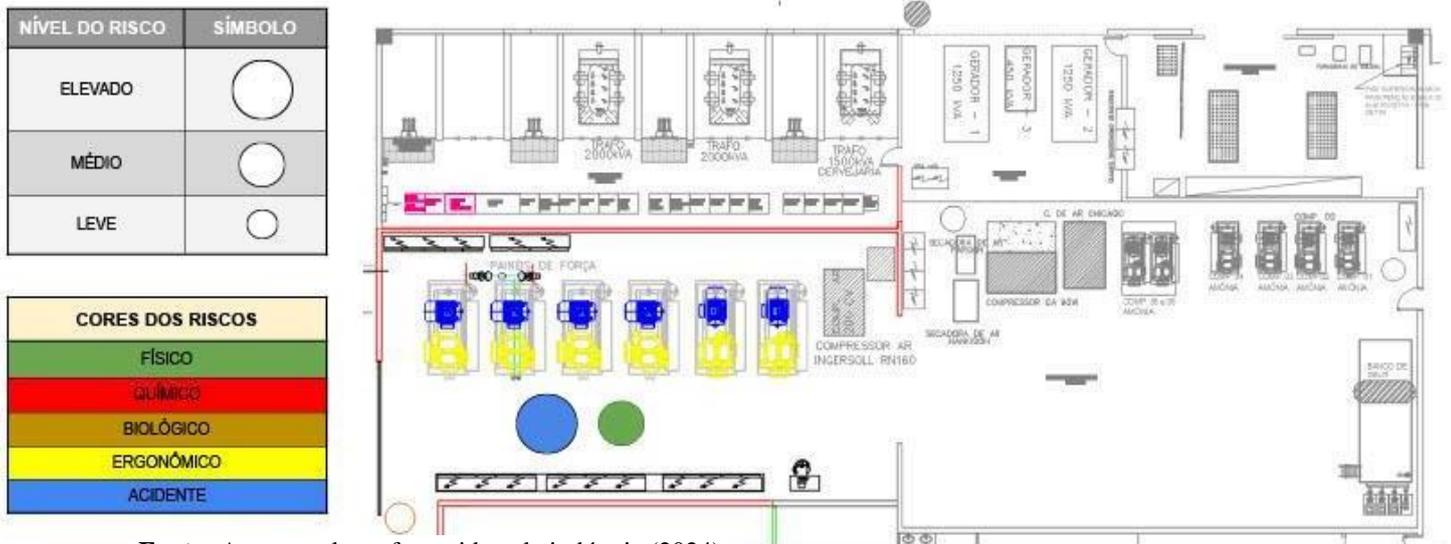
Fonte: Autoras, planta fornecida pela indústria (2024).

O setor de envase da indústria foi objeto de estudo, por ser o local onde estão os painéis elétricos. A simples observação durante a visita possibilitou identificar que: (1) os painéis estavam danificados e ausência de trancas, que dificulta o controle do acesso ao painel, aumentando a gravidade e a frequência desse risco; (2) eles são utilizados pelos trabalhadores para desligar as máquinas em situações de emergência ou para manutenção. Essa situação e forma de trabalho pode representar um risco de acidente de grau alto. Pois eles podem causar acidentes uma vez que há grande probabilidade de acidentes tais como: choque elétrico, queimaduras, situações que podem até causar fatalidades, pelo contato direto com circuitos expostos.

O ponto importante desta análise é o risco físico. Esse risco físico é de grau médio considerando as condições ambientais ao redor dos painéis. Os pontos observados foram: ruídos excessivos no ambiente de trabalho, vibrações e calor. Esses fatores podem prejudicar a saúde, a atenção e o desempenho dos trabalhadores e elevam a possibilidade de acidentes, que embora sejam menos graves do que o risco acidental, ainda assim, no longo prazo, podem ter consequências para os trabalhadores que podem necessitar e afastamento do trabalho por problemas de saúde e para a indústria, que elevam os seus custos com a tratção de trabalhadores temporários para substituição. Portanto, são situações que requerem controle e monitoração de forma preventiva.

A Figura 2, representa a planta da sala de controle das máquinas que também foi objeto de análise como segue.

Figura 2 - Planta do setor de controle de máquinas.



Fonte: Autoras, planta fornecida pela indústria (2024).

A entrevista permitiu verificar e perceber que os painéis elétricos do setor de controle de máquinas desta sala são utilizados apenas nos momentos em que as manutenções são realizadas. É um ambiente mais protegido, mas ainda assim deixa de seguir a recomendação da NR-10, pois os painéis danificados ficam expostos e representam um risco de acidente de grau alto. Isso ocorre porque, mesmo com o uso esporádico, a exposição do profissional aos equipamentos elétricos danificados requer muito cuidado, além do uso de EPI, como previsto na NR-10.

Nesta situação há riscos de choques elétricos, curtos-circuitos e queimaduras graves. Esses riscos podem ser afastados com um programa de manutenção preventiva e corretiva, com uma boa sinalização, com equipamentos de proteção coletiva e outros.

Quanto aos riscos físicos de grau médio, relacionados ao ambiente da sala de controle, eles podem se tornar riscos físicos de grau alto, se essa sala não for bem ventilada, não tiver iluminação adequada, apresentar temperaturas elevadas, tudo isso pode afetar a saúde e o desempenho dos trabalhadores durante a manutenção. Porque mesmo sendo um risco de menor gravidade em comparação ao risco elétrico, pode causar desconforto e reduzir a concentração,

aumentando a chance de erros e de acidentes durante a realização das tarefas de manutenção nos painéis.

4.2 Análise e discussão dos dados observados no mapa de risco da indústria

Para alcançar o objetivo final proposto, responder o problema de pesquisa formulado e atender o **objetivo específico 2**, definido como elaborar o mapa de risco da indústria conforme as normas. Descreve-se os painéis elétricos do ambiente industrial ressaltando que as informações foram obtidas com registros fotográficos, para possibilitar uma verificação visual detalhada das condições de instalação e manutenção dos mesmos, com foco na aplicação das normas NBR-5410 e NR-10.

4.2.1 Inspeção

Durante a visita, foi observado que a empresa tem um procedimento padronizado e registrado para inspecionar os painéis elétricos. Ou seja, há um processo claro e oficial, com documentação que descreve como a inspeção deve ser feita. No entanto, isso não implica necessariamente que o processo seja seguido corretamente no dia a dia. A empresa utiliza uma ficha de inspeção de rota elétrica, na qual são identificadas as tags dos painéis elétricos e o nome do maquinário que recebe energia de cada painel. Essa ficha inclui observações detalhadas que devem ser verificadas pelo executor da inspeção, tais como a necessidade de revisão da ficha e a comunicação com o responsável pela área de segurança, caso necessário.

A ficha de inspeção contempla todos os componentes do painel, incluindo disjuntores, contadores, acionadores, sistemas de iluminação, trancas, entre outros. Para cada componente, é realizada a avaliação de seu estado de funcionamento e fixação, com registro das condições como “normal”, “restrito” ou “não aplicável”. Além disso, também é observado as especificações técnicas de cada componente, como temperatura, vibração e ruído, particularmente para disjuntores e contadores.

A inspeção ocorre em uma periodicidade quinzenal, conforme descrito na própria ficha, e deve ser devidamente assinada pelos responsáveis, com a data e o horário da inspeção registrados, garantindo assim a rastreabilidade e a conformidade do processo.

No Quadro 3, apresenta-se a categoria de inspeção, sua definição e as respectivas subcategorias utilizadas na análise do processo na indústria:

Quadro 3 – Categoria inspeção de conformidade

Categoria	Descrição
<p>Inspeção – procedimento que tem como objetivo avaliação técnico-visual das instalações elétricas e verificar se as mesmas se encontram funcionando de acordo com as normas vigentes, bem como se a instalação funciona corretamente, desde a entrada da energia, a sua distribuição até as máquinas e equipamentos do sistema de produção.</p>	1. Prontuário de Instalações Elétricas de fácil acesso
	2. Lista de trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas
	3. Sistema de manutenção dos trabalhadores informados
	4. Procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e descritas indicando as medidas de controle.
	5. Documentos das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos.
	6. Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis como determina a norma.
	7. Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva.
	8. Documentos comprobatórios da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados.
	9. Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas.
	10. Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações.

Fonte: Autoras, adaptado de Bardin (2016)

4.2.2 Manutenção

Conforme Almeida (2014), a manutenção envolve qualquer ação ou processo de reparo em uma máquina. Ela pode ser entendida como um conjunto de cuidados e procedimentos técnicos essenciais para garantir o bom desempenho e a reparação de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas. Ao observar o processo de manutenção dos painéis elétricos durante a visita à empresa, percebeu-se que, embora haja um fluxo estruturado para garantir a segurança, a execução no dia a dia nem sempre é realizada conforme o esperado, o que levanta preocupações quanto à conformidade com as práticas de segurança.

A manutenção preventiva é uma estratégia essencial para a prevenção de falhas nos equipamentos. O plano de manutenção preventiva é um elemento fundamental para uma gestão eficaz nos setores de revisão, sendo responsável por aumentar os índices de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos de maneira geral. A manutenção preventiva inclui todas as ações voltadas para prevenir falhas e quebras, como ajustes, lubrificação, limpeza, substituição de peças desgastadas, reaperto e inspeções (Almeida, 2014).

A empresa adota um fluxo de manutenção baseado na elaboração de uma ordem de serviço, que deve ser realizada mensalmente para cada equipamento que passará pela manutenção preventiva. Nesta ordem de serviço, constam informações como a tag do equipamento, a sua localização, a data e o horário em que a manutenção foi realizada, bem como o nome do funcionário responsável pela execução. As tarefas a serem realizadas estão detalhadas na ordem de serviço, e incluem as seguintes atividades:

1. Desenergizar o painel e sinalizar que o mesmo está em manutenção.
2. Realizar o aperto nos bornes dos componentes e, caso necessário, proceder com a troca dos mesmos.
3. Realizar jateamento de ar utilizando um soprador.
4. Limpar os componentes com flanela e veja.
5. Realizar a limpeza interna e externa do painel utilizando flanela e veja.
6. Limpar os filtros e ventoinhas, incluindo a ventoinha do inversor.
7. Verificar o estado das chaves e botoeiras quanto a quebras e funcionamento, realizando substituições quando necessário.
8. Inspecionar as canaletas para verificar falta de componentes e, caso necessário, buscar no almoxarifado e instalar os itens faltantes.
9. Reenergizar o painel e retirar a sinalização de manutenção.
10. Verificar a fixação dos componentes e, se necessário, realizar a fixação dos mesmos.
11. Inspecionar as trancas do painel quanto a desgaste e funcionamento, realizando a troca quando necessário.

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva ocorre quando uma máquina ou equipamento apresenta um defeito ou desempenho abaixo do esperado, sendo necessário corrigir ou restaurar seu funcionamento para que retorne às condições normais. Para

os autores, a manutenção corretiva pode ser dividida em duas categorias. A primeira é a manutenção corretiva não planejada, também conhecida como não programada ou emergencial, que ocorre quando uma falha já aconteceu e a correção é realizada de maneira imediata, sem planejamento prévio. Isso geralmente resulta em custos mais elevados devido à parada inesperada da produção. A segunda categoria é a manutenção corretiva planejada, que envolve a correção de um desempenho inferior ao esperado ou uma decisão gerencial. Neste caso, há o conhecimento prévio de que uma falha pode ocorrer, mas opta-se por permitir que o equipamento continue operando até que a falha se concretize, ou o reparo é realizado somente quando a falha ocorre.

A empresa segue um processo semelhante para a execução da manutenção corretiva, que se baseia na criação de uma ordem de serviço. Essa ordem inclui todas as informações necessárias, como a tag do painel, a localização na linha de produção, o tipo de manutenção (planejada ou não planejada), a data e o horário em que foi realizada, além do responsável pela execução. Na ordem de serviço, há um campo de observações, no qual devem ser registrados, de forma detalhada, o tipo de serviço a ser realizado, as condições do equipamento e a justificativa para a necessidade da manutenção. As tarefas a serem executadas são descritas com base nas observações da ordem de serviço.

Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção preditiva antecipa as condições dos equipamentos, com uma preparação antecipada do serviço, visando prevenir falhas por meio do monitoramento de diversos parâmetros. Esse acompanhamento permite que o equipamento continue operando pelo maior tempo possível, evitando paradas inesperadas.

Durante a visita, foi possível observar que a empresa segue um processo similar para a manutenção preditiva, no qual uma ordem de serviço é gerada contendo informações essenciais, como a tag do painel, a localização, o tipo de manutenção, a data e o horário de execução, além do responsável pela tarefa. Antes de emitir a ordem de serviço, realiza-se uma inspeção, durante a qual é preenchida uma ficha de verificação com uma tabela de criticidade, que define o que deve ser analisado e o tempo necessário para a atividade, sem comprometer o funcionamento do equipamento. No campo de observações do documento, é registrada a conformidade do serviço realizado com a ficha de inspeção.

Uma abordagem eficaz para melhorar o processo de inspeção, conforme argumenta o Willich (2022), deve incluir práticas para assegurar inspeções mais detalhadas e eficazes, fortalecendo a integridade das operações e garantindo um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente. Neste contexto, o processo de inspeção inclui a avaliação contínua de riscos, correção de pontos negativos e implementação de melhorias. Esses aspectos não apenas aumentam a segurança no trabalho, mas também contribuem para a redução de custos, melhor gestão do tempo e aumento da produtividade.

O processo de manutenção, mostrou a existência de uma estrutura definida para garantir a segurança, mas a execução não é sempre consistente, o que contraria as melhores práticas. As observações e a entrevista revelaram que “a empresa adota um fluxo de trabalho com ordens de serviço mensais que registram informações essenciais, como a tag do equipamento, localização e detalhes das atividades realizadas, que incluem a desenergização e sinalização do painel, aperto de bornes, limpezas e verificação do estado dos componentes.”

Este estudo de caso considerou a categoria de manutenção dos sistemas elétricos como um plano de gestão da manutenção de máquinas e equipamentos elétricos. O foco das observações foram as manutenções preventivas, ou seja, aquelas baseadas nas informações de todas as máquinas e equipamentos que fazem parte do sistema de distribuição de energia elétrica. Neste estudo, a necessidade de manutenção preventiva ficou evidente, pela presença de sujeira e falhas no isolamento dos cabos, ausência de um plano regular de limpeza e inspeção, o que aumenta os riscos de mau contato nos equipamentos e problemas futuros para a produção.

Neste contexto, a manutenção no momento do levantamento de dados considerou a conformidade, de acordo com a documentação disponibilizada, e também as observações das pesquisadoras. Nas observações, foi possível constatar a necessidade de organização dos cabos e o dimensionamento dos condutores, evidenciando que o sistema exigia de imediato ações corretivas para evitar falhas elétricas no sistema operacional.

No Quadro 4, são apresentadas a categoria de manutenção, sua definição e as subcategorias correspondentes, utilizadas na análise do processo industrial:

Quadro 4 – Categoria manutenção de conformidade

Categoria	Descrição
Manutenção – elétrica industrial é indispensável para garantir que o setor produtivo das indústrias opere em segurança e com o máximo de eficiência, assim, prevenir acidentes e gastos desnecessários com a manutenção corretiva.	Manutenção elétrica corretiva
	Manutenção elétrica preditiva
	Manutenção elétrica preventiva

Fonte: Autoras, adaptado de Bardin (2016)

4.2.3 Ação de conscientização

As ações de conscientização e de mudança da cultura no ambiente industrial da empresa pesquisada foi com base na entrevista com o gestor que relatou a existência de um programa de mudança que faz parte do cotidiano da empresa, em que acontecem, “[...] a comunicação formal direta em forma de folder sobre as ocorrências que podem acontecer no ambiente de trabalho e também as ações que cada um deve realizar nestes caso, esse material é disponibilizado a todos no ambiente de trabalho”.

Relatou ainda, a existência de um “sistema de caixas de sugestões para que as pessoas se sintam confortáveis para dar opiniões, expor as suas sugestões e suas preocupações, onde as sugestões que são relevante se tornam discussão em forma de palestras ou treinamentos rápidos, esse sistema é usado como forma de valorização das ideias e demonstração de que todos podem contribuir para que as mudanças aconteçam de forma contínua.”

Neste contexto, Chiavenato (2000) argumenta que a pesquisa ação é uma pesquisa social com base empírica e que é associada a uma ação ou resolução de um problema coletivo, no qual os participantes da situação são envolvidos de modo cooperativo e participativo.

No que diz respeito aos processos relacionados a ações de conscientização e à promoção de uma mudança cultural voltada para a segurança dos colaboradores no ambiente industrial, observou-se que a empresa dispõe de um processo estruturado e potencialmente eficiente, desde que operado de maneira adequada. No entanto, é fundamental verificar se esse processo está

sendo executado corretamente, se está gerando os resultados esperados e identificar oportunidades para aprimorar essas ações.

No quadro 5, apresenta-se a categoria ação de conscientização e mudança cultural de conformidade, suas subcategorias onde é possível analisar as sugestões apresentadas para aprimorar essas ações:

Quadro 5 – Categoria ação de conscientização e mudança cultural de conformidade

Categoria	Descrição
Ações de conscientização e mudança cultural do ambiente industrial	Programa de gerenciamento de riscos elétricos
	Treinamento: Programa de conscientização e mudança nas ações realizadas no ambiente industrial.
	Treinamento: Formação da cultural de procedimento de emergência
	Treinamento: Formação da brigada de incêndio

Fonte: Autoras, adaptado de Bardin (2016)

Em relação às categorias e subcategoria do quadro 5, o gestor esclarece ainda, que as conversas pontuais têm como base o que está descrito na NR-1, item 4.4.1 que as informações podem ser transmitidas durante os treinamentos e por meio de diálogos de segurança em documento físico ou eletrônico. Além de abordar a parte de gestão de riscos ocupacionais referentes às situações reais vivenciadas, como previsto na NR-1, item 1.5 além das ações pontuais da brigada de incêndio e ações da CIPA.

Entretanto, há ações regulares de avaliação de execução de cada um na função, essa atividade é essencial e identifica falhas eventuais ou deficiências que ocorrem nos processos por falta de capacitação, especialmente em segurança do trabalho. Essas avaliações são realizadas por meio de auditorias internas, análise de dados de segurança e pesquisas de satisfação organizacional. Com base nos resultados obtidos, é possível implementar ajustes e aprimoramentos contínuos nos programas de conscientização e capacitação, assegurando a eficácia das ações implementadas (Rocha, Silva, Rotondo e Santana, 2022).

4.2.4 Ações de conscientização sobre uso de EPI e EPC

Na visita realizada, foi possível analisar o fluxo de controle do uso de EPI (Equipamentos de Proteção Individual) e EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva) dentro da empresa, evidenciando os procedimentos que são seguidos para assegurar a proteção dos funcionários em suas atividades diárias. O processo inicia-se quando o funcionário chega à empresa. Ao entrar, ele deve se dirigir a uma sala específica destinada ao armazenamento dos equipamentos de proteção. Nessa sala, estão disponíveis os EPIs necessários para o seu trabalho, como capacetes, luvas, óculos de proteção, botas, entre outros.

Assim que o colaborador se equipa, ele deve fazer o uso adequado de cada item, de acordo com as normas estabelecidas pela empresa e os requisitos de segurança do ambiente de trabalho. Ao longo do dia, um técnico de segurança do trabalho realiza supervisões periódicas para garantir que todos os funcionários estejam utilizando os EPIs e EPCs de forma correta e conforme as exigências de cada tarefa. O técnico verifica se os equipamentos estão adequadamente ajustados, se não há peças danificadas e se os trabalhadores estão utilizando os equipamentos de proteção em conformidade com as normas de segurança. Caso algum colaborador não esteja utilizando o equipamento corretamente ou necessite de substituição de algum item, o técnico de segurança toma as providências necessárias, garantindo que a integridade física do trabalhador seja preservada.

Em cada função exercida existem diversas situações de riscos ao trabalhador, o uso de EPIs diminui de forma considerável os danos causados à saúde e à integridade física do colaborador (CISZ, 2015). Neste sentido, o foco da observação são os sistemas elétricos com base nos painéis, e neste caso, condições observadas no momento da visita estavam inseguras e a exposição dos trabalhadores a partes quentes do painel, devido à falta de acrílico, indicam a urgência de reforçar a importância do uso adequado de equipamentos de proteção individual para evitar acidentes de trabalho.

Quanto ao uso dos EPCs, equipamento obrigatório que protege todos os presentes no ambiente de trabalho, foram observados a existência de EPC, tais como, placa sinalizadora, proteção para partes móveis de máquinas, corrimão de escadas, extintores de incêndio, sprinklers, proteção de partes móveis de máquinas entre outros.

As ações de controle do uso de EPI e EPC, as observações e entrevista permitiram constatar que a empresa não conta com procedimentos estabelecidos e supervisão periódica por técnicos de segurança do trabalho para garantir a proteção dos trabalhadores. No entanto, a dependência dessas inspeções e a responsabilidade individual dos trabalhadores pela ausência de conscientização levam a falhas técnicas e até acidentes nos intervalos entre as verificações. Além do sistema centralizado de armazenamento dos equipamentos que resultam em congestionamentos e atrasos para apresentação em seus postos de trabalho. Neste caso, a NR-10, item 10.2.3, letra “c” especifica que os equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina a norma. Portanto, há que se pensar em melhoria no sistema de controle e armazenamento dos equipamentos.

No quadro 6, encontram-se descritas a categoria e as subcategorias das ações de conscientização relacionadas ao uso adequado de EPI e EPC, aplicadas na análise do processo industrial:

Quadro 6 – Categoria ação de conscientização no uso de EPI e EPC de conformidade

Categoria	Descrição
Uso de EPI e EPC.	Programa de conscientização no uso de EPI
	Programa de conscientização no uso de EPI

Fonte: Autoras, adaptado de Bardin (2016)

4.2.5 Análise e discussão dos gargalos identificados no mapa de risco

O **objetivo específico três** analisou os dados da pesquisa de campo e evidenciou os principais processos usados pela indústria e os gargalos com base no *checklist* do mapa de riscos. Enfatizou a necessidade de identificar de forma clara os circuitos, promover melhoria na organização das instalações, melhorar a limpeza e eliminar o acúmulo de poeira e sujeira, melhorar o espaço para manobra, o aterramento, o isolamento, a proteção e a funcionalidade.

O quadro 7 sintetiza os principais riscos identificados de acordo com a NR-10 e NBR-5410, além de indicar as sugestões para mitigação dos riscos. A elaboração de um mapa de risco

da indústria é importante, pois pode contribuir para um eficiente planejamento da ocupação do ambiente industrial, além de indicar aplicações na elaboração de planos de ação imediata para socorrer os trabalhadores no ambiente, considerando o uso e a ocupação dos espaços.

Quadro 7 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 01

Item	Descrição do Risco	Evidência na Imagem	Risco / Controle
1	Identificação clara dos circuitos	Ausência de placas de identificação nos disjuntores ou circuitos	Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410 e NR-10 NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3 letra “c”, prevê a descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações. Ainda, a NR-10, prevê no item 10.10 a sinalização de segurança, letra “a” sobre a identificação de circuitos elétricos. Portanto, deve-se instalar placas de identificação claras e legíveis em todos os circuitos.
2	Instalação não organizada	Cabos desordenados e expostos	Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.4, prevê a instalação de canaletas e perfilados para organização dos cabos, garantindo proteção mecânica e evitando danos aos condutores. Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, dispõem que a instalação elétrica deve conter dispositivos que possibilitem a organização e proteção dos cabos, bem como impedir a energização acidental. Portanto, deve-se organizar os cabos de forma adequada e protegê-los por meio de canaletas ou outros dispositivos mecânicos.

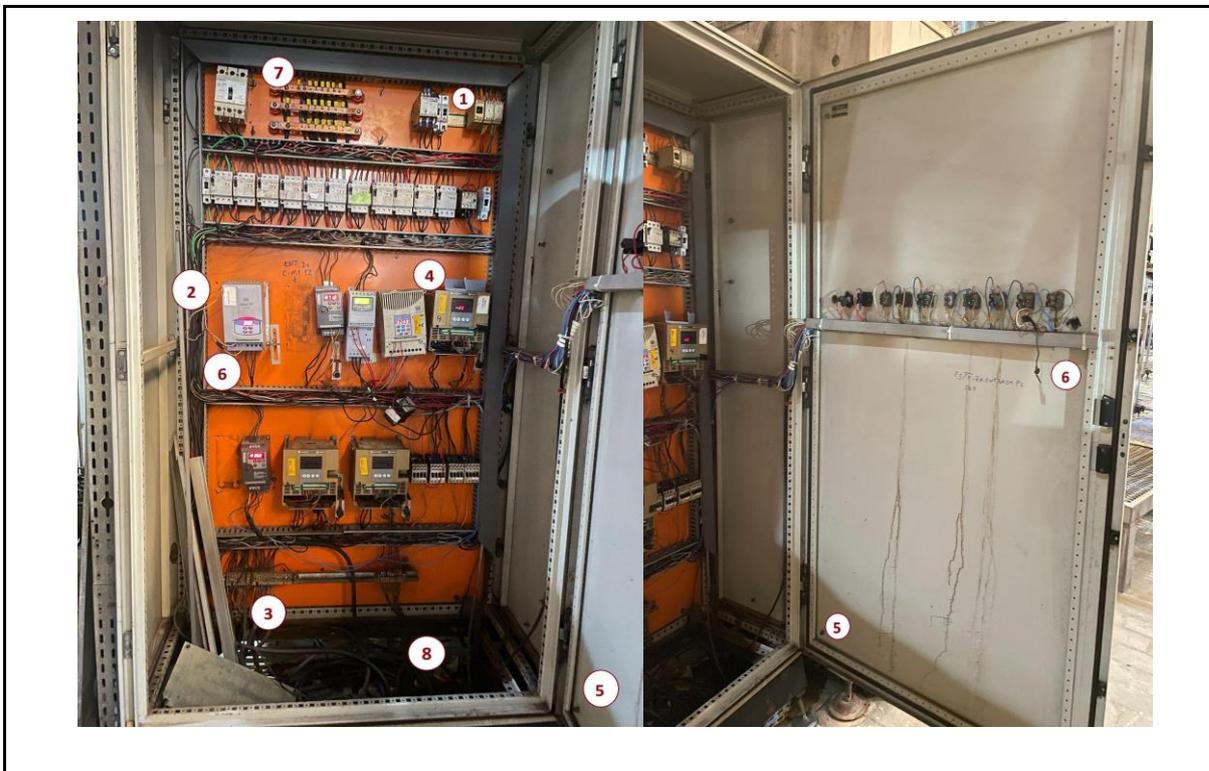
3	Acúmulo de poeira e sujeira	Presença de poeira, óleo ou outros contaminantes nos componentes do painel	Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 8.3.2.2, determina que componentes, como barramentos e terminais, sejam limpos regularmente para remover materiais condutores ou resíduos que possam comprometer o funcionamento da instalação. Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, estabelece que as instalações elétricas sejam mantidas em condições seguras, o que inclui a limpeza periódica dos painéis e componentes. Portanto, deve-se realizar a limpeza regular para garantir a segurança operacional e evitar falhas.
4	Espaço para manobra	Espaço insuficiente entre os componentes do painel	Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.2.1, prevê a disposição dos componentes elétricos de forma que haja espaço suficiente para ventilação e dissipação de calor, prevenindo sobreaquecimentos. Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.3, letra “c”, exige que os componentes estejam organizados de acordo com as influências externas, garantindo segurança térmica e ventilação adequada. Portanto, deve-se reorganizar os componentes, assegurando espaço para dissipação eficiente de calor.
5	Aterramento	Ausência de conexão à terra ou aterramento inadequado	Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.4.1, especifica que o sistema de aterramento deve conduzir as correntes de falha de forma segura, protegendo as pessoas contra choques elétricos. Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.3, letra “a”, exige que o sistema de aterramento seja devidamente documentado no projeto, garantindo conformidade técnica e segurança. Portanto, deve-se implementar e inspecionar sistemas de aterramento eficazes em toda a instalação.
6	Isolamento deteriorado	Fios descascados, quebrados ou sem isolamento	Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.1.14, prevê a substituição de fios danificados e a proteção de

		adequado	<p>fios expostos utilizando eletrodutos ou dispositivos semelhantes, evitando riscos elétricos.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, reforça que fios e componentes devem ser mantidos em boas condições, com reparos frequentes para garantir a continuidade operacional.</p> <p>Portanto, deve-se substituir os fios danificados e protegê-los adequadamente.</p>
7	Proteção insuficiente	Falta de proteção em partes quentes	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.3, prevê que as partes quentes e acessíveis devem ser isoladas ou protegidas com barreiras adequadas para evitar queimaduras.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.8, letra “a”, recomenda a aplicação de barreiras de proteção contra contatos acidentais em superfícies aquecidas.</p> <p>Portanto, deve-se proteger as partes acessíveis e quentes, utilizando barreiras ou materiais isolantes.</p>
8	Instalação não funcional	Cabos de saída mal organizados	<p>Considerando o baixo grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.10, dispõe que os cabos de saída devem ser organizados de maneira lógica, permitindo manutenção eficiente e operação segura.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, reforça a importância de organização clara dos cabos, prevenindo riscos durante operações.</p> <p>Portanto, deve-se organizar os cabos de saída de forma lógica e acessível.</p>

Fonte: Elaboração própria (2024)

A Figura 3 mostram o painel 01 que foram analisadas visualmente e identificados os possíveis pontos críticos para o sucesso da indústria, neles foram constatados, o subdimensionamento dos condutores e desorganização dos cabos. As imagens possibilitam relacionar cada uma das situações previstas conforme às normas técnicas, como a NBR-5410 e a NR-10, e servem como constatação e evidências para a análise e discussão dos dados, em tópico específico.

Figura 3 - Imagens do painel 01 analisado / Setor de envase.



Fonte: Elaboração própria (2024)

Durante a visita e na entrevista verificou-se que na inspeção, que o painel elétrico apresenta irregularidades que podem comprometer a segurança e o adequado funcionamento, pois está em desacordo com as exigências das normas NBR-5410 e NR-10.

Observou-se o subdimensionamento dos condutores, o que pode levar ao aquecimento excessivo e causar falhas operacionais. A NBR-5410, na seção 5.3.4, destaca a importância de proteção contra sobrecargas, estipulando que o dimensionamento dos condutores deve estar alinhado com a capacidade de condução de corrente para evitar superaquecimento e riscos de incêndio.

Constatou-se ainda, uma certa desorganização dos cabos, bem como a ausência de canaletas deixando a fiação exposta, aumentando o risco de curto-circuito e dificultando a manutenção. A NR-10, seção 10.2.1, exige que todas as instalações elétricas adotem medidas de controle de risco que assegurem proteção contra contatos acidentais e que possam facilitar a manutenção.

Outro fator crítico, foi a ausência de um botão de emergência na porta do painel, essencial para desligamento rápido em caso de curto-circuito interno. A NBR-5410, seção 5.6.5.1, estipula que meios de seccionamento de emergência devem estar prontamente acessíveis para garantir a segurança em situações de perigo inesperado.

Com a observação foi possível perceber sujeira acumulada no interior do painel, esta situação representa um risco adicional, que pode ocasionar mau contato e danos aos componentes do painel. A NR-10, seção 10.4.4, exige que as instalações sejam mantidas em condições ideais de limpeza e organização para garantir a segurança dos trabalhadores e a integridade dos componentes elétricos.

Outro ponto observado foi na ventilação, que falta de espaço entre os componentes, o que pode provocar sobreaquecimento. A NBR-5410, seção 5.2.2, reforça que os componentes devem ser instalados de forma a evitar o risco de incêndio devido ao acúmulo de calor, exigindo distância suficiente entre eles para garantir dissipação térmica segura.

Durante a entrevista e a observação, verificou-se a ausência de aterramento na porta do painel e do barramento de terra, o que compromete a segurança contra descargas elétricas. A NBR-5410, seção 5.4.2, exige um sistema de aterramento adequado e contínuo, que assegure a equipotencialização e proteção dos equipamentos e operadores. Além disso, foram identificados cabos expostos e mal isolados, oferecendo risco de choque elétrico. A NR-10, seção 10.2.8, exige que todos os condutores estejam devidamente isolados para prevenir contatos acidentais.

Constatou-se ainda a necessidade de proteção das partes energizadas do painel, como por exemplo, o acrílico de isolamento. Esta situação, expõe os operadores ao risco de queimaduras e choques. A NBR-5410, seção 5.2.3, exige que as partes que possam gerar calor excessivo sejam protegidas para evitar acidentes. Ainda, a necessidade de organização dos cabos de saída e de identificação dos componentes para facilitar a manutenção e evitar erros. A NR-10, seção 10.10.1, recomenda sinalização e identificação adequadas para todos os componentes, facilitando a inspeção e a manutenção segura.

Portanto, as constatações ao longo da visita de observação das pesquisadoras indicam a clara necessidade de implementar um programa de manutenção e de conformidade com base nas normas vigentes no país. Essa é uma maneira de assegurar as correções essenciais para

garantir a segurança dos trabalhadores, o funcionamento adequado do sistema industrial e a redução de custos de afastamento e contratação de trabalhadores temporários.

No quadro 8, realizar-se-á a análise do painel 02 observado ao longo da visita *in loco* e da entrevista com o gestor da área na organização.

Quadro 8 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 02.

Item	Descrição do Risco	Evidência na Imagem	Risco / Controle
1	Conexões elétricas não seguras	Equipamentos mal parafusados	Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 7.2, recomenda que conexões, como parafusos, sejam verificadas regularmente para garantir segurança elétrica. Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, letra “c”, prevê inspeções periódicas nos painéis e conexões para evitar riscos de mau contato. Portanto, deve-se realizar o aperto regular de parafusos e conexões.
2	Instalação não organizada	Cabos desordenados e expostos	Considerando o médio grau de risco, a NBR 5410 e NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2 e 10.3.9, letras “c, f e g”, os quais preveem a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito. [...] dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas; o princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto, destinados à segurança das pessoas; e descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica. Portanto, a NR-10 antecipa e deixa claro que a instalação de canaletas e a organização dos cabos, asseguram a proteção mecânica e a organização da instalação.

3	Instalação não funcional	Cabos de saída mal organizados	<p>Considerando o baixo grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.10, dispõe que os cabos de saída devem ser organizados de maneira lógica, permitindo manutenção eficiente e operação segura.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, reforça a importância de organização clara dos cabos, prevenindo riscos durante operações.</p> <p>Portanto, deve-se organizar os cabos de saída de forma lógica e acessível.</p>
4	Espaço para manobra	Espaço insuficiente entre os componentes do painel	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.2.1, prevê a disposição dos componentes elétricos de forma que haja espaço suficiente para ventilação e dissipação de calor, prevenindo sobreaquecimentos.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.3, letra “c”, exige que os componentes estejam organizados de acordo com as influências externas, garantindo segurança térmica e ventilação adequada.</p> <p>Portanto, deve-se reorganizar os componentes, assegurando espaço para dissipação eficiente de calor.</p>
5	Proteção insuficiente	Buraco na porta do painel sem proteção	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.3, prevê que as partes quentes e acessíveis devem ser isoladas ou protegidas com barreiras adequadas para evitar queimaduras.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.8, letra “a”, recomenda a aplicação de barreiras de proteção contra contatos acidentais em superfícies aquecidas.</p> <p>Portanto, deve-se proteger as partes acessíveis e quentes, utilizando barreiras ou materiais isolantes.</p>
6	Isolamento deteriorado	Fios descascados, quebrados ou sem isolamento adequado	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.1.14, prevê a substituição de fios danificados e a proteção de fios expostos utilizando eletrodutos ou dispositivos semelhantes, evitando riscos elétricos.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, reforça que fios e componentes devem ser mantidos em boas condições, com reparos frequentes para garantir a continuidade operacional.</p> <p>Portanto, deve-se substituir os fios danificados e protegê-los adequadamente.</p>
7	Identificação inadequada	Ausência de identificação nos dispositivos elétricos	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.1.5, dispõe que todos os componentes do painel devem ser identificados com clareza, utilizando etiquetas ou placas de identificação.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.9, letra “c”, exige a descrição e aplicação física de identificações nos circuitos elétricos e seus componentes.</p> <p>Portanto, deve-se identificar claramente os componentes do painel para facilitar a manutenção e operação.</p>

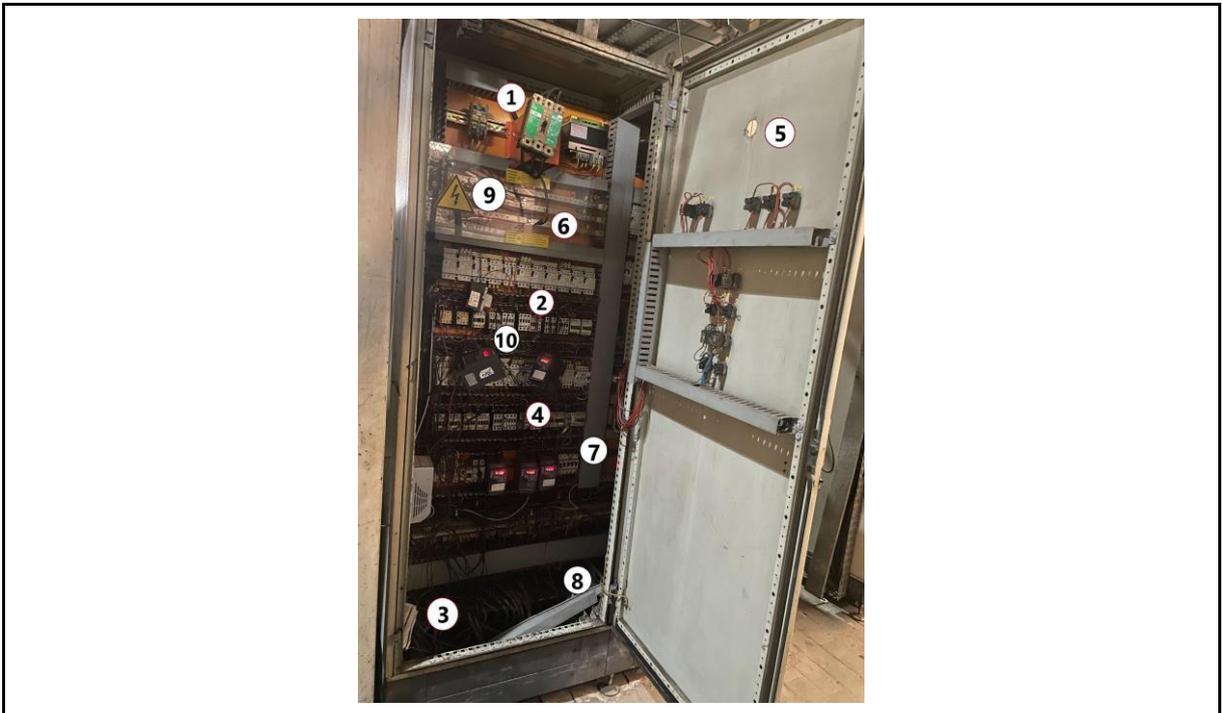
8	Acúmulo de poeira e sujeira	Presença de poeira e outros contaminantes no painel	Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 8.3.2.2, determina que componentes, como barramentos e terminais, sejam limpos regularmente para remover materiais condutores ou resíduos que possam comprometer o funcionamento da instalação. Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, estabelece que as instalações elétricas sejam mantidas em condições seguras, o que inclui a limpeza periódica dos painéis e componentes
9	Aterramento	Ausência de conexão à terra ou aterramento inadequado	Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.4.1, especifica que o sistema de aterramento deve conduzir as correntes de falha de forma segura, protegendo as pessoas contra choques elétricos. Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.3, letra “a”, exige que o sistema de aterramento seja devidamente documentado no projeto, garantindo conformidade técnica e segurança. Portanto, deve-se implementar e inspecionar sistemas de aterramento eficazes em toda a instalação.
10	Instalação mecânica inadequada	Equipamentos fixados de forma inadequada	Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 4.1.13, determina que todos os componentes e equipamentos de uma instalação elétrica devem ser fixados de maneira segura e adequada, de forma a garantir a estabilidade durante sua operação e evitar danos à instalação ou risco às pessoas. Além disso, a Seção 6.1.13 destaca que os equipamentos devem ser instalados preservando as condições mecânicas e estruturais previstas no projeto. Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.3, letra “c”, prevê que os equipamentos devem ser instalados de forma compatível com as influências externas, garantindo segurança estrutural e funcional, evitando riscos de queda ou mau funcionamento devido à fixação inadequada. Portanto, deve-se assegurar que todos os equipamentos sejam fixados corretamente no painel, com suporte firme e adequado, eliminando qualquer risco de instabilidade ou danos ao sistema.

Fonte: Elaboração própria (2024)

A Figura 4 mostra o painel 02, o qual foi observado na visita e analisado visualmente permitindo as seguintes constatações: ausência de canaletas para a organização dos cabos e necessidade de identificação dos componentes. Essas ações de acordo com visita e as imagens possibilitam expressar que o painel requer adequação conforme às normas técnicas, como a

NBR-5410 e a NR-10, e servem como constatação e evidências para a análise e discussão dos dados, em tópico específico.

Figura 4 - Imagem do painel 02 analisado / Setor de envase.



Fonte: Elaboração própria (2024)

A análise do painel elétrico em conjunto com as observações, foram identificadas necessidades de algumas adequações em relação a segurança e ao funcionamento do sistema, conforme prevê as normas NBR-5410 na seção 6.3.7 que os dispositivos de comando devem ser bem fixados para evitar problemas de funcionamento e NR-10, item descreve que parafusos frouxos pode ocasionar falhas de contato e aumentar o risco de acidentes. Por isto, o ajuste dos painéis devem receber toda a atenção e conhecimento técnico, além das práticas de segurança rigorosas, antes de serem liberados para uso.

Ainda em relação ao referido painel foi possível identificar a ausência de um botão de emergência para ser acionado na porta em caso de curto-circuito interno. Esta é uma ação prevista na seção 5.6.5 da NBR-5410 que exige que os painéis elétricos disponham de dispositivos de seccionamento de emergência, prontamente acessíveis, para assegurar uma resposta rápida em situações de risco.

Além dos pontos já identificados foi possível observar algumas necessidades como: cabos com isolamento inadequado, o que eleva o risco de curto-circuito e choques elétricos. A NR-10, na seção 10.2.8, destaca que todos os condutores devem estar devidamente isolados para prevenir contatos acidentais. A ausência de canaletas para a organização dos cabos pode resultar em uma disposição desordenada, dificultar a manutenção, além de gerar potenciais interferências eletromagnéticas. A NBR-5410, na seção 6.2.10 descreve que é necessário garantir uma organização adequada dos cabos para assegurar a funcionalidade e a segurança do sistema.

Ainda neste painel, constatou-se a falta de espaço adequado entre os componentes, comprometendo a dissipação de calor e podendo provocar superaquecimento. A NBR-5410, seção 5.2.2, reforça a importância de garantir distância suficiente entre os componentes para evitar riscos de incêndio devido ao acúmulo de calor. Constatou-se ainda a necessidade de identificar devidamente os componentes do painel, pois a NR-10, seção 10.10.1, exige que todos os componentes sejam devidamente identificados para garantir uma manutenção segura e eficiente. Portanto, a identificação correta é a forma reduzir os riscos em caso de necessidade de intervenção, pois facilitam a localização rápida de defeitos ou falhas.

Constatou-se ainda os pontos a seguir, os quais precisam ser adequados para ajustar a norma e evitar problemas de segurança e saúde no trabalho:

A organização dos cabos de saída gera confusão e aumenta as chances de falhas operacionais. Além disso, a sujeira acumulada no painel compromete a integridade dos componentes, especialmente em ambientes industriais. Segundo a NR-10, seção 10.4.4, as instalações devem ser mantidas limpas e organizadas para garantir a segurança e a integridade dos componentes elétricos.

Adequar a porta do painel que tinha um buraco aberto, sem qualquer componente ou proteção, possibilitando a inserção objetos estranhos, além de poeira e umidade, o que agrava os riscos de danos ao sistema. A NBR-5410, seção 6.1.8 determina que os painéis devem ter uma vedação adequada para evitar a entrada de elementos externos prejudiciais.

Identificou-se ainda, a necessidade de adequar o barramento de terra (ausência), visto que essa é uma parte fundamental para a segurança elétrica do sistema, previsto na NBR-5410, seção 6.4, além de alguns equipamentos instalados de forma provisória, e sem a fixação

adequada, contrariando o estabelecido na seção 6.1.13 da NBR-5410, que exige instalação segura para evitar riscos à integridade do sistema.

Quadro 9 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 03.

Item	Descrição do Risco	Evidência na Imagem	Risco / Controle
1	Instalação não organizada e inadequada	Cabo de força sobreposto a equipamento	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.4, prevê a instalação de canaletas e perfilados para organização dos cabos, garantindo proteção mecânica e evitando danos aos condutores.</p> <p>Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, dispõem que a instalação elétrica deve conter dispositivos que possibilitem a organização e proteção dos cabos, bem como impedir a energização acidental.</p> <p>Portanto, deve-se organizar os cabos de forma adequada e protegê-los por meio de canaletas ou outros dispositivos mecânicos.</p>
2	Identificação inadequada	Ausência de identificação nos dispositivos elétricos	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.1.5, dispõe que todos os componentes do painel devem ser identificados com clareza, utilizando etiquetas ou placas de identificação.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.9, letra “c”, exige a descrição e aplicação física de identificações nos circuitos elétricos e seus componentes.</p> <p>Portanto, deve-se identificar claramente os componentes do painel para facilitar a manutenção e operação.</p>

3	Instalação mecânica inadequada	Equipamentos fixados de forma inadequada	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 4.1.13, determina que todos os componentes e equipamentos de uma instalação elétrica devem ser fixados de maneira segura e adequada, de forma a garantir a estabilidade durante sua operação e evitar danos à instalação ou risco às pessoas. Além disso, a Seção 6.1.13 destaca que os equipamentos devem ser instalados preservando as condições mecânicas e estruturais previstas no projeto.</p> <p>Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.3, letra “c”, prevê que os equipamentos devem ser instalados de forma compatível com as influências externas, garantindo segurança estrutural e funcional, evitando riscos de queda ou mau funcionamento devido à fixação inadequada.</p> <p>Portanto, deve-se assegurar que todos os equipamentos sejam fixados corretamente no painel, com suporte firme e adequado, eliminando qualquer risco de instabilidade ou danos ao sistema.</p>
4	Instalação não organizada	Canaletas insuficientes	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.4, prevê a instalação de canaletas e perfilados para organização dos cabos, garantindo proteção mecânica e evitando danos aos condutores.</p> <p>Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, dispõem que a instalação elétrica deve conter dispositivos que possibilitem a organização e proteção dos cabos, bem como impedir a energização acidental.</p> <p>Portanto, deve-se organizar os cabos de forma adequada e protegê-los por meio de canaletas ou outros dispositivos mecânicos.</p>
5	Proteção insuficiente	Falta de proteção em partes quentes	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.3, prevê que as partes quentes e acessíveis devem ser isoladas ou protegidas com barreiras adequadas para evitar queimaduras.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.8, letra “a”, recomenda a aplicação de barreiras de proteção contra contatos acidentais em superfícies aquecidas.</p> <p>Portanto, deve-se proteger as partes acessíveis e quentes, utilizando barreiras ou materiais isolantes.</p>

6	Risco de contaminação	Falta de vedação	<p>Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.3.7, estabelece que aberturas ou buracos em painéis devem ser vedados com materiais isolantes adequados para evitar o contato com partes vivas.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, letra “a”, recomenda que os compartimentos sejam mantidos fechados para prevenir exposição a riscos elétricos.</p> <p>Portanto, deve-se vedar os buracos utilizando materiais isolantes ou substituir peças danificadas.</p>
7	Superaquecimento	Falta de ventilação	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.2.1, determina que os componentes da instalação elétrica sejam organizados de forma a garantir ventilação suficiente, prevenindo o risco de sobreaquecimento e mantendo o funcionamento seguro dos equipamentos.</p> <p>Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.3, letra “c”, prevê que o projeto elétrico deve assegurar a disposição adequada dos equipamentos, considerando influências externas e prevenindo danos térmicos. Portanto, deve-se garantir uma ventilação eficiente para evitar sobreaquecimento e riscos associados.</p>
8	Isolamento deteriorado	Fios descascados, quebrados ou sem isolamento adequado	<p>Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.1.14, determina que fios danificados devem ser substituídos imediatamente e fios expostos protegidos com eletrodutos ou mangueiras isolantes, prevenindo contato direto e curto-circuitos.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, dispõe que as instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras, sendo necessária a inspeção e substituição de componentes danificados.</p> <p>Portanto, deve-se realizar a troca de fios danificados e protegê-los adequadamente para garantir a segurança do sistema.</p>

Fonte: Elaboração própria (2024)

Na Figura 05 mostra o painel 03 que foi analisado visualmente e identificadas as possíveis necessidades de adequação, como por exemplo, instalação irregular dos cabos de força e a presença de equipamentos instalados de maneira improvisada na estrutura lateral do painel. Com base nas imagens foi possível relacionar cada situação ao que prevê às normas

técnicas, NBR 5410 e a NR 10 e serviram como evidência para a análise e discussão dos dados, em tópico específico.

Figura 5 - Imagens do painel 03 analisado / Setor de envase



Fonte: Elaboração própria (2024)

A análise e observação realizada no painel elétrico 03 revelou diversas necessidades de adequação no ambiente industrial para, desta maneira, evitar o comprometimento da segurança e a conformidade de acordo com as normas técnicas NBR-5410 e NR-10, e constou que as instalações carecem de:

1. melhoria na instalação dos cabos de força, que não estavam devidamente fixados ou posicionados na bandeja como prevê a seção 6.2.8 da NBR-5410, sendo sobrepostos a um equipamento de manobra;
2. identificação dos cabos de força e controle para facilitar a manutenção e evitar erros de conexão e acidentes, como descrito na NR-10, seção 10.10.1, todos os componentes devem ser devidamente identificados para garantir a manutenção e a segurança operacional;

3. definir um padrão para instalação dos equipamentos para evitar comprometer a integridade do sistema e a segurança e de quem opera o painel. Pois, a NBR-5410, seção 6.1.13, recomenda que os componentes sejam instalados de maneira adequada, evitando instalações improvisadas;
4. adequar a quantidade de canaletas existentes para cada um dos painéis e desta forma, acomodar a quantidade de circuitos e assim organizar melhor a distribuição de energia elétrica e reduzir as falhas, a NBR-5410 na seção 6.2.10 exige uma organização que garanta o bom funcionamento e a segurança das instalações elétricas.
5. colocar o acrílico protetor nas partes quentes do painel, e melhorar o layout, a forma atual expõe os profissionais a riscos durante a manobra dos componentes. A NBR-5410, seção 5.2.3, descreve que é necessário proteger as partes que possam gerar calor excessivo para evitar acidentes;
6. adequar as vedações do painel, as aberturas aparentes permite entrar poeira e outros elementos que podem prejudicar o funcionamento adequado dos equipamentos, a NBR-5410, seção 6.1.8, determina a vedação dos painéis e assim proteger o sistema de agentes externos;
7. regular a ventilação do painel, pois ventilação inadequada pode causar superaquecimento dos componentes e comprometer sua durabilidade e segurança. A seção 5.2.2 da NBR-5410, explica que garantir uma ventilação eficiente previne riscos de superaquecimento;
8. colocar uma bobina de disparo para um possível desarme de emergência, atualmente o uso de disjuntores antigos sem manopla de desarme dificultam a interrupção rápida do circuito em caso de falha, a seção 5.6.5.1 da NBR-5410, requer meios de desligamento rápido em situações de emergência.

O quadro 10, foi elaborado em consonância com painel 4, e nele consta a análise de evidência de riscos de contaminação, na organização das instalações, no sistema de segurança do ambiente industrial e a ausência de dispositivo de proteção contra surtos. As análises foram realizadas de acordo com a NBR 5410:2004 e NR-10.

Quadro 10 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 04.

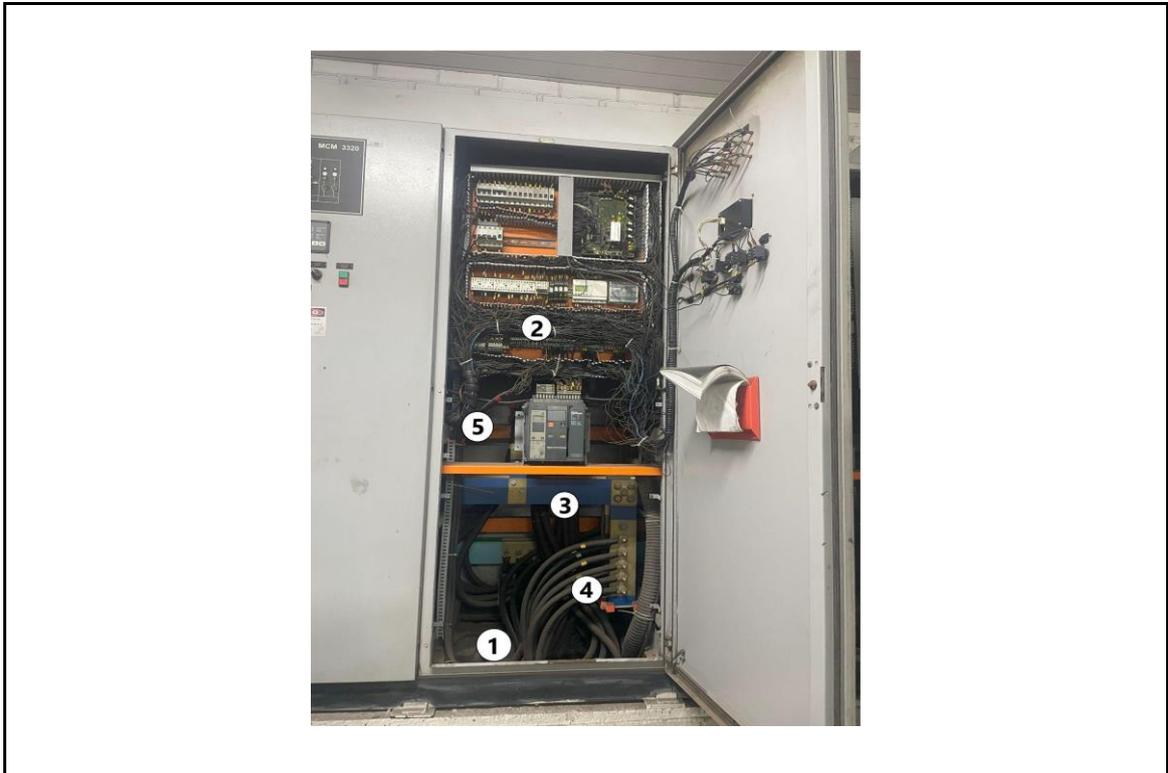
Item	Descrição do Risco	Evidência na Imagem	Risco / Controle
1	Risco de contaminação	Falta de vedação	<p>Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.3.7, estabelece que aberturas ou buracos em painéis devem ser vedados com materiais isolantes adequados para evitar o contato com partes vivas.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, letra “a”, recomenda que os compartimentos sejam mantidos fechados para prevenir exposição a riscos elétricos.</p> <p>Portanto, deve-se vedar os buracos utilizando materiais isolantes ou substituir peças danificadas.</p>
2	Instalação não organizada	Canaletas insuficientes	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.4, prevê a instalação de canaletas e perfilados para organização dos cabos, garantindo proteção mecânica e evitando danos aos condutores.</p> <p>Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, dispõem que a instalação elétrica deve conter dispositivos que possibilitem a organização e proteção dos cabos, bem como impedir a energização acidental.</p> <p>Portanto, deve-se organizar os cabos de forma adequada e protegê-los por meio de canaletas ou outros dispositivos mecânicos.</p>
3	Proteção insuficiente	Falta de proteção em partes quentes	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.3, prevê que as partes quentes e acessíveis devem ser isoladas ou protegidas com barreiras adequadas para evitar queimaduras.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.8, letra “a”, recomenda a aplicação de barreiras de proteção contra contatos acidentais em superfícies aquecidas.</p> <p>Portanto, deve-se proteger as partes acessíveis e quentes, utilizando barreiras ou materiais isolantes.</p>

4	Instalação não organizada e inadequada	Cabos de força sustentados exclusivamente pelos parafusos de conexão.	<p>Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.1.9, determina que os cabos de força sejam devidamente fixados em bandejas porta-cabos ou sistemas equivalentes, de modo a evitar esforços mecânicos nos terminais de conexão, garantindo a estabilidade dos condutores e prevenindo falhas.</p> <p>Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, estabelece que as instalações elétricas sejam projetadas e mantidas em condições seguras, com atenção à fixação correta dos cabos para evitar tensões mecânicas e riscos de desconexão.</p> <p>Portanto, deve-se fixar os cabos de força em bandejas ou suportes adequados, eliminando qualquer risco associado ao suporte inadequado dos parafusos de conexão..</p>
5	Ausência de DPS	Falta de proteção contra surtos	<p>Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.4.2.1, prevê a instalação de um Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) adequado, para proteger os painéis elétricos contra sobre tensões transitórias que possam causar danos aos equipamentos.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.8.2.1, menciona a necessidade de medidas de proteção contra sobretensões, assegurando a integridade dos sistemas elétricos e prevenindo falhas em situações críticas.</p> <p>Portanto, deve-se instalar um DPS devidamente especificado para garantir a proteção dos painéis e equipamentos conectados.</p>

Fonte: Elaboração própria (2024)

A seguir apresenta-se figura 6 que representa o painel 04, o qual foi analisado de forma visual com base na imagem e nas observações do momento da visita, no *checklist* de observação considerou a NBR-5410 e a NR-10, e evidenciou alguns itens passíveis de análise e discussão.

Figura 6 - Imagem do painel 04 analisado / Setor de controle de máquinas.



Fonte: Elaboração própria (2024)

A análise da figura 06, painel elétrico 04, foi possível perceber os pontos que carecem de adequação conforme as normas NBR-5410 e NR-10, como segue:

1. vedação nos cabos de saída expõe o painel à entrada de insetos e animais peçonhentos (NBR-5410, seção 6.1.8);
2. superdimensionamento da canaleta com quantidade de cabos acima da capacidade (NBR-5410, seção 5.2.2);
3. colocar a proteção acrílica nos barramentos para proteger as partes condutoras a contatos acidentais e evitar risco de choques elétricos (NBR-5410, seção 5.2.3);
4. colocar a bandeja de fixação para os cabos de força, para não deixar todo o peso dos cabos sobre os parafusos de conexão, evitando danificar os terminais (NBR 5410, seção 6.2.10);
5. colocar um Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS) para evitar danos aos equipamentos em caso de variações bruscas de tensão ou descargas atmosféricas (NBR 5410, seção 5.4.2).

Quadro 11 – Mapa de Riscos identificados / Planilha de análise de riscos painel 05.

Item	Descrição do Risco	Evidência na Imagem	Risco / Controle
1	Proteção insuficiente	Falta de proteção em partes quentes	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.2.3, prevê que as partes quentes e acessíveis devem ser isoladas ou protegidas com barreiras adequadas para evitar queimaduras.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.8, letra “a”, recomenda a aplicação de barreiras de proteção contra contatos acidentais em superfícies aquecidas.</p> <p>Portanto, deve-se proteger as partes acessíveis e quentes, utilizando barreiras ou materiais isolantes.</p>
2	Instalação não organizada	Cabos desordenados e expostos	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.11.4, prevê a instalação de canaletas e perfilados para organização dos cabos, garantindo proteção mecânica e evitando danos aos condutores. Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, dispõem que a instalação elétrica deve conter dispositivos que possibilitem a organização e proteção dos cabos, bem como impedir a energização acidental. Portanto, deve-se organizar os cabos de forma adequada e protegê-los por meio de canaletas ou outros dispositivos mecânicos.</p>
3	Identificação inadequada	Ausência de identificação nos dispositivos elétricos	<p>Considerando o médio grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.1.5, dispõe que todos os componentes do painel devem ser identificados com clareza, utilizando etiquetas ou placas de identificação.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.9, letra “c”, exige a descrição e aplicação física de identificações nos circuitos elétricos e seus componentes.</p> <p>Portanto, deve-se identificar claramente os componentes do painel para facilitar a manutenção e operação.</p>

4	Instalação inadequada	Inexistência de uma bandeja adequada para organização dos cabos de força	<p>Considerando o baixo grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.2.10, dispõe que os cabos de saída devem ser organizados de maneira lógica, permitindo manutenção eficiente e operação segura.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.3.2, letra “c”, reforça a importância de organização clara dos cabos, prevenindo riscos durante operações.</p> <p>Portanto, deve-se organizar os cabos de saída de forma lógica e acessível.</p>
5	Instalação inadequada	Tc instalado de forma inadequada	<p>Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 6.1.13, determina que todos os equipamentos elétricos, incluindo os TCs (Transformadores de Corrente), sejam instalados em bases sólidas e adequadas, assegurando sua estabilidade e funcionamento seguro, além de evitar danos mecânicos ou elétricos causados por fixações inadequadas.</p> <p>Ainda, a NR-10, de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.4.4, dispõe que a instalação de equipamentos elétricos deve ser realizada de forma a evitar movimentações ou quedas, garantindo a segurança dos trabalhadores e a operação eficiente do sistema.</p> <p>Portanto, deve-se fixar os TCs em uma base sólida e adequada, eliminando qualquer risco de instabilidade ou falhas operacionais.</p>
6	Segurança	Ausência de bobina de disparo	<p>Considerando o alto grau de risco, conforme a NBR 5410:2004, Seção 5.6.5, determina que sejam previstos dispositivos de desligamento de emergência, como bobinas de disparo, para desenergizar o circuito em situações de risco, garantindo segurança operacional e prevenir acidentes.</p> <p>Ainda, a NR-10 de 08 de junho de 1978, e a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, no item 10.2.8.2, reforça que sistemas de comando e dispositivos de emergência devem ser instalados em conformidade com os princípios de segurança previstos no projeto elétrico.</p> <p>Portanto, deve-se instalar uma bobina de disparo no painel elétrico, assegurando o desligamento imediato em situações de emergência.</p>

No painel 5 as observações são as mesmas dos painéis já analisados, portanto, não carecendo de análise visual ou qualquer outra observação relevante como foi constatado no momento da visita *in loco*. Deste modo a seção a seguir dedicar-se-á à discussão dos resultados relevantes para a pesquisa.

4.2.6 Pontos observados que podem aumentar a eficiência dos processos

A análise e discussão dos dados com base no mapa de risco foi possível visualizar os processos industriais e atender **objetivo específico 4**, responder a pergunta problema indicar sugestões para adequar o sistema de segurança da indústria, melhorar os riscos de acidentes e a eficiência do trabalho no ambiente. Neste contexto, resgata-se a **pergunta problema**, como a investigação do ambiente industrial com base nos painéis elétricos pode contribuir para a melhoria dos resultados dos processos da empresa, reduzir riscos de acidentes de trabalho e melhorar a eficiência, conforme as normas NR-10 e NBR-5410?

Para responder a pergunta formulada foi indispensável considerar o fluxo de processo da inspeção dos painéis elétricos no momento da visita. Ao chegar na empresa, o gestor da área explicou que na empresa existe um procedimento padronizado e documentado para a avaliação dos painéis elétricos, evidenciado pela utilização de uma ficha de inspeção de rota para verificação da parte elétrica que detalha as tags dos painéis, o maquinário que está associado e inclui observações a serem verificadas pelos inspetores.

A ficha de inspeção das máquinas e equipamentos da empresa deve ser devidamente preenchida e tratada como uma atividade importante, pois essa ação evita falhas de registro ou omissão de detalhes, como temperatura, vibração e ruído de componentes específicos.

O não cumprimento dessas diretrizes legais compromete a segurança e a eficácia das manutenções, infringindo as exigências de controle e registro estabelecidas pela NR-10 no item 10.2, letras “c e g”, i que trata das medidas de controle, no item 10.4 que trata da segurança na operação e manutenção, em especial os itens 10.4.3.1, onde descreve que os equipamentos, dispositivos e ferramentas que possuam isolamento elétrico devem estar adequados às tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados de acordo com as regulamentações existentes ou recomendações dos fabricantes, o item 10.4.4 e 10.6.1 descrevem respectivamente que as

instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes na empresa.

NR-10 explica que [...] As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada ou superior a 120 Volts em corrente contínua somente podem ser realizadas por trabalhadores que atendam ao que estabelece o item 10.8 desta Norma que especifica sobre habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores em toda a sua amplitude, e ainda, o anexo III que trata dos treinamentos e cursos básicos sobre segurança em instalações e serviços com eletricidade.

Essa documentação é abrangente e contempla todos componentes básicos dos painéis elétricos, como por exemplo, disjuntores, contadores, sistemas de iluminação e trancas, e demais itens observados no mapa de risco, foi identificado que a aplicação desse processo no dia a dia pode ser inconsistente, e acontece somente em períodos específicos de fiscalização.

O gestor explicou ainda, que na medida do possível a empresa vem se adequando às diretrizes estabelecidas na NR-10 para a segurança em instalações e serviços em eletricidade. Nesta situação, é fundamental as adequações, pois as inspeções são rigorosas e documentadas adequadamente para garantir a segurança dos trabalhadores e a integridade das instalações. Mas fez a ressalva que no dia a dia é difícil fazer com que os trabalhadores adotem as práticas conforme previsto na norma e enfatiza que todas as inspeções na empresa são conduzidas por profissionais qualificados e que todos os registros são completos e precisos.

A seguir elenca-se os principais pontos críticos identificados e discutidos no mapa de risco, e que uma vez implementados podem reduzir os riscos de acidentes de trabalhos, contribuir para a melhoria dos resultados da empresa e melhorar a eficiência dos processos como descritos a seguir.

A adequação deve começar pelo fluxo do processo de distribuição de energia que inicia nos painéis e os mesmos funcionavam de forma precária no dia da visita e da entrevista. Sugere-se elaborar o planejamento das manutenções de todas as instalações da indústria. As manutenções podem reduzir as paradas inesperadas para as manutenções corretivas obrigatórias e conseqüentemente melhoram o resultado da produção.

Com o planejamento das manutenções resolve-se também a situação dos painéis elétricos que estavam danificados sem trancas e sem ficha de inspeção, fato que dificulta o controle do acesso ao painel e resolução de possíveis problemas. Sugere-se manter a ficha no local adequado no ambiente industrial, como manda a normativa e não no escritório, pois essa prática pode aumentar a gravidade e a frequência desse risco. Desta maneira, é possível melhorar os resultados da empresa, reduzir custos operacionais e riscos de acidentes de trabalho e melhorar a eficiência dos processos.

Esta sugestão inclui ao observar a NR-10, item 10.1.2 que descreve [...] transmissão, distribuição e consumo, incluindo [...] 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.

A NR-10 no item 10.4.2 mostra que nas atividades referidas devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto a altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança. Esta norma deve ser aplicada em consonância com a NR-12 item 12.11.1 que explicita que as máquinas e equipamentos devem ser submetidos a manutenções na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, e deve ser realizada por profissional legalmente habilitado ou por profissional qualificado, conforme as normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis.

Este processo é um ponto crítico da empresa, pois o seu ritmo de trabalho dificulta a interrupção da produção para realizar as manutenções, seja preventiva ou preditiva, considerando que os custos das máquinas paradas são elevados, fazendo com que a empresa trabalhe basicamente com as manutenções corretivas. Esta situação é amparada na visão Verri (2011) na obra “Sucesso em Paradas de Manutenção” mostrando que é essencial que as empresas adotem uma abordagem estratégica para a gestão de paradas de produção, devido às dificuldades inerentes e aos custos significativos associados a essas intervenções.

Para Verri (2011) a chave para superar esses desafios está no planejamento detalhado que considera todos os aspectos de produção, logística e operacional, para minimizar os

impactos e garantir a continuidade do processo produtivo. Além deste ponto, o autor destaca a necessidade de qualificação do pessoal, a adoção de técnicas da mentalidade enxuta, melhores formas de contratação e, principalmente, a disciplina de todos os segmentos da empresa envolvidos na parada. Considerando que esse é um evento crucial em plantas industriais de processamento contínuo que operam 24 horas por dia, sete dias por semana.

Em relação às ações de conscientização profissional e de mudança da cultura no ambiente industrial o gestor relatou uma ação bem tímida e sem convicção de comunicação formal da empresa por meio de folder relatando algumas ocorrências do dia a dia para conscientizar sobre a necessidade de seguir as normas orientadas no treinamento admissional, mas por se tratar de mudança cultural, recomenda-se ações contínuas com treinamentos rápidos e que envolva todos os trabalhadores da indústria. A estrutura dos treinamentos é retratada no anexo III que trata sobre treinamento em instalações e serviços com eletricidade.

As ações de conscientização e mudança cultural devem ir além do treinamento de segurança do trabalho durante a integração de novos trabalhadores. Sugere-se usar na rotina diária as ferramentas de gestão para trazer as normas previstas na NR-10, item 10.2 que trata das medidas de controle em sua letra “d” esclarece que os trabalhadores devem apresentar os documentos comprobatórios da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados. Portanto, a empresa adota essa prática no momento da ambientação do trabalhador.

As observações das pesquisadoras e a entrevista com o gestor deixou claro que além desse treinamento não há uma iniciativa contínua de conscientização ao longo do ano. O que existe são conversas pontuais em ocasiões críticas e distribuição de *folders* sem qualquer outra ação, essa limitação compromete o funcionamento da indústria pela ausência de práticas de conscientização que asseguram a internalização por parte dos trabalhadores da linha de produção.

Portanto, o treinamento inicial insuficiente para sustentar uma cultura sólida de segurança e saúde no trabalho. Essa constatação, mostrou que este é um dos processos que eleva custos e reduz a produtividade em função de licenças médicas que poderiam ser evitadas. Por outro lado, a NR-1 exige que as empresas industriais garantam a conscientização dos

trabalhadores sobre os riscos ocupacionais e as medidas de segurança, incluindo a realização de treinamentos e campanhas de conscientização.

Mas conscientização cabe ao trabalhador e também ao empregador, uma vez que o trabalhador deve cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde no trabalho, inclusive as ordens de serviço expedidas pelo empregador, razão pela qual ele se submeter aos exames médicos previstos nas NR, e que ele deve colaborar com a organização na aplicação das NR, além de usar o equipamento de proteção individual fornecido pelo empregador.

O gestor tem consciência da necessidade de realizar o básico contemplado na NR-1, item 1.4.4 que descreve que todo trabalhador, ao ser admitido ou quando mudar de função que implique em alteração de risco, deve receber informações sobre os riscos ocupacionais que existam ou possam originar-se nos locais de trabalho, os meios para prevenir e controlar tais riscos, as medidas adotadas pela organização, os procedimentos a serem adotados em situação de emergência; e os procedimentos a serem adotados, em conformidade com os subitens 4.3 e 1.4.3.1.

Em relação ao mapa de risco dos painéis elétrico os pontos críticos identificados são: necessidade de identificação clara dos circuitos, instalações carecem de organização e uso de canaletas, pois os cabos ficam expostos, identificação clara dos circuitos: ausência de placas de identificação nos disjuntores ou circuitos, tornar o *layout* da organizada funcional, painéis com acúmulo de poeira, sujeira e outros contaminantes, espaço para manobra insuficiente entre os componentes dos painéis, ausência de conexão à terra (aterramento), isolamento: fios descascados, quebrados ou sem isolamento adequado, proteção das partes quentes dos painéis ausentes, a planta necessita de rotina para fluxo de funcionamento, padrão para as conexões elétricas, padrão para o sistema de identificação nos dispositivos elétricos, padrão para instalação mecânica dos equipamentos, risco de contaminação e de superaquecimento.

Após a identificação dos pontos críticos encontrados no mapa de risco dos painéis, recomenda-se uma ação de documentação das rotinas e processos usados nos ambientes energizados e não energizados em conjunta em paralelo ao planejamento das manutenções, deste modo é possível melhorar o desempenho da área de produção, melhorar a eficiência das

máquinas e equipamentos e conseqüentemente a melhoria nos resultados financeiros, uma vez que os processos ganham fluidez e consistência.

A descrição das rotinas inclui as observações da NR-10, item 10.1.2 sobre [...] transmissão, distribuição e consumo, incluindo [...] 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.

A da NR-10 no item 10.4.2 mostra que nas referidas atividades devem ser adotadas medidas de controle dos riscos adicionais, especialmente quanto a altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança. Esta norma deve ser aplicada em consonância com a NR-12 item 12.11.1 que explicita que as máquinas e equipamentos devem ser submetidos a manutenções na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, e deve ser realizada por profissional legalmente habilitado ou por profissional qualificado, conforme as normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis.

A investigação dos painéis elétricos no ambiente empresarial revelou-se uma ferramenta essencial para adequar os processos industriais, reduzir riscos de acidentes e melhorar a eficiência do trabalho. Por meio de inspeções detalhadas, fundamentadas nas normas NR-10 e NBR-5410, foi possível identificar situações de risco, propor melhorias e reforçar práticas de manutenção preventiva, preditiva e corretiva. Essa abordagem está alinhada com a necessidade de uma gestão eficaz dos riscos, conforme destacado por Lamattina e Morais (2024), que ressalta que a "gestão de segurança do trabalho é uma disciplina construída sobre atividades fundamentais, incluindo a identificação e avaliação de riscos e o desenvolvimento de estratégias preventivas".

A aplicação rigorosa dessas normas, aliada a um plano de manutenção estruturado e à organização dos cabos e condutores, demonstrou como as condições dos painéis impactam diretamente na segurança e na confiabilidade dos sistemas produtivos. Nesse sentido, Choze (2024) destaca que "programas de inspeção em áreas críticas da empresa são essenciais para identificar perigos antes que acidentes ocorram, contribuindo diretamente para a segurança operacional".

Para a empresa, o trabalho representa um guia para a implementação de práticas seguras e eficientes, abrangendo treinamento de equipes, auditorias periódicas e ações de conscientização. Essas medidas, como programas de gerenciamento de riscos elétricos e palestras, são reforçadas por Lamattina e Morais (2024), que afirmam que "a conscientização e capacitação dos trabalhadores são pilares para uma cultura de segurança eficaz". Além disso, a organização de iniciativas como prontuários acessíveis e a ampliação de ações educativas promove a conformidade normativa e melhora o desempenho global da operação.

No âmbito acadêmico, o estudo contribui ao trazer um modelo prático de aplicação das normas, promovendo discussões sobre a interseção entre segurança, eficiência e gestão industrial. Choze (2024) observa que a "relação entre segurança industrial e a prática de inspeções periódicas e treinamentos fomenta a criação de ambientes mais seguros e produtivos". Essa análise não apenas subsidia a criação de materiais educativos, mas também incentiva debates sobre a relevância das normas técnicas no ambiente industrial.

Dessa forma, a análise se destaca como um referencial tanto para o aprimoramento das práticas empresariais quanto para a produção de novos conhecimentos na área de engenharia elétrica e gestão de segurança, consolidando a integração entre teoria e prática como ferramenta de desenvolvimento sustentável no setor industrial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo investigar as relações entre o ambiente industrial com base nos painéis elétricos e melhorias nos resultados dos processos da empresa com a redução de riscos de acidentes de trabalho e aumento na produção, considerando como referência a norma NR-10 e NBR-5410. O estudo realizado foi abordagem qualitativa com base na revisão literatura não enfatizando o que preconiza as normas regulamentadora e a Norma Brasileira que define as regras que parametrizam as práticas de trabalho em ambientes energizados.

Com base na discussão dos resultados que evidenciou a necessidade de implantar rotinas no processo de inspeção e manutenção de forma estruturada na empresa. Porque a ausência de rotinas para cada um dos processos provocam inconsistências na execução diária, riscos operacionais e de segurança das instalações elétricas. Essa situação conforme consta na análise dos resultados e da discussão realizada usando o mapa de risco que relatou uma série de não conformidades nas rotinas relacionadas aos painéis elétricos, e que indica necessidade de adequações às normas regulamentadoras vigentes no país.

Considerando que a análise e discussão dos dados revelou que, embora a empresa faça um esforço significativo para seguir as diretrizes das normas NR-10 e NBR-5410, a aplicação dessas práticas na rotina de trabalho necessita de ajustes no sistema de maneira que evite as paradas forçadas das máquinas e equipamentos que elevam os custos de produção. Portanto, é a adequação que pode garantir a eficácia dos processos de trabalho, segurança e saúde no trabalho, a melhoria na produção e por conseguinte a melhoria no resultado da empresa

A implementação de um programa de manutenção preventiva e preditiva para eliminar as paradas forçadas com o objetivo de fazer as manutenções corretivas, deve-se ainda, implementar o processo de inspeção nos painéis elétricos, e desta maneira, melhorar o sistema de controle das rotinas de trabalho e conseqüentemente elevar a qualidade de vida dos trabalhadores com a redução dos acidentes de trabalho. São essas recomendações que podem provocar a melhoria nos resultados por meio da eficiência dos processos produtivos.

Considere que a descrição das rotinas inclui as observações da NR-10, item 10.1.2 sobre [...] transmissão, distribuição e consumo, incluindo [...] operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. Essas rotinas provocam ganhos significativos em termos de segurança, redução de custos operacionais, e aumento da produtividade.

É importante considerar que ao implementar as sugestões descritas neste estudo, além das práticas operacionais que reduzem as falhas no processo, os custos operacionais, os custos com afastamentos, licenças médicas e absenteísmo, pode ainda, por meio de ações rápidas e contínuas elevar o nível de conscientização dos trabalhadores e evitar problemas futuros de ordem legal com a fiscalização.

Este estudo é importante para o mercado por indicar meios operacionais para melhorar o sistema de trabalho, a produtividade e a redução de custos decorrentes de acidentes de trabalho, por provocar uma discussão sobre conformidade usando as normas NR-10 que trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade e NBR-5410 estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens em instalações elétricas industriais.

Neste estudo constatou-se que a adoção das normas vai além de uma obrigação legal, sendo essencial para garantir a segurança dos trabalhadores da indústria e manter a eficácia operacional das empresas. Além de possibilitar a análise da importância do tema tanto para a academia quanto para o mercado, em especial para aquelas empresas que desejam realizar a adequação de seus sistemas elétricos conforme às normas.

Para estudos acadêmicos, esse tema permite aprofundar o conhecimento sobre as melhores práticas de segurança em instalações elétricas, destacando a relação entre teoria e prática no ambiente industrial. A aplicação das normas NR-10 e NBR-5410 não só promove a segurança no local de trabalho, mas também contribui para a formação de profissionais capacitados, capazes de identificar riscos, implementar melhorias e otimizar processos.

É um tema vital para estudantes e pesquisadores, pois o tema é de grande relevância, e envolve tanto o conhecimento técnico como prático, envolve também o sistemas de gestão da segurança, a interação entre normas legais e operações industriais, com o objetivo de reduzir acidentes de trabalho e promover a sustentabilidade das atividades empresariais.

Para os donos de empresas, a realização da adequação às normas NR-10 e NBR-5410 em painéis elétricos é uma ação estratégica de longo prazo que traz diversos benefícios. A primeira e mais evidente vantagem é a garantia da segurança dos trabalhadores, que, nas operações diárias em instalações elétricas adequadas, estão protegidos contra riscos como choques elétricos, incêndios e outros acidentes, que poderiam ter consequências graves tanto para os empregados quanto para os empregadores, visto em situações mais graves paralisam as operações da empresa. Além disso, o cumprimento das normas evita problemas com a fiscalização e possíveis penalidades, assegurando que a empresa esteja em conformidade com a legislação vigente.

6 REFERÊNCIAS

Almeida, S. A.; Lima, J. C.; Dias, M. A. **Fatores de risco elétrico em indústrias metalúrgicas: uma análise quantitativa.** *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, v. 23, n. 4, p. 875-887, 2021.

Almeida, P. S. de. *Manutenção mecânica industrial*. São Paulo: Érica, 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro, 2004.

Associação da Indústria Brasileira (CNI). **Mapa da indústria: o que é?** Disponível em: <https://www.mapadaindustria.cni.com.br/o-que-e>. Acesso em: 31 mai. 2024.

Bardin, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora n.º 1 – Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais*. Portaria GM n.º 3.214, de 8 de junho de 1978.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora n.º 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade*. Portaria GM n.º 3.214, de 8 de junho de 1978.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora n.º 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)*. Portaria GM n.º 3.214, de 8 de junho de 1978.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora n.º 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)*. Portaria GM n.º 3.214, de 8 de junho de 1978.

Choze, R. B. *Segurança industrial: safety e security*. Brasília: Equipe Técnica de Avaliação, Revisão Linguística e Editoração, 2024.

Cisz, C. R. *Conscientização do uso de EPI's, quanto à segurança pessoal e coletiva*. 2015. 44 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Drath, R.; Horch, A. **Industrie 4.0: Hit or hype?** *IEEE Industrial Electronics Magazine*, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

Ferreira, A. C.; Silva, R. M.; Gomes, X. Y. **Identificação e avaliação de riscos elétricos em painéis de controle industrial: um estudo de caso.** In: *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Elétrica*, Fortaleza, CE, Brasil, 2020.

Hermann, M.; Pentek, T.; Otto, B. **Design principles for Industrie 4.0 scenarios**. In: *Hawaii International Conference on Systems Science*, 2016. p. 3928-3937.

Kardec, A.; Nascif, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2009.

Lamattina, A. de A.; Morais, R. C. R. **Guia prático para técnicos**. Formiga (MG): Editora MultiAtual, 2024.

Lasi, H. et al. Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

Mason, J. Mixing methods in a qualitatively driven way. *Qualitative Research*, v. 6, n. 1, p. 9-25, 2006.

Rocha, H.; Silva, J. A.; Roto, J. R.; Santana, P. M. M. **Segurança do trabalho: a importância do uso de EPI**. 2022. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/9776>. Acesso em: 16 nov. 2024.

Santos, C. A.; Souza, M. R.; Pereira, L. F. **Avaliação da segurança de painéis elétricos industriais com base na Norma NR-10**. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Segurança do Trabalho*, Joinville, SC, Brasil, 2023.

Silva, A. C.; Oliveira, J. M.; Costa, F. S. **Análise de risco de instalações elétricas em indústrias químicas**. *Revista Brasileira de Segurança do Trabalho*, v. 13, n. 24, p. 45-52, 2022.

Silva, R. M. da; Santos Filho, D. J.; Miyagi, P. E. **Modelagem de sistema de controle da Indústria 4.0 baseada em Holon, Agente, Rede de Petri e Arquitetura Orientada a Serviços**. In: *XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, Natal, 2015

Souza, L. C. de; Melo, F. X. de. **A importância do uso de EPI na prevenção de acidentes**. *Diálogos Interdisciplinares*, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.edu.br/index.php/dialogos/article/view/857>. Acesso em: 16 nov. 2024.

Verri, L. A. **Sucesso em paradas de manutenção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2011.

Willich, J. **Inspeção: o que é e sua importância para a empresa.** Disponível em: <https://www.produtivo.com.br/blog/guia-da-inspecao/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

Yin, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos.* Porto Alegre: Bookman, 2015.