

INSTITUTO FEDERAL

Paraíba

Campus João Pessoa

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DIEGO MEDEIROS DE ANDRADE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO DE REFORMA: ESTUDO
DE CASO PARA A ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL
LUIZ VAZ DE CAMÕES.**

João Pessoa – PB

2022

DIEGO MEDEIROS DE ANDRADE

ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO DE REFORMA: ESTUDO DE CASO PARA A ESCOLA
MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL LUIZ VAZ DE CAMÕES.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, no Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador:

Professor Gilvan Viera de Andrade Junior, D. Sc.

João Pessoa – PB

2022

ATA 77/2022 - CCSBEE/UA3/UA/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB

Coordenação do Curso Superior de Bacharelado

em Engenharia Elétrica
CCSBEE-JP

**ATA DE APRESENTAÇÃO PÚBLICA E AVALIAÇÃO DE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

ATA Nº:	270/2022
(Nº / ANO)	

Às dezesseis horas do dia oito do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e dois, de modo virtual, foi realizada a Apresentação Pública e Avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "**Elaboração de um Projeto Elétrico de Reforma: Estudo de Caso para a Escola Municipal de Ensino Fundamental Luiz Vaz de Camões.**", do aluno **Diego Medeiros de Andrade**, requisito obrigatório para conclusão do CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, com os membros da Banca Examinadora **Gilvan Vieira de Andrade Junior, Dr.** (Orientador, IFPB), **Diana Moreno Nobre, Dra.** (Examinador, IFPB) e **Franklin Martins Pereira Pamplona, Dr.** (Examinador, IFPB). Após a apresentação e as considerações da Banca Examinadora, o trabalho foi considerado **APROVADO**, com nota **98** sendo esta composta pela média aritmética das seguintes avaliações parciais:

Texto:	Apresentação:	Defesa oral:
95	100	100

Eu, **Gilvan Vieira de Andrade Junior, Dr.** (Orientador, IFPB), lavrei a presente Ata, que segue assinada por mim e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Observações:

Documento assinado eletronicamente por:

- **Gilvan Vieira de Andrade Junior, COORDENADOR DE CURSO - FUCI - CCTELT-JP**, em 17/08/2022 20:42:42.
- **Diana Moreno Nobre, DIRETOR - CD3 - DDE-IP**, em 18/08/2022 18:26:27.
- **Franklin Martins Pereira Pamplona, PROFESSOR EMS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 18/08/2022 22:04:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/08/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código: 327177
Verificador: 537127000b
Código de Autenticação:



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

A554e Andrade, Diego Medeiros de.

Elaboração de um projeto elétrico de reforma : estudo de caso para a Escola Municipal de Ensino Fundamental Luiz Vaz de Camões / Diego Medeiros de Andrade. – 2022.

76 f. : il.

TCC (Graduação - Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica de Processos Industriais, 2022.

Orientação : Prof^o D.r Gilvan Vieira de Andrade Junior.

1. Projeto elétrico. 2. Instalações elétricas. 3. Reforma
4. NBR 5410. 5. Segurança elétrica. I. Título.

CDU 621.316.17(043)

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária - CRB 15/132

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me permitir superar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho. Agradeço aos meus pais, avós e meu irmão, pelo amor e afeto, paciência, ajuda e compreensão, bem como a todos da minha família que me apoiaram até aqui. Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho, em especial a Igor, Lucas, Pamêlla, Rubya e Thamyres. Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. Ao professor orientador Dr. Gilvan Andrade pela dedicação, ajuda e amizade. Por fim, a todos que não foram mencionados aqui, mas de alguma forma contribuíram com a chegada até aqui e fizeram parte desta caminhada.

“Quando a educação não é libertadora, o sonho do oprimido é ser o opressor.”

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo acerca das necessidades de um projeto elétrico de reforma para a Escola Municipal de Ensino Fundamental Luiz Vaz de Camões, bem como a elaboração do projeto que visa suprir as necessidades específicas da escola. A principal motivação para este tema foi o estado de insegurança e degradação em que se encontrava a parte elétrica da escola, desta maneira, em uma breve visita ao local, foi verificado que no ambiente existiam diversos pontos que estão em desacordo com as normas técnicas, que poderiam causar diversos acidentes, inclusive fatais. Este estudo de caso foi embasado nas normas vigentes de segurança elétrica, principalmente a NBR 5410, a qual dita às diretrizes para instalações elétricas de baixa tensão. Porém a metodologia utilizada para além da norma foi definir junto aos futuros usuários metas que eram importantes para eles, com isso, entender as necessidades de alunos e colaboradores priorizando a segurança e o dinamismo para o projeto. Com esses objetivos, foram então elencadas as adequações necessárias para escola, percebendo que o ideal seria elaborar um projeto do zero, aproveitando apenas encaminhamentos de eletrodutos existentes, mas condenando a fiação e proteções existentes, não devido somente ao desgaste destes, mas ao futuro acréscimo de carga e novos circuitos elétricos devido à instalação de 34 novos aparelhos de ar condicionado. O resultado final foi um projeto elétrico de reforma para baixa tensão e novo padrão de entrada, com plantas, quadro de cargas, diagramas unifilares e lista de materiais.

Palavras-chave: Projeto Elétrico; Reforma; NBR 5410; Energia.

ABSTRACT

This work presents a study about the needs of an electrical renovation project for the Luiz Vaz de Camões Municipal Elementary School, as well the elaboration of the project that aims to meet the specific needs of the school. The main motivation for this theme was the status of insecurity and degradation in which the electrical installation of the school was, in this way, in a brief visit to the place, it was verified that in the environment there were several points that are in disagreement with the technical standards, that could cause several accidents, including fatal ones. This case study was based on current electrical safety standards, especially NBR 5410, which dictates the guidelines for low voltage electrical installations. However, the methodology used in addition to the norm was to define goals with future users that were important to them, thus understanding the needs of students and employees, prioritizing safety and dynamism for the project. With these objectives in mind, the necessary adjustments for the school were then listed, realizing that the ideal would be to design a project from scratch, using only existing conduit routings, but condemning the existing wiring and protections, not only due to their wear, but to the future addition load and new electrical circuits due to the installation of 34 new air conditioners. The end result was a low voltage electrical renovation project and a new entry standard, with plans, load chart, single-line diagrams and a list of materials.

Keywords: Electrical project; Renovation; NBR 5410; Energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dados da Abracopel sobre acidentes com origem elétrica no ano de 2020.....	16
Figura 2: Problemas da escola que necessitam de reforma.	28
Figura 3: Pontos de tomada avariados ou sobrecarregados.	28
Figura 4: Quadro de Distribuição da Escola, que não possuía tampa.	29
Figura 5: Legendas das simbologias aplicadas no projeto.	34
Figura 6: Diagrama Unifilar do QT 01.....	41
Figura 7: Diagrama Unifilar do Quadro Geral de Distribuição.....	42
Figura 8: Modelos de Padrão de Entrada da Energisa e seus respectivos materiais.	43
Figura 9: Diagrama Unifilar do QT 02.....	63
Figura 10: Diagrama Unifilar do QT 02.....	63
Figura 11: Diagrama Unifilar do QT 04.....	64
Figura 12: Diagrama Unifilar do QT 05.....	64
Figura 13: Diagrama Unifilar do QT Informática.	65
Figura 14: Diagrama Unifilar do QT do Ginásio.	65
Figura 15: Diagrama Unifilar do QT da Caixa D'água.	66
Figura 16: Método de Instalação dos eletrodos.....	70
Figura 17: Determinação do diâmetro do eletroduto para taxa de 40% de ocupação.	70
Figura 18: Tabela de Condução de Corrente por seção para o método B1.	71
Figura 19: Fator de Correção para Agrupamento de Circuitos.	71
Figura 20: Fator de Correção para Temperaturas.....	72
Figura 21: Fator de Demanda por Ramo de Atividade.....	72
Figura 22: Elemento Elo Fusível do Padrão de Entrada.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Termos e definições da estrutura tarifária de energia aplicada no Brasil.....	18
Tabela 2: Determinação das cargas de iluminação.....	21
Tabela 3: Determinação das cargas para Tomadas de Uso Geral.....	21
Tabela 4: Contraponto entre o estado atual da Escola e adequações propostas.	30
Tabela 5: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 01.	39
Tabela 6: Consolidação de Dados do QT 01.	40
Tabela 7: Declaração de Carga Instalada.	41
Tabela 8: Lista de Quantitativos de Materiais do Projeto.	43
Tabela 9: Organização Estrutural da Escola.....	52
Tabela 10: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 02.	53
Tabela 11: Consolidação de Dados do QT 02.	55
Tabela 12: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 03.....	55
Tabela 13: Consolidação de Dados do QT 03.	56
Tabela 14: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 04.	57
Tabela 15: Consolidação de Dados do QT 04.....	58
Tabela 16: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 05.	58
Tabela 17: Consolidação de Dados do QT 05.....	59
Tabela 18: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal do Ginásio.....	60
Tabela 19: Consolidação de Dados do QT do Ginásio.....	60
Tabela 20: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal da Informática.....	61
Tabela 21: Consolidação de Dados do QT da Informática.....	61
Tabela 22: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal das Bombas.....	62
Tabela 23: Consolidação de Dados do QT das Bombas.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Agência Brasileira de Normas Técnicas
Abracopel	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade.
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
DR	Disjuntor Diferencial Residual
DTM	Disjuntor Termomagnético
EMEF	Escola Municipal de Ensino Fundamental
kV	Quilovolt
kVA	Quilovolt-ampère
kVAr	Quilovolt-ampère-reativo
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
LED	Diodo Emissor de Luz
NR	Norma Regulamentadora
m	Metro
mA	Miliampère
mm ²	Milímetro Quadrado
NDU	Norma de Distribuição Unificada
QD	Quadro de Distribuição
QT	Quadro Terminal
Sedec	Secretaria de Educação e Cultura
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. MOTIVAÇÃO.....	15
1.2. OBJETIVOS	16
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1. CONCEITOS RELACIONADOS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	18
2.2. PROJETO ELÉTRICO	19
2.3. NORMA NBR 5410	20
2.3.1. ILUMINAÇÃO.....	20
2.3.1.1. Iluminação com Diodos Emissores de Luz (LED).....	21
2.3.2. TOMADAS DE USO GERAL.....	21
2.3.3. TOMADAS DE USO ESPECÍFICO.....	22
2.3.4. CIRCUITOS ELÉTRICOS	22
2.3.4.1. Condutores Elétricos	23
2.3.5. PROTEÇÃO.....	23
2.3.5.1. Disjuntor Termomagnético	24
2.3.5.1. Disjuntor Diferencial Residual	24
2.3.6. QUADROS ELÉTRICOS.....	24
2.3.7. ATERRAMENTO	25
2.3.7. PONTO DE ENTREGA E PADRÃO DE ENTRADA	25
3. METODOLOGIA.....	27
3.1. ESTADO ATUAL DA ESCOLA.....	27
3.2. ANÁLISE DE PRÉ-PROJETO	27
3.3. ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS	30
3.4. PROJETO ELÉTRICO	33
3.4.1. DIMENSIONAMENTO DE CARGAS.....	33
3.4.1.1. Iluminação.....	33
3.4.1.2. Tomadas.....	33
3.4.2. DIVISÃO DE CIRCUITOS.....	34
3.4.2. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E PROTEÇÃO	35
3.4.2. PADRÃO DE ENTRADA	37
4. RESULTADOS	39
4.1. PROJETO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO.....	39

4.2.	PADRÃO DE ENTRADA DA ESCOLA.....	42
4.3.	QUANTITATIVOS DE MATERIAIS E PLANTAS.....	43
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
5.1.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	48
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICES.....	52
	ANEXOS	70

1. INTRODUÇÃO

A eletricidade tem ao longo do tempo se tornado cada vez mais indispensável no dia a dia das pessoas, auxiliando nos trabalhos diários e proporcionando coisas que seriam inimagináveis sem o uso dela. Segundo Carvalho (2014) a energia elétrica é fundamental para a expansão da sociedade na produção de bens e serviços e do bem-estar social. Sendo o uso da energia elétrica tão comum no nosso cotidiano, que na maioria das vezes não percebemos essa dependência, a não ser quando a falta dela afeta nossas atividades.

Contudo, é necessário sempre lembrar dos perigos ao lidar com eletricidade, visto que a segurança neste ramo é algo altamente indispensável, sendo necessária a adoção de medidas mitigadoras de riscos elétricos, conforme pressuposto pela Norma Regulamentadora (NR) 10 (GOVERNO FEDERAL, 2019).

Tokarnia (2016) observa que no ambiente escolar é fundamental que haja iluminação e climatização adequada e segura. Aponta ainda que, a precariedade das instalações elétricas nas escolas chama a atenção devido ao fato de que apenas 4,5% das escolas têm infraestrutura completa prevista em lei. Podendo ser encontrado nesses ambientes obsolescência das instalações elétricas, problemas como fios expostos e de disjuntores com aquecimento, além da ausência de itens básicos de segurança contra situações emergenciais como iluminação de segurança e hidrantes.

Carvalho (2014) assegura que a segurança e o enfoque ergonômico são os pontos mais importantes na elaboração de qualquer projeto para um ambiente escolar, lembrando ainda que foram provocadas mudanças significativas na maneira de encarar a segurança no trabalho, antes vista como custo, hoje em dia encarada como fator motivador e, conseqüentemente, de ganho de produtividade.

Na maioria das vezes é muito baixo o percentual de escolas bem equipadas e com a infraestrutura em dia, em muitos casos encontramos escolas com rede de esgoto exposta, problemas estruturais, falta de impermeabilização, entre outras questões que se fazem urgentes. Conseqüentemente, o investimento na parte elétrica acaba esquecido, sendo notado apenas quando acontece algum problema (MARQUES, 2015).

Dessa forma um projeto elétrico além de planejar como funcionará toda a estrutura e a acomodação elétrica, irá se propor a definir suas futuras instalações, para que sejam evitados acidentes e problemas com as instalações futuras. Sua importância se dá pela evolução das tecnologias e a necessidade de adaptação de qualquer ambiente, seja ele industrial, residencial ou escolar. É de fundamental importância que haja um trabalho educativo focado na

manutenção e conservação, especialmente entre alunos e funcionários das escolas em que estudam e trabalham, porém, nem sempre apenas a manutenção é suficiente para manter o ambiente utilizável e seguro.

Nessa perspectiva, este trabalho ressalta que, a escola deve promover um ambiente seguro e adequado, expondo a proposta de reforma junto a elaboração de um projeto elétrico, ouvindo os educadores e diretores do local, para tornar o processo de reforma o mais próximo do necessário para os futuros usuários que utilizem esse ambiente.

Desta maneira, expõe-se o estudo de caso para a Escola Municipal de Ensino Fundamental Luiz Vaz de Camões, situada na Avenida Josefa Taveira, S/N, quadra 281, lote 64, no bairro de Mangabeira, da Cidade de João Pessoa no Estado da Paraíba. A escola foi fundada no ano de 2000 e educa 900 alunos, divididos em três turnos, com o quadro de 100 colaboradores entre professores, coordenação e auxiliares de educação.

1.1. MOTIVAÇÃO

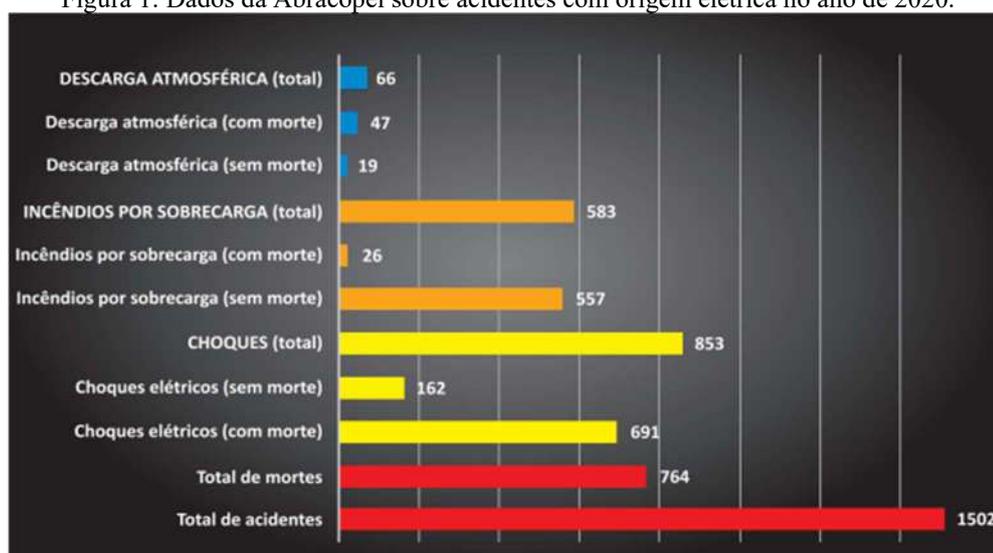
Para objeto do presente estudo, observou-se o estado de degradação e abandono na estrutura elétrica em que se encontra a Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Luiz Vaz de Camões. Em uma breve visita ao local, foi verificado que no ambiente existem diversos pontos que estão em desacordo com as normas técnicas, podendo causar diversos acidentes, inclusive fatais.

Uma das maiores preocupações na elaboração de um projeto elétrico deve ser a segurança, a Abracopel, Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade em seu último levantamento no ano de 2020, contabilizou 1502 acidentes, sendo desses 764 fatais, envolvendo a eletricidade direta ou indiretamente, como é possível notar na Figura 1.

Desta maneira, uma constatação importante é a de que,

O choque elétrico é, infelizmente, um dos grandes motivos de perda de vidas. A negligência, o desconhecimento dos riscos, ou mesmo o descaso levam profissionais ou pessoas leigas em eletricidade a se aventurarem e, conseqüentemente, ao acidente, muitas vezes fatais. Em muitos casos, o simples uso de um dispositivo de proteção adequado como é o caso do DR – Dispositivo Diferencial Residual, por exemplo, pode evitar choques com conseqüências trágicas (ABRACOPEL, 2021, p. 21).

Figura 1: Dados da Abracopel sobre acidentes com origem elétrica no ano de 2020.



Fonte: Abracopel, 2020.

Devido à gravidade apontada, é possível afirmar que é de extrema importância estar em conformidade com as normas de segurança. Para a área elétrica, a Norma Brasileira (NBR) 5410, produzida pela Agência Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelece condições mínimas que as instalações elétricas de baixa tensão devem satisfazer. Existindo também a NR 10, que estabelece condições mínimas para implementação de medidas preventivas e de controle, para garantir a segurança e a integridade dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente com as instalações elétricas e os serviços elétricos. Englobando o exposto, nota-se a relevância de manter as conformidades com as normas, podendo ofertar um local seguro para os alunos e colaboradores da escola.

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo de caso, analisando o estado atual das instalações elétricas da EMEF Luiz Vaz de Camões, verificando as adequações que se façam necessárias, com o fim de elaborar o projeto de reforma. Os objetivos específicos do projeto serão:

- Visitar a escola e elencar as necessidades de adequações das instalações elétricas;
- Elaborar um projeto de reforma das instalações elétricas da escola, ouvindo os futuros usuários a fim de construir algo alinhado às necessidades do dia-a-dia destes indivíduos;
- Dimensionar as cargas, dividi-las em circuitos conforme as normas, dimensionando condutores e proteções;

- Elaborar um novo padrão de entrada para a escola.
- Encaminhar o projeto elaborado aos responsáveis, para que possam tomar as medidas cabíveis e possível execução do projeto.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No desenvolvimento do trabalho, Capítulo 2, é feita uma apresentação de conceitos essenciais para melhor compreensão do trabalho, embasado em autores e normas reconhecidos pela academia. Posteriormente, no Capítulo 3, é introduzida a metodologia utilizada, bem como, às exemplificações do estado atual da escola, apresentação dos critérios de análise e quais adequações seriam acrescidas ao projeto. Em seguida, no Capítulo 4, será apresentado o projeto elaborado e todas as minúcias que o acompanham. No Capítulo 5, os encaminhamentos de conclusões, considerações finais e proposta de refinamentos para pesquisas similares posteriores. Ainda neste trabalho, para auxiliar em uma leitura mais fluida, foram acrescidos Apêndices com documentos importantes elaborados pelo autor para uma melhor compreensão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica é feita através da revisão das pesquisas e das discussões de outros autores sobre o tema que será abordado no trabalho. Lakatos e Marconi (2011) verificaram que a pesquisa científica não é apenas um relatório ou exposição de fatos apanhados empiricamente, mas o desenvolvimento de um caráter interpretativo, no que se refere aos dados obtidos. Dessa maneira, é necessário que a pesquisa esteja relacionada com o universo teórico, optando-se por um modelo que fundamente à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos.

2.1. CONCEITOS RELACIONADOS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Na Tabela 1 são apresentados os conceitos fundamentais para a compreensão do trabalho desenvolvido. Os conceitos presentes na tabela são definidos por Gussow (2009).

Tabela 1: Termos e definições da estrutura tarifária de energia aplicada no Brasil.

Termo	Definição
Tensão Elétrica	A tensão elétrica é uma grandeza elétrica, também chamada de diferença de potencial, representa a capacidade que a carga elétrica tem de realizar trabalho tendo como sua unidade o Volt (V).
Corrente Elétrica	A corrente elétrica é a movimentação ordenada de cargas elétricas num condutor, a unidade de corrente elétrica é o Ampère (A).
Condutor Elétrico	É um material cujos elétrons podem passar facilmente da banda de valência para a banda de condução sem precisar de muita energia.
Isolante Elétrico	É um material que possui uma banda proibida grande, exigindo do elétron muita energia para se livrar do átomo, dificultando muito a condução de energia elétrica.
Impedância	É a oposição à passagem de corrente elétrica consumindo a energia e é composta por três tipos de cargas, as resistivas, as indutivas e as capacitivas.
Carga Resistiva	As cargas resistivas são aquelas que dissipam energia elétrica em formas de luz e calor, representada por uma resistência e tem como sua unidade o Ohm (Ω).
Carga Indutiva	As indutivas, são aquelas que armazenam energia em seu campo magnético, podem ser formadas por um condutor enrolado, este tipo de carga se opõe à variação de corrente é representada por um indutor e tem como sua unidade o Henry (H).
Carga Capacitiva	As capacitivas, são aquelas que são cargas capazes de armazenar cargas elétricas este tipo de carga se opõe à variação de tensão, são dispositivos formados por duas placas condutoras, separadas por um material isolante, é representada por um indutor e tem como sua unidade o Faraday (F).
Potência Elétrica	É definida como a celeridade com que um trabalho é realizado, ou seja, quão rápido a energia elétrica é convertida em outras formas de energia. Podemos dividir a potência elétrica em três tipos, a potência ativa, a potência reativa e a potência aparente.
Potência Ativa	A potência ativa (geralmente representada por P) é a parte matematicamente real da potência, ou seja, a parte que realmente é consumida e utilizada de forma útil é mensurado com a unidade Watt (W).

Potência Reativa	A potência reativa (geralmente representada por Q) é a parte matematicamente imaginária da potência, geralmente indesejável que defasa o ângulo entre a corrente e a tensão, e tem como unidade o Volt-Ampère Reativo (VAr).
Potência Aparente	A potência aparente (geralmente representada por S) é soma fasorial entre as potências ativa e reativa, com a unidade Volt-Ampère (VA).
Fator de Potência	É um índice numérico, que representa a relação entre potência ativa e a potência aparente e demonstra quanto do que é consumido realmente foi utilizado, sendo um parâmetro importante para mensurar a eficiência energética.

Fonte: GUSSOW, 2009.

2.2. PROJETO ELÉTRICO

Segundo Carvalho (2014), o projeto elétrico é o conjunto de todos os elementos, cálculos, desenhos e pormenores, alusivos a uma instalação elétrica. Esses dados sobre a eletricidade podem se apresentar na forma de um diagrama elétrico, tabela de dados, layout, desenhos técnicos das peças ou equipamentos, listagem dos componentes da instalação e outros. O projeto elétrico deve planejar cada detalhe de utilização da energia elétrica, como dimensionamento de carga, divisão dos circuitos, definir seção dos condutores, trajetos e estabelecer a alimentação elétrica para iluminação e tomadas.

Filho (2014) enfatiza que um planejamento de um projeto de reforma feito erroneamente, na maioria das vezes leva um projeto ao fracasso ou a um possível custo adicional desnecessário, devido a condições não previstas antecipadamente. Desta forma, deve pensar nas estruturas e materiais preexistentes e de maneira que os projetos sejam coordenados pelo processo denominado gerenciamento de projeto, criando um sistema com expertise e habilidades, com o propósito de gerenciar eventos singulares que possuem as variáveis: custo, tempo e qualidade, determinadas previamente em projeto.

Na elaboração de um projeto elétrico é necessário adotar uma linha lógica de processos e etapas para minimizar a chance de erro no projeto e/ou na instalação. Borges (2019) afirma que dois dos grandes problemas encontrados nas instalações elétricas são a falta de preparo e conhecimento dos profissionais e principalmente a falta de diálogo com os futuros usuários, que acarretam em dificuldades futuras e acréscimos de extensões e “gambiarras” não inicialmente previstas.

Lamim (2009) afirma que o planejamento de todo projeto elétrico deve ser elaborado e executado de forma responsável acolhendo os critérios técnicos e devem ser atendidos os critérios econômicos, para fornecer energia elétrica com um nível de qualidade desejada com um menor custo possível e que para prevenir falhas nas instalações elétricas de baixa tensão,

manutenções preventivas periódicas precisam ser realizadas por técnicos especializados devendo existir uma política que defina essa continuidade evitando transtornos e acidentes.

2.3. NORMA NBR 5410

A NBR 5410 (2004) é a norma que determina as condições e regras para instalações elétricas de baixa tensão, alimentadas com tensão nominal de até 1000 V em corrente alternada com frequências inferiores a 400 Hz ou para circuitos com tensões abaixo de 1500 V em corrente contínua. A norma tem como finalidade manter a segurança de pessoas e animais, assegurando o correto funcionamento das instalações elétricas.

Nesse aspecto, a norma NBR-5410 existe para regulamentar o âmbito de qualidade das instalações elétricas e existe justamente pela preocupação com aqueles que manterão contato com o sistema, pois muitos acidentes ocorrem neste tipo de instalação, com os usuários que nem sempre possuem qualificação.

De acordo com a NBR 5410, a escolha de qualquer componente e sua instalação deve permitir que sejam obedecidas as medidas de proteção, para garantir a segurança e um funcionamento adequado ao uso da instalação e as prescrições apropriadas às condições de influências externas previsíveis como temperatura, altitude, presença de água, presença de corpos sólidos, choques mecânicos, mofo, vibração, influências eletromagnéticas, entre outros.

A NBR 5410 dispõe de diversas normativas para os chamados pontos de utilização, que são divididos entre Iluminação, Tomadas de Uso Geral (TUG) e Tomadas de Uso Específico (TUE), determinando como devem ser dispostas as suas instalações e proteções, com relação às divisões de circuitos e entrega da energia elétrica, além de demais especificidades que possam surgir.

2.3.1. ILUMINAÇÃO

Os pontos de iluminação são aqueles que virão suprir a falta de luminosidade em um ambiente, transformando a eletricidade em energia luminosa. De forma geral, a norma NBR 5410 dispõe apenas de parâmetros com valores de referência para potência destinados à carga da iluminação, conforme é possível notar na Tabela 2. Esses valores são apenas para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal e distribuição das lâmpadas e luminárias (CREDER, 2016).

Tabela 2: Determinação das cargas de iluminação.

Premissa	Proposição
Cômodos e Dependências com área inferior a 6 m ²	Deverá ser previsto no mínimo um ponto de luz fixo no teto, de maneira que este ponto possa disponibilizar até 100 VA de potência para carga instalada.
Cômodos e Dependências com área superior a 6 m ²	Deverá ser previsto no mínimo um ponto de luz fixo no teto, de maneira que este ponto possa disponibilizar até 100 VA de potência para carga instalada para os primeiros 6 m ² e acrescentando 60 VA de disponibilidade para cada aumento de 4 m ² inteiros.

Fonte: NBR 5410, 2004.

2.3.1.1. Iluminação com Diodos Emissores de Luz (LED)

O LED (*Light Emitting Diode*) é um dispositivo semicondutor que quando polarizado diretamente, libera a energia na forma de luz, devido ao fluxo de corrente na junção do ânodo para o cátodo. Ao contrário das lâmpadas tradicionais, não possuem filamentos nem necessitam de reatores para ligá-los, pois justamente esses dispositivos são os principais responsáveis pelos desperdícios de energia. Em comparação com as lâmpadas, produz mais luz e fluxo luminoso, o que a torna mais eficiente, com economia superior a 50% em relação às outras fontes de luz, sendo nos dias de hoje o método de iluminação mais eficiente (BOQUIMPANI et al, 2019).

2.3.2. TOMADAS DE USO GERAL

As tomadas de uso geral (TUG) são usadas para conectar dispositivos e aparelhos que requerem uma corrente de até dez amperes. Uma TUG deve ser usada para fornecer uma potência máxima de 2200 watts para a tensão de alimentação de 220 volts.

Tabela 3: Determinação das cargas para Tomadas de Uso Geral.

Premissa	Proposição
Cômodos e Dependências com área inferior a 6 m ² .	Pelo menos um ponto de tomada com 100 VA de disponibilidade.
Cômodos e Dependências com área superior a 6 m ²	Pelo menos um ponto de tomada para cada 5 metros, ou fração de perímetro, com 100 VA de disponibilidade, espaçados tão uniformemente quanto possível.
Banheiros.	Pelo menos um ponto de tomada com 600VA de disponibilidade a 60 cm da área molhada
Cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos.	No mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, no mínimo 600VA por ponto de tomada nos primeiros três pontos e 100 VA por ponto, para os excedentes.
Subsolos, garagens, sótãos, varandas, e	Deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada com

locais análogos.

100 VA de disponibilidade.

Fonte: NBR 5410, 2004.

Existe a chance de que um ponto de tomada projetado para um equipamento venha a ser usado para alimentação de outros ao mesmo tempo, sendo então aconselhável, a instalação da quantidade de tomadas que se julgue adequada para aquela área. A norma é uma convenção que deve ser seguida, porém dificilmente irá conseguir abranger todos os casos possíveis, deste modo, deve-se usar o bom senso na hora de definir alguns pontos relacionados a isso (CREDER, 2016).

2.3.3. TOMADAS DE USO ESPECÍFICO

As tomadas de uso específico são utilizadas para prover alimentação elétrica a um equipamento com uma finalidade particular, dessa maneira, não sendo utilizada para demais equipamentos, devendo ser alocada com a potência nominal do aparelho a ser alimentado. Quando a potência do dispositivo alimentado é desconhecida, o ponto deve receber uma potência igual à potência máxima determinada a partir da classificação daquele tipo de equipamento. As tomadas para fins específicos, devem ser instaladas a não mais de 1,5 metros do local pretendido onde o equipamento deve ser alimentado. (ABNT, 2004)

2.3.4. CIRCUITOS ELÉTRICOS

Segundo Creder (2016), é denominado circuito, o conjunto de pontos de consumo de energia elétrica alimentados pelos mesmos condutores e conectados ao mesmo dispositivo de proteção. As instalações elétricas devem ser divididas em vários circuitos, para garantir uma melhor usabilidade e funcionamento do sistema. Dividir o sistema em vários circuitos ajuda a reduzir as consequências de falhas, que resultam apenas no seccionamento de circuitos defeituosos, facilitando a inspeção, teste e manutenção que possam ser necessários no futuro. Outra razão pela qual uma instalação deve ser dividida em circuitos é limitar o fluxo de corrente em cada circuito, reduzindo o custo total do projeto e utilizando condutores com seções transversais menores.

2.3.4.1. Condutores Elétricos

Em relação às instalações elétricas, podemos entender os condutores, como o meio físico de transporte da energia elétrica. Os materiais mais utilizados para desempenhar essa função são o cobre e o alumínio, devido a suas altas condutividades, sendo o cobre mais utilizado em instalações internas e o alumínio restrito para instalações não residenciais, geralmente externas, devido principalmente a motivos econômicos e de segurança. Esses condutores são utilizados em forma de fio ou cabo, tendo como principal parâmetro de dimensionamento a seção nominal, ou seja, a área dada em milímetros quadrados, que não corresponde a um valor estritamente geométrico, mas uma medida atrelada à resistência interna do material (CAVALIN e CERVELIN, 2011).

O cabeamento de uma instalação elétrica deve ser bem dimensionado, para evitar aquecimento dos cabos, aumentando a segurança e vida útil desses, bem como para evitar queda de tensão. Na NBR 5410, estão descritos os critérios de capacidade de condução de corrente para os as seções de cabos, fatores de correção de corrente para agrupamento de mais um circuito num único conduto e correção devido à temperatura. Desta maneira, encontra-se nos anexos deste trabalho tabelas e imagens, que foram utilizadas a fim de dimensionamento de condutores.

Além desses conceitos, a norma também estabelece a denominação dos condutores Fase, Retorno, Neutro e Terra. Sendo os condutores de fase aqueles que criaram a diferença de potencial em relação ao neutro, que será o condutor de potencial nulo. O condutor terra é aquele conectado ao sistema de aterramento, promovendo proteção para os usuários das instalações. Já o retorno, é o condutor utilizado na interrupção da corrente para ligar e desligar a iluminação. Geralmente a identificação desses condutores é feita por cores, a norma define cor azul claro para condutor neutro, verde ou verde e amarelo para condutor de proteção. Para os condutores de fase e retorno, uma cor distinta das anteriores, é comum utilizar-se a cor vermelha ou preta para o condutor fase.

2.3.5. PROTEÇÃO

Os sistemas de proteção existentes nas instalações elétricas prediais podem possuir duas funções basicamente, a proteção do próprio sistema e a proteção dos usuários.

2.3.5.1. Disjuntor Termomagnético

O disjuntor termomagnético (DTM) é um dispositivo de manobra e proteção, cuja função é abrir um circuito quando a corrente excede seu valor nominal ou quando ocorre um curto-circuito. O disjuntor termomagnético tem dois mecanismos de proteção, um para curtos-circuitos e outro para sobrecargas (CAVALIN e CERVELIN, 2011).

Ainda de acordo com os autores citados, a proteção contra curtos-circuitos é oferecida por uma bobina, esse arranjo funciona como um eletroímã, quando ocorre um curto-circuito, a corrente elétrica atinge valores críticos determinados pelo equipamento, criando um campo eletromagnético forte o suficiente para acionar o mecanismo de desligamento dos contatos. A proteção contra sobrecargas é fornecida por um elemento bimetálico, composto por duas lâminas de metais diferentes que ficam sobrepostas, quando o circuito excede a corrente nominal por um dado tempo, as lâminas dilatam, abrindo o circuito e impedindo a passagem da corrente.

2.3.5.1. Disjuntor Diferencial Residual

De acordo com Cotrim (2009), o Disjuntor Diferencial Residual ou DR é usado na detecção de fugas de corrente em circuitos elétricos proporcionando segurança a usuários de instalações elétricas. Este dispositivo atua rapidamente, devido a um sensor que determina da soma fasorial das correntes em um condutor vivo, caso esse valor seja diferente de zero, o DR abrirá o circuito, impedindo a passagem da corrente no momento em que é detectada a fuga, protegendo os usuários contra choques elétricos, geralmente para fins comerciais, o DR é acoplado a um DTM.

A NBR 5410 determina que o tempo de atuação para os disjuntores diferenciais residuais não deva ultrapassar 40 milissegundos, devendo detectar qualquer corrente residual superior a 30 mA, diminuindo o risco de acidentes fatais com choques elétricos.

2.3.6. QUADROS ELÉTRICOS

Um quadro de distribuição é o local que recebe energia elétrica e a distribui a um ou mais circuitos, podendo também desempenhar funções de acomodação para proteção, seccionamento, controle e medição. O quadro recebe energia do ponto de entrega e a potência resultante dessa entrada de energia é dividida entre diversos disjuntores, dos quais partirão

para outros quadros ou para circuitos terminais que proverão eletricidade aos pontos de utilização (CAVALIN e CERVELIN, 2011).

Segundo Lima Filho (2011), os quadros podem ser divididos em dois tipos, os Quadros de Distribuição (QD) e os Quadros Terminais (QT). O Quadro de Distribuição alimenta os Quadros Terminais, que por sua vez alimentam pontos de utilização nos circuitos terminais, como tomadas e iluminação. Os Quadros, sejam eles QD ou QT, devem ser localizados preferencialmente no centro de carga, próximos aos pontos que concentram a maior potência, visando também um local de fácil acesso, visível e seguro.

2.3.7. ATERRAMENTO

O aterramento é a conexão de uma estrutura ou dispositivo à terra para estabelecer uma referência para a rede e permitir que correntes de natureza diferente fluam para a terra. De um modo geral, os sistemas elétricos não precisam ser aterrados para funcionar, e nem todos os sistemas elétricos são realmente aterrados. Para uma corrente fluir, é necessária uma diferença de potencial, e para manter essa diferença não existe a necessidade de um dos pontos ser zero (CREDER, 2016).

Ainda segundo o autor, em sistemas de baixa tensão, são considerados dois tipos básicos de aterramento, aterramento funcional, onde é comum se utilizar o aterramento para manter um condutor neutro, com potencial nulo para garantir o funcionamento correto, seguro e confiável do sistema. E o aterramento de proteção, com a função de evitar choque elétrico por contato direto, transmitindo as correntes de raios, descargas eletrostáticas, correntes de filtros e correntes de faltas para a terra.

2.3.7. PONTO DE ENTREGA E PADRÃO DE ENTRADA

Segundo Creder (2016), o ponto de entrega de energia elétrica é o local até onde a concessionária deve tomar todas as medidas técnicas para fornecer a energia elétrica. Já o ramal de ligação de uma instalação é o conjunto de cabos e conexões postos entre o ponto de derivação da rede da concessionária e o ponto de entrega. O padrão de entrada é o conjunto de cabos, equipamentos e conexões instalados pelo consumidor entre o ponto de entrega e a medição ou proteção de suas instalações. Com isso, nos anexos deste trabalho estarão tabelas

e imagens, que foram utilizadas a fim de definir o padrão de entrada de acordo com as normas da concessionária.

Outro conceito relacionado ao padrão de entrada e importante para se compreender é de como a energia elétrica chega até o ponto de entrega, de maneira geral, se o consumidor não possui um sistema de geração própria, como acontece na maioria das vezes, ele dependerá do sistema elétrico de potência, a ANEEL (2010), define que este sistema é constituído por usinas geradoras, linhas de transmissão de energia e sistemas de distribuição. Nesse processo o nível de tensão é elevado para ser transmitido, com o intuito de diminuir perdas, e vai sendo rebaixado para distribuição a fim de diminuir custos e aumentar a segurança. Deste modo, nem sempre o consumidor receberá a energia em baixa tensão, ou seja, com valores inferiores a 1000 volts, necessitando de um transformador para realizar a adequação do nível de tensão.

De acordo com Cavalin e Cervelin (2011), o transformador é um conjunto de enrolamentos usados para reduzir ou aumentar as tensões e as correntes elétricas. Eles são usados para transferir energia entre circuitos de alta e baixa tensão, geralmente com mudanças de tensão e corrente.

3. METODOLOGIA

Este capítulo é destinado a apresentar as características estruturais da EMEF Luiz Vaz de Camões e seu estado atual, visando demonstrar a necessidade de reforma e elaboração de um projeto de instalações elétricas de baixa tensão. A pesquisa aqui exposta é um estudo de caso descritivo, cujo objetivo é elaborar um projeto elétrico de reforma na escola. O método utilizado foi à análise da norma NBR 5410, a qual serviu como base para a produção do projeto, utilizando também uma investigação de dados, principalmente os coletados através de informações dos usuários finais.

3.1. ESTADO ATUAL DA ESCOLA

A Escola possui um terreno de aproximadamente 6300 metros quadrados, sendo 3650 metros quadrados de área construída dividido em 5 blocos, um Ginásio Poliesportivo, um Pátio Recreativo, uma Quadra de Areia, uma área verde destinada a Horta. O funcionamento da escola é de cinco dias por semana, de segunda a sexta-feira, sendo quatorze horas por dia nos seguintes períodos, das 07:00 às 12:00 horas, das 13:00 às 18:00 horas e das 19:00 às 22:00 horas.

Quanto à divisão da escola, o bloco 1 é destinado a cozinha, áreas de serviço, banheiros e dispensas. Já o Bloco 2 é destinado à administração da escola, onde funcionam sala de professores, diretoria, secretaria, recepção e demais. Os Blocos 3, 4 e 5 são destinados às salas de aula, totalizando 10 salas padronizadas em dimensões. Ainda no bloco 5 ficam localizadas as salas criativas (mais educação e multimeios) e a sala de informática, que possuem o mesmo tamanho das demais. É possível observar na tabela presente no Apêndice 1 deste trabalho, a divisão dos blocos e salas, contando suas respectivas áreas e perímetros.

3.2. ANÁLISE DE PRÉ-PROJETO

O primeiro passo para verificar a necessidade de elaboração de um projeto foi identificar se existiam erros no projeto anterior, averiguando quais partes da escola estavam em bom estado de conservação, o que deveria ser substituído e possíveis problemas existentes nas instalações elétricas. Desta maneira, foi realizada uma visita à escola, não sendo necessários grandes esforços para encontrar diversos pontos em desacordo com a norma NBR 5410.

Algumas dessas inconsonâncias com a norma causavam transtornos momentâneos, como tomadas e interruptores que não funcionavam por estarem avariados, áreas sem iluminação adequada ou problemas que necessitam de reforma como ilustrado nas Figuras 2 e 3. Que apesar do transtorno, não representavam perigo aos estudantes e professores.

Figura 2: Problemas da escola que necessitam de reforma.



Fonte: Autoral, 2022.

Figura 3: Pontos de tomada avariados ou sobrecarregados.



Fonte: Autoral, 2022.

Porém na edificação, encontravam-se pontos da instalação que poderiam levar a acidentes fatais, como se pode observar na Figura 4. O quadro geral de distribuição que estava

totalmente aberto, sem uma tampa ou algo semelhante, com os barramentos energizados expostos, o que poderia facilmente levar algum indivíduo que tivesse acesso à sala em que o quadro estava a sofrer algum acidente. Além da utilização de disjuntores de tipos diferentes comprometendo a organização do QD.

Figura 4: Quadro de Distribuição da Escola, que não possuía tampa.



Fonte: Autorial, 2022

Após esse levantamento, foram realizadas reuniões com a Secretária de Educação e Cultura da Prefeitura Municipal de João Pessoa (Sedec) e a diretoria da Escola, para melhor entender as intervenções que seriam necessárias e viáveis para a escola. Nessa reunião foi mencionado que a escola passou por uma breve manutenção no ano de 2017, que fez pequenas reparações, porém era notório que no geral, a parte elétrica necessitava de substituição de praticamente toda a instalação, ou por ser equipamentos e fiações antigas ou por muitas vezes encontrar pontos em desacordo com a norma.

Durante a reunião, foi exposto que um dos principais requerimentos da escola seria a climatização de todas as salas de aula e salas administrativas, atualmente apenas 4 delas possuem climatização, desta maneira, apenas com essa mudança seriam necessária à criação de diversos novos circuitos, necessitando de reformas nos quadros e adequação da demanda contratada da escola, podendo gerar ainda mais modificações, após uma análise minuciosa.

Outra reclamação da diretoria da escola foi à necessidade de adequação da iluminação, pois era alegado recorrentemente pelos professores que durante o período noturno, a iluminação era insuficiente. Desta maneira, foi também levantada a possibilidade de ser elaborado um projeto de adequação da iluminação, caso fosse verificada a necessidade do mesmo.

3.3. ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS

A visita e reunião na escola foram importantes para entender quais modificações seriam necessárias e com isso foi possível então, levantar o que deveria ser alterado na escola. Com a elaboração de um projeto, acidentes e problemas com instalações futuras poderão ser evitados e a inexistência de reforma das instalações elétricas podem ocasionar danos a curto e longo prazo.

Desta maneira foi proposto um projeto de reforma, levando em conta o custo-benefício e priorizando a segurança para os usuários, visto que a maioria deles são crianças e tem pouca ou nenhuma informação sobre os perigos da eletricidade. Porém, a reforma deverá se ater apenas a parte elétrica, de maneira que na formulação do projeto, deveria ser aproveitado o máximo possível de condutos e rasgos na alvenaria já existentes. Conforme a Tabela 4, estão categorizadas as adequações propostas em relação ao existente no local.

Tabela 4: Contraponto entre o estado atual da Escola e adequações propostas.

Região	Local	Estado Atual	Adequações Propostas
Bloco 1	Cozinha	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes, totalizando quatro lâmpadas. Sete pontos de tomada, sendo três delas avariadas.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando duas lâmpadas. Acréscimo de cinco pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas.
	Despensa 103	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes. Um ponto de tomada, avariado.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando uma lâmpada. Acréscimo de três pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas.
	Despensa 104	Ponto de iluminação avariado.	Substituição do cabeamento antigo para aplicação de iluminação com lâmpadas LED.
	Área de Serviço	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes. Não havia pontos de tomada.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando uma lâmpada. Acréscimo de dois pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas.
	Vestiário Funcionários	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Refeitório	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes. Pontos de tomada avariados.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando duas lâmpadas. Acréscimo de cinco pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas.
	Depósito 107	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.

	Depósito 108	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Depósito 109	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Banheiro (Funcionários)	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Banheiros (Alunos)	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Shaft	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
Bloco 2	Diretoria	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes. Dois pontos de TUG e um para TUE do Ar Condicionado	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED. Acréscimo de cinco pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas.
	Secretária	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes. Quatro pontos de TUG e um para TUE do Ar Condicionado	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED. Acréscimo de cinco pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas.
	Almoxarifado	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Sala de OE	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes. Uma única tomada.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED. Acréscimo de pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de TUE para instalação de um aparelho de ar condicionado.
	Sala dos Professores	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes. Duas tomadas.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED. Acréscimo de pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de TUE para instalação de um aparelho de ar condicionado.
	Sala dos Especialistas	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes. Duas tomadas.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED. Acréscimo de pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de TUE para instalação de um aparelho de ar condicionado.
	Sala Multifuncional	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes. Duas tomadas.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED. Acréscimo de pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de TUE para instalação de um aparelho de ar condicionado.
	Sala de Leitura	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes, totalizando oito lâmpadas. Quatro pontos de tomada.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando quatro lâmpadas. Acréscimo de pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de duas TUE por sala, para instalação dos aparelhos de ar condicionado.

Bloco 3	Salas de Aula	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes, totalizando oito lâmpadas. Quatro pontos de tomada, sendo dois para ventiladores.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando quatro lâmpadas. Acréscimo de dois pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de duas TUE por sala, para instalação dos aparelhos de ar condicionado.
Bloco 4	Salas de Aula	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes, totalizando oito lâmpadas. Quatro pontos de tomada, sendo dois para ventiladores.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando quatro lâmpadas. Acréscimo de dois pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de duas TUE por sala, para instalação dos aparelhos de ar condicionado.
Bloco 5	Salas de Aula	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes, totalizando oito lâmpadas. Quatro pontos de tomada, sendo dois para ventiladores.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando quatro lâmpadas. Acréscimo de dois pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de duas TUE por sala, para instalação dos aparelhos de ar condicionado.
	Salas Criativas	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes, totalizando oito lâmpadas. Quatro pontos de tomada, sendo dois para ventiladores.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando quatro lâmpadas. Acréscimo de dois pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Acréscimo de duas TUE por sala, para instalação dos aparelhos de ar condicionado.
	Sala de Informática	Iluminação deficitária e em lâmpadas tubulares fluorescentes, totalizando oito lâmpadas. Pontos de tomada insuficientes para quantidade de computadores.	Substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, adicionando quatro lâmpadas. Acréscimo de pontos de tomadas, além da substituição do cabeamento e de tomadas antigas. Adequação do circuito das TUE, para instalação dos novos aparelhos de ar condicionado.
Ginásio	Quadra	Iluminação deficitária com Lâmpadas de Vapor de Metálico, quase todas avariadas, tomadas avariada.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED. Relocação de tomadas baixas para tomadas médias.
	Banheiros	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Depósito 126	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
Pátio	Pátio	Iluminação em lâmpadas tubulares fluorescentes.	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
Externo	Áreas Externas	Iluminação em Lâmpadas de Vapor de Metálico	Adequação da iluminação com lâmpadas LED.
	Caixa D'água 1	Sem iluminação e com apenas um circuito para ligar a bomba existente.	Criação de um quadro específico para a casa de bombas, acréscimo de iluminação e circuitos que se façam necessários.
	Caixa D'água 2	A ser construída.	-

3.4. PROJETO ELÉTRICO

Após elencar as adequações necessárias, foi utilizado o *software* AutoCad, a fim de auxiliar na elaboração do projeto de reforma das instalações elétricas. Com o usufruto desta ferramenta é possível definir na planta da escola os locais onde estará cada elemento da instalação. Desta maneira, o projeto seguiu a seguinte sequência.

3.4.1. DIMENSIONAMENTO DE CARGAS

Conforme exposto na Tabela 4, foram acrescentados diversos pontos de carga adicional à escola, além da readequação de potência de diversos outros pontos, desta maneira, foi necessário mensurar esse quantitativo a fim de obter as potências locais para realizar a divisão de circuitos elétricos. Na figura 5, estão presentes as simbologias utilizadas em projeto para representar cada elemento das instalações elétricas.

3.4.1.1. Iluminação

Com as adequações propostas constatadas na Tabela 4, foram então distribuídas de acordo com a usabilidade das áreas, as caixas de passagem, bem como foi disposta a localização das luminárias na planta. Toda iluminação da escola foi substituída por lâmpadas LED, a fim de aumentar a economia e durabilidade e a fim de atender a demandas descritas inicialmente neste capítulo.

3.4.1.2. Tomadas

De acordo com a utilização do local e dimensões do ambiente, foram acrescentados diversos pontos de tomadas para escola, verificando a necessidade de cada local. As tomadas de uso geral das salas de aula, por exemplo, foram dispostas como tomadas altas em todas as paredes, com exceção da parede da lousa, que no dia-a-dia estará mais próxima aos professores, para prevenir acidentes com crianças tendo um possível contato com tomadas médias ou baixas sem supervisão, por solicitação da comissão de diretoria da escola. A carga prevista para as tomadas foi estabelecida de acordo com a NBR5410.

Quanto as tomadas de uso específico, foram acrescentados diversos novos pontos, para utilização dos aparelhos de ar condicionado, cujas potências foram definidas de acordo com média dos modelos a serem utilizados, que terão circuito único para cada aparelho. Também foram acrescentadas TUEs para iluminação de emergência, esse circuito tem como objetivo, prover iluminação em caso de falta de energia elétrica, funcionando através de bateria.

Figura 5: Legendas das simbologias aplicadas no projeto.

	INTERRUPTOR DE UMA SESSÃO, H=1,10m DO PISO
	INTERRUPTOR DE DUAS SESSÕES, H=1,10m DO PISO
	INTERRUPTOR DE TRÊS SESSÕES, H=1,10m DO PISO
	REFLETOR PRISMÁTICO
	LUMINÁRIA DE TETO TUBO LED
	ARANDELA DE PAREDE LED
	TOMADA ALTA PARA VENTILADOR, H=1,80m DO PISO
	TOMADA ALTA, ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA, H=2,20m DO PISO
	TOMADA ALTA, H=2,20m DO PISO, PARA AR CONDICIONADO
	TOMADA BAIXA NA PAREDE h=0,30m
	TOMADA MÉDIA NA PAREDE h=1,30m
	TOMADA ALTA NA PAREDE h=2,00m
	QUADRO
	ELETRODUTO QUE PASSA PELO PISO
	ELETRODUTO QUE PASSA PELO TETO
	ELETRODUTO QUE PASSA PELA PAREDE
	IDENTIFICAÇÃO DO CIRCUITO
	FASE
	NEUTRO
	TERRA
	CAIXA DE PASSAGEM NO SOLO
	CAIXA DE PASSAGEM NA PAREDE OU TETO

Fonte: Autoral, 2022

3.4.2. DIVISÃO DE CIRCUITOS

Uma das principais etapas da elaboração de um projeto elétrico é a divisão das cargas em circuitos. Este conjunto de elementos que formarão o circuito utilizará a mesma seção de condutores e nível de proteção, desta maneira, a norma NBR 5410, determina que se deva limitar a potência de um circuito de iluminação ou TUGs a 2200 VA para uma tensão de fase de 220 Volts. Além de se realizar a divisão em circuitos limitando as potências, esse processo deve ser realizado de maneira estratégica para evitar gastos desnecessários, se atentando aos espaços físicos existentes e combinando os dois processos.

O passo seguinte à divisão de circuitos é a distribuição dos condutores nos eletrodutos. Como já exposto anteriormente, o projeto de reforma deveria interferir o mínimo possível na parte estrutural da escola e utilizando sempre que possível os condutos já existentes e quando não, utilizando eletrodutos rígidos sobrepostos na parede.

Conforme NBR 5410 (2004), um eletroduto deve possuir uma taxa de ocupação máxima de quarenta por cento a área total interna do duto, para evitar aquecimento das instalações, auxiliando também em manutenções ou futuras modificações que sejam

necessárias, desta maneira foram determinadas as dimensões de eletrodutos com auxílio da Figura 17 no anexo deste documento.

3.4.2. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E PROTEÇÃO

Após a divisão de circuitos e estabelecidos os eletrodutos a serem utilizados, foi utilizada a Equação (1), a fim de determinar o valor da corrente nominal do circuito:

$$I_n = \frac{S_T}{V} \quad (1)$$

em que:

I_n = Corrente Nominal do Circuito (A);

S_T = Potência Aparente Total do Circuito (VA);

V = Tensão de Fase (V).

Este valor de corrente nominal deve ser corrigido com fatores que aproximarão este valor obtido do valor real. A norma 5410 estabelece que a corrente deva ser corrigida com no mínimo dois fatores, são eles, o fator de correção de agrupamento, que irá fornecer uma correção devido à indução eletromagnética que um circuito pode gerar no outro, e o fator de correção de temperatura, que irá determinar se existe a necessidade de corrigir a corrente por motivos externos. As tabelas utilizadas para determinação desses fatores para cada circuito estão nas Figuras 19 e 20 no anexo deste trabalho. Para essa correção, foi utilizada a Equação (2):

$$I_n' = \frac{I_n}{F_{CA} \times F_{CT}} \quad (2)$$

em que:

I_n = Corrente Nominal do Circuito (A);

I_n' = Corrente Corrigida (A);

F_{CA} = Fator de Correção de Agrupamento de Circuitos.

F_{CT} = Fator de Correção de Temperatura.

Desta maneira, após obter o valor da corrente corrigida é possível dimensionar a seção dos condutores da instalação de cada circuito. A norma determina três técnicas para determinar tais valores, a de escolher seção mínima, a de condução de corrente e a de queda

de tensão, de maneira que deve se aplicar três métodos e escolher o que resultar em maior seção para cada circuito.

O dimensionamento através de seção mínima é o mais simples dentre os três, ele é empregado em circuitos de iluminação e TUGs, de maneira que para circuitos de iluminação serão utilizados condutores isolados com seção de 1,5 mm² e para circuitos de TUGs utilizasse a seção de 2,5 mm².

O método de capacidade de condução de corrente utiliza como base a corrente corrigida do circuito, junto ao método de instalação de condutores e eletroduto, para todo o projeto foi utilizado o método B1 da norma. Desta maneira, utilizando a Figura 16, é escolhido o condutor mais adequado.

Já o método de limite de queda de tensão, segundo Creder (2016), é determinado através de um cálculo feito de acordo com as características do circuito, conforme a Equação (3):

$$S_c = \frac{A \times \rho \times I_n' \times L}{V_{queda}} \rightarrow A = \begin{cases} 2, & \text{Circuitos Monofásicos} \\ \sqrt{3}, & \text{Circuitos Trifásicos} \end{cases} \quad (3)$$

em que:

S_c = Seção nominal mínima do condutor (mm²);

ρ = Resistividade do material utilizado;

I_n' = Corrente Corrigida do Circuito (A);

L = Comprimento do condutor até o ponto mais distante do QT ou QD;

V_{queda} = Valor da tensão multiplicado pela porcentagem de queda admissível.

Os condutores foram dimensionados pelos critérios de capacidade de condução e queda de tensão, estando dentro do limite que é de no máximo 4%, conforme NBR 5410. Com os condutores dimensionados para cada circuito, foi possível dimensionar a proteção para cada um destes. De maneira simples, o dimensionamento da proteção deve ser estabelecido dentro do seguinte critério:

$$I_n' \leq I_p \leq I_z \quad (4)$$

em que:

I_n' = Corrente Corrigida do Circuito (A);

I_p = Nível de proteção do dispositivo (A);

I_z = Capacidade de condução de corrente da Seção escolhida para o circuito (A);

Essa regra é necessária para manter a segurança das instalações e proteger a fiação de possíveis sobrecargas do sistema.

Depois de feito esse processo para todos os circuitos de um quadro terminal específico, os alimentadores e proteções desse quadro podem ser dimensionados de maneira bem semelhante. Desta forma, são somadas as potências individuais dos circuitos, obtendo a potência total do quadro, para assim calcular a corrente deste circuito e a posteriormente sua corrente corrigida. Com isso, se obtém a seção dos condutores, com adequações para 3 circuitos carregados e queda de tensão trifásica e após esse processo, as proteções individuais dos quadros podem ser calculadas.

Neste projeto, foram definidas que para as proteções dos QTs seriam utilizados um disjuntor residual no QT e um disjuntor termomagnético no QD com níveis de proteção adequados com suas respectivas cargas. Repetindo o processo para todos os QTs, o projeto elétrico está quase completo, faltando definir apenas os parâmetros para o quadro de distribuição.

Desta maneira, foram calculados conforme a norma NDU 002, vigente e produzida pela concessionária de energia local, as definições necessárias para o QD. Os cálculos realizados para a concessionária levam em consideração a demanda de potência, ou seja, a média das potências elétricas que é solicitada pela parcela da carga instalada em operação durante um intervalo de tempo.

3.4.2. PADRÃO DE ENTRADA

A legislação brasileira determina que as distribuidoras de energia detenham a concessão da infraestrutura de rede de energia elétrica, bem como a distribuição deste bem. Como cada concessionária tem a liberdade de determinar quais características devem possuir sua infraestrutura elétrica, fica sob controle a distinção de todos os elementos, sendo que estes estejam sempre em concordância com as normas regulamentadoras. A partir disso, a maioria das concessionárias de energia elaboram documentos que regulamentam e padronizam equipamentos, construções, procedimentos técnicos e entre outros.

Para a distribuidora Energisa Paraíba, que detêm a concessão de energia elétrica do município de João Pessoa, o cenário é o mesmo, visto que o disponibilizam a norma NDU 002 (ENERGISA, 2019), para determinar os requisitos de um projeto de padrão de entrada para instalações elétricas com carga instalada superior a 75 kVA. Com isso, a última etapa do projeto é calcular a demanda e definir a subestação adequada para o projeto, bem como dimensionar os dispositivos, elementos e pormenores que virão a compor a entrada de energia da escola.

4. RESULTADOS

Neste capítulo será apresentado o projeto de reforma das instalações elétricas para a escola que é objeto deste estudo, mostrando justificativas técnicas baseadas na metodologia, divisão de circuitos, quadro de cargas, dimensionamento de condutores e proteções, métodos de instalações, projeto proposto em planta, a subestação área proposta para o padrão de entrada e por fim a lista de materiais com seus respectivos quantitativos.

4.1. PROJETO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A melhor maneira de apresentar os resultados do projeto proposto é relatar o projeto em si. Deste modo, na Tabela 5, estão discriminadas as cargas previstas para o quadro terminal do bloco 01, de modo que, foram divididas em circuitos priorizando proximidade e limitação da corrente a 10 A para circuitos de iluminação e de TUGs conforme descrito no capítulo anterior.

Tabela 5: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 01.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência por Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
17	Iluminação	Banheiros Masculino	8	20	160	1,24
		Banheiros Feminino	8	20	160	
		Shaft	2	20	40	
		WC funcionários	1	20	20	
		Depósito 107	4	20	80	
		Depósito 108	4	20	80	
		Depósito 109	2	20	40	
		Refeitório	20	20	400	
		Cozinha	4	20	80	
		Dispensa 103	2	20	40	
		Dispensa 104	2	20	40	
		Área de serviço	2	20	40	
		Vest. Func.	3	20	60	
18	Iluminação	Área de circulação	30	20	600	1,05
		Área de circulação	1	450	450	
T6	TUG	Refeitório	6	100	600	1,2
		Dispensas	4	100	400	

		Área de serviço				
			2	100	200	
T7	TUG	Cozinha	2	600	1200	1,6
			4	100	400	
T8	TUG	Cozinha	1	600	600	1,1
			5	100	500	
T9	TUG	Bebedouro	2	500	1000	1
V9	Ventiladores	Refeitório	4	250	1000	1,25
		Cozinha	1	250	250	
R1	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
R2	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
EM1	Emergência	Iluminação	2	30	60	0,06

Fonte: Autoral, 2022.

Após a etapa de divisão de circuitos foram utilizados todos os métodos e cálculos descritos na metodologia, com o fim de obter o dimensionamento dos condutores e das proteções de cada circuito, conforme é possível observar na Tabela 6.

Tabela 6: Consolidação de Dados do QT 01.

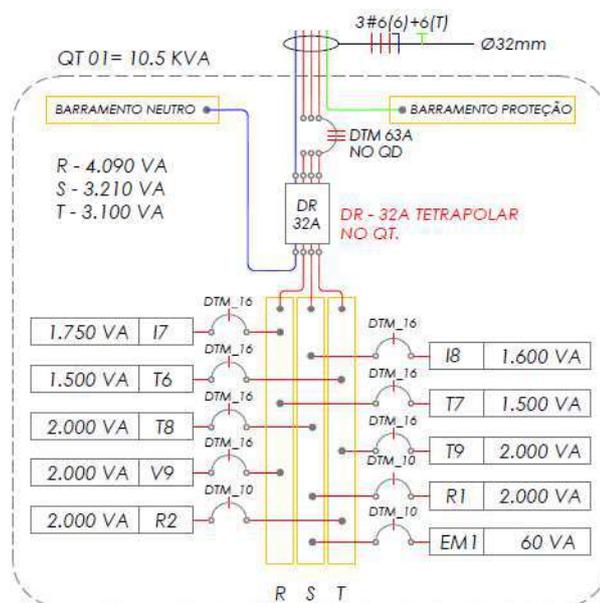
Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm ²)	Nível de Proteção (A)
I7	1,24	5,64	10,44	1,5	16
I8	1,05	4,77	8,84	1,5	16
T6	1,2	5,45	10,1	2,5	16
T7	1,6	7,27	13,47	2,5	16
T8	1,1	5	9,26	2,5	16
T9	1	4,55	8,42	2,5	16
V9	1,25	5,68	10,52	2,5	16
R1	1	4,55	5,68	-	10
R2	1	4,55	5,68	-	10
EM1	0,06	0,27	0,51	1,5	10

Fonte: Autoral, 2022

Com todos os elementos do quadro terminal consolidados, foi então discriminado como estariam dispostos os elementos deste quando, conforme é possível notar na Figura 6 dimensionando também os alimentadores e proteção geral deste quadro, em que as linhas em vermelho representam as três fases do sistema, em azul e verde os condutores que levam respectivamente aos barramentos de neutro e de terra, bem como o dimensionamento de cabos e do eletroduto que encaminhará o trecho de condutores entre quadros. Ainda sobre a imagem, é possível notar que existe uma proteção dupla para o quadro, em que uma é com um DTM que estará disposta no quadro geral e de uma com DDR que estará contida no quadro terminal junto às proteções individuais de cada circuito.

Este processo foi repetido para os demais quadros terminais, sendo eles, o QT 02, QT 03, QT 04, QT 05, QT da sala de informática, QT do Ginásio e QT da casa de bombas. Esses resultados estão contidos nos Apêndices (de 2 ao 20) deste trabalho.

Figura 6: Diagrama Unifilar do QT 01.



Fonte: Autoral, 2022.

Seguindo metodologia semelhante à utilizada para os quadros terminais, foram dimensionados os alimentadores e proteções do quadro geral. Vale salientar que a distâncias entre estes pontos eram sempre elevadas e foi quase sempre utilizado o método de cálculo de queda de tensão para os alimentadores, que foram sempre trifásicos no intuito de balancear ao máximo as correntes em cada fase. Com isso, pode-se observar o esquema de diagrama unifilar do QD da escola na Figura 7.

A fim de auxiliar em futuras análises do sistema, foi elaborada uma tabela em que estão discriminados os conjuntos de cada tipo de carga, totalizando 145 kVA de carga instalada, este tipo de dado ajuda a compreender melhor o projeto e auxiliar em futuras revisões de carga para a edificação. Na Tabela 7, estão descritas tais minúcias.

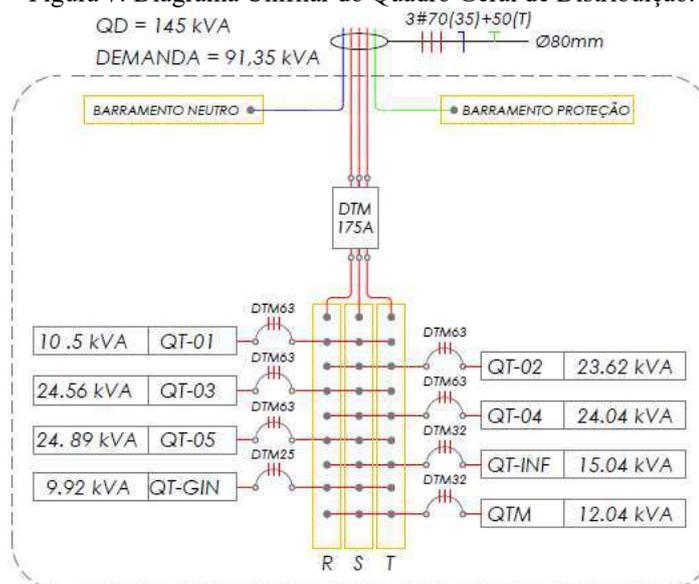
Tabela 7: Declaração de Carga Instalada.

Tipo de Carga	Quantidades	Potência Individual (VA)	Carga (kVA)
Iluminação	345	20	6,9
Iluminação Arandela	13	20	0,26
Refletores	20	450	9
Tomadas de Uso Geral	103	100	10,3
Tomadas Ventiladores	50	250	12,5
Tomadas Computadores	24	300	7,2
Tomadas Bebedouros	4	450	1,8

Tomadas Cozinha	3	600	1,8
Reserva	16	1000	16
Ar Condicionado 24.000 btus	2	2400	4,8
Ar Condicionado 18.000 btus	31	2000	62
Ar Condicionado 12.000 btus	1	1500	1,5
Iluminação de Emergência	33	30	0,99
Motores	4	1000	4
Motores	2	3000	6

Fonte: Autoral, 2022.

Figura 7: Diagrama Unifilar do Quadro Geral de Distribuição.



Fonte: Autoral, 2022.

4.2. PADRÃO DE ENTRADA DA ESCOLA

Após a finalização do projeto de baixa tensão, a escola precisava se conectar a rede de energia elétrica e para isso era necessário à adequação de padrão de entrada conforme as normas da concessionária de Energia. O primeiro passo foi definir a demanda da escola para assim calcular o padrão de acordo com a utilização da carga instalada. Desta maneira, o fator de demanda escolhido conforme a Figura 21 no anexo deste trabalho, foi de 0,63 que multiplicado pela carga instalada, implica em uma demanda de 91,35 kVA.

Com isso, foi escolhido o padrão de entrada da subestação aérea com potência de 112,5 kVA, sendo este o tipo que mais se adequa a situação e necessidades da escola, a NDU 002 (ENERGISA, 2019) indica os elementos e formas de instalação que devem constar nesse modelo de padrão. Na Figura 8, estão apresentados alguns dos principais materiais a estar contidos na subestação e no Apêndice 23 o projeto da subestação.

Figura 8: Modelos de Padrão de Entrada da Energisa e seus respectivos materiais.

TRANSFORMADOR kVA	MEDIÇÃO		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo) (A)	CONDUTOR EPR OU XLPE 0,6/1 kV 90°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	CONDUTOR PVC 0,6/1 kV 70°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	POSTE (daN)
	MEDIDOR	TC						
15	Direto de 120A	-	25	3#10(10)	40	3#10(10)	40	600
30	Direto de 120A	-	50	3#10(10)	40	3#16(16)	40	600
45	Direto de 120A	-	70	3#25(25)	50	3#35(35)	50	600
75	Direto de 200A	-	125	3#50(25)	65	3#70(35)	80	600
112.5	Direto de 200A	-	175	3#70(35)	80	3#95(50)	80	600
150	Trifásico	200:5	225	3#120(70)	100	3#150(95)	100	1000
225	Trifásico	400:5	350	3#240(120)	100	2x{3#120(70)}	2 x 100	1000
300	Trifásico	400:5	500	2x{3#120(70)}	2x100	2x{3#150(95)}	2 x 100	1000

Fonte: ENERGISA, 2019.

4.3. QUANTITATIVOS DE MATERIAIS E PLANTAS

O último passo a ser apresentado neste trabalho serão os quantitativos de materiais presentes na Tabela 8 e as plantas de projetos divididos em duas pranchas presentes nos Apêndices 21 e 22 deste trabalho. Estes elementos são os principais resultados do trabalho, pois neles estão contidas formas de execução na planta e previsão financeira deste projeto.

Tabela 8: Lista de Quantitativos de Materiais do Projeto.

Descrição do Item	Quantidade	Unidade
ABRAÇADEIRA METÁLICA TIPO U PARA ELETRODUTO RÍGIDO (CUNHA)	800	Unidade
ADESIVO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS QUADROS FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	-	-
ANILHAS PARA IDENTIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	-	-
ARANDELA LED 20W - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	15	Unidade
ARRUELA 3", EM AÇO GALVANIZADO	6	Unidade
CABO 1,5 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	2850	m

CABO 16,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - AZUL	240	m
CABO 16,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERDE	240	m
CABO 16,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERMELHO	700	m
CABO 2,5 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - AZUL	2700	m
CABO 2,5 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERDE	2700	m
CABO 2,5 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERMELHO	2700	m
CABO 4,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - AZUL	100	m
CABO 4,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERDE	100	m
CABO 4,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERMELHO	300	m
CABO 6,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - AZUL	240	m
CABO 6,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERDE	240	m
CABO 6,0 MM ² ISOLAÇÃO 0,75/1KV PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - VERMELHO	700	m
CABO C/ ALMA DE ALUMINIO 2 AWG	100	m
CABO DE COBRE NÚ DE 50 MM ² - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	70	m
CAIXA DE INSPEÇÃO P/ HASTE DE TERRA	6	Unidade
CAIXA DE PASSAGEM 4X2- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	350	Unidade
CAIXA DE PASSAGEM 4X4 COM TAMPA- FORNECIMENTO E	100	Unidade

INSTALAÇÃO

CAIXA OCTAGONAL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	190	Unidade
CONECTOR PARALELO BIMETÁLICO 2AWG		Unidade
CRUZETA TIPO "T", 1.900MM	2	Unidade
CURVA 3", EM AÇO GALVANIZADO	3	Unidade
CURVAS PARA ELETRODUTOS 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	350	Unidade
CURVAS PARA ELETRODUTOS 32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	60	Unidade
CURVAS PARA ELETRODUTOS 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	10	Unidade
CURVAS PARA ELETRODUTOS 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	2	Unidade
DDR 25A, TETRAPOLAR COM SENSIBILIDADE 30MA, 4 POLOS- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	1	Unidade
DDR 32A, TETRAPOLAR COM SENSIBILIDADE 30MA, 4 POLOS- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	2	Unidade
DDR 63A, TETRAPOLAR COM SENSIBILIDADE 30MA, 4 POLOS- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	4	Unidade
DISJUNTOR (TRIPOLAR)TIPO DIN DE 63A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	4	Unidade
DISJUNTORES (MONOPOLAR) TIPO DIN DE 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	38	Unidade
DISJUNTORES (MONOPOLAR) TIPO DIN DE 16A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	63	Unidade
DISJUNTORES (MONOPOLAR)TIPO DIN DE 25A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	25	Unidade
DISJUNTORES (TRIPOLAR)TIPO DIN DE 25A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	3	Unidade
DISJUNTORES (TRIPOLAR)TIPO DIN DE 32A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	3	Unidade
ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	450	m
ELETRODUTO RÍGIDO 32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	500	m
ELETRODUTO RÍGIDO 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	1700	m
ELETRODUTO RÍGIDO 40MM - FORNECIMENTO E	130	m

INSTALAÇÃO

ELETRODUTO RÍGIDO 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	30	m
FITA 3/4", BAND-IT, EM AÇO INOX	5	m
FITA BAND-IT	3	m
GRAMPO DE ANCORAGEM PARA CABO ABERTO	6	Unidade
HASTE PARA ATERRAMENTO COM CONECTOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	6	Unidade
INTERRUPTOR 1 SEÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	35	Unidade
INTERRUPTOR 2 SEÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	22	Unidade
INTERRUPTOR 3 SEÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	5	Unidade
ISOLADOR DE PINO POLIMÉRICO 15KV	6	Unidade
ISOLADOR DE SUSPENSÃO POLIMÉRICO 13.8 KV	6	Unidade
LUMINÁRIA (CALHA) PARA LÂMPADA TUBULAR LED 1X18W A 20W, INCLUSIVE LÂMPADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	18	Unidade
LUMINÁRIA (CALHA) PARA LÂMPADA TUBULAR LED 2X18W A 20W, INCLUSIVE LÂMPADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	160	Unidade
LUMINÁRIA (CALHA) PARA LÂMPADA TUBULAR LED 3X18W A 20W, INCLUSIVE LÂMPADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	4	Unidade
LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	35	Unidade
LUVA 3", EM AÇO GALVANIZADO	5	Unidade
LUVAS PARA ELETRODUTOS 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	700	Unidade
LUVAS PARA ELETRODUTOS 32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	220	Unidade
LUVAS PARA ELETRODUTOS 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	50	Unidade
LUVAS PARA ELETRODUTOS 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	10	Unidade
MASSA PARA CALAFETAR 1KG - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	1	Unidade
PARA RAIOS TIPO POLIMÉRICO, ÓXIDO DE ZINCO. 15KV	3	Unidade
POSTE DUPLO "T" EM CONCRETO ARMADO, TIPO 11/300	1	Unidade

PRESILHA PARA FITA BAND-IT	10	Unidade
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM CHAPA METÁLICA DE SOBREPOR PARA 10 OU 12 DISJUNTORES COM BARRAMENTO TRIFÁSICO 200 A- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	1	Unidade
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM CHAPA METÁLICA DE SOBREPOR PARA 12 DISJUNTORES COM BARRAMENTO TRIFÁSICO 100 A- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	4	Unidade
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM CHAPA METÁLICA DE SOBREPOR PARA DE 24 A 28 DISJUNTORES COM BARRAMENTO TRIFÁSICO 100 A- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	4	Unidade
QUADRO DE MEDIÇÃO NORFYL, CAIXA CM - 7, PADRÃO ENERGISA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	1	Unidade
REFLETOR LED 400W - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	22	Unidade
SUPORTE METÁLICO P/ LEITURA, PADRÃO "ENERGISA"	1	Unidade
TOMADA DUPLA 2P+T 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	34	Unidade
TOMADA SIMPLES 2P+T 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	115	Unidade
TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO DELTA ESTRELA ATERRADO DE 112,5 KVA - RELAÇÃO DE 13.800 V PARA 380-220 V	1	Unidade
TUBO 3", EM AÇO GALVANIZADO	15	m
VARIADOR DE VELOCIDADE PARA VENTILADOR 220 V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS) (FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO)	50	Unidade

Fonte: Autorial, 2022.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou as condições das instalações elétricas da EMEF Luiz Vaz de Camões, a fim de verificar a necessidade de elaboração de um projeto de reforma. Após a análise, foi constatada a necessidade de reforma da escola devido a todas as desconformidades com a norma NBR 5410, que além de transtornos, demonstravam grande perigo, principalmente por se tratar de um ambiente escolar.

Ainda em fase de pré-projeto, foi verificada a relevância da construção de um projeto em torno das prerrogativas importantes para os futuros usuários, pois estes que utilizaram o sistema final. A partir disso, o projeto foi construído com soluções que podem ser consideradas não convencionais, mas que supriam a necessidade dos estudantes e da administração da escola.

Além da parte de segurança que é primordial para este tipo de ambiente, muitas adequações eram necessárias na instituição, como pontos em que foi constatado que a iluminação era deficitária nas salas de aula e pontos de tomadas avariados ou sobrecarregados, demonstrando novamente a necessidade de uma reforma. Porém o ponto crucial para determinar a necessidade deste projeto foi a aquisição de 34 aparelhos de ar condicionados, que sozinhos representam 68,3 kVA e que se somados à carga pré-existente da escola, já demonstravam a necessidade de um novo padrão de entrada.

Desta maneira, foi então elaborado um projeto de reforma da parte elétrica da escola, seguindo as normas vigentes e adequando, quando necessário, para a situação existente no local. Então é possível afirmar que cada projeto é único, e que cada projetista utilizando suas próprias metodologias conseguem atingir um mesmo objetivo, com um projeto um pouco diferente do aqui proposto.

Assim, com o intuito de prover energia elétrica para escola, foi possível desenvolver os projetos propostos e obter para este estudo de caso com os resultados aqui apresentados, no qual, pode-se observar no decorrer deste Trabalho de Conclusão de Curso.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho se ateve apenas as medidas relacionadas às instalações elétricas da escola, porém era notório que a escola também necessitaria de uma reforma na parte estrutural e civil, devido a infiltrações que estavam presentes em toda a edificação. Porém se atendo

apenas as modificações relacionadas à engenharia elétrica ainda podem ser implementadas outras medidas, como por exemplo:

- Análise tarifária de consumo e demanda da escola, visando maior economia;
- Implementação dos conceitos de geração distribuída, como por exemplo, a criação de um sistema fotovoltaico para geração da própria energia;
- Criação de uma rede de cabeamento estruturado para melhoria da tecnológica da escola;

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL, **Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica – ano base 2020, 2021.** Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2021/04/Anuario-Abracopel-2021_vs.-final.pdf>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa nº414 de 9 de setembro de 2010. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada.** Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

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

BOQUIMPANI, Carolina Lannes et al. **Eficiência energética: sistemas de iluminação com leds, distribuídos em corrente contínua e utilizando energia fotovoltaica.** Ambiente Construído, 2019.

BORGES, Leandro Francisco Pereira; GASPAR, Geisla Aparecida Maia Gomes. **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: Construção de uma rede elétrica dimensionada,** 2019.

CARVALHO, R. J. **Instalações Elétricas e o Projeto de Arquitetura.** 8. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais: conforme norma NBR 5410: 2004.** 21 ed. São Paulo: Érica, 2011.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas.** 15ª edição. Rio de Janeiro, RJ. LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2016.

COTRIM, Ademaro. **Instalações elétricas.** 5. ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2009

ENERGISA, Grupo. **NDU 002: Fornecimento de Energia em Tensão Primária.**2019

FILHO, F. C. **Avaliação do custo de uma obra devido à falta de um planejamento adequado.** Brasília, UniCEUB, 2014.

FOXLUX. Disponível em: <<https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/como-dimensionar-eletrodutos/>>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade básica: Coleção Schaum**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009 .

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa, pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso**. 8. ed. – São Paulo: Atlas, 2017.

LAMIM, Bianca Carneiro Ferraz et al. **Gerenciamento de projetos aplicado ao planejamento do sistema elétrico de distribuição: estudo de caso**. 2009.

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de instalações elétricas prediais**. 12. ed. São Paulo: Érica, 2011.

MARQUES, Felipe Matheus de Moura. **Avaliação da qualidade das instalações elétricas em escolas públicas do município de Toledo-Paraná**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

GOVERNO FEDERAL, **Norma Regulamentadora 10**, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf>> Acesso em: 22 de maio de 2022.

TOKARNIA, Mariana. **Apenas 4,5% das escolas têm infraestrutura completa prevista em lei**. Agência Brasil, Brasília Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2016-06/apenas-45-das-escolas-tem-infraestrutura-completa-prevista-em-lei-diz>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

APÊNDICES

Neste capítulo, estarão Figuras e Tabelas produzidas pelo autor, com finalidade de melhorar a compreensão do texto exposto neste trabalho.

APÊNDICE 1

Tabela 9: Organização Estrutural da Escola.

Região	Local	Área (m ²)	Perímetro (m)	
Bloco 1	Cozinha	28,69	25,20	
	Despensa 103	3,92	9,00	
	Despensa 104	4,94	11,12	
	Área de Serviço	9,75	12,80	
	Vestiário Funcionários	5,00	9,00	
	Refeitório	145,31	51,66	
	Depósito 107	10,98	13,74	
	Depósito 108	7,12	11,40	
	Depósito 109	3,88	7,10	
	Banheiro Funcionários	3,88	7,10	
	Banheiro Masculino	17,58	23,20	
	Banheiro Masculino PNE	5,16	9,10	
	Banheiro Feminino	17,58	23,20	
	Banheiro Feminino PNE	5,16	9,10	
	Shaft	8,25	18,50	
	Bloco 2	Diretoria	12,70	14,35
		Secretária	9,00	12,05
		Almoxarifado	29,65	23,30
Sala de Orientação Educacional		18,00	18,00	
Sala dos Professores		18,00	18,00	
Sala dos Especialistas		25,41	20,82	
Sala Multifuncional		25,41	20,82	
Bloco 3	Sala de Leitura	52,00	29,00	
	Sala de Aula1	52,00	29,00	
	Sala de Aula2	52,00	29,00	

	Sala de Aula3	52,00	29,00
	Sala de Aula4	52,00	29,00
Bloco 4	Sala de Aula5	52,00	29,00
	Sala de Aula6	52,00	29,00
	Sala de Aula7	52,00	29,00
	Sala de Aula8	52,00	29,00
	Sala de Aula9	52,00	29,00
Bloco 5	Sala de Aula10	52,00	29,00
	Mais Educação	52,00	29,00
	Sala de Multimeios	52,00	29,00
	Sala de Informática	52,00	29,00
Ginásio	Quadra	599,00	99,90
	Banheiro Masculino	17,53	19,60
	Banheiro Feminino	17,53	19,60
	Depósito 126	6,72	10,74
Pátio	Pátio	89,00	42,35
Externo	Caixa D'água 1	9,35	12,74
	Caixa D'água 2	9,35	12,74

Fonte: Autorial, 2022.

APÊNDICE 2

Tabela 10: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 02.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
I1	Iluminação	Sala de Leitura	12	20	240	0,84
		Sala Especialista	6	20	120	
		Sala Multifuncional	6	20	120	
		Sala dos Professores	4	20	80	
		SOE	4	20	80	
		Secretária	4	20	80	
		Almoxarifado	2	20	40	
		Diretoria	4	20	80	
I2	Iluminação	Área De Circulação	28	20	560	2,2
		Iluminação Externa	2	20	40	
		Iluminação Externa	4	400	1600	
T1	TUG	Sala de Leitura	4	100	400	1,4
		Sala Especialista	4	100	400	
		Sala Multifuncional	6	100	600	

		Sala dos Professores	5	100	500	
T2	TUG	SOE	4	100	400	2,2
		Secretária	7	100	700	
		Diretoria	6	100	600	
		Sala de Leitura	3	250	750	
V1	Ventiladores	Sala Especialista	1	250	250	1,25
		Sala Multifuncional	1	250	250	
		Sala dos Professores	1	250	250	
V2	Ventiladores	SOE	1	250	250	1
		Secretária	1	250	250	
		Diretoria	1	250	250	
AR1	Ar Condicionado	Sala de Leitura	1	2000	2000	2
AR2	Ar Condicionado	Sala de Leitura	1	2000	2000	2
AR3	Ar Condicionado	Sala Especialista	1	2000	2000	2
AR4	Ar Condicionado	Sala Multifuncional	1	2000	2000	2
AR5	Ar Condicionado	Sala dos Professores	1	2000	2000	2
AR6	Ar Condicionado	SOE	1	2000	2000	2
AR7	Ar Condicionado	Secretária	1	2000	2000	2
AR8	Ar Condicionado	Diretoria	1	1500	1500	1,5
R1	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
R2	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
EM2	Emergência	Iluminação	9	30	270	0,27

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 3

Tabela 11: Consolidação de Dados do QT 02.

Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm ²)	Nível de Proteção (A)
I1	0,84	3,82	5,87	1,5	10
I2	2,2	10,00	15,38	2,5	16
T1	1,4	6,36	9,79	2,5	10
T2	2,2	10,00	15,38	2,5	16
V1	1,25	5,68	8,74	2,5	10
V2	1	4,55	6,99	2,5	10
AR1	2	9,09	13,99	2,5	16
AR2	2	9,09	13,99	2,5	16
AR3	2	9,09	13,99	2,5	16
AR4	2	9,09	13,99	2,5	16
AR5	2	9,09	13,99	2,5	16
AR6	2	9,09	13,99	2,5	16
AR7	2	9,09	13,99	2,5	16
AR8	1,5	6,82	10,49	2,5	16
R1	1	4,55	5,68	-	10
R2	1	4,55	5,68	-	10
EM2	0,27	1,23	1,89	1,5	10

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 4

Tabela 12: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 03.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
I3	Iluminação	Sala de Aula 01	12	20	240	1,75
		Sala de Aula 02	12	20	240	
		Sala de Aula 03	12	20	240	
		Sala de Aula 04	12	20	240	
		Área de Circulação	13	20	260	
		Iluminação Externa	4	20	80	
		Área de Circulação	1	450	450	
T3	TUG	Sala de Aula 01	4	100	400	1,6
		Sala de Aula 02	4	100	400	
		Sala de Aula 03	4	100	400	
		Sala de Aula 04	4	100	400	
V3	Ventiladores	Sala de Aula 01	3	250	750	1,5
		Sala de Aula 02	3	250	750	

V4	Ventiladores	Sala de Aula 03	3	250	750	1,5
		Sala de Aula 04	3	250	750	
AR9	Ar Condicionado	Sala de Aula 01	1	2000	2000	2
AR10	Ar Condicionado	Sala de Aula 01	1	2000	2000	2
AR11	Ar Condicionado	Sala de Aula 02	1	2000	2000	2
AR12	Ar Condicionado	Sala de Aula 02	1	2000	2000	2
AR13	Ar Condicionado	Sala de Aula 03	1	2000	2000	2
AR14	Ar Condicionado	Sala de Aula 03	1	2000	2000	2
AR15	Ar Condicionado	Sala de Aula 04	1	2000	2000	2
AR16	Ar Condicionado	Sala de Aula 04	1	2000	2000	2
R1	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
R2	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
EM1	Emergência	Iluminação	7	30	210	0,21

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 5

Tabela 13: Consolidação de Dados do QT 03.

Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm ²)	Nível de Proteção (A)
I3	1,75	7,95	12,24	1,5	16
T3	1,6	7,27	11,19	2,5	16
V3	1,5	6,82	10,49	2,5	16
V4	1,5	6,82	10,49	2,5	16
AR9	2	9,09	13,99	2,5	16
AR10	2	9,09	13,99	2,5	16
AR11	2	9,09	13,99	2,5	16
AR12	2	9,09	13,99	2,5	16
AR13	2	9,09	13,99	2,5	16
AR14	2	9,09	13,99	2,5	16
AR15	2	9,09	13,99	2,5	16
AR16	2	9,09	13,99	2,5	16
R1	1	4,55	5,68	-	10
R2	1	4,55	5,68	-	10
EM1	0,21	0,95	1,77	1,5	10

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 6

Tabela 14: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 04.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
I4	Iluminação	Sala de Aula 05	6	20	120	1,21
		Sala de Aula 06	6	20	120	
		Sala de Aula 07	6	20	120	
		Sala de Aula 08	6	20	120	
		Área de Circulação	10	20	200	
		Iluminação Externa	4	20	80	
		Área de Circulação	1	450	450	
T4	TUG	Sala de Aula 05	4	100	400	1,6
		Sala de Aula 06	4	100	400	
		Sala de Aula 07	4	100	400	
		Sala de Aula 08	4	100	400	
V5	Ventiladores	Sala de Aula 05	3	250	750	1,5
		Sala de Aula 06	3	250	750	
V6	Ventiladores	Sala de Aula 07	3	250	750	1,5
		Sala de Aula 08	3	250	750	
AR17	Ar Condicionado	Sala de Aula 05	1	2000	2000	2
AR18	Ar Condicionado	Sala de Aula 05	1	2000	2000	2
AR19	Ar Condicionado	Sala de Aula 06	1	2000	2000	2
AR20	Ar Condicionado	Sala de Aula 06	1	2000	2000	2
AR21	Ar Condicionado	Sala de Aula 07	1	2000	2000	2
AR22	Ar Condicionado	Sala de Aula 07	1	2000	2000	2
AR23	Ar Condicionado	Sala de Aula 08	1	2000	2000	2
AR24	Ar Condicionado	Sala de Aula 08	1	2000	2000	2
R1	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
R2	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
EM1	Emergência	Iluminação	7	30	210	0,21

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 7

Tabela 15: Consolidação de Dados do QT 04

Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm ²)	Nível de Proteção (A)
I4	1,21	5,50	8,46	1,5	10
T4	1,6	7,27	11,19	2,5	16
V5	1,5	6,82	10,49	2,5	16
V6	1,5	6,82	10,49	2,5	16
AR17	2	9,09	13,99	2,5	16
AR18	2	9,09	13,99	2,5	16
AR19	2	9,09	13,99	2,5	16
AR20	2	9,09	13,99	2,5	16
AR21	2	9,09	13,99	2,5	16
AR22	2	9,09	13,99	2,5	16
AR23	2	9,09	13,99	2,5	16
AR24	2	9,09	13,99	2,5	16
R1	1	4,55	5,68	-	10
R2	1	4,55	5,68	-	10
EM1	0,21	0,95	1,77	1,5	10

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 8

Tabela 16: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal 05.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
I5	Iluminação	Sala de Aula 09	12	20	240	1,95
		Sala de Aula 10	12	20	240	
		Mais Educação	12	20	240	
		Sala de Multimeios	12	20	240	
		Área de Circulação	12	20	240	
		Iluminação Externa	3	20	60	
		Área de Circulação	1	450	450	
T5	TUG	Pátio Coberto	12	20	240	1,7
		Sala de Aula 09	4	100	400	
		Sala de Aula 10	4	100	400	
		Mais Educação	4	100	400	
V7	Ventiladores	Sala de Multimeios	5	100	500	1,50
		Sala de Aula 09	3	250	750	
V8	Ventiladores	Sala de Aula 10	3	250	750	1,50
		Mais Educação	3	250	750	
AR27	Ar Condicionado	Sala de Aula 09	1	2000	2000	2

AR28	Ar Condicionado	Sala de Aula 09	1	2000	2000	2
AR29	Ar Condicionado	Sala de Aula 10	1	2000	2000	2
AR30	Ar Condicionado	Sala de Aula 10	1	2000	2000	2
AR31	Ar Condicionado	Mais Educação	1	2000	2000	2
AR32	Ar Condicionado	Mais Educação	1	2000	2000	2
AR33	Ar Condicionado	Sala de Multimeios	1	2000	2000	2
AR34	Ar Condicionado	Sala de Multimeios	1	2000	2000	2
R1	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
R2	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
EM1	Emergência	Iluminação	8	30	240	0,24

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 9

Tabela 17: Consolidação de Dados do QT 05

Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm ²)	Nível de Proteção (A)
I5	1,95	8,86	13,64	1,5	16
T5	1,7	7,7	11,9	2,5	16
V7	1,50	6,82	10,49	2,5	16
V8	1,50	6,82	10,49	2,5	16
AR27	2	9,09	13,99	2,5	16
AR28	2	9,09	13,99	2,5	16
AR29	2	9,09	13,99	2,5	16
AR30	2	9,09	13,99	2,5	16
AR31	2	9,09	13,99	2,5	16
AR32	2	9,09	13,99	2,5	16
AR33	2	9,09	13,99	2,5	16
AR34	2	9,09	13,99	2,5	16
R1	1	4,55	5,68	-	10
R2	1	4,55	5,68	-	10
EM1	0,24	1,09	2,02	1,5	10

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 10

Tabela 18: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal do Ginásio.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
L1	Iluminação	Banheiros Masculino	3	20	60	1,06
		Banheiros Feminino	3	20	60	
		Depósito 126	1	40	40	
		Área Externa	2	450	900	
L2	Refletores	Ginásio	3	450	1350	1,35
L3	Refletores	Ginásio	3	450	1350	1,35
L4	Refletores	Ginásio	3	450	1350	1,35
L5	Refletores	Ginásio	3	450	1350	1,35
T10	TUG	Ginásio	10	100	1000	1,4
		Ginásio	1	400	400	
R1	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
R2	Reserva	Reserva	1	1000	1000	1
EM6	Emergência	Iluminação	2	30	60	0,06

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 11

Tabela 19: Consolidação de Dados do QT do Ginásio.

Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm ²)	Nível de Proteção (A)
L1	1,06	4,82	7,41	1,5	10
L2	1,35	6,14	9,44	2,5	10
L3	1,35	6,14	9,44	2,5	10
L4	1,35	6,14	9,44	2,5	10
L5	1,35	6,14	9,44	2,5	10
T10	1,4	6,36	4,14	2,5	10
R1	1	4,55	5,68	-	10
R2	1	4,55	5,68	-	10
EM6	0,06	0,27	0,34	1,5	10

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 11

Tabela 20: Discriminação das cargas dos circuitos do Quadro Terminal da Informática.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
L6	Iluminação	Sala de Informática	12	20	240	0,24
PC1	Computadores	Sala de Informática	6	300	1800	1,80
PC2	Computadores	Sala de Informática	6	300	1800	1,80
PC3	Computadores	Sala de Informática	6	300	1800	1,80
PC4	Computadores	Sala de Informática	6	300	1800	1,80
T12	TUG	Sala de Informática	2	100	200	1,00
		Sala de Informática	2	400	800	
AR25	Ar Condicionado	Sala de Informática	1	2500	2500	2,50
AR26	Ar Condicionado	Sala de Informática	1	2500	2500	2,50
R1	Reserva	Sala de Informática	1	1000	1000	1
R2	Reserva	Sala de Informática	1	1000	1000	1

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 12

Tabela 21: Consolidação de Dados do QT da Informática.

Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm²)	Nível de Proteção (A)
L6	0,24	1,09	2,02	1,5	10
PC1	1,80	8,18	15,15	2,5	16
PC2	1,80	8,18	15,15	2,5	16
PC3	1,80	8,18	15,15	2,5	16
PC4	1,80	8,18	15,15	2,5	16
T12	1,00	4,55	8,42	2,5	10
AR25	2,50	11,36	21,04	2,5	25
AR26	2,50	11,36	21,04	2,5	25
R1	1	4,55	5,68	-	10
R2	1	4,55	5,68	-	10

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 13

Tabela 22: Descrição das cargas dos circuitos do Quadro Terminal das Bombas.

Circuito	Tipo de Circuito	Local de Instalação	Quantidade de Pontos	Potência por Ponto (VA)	Potência Local (VA)	Potência do Circuito (kVA)
B1	Bomba 1 CV	Caixa d'Água	1	1000	1000	1,00
B2	Bomba 1 CV	Caixa d'Água	1	1000	1000	1,00
B3	Bomba 1 CV	Caixa d'Água	1	1000	1000	1,00
B4	Bomba 1 CV	Caixa d'Água	1	1000	1000	1,00
B5	Bomba 3 CV	Caixa d'Água	1	3000	1000	3,00
B6	Bomba 3 CV	Caixa d'Água	1	3000	1000	3,00
I10	Iluminação	Caixa d'Água	2	20	40	0,04
R1	Reserva	Caixa d'Água	1	1000	1000	1,00
R2	Reserva	Caixa d'Água	1	1000	1000	1,00

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 14

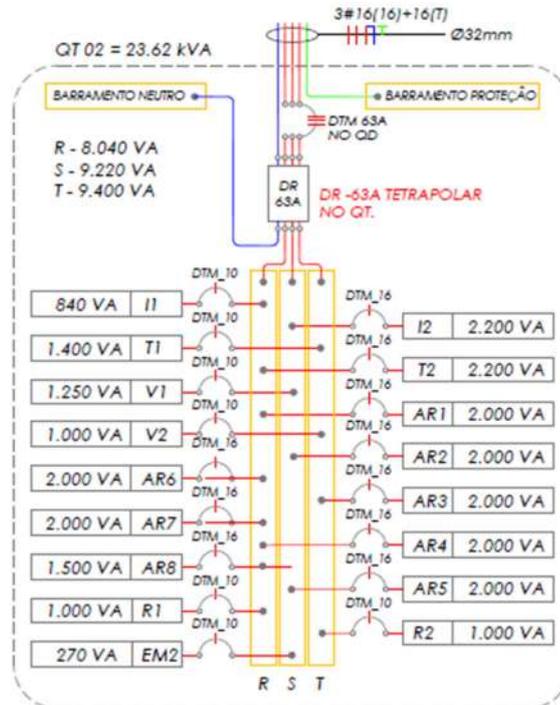
Tabela 23: Consolidação de Dados do QT das Bombas.

Circuito	Potência do Circuito (kVA)	Corrente Nominal (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção Nominal (mm²)	Nível de Proteção (A)
B1	1,00	4,55	5,68	4	16
B2	1,00	4,55	5,68	4	16
B3	1,00	4,55	5,68	4	16
B4	1,00	4,55	5,68	4	16
B5	3,00	13,64	17,05	4	25
B6	3,00	13,64	17,05	4	25
I10	0,04	0,18	0,23	1,5	10
R1	1,00	4,55	5,68	2,5	10
R2	1,00	4,55	5,68	2,5	10

Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 15

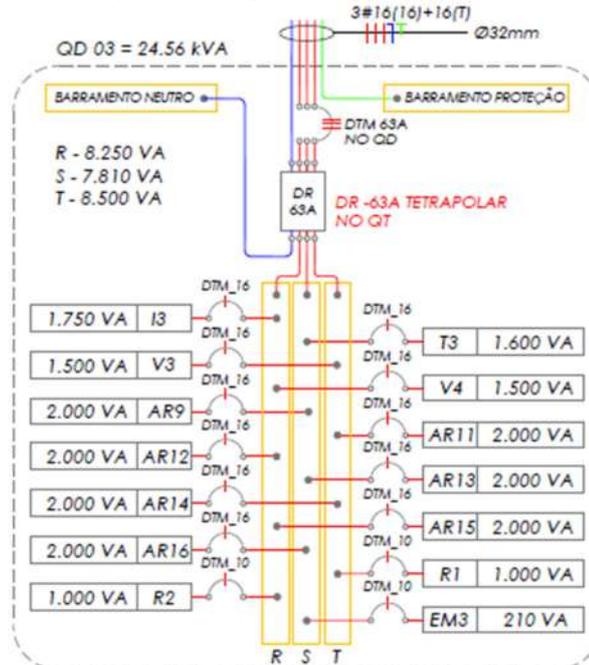
Figura 9: Diagrama Unifilar do QT 02.



Fonte: Autorial, 2022.

APÊNDICE 16

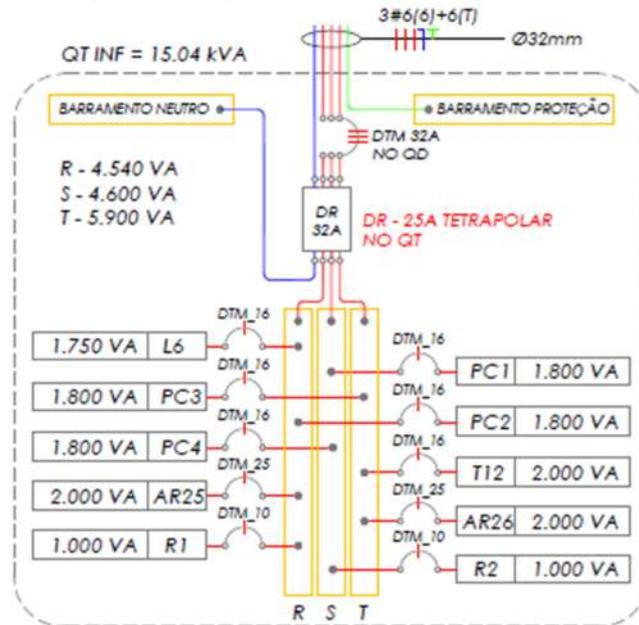
Figura 10: Diagrama Unifilar do QT 02.



Fonte: Autorial, 2022.

APÊNDICE 18

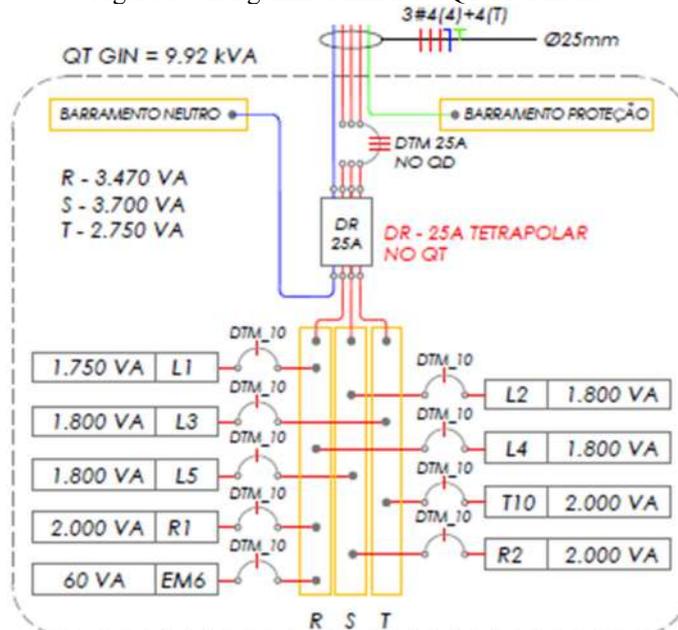
Figura 13: Diagrama Unifilar do QT Informática.



Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 19

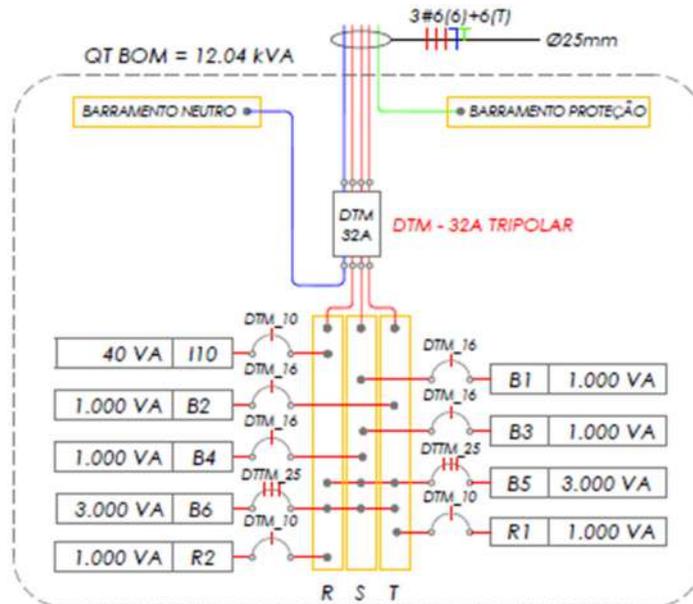
Figura 14: Diagrama Unifilar do QT do Ginásio.



Fonte: Autoral, 2022.

APÊNDICE 20

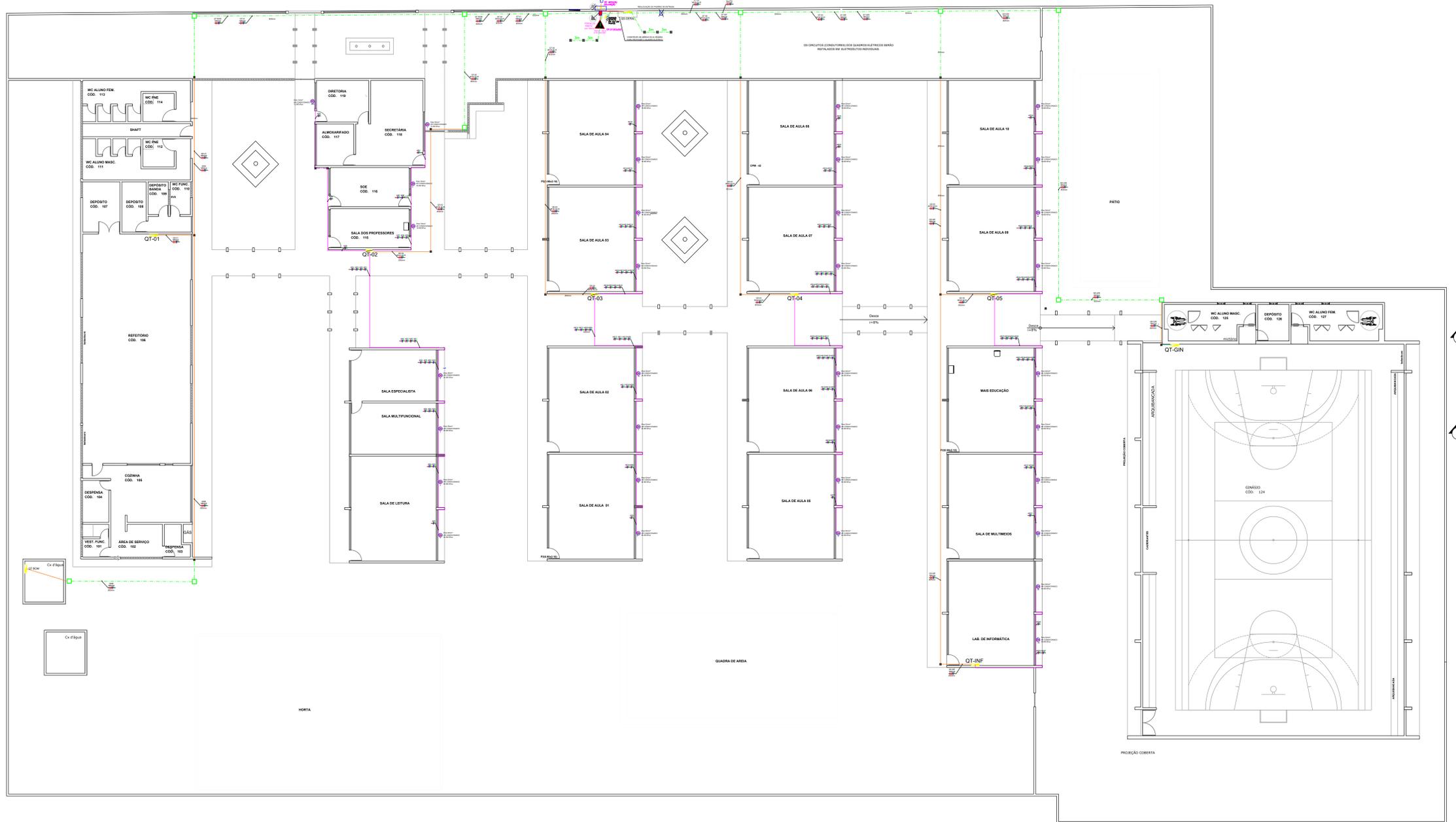
Figura 15: Diagrama Unifilar do QT da Caixa D'água.



Fonte: Autorial, 2022.

APÊNDICE 21

AV. JOSEFA TAVEIRA



LEGENDA

	INTERRUPTOR DE UMA SESSÃO, H=1,10m DO PISO
	INTERRUPTOR DE DUAS SESSÕES, H=1,10m DO PISO
	INTERRUPTOR DE TRÊS SESSÕES, H=1,10m DO PISO
	REFLETOR PRISMÁTICO
	LUMINÁRIA DE TETO TUBO LED
	ARANDELA DE PAREDE LED
	TOMADA ALTA PARA VENTILADOR, H=1,80m DO PISO
	TOMADA ALTA, ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA, H=2,20m DO PISO
	TOMADA ALTA, H=2,20m DO PISO, PARA AR CONDICIONADO
	TOMADA BAIXA NA PAREDE h=0,30m
	TOMADA MÉDIA NA PAREDE h=1,30m
	TOMADA ALTA NA PAREDE h=2,00m
	QUADRO
	ELETRODUTO QUE PASSA PELO PISO
	ELETRODUTO QUE PASSA PELO TETO
	ELETRODUTO QUE PASSA PELA PAREDE
	T1 IDENTIFICAÇÃO DO CIRCUITO
	FASE
	NEUTRO
	TERRA
	CAIXA DE PASSAGEM NO SOLO
	CAIXA DE PASSAGEM NA PAREDE OU TETO

PLANTA BAIXA
ESCALA 1:125

RESPONSÁVEL: DIEGO MEDEIROS DE ANDRADE
 PROPRIETÁRIO: SEDEC - PMS
 PROJETO ARQUITETÔNICO: SECRETARIA DE EDUCAÇÃO - SEDEC
 PROJETO DE REFORMA: DIEGO MEDEIROS DE ANDRADE
 DESENHOS: QUADROS DE CARGA E DIAGRAMA MULTILINARES
 ESCALAS: INDICADAS
 PROJETO DE REFORMA
 E.M.E.F. LUIZ VAZ DE CAMÕES

APÊNDICE 22

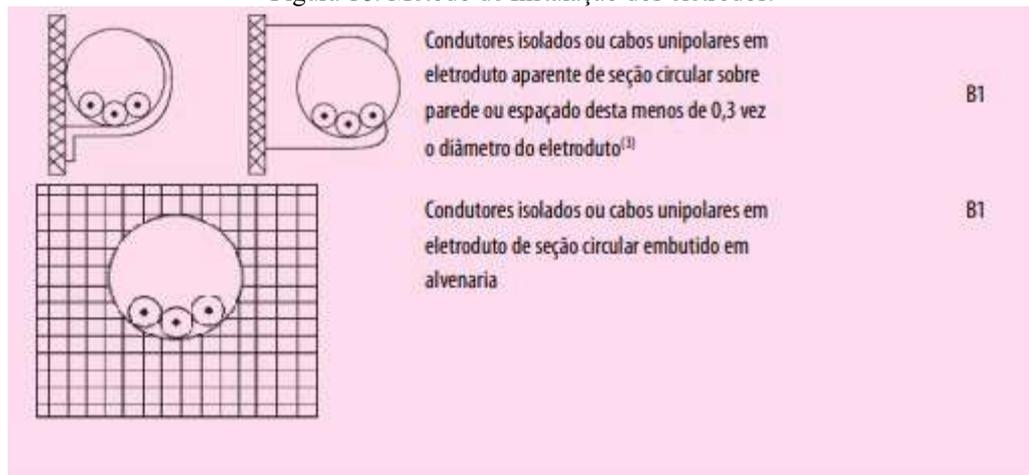
APÊNDICE 23

ANEXOS

Neste capítulo, estarão Figuras produzidas por autores encontrados nas referências deste trabalho, com finalidade de melhorar a compreensão do texto.

ANEXO 01

Figura 16: Método de Instalação dos eletrodos.



Fonte: Creder, 2016.

ANEXO 02

Figura 17: Determinação do diâmetro do eletroduto para taxa de 40% de ocupação.

seção nominal (mm ²)	isolação PVC	
	diâmetro externo (mm)	área total (mm ²)
FIOS		
1,5	2,5	6,2
2,5	3,4	9,1
4	3,9	11,9
6	4,4	15,2
10	5,6	24,6
CABOS		
1,5	3,0	7,1
2,5	3,7	10,7
4	4,2	13,8
6	4,8	18,1
10	5,9	27,3
16	6,9	37,4
25	8,5	56,7
35	9,5	71,0
50	11,5	104
70	13,5	133
95	15,0	177
120	16,5	214
150	18,5	269
185	20,5	330
240	23,5	434

tamanho nominal diâmetro externo (mm)	ocupação máxima 40% da área (mm ²)
16	52
20	85
25	143
32	238
40	410
50	539
60	876
75	1415
85	1990

tamanho nominal diâmetro externo (mm)	ocupação máxima 40% da área (mm ²)
16	53
20	90
25	152
31	246
41	430
47	567
59	932
75	1525
88	2147

Seção Nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)									
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20	
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25	
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25	
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32	
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40	
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40	
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50	
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60	
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75	
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75	
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85	
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-	
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-	
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-	
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-	

Fonte: Foxlux, 2022.

ANEXO 03

Figura 18: Tabela de Condução de Corrente por seção para o método B1.

Seções nominais (mm ²)	Métodos de instalação e de refe					
	A1		A2		B1	
	2 CC	3 CC	2 CC	3 CC	2 CC	3 CC
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Cobre						
0,5	7	7	7	7	9	8
0,75	9	9	9	9	11	10
1,0	11	10	11	10	14	12
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21
4,00	26	24	25	23	32	28
6,00	34	31	32	29	41	36
10	46	42	43	39	57	50
16	61	56	57	52	76	68
25	80	73	75	68	101	89
35	99	89	92	83	125	110
50	119	108	110	99	151	134
70	151	136	139	125	192	171
95	182	164	167	150	232	207
120	210	188	192	172	269	239
150	240	216	219	196	309	275
185	273	245	248	223	353	314
240	321	286	291	261	415	370
300	367	328	334	298	477	426
400	438	390	398	355	571	510
500	502	447	456	406	656	587
630	578	514	526	467	758	678
800	669	593	609	540	881	788
1.000	767	679	698	618	1.012	906

Fonte: Cotrim, 2009.

ANEXO 04

Figura 19: Fator de Correção para Agrupamento de Circuitos.

Item	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	de 9 a 11	de 12 a 15	de 16 a 19	≥ 20	
1	Feixe de cabos ao ar livre ou sobre superfície; cabos em condutos fechados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	De 36 a 39 (métodos A a F)

Fonte: Creder, 2016.

ANEXO 05

Figura 20: Fator de Correção para Temperaturas.

Temperatura ambiente (°C)	Isolação		Temperatura do solo (°C)	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE		PVC	EPR ou XLPE
10	1,22	1,15	10	1,10	1,07
15	1,17	1,12	15	1,05	1,04
20	1,12	1,08	25	0,95	0,96
25	1,06	1,04	30	0,89	0,93
35	0,94	0,96	35	0,84	0,89
40	0,87	0,91	40	0,77	0,85
45	0,79	0,87	45	0,71	0,80
50	0,71	0,82	50	0,63	0,76
55	0,61	0,76	55	0,55	0,71
60	0,50	0,71	60	0,45	0,65

Fonte: Creder, 2016.

ANEXO 06

Figura 21: Fator de Demanda por Ramo de Atividade.

COD.	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada	FD Máx	FD Típico	FC Típico
		(kW)	(%)	(%)	(%)
115	Manutenção e conservação de veículos em geral		47	33	32
116	Serviços pessoais		62	43	32
117	Serviços de higiene - barbearias, saunas, lavanderias, etc.		58	46	36
118	Hospitais e casas de saúde	≤110	81	61	40
		>110	60	32	35
119	Estabelecimentos de ensino tradicional (10 e 2° graus)		63	58	31

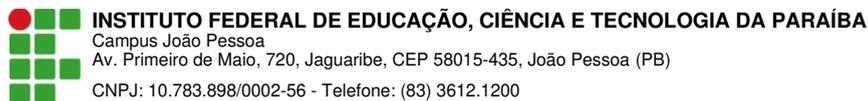
Fonte: ENERGISA, 2019.

ANEXO 07

Figura 22: Elemento Elo Fusível do Padrão de Entrada.

POTÊNCIA EM kVA	ELO- FUSIVEL							
	11,4 kV		13,8 kV		22 kV		34,5 kV	
	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO
15	0,76	1H	0,63	0,5H	0,39	0,5H	0,25	0,5H
30	1,52	2H	1,26	1H	0,79	1H	0,50	0,5H
45	2,28	2H	1,88	2H	1,18	1H	0,75	1H
75	3,80	3H	3,14	3H	1,97	2H	1,26	1H
112.5	5,70	5H	4,71	5H	2,95	3H	1,88	2H
150	7,60	8K	6,28	6K	3,94	5H	2,51	3H
225	11,40	12K	9,41	10K	5,90	5H	3,77	5H
300	15,19	15K	12,55	12K	7,87	8K	5,02	5H
400	19,26	20K	16,73	15K	10,50	10K	6,69	6K
500	25,32	25K	19,92	25K	13,12	12K	8,37	10K
750	37,98	40K	31,38	30K	19,68	20K	12,55	12K
1000	x	x	41,84	40K	26,24	25K	16,73	15K

Fonte: ENERGISA, 2019.



Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Versão Final do Trabalho de Conclusão de Curso

Assunto: Versão Final do Trabalho de Conclusão de Curso
Assinado por: Diego Andrade
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Diego Medeiros de Andrade, ALUNO (20142610245) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA - JOÃO PESSOA**, em 02/09/2022 13:12:10.

Este documento foi armazenado no SUAP em 02/09/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 613964
Código de Autenticação: fa7ede7282

