



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

PÉRICLES LEITE DA SILVA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
ENGENHARIA JASPE LTDA**

Campina Grande, Paraíba.
Julho de 2019

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
ENGENHARIA JASPE LTDA

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como parte
dos requisitos necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia
Elétrica.*

Péricles Leite da Silva
Orientando

Jalberth Fernandes de Araujo, D. Sc.
Orientador

Campina Grande, Paraíba.
Julho de 2019

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais, que sempre estiveram presentes e nunca me deixaram abater nos momentos de dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por ser minha força nos momentos em que eu já não sabia onde buscar e também por colocar verdadeiros anjos no meu caminho.

Aos meus pais, Flaviana e Antônio, por nunca me deixarem faltar nada, sempre me dando apoio nos momentos de dificuldades e nunca me deixando abater. Também os agradeço, pois, sempre lutaram para me proporcionar uma boa educação, mesmo se para isso fosse preciso abrir mão de seus sonhos.

Aos meus irmãos, Pedro e Paloma, por sempre estarem presentes, me proporcionando alegrias e me apoiando no decorrer da vida e da graduação, pelos momentos de força e incentivos.

A minha cunhada Kaiza, por sempre me incentivar, junto ao meu irmão, nos momentos de dificuldades.

A minha namorada, Taislane, por sempre estar presente, me proporcionando momentos de alegria e me apoiando durante minhas decisões durante a graduação.

Agradeço aos professores e profissionais que fazem parte do Departamento de Engenharia Elétrica. Pessoas profissionais, compreensivas e prontas para ajudar.

Por fim, agradeço ao socio administrativo da Engenharia JASPE, Caio Cezar Aquino de Freitas, por ter me dado a oportunidade de estagiar na sua empresa.

“Tudo acontece na hora certa. Tudo acontece, exatamente quando deve acontecer.”

Albert Einstein

RESUMO

Neste relatório são descritas as atividades desenvolvidas pelo estudante Péricles Leite da Silva, graduando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande, durante o período que realizou estágio na Engenharia JASPE LTDA. O estágio teve uma duração de 314 horas, sendo realizado de 18/03/2019 até 05/07/2019. No local, o estudante foi supervisionado por Lêda Maria Freitas de Lucena e realizou as seguintes atividades: Projeto elétrico da EEEF Marcílio Dias; 2. Projeto elétrico da EEEFM Prof. Manoel Manguera Lima e 3. Projeto elétrico do Terminal Rodoviário da cidade de Uiraúna – Paraíba. Para a realização das atividades, a disciplina Instalações Elétricas, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande foi de fundamental importância. Ao término do estágio, o estudante conseguiu desenvolver a habilidade em desenvolver projetos elétricos de baixa tensão.

Palavras-chave: Projetos Elétricos, Subestação, Engenharia Jaspe LTDA.

ABSTRACT

In this report the activities developed by the student Pericles Leite da Silva, graduating in Electrical Engineering at the Federal University of Campina Grande, during the period that he held an internship at Engenharia JASPE LTDA are described. The internship lasted 314 hours, from 18/03/2019 to 05/07/2019. At the place, the student was supervised by Lêda Maria Freitas de Lucena and carried out the following activities: Electrical design of EEEF Marcílio Dias; 2. Electrical design of EEEFM Prof. Manoel Mangueira Lima and 3. Electrical project of the Bus Terminal of the city of Uiraúna - Paraíba. For the accomplishment of the activities, the Electrical Installations discipline, of the Electrical Engineering Course of the Federal University of Campina Grande was of fundamental importance. At the end of the internship, the student was able to develop the ability to develop low voltage electrical projects.

Key-words: Electrical Projects, Substation, Engenharia JASPE LTDA.

SUMÁRIO

1	Introdução	10
1.1	Objetivos	10
1.2	Organização do texto.....	10
2	Empresa	12
3	Fundamentação Teórica	13
3.1	<i>Softwares</i> Utilizados.....	13
3.2	Definições	14
3.3	Instalações Elétricas de Baixa Tensão.....	14
3.4	Previsão de carga.....	15
3.4.1	Iluminação de interiores	15
3.4.2	Método dos lúmens	16
3.4.3	Pontos de tomada	19
3.5	Divisão dos circuitos de uma instalação.....	20
3.6	Dimensionamento dos circuitos	20
3.6.1	Capacidade de condução de corrente	21
3.6.2	Seção mínima.....	22
3.6.3	Limites de quedas de tensão.....	23
3.7	Eletrodutos	25
3.8	Dimensionamento da proteção	25
3.8.1	Proteção contra correntes de sobrecarga	26
3.8.2	Proteção contra correntes de curto-circuito.....	26
3.8.3	Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual (DR).....	27
3.9	Normas de distribuição unificadas	27
3.10	Partes componentes de um projeto	28
4	Atividades Desenvolvidas.....	29
4.1	EEEF Marcílio Dias	30
4.1.1	Iluminação das Salas de Aula	30
4.1.2	Pontos de Tomada.....	33
4.1.3	Quadros de Cargas	34
4.1.4	Calculo da Demanda	36
4.2	EEEFM Prof. Manoel Mangueira Lima	37
4.2.1	Pontos de Tomada Laboratórios.....	38
4.2.2	Pontos de Iluminação do Ginásio.....	39
4.2.3	Quadros de Cargas	41
4.2.4	Calculo da Demanda	46
4.3	Terminal Rodoviário de Uiraúna - PB.....	46
4.3.1	Calculo Luminotécnico do Guichê.....	47
4.3.2	Pontos de Tomada dos Quichês	50
4.3.3	Quadros de Cargas	50
4.3.4	Calculo da Demanda	53

5	Considerações Finais	55
	Referências	56
	Anexo A: Tipos de linhas elétricas	57
	Anexo B: Capacidade de condução de corrente.....	63
	Anexo C: Dimensionamento das categorias de atendimento	64
	Anexo D: Fornecimento Trifásico em Média Tensão com Medição na BT	65
	Anexo E: Dimensionamento da Entrada de Serviço e Edificação de Múltiplas Unidades Consumidoras – 380/220V.	66

1 INTRODUÇÃO

Neste relatório são descritas as atividades desenvolvidas pelo estudante Péricles Leite da Silva, graduando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande, durante o período que realizou estágio na Engenharia JASPE LTDA. A carga horária de 314 horas foi cumprida no período de 18 de maio 2019 até 05 de julho 2019 e teve como supervisora a engenheira eletricista Lêda Maria Freitas de Lucena.

O estágio supervisionado tem como objetivo o cumprimento das exigências da disciplina integrante da grade curricular, Estágio Curricular, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. Essa disciplina é indispensável para a formação profissional, já que consolida os conhecimentos adquiridos durante o curso, tendo nele a oportunidade de adquirir experiências profissionais, sendo também obrigatória para obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista.

1.1 OBJETIVOS

Seguindo as normas da ABNT e da concessionária de energia elétrica, o estagiário teve como objetivo elaborar projetos de instalações elétricas de baixa tensão, residenciais, prediais e comerciais, mais precisamente de escolas e um terminal rodoviário.

Para cumprir o objetivo principal, o estagiário teve que desenvolver os projetos elétricos da EEEF Marcílio Dias, da EEEFM Prof. Manoel Mangueira Lima e o projeto elétrico do Terminal Rodoviário da cidade de Uiraúna – Paraíba.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho está organizado em sete capítulos, descritos a seguir.

No Capítulo 1 está a introdução e os objetivos do estágio.

No Capítulo 2 apresenta-se a empresa Engenharia JASPE LTDA e seus serviços prestados.

No Capítulo 3 apresenta-se a fundamentação teórica com os principais assuntos que serviram de base para o desenvolvimento das atividades durante a realização do estágio.

No Capítulo 4 apresenta-se detalhadamente as principais atividades desenvolvidas durante a realização do estágio.

No Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais do período do estágio.

.

2 EMPRESA

A Engenharia JASPE LTDA, assim como a maioria das empresas brasileiras, surgiu a partir do alinhamento entre a necessidade e sonho de seu sócio fundador em construir o próprio negócio. A empresa atua em diversas áreas da engenharia, visando além dos projetos, a execução de serviços. A Figura 1 apresenta uma fotografia da sede da empresa.

Figura 1: Sede da Engenharia JASPE LTDA.



Fonte: Autor.

Os serviços prestados atendem aos clientes residenciais, prediais e Industriais, são eles:

- Projetos de instalações elétricas;
- Projetos de instalações hidráulicas;
- Projetos de combate a incêndio;
- Projetos SPDA
- Consultoria e Projeto de infraestrutura em iluminação pública;

- Projetos luminotécnico;
- Dimensionamento de carga
- Subestação aérea e abrigada;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo será apresentado o embasamento teórico para a produção de projetos elétricos referente as atividades do estágio.

3.1 *SOFTWARES UTILIZADOS*

Para o desenvolvimento das atividades de Estágio foram utilizados os *softwares* Word, Excel, AutoCAD e QiBuilder. O AutoCAD é o *software* gráfico mais utilizado no desenvolvimento de desenhos e projetos nas áreas da engenharia e atualmente são encontrados no mercado *softwares* que adotam a modelagem BIM (*Building Information Modeling*), um deles é o Qibuilder, que em uma de suas licenças possui o QiElétrico.

O QiElétrico é um software para elaboração de projetos de instalações elétricas e prediais de baixa tensão. Este possui comandos que facilitam a elaboração de projetos elétricos. Algumas de suas funcionalidades são:

- Lançamentos automáticos dos eletrodutos: efetua o lançamento automático de todos os eletrodutos, ligando os pontos com circuitos definidos, aos seus respectivos quadros de distribuição.
- Refinamento na representação geométrica dos elementos: possui uma representação geométrica refinada dos elementos, seguindo o padrão adotado por modeladores BIM (*Building Information Modeling*).
- Indicadores de fiação automáticos: lança os indicadores de fiação automaticamente, com relação aos pontos e seus circuitos pré-definidos.
- Lista de materiais específicas por pavimentos, circuito e quadro: pode ser gerada a lista de materiais do projeto inteiro, separada por pavimento, para cada circuito ou quadro de distribuição.

3.2 DEFINIÇÕES

Algumas definições serão listadas de acordo com as normas de distribuição unificada (NDU-001, 2017) da concessionária Energisa.

- **Aterramento:** ligação a terra do neutro da rede e o da instalação consumidora.
- **Caixa de Medição:** caixa destinada à instalação do medidor de energia e seus acessórios, bem como do dispositivo de proteção.
- **Carga Instalada:** expressa em kW, é a soma das potências nominais, dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento.
- **Concessionária ou Permissionária:** agente titular de concessão ou permissão Federal para prestar o serviço público de energia elétrica.
- **Consumidor:** pessoa física ou jurídica que solicita à Concessionária o fornecimento de energia elétrica.
- **Demanda:** em um intervalo de tempo especificado, corresponde à média das potências elétricas solicitadas ao sistema elétrico pela parcela de carga instalada em operação na unidade de consumo
- **Medido:** aparelho instalado pela concessionária, que tem por objetivo medir e registrar o consumo de energia elétrica.
- **Potência:** quantidade de energia elétrica solicitada na unidade de tempo.
- **Prumada ou alimentador principal:** constituído pelos condutores, eletrodutos e acessórios, instalados a partir da proteção geral ou do quadro de distribuição geral (QDG), é a continuação do ramal de entrada.

3.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A norma que estabelece os critérios para instalações elétricas de baixa tensão é a NBR 5410/2004, que incorporam as atualizações da série IEC 60364. Ela tem a finalidade de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. A norma contém prescrições relativas ao projeto, execução,

verificação final e manutenção das instalações elétricas a que se aplica. Tem como aplicação principal as instalações elétricas de edificações (residenciais, comerciais, públicas, industriais, de serviços, agropecuários, hortigranjeiro, etc.) (ABNT, 2004).

As instalações elétricas de baixa tensão podem ser alimentadas:

- Diretamente em baixa Tensão: Rede pública de baixa tensão da concessionária (edificações residenciais, comerciais ou industriais de pequeno porte). Também pode ser alimentada por transformador exclusivo da concessionária (edificações comerciais e residenciais de maior porte).
- Em média tensão: Subestação própria do usuário.
- Por fonte própria em baixa tensão (gerador ou bateria).

3.4 PREVISÃO DE CARGA

3.4.1 ILUMINAÇÃO DE INTERIORES

Deve ser previsto ao menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor. Para cômodos ou dependências com área igual ou superior a 6 m² é obrigatório que seja previsto uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m² e acrescida de 60 VA para cada 4 m² inteiros. Para áreas inferiores a 6 m², o cômodo deve possuir ao menos uma carga de 100 VA (ABNT, 2004).

Os valores apurados correspondem à potência destinada à iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas a serem instaladas.

A norma que especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança é a NBR ISO/CIE 8995-1, 2013, que substituiu a norma NBR 5413, 2004.

As grandezas fundamentais, baseadas nas definições apresentadas por (FILHO, 2013), são:

- Fluxo luminoso (Φ) – *lúmen (lm)*: potência de radiação total emitida por uma fonte de luz, ou é a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano;

- Eficiência luminosa – lm/W : é a relação entre o fluxo luminoso e a potência elétrica de uma lâmpada;
- Intensidade luminosa – *candela* (cd): é a potência da radiação luminosa numa dada direção;
- Iluminância ou iluminamento – *lux* (lx): é a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual este incide;
- Índice de reprodução de cor – *IRC*: é o valor percentual médio relativo à sensação de reprodução de cor, baseado em uma série de cores padrões;
- Luminância – (cd/m^2): calculada com uso da equação 1, é a razão da intensidade luminosa, incidente num elemento de superfície que contém o ponto dado, para a área aparente vista pelo observador.

$$L = \frac{dI}{dA \cdot \cos \alpha} \quad (1)$$

Onde:

L = luminância (cd/m^2).

A = Área da superfície (m^2).

α = direção da observação ($^\circ$).

I = intensidade luminosa (cd).

Para os cálculos de iluminação podem ser utilizados três métodos. São eles:

- Métodos dos lúmens;
- Métodos das cavidades zonais;
- Método do ponto por ponto.

Na Engenharia JASPE LTDA, utiliza-se do método dos lúmens para o cálculo da iluminação.

3.4.2 MÉTODO DOS LÚMENS

Este método é baseado na determinação do fluxo luminoso necessário para se obter um iluminamento médio desejado no plano do trabalho. Isto é feito de acordo com a norma NBR ISO/CIE 8995-1, 2013.

Para o início dos cálculos, é necessário o levantamento de algumas características do local. São elas:

- Característica construtiva da instalação: dimensões dos ambientes e classificação de acordo com a norma NBR ISO/CIE 8995-1;
- Refletância das superfícies: teto, paredes e piso;
- Frequência de manutenção e condições de limpeza do ambiente, para estimar o fator de manutenção (*FM*) ou fator de perdas luminosas (*FPL*).

Depois de conhecida a iluminância total do ambiente e determinada a luminária que será utilizada, determina-se o índice de recinto *K*, como mostra a Equação (2), que relaciona as dimensões do recinto com o tipo de iluminação, como é apresentado na Figura 2 (FILHO, 2013).

$$K = \frac{C \cdot L}{H(C + L)} \quad (2)$$

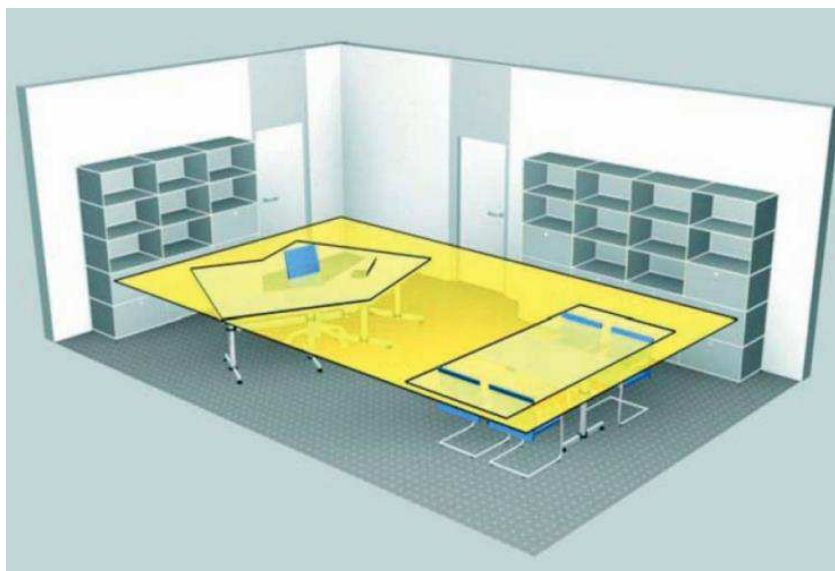
Onde:

C = comprimento do local;

L = largura do local;

H = distância entre a montagem da luminária ao plano de trabalho.

Figura 2: Plano de trabalho (em amarelo) para o índice local.



Fonte: (ABNT, 2013).

Deve-se ainda observar a reflexão das superfícies do teto, paredes e piso, com a combinação desses índices, se verifica o coeficiente de utilização, que indica a eficiência luminosa do conjunto lâmpada, luminária e recinto, sendo apresentado em tabelas dos

fabricantes de luminárias (FILHO, 2013). Para determinar o fator de utilização, basta cruzar o valor do índice (K), com os dados de refletância das superfícies do teto, parede e piso, como é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Exemplo para determinação do Fator de Utilização de luminárias.

TETO (%)	70		50		30		0		
	50	30	10	50	30	10	30	10	0
PAREDE (%)	10		10		10		0		
PISO (%)	FATOR DE UTILIZAÇÃO (X0.01)								
K									
0,60	32	28	26	31	28	26	28	26	25
0,80	38	34	31	37	34	41	33	31	30
1,00	42	39	36	41	38	36	38	36	35
1,25	46	40	40	45	42	40	42	40	39
1,50	48	46	44	48	45	43	45	43	42
2,00	52	60	48	51	49	48	49	47	46
2,50	54	53	51	53	52	50	51	50	49
3,00	56	54	53	55	53	52	53	52	50
4,00	57	55	55	56	55	54	54	54	52
5,00	58	56	56	57	56	55	55	55	53

Fonte: (ELETRICISTA CONSCIENTE).

Para o dimensionamento dos sistemas de iluminação deve ser considerado um fator de manutenção (FM) ou fator de perdas luminosas (FPL) em função do tipo de ambiente e atividade desenvolvida, do tipo de luminária e lâmpada utilizada e da frequência de manutenção dos sistemas. A Tabela 2 sugere valores de fatores de manutenção conforme período de manutenção e condição do ambiente.

Tabela 2: Fatores de manutenção recomendados.

Ambiente	2500 h	5000 h	7500 h
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Fonte: (ELETRICISTA CONSCIENTE).

A partir dos valores encontrados, determina-se o número de luminárias que deve ser utilizada no ambiente, a partir da Equação 3.

$$n = \frac{E \cdot A}{N \cdot \Phi \cdot u \cdot FPL} \quad (3)$$

Onde, E o nível de iluminamento em lx , A a área do recinto em m^2 , N o número de lâmpadas presentes na luminária, Φ o fluxo luminoso da lâmpada em lm , u o coeficiente de utilização, FPL o fator de depreciação.

É recomendado que a quantidade de luminárias seja arredondada para mais, não havendo prejuízo no nível de iluminância desejada. A distribuição das luminárias deve ser feita o mais uniforme possível (FILHO, 2013).

3.4.3 PONTOS DE TOMADA

Os pontos de tomadas de uso geral e específicos em unidades residenciais e similares, devem ser previstos de acordo com os seguintes critérios (ABNT, 2004).

- Em banheiros deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavabo;
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo devem possuir um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, e dois pontos de corrente acima da bancada da pia.
- Para áreas inferiores a $6m^2$, deve possuir um ponto de tomada, com área superior a $6 m^2$, devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada a cada 5 m, ou fração de perímetro. Varandas devem possuir ao menos um ponto de tomada.

Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente (ABNT, 2004).

Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente. Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada (ABNT, 2004).

Para pontos de tomada de uso específico deve ser atribuída uma potência igual ou superior à potência nominal do equipamento. Caso essa potência não for conhecida,

deverá ser atribuída uma potência igual à potência do equipamento mais potente (CREDER, 2016).

3.5 DIVISÃO DOS CIRCUITOS DE UMA INSTALAÇÃO

Uma instalação elétrica deve ser dividida em tantos circuitos quanto forem necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado separadamente. A divisão da instalação deve atender algumas exigências, como segurança, conservação de energia, funcionais, proteção e manutenção (NBR 5410, 2004).

Os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomadas. Em unidades residenciais, hotéis, motéis ou similares são permitidos pontos de iluminação e tomadas em um mesmo circuito, exceto nas cozinhas, copas e áreas de serviço, que devem constituir um ou mais circuitos independentes. Para demais situações os circuitos de iluminação de tomadas devem ser independentes (CREDER, 2016).

Para equipamentos com corrente nominal superior ou igual a 10 A é obrigatório que seja criado um circuito independente para alimentar o equipamento. Devem ser criados circuitos independentes para cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos (ABNT, 2004).

Devem ser previstos circuitos independentes para os aparelhos com potência igual ou superior a 1500 VA ou aparelhos de ar-condicionado, sendo permitido a alimentação de mais de um aparelho do mesmo tipo através do mesmo circuito, para isso, é recomendado colocar dispositivos de proteção para cada equipamento. (ABNT, 2004)

3.6 DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS

O dimensionamento de um circuito implica na determinação da seção nominal dos condutores e na escolha do dispositivo que os protegerá contra sobrecorrentes e sobrecargas, tem como finalidade garantir uma vida útil satisfatória a condutores e seus isolamentos (ABNT, 2004). São utilizados os seguintes critérios para a elaboração dos projetos referidos nesse relatório:

- Capacidade de condução de corrente;

- Seção mínima;
- Limites de queda de tensão.

3.6.1 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

Esse critério tem como finalidade garantir uma vida satisfatória a condutores e sua isolamento, quando submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de corrente em serviço normal. São utilizados métodos de referências descritos no Anexo A de tipos de linhas elétricas, o método utilizado para dimensionamento dos condutores deste relatório foi o B1.

As tabelas de capacidade de condução de corrente (Tabelas 36 a 39) da NBR 5410:2004 mostram a corrente máxima suportada por cada cabo, de acordo com suas seções nominais (Ver Anexo B). Os tipos de linhas elétricas são definidos da seguinte maneira (ABNT, 2004).

- A1: Condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- A2: Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- B1: Condutores isolados em eletroduto de seção circular embutidos em alvenaria;
- B2: Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutidos em alvenaria;
- C: Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou afastado da mesma;
- D: Cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
- E: Cabo multipolar ao ar livre;
- F: Cabos unipolares justapostos ao ar livre;
- G: Cabos unipolares espaçados ao ar livre.

Para que seja possível usar o método da capacidade de condução de corrente é necessário fazer o cálculo da corrente I que circula naquele cabo, conforme a Equação 4.

$$I = \frac{S}{V}. \quad (4)$$

Onde S é a potência aparente da carga que é alimentada pelo cabo e V a tensão nominal de alimentação da rede elétrica. De acordo com a equação 5 a corrente pode ser calculada com a potência ativa P , o fator de potência fp e a tensão nominal V (para rede trifásico a tensão deve ser multiplicada por $\sqrt{3}$).

$$I = \frac{P}{V \cdot fp} \quad (5)$$

Ao se escolher o método de instalação e calculando a corrente que irá circular no circuito, é possível obter a seção do cabo a ser instalado, tendo em vista que a capacidade de condução de corrente do conduto deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito.

3.6.2 SEÇÃO MÍNIMA

A NBR 5410:2004 especifica seções mínimas para condutores de fase, em circuitos de corrente alternada, e dos condutores vivos, em circuitos de corrente contínua. Caso a seção do cabo dimensionado pelo método da capacidade de condução de corrente seja inferior as seções mostradas na Tabela 3, é recomendado que se utilize a seção nominal do cabo escolhido pelo método da seção mínima.

Tabela 3: Seção mínima dos condutores.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima de condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu
1) Seções mínimas ditadas por razões mecânicas 2) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força. 3) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm ² . 4) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm ² .			

Fonte: (ABNT, 2004).

3.6.3 LIMITES DE QUEDAS DE TENSÃO

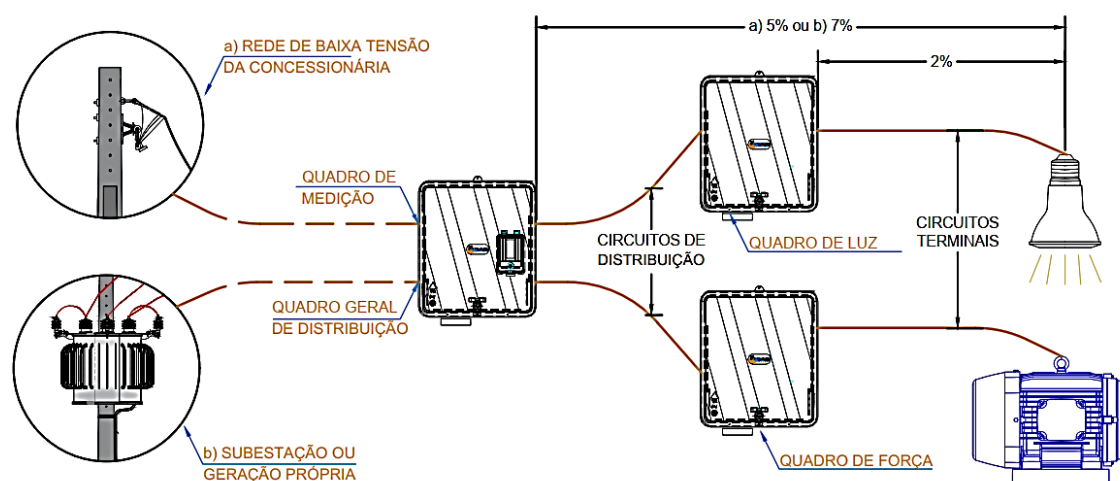
Os aparelhos são projetados para trabalharem em determinadas tensões, com uma pequena tolerância. Essa tolerância é função da distância entre a carga conectada, a potência da carga e o medidor. As quedas de tensão são dadas em porcentagem como mostra a Equação 6 (CREDER,2016).

$$\Delta V\% = \frac{\text{Tensão de entrada} - \text{Tensão na carga}}{\text{Tensão de entrada}} \times 100. \quad (6)$$

$\Delta V\%$ é a queda de tensão, em porcentagem.

São admissíveis quedas de tensão para circuitos terminais de no máximo 2%, a partir do quadro de distribuição (CREDER, 2016). Para circuitos de distribuição as quedas de tensão admissíveis são de (a) 5% em sistemas alimentados pela rede de baixa tensão da concessionária e de (b) 7% em sistemas alimentados por subestação própria, a partir do quadro de medição (ABNT,2004). Na Figura 3 é possível observar esses valores.

Figura 3: Quedas de tensão admissíveis.



Fonte: Autor (Adaptada de ENERGISA,2017 e CREDER,2016).

Vale ressaltar que a concessionária deve entregar tensões que tenham limites de 5% a mais, 7% a menos da tensão nominal (ENERGISA, 2017).

A Equação 7 é utilizada para o cálculo da seção nominal do cabo, para circuitos monofásicos e bifásicos. Para circuitos trifásicos o 2 da Equação 7 deve ser substituído por $\sqrt{3}$. Para esse cálculo é levado em consideração a distância (comprimento do cabo),

as potências utilizadas (W ou VA), bem como a queda de tensão e a tensão nominal do circuito (CREDER,2016).

$$S = 2\rho \frac{1}{(\Delta V\%) V^2} x (P_1 l_1 + P_2 l_2 + \dots). \quad (7)$$

Em que:

S = a seção do condutor em mm^2 ;

P = potência consumida em watts;

ρ = resistividade do cobre = $\frac{1}{58} \frac{ohms \times mm^2}{m}$

l = comprimento em metros;

$\Delta V\%$ = queda de tensão percentual;

V = tensão nominal da rede.

Após a análise dos três métodos, deve-se escolher o condutor de maior seção nominal.

Para circuitos trifásicos com seção dos condutores de até 25 mm^2 o condutor neutro deve possuir a mesma seção que os condutores de fase e para os condutores fase com seção nominal maior que 25 mm^2 a seção do condutor neutro é especificada de acordo com a Tabela 4 (ABNT, 2004).

Tabela 4 Seção reduzida do condutor neutro em circuitos trifásicos a quatro fios.

Seção dos condutores-fase (mm^2)	Seção mínima do condutor neutro (mm^2)
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Fonte: (ABNT, 2004).

Para circuitos monofásicos com seção dos condutores de fase com até 16 mm^2 o cabo de proteção deve possuir a mesma seção que os condutores de fase. Para os condutores fase com seção nominal maior que 16 mm^2 a seção do condutor de proteção é especificada de acordo com a Tabela 5 (ABNT, 2004).

Tabela 5: Seção mínima do condutor de proteção.

Seção dos condutores-fase da instalação (mm^2)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente S (mm^2)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: (ABNT, 2004).

3.7 ELETRODUTOS

Os eletrodutos compõem um dos tipos de linhas elétricas mais utilizadas para instalações elétricas. Para que o material seja classificado como eletroduto, esse deve ter capacidade de não propagação de chama. Para instalações embutidas os eletrodutos devem suportar os esforços de deformação características da técnica construtiva utilizada (ABNT, 2004).

O eletrodutos devem permitir que, após a montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para fazer o dimensionamento é levada em consideração a área máxima ocupada pelos condutores (f), que devem ser (CREDER, 2016).

- $f = 0,53 = 53\%$ no caso de um condutor;
- $f = 0,31 = 31\%$ no caso de dois condutores;
- $f = 0,40 = 40\%$ no caso de três condutores.

3.8 DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

Projetos de instalações elétricas devem prever proteções contra sobrecorrentes, sobretensões e choques elétricos. Os requisitos básicos para essas proteções são (FILHO, 2013):

- Seletividade: Capacidade de isolar o circuito com defeito da rede, sem afetar os demais circuitos;
- Exatidão e segurança: Alta confiabilidade operativa;
- Sensibilidade: Faixa de operação e não operação dos dispositivos de proteção.

3.8.1 PROTEÇÃO CONTRA CORRENTES DE SOBRECARGA

As sobrecargas são características do excesso de carga no circuito, provocando uma corrente maior do que a suportada pela corrente nominal do circuito. Os dispositivos utilizados nesse tipo de proteção são relés térmicos e disjuntores termomagnéticos (CREDER, 2016).

Para o dimensionamento de dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga, as seguintes condições devem ser satisfeitas (ABNT, 2004):

- $I_B \leq I_N \leq I_Z$;
- $I_2 \leq I_Z$.

Onde, I_B é a corrente de projeto do circuito, I_Z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, I_n é a corrente nominal do dispositivo de proteção, nas condições previstas para sua instalação e I_2 é a corrente convencional de atuação dos disjuntores, na qual assegura efetivamente a atuação do disjuntor dentro de seu tempo convencional de atuação. (ABNT, 2004)

3.8.2 PROTEÇÃO CONTRA CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO

No momento em que ocorre o curto-circuito, uma corrente bastante elevada circula nos condutores, corrente essa da ordem de 10 vezes a nominal, essa anomalia provoca efeitos térmicos e mecânicos. Para que se evite e proteja os condutores contra esse efeito (Curto-Circuito) é necessário que sejam previstos dispositivos toda a corrente nos condutores.

As características dos dispositivos de proteção contra curtos-circuitos devem atender às seguintes condições (ABNT, 2004):

- A corrente nominal do dispositivo de proteção (capacidade de interrupção) deve ser, no mínimo, igual à corrente de curto-circuito.

- Dispositivos com menor capacidade podem ser instalados, desde que outro dispositivo com capacidade de interrupção necessária seja instalado a montante.

3.8.3 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO A CORRENTE DIFERENCIAL-RESIDUAL (DR)

É um dispositivo de seccionamento mecânico ou associação de dispositivos destinada a provocar a abertura de contatos quando a corrente diferencial-residual atinge um valor dado em condições especificadas (ABNT, 2004).

Segundo a Norma NBR-5410:2004, os dispositivos de corrente diferencial-residual devem possuir corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 *mA* para proteção adicional contra choques elétricos.

O dispositivo de proteção diferencial-residual deve ser instalado em circuitos que sirvam de pontos de utilização em locais molhados e áreas externas, circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam alimentar equipamentos no exterior, circuitos de cozinha, lavanderias, áreas de serviço, garagens (ABNT, 2004).

3.9 NORMAS DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADAS

A NBR 5410:2004 estabelece critérios e condições mínimas a serem tomadas no projeto de instalações elétricas de baixa tensão. Porém, ainda são necessários a utilização das normas da concessionária, pois para que seja feita a ligação da rede elétrica da concessionária ao ponto indicado no projeto, é preciso submetê-lo por meio do memorial descritivo.

A ENERGISA é a concessionária que atende o estado da Paraíba e são validadas as normas estabelecidas por ela, denominadas de NDU (Norma de Distribuição Unificada). Foram utilizadas as normas (ENERGISA, 2017):

- NDU 001: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária, estabelece regras e recomendações que se aplicam às instalações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras, sejam elas urbanas ou rurais, que possuem carga instalada igual ou inferior a 75 *kW*.

- NDU 002: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária, estabelece regras e recomendações que se aplicam as instalações elétricas para edificações individuais, urbanas ou rurais, com carga instalada superior a 75 kW e demanda até 2500 kW.
- NDU 003: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária, estabelece regras e recomendações que se aplicam a edificações de múltiplas unidades, acima de 3 unidades consumidoras, incluindo-se aquelas unidades com carga instalada superior a 75 kW e edificações agrupadas acima de 3 unidades consumidoras.

3.10 PARTES COMPONENTES DE UM PROJETO

Como o projeto elétrico é a representação escrita da instalação, sua constituição básica são desenhos e documentos. De uma maneira geral, os documentos que compõem um projeto elétrico são:

- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Carta de Solicitação de Aprovação à Concessionária;
- Memorial Descritivo;
- Memorial de Cálculo (demanda, especificação dos condutores, condutos e proteção);
- Plantas (situação, pavimentos);
- Diagramas unifilares;
- Esquemas Verticais;
- Quadros (distribuição de cargas, diagramas multifilares);
- Detalhes (entrada de serviço, caixa seccionadora, centros de medição, para-raios, caixa de passagem, aterramento, outros);
- Parâmetros do projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente, etc.);
- Lista de Materiais;
- Especificações (descrição do material a ser usado e as normas para a sua aplicação);
- Orçamento.














4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas no estágio foram divididas em três projetos elétricos. O primeiro foi o projeto elétrico da Escola Estadual de Ensino Fundamental Marcílio Dias, localizada em João pessoa – PB, o segundo foi o projeto elétrico da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Manoel Mangueira Lima, localizada em Cajazeiras – PB e o terceiro foi o projeto elétrico do Terminal Rodoviário de Uiraúna – PB.

Os projetos das instalações elétricas foram elaborados de acordo com as especificações da norma NBR 5410:2004, padrão e normas da concessionária e consideradas as proposições formuladas pelo autor do projeto arquitetônico. A lista de símbolos utilizados é mostrada na Figura 4.

Para os circuitos de ar condicionados foram colocados disjuntores de 16 A, pois as tomadas são de uso específico, logo é desejável limitar sua utilização impedindo assim que outros equipamentos sejam ligados ao mesmo ponto de tomada.

Figura 4: Legenda de símbolos utilizados.

Legenda	
	2 tomadas altas a 1,80m do piso
	2 tomadas baixas a 0,30m do piso
	2 tomadas médias a 1,20m do piso
	Caixa 2x4" de embutir
	Caixa de passagem
	Conjunto 1 tecla simples e tomada a 1,20m do piso
	Entrada de serviço
	Interruptor simples 1 tecla a 1,20m do piso
	Interruptor simples 2 teclas a 1,20m do piso
	Luminária LED 25W
	Luminária p/ lâmpada led tubular
	Quadro de distribuição
	Quadro de medição
	Tomada alta a 1,80m do piso
	Tomada baixa a 0,30m do piso
	Tomada média a 1,20m do piso

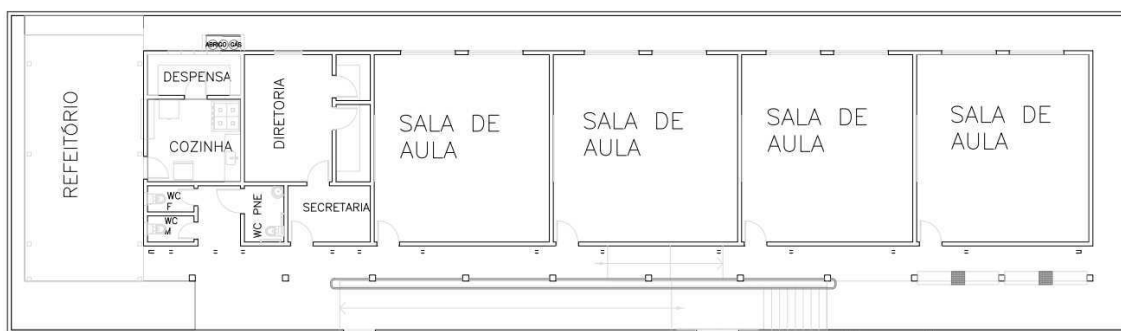
Fonte: Autor.

4.1 EEEF MARCÍLIO DIAS

Com a planta arquitetônica em mãos (Figura 5), o projeto foi distribuído em quatro quadros de distribuição. Cada quadro possui circuitos a ele destinados, como iluminação, ar condicionado, tomadas, ventiladores, iluminação de emergência e alarme PNE.

Os alarmes PNE devem atender às recomendações da norma ABNT 9050:2005, que são: ter intensidade e frequência entre 500 Hz e 3000 Hz; frequência variável alternadamente entre som grave e agudo, se o ambiente tiver muitos obstáculos sonoros (colunas ou vedos); intermitência de 1 a 3 vezes por segundo e intensidade de no mínimo 15 dBA superior ao ruído médio do local ou 5 dBA acima do ruído máximo do local.

Figura 5: Planta baixa da EEEF Marcílio Dias.



Fonte: Autor.

4.1.1 ILUMINAÇÃO DAS SALAS DE AULA

O projeto de iluminação das salas de aula foi feito de acordo com a norma NBR 8995-1/2013, que define os níveis de iluminamento necessário para cada ambiente. Como o projeto se trata de uma escola de ensino fundamental, foi escolhida uma iluminância de 300 lux para as salas de aula, como pode ser verificado na tabela da seção 5 na norma mencionada. Como mostrado na Figura 6.

Figura 6: Especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor por tarefas e atividades.

28. Construções educacionais				
Brinquedoteca	300	19	80	
Berçário	300	19	80	
Sala dos profissionais do berçário	300	19	80	
Salas de aula, salas de aulas particulares	300	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Salas de aulas noturnas, classes e educação de adultos	500	19	80	

Fonte: (ABNT, 2013).

Depois de conhecer a iluminância do ambiente, para este projeto, foi utilizada a luminária RC302B L625 2xLED10S/830 P0 do fabricante *PHILIPS*. Seu fluxo luminoso é de 2400 *lm*.

O próximo passo foi a determinação do índice do recinto (*K*), que relaciona as dimensões do recinto com o tipo de luminária adotado, assim, podemos utilizar a equação 2 para o cálculo do índice do recinto. As dimensões são mostradas na Figura 7:

$$K = \frac{C \cdot L}{H(C + L)} = \frac{7 \times 6,5}{2,05 \times (7 + 6,5)} = 1,64.$$

Figura 7: Dimensões da sala de aula em metros.



Fonte: Autor.

De acordo com o fator do recinto (*K*) calculado, considerando que as superfícies (teto, parede e piso) sejam de característica reflexiva média e com o auxílio da tabela de

coeficiente de utilização da luminária, determina-se que $u = 0,97$. Como apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Fator de utilização da luminária utilizada.

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.70	0.67	0.70	0.68	0.67	0.62	0.61	0.58	0.61	0.58	0.56
0.80	0.79	0.74	0.78	0.76	0.73	0.68	0.68	0.65	0.67	0.64	0.63
1.00	0.86	0.80	0.85	0.82	0.79	0.75	0.74	0.71	0.73	0.70	0.69
1.25	0.93	0.85	0.91	0.87	0.84	0.80	0.79	0.76	0.78	0.75	0.74
1.50	0.97	0.88	0.95	0.91	0.88	0.84	0.83	0.80	0.82	0.79	0.77
2.00	1.05	0.94	1.03	0.98	0.93	0.90	0.89	0.86	0.87	0.85	0.83
2.50	1.10	0.97	1.07	1.01	0.96	0.94	0.92	0.90	0.91	0.89	0.87
3.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.99	0.96	0.95	0.93	0.94	0.92	0.90
4.00	1.18	1.02	1.14	1.07	1.01	0.99	0.98	0.96	0.96	0.95	0.93
5.00	1.20	1.03	1.17	1.09	1.02	1.01	0.99	0.98	0.98	0.97	0.94

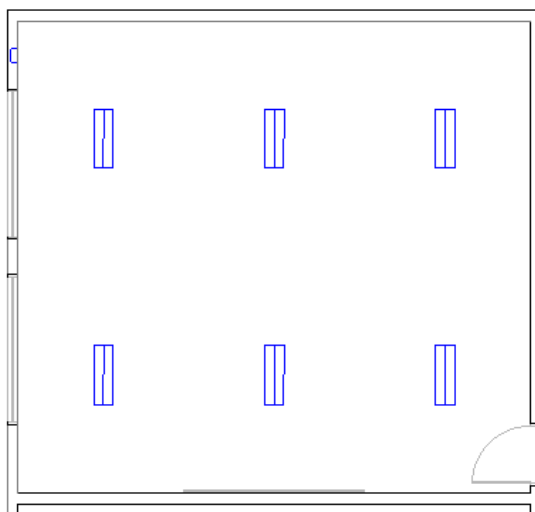
Fonte: www.philips.com/lighting.

A partir dos cálculos e de acordo com a Tabela 2 contendo os fatores de manutenção, podemos obter o fator de manutenção de $FPL = 0,85$. Assim é possível determinar o número de luminárias.

$$n = \frac{E \cdot A}{N \cdot \phi \cdot u \cdot FPL} = \frac{300 \times 7 \times 6,5}{2 \times 1200 \times 0,97 \times 0,85} = 6,89.$$

Para a melhor distribuição das luminárias na sala de aula, foram utilizadas 6 luminárias, dispostas de duas fileiras e espaçadas uniformemente como é apresentado na Figura 8. Como todas as salas são de mesmas dimensões, utilizou-se a mesma quantidade de luminárias com as mesmas disposições.

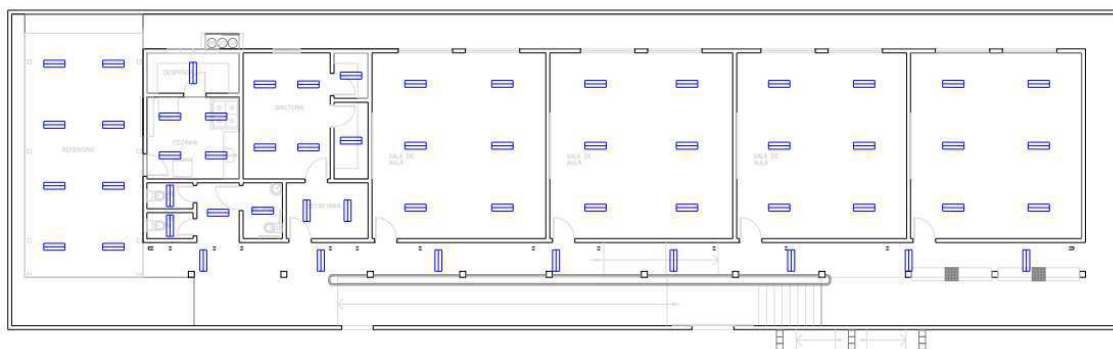
Figura 8: Pontos de luz distribuídas na sala de aula.



Fonte: Autor.

Os mesmos cálculos foram feitos para os demais ambientes referentes a escola, como Diretoria, Refeitório, Cozinha, Secretaria e Corredores. A Figura 9 mostra a disposição de todas as luminárias do projeto.

Figura 9: Pontos de luz distribuídos na escola.

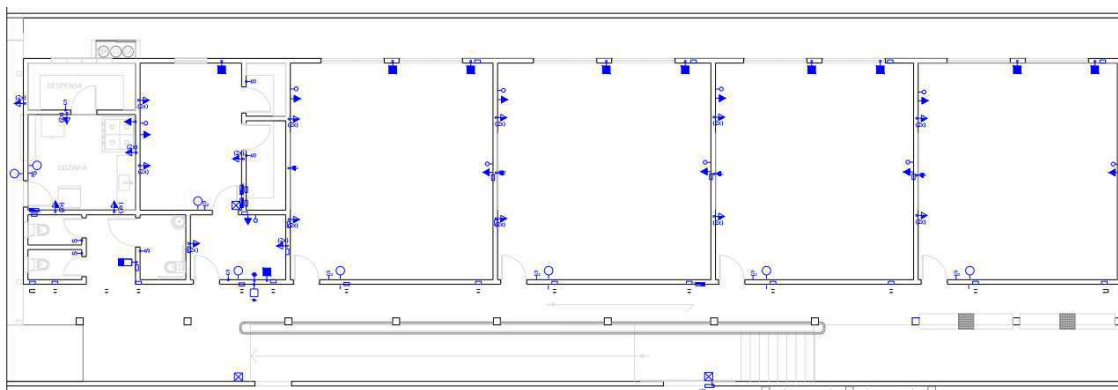


Fonte: Autor.

4.1.2 PONTOS DE TOMADA

Os pontos de tomadas foram divididos de acordo com a norma NBR 5410:2004. No AutoCAD é possível fazer a medição das áreas e perímetros dos ambientes, fazendo assim a correta distribuição de pontos de tomadas para cada caso. A Figura 10 mostra a planta baixa com todos os pontos de tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE).

Figura 10: Planta baixa com pontos de tomadas e Quadros de distribuição.



Fonte: Autor

Como o perímetro das salas de aula é de 27,8 m e pela norma NBR 5410:2004, a cada 5m deve ser previsto 1 (um) ponto de tomada, temos que, para cada sala de aula são previstos 6 pontos de tomadas, sendo colocado 9 pontos, são eles distribuídas da seguinte forma:

- 4 pontos de tomada de uso geral, com potência de 100 VA;
- 3 pontos de tomada de uso geral, com potência nominal de 140 VA, para ventiladores;
- 2 pontos de tomada de uso específico com potência de 2400 W, para ar condicionado.

4.1.3 QUADROS DE CARGAS

O projeto consta com um total de quatro quadros de distribuição, sendo eles nomeados da seguinte forma:

- Quadro geral de baixa tensão (QGBT);
- Quadro de distribuição da administração (QD ADM);
- Quadro de distribuição da cozinha (QD COZ);
- Quadro de distribuição das salas de aula (QD SALAS).

O QGBT é onde se localiza os disjuntores de manutenção e proteção da instalação elétrica, e onde ocorre a derivação dos eletrodutos e cabos para alimentação dos demais quadros. Os quadros QD ADM, QD COZ e QD SALAS, foram divididos em circuitos de iluminação, tomadas, ventiladores, ar condicionado, sirene, alarme PNE e iluminação de emergência. As Tabela 7, 8 e 9 mostram essa divisão.

Tabela 7: Quadro de Cargas Administração.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm2)	Disj (A)
1	Iluminação Bloco Administrativo	220 V	360	288	R	288			1.6	1.5	10
2	Tomadas Bloco Administrativo	220 V	1111	1000	R	1000			5.1	2.5	20
3	Ar Condicionados 01	220 V	2667	2400	S		2400		12.1	2.5	16
4	Ar Condicionado 02	220 V	2667	2400	T			2400	12.1	2.5	16
5	Iluminação de Emergência	220 V	79	79	R	79			0.4	1.5	10
6	Iluminação Banheiros	220 V	180	144	R	144			0.8	1.5	10
7	Alarme PNE	220 V	3	2	R	2			0.0	2.5	20
8	Iluminação Corredor	220 V	360	288	R	288			1.6	1.5	10
9	Ventilador Administração	220 V	260	260	R	260			1.2	2.5	20
10	Sirene e Sinalizador Visual	220 V	110	100	R	100			0.5	2.5	20
TOTAL			7796	6961	R+S+T	2161	2400	2400			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 7 mostra a divisão dos circuitos do bloco da administração, esse bloco é composto pela diretoria, secretaria, banheiros e corredores.

A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas, circuito de ar condicionado, circuito para os ventiladores e circuitos de alarme PNE e sirene.

Tabela 8: Quadro de Cargas Cozinha.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm2)	Disj (A)
11	Iluminação Cozinha	220 V	225	180	R	180			1.0	1.5	10
12	Iluminação Refeitório	220 V	360	288	R	288			1.6	1.5	10
13	Tomadas Cozinha	220 V	1111	1000	S		1000		5.1	2.5	20
14	Iluminação de Emergência	220 V	26	26	T			26	0.1	1.5	10
15	Exaustor	220 V	500	400	T			400	2.3	2.5	20
TOTAL			2223	1894	R+S+T	468	1000	426			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 8 mostra a divisão dos circuitos do bloco da cozinha, esse bloco é composto pela cozinha e refeitório. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas e circuito do exaustor.

Tabela 9: Quadro de Cargas Salas de Aula.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
16	Iluminação Salas 01	220 V	1080	864	S				4.9	1.5	10
17	Tomadas Salas	220 V	1778	1600	R	1600			8.1	2.5	20
18	Ar Condicionado 03	220 V	2667	2400	S		2400		12.1	2.5	16
19	Ar Condicionado 04	220 V	2667	2400	T			2400	12.1	2.5	16
20	Ar Condicionado 05	220 V	2667	2400	S		2400		12.1	2.5	16
21	Ar Condicionado 06	220 V	2667	2400	T			2400	12.1	2.5	16
22	Ar Condicionado 07	220 V	2667	2400	S		2400		12.1	2.5	16
23	Ar Condicionado 08	220 V	2667	2400	T			2400	12.1	2.5	16
24	Ar Condicionado 09	220 V	2667	2400	R	2400			12.1	2.5	16
25	Ar Condicionado 10	220 V	2667	2400	R	2400			12.1	2.5	16
26	Iluminação de Emergência Salas	220 V	53	53	T			53	0.2	1.5	10
27	Ventiladores Salas	220 V	1040	1040	R	1040			4.7	2.5	20
TOTAL			25284	22757	R+S+T	7440	8064	7253			

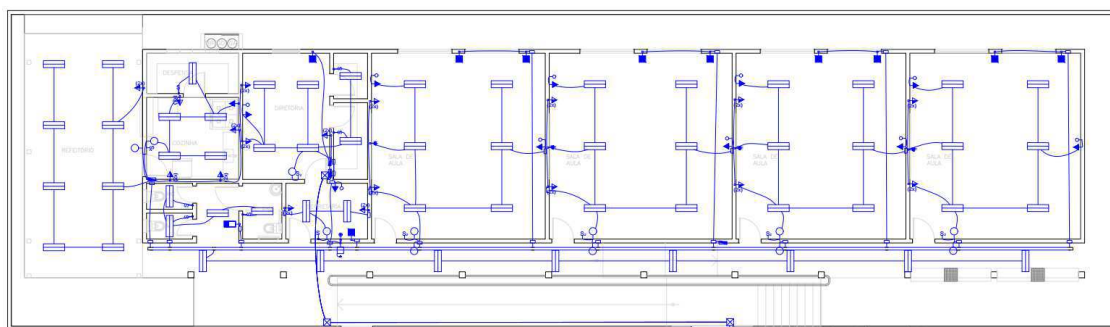
Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 9 mostra a divisão dos circuitos do bloco das salas de aula, esse bloco é composto pelas salas de aula. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas, circuito do ar condicionado e circuito dos ventiladores.

Em todos os quadros é possível observar a potência nominal de cada circuito em W e VA , a potência em cada fase do sistema (W), a corrente nominal (A), a seção do condutor (mm^2) e a corrente nominal do dispositivo de proteção (A).

Após localizados os pontos de cargas, é feita a ligação dos condutores e eletrodutos tornando possível a especificação dos mesmos. Como mostra a Figura 11.

Figura 11: Passagem dos eletrodutos da instalação.



Fonte: Autor.

4.1.4 CALCULO DA DEMANDA

A NDU-001/2017 especifica o cálculo da demanda provável para consumidores individuais, calculado de acordo com a Equação 8.

$$\text{Demanda total prevista} = d_1 + d_2. \quad (8)$$

- Demanda total de iluminação e tomadas:
Total de iluminação e tomadas = 7612 W.
FD = 0,86 (Tabela 2 NDU-001).

$$d_1 = 7612 \times 0,86 = 6,54632 \text{ kW} = 7,1156 \text{ kVA}.$$

- Demanda total do ar condicionado:
Total de ares-condicionados = 10.
FD (10 unidades) = 1.

$$d_2 = 24000 \times 1 = 24 \text{ kW} = 26,087 \text{ kVA}.$$

Logo, a demanda total é:

$$\text{Demanda Total} = 6546,32 + 24000 = 30,55 \text{ kW}.$$

A NDU-001/2017 específica da ENERGISA estabelece as condições de fornecimento de energia, que dependerá ou da carga instalada ou da demanda em kW.

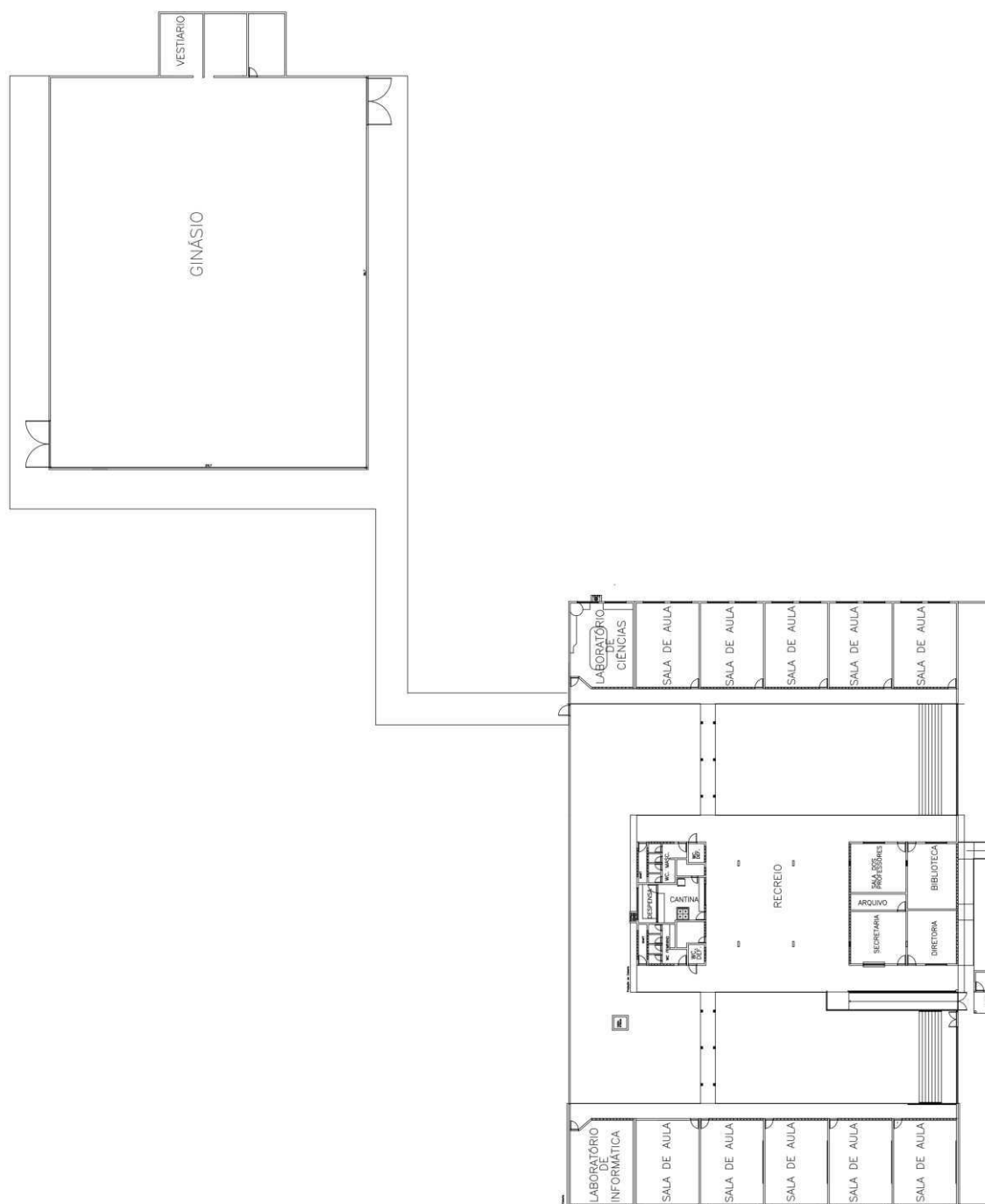
Pela demanda de carga calculada (30,55 kW), de acordo com a Tabela 15 da NDU-001/2017 (Ver anexo C), a carga se enquadra na categoria de instalação trifásica T3, o ramal de entrada deve ser aéreo, com cabo de cobre EPR/XLPE/HEPR 90° de 16 mm² para as três fases, neutro e terra, disjuntor termomagnético DIN de 70 A; eletroduto de aço galvanizado de 40 mm, haste de aterramento de 2,4 metros e cabo de cobre nu de 10 mm.

4.2 EEEFM PROF. MANOEL MANGUEIRA LIMA

Com a planta arquitetônica em mãos (Figura 12), o projeto foi distribuído em oito quadros de distribuição, cada quadro possui circuitos a ele destinados, como iluminação, ares-condicionados, tomadas, ventiladores, iluminação de emergência, alarme PNE.

Os cálculos luminotécnicos foram feitos igualmente a seção anterior para todas as salas e ambientes da escola. A escola possui ginásio, laboratório de informática e laboratório de ciências.

Figura 12: EEEFM Professor Manoel Mangueira Lima



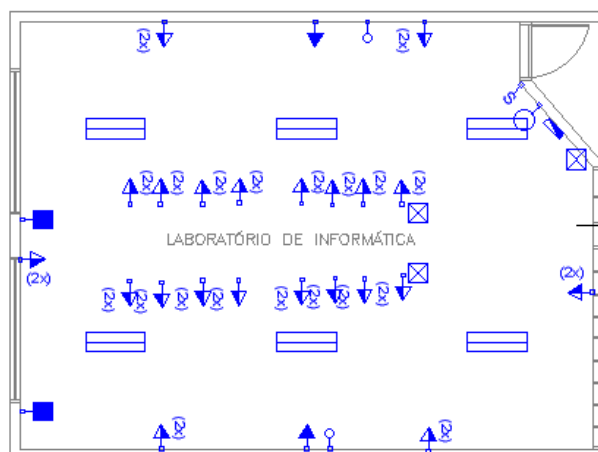
Fonte: Autor

4.2.1 PONTOS DE TOMADA LABORATÓRIOS

Para os laboratórios de informática e de ciências foram previstos pontos de tomadas de acordo com a norma NBR 5410:2004. As duas salas possuem áreas iguais a

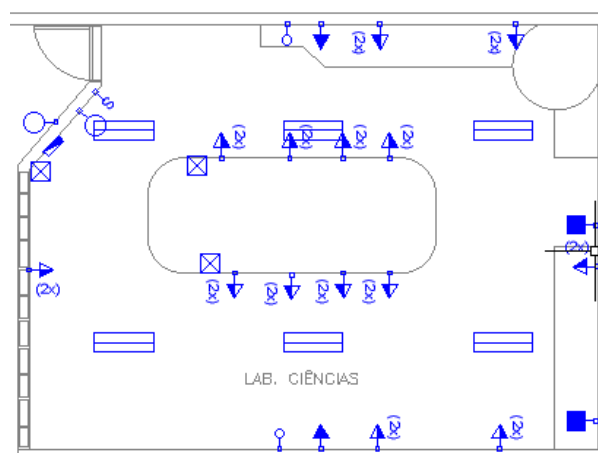
46,61 m^2 , sendo previsto no mínimo 8 pontos de tomada, mas por se tratar de laboratórios foram acrescidos pontos excedentes de acordo com a planta arquitetônica, como mostrado nas Figura 13 e 14.

Figura 13: Distribuição dos pontos elétricos no Laboratório de Informática.



Fonte: Autor.

Figura 14: Distribuição dos pontos elétricos no Laboratório de Ciência.



Fonte: Autor.

4.2.2 PONTOS DE ILUMINAÇÃO DO GINÁSIO

O projeto de iluminação do ginásio foi feito de acordo com a norma NBR 8995-1/2013, que define os níveis de iluminação necessário para cada ambiente. Como o projeto se trata de um ambiente de atividades esportivas, foi escolhida uma iluminância média de 300 lux , como pode ser verificado na tabela da seção 5 na norma mencionada. Como é mostrado na Figura 15.

Figura 15: Especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor por tarefas e atividades.

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Sala de leitura	500	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Quadro negro	500	19	80	Prevenir reflexões especulares.
Mesa de demonstração	500	19	80	Em salas de leitura 750 lux.
Salas de arte e artesanato	500	19	80	
Salas de arte em escolas de arte	750	19	90	$T_{cp} > 5\ 000\ K$.
Salas de desenho técnico	750	16	80	
Salas de aplicação e laboratórios	500	19	80	
Oficina de ensino	500	19	80	
Salas de ensino de música	300	19	80	
Salas de ensino de computador	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Laboratório linguístico	300	19	80	
Salas de preparação e oficinas	500	22	80	
Salas comuns de estudantes e salas de reunião	200	22	80	
Salas dos professores	300	22	80	
Salas de esportes, ginásios e piscinas	300	22	80	Para as instalações de acesso público, ver CIE 58 – 1983 e CIE 62 – 1984.

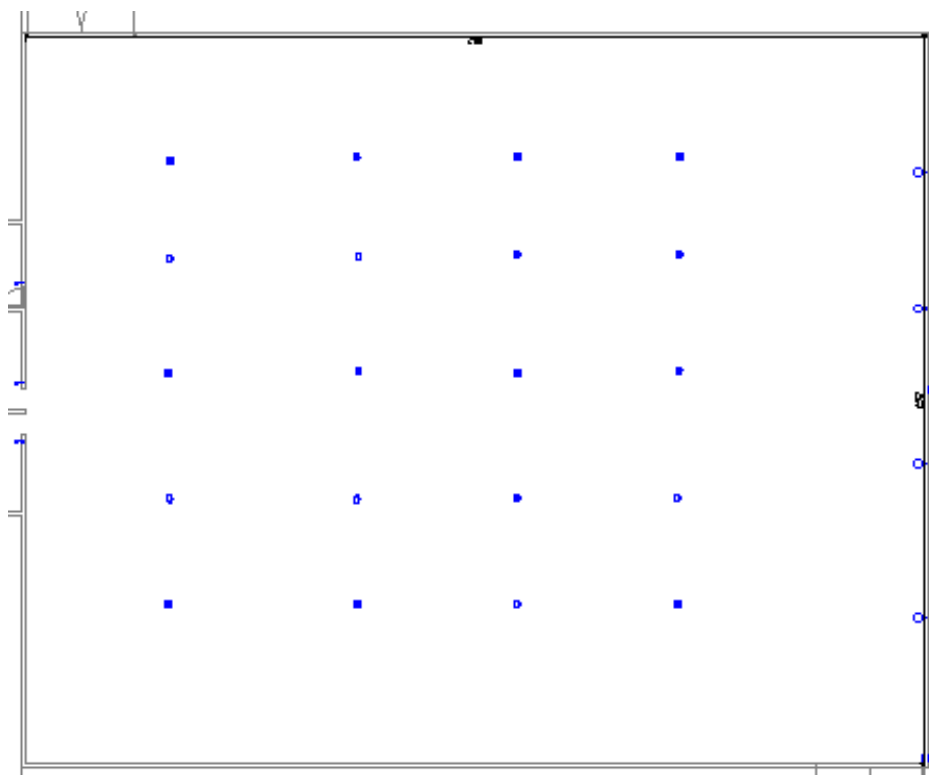
Fonte: (ABNT, 2013).

Depois de conhecer a iluminância do ambiente, para este projeto, foi utilizada a luminária BVP120 1xLED120/NW S do fabricante *PHILIPS*, seu fluxo luminoso é de 12000 *lm*.

O próximo passo foi a determinação do índice do recinto (K), que relaciona as dimensões do recinto com o tipo de luminária adotado, assim utilizando a Equação 2 e com o auxílio da tabela de coeficiente de utilização da luminária apresentada na Figura 8, determina-se que $u = 1,2$ e o fator de manutenção ($FPL = 0,85$).

Após calculado, obtemos um número de 24 refletores do tipo mencionado. Optou-se por colocar 20 pontos de luz no teto do ginásio e 4 pontos a 2,20 *m* na parede. Como mostrado Figura 16.

Figura 16: Planta baixa com pontos de iluminação do Ginásio.



Fonte: Autor.

4.2.3 QUADROS DE CARGAS

O projeto consta com um total de oito quadros de distribuição, sendo eles nomeados da seguinte forma:

- Quadro geral de baixa tensão (QGBT);
- Quadro de distribuição da administração (QD ADM);
- Quadro de distribuição da cozinha (QD COZ);
- Quadro de distribuição das salas de aula (QD SALAS 1).
- Quadro de distribuição das salas de aula (QD SALAS 2).
- Quadro de distribuição laboratório de informática (QD INF).
- Quadro de distribuição laboratório de ciências (QD LAB CIÊNC)
- Quadro de distribuição do ginásio (QD GINASIO)

O QGBT é onde se localiza os disjuntores de manutenção e proteção da instalação elétrica, e onde ocorre a derivação dos eletrodutos e cabos para alimentação dos demais quadros. Os quadros QD ADM, QD COZ e QD SALAS 1, QD SALAS 2, QD INF, QD LAB CIÊNC, QD GINASIO, foram divididos em circuitos de iluminação, tomadas,

ventiladores, ares-condicionados, sirene, alarme PNE e iluminação de emergência, as Tabela 11 a 17 mostram essa divisão.

Tabela 11: Quadro de Cargas da Administração.

Circuito	Descrição	V (V)	Iluminação (W)				Tomadas (W)			Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In' (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
			15	18	36	130	3	100	2400									
1	Iluminação Bloco Administrativo	220 V		1	14				522	522	S					2,4	1,5	10,0
2	Tomadas Bloco Administrativo	220 V					26		3250	2600	T			2600		12,5	2,5	20,0
3	Ventiladores Bloco Administrativo	220 V					3		390	390	S		390			1,8	2,5	20,0
4	Ar Condicionado Secretaria	220 V						1	2609	2400	S		2400			11,9	2,5	16,0
5	Ar Condicionado Sala dos Professores	220 V						1	2609	2400	T			2400		11,9	2,5	16,0
6	Ar Condicionado Diretoria	220 V						1	2609	2400	R	2400				11,9	2,5	16,0
33	Sinalizadores Visuais	220 V	10						163	150	R	150				0,7	1,5	10,0
67	Iluminação de Emergência	220 V				4	2		650	212	R	212				3,0	2,5	20,0
TOTAL			10	1	14	3	4	28	12801	11074	R+S+T	2762	3312	5000				

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 11 mostra a divisão dos circuitos do bloco administrativo. Esse bloco é composto pela diretoria, secretaria e sala dos professores. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas, circuitos dos ares-condicionados, circuito de sinalizadores visuais e circuito dos ventiladores.

Tabela 12: Quadro de Cargas do Ginásio.

Circuito	Descrição	V (V)	Iluminação (W)			Tomadas (W)		Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In' (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
			36	100	3	100										
59	Refletores	220 V		20			2000	2000	S		2000		9,1	1,5	10,0	
60	Iluminação de Emergência	220 V			4		400	12	T			12	1,8	2,5	20,0	
61	Iluminação Vestiários	220 V	11				396	396	T			396	1,8	1,5	10,0	
66	Tomadas Vestiários	220 V				8	1000	800	R	800			4,5	2,5	20,0	
TOTAL			11	20	4	8	3796	3208	R+S+T	800	2000	408				

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 12 mostra a divisão dos circuitos do ginásio, esse bloco é composto pelo ginásio e pelos vestiários. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas e um circuito para os refletores.

Tabela 13: Quadro de Cargas da Cozinha.

Circuito	Descrição	V (V)	Iluminação (W)		Tomadas (W)		Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In' (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
			36	130	100	400									
7	Iluminação Cozinha	220 V	5				180	180	S		180		0,8	1,5	10,0
8	Tomadas Cozinha	220 V			8		1000	800	T			800	2,3	2,5	20,0
9	Exaustor Cozinha	220 V				1	500	400	S		400		2,3	2,5	20,0
10	Iluminação Recreio	220 V	12				432	432	S		432		2,0	1,5	10,0
11	Tomadas Recreio	220 V			8		1000	800	R	800			4,5	2,5	20,0
12	Ventiladores Recreio	220 V		2			260	260	R	260			1,2	2,5	20,0
TOTAL			17	2	16	1	3372	2872	R+S+T	1060	1012	800			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 13 mostra a divisão dos circuitos do bloco da cozinha. Esse bloco é composto pela cozinha e pelo recreio (praça de

alimentação). A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas, circuitos dos ventiladores e circuito do exaustor.

Tabela 14: Quadro de Cargas Laboratório de Informática.

Circuito	Descrição	V (V)	Iluminação (W)		Tomadas (W)		Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In' (A)	Seção (mm2)	Disj (A)
			36	130	100	2400									
27	Iluminação Lab. de Informática	220 V	6				216	216	R	216			1,0	1,5	10,0
28	Tomadas Lab. de Informática	220 V			44		5500	4400	T			4400	18,2	2,5	20,0
29	Ventiladores Lab. de Informática	220 V		2			260	260	S		260		1,2	2,5	20,0
30	Ar Condicionado 01 - Lab. de Informática	220 V				1	2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
31	Ar Condicionado 02 - Lab. de Informática	220 V				1	2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
TOTAL			6	2	44	2	11193	9676	R+S+T	2616	2660	4400			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 14 mostra a divisão dos circuitos do laboratório de informática. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas, circuitos dos ares-condicionados e circuito dos ventiladores.

Tabela 15: Quadro de Cargas Laboratório de Ciências.

Circuito	Descrição	V (V)	Iluminação (W)		Tomadas (W)		Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In' (A)	Seção (mm2)	Disj (A)
			36	130	100	2400									
47	Iluminação Lab. de Ciências	220 V	6				216	216	R	216			1,0	1,5	10,0
48	Tomadas Lab. de Ciências	220 V			28		3500	2800	T			2800	9,1	2,5	20,0
49	Ventiladores Lab. de Ciências	220 V		2			260	260	S		260		1,2	2,5	20,0
50	Ar Condicionado 01 - Lab. de Ciências	220 V				1	2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
51	Ar Condicionado 02 - Lab. de Ciências	220 V				1	2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
TOTAL			6	2	28	2	9193	8076	R+S+T	2616	2660	2800			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 15 mostra a divisão dos circuitos do laboratório de ciências. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas, circuitos dos ares-condicionados e circuito dos ventiladores.

Tabela 16: Quadro de Cargas Sala de Aula 01.

Circuito	Descrição	V (V)	Iluminação (W)				Tomadas (W)				Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In' (A)	Seção (mm2)	Disj (A)
			18	36	130	3	50	100	2400										
13	Iluminação Salas de Aula 1	220 V									1080	1080	S				4,9	1,5	10,0
14	Tomadas Salas de Aula 1	220 V					10				1111	1000	R	1000			5,1	2,5	20,0
15	Ventiladores Salas de Aula 1	220 V			10						1300	1300	S		1300		5,9	2,5	20,0
16	Ar Condicionado 01 - Sala 01	220 V					1				2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
17	Ar Condicionado 02 - Sala 01	220 V					1				2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
18	Ar Condicionado 01 - Sala 02	220 V					1				2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
19	Ar Condicionado 02 - Sala 02	220 V					1				2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
20	Ar Condicionado 01 - Sala 03	220 V					1				2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
21	Ar Condicionado 02 - Sala 03	220 V					1				2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
22	Ar Condicionado 01 - Sala 04	220 V					1				2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
23	Ar Condicionado 02 - Sala 04	220 V					1				2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
24	Ar Condicionado 01 - Sala 05	220 V					1				2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
25	Ar Condicionado 02 - Sala 05	220 V					1				2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
26	Iluminação de Emergência	220 V				11					1100	33	R	33			5,0	1,5	10,0
32	Iluminação Corredores	220 V	23								414	414	S		414		1,9	1,5	10,0
62	Iluminação W/C	220 V	1	4							162	162	R	162			0,7	1,5	10,0
63	Alarme PNE	220 V					1				100	50	R	50			0,5	1,5	10,0
TOTAL			24	34	10	11	1	10	10		31354	28039	R+S+T	8445	9994	9600			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 16 mostra a divisão dos circuitos do bloco das salas de aula do lado esquerdo. A instalação foi dividida em circuitos de

iluminação, circuitos de tomadas, circuitos dos ares-condicionados, circuito dos ventiladores e circuito do alarme PNE.

Tabela 17: Quadro de Cargas Sala de Aula 02.

Circuito	Descrição	V (V)	Iluminação (W)			Tomadas (W)			Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In' (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
			18	36	130	3	50	100									
34	Iluminação Salas de Aula 2	220 V		30					1080	1080	S				3,9	1,5	10,0
35	Tomadas Salas de Aula 2	220 V					10		1111	1000	T			1000	5,1	2,5	20,0
36	Ventiladores Salas de Aula 2	220 V			10				1300	1300	S		1300		4,7	2,5	20,0
37	Ar Condicionado 01 - Sala 06	220 V						1	2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
38	Ar Condicionado 02 - Sala 06	220 V						1	2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
39	Ar Condicionado 01 - Sala 07	220 V						1	2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
40	Ar Condicionado 02 - Sala 07	220 V						1	2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
41	Ar Condicionado 01 - Sala 08	220 V						1	2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
42	Ar Condicionado 02 - Sala 08	220 V						1	2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
43	Ar Condicionado 01 - Sala 09	220 V						1	2609	2400	T			2400	11,9	2,5	16,0
44	Ar Condicionado 02 - Sala 09	220 V						1	2609	2400	S		2400		11,9	2,5	16,0
45	Ar Condicionado 01 - Sala 10	220 V						1	2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
46	Ar Condicionado 02 - Sala 10	220 V						1	2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
52	Iluminação de Emergência	220 V				12			1200	36	T			36	4,5	1,5	10,0
53	Iluminação Corredores	220 V	22						396	396	R	396			1,8	1,5	10,0
54	Iluminação Biblioteca	220 V		4					444	144	R	144			0,7	1,5	10,0
55	Tomadas Biblioteca	220 V					8		1000	800	R	800			4,5	2,5	20,0
56	Ventiladores Biblioteca	220 V			2				260	260	R	260			1,2	2,5	20,0
57	Ar Condicionado 01 - Biblioteca	220 V						1	2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
58	Ar Condicionado 02 - Biblioteca	220 V						1	2609	2400	R	2400			11,9	2,5	16,0
64	Iluminação WC	220 V	1	4					162	162	R	162			0,7	1,5	10,0
65	Alarme PNE	220 V					1		100	50	R	50			0,5	1,5	10,0
TOTAL			23	38	12	12	1	18	12	38057	34028	R+S+T	11412	11980	10636		

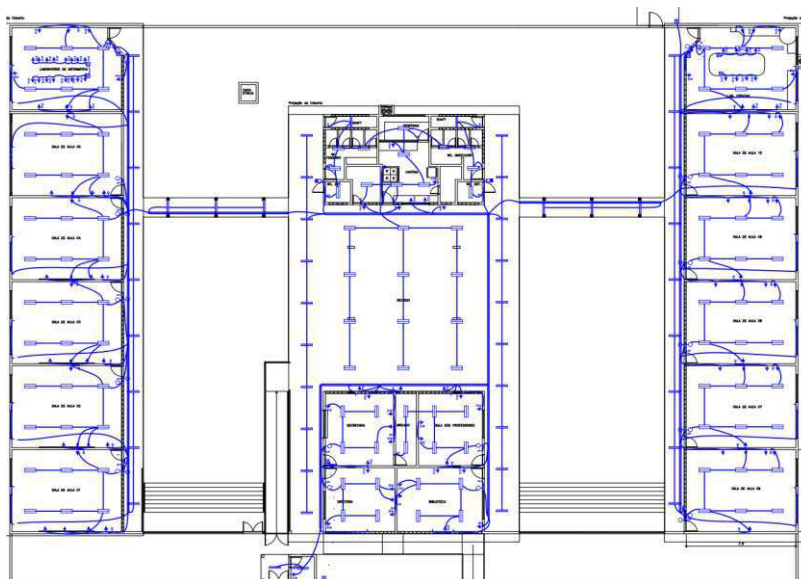
Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 17 mostra a divisão dos circuitos do bloco das salas de aula do lado direito, esse bloco é composto pelas salas de aula, biblioteca, corredores e banheiros. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas, circuitos dos ares-condicionados, circuito dos ventiladores e circuito do alarme PNE.

Em todos os quadros é possível observar a potência nominal de cada circuito em W e VA , a potência em cada fase do sistema (W), a corrente nominal (A), a seção do condutor (mm^2) e a corrente nominal do dispositivo de proteção (A).

Após localizados os pontos de cargas, é feita a ligação dos condutores e eletrodutos tornando possível a especificação dos mesmos. Apresentado na Figura 17.

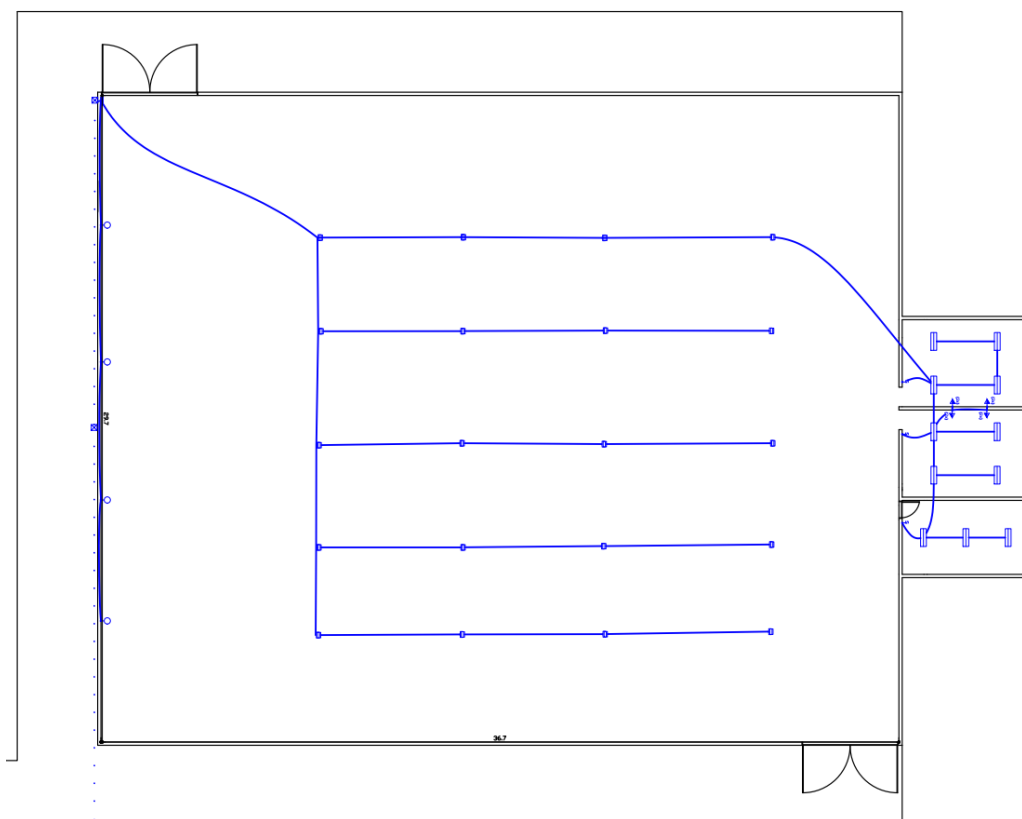
Figura 17: Passagem dos eletrodutos da instalação.



Fonte: Autor.

A Figura 18 apresenta a passagem dos eletrodutos no ginásio.

Figura 18: Passagem dos eletrodutos da instalação.



Fonte: Autor.

4.2.4 CALCULO DA DEMANDA

A NDU-001/2017 especifica o cálculo da demanda provável para consumidores individuais. É calculado de acordo com a Equação 8.

$$Demanda\ total\ prevista = d_1 + d_2.$$

- Demanda total de iluminação e tomadas:
Total de iluminação e tomadas = 27,373 kW.
Para os primeiros 12 kW o FD = 0,86, para o que exceder de 12 kW o FD = 0,5 (Tabela 2 NDU-001), logo:

$$d_1 = 12000 \times 0,86 + 15373 \times 0,5 = 18,01\ kW = 19,6\ kVA.$$

- Demanda total do ar condicionado:
Total de ares-condicionados = 29.
FD (29 unidades) = 0,82.

$$d_2 = 29 \times 2400 \times 0,82 = 57,072\ kW = 62,05\ kVA.$$

Logo a demanda total é:

$$Demanda\ Total = 18,01\ k + 57,072\ k = 75,1\ kW = 81,61\ kVA.$$

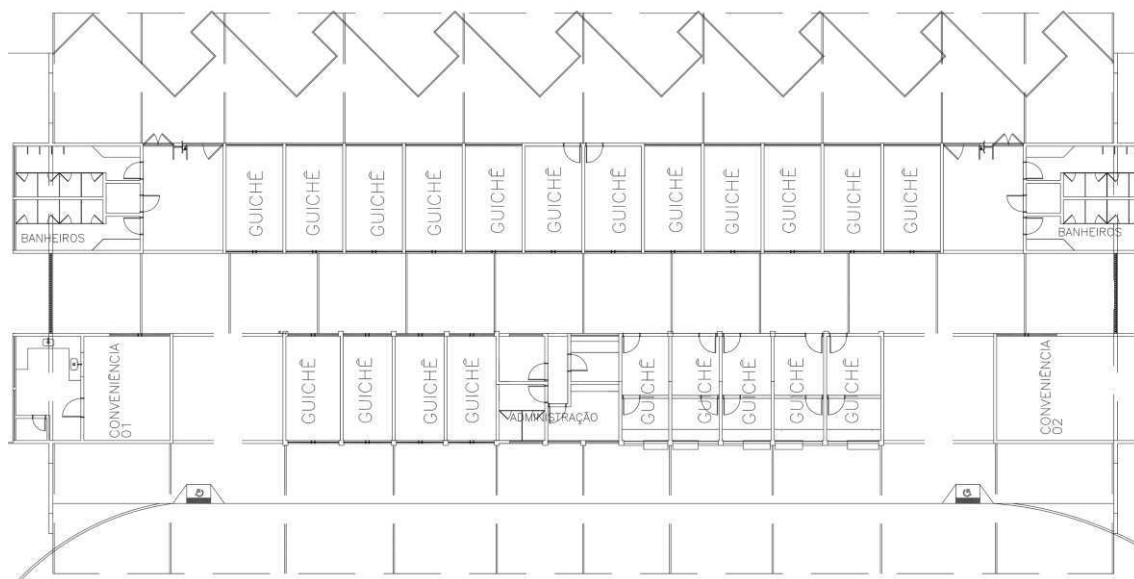
A NDU-001/2017 específica da ENERGISA estabelece as condições de fornecimento de energia, que dependerá ou da carga instalada ou da demanda em kW. Pelos cálculos apresentados a escola se enquadra na norma NDU-002/2017 da ENERGISA, que estabelece as condições de fornecimento de energia em tensões primárias.

De acordo com a Tabela 2 (Ver anexo D), a carga deve possuir subestação aérea própria com transformador de 112,5 kVA com medição direta de 200 A, disjuntor termomagnético trifásico de 175 A, condutor EPR fase de 70 mm² e neutro de 35 mm² (3#70(35)), eletroduto de aço 80 mm e poste de 600 daN.

4.3 TERMINAL RODOVIÁRIO DE UIRAÚNA - PB

Com a planta arquitetônica em mãos (Figura 19), foi feita análise do projeto, e tendo em vista que se trata de um terminal rodoviário o fornecimento de energia elétrica será para múltiplas unidades consumidoras, já que pela planta arquitetônica o terminal possui várias salas para vendas de passagens e comércios em geral, assim como salas administrativas.

Figura 19: Terminal Rodoviário de Uiraúna - PB



Fonte: Autor

4.3.1 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO DO GUICHÊ

O projeto de iluminação dos Guichês foi feito de acordo com a norma NBR 8995-1/2013, que define os níveis de iluminação necessário para cada ambiente. Como o ambiente de trabalho pode ser definido como um escritório, foi escolhida uma iluminância média de 300 *lux*, como pode ser verificado na tabela da seção 5 na norma mencionada, Figura 20.

Figura 20: Especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor por tarefas e atividades.

22. Escritórios				
Arquivamento, cópia, circulação etc.	300	19	80	
Escrever, teclar, ler, processar dados	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Desenho técnico	750	16	80	
Estações de projeto assistido por computador	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Salas de reunião e conferência	500	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Recepção	300	22	80	
Arquivos	200	25	80	

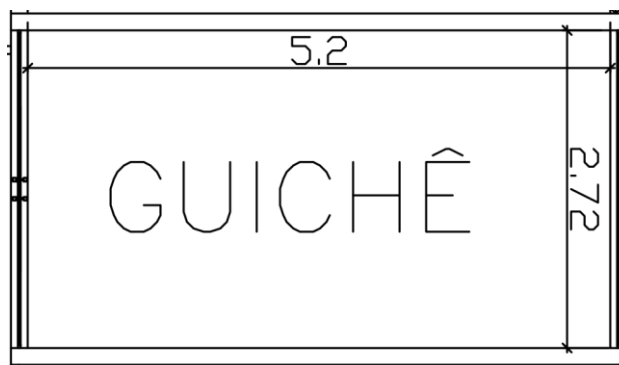
Fonte: (ABNT, 2013).

Depois de conhecer a iluminância do ambiente, para este projeto, foi escolhida a luminária RC165V W60L60 1xLED34S/840 PSU do fabricante PHILIPS, seu fluxo luminoso é de 3400 *lm*.

O próximo passo foi a determinação do índice do recinto (*K*), que relaciona as dimensões do recinto com o tipo de luminária adotado, assim, podemos utilizar a equação 2 para o cálculo do índice do recinto. As dimensões são mostradas na Figura 21:

$$K = \frac{C \cdot L}{H(C + L)} = \frac{5.2 \times 2.72}{2,05 \times (5.2 + 2.72)} = 0.89$$

Figura 21: Dimensões do Guichê em metros.



Fonte: Autor.

De acordo com o fator do recinto (*K*) calculado, considerando que as superfícies (teto, parede e piso) sejam de característica reflexiva média e com o auxílio da tabela de coeficiente de utilização da luminária mostrado na Tabela 18, determina-se que $u = 0,67$.

Tabela 18: Fator de utilização da luminária utilizada

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.60	0.47	0.45	0.47	0.46	0.45	0.37	0.37	0.32	0.36	0.32	0.30
0.80	0.58	0.55	0.57	0.56	0.54	0.46	0.46	0.41	0.45	0.40	0.38
1.00	0.67	0.62	0.66	0.64	0.62	0.54	0.53	0.48	0.52	0.48	0.46
1.25	0.76	0.70	0.74	0.71	0.69	0.62	0.61	0.56	0.60	0.55	0.53
1.50	0.82	0.75	0.80	0.77	0.74	0.67	0.66	0.61	0.65	0.61	0.58
2.00	0.92	0.83	0.90	0.86	0.82	0.76	0.75	0.70	0.73	0.70	0.67
2.50	0.99	0.88	0.96	0.91	0.86	0.82	0.80	0.76	0.79	0.76	0.73
3.00	1.04	0.91	1.01	0.95	0.90	0.86	0.84	0.81	0.83	0.80	0.77
4.00	1.10	0.95	1.07	1.00	0.94	0.91	0.89	0.86	0.87	0.85	0.82
5.00	1.14	0.98	1.10	1.03	0.97	0.94	0.92	0.90	0.90	0.88	0.85

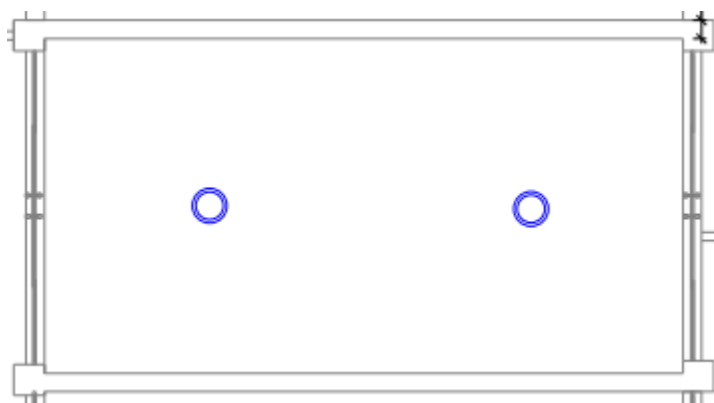
Fonte: www.philips.com/lighting

De acordo com a Tabela 2, podemos obter o fator de manutenção de $FPL = 0,85$. Assim é possível determinar o número de luminárias.

$$n = \frac{E \cdot A}{N \cdot \phi \cdot u \cdot FPL} = \frac{300 \times 5,2 \times 2,72}{1 \times 3400 \times 0,67 \times 0,85} = 2,32$$

Para a melhor distribuição dos pontos, foram utilizadas 2 luminárias dispostas e espaçadas uniformemente como mostra a Figura 22. Como todos os guichês são de mesmas dimensões, utilizou-se a mesma quantidade de luminárias com as mesmas disposições.

Figura 22: Pontos de luz distribuídas no Guichê.



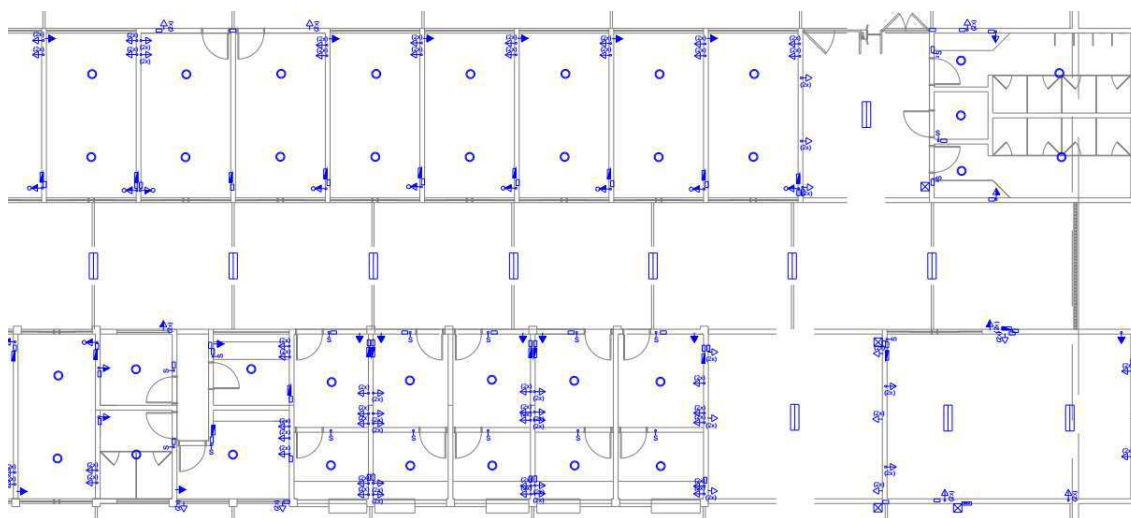
Fonte: Autor.

O dimensionamento da iluminação para os outros ambientes do terminal rodoviário foi feito seguindo os passos anteriores. Na Figura 23 é possível observar a distribuição dos pontos de luz na planta baixa.

4.3.2 PONTOS DE TOMADA DOS QUICHÊS

Foram previstos pontos de tomadas de acordo com a norma NBR 5410:2004. Os quichês possuem perímetros iguais a 15,84 m, sendo previsto no mínimo 3 pontos de uso geral e um ponto para o ar condicionado, também foi distribuído pontos de tomadas no terminal de embarque, sala de espera e corredor, como mostrado nas Figura 23.

Figura 23: Pontos de luz de tomadas distribuídos.



Fonte: Autor.

4.3.3 QUADROS DE CARGAS

Como se trata de várias unidades consumidoras, o projeto foi dividido nos seguintes quadros de distribuição:

- Quadro de distribuição do condomínio (QD COND);
- Quadro de distribuição da administração (QD ADM);
- Quadro de distribuição da conveniência (QD CONV 1);
- Quadro de distribuição da conveniência (QD CONV 2);
- Quadros de distribuição dos Quichês (QD 1 ao QD 23).

Todos os quadros foram divididos em circuitos de iluminação, tomadas, ar condicionado, as Tabela 19 a 23 mostram essa divisão.

Tabela 19: Quadro de Cargas do Condomínio.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
1	Iluminação Condomínio	220 V	1485	1188	T			1188	6.8	1.5	10
2	Tomadas Condomínio	220 V	6556	5900	S		5900		29.8	4	32
3	Iluminação Banheiros	220 V	333	300	R	300			1.5	1.5	10
4	Tomadas Banheiros	220 V	667	600	R	600			3.0	2.5	20
TOTAL			9041	7988	R+S+T	900	5900	1188			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 19 mostra a divisão dos circuitos do bloco do condomínio (área de uso coletivo), esse bloco é composto pelos banheiros e corredores. A instalação foi dividida em circuitos de iluminação, circuitos de tomadas.

Tabela 20: Quadro de Cargas da Conveniência 1.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
5	Iluminação Conveniência 01	220 V	90	72	R	72			0.4	1.5	10
6	Tomadas Conveniência	220 V	1556	1400	T			1400	7.1	2.5	20
7	Ar Condicionado Conveniência	220 V	3511	3160	S		3160		16.0	2.5	20
TOTAL			5157	4632	R+S+T	72	3160	1400			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 20 mostra a divisão dos circuitos da conveniência do lado direito. A instalação foi dividida em circuito de iluminação, circuito de tomadas e circuito de ar condicionado.

Tabela 21: Quadro de Cargas da Conveniência 2.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
8	Iluminação Conveniência	220 V	118	97	R	97			0.5	1.5	10
9	Tomadas Conveniência	220 V	2111	1900	T			1900	9.6	2.5	20
10	Ar Condicionado Conveniência	220 V	3511	3160	S		3160		16.0	2.5	20
TOTAL			5740	5157	R+S+T	97	3160	1900			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 21 mostra a divisão dos circuitos da conveniência do lado esquerdo. A instalação foi dividida em circuito de iluminação, circuito de tomadas e circuito de ar condicionado.

Tabela 22: Quadro de Cargas da Administração.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
11	Iluminação Sala 19	220 V	28	25	R	25			0.1	1.5	10
12	Tomadas Sala 19	220 V	667	600	R	600			3.0	2.5	20
13	Ar Condicionado 19	220 V	904	814	R	814			4.1	2.5	16
TOTAL			1599	1439	R	1439	0	0			

Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 22 mostra a divisão dos circuitos da administração. A instalação foi dividida em circuito de iluminação, circuito de tomadas e circuito de ar condicionado.

Tabela 23: Quadro de Cargas dos Guichês.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)
14	Iluminação Sala 01	220 V	28	25	R	25			0.1	1.5	10
15	Tomadas Sala 01	220 V	556	500	R	500			2.5	2.5	20
16	Ar Condicionado 01	220 V	904	814	R	814			4.1	2.5	16
TOTAL			1488	1339	R	1339	0	0			

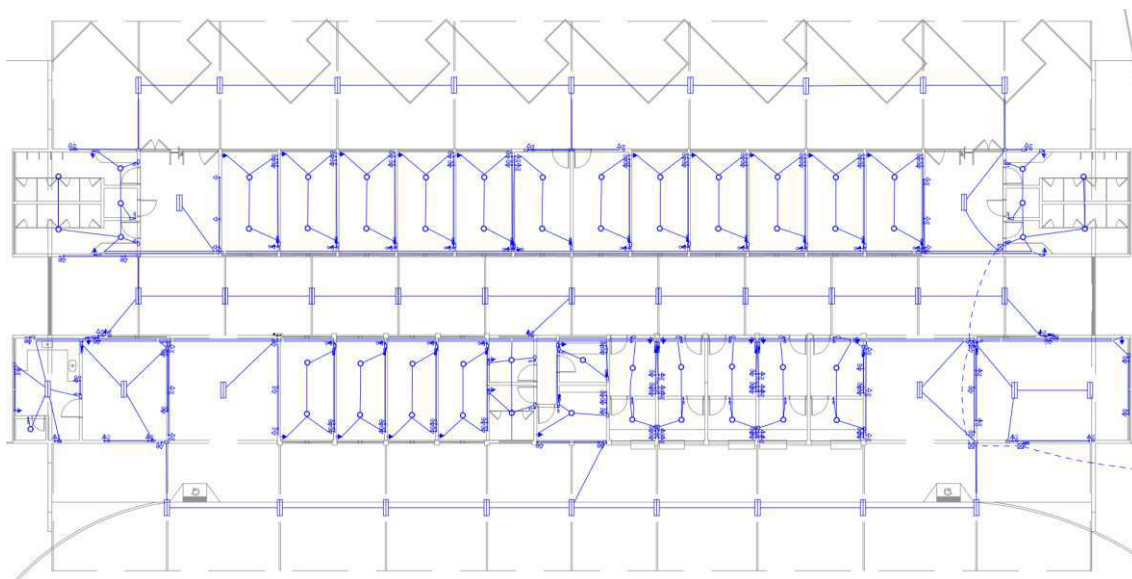
Fonte: Autor.

O quadro de cargas apresentado na Tabela 23 mostra a divisão dos circuitos dos guichês. A instalação foi dividida em circuito de iluminação, circuito de tomadas e circuito de ar condicionado.

Em todos os quadros é possível observar a potência nominal de cada circuito em W e VA , a potência em cada fase do sistema (W), a corrente nominal (A), a seção do condutor (mm^2) e a corrente nominal do dispositivo de proteção (A).

Após localizados os pontos de cargas, é feita a ligação dos condutores e eletrodutos tornando possível a especificação dos mesmos. Apresentado na Figura 24.

Figura 24: Passagem dos eletrodutos da instalação.



Fonte: Autor.

4.3.4 CALCULO DA DEMANDA

A NDU-003/2017 especifica o cálculo da demanda provável para edificações de múltiplas unidades consumidoras. O cálculo da demanda é feito com a Equação 9.

$$\text{Demanda total prevista} = D_1 + D_2. \quad (9)$$

Onde D_1 é a demanda das unidades consumidoras residências, que é calculada com a Equação 10 e D_2 é a demanda do condomínio, lojas e outros.

$$D_1 = f \times a. \quad (10)$$

Onde f é o fator de multiplicação de demanda e a é a demanda por apartamento em função da área útil. Como esse projeto não apresenta apartamentos residências, temos que a demanda total será igual a demanda do condomínio, lojas e outros.

- Demanda total de iluminação e tomadas:

$$\text{demanda} = 7988 + 1472 + 1997 + 625 + 23 * 525 = 24157 \text{ W}.$$

Para essa demanda temos um $FD = 0,86$ (Tabela 2 NDU-001), logo:

$$d_1 = 24157 \times 0,86 = 20,775 \text{ kW} = 22,581 \text{ kVA}.$$

- Demanda total do ar condicionado:
Total de ares-condicionados = 26;
FD (26 unidades) = 0,82;

$$d_2 = 25856 \times 0,82 = 21,2 \text{ kW} = 23,045 \text{ kVA}.$$

Logo, a demanda total é:

$$\text{Demanda Total} = 20,775 \text{ k} + 21,2 \text{ k} = 41,98 \text{ kW} = 45,63 \text{ kVA}.$$

A NDU-003/2017 específica da ENERGISA estabelece as condições de fornecimento de energia, que dependerá da demanda em *kW*.

A carga instalada individual dos guichês é de 1339 W, 5157 W e 4632 W para a primeira e segunda conveniência respectivamente. Logo, segundo a Tabela 15 da NDU-001/2017 (Anexo C), escolhe-se a categoria de atendimento M1 (monofásica), cabo de 10 mm², disjuntor de 32 A e eletroduto de aço galvanizado de 20 mm.

Para o condomínio com carga instalada de 7988 W, escolhe-se a categoria de atendimento M2 (monofásica), cabo de 10 mm², disjuntor de 50 A e eletroduto de aço galvanizado de 20 mm.

De acordo com a Tabela 4 (Ver anexo E), deve ser instalado um ramal de entrada subterrâneo com cabos de cobre com isolamento em EPR, seção nominal de 16 mm² para as fases e para o neutro (3#16(16)), disjuntor termomagnético trifásico de 70 A, eletroduto de aço 40 mm e haste de aterramento de 16x2400 mm.

Do Quadro Geral de Entrada serão alimentados os quadros de medição de onde serão derivados os circuitos de alimentação dos quadros de distribuição dos guichês, das conveniências e do condomínio. A medição será feita na baixa tensão, localizada no muro externo, conforme padrão ENERGISA. É a partir do quadro de medição que é feita a alimentação dos quadros de distribuição de cada guichê, conveniência e do condomínio.

Cada guichê e conveniência deverá ter sua medição individual, assim como a medição do condomínio. Serão, então, vinte e seis medidores, vinte e três para os guichês, dois para as conveniências e um para o condomínio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, o estágio supervisionado se mostra como ferramenta de grande importância para a formação profissional do estudante de engenharia elétrica, uma vez que possibilita o exercício dos conhecimentos teóricos adquiridos na graduação.

Durante a realização do estágio, ficou evidente a importância de disciplinas como Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos e seus respectivos laboratórios. Mesmo com toda a teoria a disposição, ficou evidente a carência entre a grade curricular do curso e as necessidades que o mercado de trabalho nos impõe. Isso ocorre devido a situações que o engenheiro eletricitista se depara, como a gestão de projetos e de pessoas.

No período correspondente foi adquirida uma visão geral de ordem prática na área de projetos de instalações elétricas, particularmente no tocante aos projetos de escolas públicas, evidenciando a importância da experiência junto aos setores referenciados na formação acadêmica de engenharia elétrica.

Pode-se destacar que por meio do convívio e trabalho conjunto com engenheiros e técnicos da área de atuação, foi consolidado o conhecimento teórico adquirido no curso de graduação, além do contato direto e indireto com profissionais de mesma área e áreas afins.

Por fim, pode-se concluir que o objetivo primário do estágio foi atingido, sendo não só uma oportunidade de atuação no mercado de trabalho e consolidação dos conhecimentos acadêmicos, mas também contribuindo significativamente para o crescimento e formação de um profissional de Engenharia Elétrica.

REFERÊNCIAS

CREDER, H, Instalações Elétricas. Rio de Janeiro LTC, 2016.

FILHO, J. M. Instalações elétricas industriais. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SITE ELETRICISTA CONSCIENTE. Métodos de cálculos luminotécnicos. Disponível em: <<http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/guia-nbr-5410-fasciculo-9/metodos-de-calculos-luminotecnicos/>> Acesso em: 12 de junho de 2019.

OSRAM, Manual Luminotécnico Prático

ABNT. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. [SI]: ABNT, 2004.

ABNT. NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. [SI]: ABNT, 2013.

ENERGISA. Norma de distribuição unificada NDU 001: fornecimento de energia em tensão secundária - edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades. [S,I.: s.n] : ENERGISA, 2017.

ENERGISA. Norma de distribuição unificada NDU 002: fornecimento de energia em tensão primária. [S,I.: s.n] : ENERGISA, 2017.

ENERGISA. Norma de distribuição unificada NDU 003: fornecimento de energia em tensão primária e secundária - edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades. [S,I.: s.n]: ENERGISA, 2017.

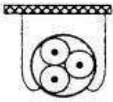
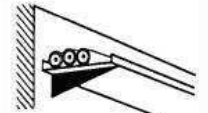
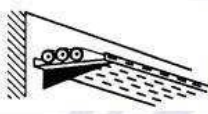
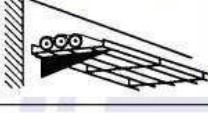

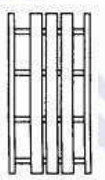
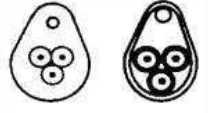
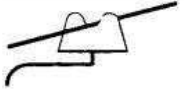
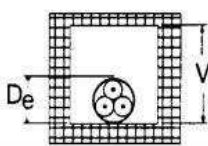
ANEXO A: TIPOS DE LINHAS ELÉTRICAS

Figura 25: Tipos de Linhas Elétricas.

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C

Fonte: ABNT, 2004

Figura 26: Tipos de Linhas Elétricas (Continuação).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira ³⁾	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical ⁴⁾	E (multipolar) F (unipolares)
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	E (multipolar) F (unipolares)
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito	E (multipolar) F (unipolares)
17		Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não	E (multipolar) F (unipolares)
18		Condutores nus ou isolados sobre isoladores	G
21		Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção ⁵⁾ , sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção ^{5) 6)}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1

Fonte: ABNT, 2004

Figura 27: Tipos de Linhas Elétricas (Continuação).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
22		Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção ^{5) 7)}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
23		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção ^{5) 7)}	B2
24		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção ⁵⁾	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
25		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção ⁵⁾	B2
26		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria ⁶⁾	$1,5 \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
27		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria	B2
31 32		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B1
31 ^a 32 ^a		Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B2

Fonte: ABNT, 2004

Figura 28: Tipos de Linhas Elétricas (Continuação).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso	B1
34		Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso	B2
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B1
36		Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B2
41		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical ⁷⁾	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
42		Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso	B1
43		Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso	B1
51		Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante ²⁾	A1

Fonte: ABNT, 2004

Figura 29: Tipos de Linhas Elétricas (Continuação).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
52		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional	C
53		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica adicional	C
61		Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)	D
61A		Cabos unipolares em eletroduto (de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a) ⁸⁾	D
63		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional ⁹⁾	D
71		Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura	A1
72 72A		72 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede 72A - Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede	B1 B2
73		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de porta	A1

Fonte: ABNT, 2004

Figura 30: Tipos de Linhas Elétricas (Continuação).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
74		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de janela	A1
75 75A		75 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta embutida em parede 75A - Cabo multipolar em canaleta embutida em parede	B1 B2
<p>1) Método de referência a ser utilizado na determinação da capacidade de condução de corrente. Ver 6.2.5.1.2.</p> <p>2) Assume-se que a face interna da parede apresenta uma condutância térmica não inferior a 10 W/m².K.</p> <p>3) Admitem-se também condutores isolados em perfilado, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.4.1.</p> <p>4) A capacidade de condução de corrente para bandeja perfurada foi determinada considerando-se que os furos ocupassem no mínimo 30% da área da bandeja. Se os furos ocuparem menos de 30% da área da bandeja, ela deve ser considerada como "não-perfurada".</p> <p>5) Conforme a ABNT NBR IEC 60050 (826), os poços, as galerias, os pisos técnicos, os condutos formados por blocos alveolados, os forros falsos, os pisos elevados e os espaços internos existentes em certos tipos de divisórias (como, por exemplo, as paredes de gesso acartonado) são considerados espaços de construção.</p> <p>6) De é o diâmetro externo do cabo, no caso de cabo multipolar. No caso de cabos unipolares ou condutores isolados, distinguem-se duas situações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - três cabos unipolares (ou condutores isolados) dispostos em trifólio: De deve ser tomado igual a 2,2 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado; - três cabos unipolares (ou condutores isolados) agrupados num mesmo plano: De deve ser tomado igual a 3 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado. <p>7) De é o diâmetro externo do eletroduto, quando de seção circular, ou altura/profundidade do eletroduto de seção não-circular ou da eletrocalha.</p> <p>8) Admite-se também o uso de condutores isolados, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.6.1.</p> <p>9) Admitem-se cabos diretamente enterrados sem proteção mecânica adicional, desde que esses cabos sejam providos de armação (ver 6.2.11.6). Deve-se notar, porém, que esta Norma não fornece valores de capacidade de condução de corrente para cabos armados. Tais capacidades devem ser determinadas como indicado na ABNT NBR 11301.</p> <p>NOTA Em linhas ou trechos verticais, quando a ventilação for restrita, deve-se atentar para risco de aumento considerável da temperatura ambiente no topo do trecho vertical.</p>			

Fonte: ABNT, 2004

ANEXO B: CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

Figura 31: Tabela de capacidade de condução de corrente para condutores com isolamento em PVC, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.

Seções nominais mm ²	Métodos de instalação definidos na tabela 28											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

Fonte: ABNT, 2004

ANEXO C: DIMENSIONAMENTO DAS CATEGORIAS DE ATENDIMENTO

Figura 32: Dimensionamento das categorias de atendimento.

CATEGORIA	N.º DE FIOS	N.º DE FASES	DEMANDA (kW)	CARGA INSTALADA (kW)	CONDUTORES (mm ²)					HASTE PARA ATERRAMENTO AÇO COBRE	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo (A))	ELETRÓDUTO DE PVC RÍGIDO (mm)	ELETRÓDUTO DE AÇO GALVANIZADO (mm)	POSTE (5 ou 7 metros)			PONTALET E	
					RAMAL DE LIGAÇÃO MULTIPLEX (ALUMÍNIO)	RAMAL DE LIGAÇÃO CONCÊNTRICO (ALUMÍNIO)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE PVC 70°C)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE EPR/XLPE/HEPR 90°C)	ATERRAMENTO (COBRE)					RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE)	POSTE DT (DAN)	POSTE TUBO DE AÇO GALVANIZADO (Φ - mm)		Poste de aço galvanizado quadrado (mm)
MONOFÁSICO	M1	2	1	-	0 < C ≤ 6,0	1x1x10+10	2x10	6(6)	6(6)	6	1H 16X2400	30/32	25	20	150	80	80x80	40
	M2	2	1	-	6,0 < C ≤ 11,0	1x1x10+10	2x10	10(10)	10(10)	10	1H 16X2400	50	25	20	150	80	80x80	40
	M3	2	1	-	11,0 < C ≤ 15,4	1x1x16+16		16(16)	16(16)	10	1H 16X2400	70	25	25	150	80	80x80	40
BIFÁSICO	B1	3	2	-	0 < C ≤ 17,6	2x1x10+10		2#10(10)	2#6(6)	6	1H 16X2400	40	32	25	150	80	80x80	50
	B2	3	2	-	17,6 < C ≤ 22,0	2x1x16+16		2#10(10)	2#10(10)	10	1H 16X2400	50	32	25	150	80	80x80	50
	B3	3	2	-	22,00 < C ≤ 26,30	2x1x25+25		2#16(16)	2#16(16)	16	1H 16X2400	70	40	40	150	80	80x80	50
TRIFÁSICO	T1	4	3	0 < D ≤ 24,00		3x1x10+10		3#10(10)	3#6(6)	6	H 16X2400	40	32	32	150	80	80x80	50
	T2	4	3	24,01 < D ≤ 30,00		3x1x16+16		3#10(10)	3#10(10)	10	H 16X2400	50	32	32	150	80	80x80	50
	T3	4	3	30,01 < D ≤ 42,39	0 < C ≤ 75	3x1x25+25		3#25(25)	3#16(16)	10	H 16X2400	70	40	40	150	100	90x90	50
	T4	4	3	42,40 < D ≤ 60,54		3x1x35+35		3#35(35)	3#25(25)	16	H 16X2400	100	50	50	300	100	90x90	50
	T5	4	3	60,55 < D ≤ 75,00		3x1x70+70		3#70(35)	3#50(35)	25	H 16X2400	125	65	75	600			

Fonte: (ENERGISA, 2017 - NDU-001/2017)

ANEXO D: FORNECIMENTO TRIFÁSICO EM MÉDIA TENSÃO COM MEDIÇÃO NA BT

Figura 33: Fornecimento trifásico em média tensão com medição na BT.

TRANSFORMADOR KVA	MEDIÇÃO		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo) (A)	CONDUTOR EPR OU XLPE 0,6/1 kV 90°C (MM2)	ELETRÓDUTO AÇO (mm)	CONDUTOR PVC 0,6/1 kV 70°C (MM2)	ELETRÓDUTO AÇO (mm)	POSTE (daN)
	MEDIDOR	TC						
15	Direto de 120A	-	25	3#10(10)	32	3#10(10)	32	300
30	Direto de 120A	-	50	3#10(10)	32	3#16(16)	32	300
45	Direto de 120A	-	70	3#25(25)	50	3#35(35)	50	300
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, 2017 - NDU-002/2017)

ANEXO E: DIMENSIONAMENTO DA ENTRADA DE SERVIÇO E EDIFICAÇÃO DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS – 380/220V.

Figura 34: Dimensionamento da entrada de serviço e edificação de múltiplas unidades consumidoras – 380/220 V.

Nº de fios	Nº de fases	Demanda (kW)	Condutores (mm ²)				Haste para aterramento aço/cobre	Proteção (A)	Eletróduto de aço galvanizado(mm)	Poste (5 ou 7 metros de altura)			Pontaletes	
			Ramal de ligação Multiplex (alumínio)	Ramal de entrada embutido e subterrâneo (cobre PVC 70°C)	Ramal de entrada embutido e subterrâneo (cobre XLPE/EPR/HEPR 90°C)	Aterramento (cobre)				Disjuntor Termomagnético (Norma IEC)	Poste DT (dAN)	Poste tubo de aço galvanizado (Ø - mm)	Poste de aço galvanizado quadrado (mm)	Fixação com parafuso
4	3	0,00 < D ≤ 24,00	3x1x10+10	3#10(10)	3#10(10)	10	40	1x32	150	80	80x80	50	50	
4	3	24,00 < D ≤ 30,00	3x1x16+16	3#10(10)	3#10(10)	10	50	1x32	150	80	80x80	50	50	
4	3	30,00 < D ≤ 42,00	3x1x25+25	3#25(25)	3#16(16)	10	70	1x40	150	100	90x90	50	50	
4	3	42,00 < D ≤ 58,00	3x1x35+35	3#35(35)	3#25(25)	16	100	1x50	300	100	90x90	50	50	
4	3	58,00 < D ≤ 75,00	3x1x70+70	3#70(35)	3#50(35)	25/25	125	1x80	600	-	-	-	-	
4	3	75,00 < D ≤ 90,00	3x1x70+70	3#95(50)	3#70(35)	50/35	150	1x80	600	-	-	-	-	
4	3	90,00 < D ≤ 121,00	3x1x120+70	3#150(95)	3#120(70)	50	200	1x90	600	-	-	-	-	
4	3	121,00 < D ≤ 136,00	3x1x120+70	3#185(95)	3#150(95)	50	225	1x100	600	-	-	-	-	
4	3	136,00 < D ≤ 151,00	-	3#240(120)	3#185(95)	50	250	1x100	-	-	-	-	-	
4	3	151,00 < D ≤ 181,00	-	2x[3#95(50)]	3#240(120)	50	300	2x80	-	-	-	-	-	
4	3	181,00 < D ≤ 211,00	-	2x[3#120(70)]	2x[3#95(50)]	50	350	2x90/1x100	-	-	-	-	-	
4	3	211,00 < D ≤ 242,00	-	2x[3#150(95)]	2x[3#120(70)]	50	400	2x100	-	-	-	-	-	
4	3	242,00 < D ≤ 272,00	-	2x[3#165(95)]	2x[3#150(95)]	50	450	2x100	-	-	-	-	-	

Fonte: (ENERGISA, 2017 - NDU-003/2017)