

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NEWTON FREIRE MAIA
CURSO TÉCNICO SISTEMAS DE ENERGIA RENOVÁVEL

ANÁLISE E PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO
CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NEWTON FREIRE MAIA

PINHAIS

2024

ARTHUR MIGUEL FRANCISCO LUIZ DE SIQUEIRA

**ANÁLISE E PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO
CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NEWTON FREIRE MAIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico Sistemas de Energia Renovável do Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia, como parte do requisito para obtenção do título de Técnico em Sistemas de Energia Renovável

Orientador: Prof. José Airton Gonçalves de Lima.

Coorientador: Prof. Victor Veríssimo Cardoso Lima.

PINHAIS

2024

ARTHUR MIGUEL FRANCISCO LUIZ DE SIQUEIRA

ANÁLISE E PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NEWTON FREIRE MAIA

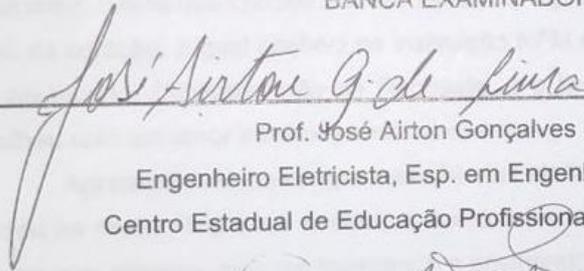
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Sistemas de Energia Renovável do Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia como parte do requisito para obtenção do título de Técnico em Sistemas de Energia Renovável

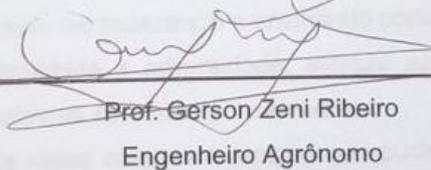
Orientador (a): Prof. José Airton Gonçalves de Lima.

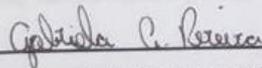
Coorientador (a): Prof. Victor Veríssimo Cardoso Lima.

Pinhais, 21 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA


Prof. José Airton Gonçalves de Lima
Engenheiro Eletricista, Esp. em Engenharia de Produção
Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia


Prof. Gerson Zeni Ribeiro
Engenheiro Agrônomo
Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia



Prof. Gabriela Alcoforado Pereira
Lic. em Química, Me. em Química
Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia

AGRADECIMENTOS

Antes de finalmente chegar a este tópico, durante todo o processo de estudo e construção deste TCC, me peguei pensando no que deveria escrever e em quais palavras usar, me indagando se iria atrás de palavras difíceis ou apenas falar o que o coração pede.

Bem, como já estou cansado de palavras difíceis após todo este trabalho, optarei pela segunda opção.

Aqui venho agradecer não somente as pessoas que me ajudaram no decorrer deste estudo, mas também as pessoas que eu tive o prazer de conhecer e ter presente em minha vida nesses últimos anos.

Agradeço a minha família, mais especificamente minha mãe Arlete Kolenez de Siqueira e o meu pai Ari de Siqueira, por sempre, durante toda a minha vida e de meus irmãos, lutarem e persistirem para sempre dar o melhor possível para os seus filhos. Agradeço por cada esforço e suor derramado, onde o único objetivo era ver os sorrisos em nossos rostos, e a prosperidade em nossas vidas.

Agradeço a Raphaela Lopes e Cristiane Lopes, as duas mulheres que me ensinaram coisas que vão além de um tópico de “agradecimentos”. Raphaela, a minha irmã de coração, a qual conheci na instituição NFM e me mostrou o quanto de chão há no mundo. Cristiane, mãe da Raphaela, e a tia que eu nunca tive, a qual me acolheu com um amor fraterno jamais visto antes.

Agradeço a minha companheira Maria Estella Ribeiro de Souza, a mulher que entrou na minha vida e me ensinou o que é o amor, não apenas andando de mãos dadas com abraços, mas me mostrando e ensinando como o cuidado e carinho pode superar qualquer dificuldade e adversidade, sempre estando ao meu lado e me aconselhando com palavras certeiras e encantadoras.

Agradeço aos meus colegas e amigos que pude conhecer no colégio, por sempre me tirarem risadas com suas brincadeiras e histórias.

Agradeço aos funcionários por sempre serem gentis e atenciosos com todos nós alunos.

Agradeço aos professores que fizeram parte de toda a minha jornada como um técnico formando, me trazendo fundamentos e aprendizados que levarei e guardarei para a minha vida.

Agradeço por fim, a todos aqueles que fizeram e fazem parte de toda a minha vida, a todas as pessoas que influenciaram de alguma maneira a criação da pessoa que sou hoje, seja com acertos ou erros.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo a análise e avaliação das estruturas elétricas do Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia, mais especificamente as instalações elétricas encontradas no Pavilhão Internacional da Cultura (PIC), no prédio principal onde se encontram alunos, funcionários e professores diariamente, e em uma área específica próximo a um campo de futebol, onde em todos os locais foram encontrados estruturas elétricas inseguras e em desacordo com as normas vigentes. A partir da classificação dos defeitos encontrados nestes locais, e registros através de fotografias e anotações, as informações necessárias para o complemento do trabalho foram recolhidas. Por ser de extrema importância o cumprimento das normas vigentes dentro da área elétrica, onde as mesmas possuem o objetivo de instruir e padronizar a forma correta de manuseio da eletricidade, este trabalho possui o intuito de identificar e apresentar uma solução para os problemas elétricos encontrados dentro da instituição, na intenção de alertar os responsáveis legais e incentivar uma reestruturação do local.

Palavras-chave: Normas; Eletricidade; Segurança; NBR-5410.

ABSTRACT

This graduation thesis aimed to analyze and evaluate the electrical structures of the Newton Freire Maia State Center for Professional Education, specifically the electrical installations found in the Pavilhão Internacional da Cultura (PIC), in the main building where students, staff, and teachers gather daily, and in a specific area near a soccer field, where the conditions were deemed unsafe and non-compliant with current regulations. Through the classification of defects identified in these locations, along with documentation via photographs and notes, the necessary information for completing the work was gathered. Given the critical importance of adhering to current electrical standards, which aim to instruct and standardize the proper handling of electricity, this study seeks to identify and propose solutions for the electrical issues encountered within the institution, with the intention of alerting the responsible authorities and encouraging a restructuring of the facility.

Keywords: Norms; Electricity; Safety; NBR-5410.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração corrente contínua e corrente alternada	21
Figura 2: Comparação entre um fio e um cabo elétrico	23
Figura 3: Representação da padronização de cores dos fios e cabos.....	24
Figura 4: Exemplo de tomadas no modelo antigo	24
Figura 5: Identificação do terra na tomada	25
Figura 6: Representação de um plugue e uma tomada nos modelos atuais	25
Figura 7: Quadro de distribuição residencial	26
Figura 8: Quadro de distribuição industrial	27
Figura 9: Eletroduto rígido	27
Figura 10: Eletroduto flexível.....	28
Figura 11: Eletrocalhas.....	28
Figura 12: Disjuntor	29
Figura 13: Dispositivo IDR.....	30
Figura 14: Disjuntor poste 01	32
Figura 15: Tomadas e disjuntores poste 01	33
Figura 16: Disjuntor poste 02	33
Figura 17: Disjuntor poste 03	33
Figura 18: Caixa de tomadas	35
Figura 19: Laboratório de máquinas mecânicas	36
Figura 20: Disjuntores instalados em uma tábua de madeira.....	37
Figura 21: Conexão de uma lâmpada led com fios expostos	38
Figuras 22 e 23: Torneira Elétrica 1 e 2.	39
Figura 24: Torneira elétrica 3	40
Figura 25: Quadro de distribuição.....	41
Figura 26: Identificação dos circuitos do quadro de distribuição	41
Figura 27: Quadro de distribuição 01.....	43
Figura 28: Identificação do quadro de distribuição 01.....	44
Figura 29 e 30: Quadro de distribuição 02	45
Figura 31: Quadro de distribuição 1º andar.....	46
Figura 32: Identificação quadro de distribuição 1º andar	47
Figura 33: Quadro de distribuição 2º andar	48
Figura 34: Identificação quadro de distribuição 2º andar	48

Figura 35: Tomada junto a um interruptor rotativo de um ventilador.....	49
Figura 36: Ventilador com condutores expostos	50
Figura 37: Fios condutores (preto, preto e branco).....	51
Figura 38: Extensão.....	51
Figura 39: Primeiro quadro de distribuição da sala do laboratório.	52
Figura 40: Segundo quadro de distribuição.....	53
Figura 41: Tomada defeituosa	54
Figura 42: Quadro de distribuição de um dos laboratórios	54
Figura 43: Identificação dos circuitos.....	55

LISTA DE SIGLAS

A – Ampere
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CA – Corrente Alternada
CC – Corrente Contínua
CTPP – Comissão Tripartite Paritária Permanente
DDP – Diferença de Potencial
DDR – Disjuntor Diferencial Residual
Hz - Hertz
I – Corrente
IDR – Interruptor Diferencial Residual
kVA – Potência reativa
kVAr – Quilovolt-ampere
kW – Quilowatt
LMM – Laboratório de Máquinas Mecânicas
MTb – Ministério do Trabalho
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
NBR – Norma Brasileira
NR – Norma Regulamentadora
OIT – Organização Internacional do Trabalho
P – Potência
PIC – Pavilhão Internacional da Cultura
PR – Paraná
QD – Quadro de Distribuição
QDF – Quadro de Distribuição e Força
QDLF – Quadro de Distribuição de Luz e Força
QF – Quadro de Força
V – Volts
W – Watts

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	15
3.2 SEGURANÇA ELÉTRICA.....	16
3.3 A IMPORTÂNCIA DAS NORMAS E A ABNT.....	16
3.4 NORMAS REGULAMENTADORAS - NR	17
3.4.1 Norma Regulamentadora 10 (NR-10).....	18
3.5 HISTÓRICO DA NBR 5410 – INSTALAÇÕES DE BAIXA TENSÃO.....	18
3.5.1 Aplicabilidade.....	19
3.5.2 Importância.....	20
3.6 CONCEITOS ELÉTRICOS.....	20
3.6.1 Eletricidade.....	20
3.6.2 Corrente elétrica.....	20
3.6.3 Tensão.....	21
3.6.4 Potência	22
3.6.5 Diferença entre fios e cabos elétricos	22
3.7 PADRONIZAÇÃO DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS.....	23
3.8 PADRONIZAÇÃO DE TOMADAS	24
3.9 DISPOSITIVOS ELÉTRICOS	26
3.9.1 Quadros de distribuição	26
3.9.2 Eletrodutos	27
3.9.3 Eletrocalhas.....	28
3.9.4 Disjuntor.....	29

3.9.5	Dispositivo IDR.....	29
3.9.6	Dispositivo DDR.....	30
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1	POSTES E DISJUNTORES.....	32
5.1.1	Propostas de solução e comentários.....	35
5.2	PAVILHÃO INTERNACIONAL DA CULTURA (PIC).....	35
5.2.1	Proposta de solução e comentários.....	38
5.3	COZINHA.....	39
5.3.1	Propostas e Comentários.....	42
5.4	QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO – TÉRREO.....	42
5.4.1	Proposta de solução e comentários.....	45
5.5	CORREDORES 2º E 3º ANDAR.....	45
5.5.1	Proposta de solução e comentários.....	49
5.6	SALAS DE AULA.....	49
5.6.1	Proposta de solução e comentários.....	50
5.7	SALA DOS PROFESSORES.....	51
5.7.1	Proposta de solução e comentários.....	52
5.8	LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA.....	52
5.8.1	Proposta de solução e comentários.....	53
5.9	LABORATÓRIOS.....	53
5.9.1	Proposta de solução e comentários.....	55
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço contínuo da tecnologia na área elétrica, muitos equipamentos e conceitos estão passando por uma renovação significativa. Essa evolução não apenas introduz inovações que melhoram a eficiência, mas também criam formas de segurança, contribuindo para a redução de acidentes relacionados à eletricidade.

Apesar do desenvolvimento constante, ainda há complicações quando se trata das estruturas elétricas, pois as mesmas nem sempre são construídas, renovadas e/ou fiscalizadas de forma adequada, mantendo assim infraestruturas incorretas e inseguras (Oliveira et al., 2019).

Com isso, no decorrer das evoluções, se tornou necessário a criação de determinadas normas e regras que devem ser seguidas pelos cidadãos e instituições da área elétrica, como a NBR 5410 (Norma Brasileira), que é focada e voltada para as instalações elétricas de baixa tensão, e será usada como base para este trabalho e estudo.

De acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) a NBR 5410 é uma norma que “[...] 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.” (ABNT, 2004, p.9).

Assim como outras legislações e normas, a NBR 5410 se torna essencial e imprescindível nas construções de instalações elétricas. Por se tratar de questões de segurança, a ausência de um cuidado e atenção para este regulamento pode vir a ocasionar diversos acidentes.

Tal situação foi detectada no Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia no Município de Pinhais - PR após uma aula de campo na matéria de Eletricidade, onde foi identificado diversos pontos na estruturação elétrica que não entram em acordo às legislações vigentes.

Desta forma, este trabalho tem como propósito identificar a partir de análises e estudos normativos as desconformidades em determinados espaços da fundação e apresentar uma proposta para solucionar os problemas encontrados que não atendem às normas regulamentadoras.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar e apresentar uma proposta para adequação das instalações da instituição que não atendem as normas técnicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender a importância das regulamentações para a construção e conservação de uma estrutura elétrica.
- Analisar a configuração elétrica encontrada na instituição de acordo com as normas vigentes.
- Identificar circuitos elétricos da instituição que oferecem riscos
- Apresentar uma proposta de solução para uma reforma e/ou reestruturação das instalações.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A instalação elétrica é compreendida como um sistema elétrico composto por diferentes componentes que levam energia de uma fonte geradora para toda a edificação onde está instalada. Sendo assim, sua principal função é distribuir a eletricidade para todos os cômodos de uma estrutura (EXSERGIA, 2019).

Perante *Insp-Therm* (s.d.), os tipos de instalações variam conforme as necessidades da obra e se dividem em residencial/predial, comercial e industrial:

- Instalações residenciais ou prediais: mais básicas e conhecidas, tratam-se basicamente dos interruptores para lâmpadas e tomadas, sendo constituídas por um grupo de cabos elétricos que saem do painel de entrada;
- instalações comerciais: são semelhantes às residenciais, porém necessitam de uma carga elétrica disponível maior. Sendo necessário em muitos casos a implementação de uma entrada de energia elétrica trifásica, é utilizado um conjunto de cabos elétricos com uma secção nominal superior, e disjuntores de maior capacidade;
- instalações industriais: são consideradas as mais complexas, pois são utilizados vários sistemas de medição para controlar o consumo de energia em cada fase de produção, além de diversos relés e sistemas de controle.

Já segundo Sstreimentos (2020), as instalações elétricas são classificadas em três categoriais de tensão:

- instalação de extra baixa tensão: atua em tensão elétrica nominal menor que 120 V em corrente contínua, e 50 V em corrente alternada;
- instalação de baixa tensão: atua em tensão elétrica nominal acima de 120 V e menor ou igual à 1500 V em corrente contínua, e superior a 50 V e menor ou igual a 1000 V em corrente alternada;
- Instalação em alta tensão: atua em tensão elétrica nominal acima de 1500 V em corrente contínua, e 1000 V em corrente alternada.

3.2 SEGURANÇA ELÉTRICA

Uma instalação elétrica bem conservada e estruturada é fundamental para a bom funcionamento dos aparelhos elétricos em uma residência, empresa ou qualquer outro espaço que faça uso de energia elétrica, pois é a partir disso que haverá um local seguro e saudável (SERMUGION, 2022).

Segundo Alago (2024), há diversos tipos de acidentes elétricos como:

- Choque elétrico: ocorre quando o corpo humano entra em contato com uma corrente elétrica, podendo acontecer ao tocar em fios expostos, equipamentos defeituosos ou superfícies eletrificadas. Seus efeitos variam de leves sensações de formigamento a parada cardíaca e até casos de óbito.
- Queimaduras: o contato com a eletricidade pode causar queimaduras térmicas devido ao calor gerado pela corrente elétrica que passa pelo corpo. Sua gravidade pode variar de acordo com a intensidade da corrente e duração do contato.
- Explosões e incêndios: ocorrem a partir de curtos-circuitos¹ ou sobrecargas² elétricas que podem gerar calor excessivo, faíscas ou chamas, podendo ocorrer nos próprios equipamentos elétricos ou em instalações elétricas inadequadas.

3.3 A IMPORTÂNCIA DAS NORMAS E A ABNT

Segundo Gonçalves (2012 p. 17), diante de toda a humanidade, sempre houve e sempre haverá a existência de uma norma, seja numa unidade tribal em estado primitivo ou numa unidade estatal, buscando sempre reger a conduta e atuação de um indivíduo em suas relações com a sociedade.

Na prática, a ausência de legislações normativas traria caos à humanidade em um todo. De acordo com Perim (2021), é nítido que muitos direitos necessários para a vida de um indivíduo só são vigentes graças às normas, as quais asseguram os direitos e deveres de todos, buscando sempre o bem-estar social.

¹ Contato entre fios energizados de cargas elétricas opostas, resultando em um aumento de temperatura. (GOLDENERGY, s.d.)

² Conexão de equipamentos elétricos que excedem o quanto uma tomada ou fios conectados a ela podem suportar. (GOLDENERGY, s.d.)

Sendo assim, se fez necessário a criação de instituições regulamentadoras para organizar os regimentos e normas das mais diversas áreas da sociedade, incluindo as normas jurídicas, normas sociais, normas morais, normas administrativas, e as normas técnicas, a qual se encaixa a ABNT.

Segundo Crissi (2016), antes da fundação da ABNT como um Foro Nacional de Normalização em 28 de setembro de 1940, eram utilizados conjuntos de normas estabelecidos por outros países como França, Alemanha e Inglaterra (a qual se fez mais presente no campo da engenharia em função do papel desempenhado na mineração e expansão ferroviária). Sendo assim, a criação e consolidação de uma norma nacional trouxe um maior reconhecimento e um individualismo necessário para a realidade do país.

De acordo com Magnabosco (2022), a função da ABNT é garantir a reprodução, transmissão, conservação e certificação de obras científicas, tecnológicas e documentais do país, dando confiabilidade e reconhecimento aos trabalhos e produtos que seguem seus padrões.

As normas possuem uma contribuição enorme e essencial em quase todos os aspectos de vida de uma população, seja na área técnica, econômica ou social, podendo atuar desde a padronização das roscas de parafusos, até padronização de trabalhos acadêmicos (ABNT, s.d.).

3.4 NORMAS REGULAMENTADORAS - NR

De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego - NR (2023), as Normas Regulamentadoras (NRs) são constituídas a partir de obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores, com o objetivo de garantir um trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes.

As primeiras NRs foram estabelecidas pela Portaria MTb (Ministério do Trabalho) nº 3.214 em 8 de junho de 1978, e a partir da necessidade crescente de garantir a segurança e saúde dos trabalhadores em diferentes setores, normas adicionais foram desenvolvidas ao longo do tempo, totalizando 38 Normas Regulamentadoras (que podem aumentar ou diminuir de acordo com a necessidade no decorrer dos anos).

A criação e a revisão dessas normas seguem um sistema tripartite, o qual, conforme orientações da Organização Internacional do Trabalho (OIT), envolve grupos compostos por representantes do governo, empregadores e trabalhadores. Desta forma, a CTPP (Comissão Tripartite Paritária Permanente) atua como o fórum responsável pela discussão, construção e atualização das Normas Regulamentadoras (MTE, 2023).

3.4.1 Norma Regulamentadora 10 (NR-10)

Diante o Ministério do Trabalho e Emprego – NR 10 (2023), a Norma Regulamentadora – 10 foi originalmente editada pela Portaria MTb nº 3.214 em 08 de junho de 1978 sob o título “Instalações e Serviços de Eletricidade”, sendo então renomeada após um processo revisional em 2004 como “Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade”, sendo denominada como um regulamento que:

[..] estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade (MTE, 2019, p. 1).

Sendo assim, a NR-10 se torna de suma importância para quaisquer que sejam as ações que envolvam serviços e contatos com a eletricidade, seja nas fases de geração, transmissão, distribuição ou consumo, incluindo as etapas de projeto, construção e manutenção das instalações elétricas.

3.5 HISTÓRICO DA NBR 5410 – INSTALAÇÕES DE BAIXA TENSÃO

A Norma Brasileira – 5410 teve sua primeira edição publicada em 1941, usando como base o Código de Instalações Elétricas da Inspetoria Geral de Iluminação de 1914. Por ter sido a terceira norma criada dentro da ABNT, ela inicialmente foi chamada de Norma Brasileira – 3 (O SETOR ELÉTRICO, 2011).

Sua primeira revisão significativa ocorreu em 1961, transformando a norma em um documento de 20 páginas, e em 1980, onde seu nome foi renovado para NBR 5410. A última revisão, vigente até o momento atual (2024), ocorreu no ano de 2004, trazendo uma grande sofisticação e polimento do texto (O SETOR ELÉTRICO, 2011).

3.5.1 Aplicabilidade

Segundo a ABNT (2004), a NBR 5410 tem como objetivo estabelecer condições mínimas que devem satisfazer as instalações de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação, e a conservação de bens, sendo aplicada em:

- instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, agropecuário, entre outros);
- instalações elétricas em áreas descobertas, externas às edificações;
- instalações elétricas de trailers, campings, marinas, instalações análogas, canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias;
- circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal de até 1000 V em corrente alternada, com frequências de até 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua;
- circuitos elétricos externos aos equipamentos funcionado a uma tensão superior a 1000 V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada (por exemplo, circuitos de lâmpadas a descarga, precipitadores eletrostáticos etc.);
- toda fiação e linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização;
- linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos de equipamentos);
- instalações novas e a reformas em instalações existentes.

Nos casos abaixo não é aplicado a NBR 5410 pois existem normas específicas para os mesmos:

- instalações de tração elétrica;
- instalações elétricas de veículos automotores;
- instalações elétricas de embarcações e aeronaves;
- equipamentos para supressão de perturbações radioelétricas, na medida que não seja comprometido a segurança das instalações;
- instalações de proteção contra quedas diretas de raio;
- instalações em minas;
- instalações de cercas eletrificadas;

- instalações de iluminação pública.

3.5.2 Importância

Em sua última versão (2004), a NBR 5410 se tornou um documento de mais de 200 páginas, abrangendo uma diversidade de processos relacionados a criação, execução e manutenção das instalações elétricas, tratando de vários pontos importantes como a padronização de cores dos fios elétricos.

O não cumprimento da norma técnica em questão pode resultar em uma série de riscos e falhas. Segundo Silva (2016), muitos incêndios provenientes de acidentes elétricos ocorrem por conta de problemas na instalação elétrica, como falta de manutenção e dimensionamento incorreto.

Sendo assim, é de suma importância o seguimento das diretrizes implementadas pela norma, pois é a partir disso que será possível criar um ambiente seguro a curto e longo prazo, não só para os trabalhadores da área elétrica, mas também para aqueles que frequentarão o local.

3.6 CONCEITOS ELÉTRICOS

3.6.1 Eletricidade

A eletricidade é definida como um conjunto de fenômenos (eletrostáticos e eletrodinâmicos) que ocorrem devido à movimentação ou desequilíbrio das cargas elétricas, uma propriedade única aos prótons, elétrons, e aos corpos eletricamente carregados (HELERBROCK, s.d.).

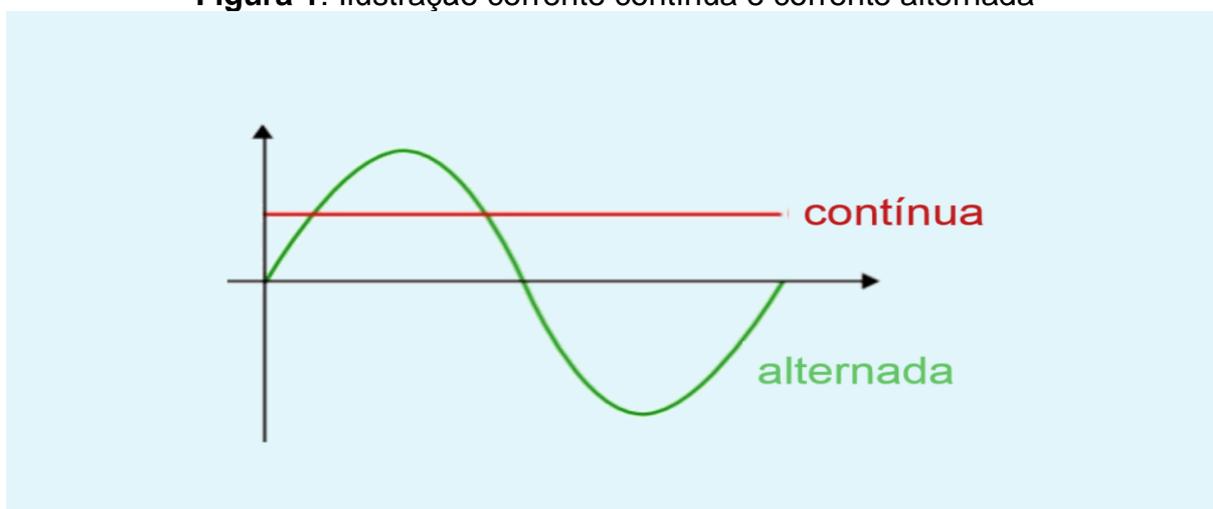
3.6.2 Corrente elétrica

A corrente elétrica é o fluxo de carga elétrica (elétrons) que se desloca através de um condutor (como fios metálicos) quando uma diferença de potencial elétrica é aplicada. É esse fluxo de elétrons que permite o funcionamento de diversos equipamentos eletrônicos, como lâmpadas e equipamentos industriais. Ela é medida em ampères (A) e representada pelo símbolo “I” (VALUATA, s.d.).

Os tipos de corrente elétrica são classificados em duas categorias:

- Corrente contínua (CC): mantém uma polaridade constante, ou seja, os elétrons fluem sempre na mesma direção. Exemplos de fontes com tensão CC incluem pilhas e baterias (FIGURA 1).
- Corrente alternada (CA): possui variações periódicas em sua polaridade e magnitude, invertendo a direção do fluxo dos elétrons constantemente, utilizada por residências e empresas (FIGURA 1).

Figura 1: Ilustração corrente contínua e corrente alternada



Fonte: EnergyBrasil (2021)

3.6.2.1 Fuga de corrente

A fuga de corrente é um fenômeno que ocorre quando a corrente percorre um caminho diferente do normal para a instalação elétrica, havendo uma fuga inesperada do fluxo de energia dos fios e condutores. Este mesmo evento pode ser chamado também de corrente de falta ou corrente diferencial residual (GOLDENERGY, s.d.).

3.6.3 Tensão

A tensão elétrica, também conhecida como DDP (diferença de potencial elétrico), é definida como a energia potencial por unidade de carga que impulsiona o movimento dos elétrons em um circuito elétrico, medida em volts (V), ela determina a quantidade de energia que os elétrons carregam quando se deslocam de um ponto a outro (TSSHARA, 2024).

Sendo assim, a tensão elétrica representa a força necessária para o deslocamento de elétrons, resultando no estabelecimento de uma corrente elétrica no circuito. Além disso, a DDP é essencial para a caracterização de uma fonte de energia elétrica, podendo também identificar perdas e armazenamento, fenômeno conhecido como queda de tensão (INBRAEP, 2020).

3.6.4 Potência

A potência elétrica é uma grandeza fundamental que determina a energia elétrica fornecida ou consumida em um circuito elétrico, sendo expressa em watts (W) e calculada com base em parâmetros como tensão e corrente. Sua fórmula para cálculo é $P = V.I$ (BOZZETTO, 2023).

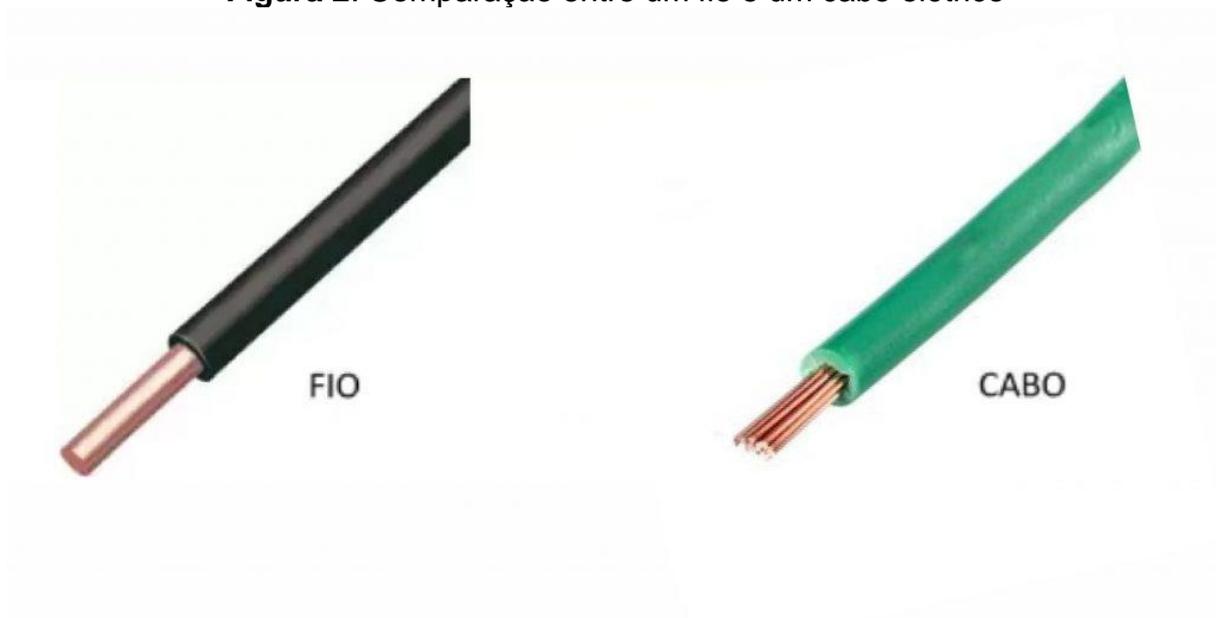
Além disso, de acordo com Melo (s.d.), ela pode ser tipificada em três tipos:

- Potência elétrica ativa: refere-se à energia transmitida para a carga capaz de converter a energia elétrica em outra forma de energia que possa ser utilizada, como luz, movimento e calor. É medida em quilowatts (kW).
- Potência elétrica aparente: é a potência total em um circuito, sendo o somatório da potência ativa com a potência reativa. É medida em quilo Watt-Ampere (kVA).
- Potência elétrica reativa: é aquela potência não utilizada durante o processo de conversão da energia elétrica em outras formas de energia útil, sendo armazenada e estabelecida no gerador, funcionando como um caminho constante que a potência ativa percorre para gerar um trabalho útil e magnetizar as bobinas de equipamento. É medida em quilo-Volt-Ampere Reativo (kVAr).

3.6.5 Diferença entre fios e cabos elétricos

Apesar de possuírem a mesma função, a condução de corrente elétrica, os fios e cabos elétricos apresentam nomes distintos por conta das diferenças em suas composições internas (FIGURA 2), onde os fios possuem uma estrutura geralmente sólida, enquanto os cabos dispõem de uma flexibilidade superior por conta de seus múltiplos filamentos (TECNOGERA, 2011).

Figura 2: Comparação entre um fio e um cabo elétrico



Fonte: Dimensional (2022)

3.7 PADRONIZAÇÃO DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS

A NBR 5410 é a responsável por definir as cores que devem ser utilizadas para a identificação de fios e cabos elétricos em instalações de baixa tensão. Apesar de sua não obrigatoriedade, caso seja utilizada alguma qualquer cor como forma de identificação, o padrão da tabela de cores deve ser seguido (TECNOGERA, 2011).

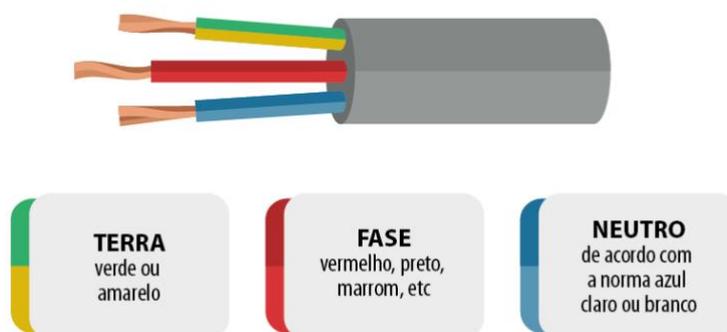
A padronização ocorre da seguinte maneira:

- azul claro ou branco: usado em condutores neutros com isolação;
- verde, amarelo, ou verde e amarelo: para condutores de proteção, mais conhecidos como “terra”;
- vermelho, preto ou marrom: indicado para condutores fase (pode ser utilizado outras cores desde que não sejam as mesmas citadas acima).

A presença de uma tabela de cores e uma identificação organizada não só facilita a identificação dos cabos e/ou fios elétricos, como também ajuda a prevenir confusões, prevenindo erros de ligação, choques elétricos, curtos-circuitos e incêndios.

Figura 3: Representação da padronização de cores dos fios e cabos

PADRÃO DE CORES DOS FIOS - NBR 5410

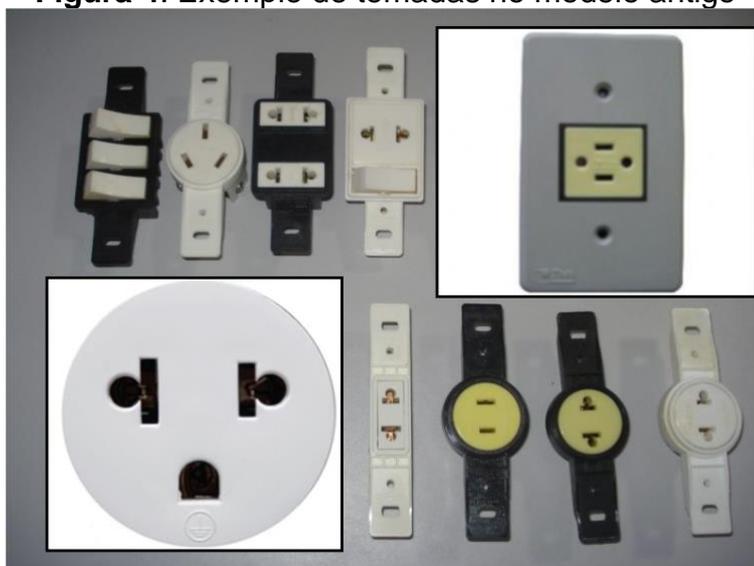


Fonte: Lojastander (2021)

3.8 PADRONIZAÇÃO DE TOMADAS

Antes da padronização atual, o Brasil utilizava cerca de 12 tipos diferentes de plugues e 8 tipos de tomadas, o que trazia uma desordem e abrangência desnecessária. Sendo assim, em 1998 foi definido um novo padrão para ambos plugues e tomadas (ABNT NBR 14136), o que foi devidamente exigido e cobrado pela Inmetro apenas nos anos 2000 (WEG, 2021).

Figura 4: Exemplo de tomadas no modelo antigo



Fonte: Segundo (2011)

A nova padronização exige que os plugues sejam constituídos de três pinos redondos, sendo um para a fase, um para o neutro ou 2° fase, e o outro para o aterramento elétrico, chamado também de pino terra, uma das principais mudanças dessa norma (WEG, 2021).

Figura 5: Identificação do terra na tomada



Fonte: Weg (2021)

As tomadas também adquiriram um novo formato com o intuito de proteção contra o contato direto, onde suas conexões elétricas ficaram rebaixadas em relação à superfície. Com suas laterais rebaixadas, o novo modelo de tomadas também evita que seja inserido somente um pino do plugue, o que evita um contato acidental entre o indivíduo e a corrente elétrica (WEG, 2021).

Figura 6: Representação de um plugue e uma tomada nos modelos atuais



Fonte: Techtudo (2017)

Sendo assim, esse padrão criado e estabelecido pela ABNT promove maior segurança aos usuários, eliminando a necessidade do uso excessivo de adaptadores, os quais podem resultar em diversos acidentes elétricos como sobrecarga, incêndios e choques elétricos (WEG, 2021).

3.9 DISPOSITIVOS ELÉTRICOS

3.9.1 Quadros de distribuição

Também conhecido como painéis de distribuição ou quadro elétricos, são estruturas que abrigam os dispositivos de proteção e o controle dos circuitos do local como iluminação e pontos de tomadas, sendo encarregados em receber a energia elétrica proveniente da rede externa e distribuí-la de maneira segura para os diferentes pontos de consumo (WEG, 2023).

Segundo Krausmuller (s.d.), há dois modelos diferentes de quadros de distribuição para determinadas situações, sendo eles o quadro de distribuição residencial (FIGURA 4), o qual se limita a circuitos e equipamentos simples (eletrodomésticos etc.), e o quadro de distribuição industrial (FIGURA 5), cujo é usado em indústrias de grande consumo energético, com controles de segurança a fim de evitar casos de sobrecarga, curto-circuito, incêndio, entre outros.

Figura 7: Quadro de distribuição residencial



Fonte: Defante Materiais Elétricos (s.d.)

Figura 8: Quadro de distribuição industrial

Fonte: Elétricapredial (s.d.)

3.9.2 Eletrodutos

São tubulações rígidas ou flexíveis, feitas de PVC, aço galvanizado ou alumínio. Normalmente usados em instalações elétricas comerciais ou residenciais, os eletrodutos fornecem uma passagem fechada e contínua para cabos elétricos, protegendo contra danos mecânicos, toques e impactos acidentais, umidade, poeira, e interferências eletromagnéticas, trazendo um local mais organizado e seguro (TEK, s.d.).

Figura 9: Eletroduto rígido

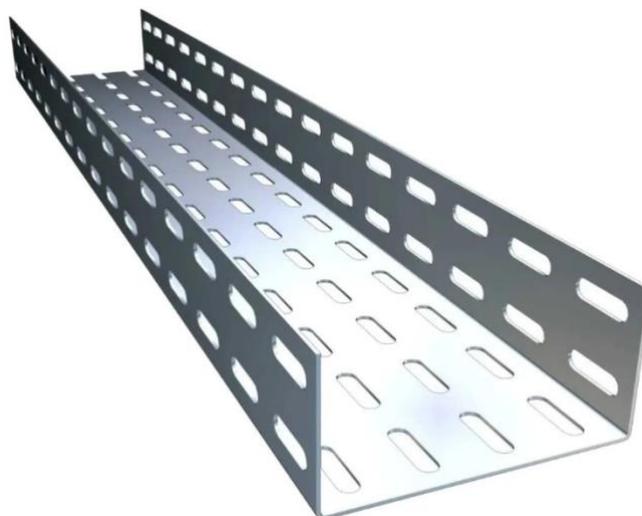
Fonte: Ascael (s.d.)

Figura 10: Eletroduto flexível

Fonte: Ferreiracosta (s.d.)

3.9.3 Eletrocalhas

São sistemas de canaletas abertas ou fechadas, feitas de metal (aço galvanizado, aço inoxidável, alumínio etc.) e geralmente usados em construções que requerem uma grande quantidade de cabeamento elétrico como indústrias e escritórios. Assim como os eletrodutos, as eletrocalhas também possuem como objetivo a construção e estruturação de um local mais coordenado e protegido (TEK, s.d.).

Figura 11: Eletrocalhas

Fonte: Eletrossetti (s.d.)

3.9.4 Disjuntor

Os disjuntores são dispositivos que tem a função de proteger as instalações elétricas, desligando a energia automaticamente em casos de curtos-circuitos e sobrecargas. Os disjuntores também permitem ligar e desligar manualmente a instalação, facilitando o manuseio da rede elétrica e evitando acidentes com choques elétricos (MARGIRIUS, 2021).

Figura 12: Disjuntor



Fonte: Universo do Lar (s.d.)

3.9.5 Dispositivo IDR

O Interruptor Diferencial Residual (IDR), também conhecido por DR, é um dispositivo presente nas instalações elétricas com o objetivo de detectar fugas de corrente, servindo também como um dispositivo de proteção contra descargas elétricas (ARAUJO, s.d.).

Segundo a NBR 5410, o uso de IDR é obrigatório nos seguintes casos:

- circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;

- circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

Figura 13: Dispositivo IDR



Fonte: Araujo (s.d.)

3.9.6 Dispositivo DDR

O DDR (Disjuntor Diferencial Residual) é um dispositivo que pode atuar como um IDR ou como um disjuntor termomagnético, sendo assim, ele oferece proteção tanto contra fugas de corrente quanto contra curtos-circuitos e sobrecarga. Por ser responsável por duas funções de proteção distintas, o DDR é um equipamento mais caro e mais difícil de se encontrar no mercado (ARAUJO, s. d.).

Desta forma, o DDR se torna uma opção mais cara, porém mais segura para utilização em locais com um maior risco de acidentes elétricos, como por exemplo, em áreas de serviço, onde há equipamentos pesados e expostos ao contato de água, o que gera grande riscos de curtos-circuitos e choques elétricos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A inspiração deste trabalho surgiu a partir de uma aula de campo da disciplina de eletricidade, onde foram identificados diversos problemas técnicos das edificações elétricas da instituição. Os possíveis acidentes elétricos que poderiam vir a ocorrer com os indivíduos frequentadores do local foram os principais motivadores para a iniciação deste estudo.

Começando a partir de pesquisas bibliográficas de artigos, normas regulamentadoras e laudos técnicos, com o objetivo de coletar informações relacionadas a questões normativas, eletricidade, segurança e metodologias usadas numa análise de campo dentro da área elétrica.

Após isso, o trabalho foi separado em duas etapas. A primeira teve seu enfoque no estudo das normas e estruturação da revisão de literatura, para então a pesquisa de campo dentro da área selecionada no Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia entre os meses de julho e outubro de 2024.

Na etapa de análise e estudo do local, primeiramente foi verificado a área exterior às salas de aula onde há grande concentração e circulação de indivíduos diariamente, foram escolhidos determinados postes de área externa, e o PIC, os quais foram estudados e fotografados.

Na verificação seguinte, foi visitado todo o interior da instituição, iniciando pela procura, abertura e visualização das caixas de distribuição do térreo, corredores do primeiro e segundo andar, cozinha, salas de aula, laboratório de informática, e demais laboratórios de estudo.

Vale ressaltar que nesta etapa da inspeção já foram notadas e fotografadas outras incongruências presentes no local como tomadas, fios condutores, conexões de equipamentos, nível de risco e chance de acidentes, trazendo os dados necessários a conclusão desta etapa.

Após a análise, foram utilizados como referência laudos técnicos específicos e outros artigos de mesmo nicho para a listagem das irregularidades encontradas que não atendem à norma, assim trazendo para o leitor um panorama claro das não conformidades encontradas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, os resultados encontrados a partir da análise será separado de acordo com os espaços estudados.

5.1 POSTES E DISJUNTORES.

Próximo ao prédio principal, há a presença de um campo de futebol e uma quadra poliesportiva, que são utilizados pelos alunos e professores durante o horário de aula e principalmente durante o intervalo, onde boa parte dos estudantes optam por praticar algum esporte ou apenas caminhar pelo local.

Na área localizada entre os dois espaços recreativos foi notado a presença de três postes com refletores de leds em seu topo, os quais estavam conectados a disjuntores diretamente acoplados em tábuas e recipientes plásticos fixados aos próprios postes, os quais não possuíam armazenamento correto de seus dispositivos (FIGURAS 14, 15, 16 e 17).

Figura 14: Disjuntor poste 01



Fonte: Autor (2024)

Figura 15: Tomadas e disjuntores poste 01



Fonte: Autor (2024)

Figura 16: Disjuntor poste 02



Fonte: Autor (2024)

Figura 17: Disjuntor poste 03



Fonte: Autor (2024)

Na figura 14 é possível notar a ausência de qualquer proteção contra chuva ou umidade, havendo fios emendados sem seu devido armazenamento. Caso ocorra o contato direto entre um aluno e estas afiações elétricas, principalmente se a mesma estiver molhada, o choque elétrico é eminente, um acidente que pode levar a óbito.

No mesmo poste, figura 15, é identificado também a presença de tomadas e outros disjuntores, os quais não é possível saber se ainda estão em funcionamento, sendo assim, caso estas tomadas ainda estejam energizadas, numa situação em que um indivíduo procure usá-las, há grandes chances de o mesmo acabar sofrendo algum tipo de acidente elétrico, podendo causar danos a algum dispositivo eletrônico ou a si mesmo.

Nas figuras 16 e 17 não é diferente, apesar de haver uma “proteção” dos disjuntores com o uso de uma caixa de plástico, assim como no caso anterior, é necessário apenas um toque entre um indivíduo e um fio condutor desencapado para que ocorra um choque elétrico.

É importante esclarecer que estes três disjuntores estão de fácil acesso para qualquer aluno, funcionário ou professor que queira entrar em contato com o dispositivo. Sendo assim, a irregularidade destas conexões elétricas traz uma insegurança diária para os frequentadores do local.

5.1.1 Propostas de solução e comentários

- Retirada completa de todos os disjuntores e componentes que trazem riscos ao ambiente;
- instalação correta dos circuitos dos refletores de led com o uso de uma caixa de distribuição adequada, seguindo as normas regentes;
- alocação da caixa de distribuição em um local estratégico e com proteção para que haja o acesso apenas por técnicos qualificados;
- implementação de uma caixa de tomadas caso seja necessário o seu uso no local (FIGURA 18).

Figura 18: Caixa de tomadas



Fonte: Mercado Livre (s.d.)

5.2 PAVILHÃO INTERNACIONAL DA CULTURA (PIC)

Anteriormente usado apenas como um estoque para determinados itens, este pavilhão foi dividido em duas áreas para o uso de alunos e professores do colégio, sendo elas uma sala para vendas de alimentos para arrecadação da formatura dos formandos, e uma outra área denominada de laboratório de máquinas mecânicas – LMM (FIGURA 19).

Figura 19: Laboratório de máquinas mecânicas



Fonte: Autor (2024)

Nesta parte do galpão, além do armazenamento de diversos projetos mecânicos e eletrônicos de alunos dos anos anteriores, o local também é utilizado como uma sala de jogos para as aulas de educação física, havendo xadrez, mesa de tênis, materiais de esportes variados, entre outros.

Durante a análise da instalação elétrica, foi possível identificar diversos pontos críticos que comprometem a segurança no ambiente, revelando a presença de disjuntores desprotegidos, conexões inadequadas e emendas expostas, configurando um cenário de alto risco.

Figura 20: Disjuntores instalados em uma tábua de madeira



Fonte: Autor (2024)

Na figura 20 é possível notar diversas irregularidades, como a ausência de um quadro de distribuição adequado, o qual é necessário para o acoplamento e armazenamento de componentes como disjuntores e condutores, para que assim não ocorra contatos indevidos entre o circuito e, nesse caso, algum aluno ou professor presente no local.

A conservação adequada de um circuito elétrico é de extrema necessidade. Na fotografia é visto que não há proteção alguma em todas as extremidades, havendo fios expostos e isolamento inadequado. É necessário citar também que neste local há outros disjuntores e tábuas que se encontram na mesma situação insegura e precária.

Figura 21: Conexão de uma lâmpada led com fios expostos



Fonte: Autor (2024)

Outra situação alarmante são as conexões das lâmpadas leds no local (FIGURA 21). Sendo um total de 12 em funcionamento, todas elas estão interligadas entre si, criando um circuito com fios expostos e sem a proteção adequada, onde é usado remendos em cada conexão.

Além do risco de toque entre os fios desprotegidos e algum indivíduo do local, como todo o sistema elétrico está interligado com diversas emendas, há grandes riscos de problemas, como a sobrecarga do circuito (podendo queimar os disjuntores), a queda de tensão, e acidentes envolvendo choques elétricos e/ou incêndios.

5.2.1 Proposta de solução e comentários

- Remoção dos disjuntores atuais localizados nas extremidades do local;
- reparo completo das conexões das lâmpadas leds, implementando novos isolantes seguindo a padronização de cor estabelecida pelas normas;
- alojamento dos fios elétricos dentro de compartimentos adequados como eletrodutos, para que não fiquem expostos;
- instalação de um único quadro de distribuição, havendo os dispositivos necessários para os circuitos e suas determinadas identificações.

5.3 COZINHA

Devido ao seu ambiente frequentemente úmido e com manuseio de líquidos condutores, como a água, a cozinha é um local que requer uma atenção especial na estruturação elétrica, sendo fundamental um cuidado maior durante a instalação e isolamento dos condutores que atuam no local.

Tais medidas preventivas notaram-se ausentes durante a análise do perímetro, onde foi possível identificar 3 torneiras elétricas que estavam conectadas por remendos e sem isolamento propício (FIGURAS 22, 23 e 24).

Figuras 22 e 23: Torneira Elétrica 1 e 2.



Fonte: Autor (2024)

Figura 24: Torneira elétrica 3

Fonte: Autor (2024)

A situação que se encontra as torneiras elétricas é extremamente precária e perigosa, apesar dos condutores estarem encapados, ainda há possíveis situações de acidentes e desastres. Um mínimo contato entre um fio exposto e um funcionário que está com a mão úmida, ou até mesmo com um material condutor como um talher, pode vir a ocasionar um acidente elétrico e levá-lo a óbito.

Há também na cozinha um quadro de distribuição (FIGURAS 25 e 26), o qual representa todas as conexões presentes dentro da área da cozinha, sendo elas:

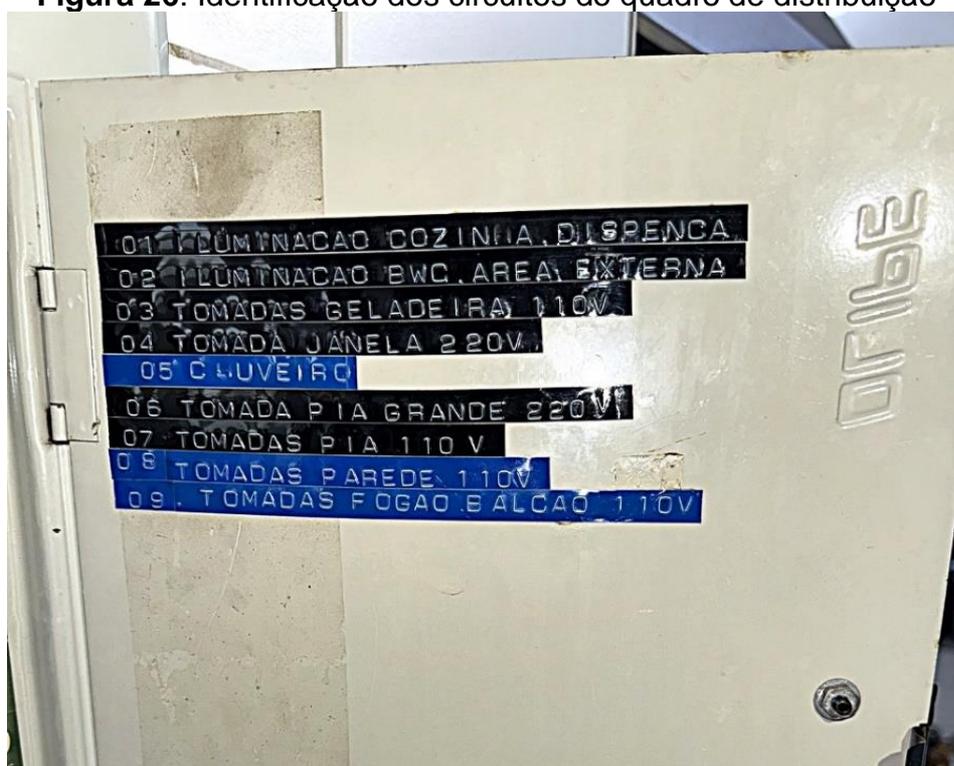
- 01 – iluminação cozinha dispensa;
- 02 – iluminação banheiro área externa;
- 03 – tomadas geladeira 110 V;
- 04 – tomada janela 220 V;
- 05 – chuveiro;
- 06 – tomada pia grande 220 V;
- 07 – tomadas pia 110 V;
- 08 – tomadas parede 110 V;
- 09 – tomadas balcão 110 V.

Figura 25: Quadro de distribuição.



Fonte: Autor (2024)

Figura 26: Identificação dos circuitos do quadro de distribuição



Fonte: Autor (2024)

Neste quadro de distribuição é notável um grande problema em relação a identificação dos circuitos. Apesar de existir uma numeração ao lado, ao compararmos as duas imagens é possível notar uma incongruência: certos circuitos que estão listados na tampa da caixa não estão devidamente instalados e/ou identificados no seu interior, criando assim uma dificuldade no manuseio e inspeção.

Outro problema encontrado é a presença de um único circuito para todos os 5 freezers encontrados no local, os quais necessitam de uma tomada de uso específico cada um. No caso das torneiras, também ocorre o mesmo problema, se encontrando conectados em um mesmo disjuntor.

5.3.1 Propostas e Comentários

- Corrigir o mais rápido possível os condutores expostos das torneiras elétricas;
- instalação de tomadas de uso específico para os freezers;
- reparo completo no quadro de distribuição;
- adicionar 8 DDR's, um para cada freezer e torneira elétrica;
- inspeção dos componentes atuais, identificando quais ainda estão em uso ou não, realizando uma nova instalação e/ou desinstalação se necessário;
- identificar corretamente todos os circuitos elétricos.

5.4 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO – TÉRREO

No térreo foram estudados dois quadros de distribuição. No primeiro estava localizado todos os circuitos do primeiro andar. Apesar de uma ótima identificação, notou-se ausência de um dispositivo IDR e a conexão mútua dos circuitos de tomadas e circuito de iluminação nos circuitos 4, 8 e 14, infringindo em um dos tópicos da NBR 5410 (FIGURAS 27 e 28).

Identificação dos circuitos do quadro 01:

- 1 – iluminação sala dos professores;
- 2 – iluminação sala auditório;
- 3 – iluminação hall de entrada;

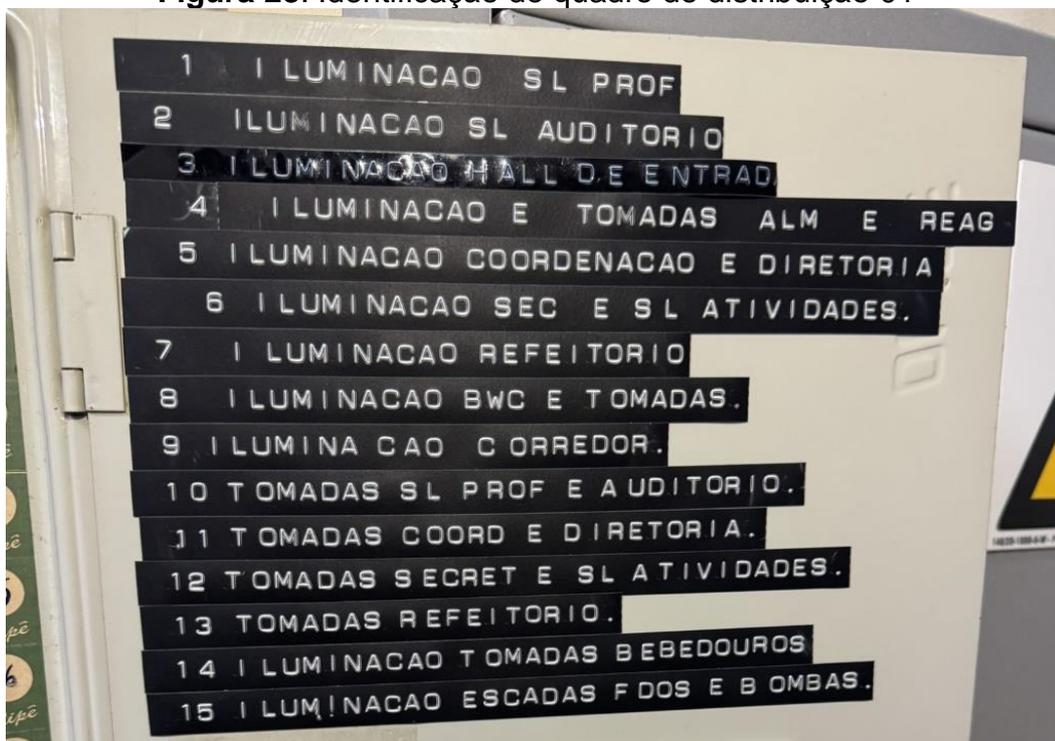
- 4 – iluminação e tomadas alm. e reag;
- 5 – iluminação coordenação e diretoria;
- 6 – iluminação secretaria e sala atividade;
- 7 – iluminação refeitório;
- 8 – iluminação BWC e tomadas;
- 9 – iluminação corredor;
- 10 – tomadas sala dos professores e auditório;
- 11 – tomadas coordenação e diretoria;
- 12 – tomadas secretaria e sala atividades;
- 13 – tomadas refeitório;
- 14 – iluminação tomadas bebedouros;
- 15 – iluminação escadas f. dos e bombas.

Figura 27: Quadro de distribuição 01



Fonte: Autor (2024)

Figura 28: Identificação do quadro de distribuição 01



Fonte: Autor (2024)

Já no segundo quadro de distribuição (FIGURAS 29 e 30) está localizado uma chave geral para toda a instalação elétrica da instituição e outras 12 chaves gerais de todos os quadros de dentro da instituição, sendo eles:

- laboratório informática;
- QDLF-1 (quadro de distribuição de luz e força);
- QDLF-2;
- QDF-3 (quadro de distribuição e força);
- QD-COZ (quadro de distribuição);
- QD- LAB 1;
- Secretaria informática;
- QD-LAB 2;
- QD-LAB 3;
- QD-LAB 4;
- QF- ELEV (quadro de força);
- QF- BOMBAS.

Figura 29 e 30: Quadro de distribuição 02



Fonte: Autor (2024)

5.4.1 Proposta de solução e comentários

- Reestruturação dos circuitos 4, 8 e 12 (quadro 01) para que atenda á norma;
- implementação de um dispositivo IDR ou DDR para o circuito do banheiro;
- melhoria na identificação dos circuitos no quadro 02.

5.5 CORREDORES 2º E 3º ANDAR

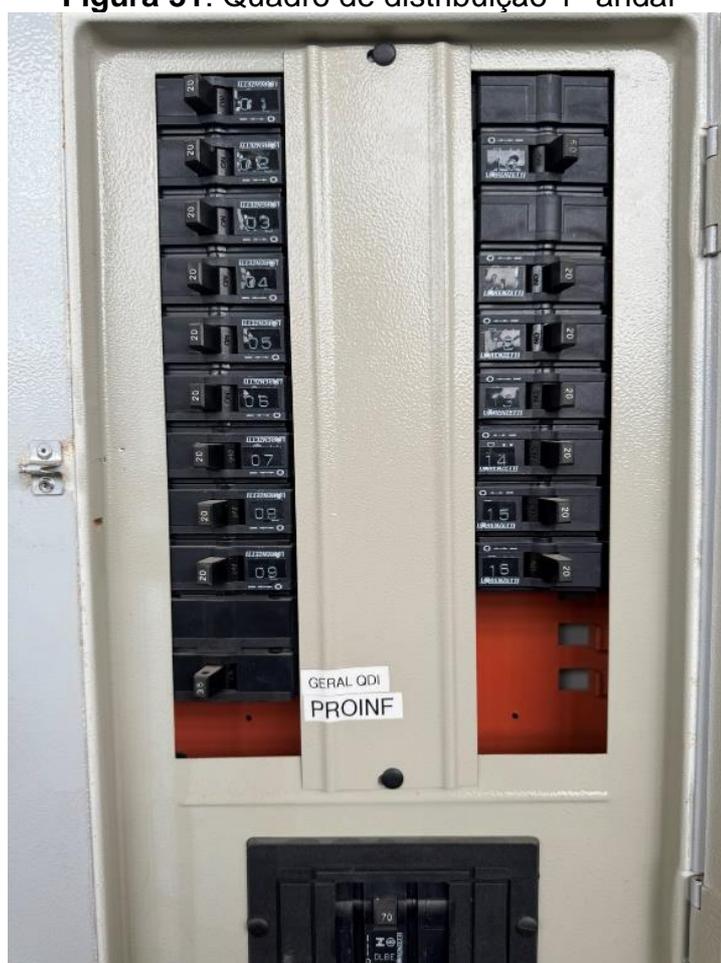
Há um quadro de distribuição localizado no corredor de cada andar. Todas as identificações dos devidos circuitos estão de acordo com os componentes da caixa, com exceção de um único componente não identificado no quadro do segundo andar. Existe também a ausência de um dispositivo IDR para os banheiros de cada quadro, assim como no caso anterior.

No primeiro quadro (FIGURAS 31 e 32) estão presentes os seguintes circuitos:

- 01 – iluminação laboratório informática;
- 02 – iluminação biblioteca;
- 03 – tomadas biblioteca;
- 04 – iluminação corredor;

- 05 – iluminação sala 01;
- 06 – iluminação sala 02;
- 07 – iluminação sala 03;
- 08 – iluminação sala 04;
- 09 – iluminação sala 05;
- 10 – geral laboratório informática;
- 11 – iluminação sala 06;
- 12 – iluminação corredor e banheiro;
- 13 – tomadas bebedouro e banheiro;
- 14 – tomadas sala 01;
- 15 – tomadas salas 05. 06;
- 16 – tomadas salas 02. 03. 04.

Figura 31: Quadro de distribuição 1º andar



Fonte: Autor (2024)

Figura 32: Identificação quadro de distribuição 1º andar



Fonte: Autor (2024)

Já no segundo quadro (FIGURAS 33 e 34) estão os seguintes circuitos:

- 01 – iluminação sala 07;
- 02 – iluminação sala 08;
- 03 – iluminação sala 09;
- 04 – iluminação sala 10;
- 05 – iluminação sala 11;
- 06 – iluminação sala 12;
- 07 – iluminação sala 13;
- 08 – iluminação sala 14;
- 09 – iluminação sala 15;
- 10 – manutenção elevador;
- 11 – iluminação corredor;
- 12 – reserva;
- 13 – reserva;
- 14 – tomadas banheiro e bebedouro;
- 15 – iluminação final corredor e banheiro;
- 16 – tomadas salas 10. 11. 12. 13;
- 17 – tomadas salas 14. 15;
- 18 – tomadas salas 07. 08. 09;
- 19 – iluminação marquise;
- 20 – iluminação marquise.

Figura 33: Quadro de distribuição 2º andar



Fonte: Autor (2024)

Figura 34: Identificação quadro de distribuição 2º andar



Fonte: Autor (2024)

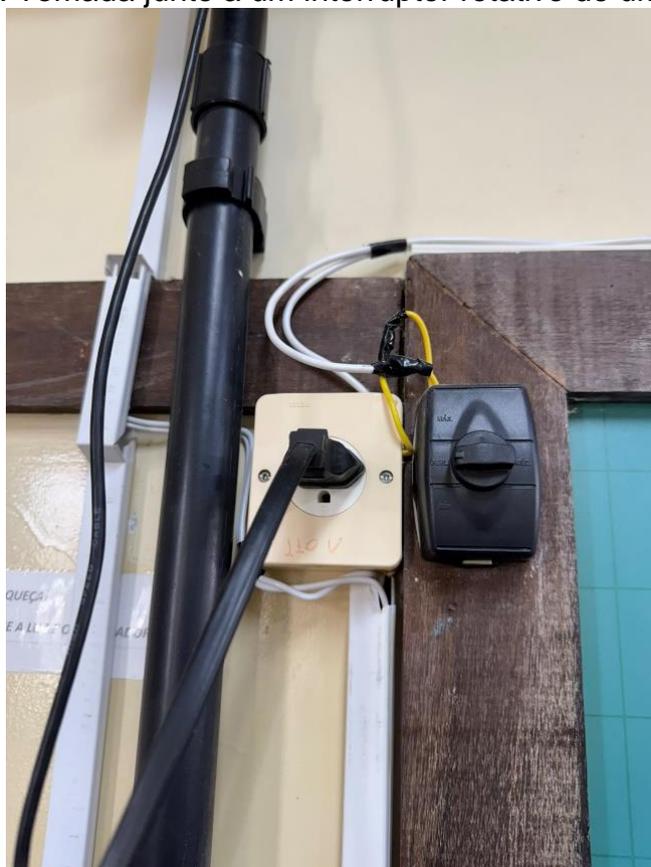
5.5.1 Proposta de solução e comentários.

- Instalação de dispositivos IDR ou DDR para os circuitos do banheiro de ambos os quadros;
- identificar o componente presente no quadro do segundo andar, citado no início do tópico 5.5.

5.6 SALAS DE AULA

Recentemente, o Governo do Paraná implementou projetores em escolas da região, representando um avanço significativo na infraestrutura escolar que beneficia tanto professores quanto alunos. No entanto, mesmo com a introdução dessa tecnologia, persiste um problema em todas as salas de aula da instituição: o isolamento inadequado dos fios condutores e a presença de tomadas desatualizadas (FIGURAS 35 e 36).

Figura 35: Tomada junto a um interruptor rotativo de um ventilador



Fonte: Autor (2024)

Figura 36: Ventilador com condutores expostos



Fonte: Autor (2024)

Em ambos os casos, é possível notar a falta de uma proteção externa adequada para os condutores, condição que pode comprometer a segurança dos estudantes e educadores no manuseio do equipamento. Além disso, também é identificado a ausência da padronização de cores estabelecidas pelas normas regulamentadoras, dificultando as futuras identificações e manutenções dos circuitos elétricos.

5.6.1 Proposta de solução e comentários

- Renovação das tomadas de modelo antigo;
- instalação de novos isolantes seguindo a padronização de cores determinada pela norma;
- instalação de canaleta ou eletroduto para armazenamento correto dos condutores.

5.7 SALA DOS PROFESSORES

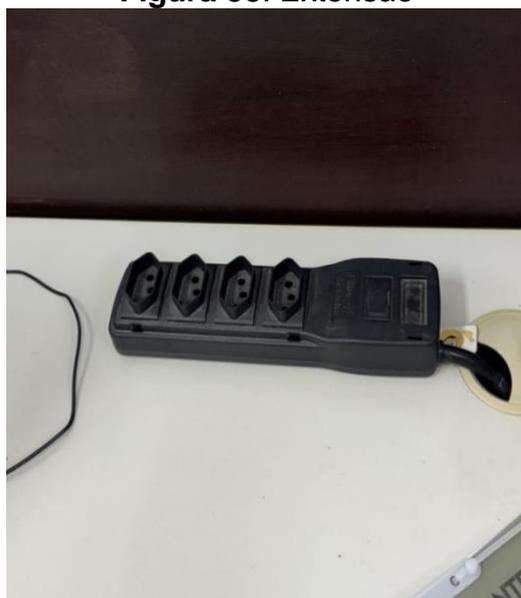
Na sala dos professores foram observadas as mesmas irregularidades mencionadas anteriormente, a padronização das cores dos isolantes, os quais também estavam instalados de forma exposta, e a presença de modelos antigos de tomada (FIGURAS 37 e 38).

Figura 37: Fios condutores (preto, preto e branco).



Fonte: Autor (2024)

Figura 38: Extensão



Fonte: Autor (2024)

5.7.1 Proposta de solução e comentários

- Troca dos isolantes atuais por novos, seguindo a padronização de cor determinado pela norma;
- instalação de modelos atuais de tomadas no lugar dos antigos;
- análise do local em relação às quantidades necessárias de tomadas para uso dos professores, com o objetivo de evitar o uso extensões.

5.8 LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA

Nesta sala há em torno de 60 dispositivos eletrônicos, sendo entre eles monitores e computadores. Em uma sala separada se encontra dois quadros de distribuição, o primeiro possuindo os disjuntores 1, 2, 3, 4, 5 e 6 para as conexões das tomadas da sala, disjuntor 7 para o computador presente na mesma sala do quadro, um disjuntor geral (canto superior esquerdo), e um disjuntor DR (canto superior direito) (FIGURA 39).

Figura 39: Primeiro quadro de distribuição da sala do laboratório.



Fonte: Autor (2024)

No segundo quadro se encontravam apenas os dispositivos de proteção contra surtos (descargas atmosféricas) (FIGURA 40).

Figura 40: Segundo quadro de distribuição.



Fonte: Autor (2024)

5.8.1 Proposta de solução e comentários.

- Melhoria na identificação dos disjuntores das tomadas com o intuito de facilitar futuras possíveis manutenções dos sistemas elétricos, evitando ter de desligar todos os dispositivos da sala;
- uso de um quadro de distribuição de plástico, dando mais segurança no manuseio;
- uso dos dispositivos como o DDR ou IDR, trazendo uma maior segurança contra surtos elétricos e fuga de corrente.

5.9 LABORATÓRIOS

Na instituição há um total de 4 laboratórios de estudo utilizados por alunos e professores. Sendo eles: “Laboratório 1 – Análise-físico-química da água”, “Laboratório 2 – Microbiologia e biologia”, “Laboratório 3 – Ar, solos e resíduos”, e “Laboratório 4 – Física”.

Como resultado da análise, foi notado problemas comuns entre as 4 salas, sendo eles, defeitos nas tomadas (FIGURA 41), tomadas no modelo antigo, e identificação rasa nos quadros de distribuição (FIGURAS 42 e 43).

Figura 41: Tomada defeituosa

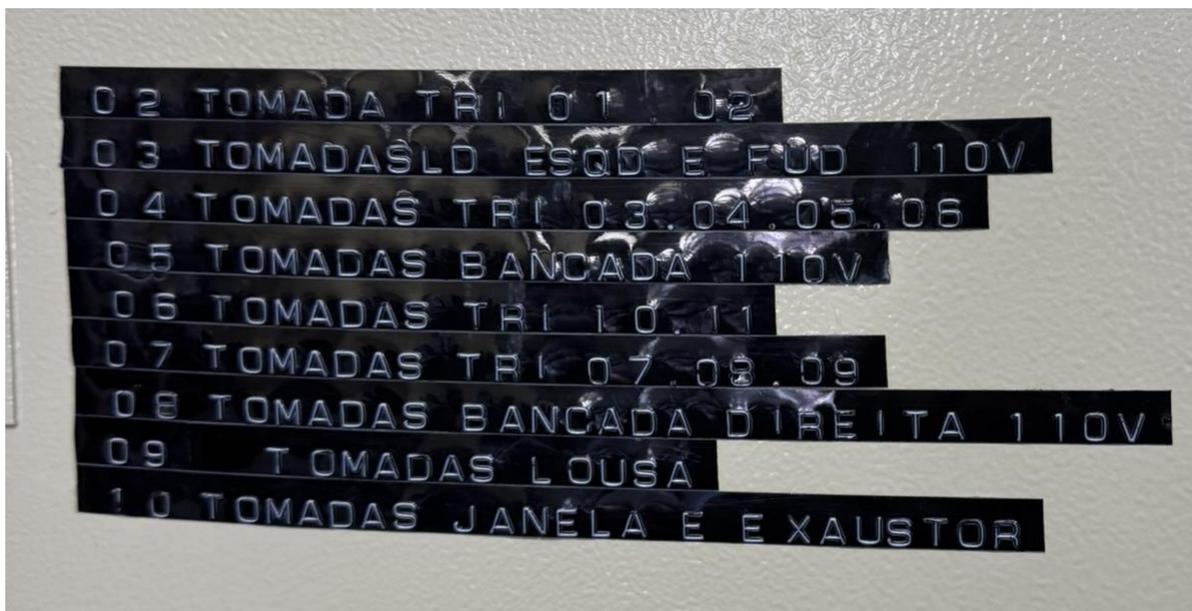


Fonte: Autor (2024)

Figura 42: Quadro de distribuição de um dos laboratórios



Fonte: Autor (2024)

Figura 43: Identificação dos circuitos

Fonte: Autor (2024)

De acordo com a identificação da figura 43 estão listados os seguintes circuitos:

- 02 tomadas trifásica 01 . 02;
- 03 tomadas esqd. e fud. 110 V;
- 04 tomadas trifásica 03.04.05.06;
- 05 tomadas bancada 110 V;
- 06 tomadas trifásica 10.11;
- 07 tomadas trifásica 07.08.09;
- 08 tomadas bancada direita 110 V
- 09 tomadas lousa;
- 10 tomadas janela e exaustor.

5.9.1 Proposta de solução e comentários

- Renovar os modelos antigos de tomadas
- Melhorar identificação dos circuitos

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho foi possível observar a importância de uma análise minuciosa das instalações elétricas, sobretudo em áreas de grande circulação de pessoas como a instituição Newton Freire Maia, onde há a presença de alunos, professores e funcionários diariamente.

O estudo e análise do local indicou diversos problemas relacionados à conformidade com a NBR 5410, uma norma essencial para garantir a segurança em instalações elétricas de baixa tensão, trazendo um padrão desde o dimensionamento correto de tomadas até a padronização das cores dos cabos dos circuitos.

A presença de sistemas elétricos inadequados foi constatada em diferentes áreas da instituição, como salas e laboratórios, havendo diversos problemas como disjuntores expostos, fiações com isolamento inadequado, dispositivos antigos e a ausência de quadros de distribuição.

Além das inconformidades que foram citadas ao longo do trabalho, também foram propostas soluções de adequação como: a reestruturação completa de determinadas instalações elétricas; atualização de dispositivos antigos; melhoria nos quadros de distribuição em relação aos seus circuitos, dispositivos, segurança e identificação.

Durante o estudo, a existência de normas e regulamentos se mostrou de suma importância para a construção e conservação de um local seguro e adequado para trabalhadores e cidadãos, pois a sua ausência pode resultar em acidentes graves, como choques elétricos, incêndios e casos de óbito.

Desta forma, para que haja um ambiente seguro e funcional, preservando a integridade física das edificações elétricas e dos indivíduos frequentadores do local, é fundamental a implementação de práticas corretas de manutenção e readequação das instalações elétricas.

Por fim, as análises e propostas discutidas neste trabalho mostram a importância de um olhar atento às normas técnicas da área elétrica. A segurança deve sempre ser uma prioridade, e para que isso seja possível, investimentos em manutenções e reformas preventivas são essenciais. A realização das adequações sugeridas não apenas trará uma congruência com as normas vigentes, como também proporcionará maior segurança e eficiência para toda a instituição.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 5410**
Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004, 217 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sobre a normalização**. Rio de Janeiro, s.d. Disponível em:
<https://abnt.org.br/normalizacao/sobre-a-normalizacao/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

ALAGO, I. **Principais medidas para reduzir o risco de acidentes elétricos**. *In*:
Chemicalrisk. São Paulo, 28 mai. 2024. Disponível em:
<https://www.chemicalrisk.com.br/acidentes-eletricos/>. Acesso em: 25 out. 2024.

ARAUJO, Y. **IDR X DDR: saiba as diferenças entre esses dispositivos**. s.d.
Disponível em: <https://lumusengenharia.com.br/blog/idr-x-ddr-instalacoes/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ASCAEL. **Eletrodutos rígidos e conexões zincados eletroliticamente – nbr 13057**. São Paulo, s.d. Disponível em: <https://ascael.com.br/produto/eletrodutos-rigidos-e-conexoes-zincados-eletroliticamente-nbr-13057/>. Acesso em: 25 out. 2024.

BOZZETTO, J. **Potência elétrica: o que é, fórmula, e definição de potência nominal**. 2023. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/potencia-eletrica>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CRISSI, E. **Entenda a história da ABNT e sua relação com o Governo**. *In*:
Qualityteam. Santa Catarina, 31 out. 2016. Disponível em:
<https://qualityteam.com/pb/blog/conhecendo-historia-da-abnt-e-sua-relacao-com-o-governo/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

DEFANTE MATERIAIS ELÉTRICOS. **Quadro elétrico montado**. São Paulo, s.d.
Disponível em: <https://www.defantemateriaiseletricos.com.br/blog/>. Acesso em: 25 out. 2024.

DIMENSIONAL. **O que significa as cores dos fios elétricos?**. 2022. Disponível em: <https://lumusengenharia.com.br/blog/idr-x-ddr-instalacoes/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ELETRICAPREDIAL. **Quadros de distribuição de energia**. São Paulo, s.d.
Disponível em: <https://www.eletricapredial.com.br/quadros-de-distribuicao-de-energia>. Acesso em: 25 out. 2024.

ELETROSSETTI. **Eletrocalha perfurada**. São Paulo, s.d. Disponível em:
<https://www.eletrossetti.com.br/produto/eletrocalha/>. Acesso em: 25 out. 2024.

ENERGY-BRASIL. **Qual a diferença entre corrente contínua e corrente alternada?**. 2021. Disponível em:
<https://energybrasilsolar.com.br/novo/2021/10/22/diferenca-corrente-continua-alternada/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

EXSERGIA. **Instalações elétricas: conheça mais sobre e saiba como solicitar esse serviço.** São Paulo, 20 abr. 2019. Disponível em: <https://exsergia.eng.br/instalacoes-eletricas/instalacao-eletrica/>. Acesso em: 25 out. 2024.

FERREIRACOSTA. **Eletroduto flexível corrugado PVC 1.1" x 25m DN 44mm – Aba Flex.** Pernambuco, s.d. Disponível em: <https://www.ferreiracosta.com/produto/465692/eletroduto-flexivel-corrugado-pvc-1.14%22-x-25m-dn-40mm-aba-flex>. Acesso em: 25 out. 2024.

GOLDENERGY. **Significado de fuga de corrente.** s.d. Disponível em: <https://goldenergy.pt/glossario/fuga-corrente/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

GOLDENERGY. **Sobrecarga elétrica.** s.d. Disponível em: [https://goldenergy.pt/glossario/sobrecarga-eletrica/#:~:text=Diferen%C3%A7a%20entre%20Sobrecarga%20EI%C3%A9trica%20e%20Curto-circuito&text=Nesse%20sentido%2C%20a%20sobrecarga%20el%C3%A9trica,acidental\)%20entre%2](https://goldenergy.pt/glossario/sobrecarga-eletrica/#:~:text=Diferen%C3%A7a%20entre%20Sobrecarga%20EI%C3%A9trica%20e%20Curto-circuito&text=Nesse%20sentido%2C%20a%20sobrecarga%20el%C3%A9trica,acidental)%20entre%2). Acesso em: 15 ago. 2024.

GONÇALVES, C. R. **Direito civil brasileiro.** 10. Ed. São Paulo: Saraiva, 2012, 536 p. v. 1.

HELERBROCK, R. **Eletricidade.** s.d. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/eletricidade.htm>. Acesso em: 15 ago. 2024.

INBRAEP. **O que é tensão elétrica?** Santa Catarina, 2020. Disponível em: [https://inbraep.com.br/publicacoes/tensao-eletrica/#:~:text=Tens%C3%A3o%20el%C3%A9trica%20%C3%A9%20a%20for%C3%A7a,d.d.p\)%20ou%20uma%20tens%C3%A3o%20el%C3%A9trica](https://inbraep.com.br/publicacoes/tensao-eletrica/#:~:text=Tens%C3%A3o%20el%C3%A9trica%20%C3%A9%20a%20for%C3%A7a,d.d.p)%20ou%20uma%20tens%C3%A3o%20el%C3%A9trica). Acesso em: 15 ago. 2024.

INSP-THERM. **O que são instalações elétricas e quais seus tipos.** São Paulo, s.d. Disponível em: <https://insp-therm.com.br/o-que-sao-instalacoes-eletricas-e-quais-seus-tipos/>. Acesso em: 25 ago. 2024

LOJASTANDER. **Condutores elétricos: saiba como identificar de forma simples e segura as cores e funções.** São Paulo, 2021. Disponível em: <https://blog.lojastander.com.br/condutores-eletricos-saiba-como-identificar-de-forma-simples-e-segura-as-cores-e-funcoes/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MARGERIUS. **Disjuntores. Entenda sua importância e saiba como funciona.** São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.margirius.com.br/blog/disjuntores-entenda-sua-importancia-e-saiba-como-funcionam/#:~:text=Os%20disjuntores%20s%C3%A3o%20dispositivos%20que,pa%C3%ADs%2C%20no%20ano%20de%202020>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MELO, P. R. **Potência elétrica.** s.d. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/potencia-eletrica.html>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MERCADO LIVRE. **Caixa de tomada para mesa + 3 tomadas 2 rj45 1 usb 1 h-dmi**. São Paulo, s.d. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2181912238-caixa-de-tomada-para-mesa-3-tomadas-2-rj45-1-usb-1-h-dmi-_JM. Acesso em: 25 out. 2024

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Normas Regulamentadoras – NR**. Brasília, 14 fev. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 14 ago. 2024.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora No. 10 (NR-10)**. Brasília, 12 dez. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>. Acesso em: 14 ago. 2024.

NORMA REGULAMENTADORA. **NR-10: segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília, 2004. 18 p. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2024.

OLIVEIRA, G. D.; OLIVEIRA S. M. **Estudo de readequação em instalações elétricas de imóveis antigos com projetos existentes**. Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/9a751-oliveira,-g.-d.-estudo-de-readequacao-em-instalacoes-eletricas-de-imoveis-antigos-com-projetos-exixtentes.-tcc,-2019..pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.

O SETOR ELÉTRICO. **A evolução da norma-mãe das instalações de baixa tensão. 2021**. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/a-evolucao-da-norma-mae-das-instalacoes-de-baixa-tensao/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

PERIM, E. **A importância da norma na sociedade atual: breve ensaio acerca do impacto da lei na vida do cidadão**. 2021. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/a-importancia-da-norma-na-sociedade-atual/1226812871>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SERMUGION. **Perigos de uma instalação ultrapassada**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://sermugion.com.br/perigos-de-uma-instalacao-eletrica-ultrapassada/#:~:text=Uma%20instala%C3%A7%C3%A3o%20el%C3%A9trica%20mal%20conservada,el%C3%A9tricos%20e%20at%C3%A9%20mesmo%20inc%C3%AAndios>. Acesso em: 25 out. 2024.

SILVA, M. D. P. da. **Prevenção de acidentes nas instalações elétricas**. Rio de Janeiro, 2016. 123 p. Disponível em: <https://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017749.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2024.

SSTREINAMENTOS. **NR – 10 Classificação de tensão**. Minas Gerais, 17 set. 2020. Disponível em: <https://sstreinamentos.com.br/2020/09/17/nr-10-classificacao-de-tensao/>. Acesso em: 25 out. 2024.

TECNOGERA. **Entenda a tabela de padrão de cores de cabos elétricos**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://blog.tecnogera.com.br/blog/entenda-a-tabela-de-padroao-de-cores-para-cabos-eletricos>. Acesso em: 15 ago. 2024.

TEKDISTRIBUIDOR. **Eletrocalhas e eletrodutos**. Goiás, s.d. Disponível em: <https://www.tekdistribuidor.com.br/materiais-eletricos-e-iluminacao/eletrocalhas-e-eletrodutos#:~:text=Lan%C3%A7amento,Eletrocalhas%20e%20eletrodutos%20s%C3%A3o%20componentes%20utilizados%20em%20instala%C3%A7%C3%B5es%20el%C3%A9tricas%20para,1>. Acesso em: 25 out. 2024.

TSSHARA. **Tensão elétrica: o que, como funciona e tipos**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://tsshara.com.br/blog/energia-eletrica/tensao-eletrica-o-que-como-funciona-e-tipos/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

UNIVERSO DO LAR. **Disjuntor TR6KA 1 P 63 A curva c Tramontina**. Rio Grande do Sul, s.d. Disponível em: <https://www.universodolar.com.br/disjuntor-tr6ka-1-p-63-a-curva-c-tramontina->. Acesso em: 25 out. 2024.

MAGNABOSCO, M. **Para que serve a ABNT? - Propesq explica 5**. Santa Catarina, 11 out. 2022. Disponível em: <https://propesq.ufsc.br/para-que-serve-a-abnt-propesq-explica-05/#:~:text=A%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Brasileira%20de%20Normas,industriais%20e%20presta%C3%A7%C3%A3o%20de%20servi%C3%A7os>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SEGUNDO, M. **O (não tão) novo padrão brasileiro de plugues e tomadas**. 23 ago. 2011. Disponível em: <https://guiadobulicosodagalaxias.wordpress.com/2011/08/23/o-nao-tao-novo-padroao-brasileiro-de-plugues-e-tomadas/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

TECHTUDO. **Conheça os diferentes tipos de tomada e saiba o porquê de tantos modelos**. 17 jan. 2017. Disponível em: <https://www.techtodo.com.br/noticias/2017/01/conheca-os-diferentes-tipos-de-tomada-e-saiba-o-porque-de-tantos-modelos.ghtml>. Acesso em: 15 ago. 2024.

VALUATA. **O que é: corrente elétrica**. São Paulo, s.d. Disponível em: <https://valuata.com.br/glossario/o-que-e-corrente-eletrica/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

WEG. **NBR 14136: Entenda o padrão de plugues e tomadas**. Santa Catarina, 08 jun. 2021. Disponível em: <https://www.weg.net/tomadas/blog/arquitetura/nbr-14136-entenda-o-padroao-de-plugues-e-tomadas/>. Acesso em: 15 ago. 2024.