

apter]quadroloaQuadro



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ISADORA BARROS SILVA

**ESTUDO DE CASO: RETROFIT DE QUADROS ELÉTRICOS COM
ADEQUAÇÃO À NR-10 DE UMA INDÚSTRIA DE GALVANIZAÇÃO**

TUCURUÍ

2024

ISADORA BARROS SILVA

**ESTUDO DE CASO: RETROFIT DE QUADROS ELÉTRICOS COM
ADEQUAÇÃO À NR-10 DE UMA INDÚSTRIA DE GALVANIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como requisito parcial para a obtenção de
grau de Bacharel em Engenharia Elétrica,
pela Universidade Federal do Pará.

Orientador:
Prof. Dr. Ewerton Ramos Granhen.

TUCURUÍ

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

B277e Barros Silva, Isadora.
ESTUDO DE CASO: RETROFIT DE QUADROS
ELÉTRICOS COM ADEQUAÇÃO À NR-10 DE UMA
INDÚSTRIA DE GALVANIZAÇÃO / Isadora Barros Silva. —
2024.
28 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Ewerton Ramos Granhen
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí,
Faculdade de Engenharia Elétrica, Tucuruí, 2024.

1. Adequação de quadros elétricos. 2. Conformidade
com a NR-10. 3. Instalação Elétrica Industrial. 4.
Segurança em instalações elétricas. I. Título.

CDD 621.31098115

ISADORA BARROS SILVA

**ESTUDO DE CASO: RETROFIT DE QUADROS ELÉTRICOS COM
ADEQUAÇÃO À NR-10 DE UMA INDÚSTRIA DE GALVANIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Elétrica, pela Universidade Federal do Pará.

Data de aprovação: 27/11/2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ewerton Ramos Granhen
Orientador - FEE/CAMTUC/UFPA

Prof. Dr. Davi Carvalho Moreira
Avaliador Interno - FEE/CAMTUC/UFPA

Eng. Wallace Farias
Avaliador Externo - EATE – Empresa
Amazonense de Transmissão de Energia

TUCURUÍ

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

TÍTULO:

ESTUDO DE CASO: RETROFIT DE QUADROS ELÉTRICOS COM ADEQUAÇÃO À NR-10 DE UMA INDÚSTRIA DE GALVANIZAÇÃO

DISCENTE: ISADORA BARROS SILVA

MATRÍCULA: 201333940029

#	BANCA EXAMINADORA	CONDIÇÃO
1	<i>Prof. Dr. Ewerton Ramos Granhen, FEE/CAMTUC/UFPA</i>	Orientador
2	<i>Prof. Dr. Davi Carvalho Moreira, FEE/CAMTUC/UFPA</i>	Membro
3	<i>Eng. Wallace de Farias Serrão, EATE – EMPRESA AMAZONENSE DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA</i>	Membro

Data da Defesa: 27/11/2024

Hora Início: 15:05

Hora Término: 15:37

Trabalho Escrito (0 a 10 pontos por critério)	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3
Formatação	8,5	9,5	9,5
Linguagem (gramática e semântica)	8,0	9,0	9,0
Conteúdo técnico	9,5	9,5	10,0

Defesa Oral (0 a 10 pontos por critério)	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3
Sequência lógica de apresentação	9,5	9,5	9,5
Administração do tempo	10	10	10
Expressão oral	10	10	10
Domínio do tema	10	10	10

Média por examinador	9,3	9,6	9,6
Média Final	9,5		
Conceito Final	EXCELENTE		



Documento assinado digitalmente
EWERTON RAMOS GRANHEN
Data: 27/11/2024 18:22:23-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Tucuruí-PA, 27/11/2024.

Orientador



Documento assinado digitalmente
DAVI CARVALHO MOREIRA
Data: 27/11/2024 19:24:49-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Membro



Documento assinado digitalmente
WALLACE DE FARIAS SERRAO
Data: 28/11/2024 09:28:47-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Membro

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo amor incondicional e pelo apoio em todas as etapas da minha vida. À minha família, por sempre acreditar no meu potencial e me incentivar a alcançar meus objetivos. Ao meu esposo que sempre me apoiou e não me deixou desistir. Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado e a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Aos meus pais Ana Maria e Cláudio Marques, meus irmãos e meus familiares, pelo suporte incondicional e pelos ensinamentos que me conduziram até este momento. Ao meu esposo Piaga Franco por sempre está ao meu lado e sempre me apoiar. Ao meu orientador, Ewerton Granhen, pela paciência, orientação e comprometimento, que foram essenciais para a realização deste trabalho. Aos amigos da UFPA Wallace, Allan, Anne, Yuri e aos colegas de curso, por compartilharem momentos de aprendizado e desafios, fortalecendo essa trajetória. Não posso esquecer de agradecer a mim por ter a paciência e esse trabalho e todas as matérias, e todos que acreditaram no meu potencial, meu mais profundo agradecimento.

RESUMO

Neste trabalho, é apresentado o relatório de estágio, desenvolvido durante o período de 17/06/2024 a 30/07/2024, durante a execução do estágio supervisionado, sob supervisão do Eng.º. Allan Silva Junior. Este trabalho foi elaborado seguindo a resolução nº1/2024 da Faculdade de Engenharia Elétrica - CAMTUC, que regulamenta os termos da flexibilização do Trabalho de Conclusão de Curso na IN nº5/2023 da PROEG-UFPA. Neste trabalho, apresenta um projeto desenvolvido como atividade do estágio supervisionado, onde foi planejado e acompanhado a adequação de 36 quadros elétricos de uma planta industrial do ramo de galvanização, com o objetivo de garantir conformidade com a Norma NR-10. Os quadros estão distribuídos entre comando, distribuição e tomadas. A metodologia aplicada incluiu, inicialmente, a elaboração de um checklist para avaliar a taxa de conformidade com a NR-10, sob a orientação do supervisor de estágio. Posteriormente, foram planejadas as atividades de adequação e, em campo, acompanhou-se a execução das atividades. Também foram desenvolvidos quadros de carga, diagramas unifilares e, por fim, foi elaborado um relatório final, documentando a taxa de conformidade após a adequação e a entrega dos quadros.

Palavras-chave: Adequação de quadros elétricos; Conformidade com a NR-10; Instalação Elétrica Industrial; Segurança em instalações elétricas.

ABSTRACT

In this work, the internship report is presented, developed during the period from 06/17/2024 to 07/30/2024, during the execution of the supervised internship, under the supervision of Eng.^o Allan Silva Junior. This work was prepared following resolution n^o1/2024 of the Faculty of Electrical Engineering - CAMTUC, which regulates the terms of the flexibility of the Course Conclusion Work in IN n^o5/2023 of PROEG-UFPA. The project consisted of planning and monitoring the adequacy of 36 electrical panels in an industrial galvanization plant to ensure compliance with NR-10 safety standards. The panels were categorized into control, distribution, and socket panels. The applied methodology began with the creation of a checklist to evaluate the compliance rate with NR-10. Subsequently, adequacy activities were planned and monitored in the field. The process also involved the development of load panels and single-line diagrams. Finally, a final report was prepared, documenting the achieved compliance rate and the delivery of the adapted panels.

Keywords: *Electrical panel adequacy; NR-10 compliance; Industrial electrical installations; Electrical safety.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo Checklist	16
Figura 2 – Quadro de Comando antes da adequação	18
Figura 3 – Quadro de Distribuição e Comando antes da adequação	19
Figura 4 – Quadro de Tomadas antes da adequação	20
Figura 5 – Quadro de Comando depois da adequação	21
Figura 6 – Quadro de Distribuição depois da adequação	22
Figura 7 – Quadro de Comando depois da adequação	22
Figura 8 – Quadro de Tomadas depois da adequação	23
Figura 9 – Diagrama Unifilar	24
Figura 10 – Quadro de Carga	25

SUMÁRIO

1	TEXTO DE APRESENTAÇÃO	11
	ANEXO A – RELATÓRIO DE ESTAGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NA EMPRESA TESSERATO ENGENHARIA ELÉTRICA	13
A.1	Fundamentos Teóricos	13
A.2	Justificativa e Objetivos	14
A.3	Processos e Atividades	15
A.4	Resultados	21
A.5	Considerações Finais	26
	Referências	27

1 TEXTO DE APRESENTAÇÃO

No presente trabalho, discute-se a adequação de quadros elétricos em uma planta industrial de galvanização, visando assegurar a conformidade com as normas vigentes, como a NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) e a NBR 5410 (Norma Brasileira de Instalações Elétricas em Baixa Tensão). Esse processo busca garantir a segurança no ambiente de trabalho e minimizar os riscos de acidentes elétricos. Profissionais como eletricitas, técnicos em eletrotécnica e engenheiros eletricitas frequentemente interagem com painéis elétricos, e a falta de conformidade com as normas podem aumentar os riscos de acidentes, incluindo choques elétricos fatais e interrupções em processos produtivos devido à falha no fornecimento de energia (RODRIGUES et al., 2017).

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas ações práticas e documentais, fundamentais para o cumprimento dos objetivos propostos, no contexto do estágio supervisionado. As atividades envolveram a realização de inspeções técnicas detalhadas, o planejamento estratégico das ações necessárias para a adequação dos quadros elétricos, acompanhamento sistemático das intervenções realizadas em campo e a elaboração de relatórios técnicos documentaram cada fase do projeto.

As atividades descritas neste documento foram realizadas durante o estágio supervisionado na empresa Tesserato Engenharia Elétrica, especializada na prestação de serviços nas áreas de Engenharia Elétrica e Segurança no Trabalho. Localizada em Joinville, Santa Catarina, a empresa atende às regiões Sul e Sudeste do Brasil. O estágio ocorreu entre os dias 17 de junho e 30 de julho de 2024, no setor de engenharia da empresa, sob a supervisão do engenheiro eletricista Allan Silva Junior.

Através do estágio supervisionado, foi possível adquirir uma visão prática e detalhada das atividades e dos conteúdos teóricos aprendidos durante o curso de Engenharia Elétrica, especialmente nas disciplinas de instalações elétricas industriais e sistemas elétricos de potência. Essa experiência permitiu o estudo e a aplicação de normativas do setor, que são fundamentais para garantir a segurança e a eficiência das instalações elétricas. O envolvimento nas atividades contribuíram para o desenvolvimento de competências essenciais para o mercado de trabalho, incluindo a capacidade de implementar soluções técnicas, interpretar projetos elétricos e atender às exigências legais e normativas.

Apesar dos conhecimentos adquiridos, surgiram desafios, como a necessidade de lidar com quadros elétricos fora dos padrões NR-10, a falta de informações da empresa contratante e a gestão de uma equipe mista. Esses obstáculos evidenciaram a importância de um planejamento detalhado e acompanhamento contínuo para garantir a conformidade e segurança. Como melhorias, recomendou-se a contratante a implementação de um

plano de ação, constando a inclusão do relatório dos quadros no Prontuário de Instalações Elétricas (PIE), a capacitação da equipe interna e a adoção de planos de manutenção preventiva, evitando intervenções corretivas não programadas realizadas sem materiais e procedimentos adequados.

O trabalho em questão foi apresentado como parte integrante do Trabalho de Conclusão de Curso, por meio de uma estratégia de flexibilização, definida pela INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 05/2023 – PROEG/UFGA, e a utilização do trabalho com o objetivo proposto, tem autorização da empresa cedente do estágio, e anuência do colegiado da Faculdade de Engenharia Elétrica.

ANEXO A – RELATÓRIO DE ESTAGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NA EMPRESA TESSERATO ENGENHARIA ELÉTRICA

A.1 Fundamentos Teóricos

No campo da engenharia elétrica, especialmente em ambientes industriais, a segurança em sistemas elétricos é uma prioridade para garantir a integridade dos trabalhadores e a estabilidade das operações. No Brasil, a Norma Regulamentadora NR-10, instituída pelo Ministério do Trabalho e Emprego em 1978, estabelece uma série de requisitos de segurança obrigatórios para instalações e atividades com eletricidade (BRASIL, 2004). Esses requisitos englobam medidas de controle, como sinalização e uso de equipamentos de proteção, além de procedimentos específicos que visam evitar acidentes durante a operação e a manutenção de sistemas elétricos (ROCHA; PACHECO; PINHEIRO, 2022).

A norma sofreu quatro revisões desde sua implementação, destacando-se duas delas por sua importância. A primeira, ocorrida em 2004, foi impulsionada pela necessidade de atualizar a norma em relação aos avanços tecnológicos do setor desde sua versão original, além de responder ao aumento dos acidentes de trabalho no Brasil. A segunda revisão significativa, realizada em 2019, resultou em uma ampliação considerável dos requisitos legais referentes à capacitação, além de esclarecer os direitos e deveres tanto das empresas quanto dos trabalhadores (AMARAL et al., 2023).

Dentro das principais obrigações das empresas em relação à segurança das instalações elétricas, a NR-10 estabelece a necessidade de manutenção da documentação técnica atualizada, criação do Prontuário de Instalações Elétricas, capacitação e treinamento dos trabalhadores, disseminação contínua de instruções e informações sobre o trabalho com eletricidade, proposição de medidas preventivas e elaboração de plano de emergência em casos de acidente (BRASIL, 2004).

Para alcançar a conformidade com a NR-10, é necessário observar normas complementares que regulam os aspectos técnicos das instalações. A ABNT NBR 5410 é uma dessas normas fundamentais, pois define critérios detalhados para o projeto, execução, inspeção e manutenção de instalações elétricas de baixa tensão, limitada até 1000 V em corrente alternada (até 400 Hz) e 1500 V em corrente contínua, de forma a garantir a segurança de pessoas e animais, funcionamento adequado das instalações elétricas e a proteção de bens materiais (ABNT, 2004).

De acordo com (AMARAL et al., 2023), além da NBR 5410, as principais normas brasileiras da área elétrica que referenciam a NR-10, são listadas:

- NBR-14039, que infere técnicas para instalações de média tensão até 36,2 kV;
- NBR-5418, que apresenta as normativas para instalações elétricas em atmosferas explosivas;
- NBR-5419 para proteção contra descargas elétricas atmosféricas;
- NBR-8674 para proteção contra incêndios em transformadores.

Na bibliografia ([FILHO, 2013](#)), é destacada a importância de garantir que quadros elétricos estejam sempre adequados às normas para prevenir incidentes. Quadros elétricos são elementos centrais na distribuição e controle de energia e, se não forem conformes às normas, podem representar sérios riscos, como choques elétricos e incêndios. O autor ressalta a necessidade de uma abordagem estruturada para a adequação desses componentes, recomendando o uso de inspeções frequentes, o desenvolvimento de diagramas unifilares e o planejamento de atividades de manutenção. Esse processo contribui para que os quadros elétricos estejam sempre alinhados com as exigências normativas, oferecendo segurança e eficiência.

Ambas as normas estabelecem a obrigatoriedade de realizar inspeções e manutenções periódicas nas instalações elétricas, bem como documentar essas atividades. Essa documentação é essencial para garantir a regularidade das intervenções e manter um histórico detalhado das informações, contribuindo para a confiabilidade da instalação ao longo do tempo ([LIMA; LAGE, 2019](#)). Nesse contexto, destaca-se a importância de elaborar laudos técnicos, que permitem avaliar as condições dos componentes da instalação e identificar a necessidade de manutenção ou substituição dos mesmos.

A.2 Justificativa e Objetivos

A adequação dos quadros elétricos de uma planta à Norma NR-10 é de extrema importância para reduzir os riscos de acidentes e assegurar um ambiente de trabalho seguro para os funcionários que operam próximos a equipamentos de alta potência. Uma planta industrial geralmente possui processos complexos que dependem de uma infraestrutura elétrica confiável, pois qualquer falha pode comprometer a continuidade da operação e resultar em elevados custos de manutenção e paralisação das atividades. Dessa forma, a conformidade com a NR-10 não é apenas uma exigência legal, mas também um fator essencial para o bom funcionamento e a sustentabilidade econômica da planta.

Além disso, a adequação às normas de segurança elétrica minimiza potenciais custos com indenizações e reparos, enquanto reforça a imagem da empresa em relação ao seu compromisso com a segurança e o bem-estar dos colaboradores. Outro ponto a ser levado em questão é que muitas empresas estão procurando fornecedores que atendem a normas de qualidades internacionais como a ISO 9001, que embora não faça referência

direta à NR-10, ela exige que a organização identifique e cumpra todos os requisitos legais e regulamentares aplicáveis ao seu contexto (conforme a seção 7.1.3 sobre infraestrutura e a seção 8 sobre operação). Dessa forma, uma empresa que deseje essa certificação e trabalha com atividades elétricas ou possui instalações elétricas deve considerar as exigências da NR-10 como parte do cumprimento de requisitos legais e segurança.

A indústria em questão está em processo de certificação com a ISO 9001 e já tem um histórico com o Ministério do Trabalho com questões relacionadas a energia elétrica, então devido a situação apresentada, seguiu-se com o projeto de adequação à Norma NR-10 de 36 quadros elétricos distribuídos em quadros de comando, distribuição e tomadas de uma planta industrial do ramo galvanização, com o objetivo de garantir a segurança dos trabalhadores e a conformidade dos sistemas elétricos da empresa com os padrões de segurança aplicáveis.



Os objetivos deste trabalho são:

- a) Estudar de forma detalhada os conceitos abordados nas normas referente a NR-10;
- b) Implementação dos conceitos teóricos nas atividades praticas.;
- c) Criar um planejamento e propor as atividades necessárias para a adequação, incluindo o cronograma, recursos e materiais específicos para cada etapa do projeto;
- d) Acompanhar a execução das atividades em campo, registrando as ações realizadas e assegurando a conformidade das intervenções com as normas;
- e) Desenvolver diagramas unifilares e quadros de carga atualizados para cada quadro elétrico, conforme os requisitos de segurança;
- f) Produção do relatório técnico final documentando o processo de adequação e a taxa de conformidade dos quadros elétricos após as intervenções realizadas.

A.3 Processos e Atividades

A metodologia adotada iniciou-se com a análise das normas técnicas atualizadas, que abordam as medidas de segurança e a fabricação de quadros elétricos de comando e força. Com base nessas informações, foi elaborado um checklist, conforme mostrado na Figura 1. Em seguida, foi realizada uma inspeção preliminar em cada quadro elétrico para avaliar a conformidade dos componentes presentes. O checklist contém de forma objetiva para conferência, todos os itens definidos na NR-10 e NBR 5410 que são relevantes para a inspeção de quadros elétricos, o que é fundamental para que a atividade seja realizada de forma rápida e assertiva.

Figura 1 – Modelo Checklist

 INSPEÇÃO DE PAINÉIS / INVÓLUCROS - NR10		CLIENTE	CIDADE	IDENTIFICAÇÃO	SETOR	TAG	
NÍVEL CRÍTICO: PRIORIZAR ADEQUAÇÃO AOS ITENS AVALIADOS							
TAXA DE CONFORMIDADE COM ITENS AVALIADOS 0 %							
Avaliação preliminar do equipamento							
1	Tipo	<input type="checkbox"/> Invólucro Compartimentado	<input type="checkbox"/> Invólucro Não Compartimentado				Subtotal: 0
2	Tensão presente (Maior nível)	<input type="checkbox"/> Baixa Tensão	<input type="checkbox"/> Alta Tensão				0
3	Aplicação	<input type="checkbox"/> Distribuição	<input type="checkbox"/> Comando	<input type="checkbox"/> Operações elementares	<input type="checkbox"/> Corredores de passagem	<input type="checkbox"/> Tomadas	0
4	Para operação por pessoas de competência	<input type="checkbox"/> BA1	<input type="checkbox"/> BA4	Informações Obtidas			Subtotal: 0
5	Interior do painel acessível por pessoas de competência?	<input type="checkbox"/> BA1	<input type="checkbox"/> BA2	<input type="checkbox"/> BA3	<input type="checkbox"/> BA4	<input type="checkbox"/> BA5	0
6	Fácil acesso?	<input type="checkbox"/> Sim=3 / Não=0	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Espaço Confinado	<input type="checkbox"/> Outros		0
7	Está desimpedido para manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim=3 / Não=0	<input type="checkbox"/> Parede	<input type="checkbox"/> Máquina	<input type="checkbox"/> Outros		0
8	Condições ergonômicas estão adequadas para manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim=3 / Não=0	<input type="checkbox"/> Iluminação suficiente >100 lux = 2	<input type="checkbox"/> Espaço suficiente = 2	<input type="checkbox"/> Sem Iluminação e espaço suficiente		0
Condições Externas do Painel							
9	O estado geral externo está bom?	<input type="checkbox"/> Sim=2 / Não=0	<input type="checkbox"/> Outilagem	<input type="checkbox"/> Sinalização	<input type="checkbox"/> Botões avariados	<input type="checkbox"/> Outros	0
10	As portas estão fechando adequadamente?	<input type="checkbox"/> Sim=2 / Não=0	<input type="checkbox"/> Dobradiças danificadas	<input type="checkbox"/> Fechadura avariada	<input type="checkbox"/> Amassados	<input type="checkbox"/> Outros	0
11	O invólucro / painel está totalmente vedado?	<input type="checkbox"/> Sim=4 / Não=0	<input type="checkbox"/> Furos	<input type="checkbox"/> Aberturas	<input type="checkbox"/> Guarnição avariada	<input type="checkbox"/> Outros	0
12	Determinar qual IP do painel (1<=50mm; 2<=12mm; 3<=2,5mm; 4<=1mm)	<input type="checkbox"/> Sim=4 / Não=0	<input type="checkbox"/> IP 0X	<input type="checkbox"/> IP 1X	<input type="checkbox"/> IP 2X	<input type="checkbox"/> IP 3X	0
Identificação e Alertas							
13	A identificação está adequada?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Provisório	<input type="checkbox"/> Ilegível	<input type="checkbox"/> Inexistente		Subtotal: 0
14	Há alertas e avisos?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Nível de Tensão	<input type="checkbox"/> Perigo	<input type="checkbox"/> Superior		0
15	Tampas aparafusadas que possam ser abertas possuem alerta?	<input type="checkbox"/> Sim=4 / Não=0	<input type="checkbox"/> Não se Aplica	<input type="checkbox"/> Frontal	<input type="checkbox"/> Lateral	<input type="checkbox"/> Tesseracta	0
16	Todos componentes estão identificados?	<input type="checkbox"/> Sim=4 / Não=0	<input type="checkbox"/> Identif. dos equipam.	<input type="checkbox"/> Identif. circuitos de cargas	<input type="checkbox"/> Cabos sem anilhas		0
17	Os condutores estão devidamente identificados conforme sua função (fase, neutro e terra)?	<input type="checkbox"/> Sim=4 / Não=0	<input type="checkbox"/> Código de cores	<input type="checkbox"/> Identificação por anilha			0
18	Existe esquema elétrico do invólucro?	<input type="checkbox"/> Sim=4 / Não=0	<input type="checkbox"/> No local	<input type="checkbox"/> Arquivado			0
19	O cliente mantém o esquema elétrico atualizado?	<input type="checkbox"/> Sim=4 / Não=0					0
Condições Internas ao Painel							
20	O painel está organizado?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Cabos desarmados	<input type="checkbox"/> Canais sem Tampa	<input type="checkbox"/> Dispositivos não Fixados		Subtotal: 0
21	O invólucro está ausente de materiais inflamáveis e/ou estranhos no seu interior?	<input type="checkbox"/> Sim=3 / Não=0	<input type="checkbox"/> Papel	<input type="checkbox"/> Plástico	<input type="checkbox"/> Resíduos	<input type="checkbox"/> Outros	0
22	O painel está devidamente equipotencializado?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Barra de Terra / Borne = 2	<input type="checkbox"/> Porta = 2	<input type="checkbox"/> Carga = 2	<input type="checkbox"/> Sem equipotencialização	0
23	O painel provê ponto para aterramento temporário?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Não se Aplica	Informações Obtidas			Subtotal: 0
Bloqueios e Dispositivos de Proteção							
24	Existe proteção contra contato acidental?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Barreira	<input type="checkbox"/> Obstáculo	<input type="checkbox"/> Não se Aplica		0
25	A proteção contra contato acidental está em bom estado e bem dimensionada?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0					0
26	Chaves e disjuntores são providos de ponto de lock-out e tag-out?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Não se Aplica				0
27	Existe dispositivo diferencial-residual de 30 mA para áreas molhadas?	<input type="checkbox"/> Sim=0 / Não=0	<input type="checkbox"/> Não se Aplica				0
Total de Pontos : 111 Limite Máximo de Pontuação : 111							
Executantes: _____ Função: _____		Data: _____					
Legenda: Indicador de Avaliação							
							

Fonte: Elaborado pelo autora. 2024

Com base nas inspeções realizadas, foi elaborado um relatório detalhado, especificando as necessidades de cada um dos 36 quadros elétricos e as ações corretivas necessárias para o projeto de adequação e recondicionamento. Este relatório foi submetido à aprovação dos responsáveis pela área da empresa contratante, apresentando as necessidades das adequações, tanto no que diz respeito à segurança e confiabilidade do sistema elétrico da instalação, quanto às exigências de fiscalizações e auditorias futuras.

Após a aprovação do escopo de adequação do relatório, foi elaborado um planejamento detalhado das atividades, que incluiu a definição de um cronograma, a lista de materiais e equipamentos necessários, e a organização da equipe técnica responsável pelas intervenções. Com o objetivo de minimizar os impactos na planta, o planejamento foi estruturado de modo a realizar as adequações sem afetar significativamente a produção. No entanto, ainda foi necessário agendar interrupções pontuais do fornecimento de energia para a instalação de alguns painéis.

A metodologia adotada foi fundamentada nas práticas estabelecidas pelas normas NR-10 e ABNT NBR 5410. Durante a execução, foram realizadas substituição de componentes danificados, instalação de proteções adicionais, reorganização e identificação dos circuitos, troca de canaletas ou do próprio painel metálico, além da sinalização externa. Em alguns casos, foram necessários a substituição de todo o quadro elétrico, quando o anterior não apresentava condições de operação ou a substituição era mais econômica do que o recondicionamento.

Todas as atividades foram supervisionadas por um engenheiro responsável, garantindo que as intervenções seguissem os requisitos de segurança de acordo com os critérios de desenergização estabelecida pela NR-10. Além disso, todas as modificações foram documentadas para assegurar a rastreabilidade e facilitar inspeções e manutenções futuras.

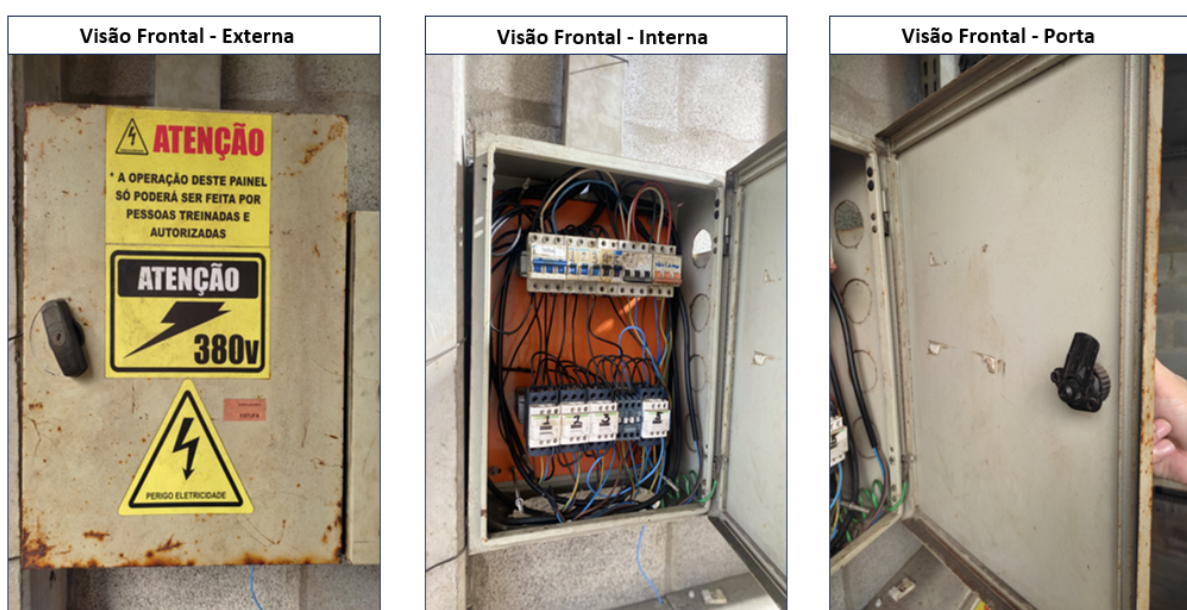
Na Figura 2, podemos observar um exemplo de um Quadro de Comando antes de ser adequadamente ajustado. Foram identificadas várias irregularidades, como a falta de limpeza interna, ausência de canaletas, falta de identificação dos circuitos e componentes, e a inexistência de barramento. Além disso, os cabos estavam desorganizados e sem padronização de cores, o invólucro apresentava oxidação e a fechadura não tinha chave, permitindo que qualquer pessoa tivesse acesso. Quanto à documentação, não havia um quadro de carga nem um diagrama unifilar. Esses foram os principais exemplos de irregularidade verificados durante a inspeção dos painéis, onde abaixo foram listados os itens da norma NR-10 referentes à essas adequações.

- O item 10.2.3 da normativa, que estabelece que as empresas devem manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas, incluindo as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.
- O item 10.3.5 estabelece que devem ser projetados dispositivos de seccionamento que

incorporem recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado. Isso é fundamental para garantir a segurança elétrica e prevenir riscos de choques elétricos.

- O item 10.4.3 define que os quadros elétricos devem ter invólucro adequado para impedir o contato acidental com partes energizadas. O invólucro deve ser projetado de forma a garantir a segurança dos trabalhadores e a proteção contra riscos elétricos.
- O item 10.4.4 menciona que os quadros de distribuição e os equipamentos elétricos devem ser mantidos limpos e em bom estado de conservação. A limpeza deve ser realizada de forma a não comprometer a segurança e a integridade dos equipamentos.
- O item 10.6, que trata da sinalização adequada de segurança em instalações e serviços em eletricidade, estabelece que deve haver sinalização para advertência e identificação, incluindo a identificação de circuitos elétricos e a sinalização de impedimento de energização.
- O item 10.10 trata da sinalização adequada de segurança em instalações e serviços em eletricidade, estabelece que deve haver sinalização para advertência e identificação, incluindo a identificação de circuitos elétricos e a sinalização de impedimento de energização.
- O item 6.5.3.1 da NBR 5410 estabelece as tomadas de correntes fixas devem ser próprias para uso Industrial seguindo IEC 60309-1.

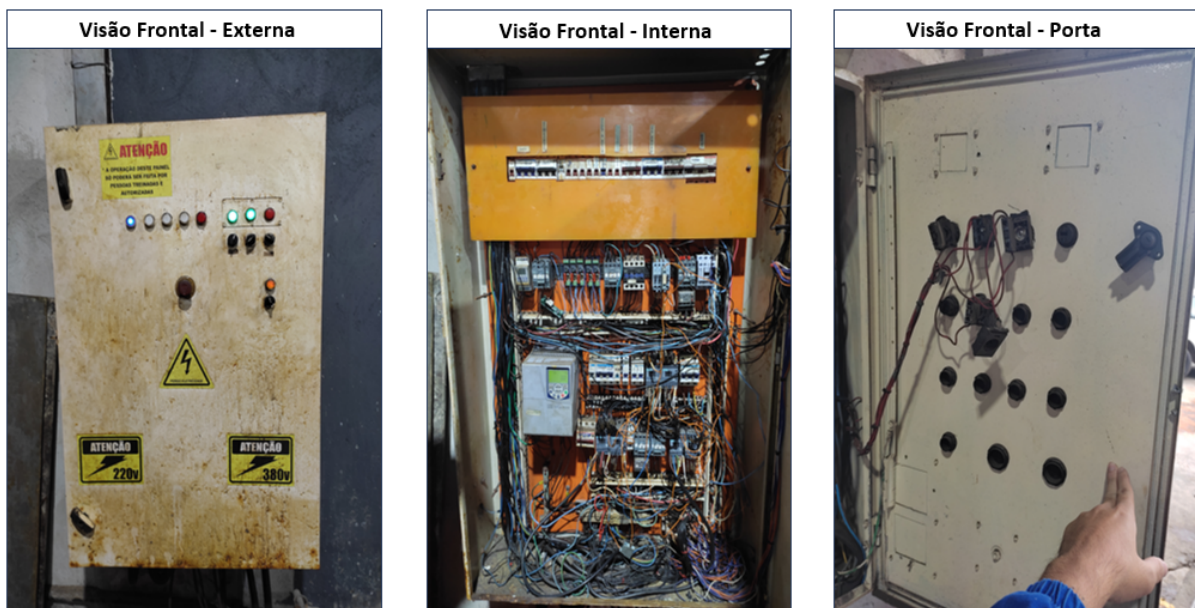
Figura 2 – Quadro de Comando antes da adequação



Fonte: Elaborado pelo autora. 2024

Na Figura 3 é um Quadro de Distribuição e Comando com irregularidades semelhantes as apontadas na figura 2, porém com mais agravantes, existiam diversos circuitos energizados que não estavam sendo utilizados, dentre eles existiam cabos e fios soltos sem isolamento, fases desequilibrada e também a alguns componentes com sobrecarga. O item 10.3.4 da NR-10, estabelece que os circuitos elétricos devem ser projetados e protegidos de forma a evitar sobrecargas.

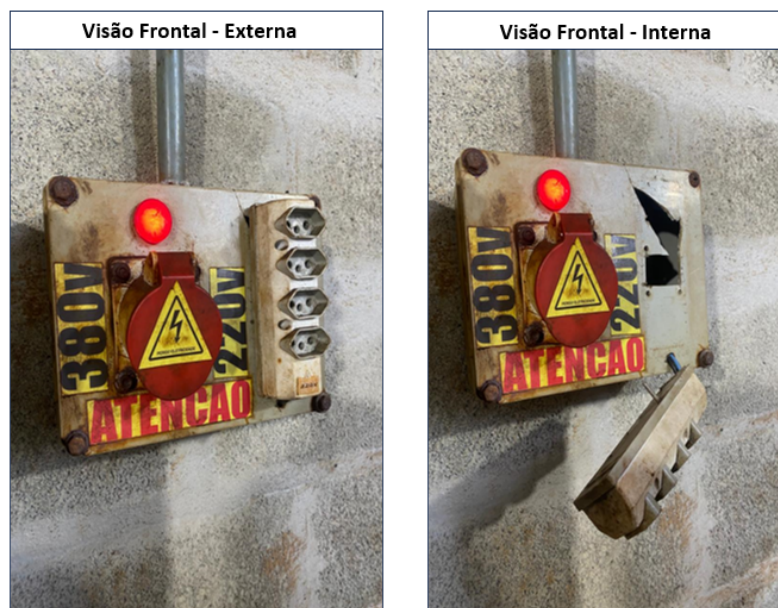
Figura 3 – Quadro de Distribuição e Comando antes da adequação



Fonte: Elaborado pelo autora. 2024

A Figura 4 é um Quadro de Tomadas que era amplamente utilizada por diversos colaboradores e em uma área exposta a contaminação, o mesmo se encontrada com a utilização de tomadas inadequadas para uso industrial e sem fixação. Além disso, o involucro se encontrava danificado, causando contaminação interna com poeira metálica originada do processo industrial.

Figura 4 – Quadro de Tomadas antes da adequação



Fonte: Elaborado pelo autora. 2024

Ainda durante a etapa de inspeção notou-se que a maioria dos quadros não dispunham de diagramas unifilares e quadros de carga, e os que continham essa informação estavam em sua maioria desatualizados, então entre os procedimentos específicos adotados, foram elaborados esses documentos técnicos, dessa forma facilitando futuras intervenções, além de comprovarem que as adequações atendiam às normas de segurança elétrica. Para o desenvolvimento desses diagramas foi necessário a realização de um trabalho em campo para o levantamento de dados referentes aos circuitos atuais quadros elétricos.

O desenvolvimento desses diagramas foi feito com softwares específicos (EPLAN e CAD) que permitiram mapear os circuitos e componentes com precisão, facilitando o processo de adequação.

Ao final do projeto, foi produzido e entregue um relatório técnico que documenta que registra a taxa de conformidade dos quadros antes e após as intervenções, relatório fotográfico e documentação técnica atualizada para a empresa contratante.

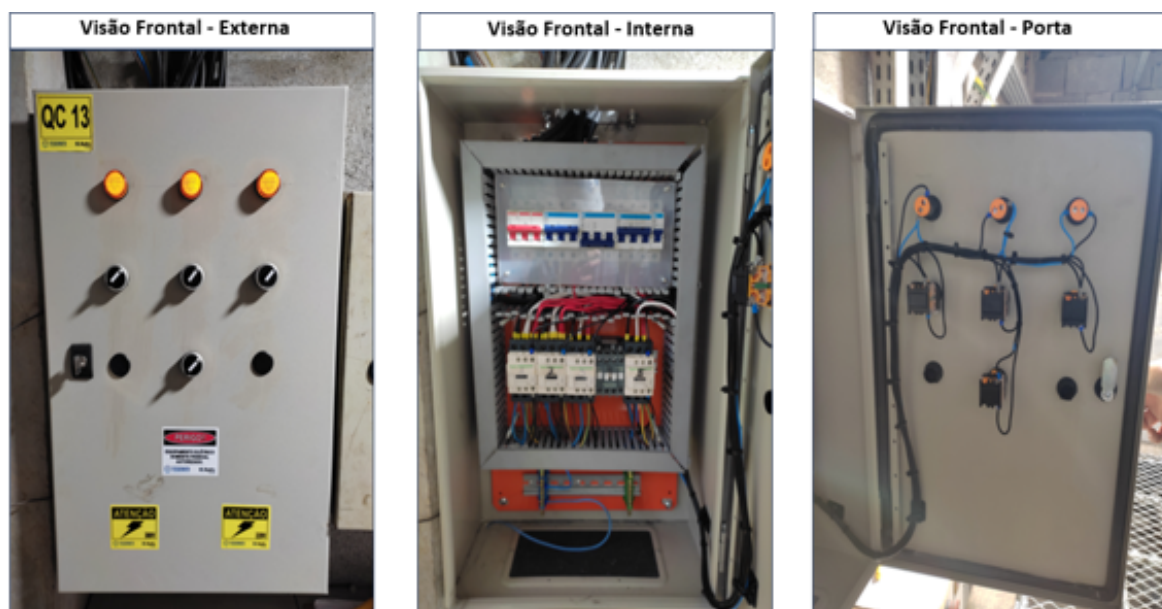
Após o período de conclusão do estágio, foram realizados treinamentos relacionados ao item 10.5 da NR-10, abordando os procedimentos de desenergização, com ênfase no impedimento de reenergização. Esses treinamentos foram direcionados aos funcionários da empresa contratante como parte das ações de segurança e prevenção de acidentes. Contudo, como essas atividades ocorreram após o término do período de estágio, as documentações referentes a esses treinamentos não foram incluídas neste relatório.

A.4 Resultados

A adequação realizada nos quadros elétricos elevou significativamente a conformidade com a NR-10, promovendo maior segurança nas instalações da planta. A avaliação inicial identificou deficiências como falta de sinalização, proteção inadequada e componentes inadequados.

Após a execução das intervenções, tiveram quadros elétricos que substituídos e outros que foram adequados. As irregularidades apresentadas no checklist inicial foram corrigidas, um exemplo é a correção dos desvios apontados no Quadro de Comando da Figura 2, conforme é possível analisar na Figura 5.

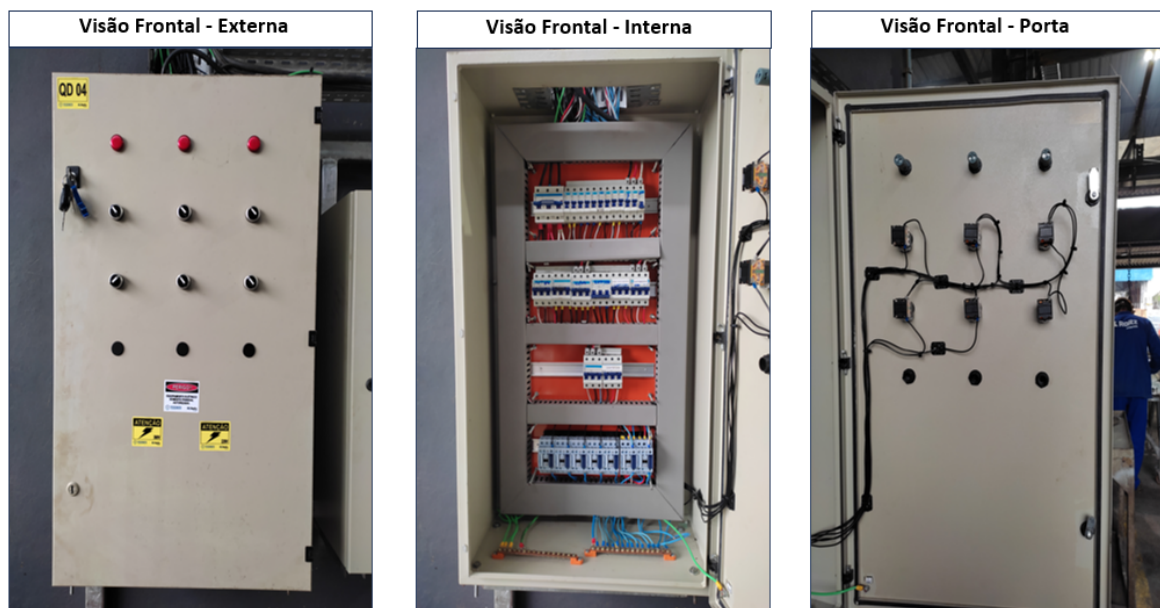
Figura 5 – Quadro de Comando depois da adequação



Fonte: Elaborado pelo autora. 2024

O Quadro de Distribuição e Comando referente a Figura 3 foi dividido em dois quadros, sendo agora um de Distribuição e outro de Comando, conforme é possível observar nas Figuras 6 e 7

Figura 6 – Quadro de Distribuição depois da adequação



Fonte: Elaborado pelo autora. 2024

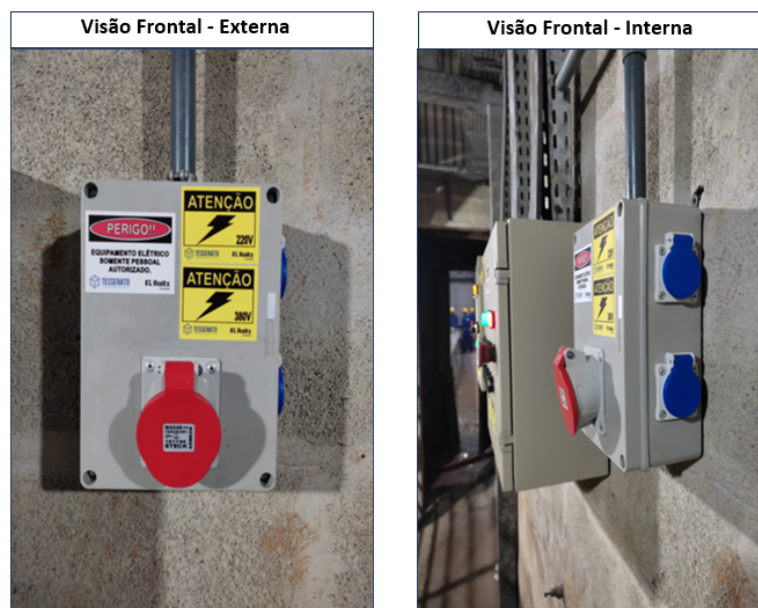
Figura 7 – Quadro de Comando depois da adequação



Fonte: Elaborado pelo autora. 2024

Os itens relatados na Figura 8, também foram corrigidos, o envólucro foi substituído juntamente com as tomadas. Todas as tomadas instaladas atualmente são padronizadas para o uso Industrial e proteção contra entrada de contaminantes.

Figura 8 – Quadro de Tomadas depois da adequação




Elaborado pelo autora. 2024

Além da segurança, as atividades realizadas também trouxeram benefícios operacionais, como a criação de diagramas unifilares e quadros de carga atualizados, com o exemplo das Figuras 9 e 10 facilitando futuras intervenções.

A documentação gerada tornou-se uma ferramenta essencial para o controle e gerenciamento dos quadros. Através de uma nova inspeção confirmou o aumento 58% da taxa de conformidade e a redução dos riscos elétricos, reforçando a importância de manter as instalações elétricas em conformidade com as normas, beneficiando tanto a segurança quanto a eficiência da planta industrial. A contrante ficou satisfeita com o resultado e também contratou a equipe para realizar o mesmo trabalho em outras plantas.

Figura 10 – Quadro de Carga

TAGS DOS CIRCUITOS	DESCRIÇÃO DO CIRCUITO (ÁREA)	UT	CARGA (kW)				CARGA INSTALADA				PROTEÇÃO			TAG Comando	Método de Instalação	ALIMENTADORES	
			R	S	T	Pot. Total (kW)	FD	FP	Pot. Total (kVA)	In (A)	Icc	IDR (A)	F-N-T			Isolação Cabo	
Q1		220	-	-	-	0,00	1,00	0,80	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q2		220	-	-	-	0,00	1,00	0,85	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q3		220	-	-	-	0,00	1,00	0,82	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q4		220	-	-	-	0,00	1,00	1,00	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q5		220	-	-	-	0,00	1,00	1,00	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q6		220	-	-	-	0,00	0,10	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q7		220	-	-	-	0,00	0,10	0,82	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q8		220	-	-	-	0,00	0,10	0,82	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q9		220	-	-	-	0,00	1,00	1,00	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q10		220	-	-	-	0,00	0,70	0,82	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q11		220	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	20A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q12	VENTILADOR	220	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#2,5mm	PVC 70°C	
Q13	ALIMENTAÇÃO LAVADOR DE GÁS	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	PVC 70°C	
Q14	ALIMENTAÇÃO DA TALHA ELÉTRICA 01	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	PVC 70°C	
Q15	ALIMENTAÇÃO TORRE ALPINA S1	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	PVC 70°C	
Q16	ALIMENTAÇÃO LAVADOR DE ARRUELA	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	PVC 70°C	
Q17	ALIMENTAÇÃO OC 03 - TALHA ELÉTRICA 02	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	EPR 90°C	
Q18	ALIMENTAÇÃO OC 08 - QUEIMADOR Q4	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	PVC 70°C	
Q19		220	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	PVC 70°C	
Q20	VENTILADOR QUEIMADOR Q4	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	25A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	PVC 70°C	
Q21	ALIMENTAÇÃO OC 07 - CENTRIFUGAS 01 E 02	380	-	-	-	0,00	0,20	0,82	0,00	50A	5kA	-	-	B1	1#4,0mm	EPR 90°C	
Q0 (380/220V)	TOTAL	380	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,92	0,00	80A	10kA	-	-	B1	3#16F 1#16N 1#16T	EPR 90°C	
ESTUDO DE CARGAS																	
CARGA INSTALADA (kW)			0,00														
CORRENTE INSTALADA - (A)			0,00														
FATOR DE DEMANDA - (%)			80%														
CARGA DEMANDADA - (kW)			0,00														
CORRENTE DEMANDADA - (A)			0,00														
CAPACIDADE DE PROTEÇÃO GERAL - (A/kW)			80,00		48,44												
Ø Tensão (V): 380/220V; Ø Bitola do Condutor Fase - 3#16,0 EPR 90°C Ø Bitola do Condutor Neutro - 1#16,0 EPR 90°C Ø Bitola do Condutor Terra - 1#16,0 EPR 90°C																	

A.5 Considerações Finais

Ao final do estágio, conforme plenamente acompanhado pelo engenheiro responsável e supervisor de estágio, foi possível desenvolver diversas habilidades, como liderança, espírito empreendedor, organização, normas técnicas, gestão de projetos, entre outras que são de extrema importância para o sucesso profissional na área de engenharia elétrica e que complementam as competências aprendidas em sala de aula. A partir do projeto desempenhado como escopo do estágio, foi possível reunir as diferentes áreas da empresa, do início ao fim, de forma que pudesse ter a noção global de uma empresa especializada em soluções na área de engenharia elétrica.

Referências

- ABNT, A. B. de N. T. *NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. Citado na página 13.
- AMARAL, D. et al. Aplicabilidade da nr-10 na prevenção de acidentes de trabalho. *Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula*, v. 6, n. 2, p. 25–52, 2023. Citado na página 13.
- BRASIL. *Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Citado na página 13.
- FILHO, J. M. *Instalações elétricas industriais*, 8ª edição. Rio de Janeiro, 2013. Citado na página 14.
- LIMA, K. E. N.; LAGE, E. G. S. Importância e aplicabilidade da norma abnt nbr 5410/2004 no quesito verificação final: segurança e confiabilidade do serviço. *Technology Sciences*, v. 1, n. 1, p. 1–6, 2019. Citado na página 14.
- ROCHA, F. P. da; PACHECO, M. d. A. F.; PINHEIRO, É. C. N. M. Adequação de um painel elétrico à nr-10 e nbr 5410—estudo de caso: em uma empresa do polo industrial de manaus: Suitability of an electric panel to nr-10 and nbr 5410—case study: in a company in the industrial polo of manaus. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 11, p. 71494–71515, 2022. Citado na página 13.
- RODRIGUES, J. H. M. et al. Retrofit de painéis elétricos de um hospital da região serrana com adequação à nr-10. *Revista Eletrônica TECCEN*, v. 10, n. 2, p. 29–33, 2017. Citado na página 11.