



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - DCET**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

FREDSON ROCHA COSTA  
MARCUS VENICIUS LAU BRANCH

**ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO: ESTUDO DE CASO PARA A  
ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA HELENISE WALMIRA DIAS SANTOS**

Macapá-AP

2019

FREDSON ROCHA COSTA  
MARCUS VENICIUS LAU BRANCH

**ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO: ESTUDO DE CASO PARA A  
ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA HELENISE WALMIRA DIAS SANTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Ciências  
Exatas e Tecnológicas da Universidade  
Federal do Amapá, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Esp. Luiz Eduardo Moreira  
de Jesus

Macapá-AP

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá  
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2/1569

---

Costa, Fredson Rocha.

Elaboração de um projeto elétrico: estudo de caso para a Escola Estadual Professora Helenise Walmira Dias Santos/ Fredson| Rocha Costa, Marcus Venicius Lau Branch; orientador, Luiz Eduardo Moreira de Jesus. – Macapá, 2019.

69 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.

1. Instalações elétricas. 2. LED. 3. Energia elétrica. I. Branch, Marcus Venicius Lau. II. Jesus, Luiz Eduardo Moreira de, orientador. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

621.319 C837e

CDD: 22. ed.

---



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

### ATA DE DEFESA DE TCC

Às 11:35 horas do dia 21 de dezembro de 2019, nas dependências da Universidade Federal do Amapá, reuniu-se a Banca Examinadora para defesa de TCC intitulado **ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO: ESTUDO DE CASO PARA A ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA HELENISE WALMIRA DIAS SANTOS** de autoria dos alunos **FREDSON ROCHA COSTA** e **MARCUS VENICIUS LAU BRANCH** regularmente matriculados no Curso de Engenharia Elétrica desta universidade. A Banca Examinadora foi assim constituída: **Prof. Esp. Luiz Eduardo Moreira de Jesus**, Presidente da Banca e Orientador, **Esp. Amanda Monteiro Pinto Barros** e **Prof. Esp. Hugo Pinheiro da Silva**, como examinadores. Concluída a defesa, foram realizadas as arguições e comentários. Em seguida procedeu-se o julgamento pelos membros da Banca Examinadora, tendo o projeto sido (APROVADO/REPROVADO) APROVADO, com NOTA (0 a 10pts) 9,1. E, para constar, eu, **Luiz Eduardo Moreira de Jesus**, Presidente da Banca Examinadora, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme, foi assinada por mim e demais membros da Banca Examinadora.

Macapá (AP), 21 de Dezembro de 2019.

Luiz Eduardo Moreira de Jesus  
Prof. Esp. Luiz Eduardo Moreira de Jesus  
Presidente

Amanda M. P. Barros  
Esp. Amanda Monteiro Pinto Barros  
Membro

Hugo Pinheiro da Silva  
Prof. Esp. Hugo Pinheiro da Silva  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me proporcionado chegar até aqui para alcançar e finalizar esta etapa tão importante em minha vida.

A minha família, principalmente aos meus pais Mauro Branch e Dulci Lau e ao meu irmão Mauricio Branch, que nunca deixaram de me apoiar e sempre me ajudaram em tudo da melhor forma possível e indicaram o melhor caminho.

A minha namorada e futura Médica, Cíntia Amaral, pela incansável companheira que é e por sempre me motivar e apoiar nessa caminhada.

A todos os grandes amigos que fiz durante o curso, em especial, Vitor Gabriel, Sávio Silva, Eduardo Simas, Filipe Smith e Leandro Garcia, pelos ótimos momentos, mas também pelos momentos de aperto nas disciplinas que renderam grandes aprendizados.

Ao meu amigo e parceiro neste trabalho de conclusão, Fredson Rocha, pelo conhecimento compartilhado e por não ter medido esforços para que tudo se realizasse.

Aos meus amigos do grupo Esc, por sempre salvar em todos os momentos, até nos mais difíceis.

Ao orientador deste projeto, Prof. Luiz Eduardo, por ter acreditado e pela grande ajuda na realização.

E claro, a todos os demais professores do curso por todo conhecimento repassado durante esses anos.

Marcus Branch.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me deu energia e benefícios para concluir mais esse trabalho.

Agradeço a minha mãe, minha avó e familiares que foram fundamentais nesse processo de graduação e que me incentivaram todos os anos que estive na universidade.

Meus colegas e amigos de classe, em especial os integrantes do grupo Dominoroz e todos que de alguma forma contribuíram para que fosse possível chegar na reta final do curso.

Ao meu amigo e parceiro Marcus Branch que me deu a oportunidade de realizar este trabalho junto a ele, fazendo com que fosse possível explorar conhecimentos adquiridos durante a graduação.

Ao orientador deste projeto, Prof. Luiz Eduardo que esteve sempre disposto a ajudar e tirar todas as dúvidas que surgiram durante elaboração do trabalho.

E por último, aos professores do curso que foram essenciais na construção do conhecimento.

Fredson Rocha

## RESUMO

Neste projeto foi desenvolvido um projeto elétrico de instalações em baixa tensão e luminotécnico com a utilização de LED (Diodo Emissor de Luz) para uma escola da rede pública da cidade de Macapá, no estado do Amapá de acordo com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) com o intuito de propor intervenções e melhorias nessas instalações elétricas. Define-se que um projeto elétrico apresenta tudo o que se pretende instalar em determinado local, incluindo tudo que implicará em consumo e o necessário para tal, como pontos de iluminação, pontos de tomada, interruptores, o caminho dos condutores e assim por diante. O alvo de estudo deste trabalho é a escola estadual Professora Helenise Walmira Dias Santos, localizada em Macapá, capital do Amapá, na Linha B do KM 09, pensando em proporcionar um melhor ambiente de estudo e trabalho para crianças, jovens e adultos. Os conteúdos aqui expostos são estimativas de cargas, dimensionamento de condutores, eletrodutos e proteções, passando também por um levantamento luminotécnico e por fim um orçamento dos projetos, analisando a viabilidade. As normas técnicas da concessionária local CEA (Companhia de Eletricidade do Amapá) e da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) também serão acatadas, haja vista a importância do projeto. A correta estruturação do projeto elétrico é de fundamental importância, pois sendo empenhado por um profissional pertinente, traz diversos benefícios, tanto a construção quanto as pessoas e animais que a utilizam, dentre os quais: eficiência, segurança e economia.

**Palavras-Chave:** Instalações elétricas, LED, normas técnicas, energia, projeto elétrico, escola, ABNT.

## **ABSTRACT**

In this project was developed an electrical project of low voltage and lighting installations with the use of LED (Light Emitting Diode) for a public school in the city of Macapá, state of Amapá according to the standards of ABNT (Brazilian Association Standards) in order to propose interventions and improvements in these electrical installations. It is defined that an electrical project has everything that is intended to be installed in a given place, including everything that will require consumption and what is necessary for such as lighting points, socket points, switches, the path of the conductors and so on. The aim of this study is the Professor Helenise Walmira Dias Santos State School, located in Macapá, capital of Amapá, on Line 09 of KM 09, aiming to provide a better study and work environment for children, youth and adults. The contents here exposed are estimates of loads, sizing of conductors, conduits and protections, also through a lighting survey and finally a project budget, analyzing the feasibility. The technical standards of the local utility CEA (Electricity Company of Amapá) and ANEEL (National Electricity Agency) will also be adhered to, given the importance of the project. The correct structuring of the electrical project is of fundamental importance, as being committed by a relevant professional, brings several benefits, both the construction and the people and animals that use it, including: efficiency, safety and economy.

**Keywords:** Electrical installations, technical standards, energy, electrical design, school, ABNT.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corredor das salas 1 e 2.....	18
Figura 2 - Corredor dos banheiros .....	19
Figura 3 - Corredor da sala da direção e da coordenação .....	19
Figura 4 - Disjuntores mal dimensionados para a demanda da escola .....	20
Figura 5 - Salas de aula com poucas tomadas .....	21
Figura 6 – Cozinha da escola.....	21
Figura 7 – Fatura de energia elétrica da escola .....	22
Figura 8 – Tipos e tensões de fornecimento .....	25
Figura 9 – Fluxo Luminoso .....	32
Figura 10 – Intensidade Luminosa .....	33
Figura 11 – Iluminância .....	34
Figura 12 – Luminância.....	35
Figura 13 – Símbolos dos condutores.....	39
Figura 14 – Locação dos pontos da Sala 1 .....	42
Figura 15 – Locação dos pontos .....	43
Figura 16 – Locação dos pontos .....	43
Figura 17 – Pontos dos banheiros.....	44
Figura 18 – Pontos de consumo Sala 5 .....	45
Figura 19 – Circuitos Sala 1 .....	46
Figura 20 – Circuitos Sala 2 .....	46
Figura 21 – Circuitos e eletrodutos.....	47
Figura 22 – Circuitos e eletrodutos.....	47
Figura 23 – Circuitos dos banheiros.....	48
Figura 24 – Circuitos Sala 5 .....	49
Figura 25 – Circuitos Sala 6 .....	49
Figura 26 – Planta baixa da escola .....	52

Figura 27 – Vista completa da escola .....	52
Figura 28 – Simulação de Iluminação .....	53
Figura 29 – Área de tarefas e entorno imediato .....	54
Figura 30 – Lâmpada LED .....	55
Figura 31 – Sala de aula 2 .....	55
Figura 32 –Biblioteca.....	56
Figura 33 – Banheiro.....	56
Figura 34 – Secretaria.....	57

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Cargas previstas para cada ambiente.....	<b>40</b>
Quadro 2 - Divisão dos circuitos.....	<b>41</b>
Quadro 3 - Condutores e Disjuntores.....	<b>51</b>
Quadro 4 – Comparação do consumo das duas lâmpadas .....	<b>58</b>
Quadro 5 – Composição do BDI.....	<b>59</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO</b> .....	18
<b>3 INSTALAÇÕES ATUAIS</b> .....	20
<b>4 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	23
4.1 CIRCUITO ELÉTRICO .....	23
4.2 TENSÃO ELÉTRICA .....	23
4.3 CORRENTE ELÉTRICA.....	23
4.4 POTÊNCIA ELÉTRICA.....	24
4.5 FATOR DE POTÊNCIA .....	24
4.6 ETAPAS DO PROJETO .....	24
<b>4.6.1 Previsão de carga</b> .....	26
4.6.1.1 Tomadas.....	26
4.6.1.2 Iluminação .....	27
<b>4.6.2 Fatores de projeto</b> .....	27
<b>4.6.3 Divisão de circuitos</b> .....	29
<b>4.6.4 Dimensionamento de condutores</b> .....	29
4.6.4.1 Critério da capacidade de condução de corrente .....	30
4.6.4.2 Critério da máxima queda de tensão.....	30
4.6.4.3 Critério da capacidade de corrente de curto circuito .....	31
4.7 PROJETO LUMINOTÉCNICO .....	31
<b>4.7.1 Conceitos de iluminação</b> .....	32
<b>4.7.2 Luz</b> .....	32

4.7.3 Fluxo luminoso .....	32
4.7.4 Intensidade luminosa.....	33
4.7.5 Iluminância ou iluminamento .....	33
4.7.6 Luminância .....	34
4.7.7 Método dos lúmens.....	35
4.7.7.1 Fator de utilização .....	36
4.8 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO .....	36
4.9 ATERRAMENTO .....	37
4.9.1 Esquemas de aterramento.....	38
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
5.1 PROJETO ELÉTRICO.....	38
5.2 PROJETO LUMINOTÉCNICO .....	52
<b>6 ORÇAMENTO .....</b>	<b>59</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A eletricidade é uma das formas de energia que mais oferece vantagens, pois além de estar presente na vida de quase todos, auxilia nos afazeres diários, desde o acender de uma lâmpada até o funcionamento de aparelhos médicos. Desempenha um papel tão importante que a vida seria quase inviável sem sua existência, referindo-se a uma forma de energia atípica já que pode ser facilmente transportada e transformada em outros tipos de energia, como por exemplo a transformação de energia elétrica em energia mecânica para o funcionamento de um motor ou a transformação em energia térmica para o aquecimento da água de um chuveiro elétrico. Esses exemplos ilustram sua flexibilidade (CERVELIN e CAVALIN, 2008).

Por trás de todo esse processo, existe uma instalação elétrica responsável pelo funcionamento. Para que a energia chegue de forma utilizável aos consumidores, essa instalação precisa ser muito bem-feita atendendo a muitos pontos importantes. Conforme Cotrim (2009), uma instalação elétrica é classificada de acordo com o nível de tensão em que opera, sendo eles, de baixa (BT), média (MT) ou alta tensão (AT). Segundo o PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional), Módulo 8 – Qualidade de Energia Elétrica da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017), a energia entregue aos consumidores deve seguir critérios de qualidade relativos à conformidade de tensão, quanto aos limites de segurança e qualidade que são calculados e estabelecidos, entre outros, tudo isso para que chegue em plenas condições de utilização às unidades consumidoras.

O projeto elétrico é uma proposta ou esquema do que se pretende fazer na instalação, onde é feito um detalhamento dos pontos de utilização de energia elétrica, o trajeto dos condutores, a quantificação dos materiais que serão usados, a análise de segurança, comando e divisão dos circuitos. Além disso, o projeto tem a finalidade de estabelecer uma relação entre a concessionária e os consumidores, regulando o consumo com economia e segurança, e também realizar as devidas observâncias às prescrições da norma (CERVELIN e CAVALIN, 2008).

Portanto, o projeto elétrico é a materialização do que as normas da ABNT de segurança e instalação determinam, fazendo com que seja obrigatório em todos os tipos de construções, elevando o projeto ao patamar de segurança. Os pontos normativos são essenciais para que haja um dimensionamento correto e que atenda às necessidades de cada edificação.

Segundo Agência Brasil (2016) apenas 4,5% das escolas do Brasil possuem uma infraestrutura completa de acordo com o que está previsto em lei no PNE (Plano Nacional de Educação), levando em consideração o abastecimento de água tratada, equipamentos e laboratórios de ciências, esgotamento sanitário e acesso à energia elétrica, o qual é o ponto relevante para esta pesquisa. Como supracitado, muitas escolas brasileiras sofrem com falta de infraestrutura ou possuem uma muito precária e isso é resultado de inúmeros fatores somados. Um desses fatores são as condições da rede elétrica da escola, a situação da instalação elétrica que alimenta essas instituições de ensino.

No estado do Amapá não é diferente, muitas escolas são antigas, e com isso, a instalação elétrica também. Diante disso, este trabalho se justifica em cima desse problema e propõe desenvolver um projeto elétrico de acordo com as normas da ABNT e sugerir ideias tanto para melhor desempenho quanto para a segurança de toda a rede. Surgiu a ideia de elaborar um projeto elétrico para a Escola Estadual Professora Helenise Walmira Dias Santos e então procuramos os representantes da escola para dar início ao trabalho. A escola está localizada na cidade de Macapá, na Linha B do KM 09.

Nesse sentido, este trabalho propõe elaborar o projeto elétrico, a planta baixa e projeto luminotécnico com LED (Diodo Emissor de Luz) para a Escola Estadual Professora Helenise Walmira Dias Santos, propor melhorias e modificações para melhor funcionamento, tornando-o mais econômico, com a finalidade de sanar os problemas enfrentados com a atual instalação elétrica. Sua correta composição é de grande importância, pois traz consigo benefícios como segurança, confiabilidade, eficiência e economia, tanto para o prédio quanto para as pessoas que o utilizam. Ao final, o projeto será doado para a instituição e também será feito um orçamento do projeto elétrico, visando a possibilidade de implantação da forma menos onerosa e mais sustentável.

A metodologia neste trabalho se trata de uma pesquisa descritiva e explicativa, em que acontecimentos e situações serão analisados e verificados para o estudo, essa verificação de fatos será utilizada para aprofundar e aplicar os conhecimentos obtidos nas referências na execução do trabalho. Inicialmente, os autores deste trabalho buscarão por conceitos básicos e importantes para o projeto, baseando-se em normas brasileiras como NBR 5410, NBR 5413, NBR 14039, NBR ISO/CIE 8895-1 e as referências anteriormente citadas. Os *softwares* utilizados para a realização dos projetos elétrico e luminotécnico, foram Revit (AUTODESK, 2019) e DIALux (DIAL, 2019), respectivamente.

## 1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

Após a apresentação do capítulo introdutório, no qual foram percorridos alguns dados a respeito da infraestrutura de escolas no Amapá e no resto do Brasil e também foram abordadas algumas informações sobre a escola alvo do projeto, o trabalho foi desenvolvido em 6 capítulos.

No capítulo 2 foi exposta uma descrição do objeto de estudo deste projeto para se ter uma melhor ideia do local que será tratado no decorrer da pesquisa.

Aprofundando e tornando mais específico o que deve-se saber para a realização do projeto, o capítulo 3 apresenta as instalações atuais presentes na escola e os problemas enfrentados por conta da situação em que a instalação se encontra, motivo da realização do trabalho.

O capítulo 4 foi dedicado à realização da revisão da literatura utilizada para ter embasamento técnico-científico em tudo que será realizado ao longo da pesquisa a respeito dos projetos elétrico e luminotécnico.

No capítulo 5, são apresentados os resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho, os dados do projeto elétrico e do projeto luminotécnico, sempre seguindo as normas que os regem.

No capítulo 6 há uma breve discussão a respeito do orçamento estimado para a implantação do projeto aqui apresentado considerando índices econômicos para a cidade de Macapá que está anexado ao trabalho.

O capítulo 7 apresenta as conclusões obtidas após a realização e análise deste projeto.



No capítulo 8 são apresentados todos os documentos, livros e afins que foram essenciais para a realização desta pesquisa.

Por fim, em anexo, encontram-se algumas tabelas das normas que foram utilizadas em diversas etapas do projeto, com ênfase no dimensionamento do sistema, os projetos elétrico e luminotécnico e o orçamento.

## 2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A escola possui seis salas de aula, um laboratório de informática, uma biblioteca, sala de professores, sala da diretoria, secretaria, cozinha, uma dispensa para armazenar os alimentos e dois banheiros, os quais todos esses ambientes serão incluídos e retratados neste projeto. A escola está localizada na zona rural da cidade de Macapá, Amapá, na Linha B do KM 09, atende cerca de 600 alunos nos três turnos do dia e conta com uma área total de 1400m<sup>2</sup>. A seguir, nas Figuras 1, 2 e 3, são apresentados alguns dos ambientes da escola que serão retratados no projeto.

Figura 1 – Corredor das salas 1 e 2.



Fonte: Acervo dos autores.

Na figura 2 e na figura 3, é possível analisar outros ambientes da escola que também serão retratados dentro do projeto, tornando de extrema importância ter uma ideia concreta dos espaços internos para uma correta representação posteriormente.

Figura 2 – Corredor dos banheiros.



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 3 – Corredor da sala da direção e da coordenação.



Fonte: Acervo dos autores.

### 3 INSTALAÇÕES ATUAIS

Atualmente, essa escola atende, em sua grande maioria, pessoas de baixa renda e a ideia de elaborar este trabalho mostrou-se oportuna quando se descobriu que essa instituição de ensino estava passando por diversos problemas elétricos. Com uma breve análise, foi possível aferir que, muito provavelmente, esses problemas são resultados de um mau dimensionamento de circuitos, cabos, disjuntores e equipamentos importantes para uma boa instalação elétrica. Realizar uma análise das instalações tem como finalidade fornecer eletricidade aos consumidores de modo mais eficaz e apropriado. Um dos problemas verificados na visita foram instalações e conexões obsoletas que ofereciam perigos aos usuários dos ambientes dentro da escola. Outra adversidade encontrada foram diversos disjuntores disparando inesperadamente, possivelmente devido a uma rede sobrecarregada e insuficiente para a atual necessidade da escola. O quadro em que estão localizados os disjuntores que disparam ocasionalmente é apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Disjuntores mal dimensionados para a demanda da escola.

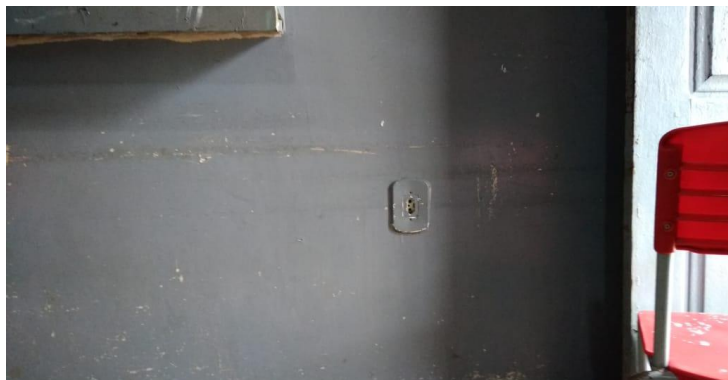


Fonte: Acervo dos autores.

Com a realização da visita, também foi constatado que a grande maioria das salas possuíam poucas tomadas e isso, além de estar desobedecendo a

quantidade mínima estipulada pelas normas da ABNT, interfere direta e negativamente no trabalho dos professores, uma vez que não conseguem ministrar suas aulas com muitos aparelhos simultaneamente, como projetores e notebooks. Este problema é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Salas de aula com poucas tomadas.



Fonte: Acervo dos autores.

Para melhor proveito das visitas realizadas, todos os ambientes da escola foram explorados, com o intuito de obter melhor reconhecimento do local para coleta de dados e dimensões para a posterior elaboração da planta baixa e do projeto elétrico. Um dos ambientes que se pretende propor melhorias com a implantação deste projeto é exibido na Figura 6.

Figura 6 – Cozinha da escola.



Fonte: Acervo dos autores.

Devido aos inúmeros problemas encontrados na instalação elétrica da escola, imaginou-se que, provavelmente, analisando a fatura de energia elétrica do local, fosse possível respaldar a ideia de que as condições das instalações

estavam trazendo, também, prejuízos financeiros para a escola. Na figura 7, retratada a seguir, é possível notar que a escola paga, em média, R\$ 4000,00 (Quatro Mil Reais) com energia elétrica. Este valor elevado certamente é uma das consequências das perdas e do mau funcionamento e fornecimento da energia nesta escola.

Figura 7 – Fatura de energia elétrica da escola.

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO AMAPÁ

AVE PADRE JULIO MARIA LOMBAERD, 1900  
SANTA RITA - MACAPÁ - AP - CEP 68.909-030  
CNPJ: 05.965.546/0001-09 | IE: 030029940  
Atendimento: 116 www.cea.ap.gov.br  
Ovidória: 0800 096 1406 (07:30-11:30 e das 13:30-17:30)

A Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE, foi criada pela Lei nº 10.438, 26 de abril de 2002  
Nota Fiscal / Conta de Energia Elétrica - Série U - Nº 4613082  
Pagame especial de imposto autorizado pela Lei nº 7.480/86

**ESCOLA ESTADUAL HELENISE DIAS SANTOS**  
RD AP 20, 733 LINHA B  
RODOVIA AP 20 -  
CEP 68.909-899 - MACAPÁ - AP  
CNPJ 01.021.566/0001-62  
Roteiro: 001.05.09.01000

Segunda Via

Para saber com a empresa, informe este número

Código Único  
**0040848-4**

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Fone 167 - Ligação Gratuita de telefones fixos e tarifada na origem para telefones celulares

Emissão	Data Leitura Anterior	Data Leitura Atual	Data Próxima Leitura	Dias de Consumo	Apresentação	Mês Faturado
17/09/2019	14/08/2019	14/09/2019	11/10/2019	31	11/09/2019	09/2019

Cod. Fat	Classe/Subclasse	Ligação	Poste	Forma Faturamento	Motivo FD	Número FD
5.2.3.2	Pp Estadual	Bifásica				

Consumo	Medidor	Leit. Atual	Leit. Anterior	Constante Fatur.	NPL	Cons. Medido	Cons. Faturado
	4696745	71909	65561	1,00000	5	6348	6348

Histórico	kWh	Composição da Tarifa	Itens Faturados	Tar. sem impostos	Valor
08/2019	3730	TUSD (*)	Consumo 6.348 kWh a 0,622839	0,605089	3.953,78
07/2019	6359	TE (*)	Contribuição de Iluminação Pública (COIPI)		48,70
06/2019	5307	Transmissão	Informativo Adicli Band Vermelha - 199,96		
05/2019	7474	Encargos	Isencao Icms - 873,52		
04/2019	8163	Tributos			
03/2019	3744				
02/2019	4042				
01/2019	5016				
12/2018	7327				
11/2018	8108				
10/2018	8521				
09/2018	8386				
Média		Pis 0,5100 % - 20,16			
12 meses	6348	Cofins 2,3400 % - 92,51			

Indicadores de Continuidade:				Contas em Débito			
CJ	52	euro	R\$ 0,00	Mês/Ano	FD	Vencimento	Valor
Méa Mensal	Realizado	Trimestral	Anual	07/2019	0	28/08/2019	3.759,87
DIC	0,00	0,00	0,00	Mês/Ano	FD	Vencimento	Valor
FIC	0,00	0,00	0,00	07/2019	0	30/07/2019	3.161,34
DMIC	0,00	0,00	0,00	Total de Conta(s) Pendente(s) R\$ 6.921,21			

**NOTIFICAÇÃO DE CONTA VENCIDA**

As faturas a lado relacionadas encontram-se sem quitação até esta data, sujeitando a suspensão de fornecimento de energia elétrica a essa unidade consumidora, conforme Art. 173 da Resolução ANEEL 414/2010. O não pagamento poderá ensejar também a inclusão do consumidor no SPC e SERASA. Caso já tenha efetuado o pagamento, desconsidere este aviso.

Mês/Ano FD Vencimento Valor  
07/2019 0 28/08/2019 3.759,87

=> **Tensao Contratada - 220V Faixa Adequada - 200 a 231V**  
=> Ligue para 116 e faça opção de vencimento de sua conta 1 6 11 16 21 26

=> As informações sobre as condições gerais de fornecimento, tarifas, produtos, serviços prestados e tributos se encontram à disposição dos consumidores, para consulta, nos postos de atendimento e na página da internet desta distribuidora.

Base de Cálculo	Alíquota	Valor do ICMS	Vencimento	Valor a Pagar
0,00	18,00	0,00	28/10/2019	R\$ 4.002,48

Reservado ao Fisco  
6E9F.B799.DD29.F79C.FCCE.D9AA.854B.ADD4

Facilite sua vida! Evite filas e multas! Autorize o débito de sua conta de energia em sua conta bancária.  
Código para débito automático: 0040848-4

UC	Mês Faturado	No. FD	TC	Vencimento	Valor a Pagar
00408484	09/2019	00	6	28/10/2019	R\$ 4.002,48

8366000040 7 0248002000 0 0000000040 6 84840919006 5



Fonte: Companhia de Eletricidade do Amapá (2019).

## 4 REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 CIRCUITO ELÉTRICO

Segundo Alexander e Sadiku (2013), um circuito elétrico é a conexão entre diversos elementos elétricos, incluindo condutores e os demais equipamentos a ele conectados (COTRIM, 2009).

Entende-se por circuito elétrico o conjunto de cargas alimentadas pelos mesmos condutores e protegidos pelo mesmo dispositivo de proteção (NEGRISOLI, 1987, p. 97).

### 4.2 TENSÃO ELÉTRICA

Para Niskier e Macintyre (2008), verifica-se uma tensão elétrica quando há uma diferença na concentração de elétrons entre dois pontos de um corpo condutor. Segundo Alexander e Sadiku (2013), “*Tensão* (ou diferença de potencial) é a energia necessária para mover uma unidade de carga através de um elemento; é medida em volts (V).”.

### 4.3 CORRENTE ELÉTRICA

De acordo com Creder (2000), corrente elétrica pode ser definida como o deslocamento de cargas no interior de um determinado condutor quando uma diferença de potencial é aplicada em suas extremidades. Para Alexander e Sadiku (2013) “Corrente elétrica é a taxa de variação da carga em relação ao tempo e é medida em ampères (A)”. Um valor de corrente muito importante para o andamento de um projeto elétrico, é a chamada corrente de projeto, é a maior quantidade de corrente conjecturada em uma instalação. Em condições normais de funcionamento, essa corrente é de grande importância, pois serve de base para o dimensionamento de condutores, cálculo de potência, queda de tensão, número de circuitos atribuíveis aos pontos de consumo, a proteção dos circuitos (CERVELIN e CAVALIN, 2008).



#### 4.4 POTÊNCIA ELÉTRICA

Em Niskier e Macintyre (2008), a potência de um circuito é o trabalho realizado durante um espaço de tempo. Ainda segundo este autor, a potência elétrica resulta do produto da tensão  $V$  pela corrente  $I$ . Para Alexander e Sadiku (2013) “Potência é a variação da energia (liberada ou absorvida) em função da variação do tempo; é medida em watts (W)”.

Segundo Creder (2000), existem três tipos de potência, sendo elas a ativa que é expressa em watts (W) e representada pela letra  $P$ , a reativa expressa em volt-ampère reativo (VAr) e representada pela letra  $Q$  e a aparente expressa em volt-ampère (VA) e representada pela letra  $S$ .

#### 4.5 FATOR DE POTÊNCIA

Segundo a Resolução Normativa nº 414/2010 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2010), fator de potência pode ser definido como a razão da energia elétrica ativa pela raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, tendo sob análise um período de tempo. Para Cervelin e Cavalin (2008), fator de potência é a razão entre a potência aparente e a potência ativa do sistema ou circuito em questão.

O fator de potência é um índice que mostra a forma como a energia elétrica recebida está sendo utilizada. Ou seja, indica quanto a energia solicitada (aparente) está realmente sendo usada de forma útil (energia ativa) (CERVELIN e CAVALIN, 2008, p. 280).

De acordo com Creder (2000), este fator do projeto oscila entre 0 e 1, sendo 1 como o valor desejado ou mais próximo disso possível. Conforme a ANEEL, a Portaria DNAEE nº 85 define o limite mínimo do valor do fator de potência como 0,92.

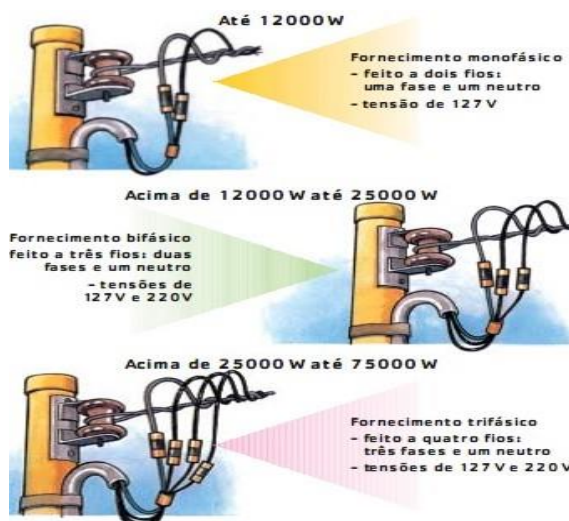
#### 4.6 ETAPAS DO PROJETO

De acordo com Cotrim (2009) e Creder (2000), o projeto possui etapas a serem seguidas para melhor organização de todo o processo. A primeira etapa consiste em uma análise mais superficial e um colhimento de dados a respeito da localização do consumidor, cálculo da demanda máxima presumida para o



local, estimar a carga (potência) já instalada que segundo Niskier e Macintyre (2008), auxilia o projetista a utilizar alguns fatores para melhor realização técnica e econômica do projeto. Após obter os dados na primeira etapa, é interessante o projetista buscar informações com a concessionária responsável sobre o tipo e tensão de fornecimento do local para melhor dimensionamento posterior, verificar se há aterramento protegendo as instalações e afins. Na Figura 8 é possível obter um melhor entendimento a respeito da tensão de fornecimento de determinado local. Esse fornecimento pode ser monofásico, apropriado para um local que a demanda de potência seja até 12000 W, é realizado com dois fios, sendo fase e neutro e tensão 127 V, o bifásico já é conveniente para locais em que essa carga demandada está entre 12000 e 25000 W e passa a ser feito com três fios, pois serão duas fases e um neutro e a tensão podendo ser 127 V ou 220 V e por fim, o trifásico, feito a quatro fios, devido ao fato de serem três fases e um neutro, nesse caso a carga estará entre 25000 e 75000 W e com valores de tensão semelhantes ao caso do fornecimento bifásico.

Figura 8 – Tipos e tensões de fornecimento.



Fonte: Manual Prysmian (2006).

Ratificando a ideia de que um projeto possui várias etapas, é válido citar quando Cervelin e Cavalin (2008, p. 265) afirmam que:

O dimensionamento da instalação elétrica engloba várias etapas: previsão de cargas (iluminação e tomadas), cálculo da demanda e tipo de fornecimento, divisão da instalação em circuitos, dimensionamento

dos condutores (seção mínima, corrente máxima e queda de tensão), das proteções (sobrecorrente, sobrecarga e curto-circuito; disjuntores e fusíveis; proteção contra choques elétricos – DRs) e dos eletrodutos.

As etapas seguintes e igualmente importantes para o projeto serão abordadas posteriormente nesta pesquisa.

#### **4.6.1 Previsão de carga**

Conforme Cervelin e Cavalin (2008), a previsão de cargas auxilia o projetista a determinar os pontos que serão alimentados com energia elétrica dentro da edificação, também chamados de ponto de consumo. Para a iluminação, duas normas extremamente importantes são a NBR 5410 (ABNT, 2004) e a NBR 5413 (ABNT, 1992). Ainda para Cervelin e Cavalin (2008, p. 266):

O objetivo da previsão de cargas é determinar todos os pontos de utilização de energia elétrica (pontos de consumo ou cargas) que farão parte da instalação. Nesta etapa, são definidas a potência e a localização de todos os pontos de consumo de energia elétrica de instalação.

Segundo a norma, são determinadas as prescrições aplicáveis a locais utilizados como habitação, compreendendo as unidades residenciais e hotéis, motéis, flats, apart-hotéis, casas de repouso, condomínios, alojamentos e similares.

##### **4.6.1.1 Tomadas**

De acordo com a norma NBR 5410 (ABNT, 2004), é possível dividir as tomadas em dois tipos: tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE). As tomadas e suas características devem ser determinadas de acordo com o local que será implantada e sua função (CERVELIN e CAVALIN, 2008). As tomadas de uso geral são as tomadas que não atendem um único equipamento, são tomadas que atendem carregadores, aparelhos de televisão, ventiladores, entre outros. Já as tomadas de uso específico são aquelas que, durante o projeto, já são consideradas para atenderem equipamentos permanentes e de potência elevada, como: chuveiro elétrico, ar condicionado, fogão elétrico, micro-ondas, entre outros.

#### 4.6.1.2 Iluminação

Para a iluminação é realizado um projeto mais particular, próprio para este ponto do projeto, chamado de projeto luminotécnico, baseado na NBR 5413 (ABNT, 1992) para ambientes residenciais e na NBR ISO 8995-1 (ABNT, 2013) para locais de trabalho. Esta parte do projeto luminotécnico será discutida mais adiante neste trabalho.

#### 4.6.2 Fatores de projeto

Segundo a resolução Normativa n. 414 (ANEEL 2010) demanda é a “média das potências ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado [...]”, um conceito importante para iniciar a argumentação a respeito de fatores de projeto.

“Na elaboração de projeto elétrico, é necessário a aplicação de alguns fatores, denominados fatores de projeto, visando à economicidade do empreendimento. Se tais fatores forem omitidos, a potência de certos equipamentos pode alcançar, desnecessariamente, valores muito elevados” (MAMEDE, 2008, p. 31). Um desses fatores, é o chamado fator de demanda, que pode ser definido como a demanda máxima em relação a potência instalada (NISKIER e MACINTYRE, 2008). Já para Mamede (2008) é a razão entre demanda máxima e o somatório de todos os aparelhos da instalação, onde esse fator, considera a não simultaneidade de funcionamento dos equipamentos, podendo atingir seu valor máximo (igual a um) quando há uma simultaneidade de equipamentos ligados, essa demanda máxima será encontrada quando a previsão de cargas for realizada, de acordo com o número de equipamentos que já existem no local e com os que se deseja adicionar. Além disso, podemos definir o fator de carga:

É a razão entre a demanda média, durante um determinado intervalo de tempo, e a demanda máxima registrada no mesmo período. O fator de carga, normalmente, refere-se ao período de carga diária, semanal, mensal e anual. Quanto maior é o período de tempo ao qual se relaciona o fator de carga, menor é o seu valor; isto é, o fator de carga anual é menor que o fator de carga mensal, que por sua vez, é menor que a semanal, e assim sucessivamente.

O fator de carga é sempre maior que zero e menor ou igual à unidade. O fator de carga mede o grau no qual a demanda máxima foi mantida durante o intervalo de tempo considerado; ou ainda, mostra se a energia está sendo utilizada de forma racional por parte de uma determinada instalação. Manter um elevado fator de carga no sistema significa obter as seguintes informações: Otimização dos investimentos da instalação elétrica; Aproveitamento racional da energia consumida pela instalação e Redução do valor da demanda pico (MAMEDE, 2008, p. 32).

O fator de utilização também deve ser levado em consideração no planejamento, fator esse que nos dar uma relação entre a potência máxima absorvida e a potência nominal de um equipamento de utilização, o emprego desse fator se faz muito importante em instalações onde temos expressivas quantidades de motores, visto que o não emprego ou mal emprego desse fator pode acarretar em subdimensionamento da instalação. (COTRIM, 2009). Para (MAMEDE, 2008, p. 36) “É o fator pelo qual deve ser multiplicada a potência nominal do aparelho para se obter a potência média absorvida por ele, nas condições de utilização”. E por último temos os fatores de simultaneidade e diversidade respectivamente:

É a relação entre a demanda máxima do grupo de aparelhos e a soma das demandas individuais dos aparelhos do mesmo grupo, num intervalo de tempo considerado. O fator de simultaneidade resulta da coincidência das demandas máximas de alguns aparelhos do grupo de carga, devido à natureza de sua operação. O seu inverso é chamado de fator de diversidade.

A aplicação do fator de simultaneidade em instalações industriais deve ser precedida de um estudo minucioso, a fim de evitar o subdimensionamento dos circuitos e equipamentos.

A taxa de variação do decréscimo do fator de simultaneidade, em geral, depende da heterogeneidade da carga.

O fator de simultaneidade é sempre inferior à unidade, enquanto o fator de diversidade, considerado o inverso deste, é sempre superior a 1 (MAMEDE, 2008, p.35).

Além desses fatores mencionados anteriormente, existem também outros fatores do projeto, chamados de externos e internos. Externos são aqueles que referentes a edificação do lugar em que será realizado o estudo, temperatura e presença de água, para analisar esses pontos o projetista deve fazer uma visita ao local para colher informações que lhe serão muito úteis, já os internos se referem ao tipo de teto, tipo de paredes, visto que isso interfere diretamente na instalação de cabos, eletrodutos, eletro calhas, entre outros (NISKIER e MACINTYRE, 2008) e (CREDER, 2000).

### 4.6.3 Divisão de circuitos

Segundo Cervelin e Cavalin (2008) e Creder (2000), a divisão da instalação em circuitos é muito importante para um bom desempenho e tem como objetivo evitar diversos problemas, portanto, toda e qualquer instalação deve ser dividida. Como supracitado, a divisão visa garantir que alguns problemas não ocorrerão, para Mamede (2008) e Creder (2000), devem existir vários circuitos de modo a limitar as consequências de uma falta, fazendo com que apenas um determinado circuito com problema seja seccionado sem afetar o restante, evitar uma realimentação inesperada no circuito, facilitar análises e manutenções no sistema, dentre outros.

### 4.6.4 Dimensionamento de condutores

Feito todo o colhimento da demanda e sabendo o tipo de fornecimento para o local estudado, o próximo passo é iniciar o projeto propriamente dito, onde se começa a dimensionar o número de lâmpadas e tomadas para os cômodos do local, assim como os condutores que irão alimentar os circuitos, tudo de acordo com o especificado nas normas da ABNT.

Essa é uma etapa fundamental para o projeto, pois é a parte que vai ser responsável pelo bom ou mau funcionamento de toda a instalação e para tudo funcionar da maneira correta, deve ser muito bem realizado. De acordo com Niskier e Macintyre (2008), para que os condutores sejam melhor dimensionados, é necessário calcular a corrente que irá percorrê-los e que essa corrente pode ser conceituada de duas maneiras. Ainda para Niskier e Macintyre (2008, p. 70):

**Corrente nominal  $I_n$ .** É a corrente consumida pelo aparelho ou equipamento de utilização, de modo a operar segundo as condições prescritas em seu projeto de fabricação. Em muitos casos, vem indicada na plaqueta, fixada no equipamento.

**Corrente de projeto  $I_p$ .** É a corrente que um circuito de distribuição ou terminal deve transportar, operando em condições normais, quando não se espera que todos os equipamentos a ele ligados estejam sendo utilizados, isto é, que funcionem simultaneamente.

Conforme Creder (2000) e Niskier e Macintyre (2008), esses condutores podem ser de cobre ou de alumínio e são denominados de acordo com a sua

isolação e cobertura. Alguns exemplos são os cabos com isolamento de PVC (cloreto de polivinil), XLPE (polietileno reticulado), EPR (etileno propileno) e outros mais previstos por normas.

Em Negrisoli (1987) o dimensionamento dos condutores de uma instalação é realizado em cima de muitas análises e cálculos, sendo enfatizado três cálculos muito importantes para a determinação da seção mínima (bitola) destes condutores: o método da capacidade de condução de corrente, o método do limite de queda de tensão, e a capacidade de condução de corrente de curto circuito.

#### 4.6.4.1 Critério da capacidade de condução de corrente

Este critério nada mais é que a capacidade máxima de corrente elétrica que percorre um condutor. De acordo com Mamede (2008), este método define o valor máximo da corrente que irá passar pelos condutores de acordo com o tipo de instalação indicado nas normas da ABNT, a seção máxima do condutor será definida a partir deste valor. Segundo Cervelin e Cavalin (2008), ocorre um aquecimento nos cabos e componentes do circuito, proveniente da passagem de corrente elétrica e é exatamente essa elevação na temperatura característica dos condutores que esse método visa amenizar. O item 6.2.5 da NBR 5410 (ABNT, 2004) trata desta parte do projeto por meio de tabelas com valores de correntes e aplica diversos fatores de correção muito importantes quando se trabalha com cabos, por exemplo, o fator de agrupamento e o fator de temperatura.

#### 4.6.4.2 Critério da máxima queda de tensão

A queda de tensão em um circuito deve ser sempre inferior aos limites indicados na NBR 5410 (ABNT, 2004), onde, segundo Cervelin e Cavalin (2008) tem como principal objetivo sustar os riscos de mau funcionamento dos aparelhos conectados nos sistemas.

#### 4.6.4.3 Critério da capacidade de corrente de curto circuito

Para o dimensionamento da seção de condutor fase, esse critério se faz importante, pois se baseia na corrente de curto-circuito do projeto, onde é admitido o seguinte critério:

- 1) Limitação da seção do condutor para uma determinada corrente de curto-circuito

No dimensionamento dos condutores, é de grande importância o conhecimento do nível de correntes de curto-circuito nos diferentes pontos de instalação, isto porque os efeitos térmicos podem afetar o seu isolamento. É compreensível que os condutores que foram dimensionados para transportar as correntes de carga em regime normal tenham grandes limitações para transportar as correntes de curto-circuito, que podem chegar a 100 vezes as correntes de carga. Essa limitação está fundamentada no tempo máximo que o condutor pode funcionar transportando a corrente de defeito. (MAMEDE, 2008, p.205)

A vantagem de conhecer esse critério nos possibilita determinar a corrente máxima de curto-circuito admissível em um cabo, o tempo máximo que o condutor pode funcionar com uma determinada corrente de curto-circuito sem prejudicar o sistema de isolamento, além disso nos permite calcular a seção necessária que um condutor suporta em condição de curto circuito.

#### 4.7 PROJETO LUMINOTÉCNICO

Para a execução do projeto da iluminação da escola com a utilização de LED (*Light Emitting Diode*), os autores optaram por se basear na NBR ISSO/ CIE 8995-1 (ABNT, 2013), esta norma 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 durante todo o período de trabalho, onde trata a respeito da iluminação de interiores e algumas outras referências. O grande objetivo de um projeto luminotécnico para Osram (2000) é influenciar diretamente na qualidade da iluminação de um determinado espaço, levando em consideração inúmeros fatores e cálculos que auxiliam no resultado final do projeto, de acordo com o que se almeja.

### 4.7.1 Conceitos de iluminação

Antes de começar a discorrer a respeito do projeto luminotécnico, é interessante e necessário conhecer e entender alguns conceitos importantes para aprimorar o entendimento posterior. Este tópico apresentará esses conceitos.

### 4.7.2 Luz

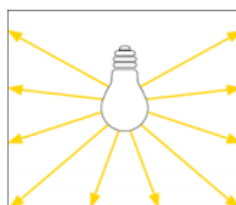
Ao discutir-se o significado de luz, é possível pensar em diferentes conceitos, mas que sempre serão correlacionados. Em Silva (2004), luz é uma onda eletromagnética que se propaga e incide em todas as superfícies que conhecemos, ao incidir, essa onda torna as superfícies visíveis ao olho humano, produzindo sensação visual. De acordo com Negrisoli (1987), a luz é muito importante para o homem, pois auxilia nas funções elementares da visão, influenciando em todas as outras diversas funções do cérebro, como o raciocínio. Fica claro, que para determinado local que será usado por pessoas, a iluminação se torna muito importante para melhor aproveitamento desse local.

### 4.7.3 Fluxo luminoso

Para Negrisoli (1987), fluxo luminoso é a máxima quantidade de energia ou potência irradiada por uma fonte de luz e que pode ser identificada pelo olho humano, é medido em lúmens (lm) e representado pelo símbolo  $\Phi$ . Ainda para este autor:

Apesar de ser uma potência, não se expressa a potência de radiação visível de uma fonte de luz em watts. A designação lúmen provém do fato de que o olho tem sensibilidade bastante variável conforme o comprimento de onda da radiação (NEGRISOLI, 1987, p. 12).

Figura 9 – Fluxo Luminoso.





Conforme Osram (2000), fluxo luminoso é o valor de pico que a energia emitida por uma fonte vai atingir quando estiver operando na sua tensão nominal.

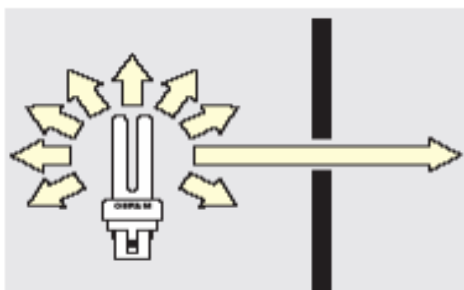
Com esses conceitos, pode-se concluir que o fluxo luminoso é muito importante para espaços em que os usuários necessitarão ter boa visibilidade de tudo ao seu redor.

#### 4.7.4 Intensidade luminosa

Segundo Negrisoni (1987), é quase impossível que uma fonte de luz consiga emitir energia uniformemente em todas as direções existentes. Tomando como referência uma dessas direções dadas por vetores (OSRAM, 2000), a potência ou energia visível irradiada em uma determinada direção é a intensidade luminosa. Essa grandeza é medida em candela (cd) e é representada pela letra  $I$  (Figura 10).

Se a fonte luminosa irradiasse a luz uniformemente em todas as direções, o Fluxo Luminoso se distribuiria na forma de uma esfera. Tal fato, porém, é quase impossível de acontecer, razão pela qual é necessário medir o valor dos lúmens emitidos em cada direção. Essa direção é representada por vetores, cujo comprimento indica a Intensidade Luminosa. [...] Portanto é o Fluxo Luminoso irradiado na direção de um determinado ponto (OSRAM, ano, p. 3).

Figura 10 - Intensidade Luminosa.



Fonte: Osram (2000)

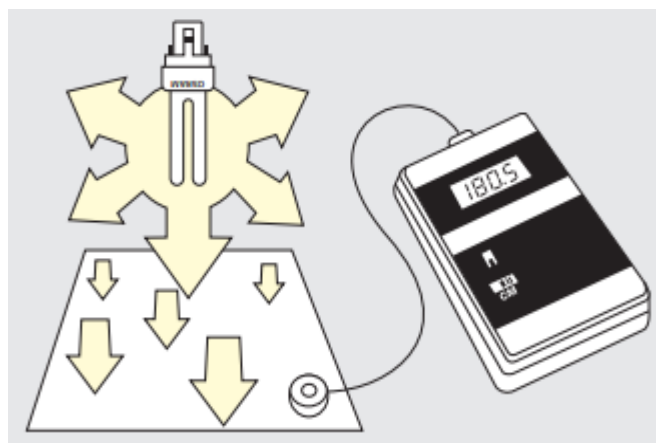
#### 4.7.5 Iluminância ou iluminamento

Iluminância, segundo Osram (2000) e Negrisoni (1987), é a luz não visível que incide sobre uma superfície. Em outras palavras, pode-se dizer que é a densidade de fluxo luminoso, pois tem relação direta com a área da região em

que a luz incide. É medida em lux (lx) e é representada pela letra E, uma representação é ilustrada na Figura 11.

[...] é o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte. É a relação entre a intensidade luminosa (I) e o quadrado da distância (SILVA, 2004, p. 41).

Figura 11 - Iluminância.



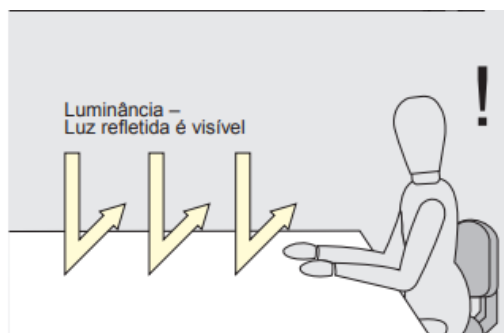
Fonte: Osram (2000)

#### 4.7.6 Luminância

Como mencionado anteriormente, a iluminância é a luz não visível que incide em uma área ou superfície, essa luz ao incidir neste local, é refletida e é justamente essa reflexão da luz e sensação de claridade que se denomina luminância e diferentemente da iluminância, a luminância é visível aos olhos (OSRAM, 2000).

De acordo Negrisoli (1987), a luminância depende do tamanho da área em que a luz foi incidida e da quantidade de luz que foi refletida por essa área que tornou a luz visível. Segundo Silva (2004), essa grandeza luminotécnica é dada em candelas por metro quadrado ( $cd/m^2$ ) e é representada pela letra L.

Figura 12 - Luminância.



Fonte: Osram (2000)

#### 4.7.7 Método dos lúmens

Como mencionado anteriormente, a finalidade do projeto luminotécnico é determinar a qualidade da iluminação de um ambiente, em outras palavras, determina-se o fluxo luminoso necessário para obter um nível de iluminamento médio que seja satisfatório para o ambiente estudado. O fluxo luminoso em um ponto de determinado local é encontrado através equação 1 apresentada abaixo.

$$O = \frac{S \times E}{u \times d} \quad (1)$$

Fonte: NBR 5413 (1992).

Onde:

O = fluxo luminoso total a ser emitido pelas lâmpadas, em lúmens;

S = área do recinto, em m<sup>2</sup>;

E = iluminamento médio requerido pelo ambiente a ser iluminado, em lux;

u = fator de utilização;

d = fator de depreciação.

De acordo com a NBR ISSO 8895-1 (2013), o valor do iluminamento médio de um ambiente deve ser 500 lux, com exceção dos banheiros, que devem ter 200 lux, em média.

#### 4.7.7.1 Fator de utilização

Outro valor importante a se atentar é Fator de Utilização (u), o qual é dado pelo produto da eficiência da luminária, encontrada em catálogos, e a eficiência do ambiente (K). Esse valor K é encontrado utilizando as dimensões do ambiente tratado e pode ser encontrada através apresentada na Equação 2.

$$K = \frac{b \times l}{h_{du} \times (b+l)} \quad (2)$$

Fonte: NBR 5413 (1992).

Onde:

K = Eficiência do ambiente;

b = largura do ambiente, em metros;

l = comprimento do ambiente, em metros;

h<sub>du</sub> = pé direito útil, é a distância vertical entre a luminária e o plano de trabalho, em metros.

Na prática, as luminárias disponíveis no mercado já apresentam uma tabela com o fator de utilização. Contudo, neste projeto os valores apresentados nas Equações 1 e 2 serão calculados pelo *Software* DIALux que já disponibiliza todos esses dados.

## 4.8 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

É fácil imaginar que com os riscos envolvidos e relacionados ao uso da eletricidade, faz-se necessário também que todo o sistema de circuitos seja protegido com a finalidade de evitar diversos problemas e até mesmo riscos para as pessoas e animais que estarão em contato com a instalação que podem levar até a morte caso as medidas de segurança e proteção não sejam feitas da maneira correta (COTRIM, 2009).

A instalação elétrica quer seja residencial, comercial, ou industrial estará sempre sujeita a determinadas ações, muitas vezes involuntárias e incontroláveis, podendo ocasiona acidentes. É

importante, portanto, garantir a funcionalidade do sistema sob quaisquer condições de operação. O dispositivo de proteção tem como função proporcionar a segurança na rede elétrica que evita acidentes provocados por alterações da corrente devido a possíveis falhas, manobras inadvertidas ou uso incorreto da instalação. Por isso, é fundamental a existência de um sistema de proteção eficiente, para evitar qualquer tipo de dano à instalação, bem como prejuízos advindos da interrupção do fornecimento (CERVELIN e CAVALIN, 2008, p. 357).

Com essas afirmações, percebe-se a grande importância de se proteger os circuitos de uma instalação, visto que ela evita inúmeras adversidades e acontecimentos indesejados.

Ainda para este autor, a proteção dos circuitos elétricos é realizada por dispositivos chamados de manobra ou proteção. Segundo Cervelin e Cavalin (2008), esses dispositivos são classificados de acordo com o que atuam para proteger os circuitos, em que existem três tipos: proteção contra sobrecorrente (sobrecarga e curto-circuito), proteção contra sobre tensão e proteção contra choques elétricos. Para cada adversidade dessa, diferentes equipamentos ou dispositivos entram em operação e atuam para prevenir danos maiores à instalação e a qualquer pessoa ou animal que estiver em contato com o circuito.

Quanto ao tipo de proteção, usamos os seguintes dispositivos:

- sobrecarga: Relés térmicos ou bimetálicos, utilizados para proteção de motores elétricos.
- curto-circuito: Fusíveis, disjuntores magnéticos.
- sobrecarga e curto-circuito: Disjuntores termomagnéticos.
- choques elétricos e perigos de incêndios: Disjuntores diferenciais residuais (DR), que podem ser providos de dispositivo termomagnético acoplado.
- sobretensões: Pára-raios tipo Franklin, pára-raio de distribuição tipo válvula, relés de sobretensão e DPS-Dispositivo de Proteção contra Surto. (CERVELIN e CAVALIN, 2008, p. 360)

#### 4.9 ATERRAMENTO

Para que uma instalação elétrica funcione de forma eficiente, garantindo uma melhor continuidade de serviço, com uma performance que forneça maior segurança para o sistema de proteção e, mais do que isso, garanta certas faixas de segurança pessoal, é imprescindível um olhar cauteloso para o aterramento do sistema. Esse olhar deve ser interpretado conforme a elaboração de cada projeto em particular, nos quais, dados e parâmetros são postos e pré-fixados respectivamente para que sejam levadas em considerações todas as condições

que uma instalação possa ser submetida. (KINDERMANN e CAMPAGNOLO, 1995)

Segundo (KINDERMANN e CAMPAGNOLO, 1995, p. 1) os objetivos principais do aterramento são:

- Obter uma resistência de aterramento a mais baixa possível, para corrente de falta à terra;
- Manter os potenciais produzidos pelas correntes de falta dentro de limites de segurança de modo a não causar fibrilação do coração humano;
- Fazer que equipamentos de proteção sejam mais sensibilizados e isolem rapidamente as falhas à terra;
- Proporcionar um caminho de escoamento para terra de descarga atmosféricas;
- Usar a terra como retorno de corrente no sistema MRT;
- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças dos equipamentos.

Existem várias maneiras para aterrar um sistema elétrico, que vão desde uma simples haste, passando por placas de formas e tamanhos diversos, chegando às mais complicadas configurações de cabos enterrados no solo.

Um dado importante, na elaboração do projeto do aterramento, é o conhecimento das características do solo, principalmente sua resistividade elétrica. Esta, além da importância para engenharia elétrica, em termos de proteção e segurança, auxilia também outras áreas, (...).

O solo é influenciado por vários fatores que podem alterar seu teor resistivo, fatores como temperatura, compactação e pressão, teor de umidade, composição química dos sais dissolvidos na água retida, solos constituídos por camadas estratificadas com profundidades e materiais diferentes, o próprio tipo de solo e entre outros. Esse conjunto de fatores combinados podem apresentar diferentes tipos de solo com características próprias e como consequência, valores de resistividade diferente, é importante observar que solos visualmente iguais podem apresentar valores de resistividade diferente.

#### **4.9.1 Esquemas de aterramento**

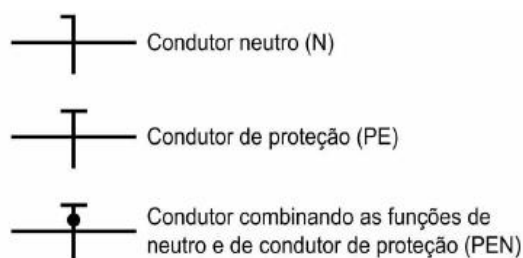
É importante salientar que uma mesma instalação pode envolver mais de uma edificação, onde necessariamente compartilham o mesmo eletrodo de aterramento, mas em princípio, para cada edificação um eletrodo de aterramento diferente é situado (NBR 5410, 2004). De acordo com Capelli (2000), a utilização do aterramento elétrico é muito importante em decorrências das suas funções,

sendo algumas delas proteger o usuário de um equipamento conectado a instalação das descargas atmosféricas, viabilizando um caminho alternativo para a terra e tornar mais fácil o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, relés), através da corrente desviada para a terra. Cinco esquemas de aterramento são comumente utilizados, sendo eles TN, TN-C, TN-S, TN-C-S, IT e TT que serão explicados na próxima etapa do projeto, esses esquemas são classificados por letras, que possuem diferentes conceitos.

- primeira letra – Situação da alimentação em relação à terra:
  - T = um ponto diretamente aterrado;
  - I = isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de impedância;
- Segunda letra - Situação das massas da instalação elétrica em relação à terra:
  - T = massas diretamente aterradas, independente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;
  - N = massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro);
- Outras letras (eventuais) – Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:
  - S = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;
  - C = funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN). (NBR 5410, 2004, p.14):

A partir do conceito de condutores, é importante ter o conhecimento a respeito de cada um e de seus símbolos para melhor compreensão no decorrer do trabalho. Os tipos de condutores são apresentados na Figura 13.

Figura 13 – Símbolos dos condutores.



Fonte: NBR 5410 (2004).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 PROJETO ELÉTRICO

Serão apresentados nesta seção, os dados e projetos referentes à escola referenciada neste trabalho. Como já citado anteriormente, os *softwares* utilizados para a realização do projeto elétrica, da planta baixa e do armazenamento de dados e cálculos foram o REVIT, o DIALux e o Excel. Utilizaremos os conceitos expostos na seção anterior, revisão da literatura, visto que se faz necessário seguir as etapas que foram indicadas para o desenvolvimento do projeto, como, levantamento de cargas, divisão dos circuitos, dimensionamento de condutores e eletrodutos, entre outros.

Tendo como base os critérios adotados na norma NBR 5410 (ABNT, 2004) e os conceitos previamente apresentados, foi realizada a previsão de cargas para as TUGs, para as TUEs e para a iluminação de cada ambiente da escola. A previsão das cargas está apresentada abaixo no Quadro 1.

Quadro 1 – Cargas previstas para cada ambiente.

Ambientes	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Iluminação		TUGs		TUEs	
			Nº de pontos	Potência (VA)	Nº de pontos	Potência (VA)	Equipamentos	Potência (W)
Sala 1	37,37	25	9	580	5	500	Central de Ar	2400
Sala 2	38,49	25,45	9	580	5	500	Central de Ar	2400
LIED	9,76	12,5	3	220	5	500	Central de Ar	1200
Diretoria	8,76	11,9	3	180	3	300	Central de Ar	1200
Coordenação	5,46	9,7	2	120	2	200	Central de Ar	900
Biblioteca	22,79	24,7	6	400	5	500	Central de Ar	2400
Cozinha	13,2	18,55	4	280	1	100	Duas Geladeiras + Microondas	3200
Secretaria	15,28	15,7	4	280	4	400	Central de Ar	2200
Sala dos Professores	16,14	16,1	6	400	3	300	Central de Ar	2200
Dispensa	15,28	15,7	4	280			Dois Freezers	1000
Sala 3	47,57	28,03	9	580	6	600	Central de Ar	2400
Sala 4	47,56	27,95	9	580	6	600	Central de Ar	2400
Banheiro 1	10,28	16,05	2	160	-	-	-	-
Banheiro 2	10,28	16,05	2	160	-	-	-	-
Sala 5	47,98	28,2	9	580	5	500	Central de Ar	2400
Sala 6	48,29	28,28	9	580	5	500	Central de Ar	2400
TOTAL			90	5960	55	5500		28700

Fonte: Os Autores.

Esse levantamento foi essencial para as etapas seguintes, pois seguindo esses dados colhidos, é viável realizar uma melhor divisão de circuitos e dimensionamento para os próprios. Os dados da iluminação desta tabela foram estimados de acordo com os valores mínimos necessários expressos nas normas NBR 5413 (ABNT, 1992) e NBR ISO 8895-1 (ABNT, 2013) para garantir



uma boa iluminação nos ambientes. No próximo item será apresentada a divisão dos circuitos que foi executada a partir das informações do Quadro 1.

Na seção em que a literatura foi revisada, esta etapa do projeto já foi mencionada como sendo bem relevante para um correto e bem feito projeto elétrico. A divisão de circuitos é um dos processos que requer maior capacidade cognitiva, pois caso seja realizada de forma equivocada, será necessário retornar a este ponto mais adiante no projeto para refazer e o tempo é primordial. A divisão de circuitos aqui realizada atende os critérios que a NBR 5410 (ABNT, 2004) preconiza, como dito anteriormente. Então, adotando esses critérios, foram feitas as divisões dos circuitos. A seguir, é possível observar a divisão dos circuitos no Quadro 2.

Quadro 2 – Divisão dos circuitos.

Circuito	Tipo	Descrição	Nº de Pontos	Potência (VA ou W)
1	TUGs	Biblioteca/Diretoria	8	800
2	TUGs	Cozinha	2	1200
3	TUGs	Sala 3/Sala 4	12	1200
4	TUGs	LIED e Coordenação	7	700
5	Iluminação	Biblioteca/Diretoria	9	580
6	Iluminação	Sala 3/Sala 4	18	1160
7	Iluminação	Cozinha	4	280
8	TUE	Microondas	1	2000
9	Iluminação	LIED e Coordenação	5	340
10	TUGs	Sala 1/Sala 2	10	1000
11	Iluminação	Sala 1/Sala 2	18	1160
12	Iluminação	Sala dos Prof/Secretaria	10	680
13	TUGs	Sala dos Prof/Secretaria	7	700
14	Iluminação	Banheiro 1/Banheiro 2	4	320
15	Iluminação	Dispensa	4	280
16	Iluminação	Sala 5/Sala 6	18	1160
17	TUGs	Sala 5/Sala 6	10	1000
18	TUE	Central de Ar 21000 BTU (Sala 1)	1	2400
19	TUE	Central de Ar 21000 BTU (Sala 2)	1	2400
20	TUE	Central de Ar 9000 BTU (LIED)	1	1200
21	TUE	Central de Ar 7000 BTU (Coordenação)	1	900
22	TUE	Central de Ar 9000 BTU (Diretoria)	1	1200
23	TUE	Central de Ar 21000 BTU (Biblioteca)	1	2400
24	TUE	Central de Ar 21000 BTU (Sala 3)	1	2400
25	TUE	Central de Ar 21000 BTU (Sala 4)	1	2400
26	TUE	Central de Ar 16000 BTU (Secretaria)	1	2200
27	TUE	Central de Ar 16000 BTU (Sala dos Prof)	1	2200
28	TUE	Freezer Dispensa	1	500
29	TUE	Freezer Dispensa	1	500
30	TUE	Central de Ar 21000 BTU (Sala 5)	1	2400
31	TUE	Central de Ar 21000 BTU (Sala 6)	1	2400

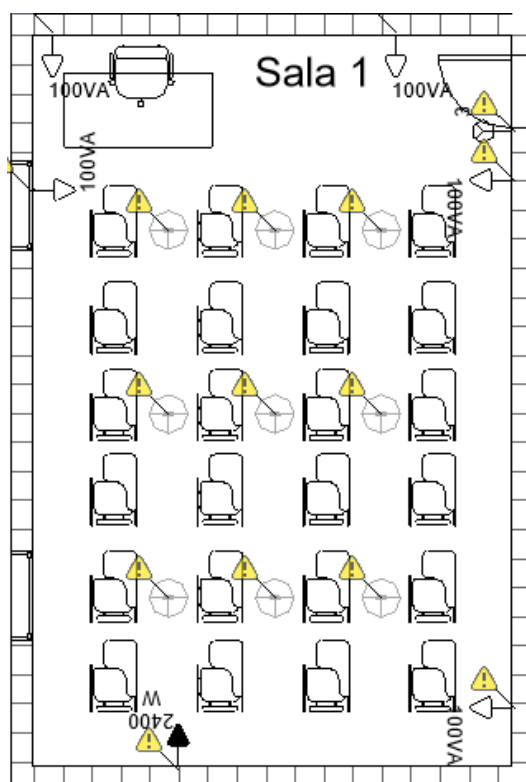
Fonte: Os Autores.

Vale ressaltar que os circuitos de TUGs e Iluminação são todos abaixo ou no máximo de 1200 VA, isso se deve ao dimensionamento utilizando os critérios da queda de tensão e capacidade de corrente somados ao fator de agrupamento,

sempre visando uma melhor condição a todos os circuitos que percorrerão os eletrodutos, diminuindo também a corrente elétrica, a temperatura, as perdas e implicando diretamente na qualidade da energia no ambiente escolar.

Após ter sido realizada a divisão dos circuitos, a próxima etapa foi estabelecer os locais e o número de lâmpadas e tomadas de cada ambiente interno da escola para posteriormente elaborar os caminhos que os eletrodutos irão percorrer para alimentar todos esses ambientes. Os pontos foram locados na planta baixa, como pode ser observado em alguns ambientes nas Figuras 14, 15 e 16 apresentadas a seguir.

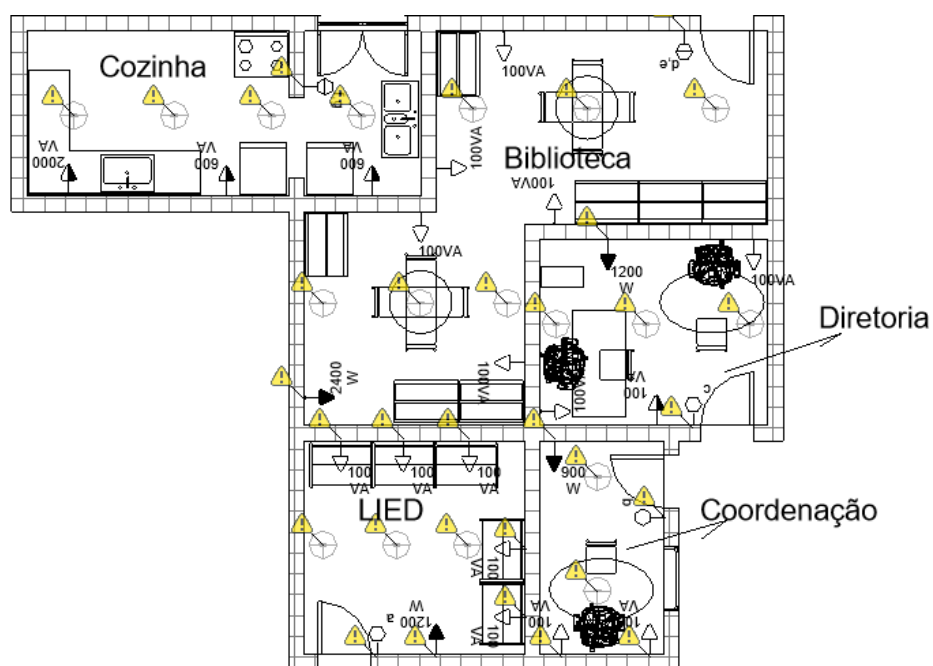
Figura 14 – Locação dos pontos da Sala 1.



Fonte: Os Autores.

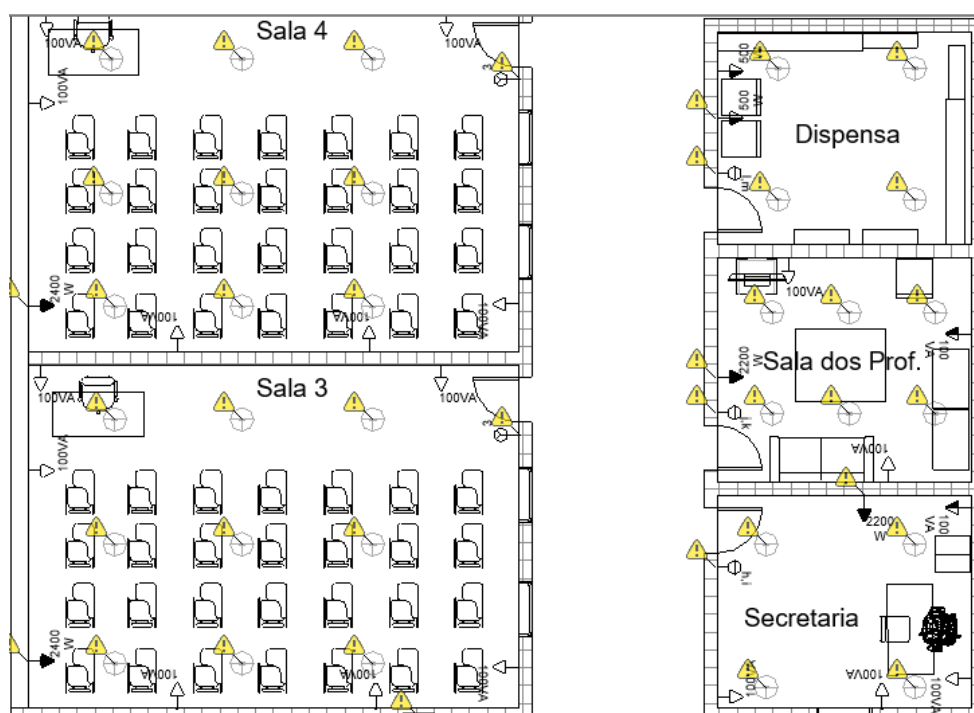
Vale ressaltar que a Sala 2 foi realizada de maneira análoga à Sala 1 e pode ser observada juntamente ao projeto completo anexado ao trabalho.

Figura 15 – Locação dos pontos.



Fonte: Os Autores.

Figura 16 – Locação dos pontos.

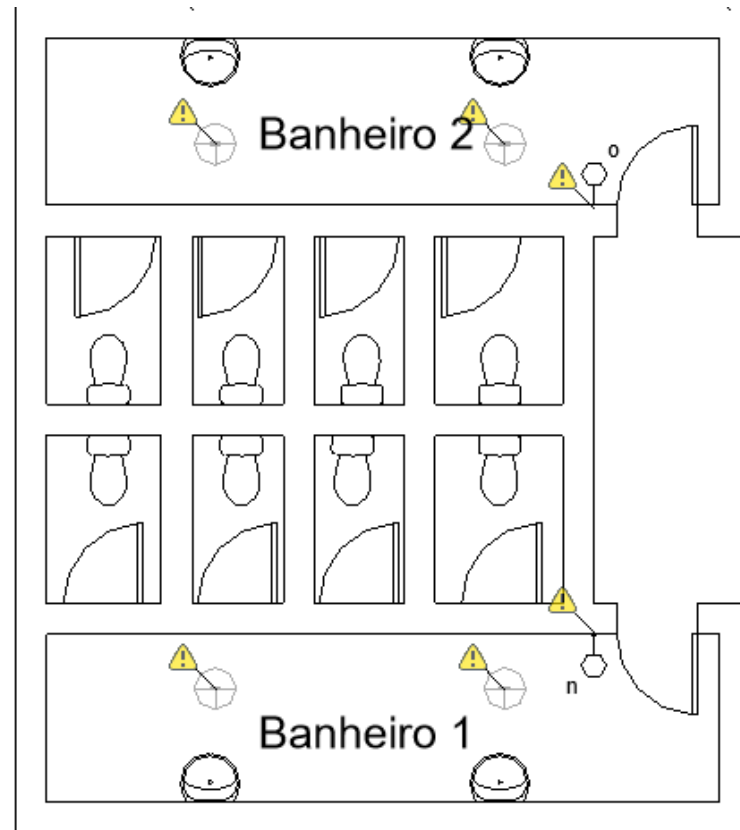


Fonte: Os Autores.

Abaixo, na Figura 17 pode ser observado os pontos locados nos banheiros masculino e feminino, tomou-se como opção a não locação de pontos

de tomada nos banheiros de escola, visto que seriam pontos pouco utilizados e apenas implicaria em mais custos ao projeto.

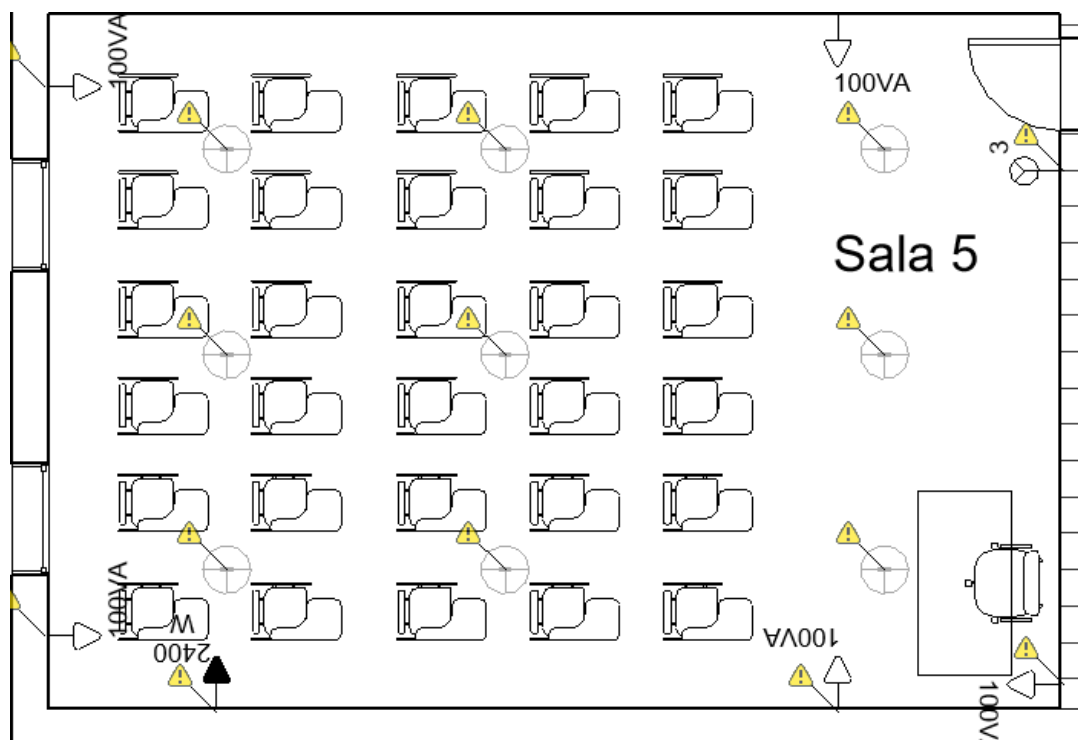
Figura 17 – Pontos dos banheiros.



Fonte: Os Autores.

A seguir, na Figura 18, é representada Sala 5 da escola com os pontos de força e luz também posicionados. A Sala 6 foi realizada de maneira análoga à Sala 5 e também poderá ser observada nos anexos.

Figura 18 – Pontos de consumo Sala 5.

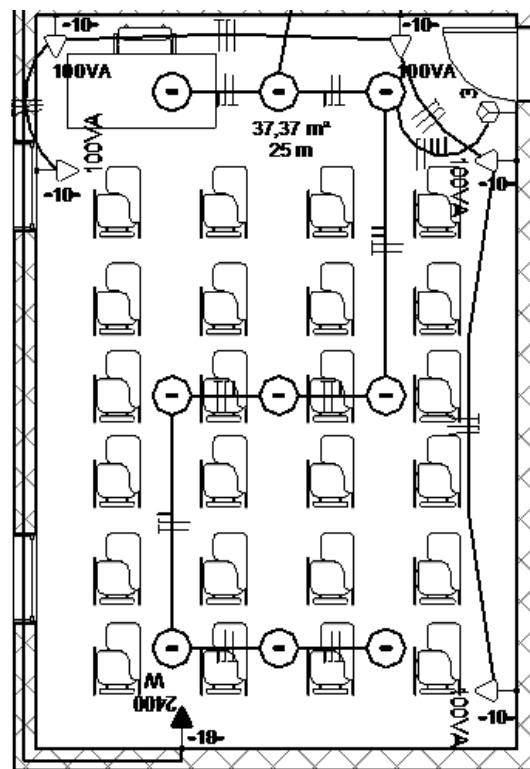


Fonte: Os Autores.

Todos os pontos de consumo (tomadas e lâmpadas) apresentados nas Figuras foram locados de acordo com as Normas NBR 5410 (ABNT, 2004), NBR 5413 (ABNT, 1992) e NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

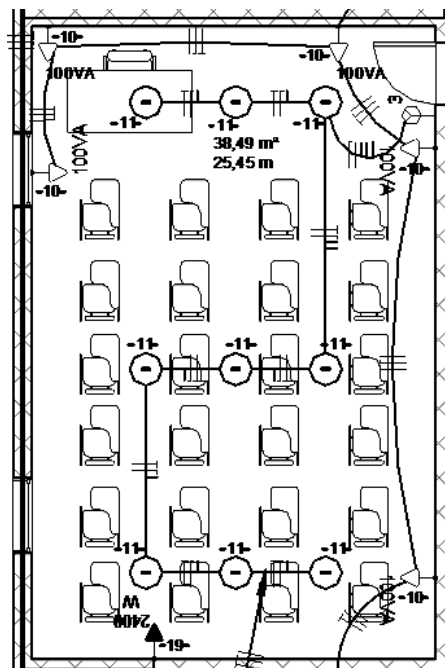
Após os pontos locados (Figura 16 a Figura 20), traça-se os eletrodutos que ligam esses pontos, lembrando que dentro dos eletrodutos irão passar os circuitos. Os caminhos dos eletrodutos foram traçados sempre visando a melhor forma de traçar esses caminhos para que seja mais econômico tanto nas perdas elétricas como na quantidade de cabos e fios. Abaixo (Figura 19 a Figura 25) é possível observar todos os ambientes da escola com os pontos já locados como apresentado no item anterior e com os eletrodutos traçados e ligando esses pontos ao quadro de disjuntores (QDLF).

Figura 19 – Circuitos Sala 1.



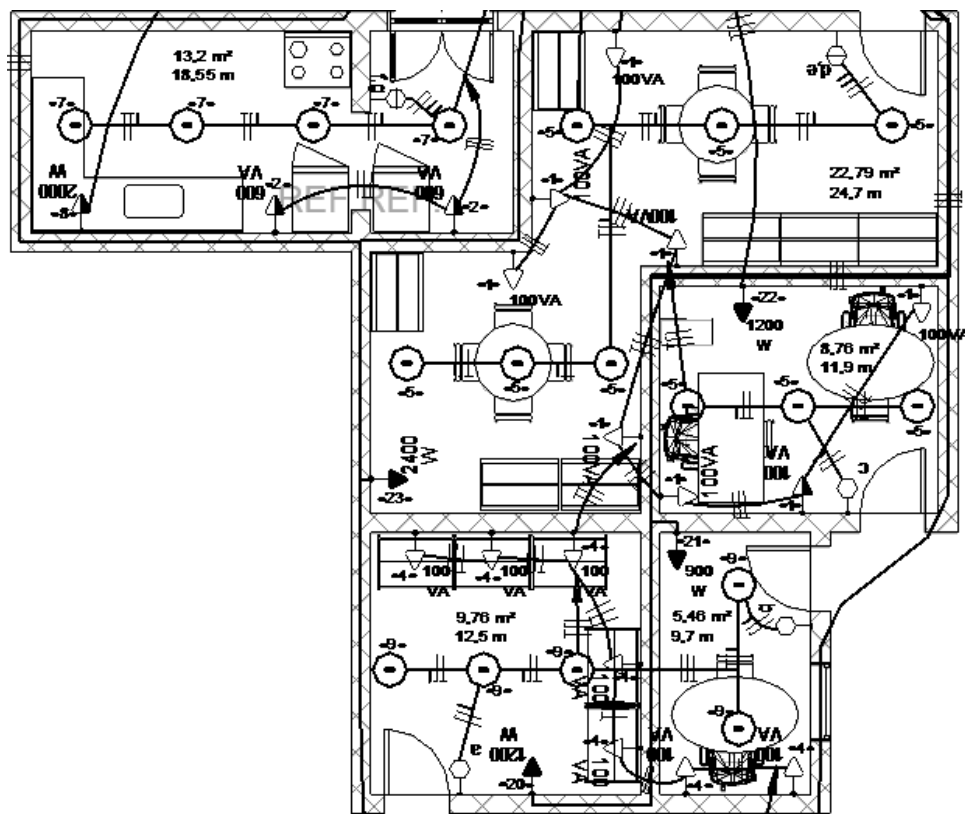
Fonte: Os Autores.

Figura 20 – Circuitos Sala 2.



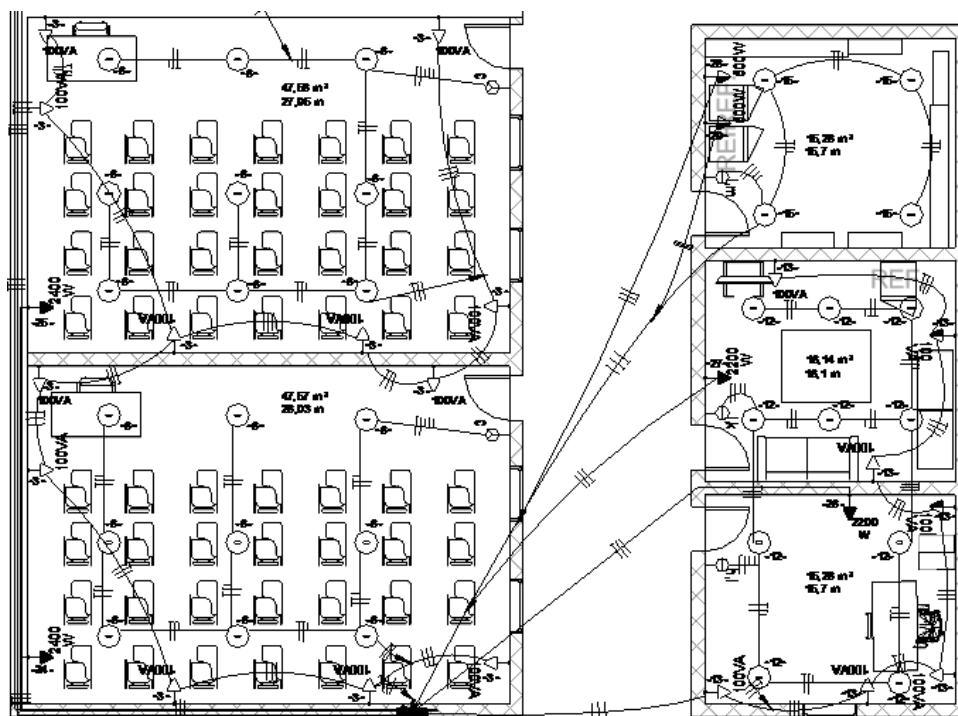
Fonte: Os Autores.

Figura 21 – Circuitos e eletrodutos.



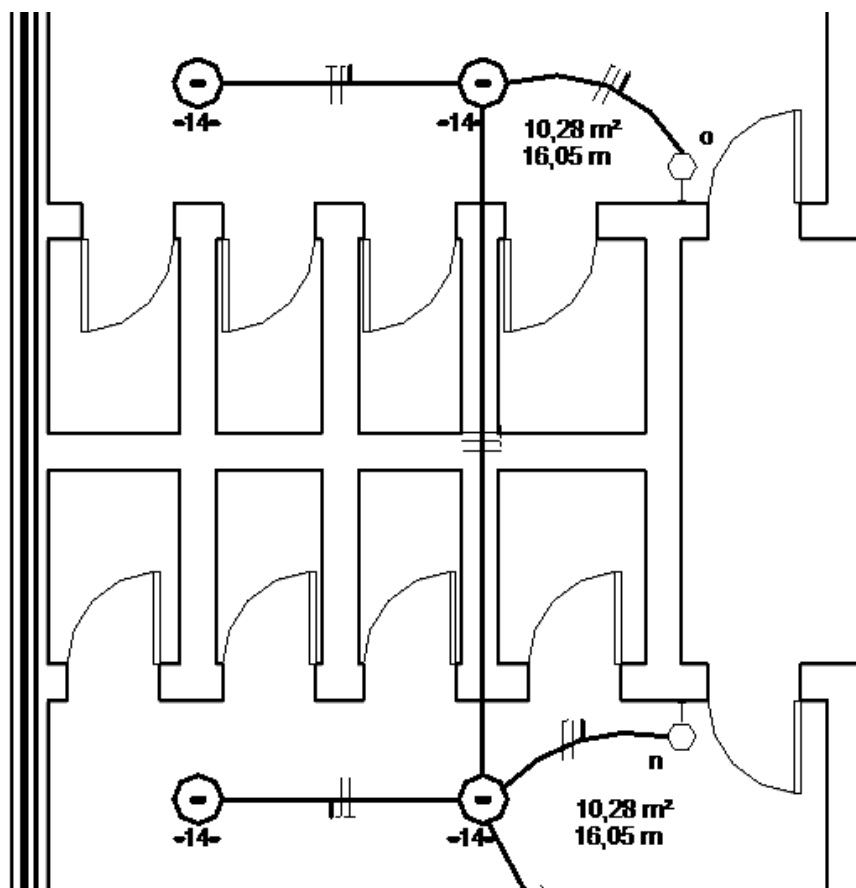
Fonte: Os Autores.

Figura 22 – Circuitos e eletrodutos.



Fonte: Os Autores.

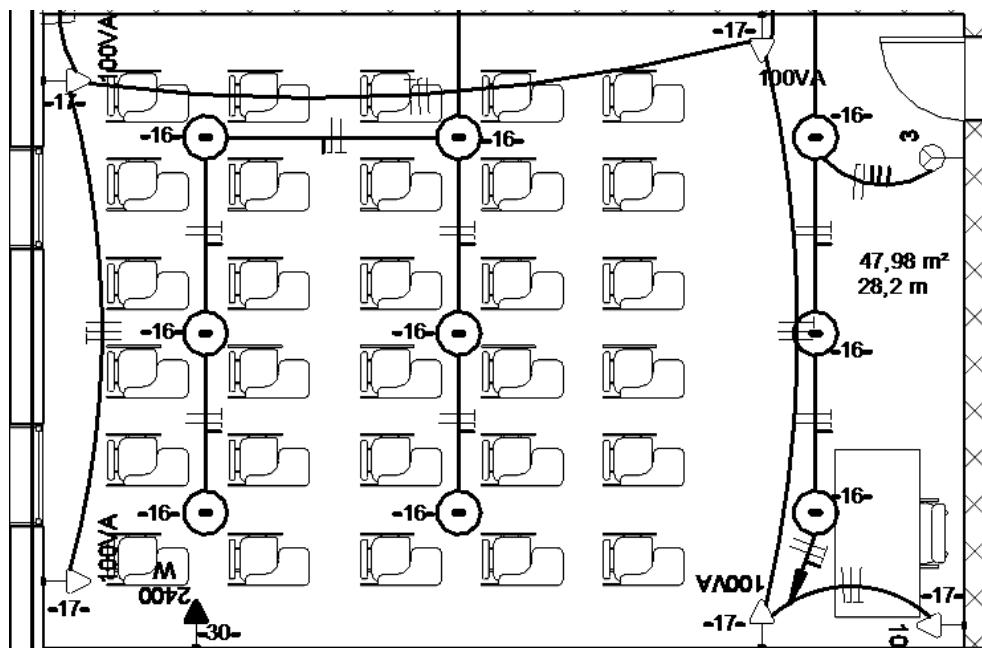
Figura 23 – Circuitos dos banheiros.



Fonte: Os Autores.

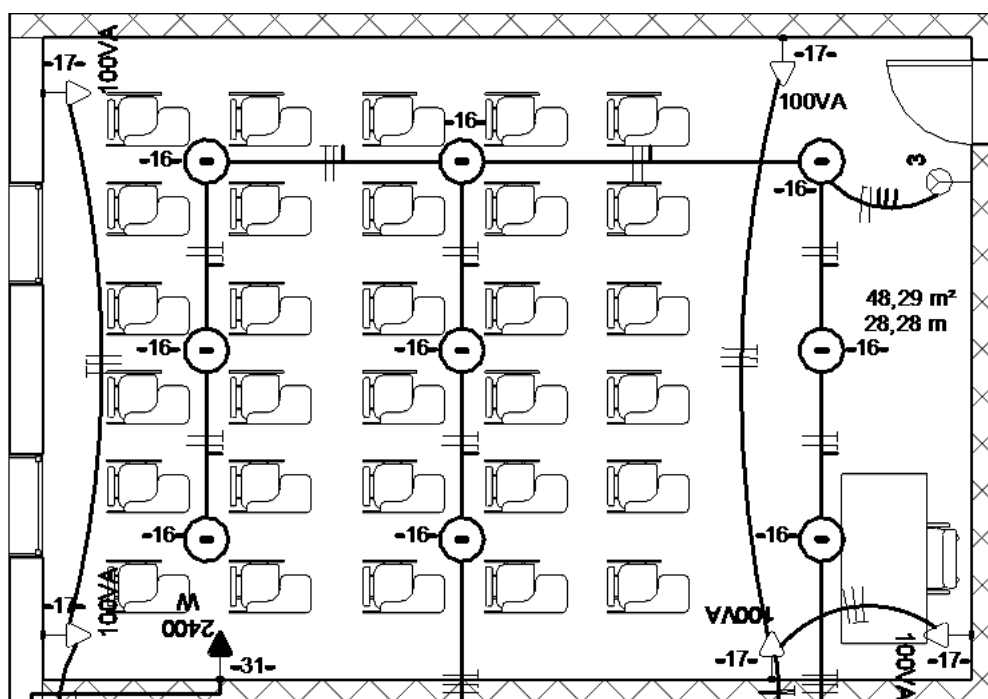


Figura 24 – Circuitos Sala 5.



Fonte: Os Autores.

Figura 25 – Circuitos Sala 6.



Fonte: Os Autores.

O próximo passo foi realizar o dimensionamento dos condutores, para isso é necessário saber a corrente existente em cada circuito. Feita a divisão de circuitos, obtivemos a potência de cada circuito, como apresentado no Quadro

2. Nesta etapa trabalha-se com duas correntes diferentes, as quais são: a corrente de projeto e a corrente corrigida. A corrente de projeto é a corrente nominal, é a razão entre a potência do circuito e a tensão de alimentação como pode ser observado na Equação 3, já a corrente corrigida é a razão entre a corrente nominal pelos fatores de correção e é essa corrente corrigida que é interessante para o dimensionamento desses condutores, a forma de encontrá-la está exposta na Equação 4. A Tabela A1 do Anexo A apresenta as correntes suportadas para diferentes tipos de instalação, considerando uma temperatura ambiente de 30°C. Essa tabela considera outros fatores que afetam a corrente (queda de tensão e capacidade de condução de corrente), logo, o único fator restante é o fator de agrupamento.

O fator de agrupamento de cada circuito depende quantidade de circuitos em um mesmo eletroduto, dessa forma, é possível qual fator de agrupamento utilizar. (Tabela A2, Anexo A). Neste projeto optou-se por apenas dois circuitos em cada eletroduto, visando menor aquecimento, redução de perdas, e uma maior duração dos fios e cabos que não sofreriam com picos de tensão e de corrente.

Com os condutores escolhidos, foi realizado o dimensionamento dos disjuntores, sempre levando em consideração a corrente máxima que a seção suporta e a corrente do circuito.

$$I_p = \frac{P}{V} \quad (3)$$

Onde:

$I_p$  = Corrente de projeto, também conhecida como corrente nominal do circuito;

$P$  = Potência nominal;

$V$  = Tensão de alimentação.

$$I_c = \frac{I_p}{FCA * FCT} \quad (4)$$

Onde:

$I_c$  = Corrente corrigida;

$I_p$  = Corrente de projeto;

$FCA$  = Fator de correção de agrupamento;

FCT = Fator de correção de temperatura.

Todos os dados e processos mencionados acima podem ser observados a seguir no Quadro 3.

Quadro 3 – Condutores e Disjuntores.

Circuito	Descrição	Potência (VA ou W)	Corrente (A)	Fator de Agrupamento	Corrente Corrigida (A)	Condutores (mm <sup>2</sup> )	DDR
1	Biblioteca/Diretoria	800	6,293212538	0,8	7,874015748	2,5	10A
2	Cozinha	1200	9,448818898	1	9,448818898	2,5	16A
3	Sala 3/Sala 4	1200	9,448818898	0,8	11,81102362	2,5	16A
4	LIED e Coordenação	700	5,511811024	0,8	6,88976378	2,5	10A
5	Biblioteca/Diretoria	580	4,566929134	0,8	5,708661417	1,5	10A
6	Sala 3/Sala 4	1160	5,272727273	0,8	6,590909091	1,5	10A
7	Cozinha	280	2,204724409	1	2,204724409	1,5	10A
8	Microondas	2000	9,090909091	1	9,090909091	2,5	10A
9	LIED e Coordenação	340	2,677165354	0,8	3,346456693	1,5	10A
10	Sala 1/Sala 2	1000	7,874015748	0,8	9,842519685	2,5	10A
11	Sala 1/Sala 2	1160	5,272727273	0,8	6,590909091	1,5	10A
12	Sala dos Prof/Secretaria	680	5,354330709	0,8	6,692913386	1,5	10A
13	Sala dos Prof/Secretaria	700	5,511811024	0,8	6,88976378	2,5	10A
14	Banheiro 1/Banheiro 2	320	2,519685039	0,8	3,149606299	1,5	10A
15	Dispensa	280	2,204724409	1	2,204724409	1,5	10A
16	Sala 5/Sala 6	1160	5,272727273	0,8	6,590909091	1,5	10A
17	Sala 5/Sala 6	1000	7,874015748	0,8	9,842519685	2,5	10A
18	Central de Ar 21000 BTU (Sala 1)	2400	10,90909091	1	10,90909091	2,5	16A
19	Central de Ar 21000 BTU (Sala 2)	2400	10,90909091	1	10,90909091	2,5	16A
20	Central de Ar 9000 BTU (LIED)	1200	5,454545455	1	5,454545455	2,5	10A
21	Central de Ar 7000 BTU (Coordenação)	900	4,090909091	1	4,090909091	2,5	10A
22	Central de Ar 9000 BTU (Diretoria)	1200	5,454545455	1	5,454545455	2,5	10A
23	Central de Ar 21000 BTU (Biblioteca)	2400	10,90909091	1	10,90909091	2,5	16A
24	Central de Ar 21000 BTU (Sala 3)	2400	10,90909091	1	10,90909091	2,5	16A
25	Central de Ar 21000 BTU (Sala 4)	2400	10,90909091	1	10,90909091	2,5	16A
26	Central de Ar 16000 BTU (Secretaria)	2200	10	1	10	2,5	16A
27	Central de Ar 16000 BTU (Sala dos Prof)	2200	10	1	10	2,5	16A
28	Freezer Dispensa	500	3,937007874	1	3,937007874	2,5	10A
29	Freezer Dispensa	500	3,937007874	1	3,937007874	2,5	10A
30	Central de Ar 21000 BTU (Sala 5)	2400	10,90909091	1	10,90909091	2,5	16A
31	Central de Ar 21000 BTU (Sala 6)	2400	10,90909091	1	10,90909091	2,5	16A

Fonte: Os Autores.

Após realizado o dimensionamento dos condutores e das proteções, o próximo passo foi dimensionar o disjuntor geral desta instalação, com base nos dados expostos no Quadro 3. Para encontrar a capacidade mínima do disjuntor geral, utilizou-se duas tabelas com fatores de correção de demanda. (Tabela A3 e A4, Anexo A). O fator de demanda é aplicado nas potências da iluminação, das TUGs e iluminação e das TUEs. Feito isso, o valor do disjuntor geral encontrado para a instalação foi de 60 A (ampères).

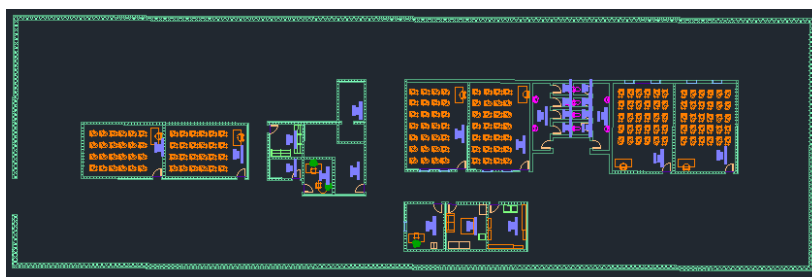
Os eletrodutos são dimensionados de maneira semelhante. O dimensionamento é realizado por trechos. Em um trecho são contados quantos condutores passam dentro do mesmo eletroduto e baseado nisso dimensionamos a seção do mesmo. Considerando que a Norma 5410 recomenda que somente 40% da seção do eletroduto esteja preenchida e visto que neste projeto o máximo utilizado é de dois circuitos agrupados, os circuitos de iluminação e de força terão eletroduto de 20 mm (milímetros). A tabela A5 do

Anexo A mostra o tamanho nominal dos eletrodutos considerando a quantidade de condutores e suas respectivas seções nominais.

## 5.2 PROJETO LUMINOTÉCNICO

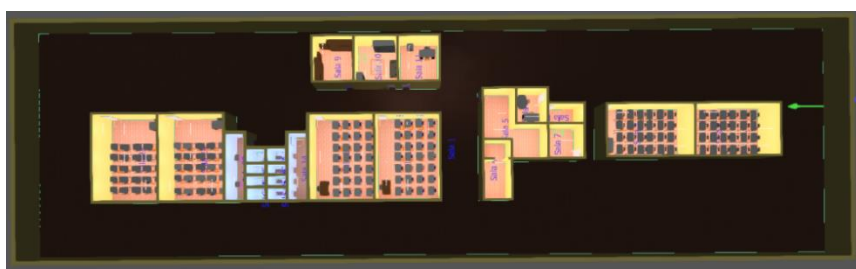
O que os profissionais como engenheiros, arquitetos, empresas de tecnologia e no caso de uma escola, os professores e alunos desejam, é que o ambiente tenha melhor qualidade para executar suas atividades, ou seja, conforto luminoso, a melhor qualidade e menor preço existente. De um modo geral o conforto luminoso se dá através da luz natural e/ou artificial produzindo respostas fisiológicas, gerando resultados em termos de quantidade e qualidade da luz. Então, o primeiro passo de um projeto luminotécnico é definir o sistema de iluminação e não o número de lâmpadas ou luminárias, ou seja, o sistema de iluminação deverá ser escolhido de acordo com o propósito das atividades do local, isto é, seja esse ambiente laborativo ou não. As Figuras 26 e 27 representam respectivamente, a planta baixa da escola e a simulação do projeto no Dialux evo.

Figura 26 – Planta baixa da escola.



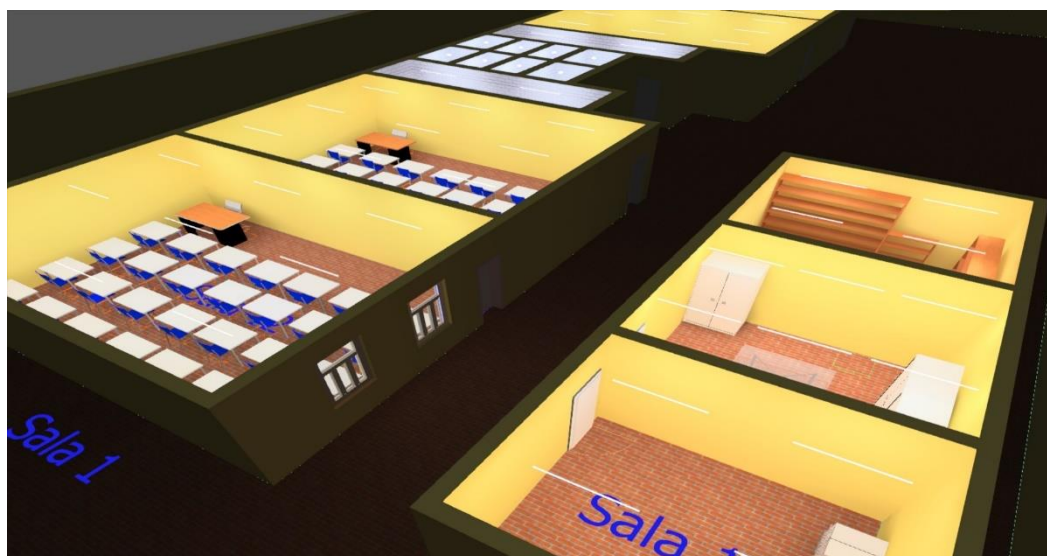
Fonte: Os Autores

Figura 27 – Vista completa da escola.



Fonte: Os Autores

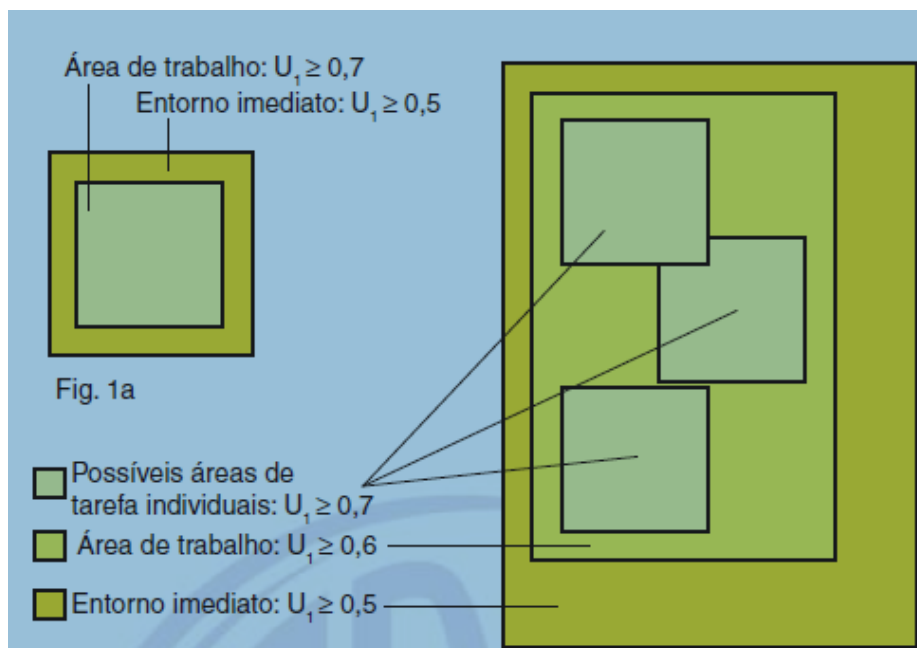
Figura 28 – Simulação de iluminação.



Fonte: Os Autores

O projeto luminotécnico em questão foi elaborado de acordo com o que é especificado na NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) onde se busca requisitos de iluminação para áreas de trabalhos internos e para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança. Então para o planejamento da iluminação está estabelecido em tabela, onde requisitos como: Iluminância mantida ( $\overline{E_m}$ , lux) que estabelece a iluminância mantida na superfície de um ambiente; Índice limite de ofuscamento unificado ( $UGR_L$ ) onde o ofuscamento se dá por sensações visuais devido a áreas brilhante dentro do campo de visão, então o  $UGR_L$  vem para limitar o ofuscamento e assim evitar erros, fadiga e acidentes por parte dos utilizadores; também foi utilizado o critério de uniformidade, esse critério estabelece uma área de trabalho iluminada mais uniformemente possível, então o fator de uniformidade na área onde serão realizadas as tarefas não deve ser menor que 0,7 e no entorno imediato dessa área, não pode ser menor do que a 0,5 como pode ser observado mais adiante na Figura 29.

Figura 29 – Área de tarefas e entorno imediato.



Fonte: NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013)

Com base na tabela do capítulo 5 da NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), que é usada para especificar a iluminação que deve ser mantida, a limitação de ofuscamento e a qualidade da cor em cada tipo de ambiente (áreas), foi elaborado o projeto luminotécnico das salas de aulas, banheiros e áreas semelhantes da escola, respeitando o que a norma exige. Para as salas de aulas e áreas semelhantes a norma estabelece que a iluminação mínima mantida seja de 500 lux. Para os banheiros, que também estão sendo tratados neste projeto, a iluminação mínima deve ser de 200 lux.

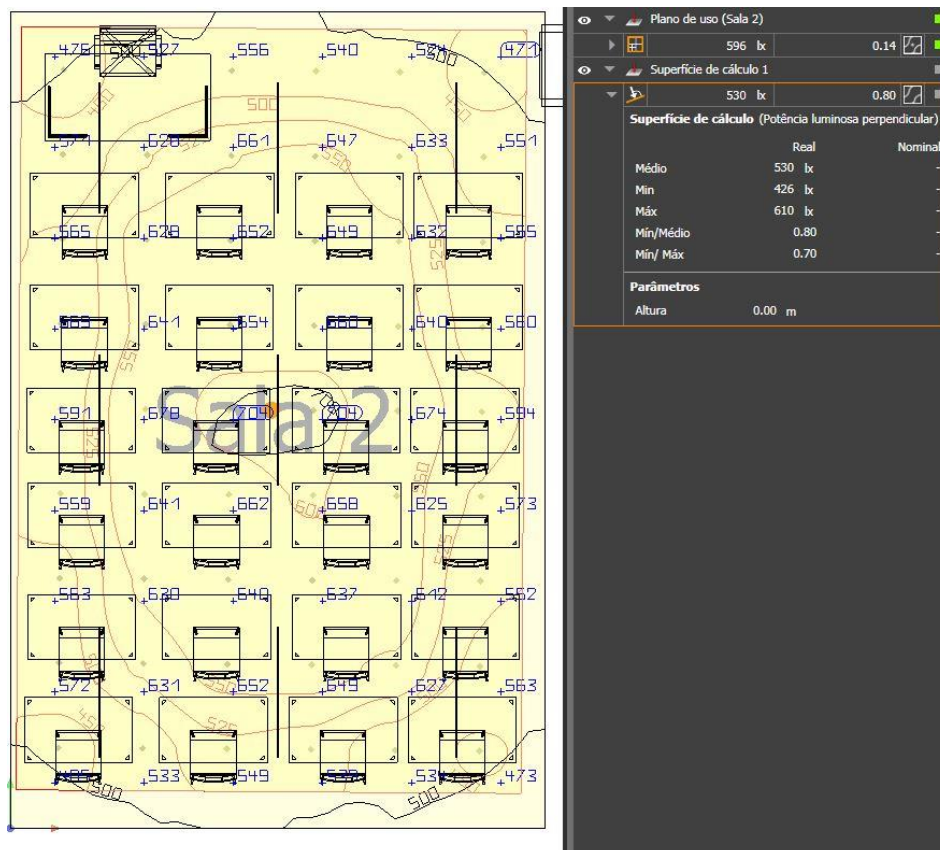
Após ser realizada a distribuição de lâmpadas nas salas de aulas, biblioteca, banheiros, secretaria e ambientes semelhantes, a etapa seguinte consistiu na adequação do projeto na NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), ou seja, atender requisitos como  $\overline{E}_m$ , lux,  $UGR_L$  e fator de uniformidade. As Figuras 31 a 34, representam a simulação feita com a lâmpada MASTER LEDtube InstantFit HF T5, uma fonte de luz LED ao formato de uma lâmpada fluorescente (Figura 30) de 26 W e fluxo luminoso de 3900 lm.

Figura 30 – Lâmpada LED.



Fonte: PHILIPS

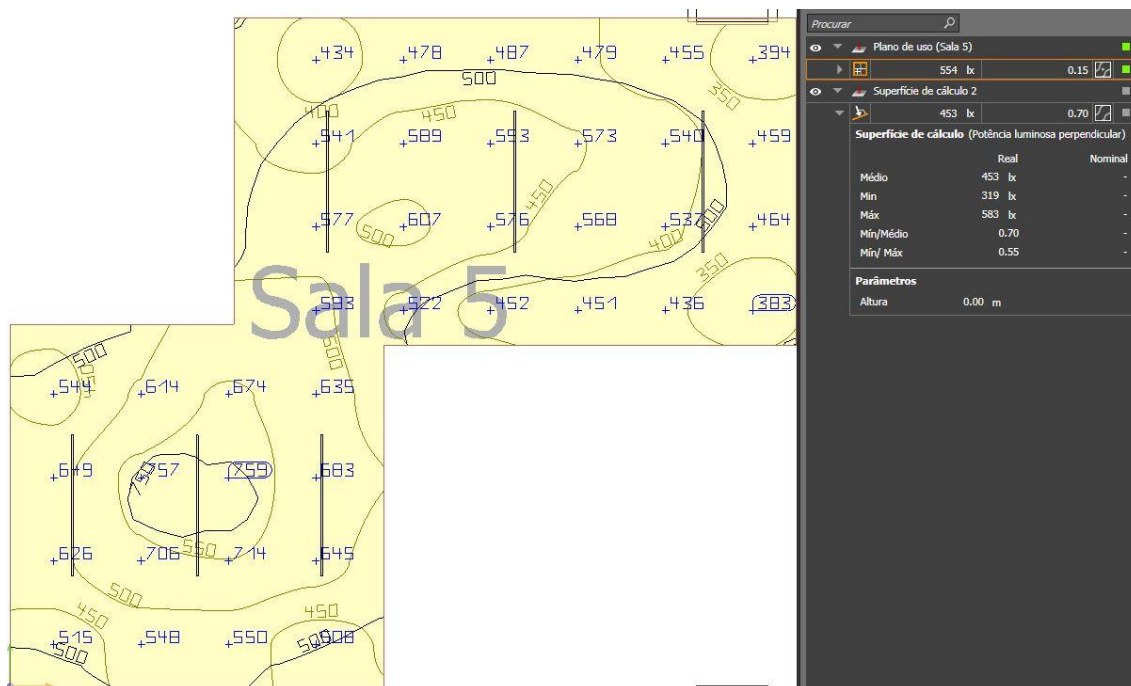
Figura 31 – Sala de aula 2.



Fonte: Os Autores

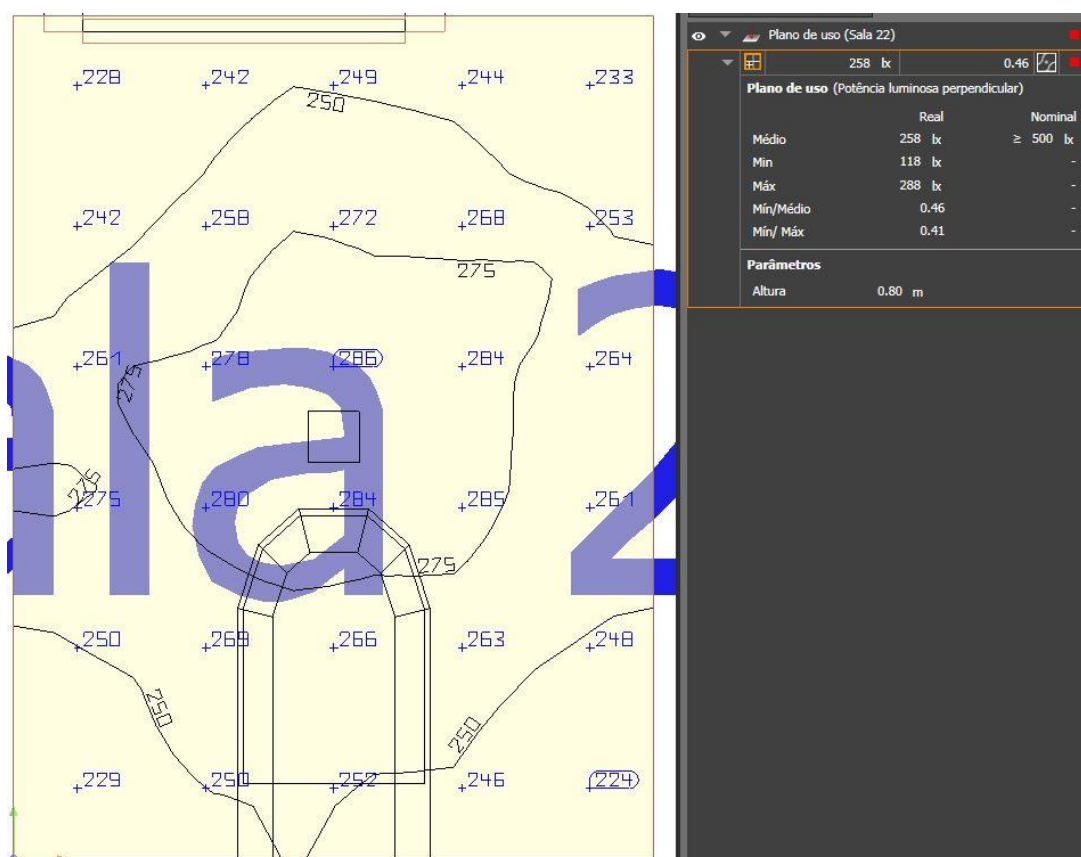


Figura 32 – Biblioteca.



Fonte: Os Autores

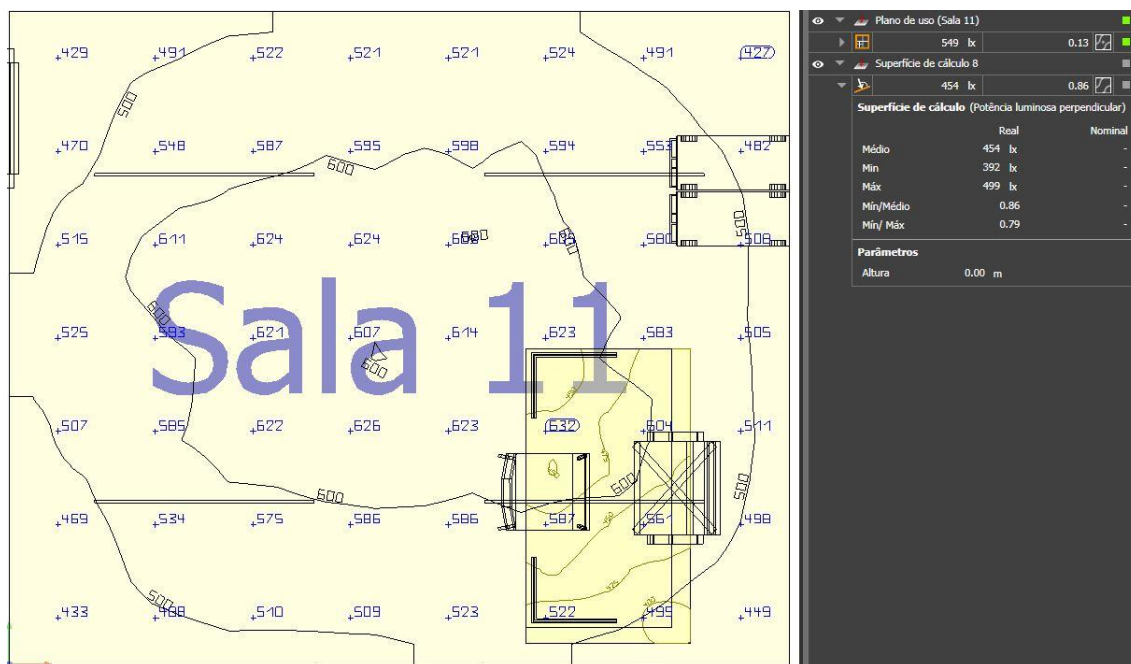
Figura 33 – Banheiro.



Fonte: Os Autores



Figura 34 – Secretaria.



Fonte: Os Autores

Nas figuras 31, 32 e 34 apresentadas acima e tratadas como área de trabalho, é possível observar que em todas elas, o mínimo de lux atingido está dentro do exposto pela norma, considerando uma média, o valor em lux é superior. Outro valor importante a ser analisado nas imagens citadas, é o fator de uniformidade, muito importante para áreas de trabalho onde são realizadas tarefas. Como já mencionado anteriormente, esse fator não pode ser menor que 0,7 nessas áreas e a partir da análise das figuras citadas, observa-se que esse valor foi atendido e até mesmo superado, garantindo perfeita iluminação para realização das atividades.

Na Figura 33, é apresentado o cálculo da iluminação para um dos banheiros da escola, sendo análogo para os outros e analisando a figura, o valor de iluminação mínima foi atendido, não havendo a necessidade de atender ao requisito do fator de uniformidade, visto que o ambiente não se caracteriza como área de trabalho. Para uma maior compreensão projeto luminotécnico completo e detalhado está anexado ao trabalho.

De maneira geral, o projeto visa a otimização das instalações, e como consequência, reduzir os custos com a energia. O projeto luminotécnico tem como função auxiliar os projetistas a propor ambientes mais confortáveis com

maior custo-benefício, isso se justifica com a escolha da lâmpada LED, visto que o benefício da LED é maior, justificando seu custo. Diante disso, foi feita uma comparação entre lâmpadas propostas pelo projeto e as lâmpadas fluorescentes existentes na instalação atual, levando em consideração que o fluxo luminoso de ambas é igual. Simulando a economia da LED em relação a fluorescente o Quadro 4 apresenta o custo de energia por mês que reflete significativamente na fatura mensal, além disso, o emprego da lâmpada LED se mostrou muito mais econômica ao fim do mês.

Quadro 4 – Comparação do consumo das duas lâmpadas.

COMPARAÇÃO ENTRE LÂMPADAS FLUORESCENTE E LED							
TIPO DE LÂMPADA	FLUXO LUMINOSO (lm)	Watts (Potência)	QUANTIDADE	DIAS ESTIMADO Uso/Mês	MÉDIA Utilização/Dia	CONSUMO (KWh/mês)	CUSTO DE ENERGIA (R\$ 0,622839 POR KWh)/Mês
FLUORESCENTE PHILIPS	3900	65	9	30	12	210,6	R\$131,17
LED PHILIPS	3900	26	9	30	12	84,24	R\$52,47

Fonte: Os Autores

## 6 ORÇAMENTO

Segundo Limmer (1996), o orçamento tem uma missão de grande importância, pois é nele que está contido a quantidade de recursos (materiais, horas trabalhadas ou recursos financeiros) capazes de conduzir um projeto ao sucesso de uma aprovação e uma empresa aos seus objetivos.

Tendo como base o projeto aqui tratado, foi realizado um orçamento da instalação elétrica e da sua implantação. O orçamento em questão considera o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) de 21,14% tomando valores para o estado do Amapá e com base em dados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). A composição do BDI é apresentada abaixo no Quadro 5 e o orçamento estão anexados ao trabalho.

Quadro 5 – Composição do BDI.

<b>OBJETO:</b>	Projeto Elétrico da Escola Estadual Prof. Helenise Walmira Dias Santos	
<b>ANEXO X- COMPOSIÇÃO DA TAXA DE BONIFICAÇÃO E DESPESAS INDIRETAS BDI PARA FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS</b>		
TAXA DE BONIFICAÇÃO E DESPESAS INDIRETAS - BDI		%
Empresa:	-	
Licitação:	-	
Data:	05/12/2019	
Objeto	Projeto Elétrico da Escola Estadual Prof. Helenise Walmira Dias Santos	
<b>AC</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO CENTRAL</b>	<b>3</b>
AC 01	Despesas Administrativas	3
AC 02	Outros	0,00
<b>L</b>	<b>LUCRO</b>	<b>5</b>
L 01	Lucro	5
<b>DF</b>	<b>DESPESAS FINANCEIRAS</b>	<b>0,59</b>
DF 01	Despesas Financeiras	0,59
<b>R</b>	<b>SEGUROS, RISCOS e GARANTIAS</b>	<b>1,77</b>
R 01	Seguros	0,40
R 02	Garantias	0,40
R 03	Riscos	0,97
<b>T</b>	<b>TRIBUTOS</b>	<b>8,65</b>
T 01	ISS	5,00
T 02	PIS	0,65
T 03	COFINS	3,00
T 04	CPRB	0
<b>FÓRMULA PARA O CÁLCULO DO BDI</b>		
$BDI (\%) = \{[(1+AC/100 + R/100) \times (1+DF/100) \times (1+L/100)] / (1-T/100) - 1\} \times 100$		
	<b>BDI(%)=</b>	<b>21,14</b>
Mapapá, dezembro de 2019		
Marcus Venicius Lau Branch e Fredson Rocha Costa		

Fonte: Os Autores

## 7 CONCLUSÕES

Após acompanhar o roteiro para a elaboração dos projetos elétrico e luminotécnico foi notada a complexidade e seu grande nível de detalhamento devido à importância de ser bem realizado.

O objetivo desse trabalho foi expor a elaboração de um projeto de energia elétrica e de iluminação para uma escola da rede pública, visando sempre a eficiência, segurança, aspectos normativos e praticidade para instalações elétricas.

Os projetos, em âmbito geral, exigem bom-senso dos projetistas, com o projeto elétrico, não poderia ser diferente. A escolha dos locais dos pontos, geralmente, não é regida por normas, cabendo ao projetista a sua distribuição.

De maneira geral, foi constatado a vasta contribuição que o engenheiro eletricitista desenvolve diariamente no campo, suas dificuldades, e, de sua importância na perfeita execução destes serviços uma vez que dele depende a responsabilidade e a qualidade dos serviços executados.

Sendo assim, tomando como norte o conceito de que teoria e prática se complementam construiu-se esta pesquisa e desenvolveu-se as práticas, das quais os resultados estão descritos nesse trabalho.

Para trabalhos futuros, uma proposta interessante é o levantamento da curva de carga da escola com o auxílio de um analisador de tensão e assim, estudar a viabilidade da implantação da Tarifa Branca nesta escola, visto que a partir da análise da curva de carga será possível aferir se o maior consumo ocorre fora do horário de ponta, ou seja, uso da energia elétrica nos períodos de menor demanda que geralmente se dá nos horários da manhã, início da tarde e madrugada, sendo assim, a escola poderia pagar muito menos pelo kWh (quilowatt-hora) devido ao seu perfil de consumo fora de ponta, diferentemente da tarifa convencional, que cobra o mesmo valor por kWh independentemente do horário.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACOPEL. **A importância da qualidade da energia elétrica e seus problemas.** Disponível em: <<http://abracopel.org/blog/a-importancia-da-qualidade-da-energia-eletrica-e-seus-problemas/>>. Acesso em: 08 de junho de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL: “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica”.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL: “Resolução Normativa Nº 414 – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica”.

ALEXANDER, C.; SADIKU, M. **Fundamentos de circuito elétricos.** Porto Alegre: Bookman, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410:2004 – Instalação elétrica de baixa tensão.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413:1992 – Iluminação de interiores – Procedimentos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14039:2003 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho.

CAPELLI, A. **Aterramento Elétrico,** 2000. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/HighProfileEngenharia/aterramento-eletrico-alexandre-capelli>>. Acesso em: 06 de junho de 2019.

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

CERVELIN, S.; CAVALIN, G. **Instalações Elétricas Prediais.** 22. ed. Curitiba: Base Livros Didáticos, 2008.

COTRIM, Ademaro. **Instalações Elétricas.** 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 14. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

GUARALDO, M. **IFC/COBRECUM alerta para a importância de dividir corretamente os circuitos elétricos da instalação.** Disponível em: <<http://www.cobrecom.com.br/ifc-cobrecom-alerta-importancia-dividir-corretamente-os-circuitos-eletricos-instalacao/>>. Acesso em: 08 de junho de 2019.

KINDERMANN, G.; CAMPAGNOLO, J, M. **Aterramento Elétrico.** 3. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1995.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. 1. ed. São Paulo: LTC, 1996.

MAMEDE, João. **Instalações Elétricas Industriais**. 9. ed. São Paulo: LTC, 2008.

NEGRISOLI, M. E. M. **Instalações Elétricas**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 1987.

NISKIER, J.; MACINTYRE, A. J. **Instalações Elétricas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. Osasco: Osram, 2000.

SILVA, M. L. **Luz, Lâmpadas e Iluminação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004.

TOKARNIA, Mariana. Apenas 4,5% das escolas têm infraestrutura completa prevista em lei. **Agência Brasil, Brasília**, 26 de jun. de 2016. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2016-06/apenas-45-das-escolas-tem-infraestrutura-completa-prevista-em-lei-diz>. Acesso em: 08 de junho de 2019

## ANEXOS

Tabela A1 – Condutores carregados e corrente suportada por seção nominal.

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(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: NBR 5410 (ABNT, 2004).

Tabela A2 – Fator de agrupamento.

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Fonte: NBR 5410 (ABNT, 2004).

Tabela A3 – Fator de demanda TUGs e Iluminação.

Potência (VA)	$g_1$
0 a 1.000	0,86
1.001 a 2.000	0,75
2.001 a 3.000	0,66
3.001 a 4.000	0,59
4.001 a 5.000	0,52
5.001 a 6.000	0,45
6.001 a 7.000	0,40
7.001 a 8.000	0,35
8.001 a 9.000	0,31
9.001 a 10.000	0,27
Acima de 10.000	0,24

Fonte: Adaptada do CT-64 do Comitê Brasileiro de Eletricidade.

Tabela A4 – Fator de demanda TUEs.

Número de Circuitos de TUE's	$g_2$	Número de Circuitos de TUE's	$g_2$
01	1,00	11	0,49
02	1,00	12	0,48
03	0,84	13	0,46
04	0,76	14	0,45
05	0,70	15	0,44
06	0,65	16	0,43
07	0,60	17	0,41
08	0,57	18-19-20	0,40
09	0,54	21-22-23	0,39
10	0,52	24 e 25	0,38

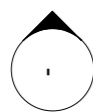
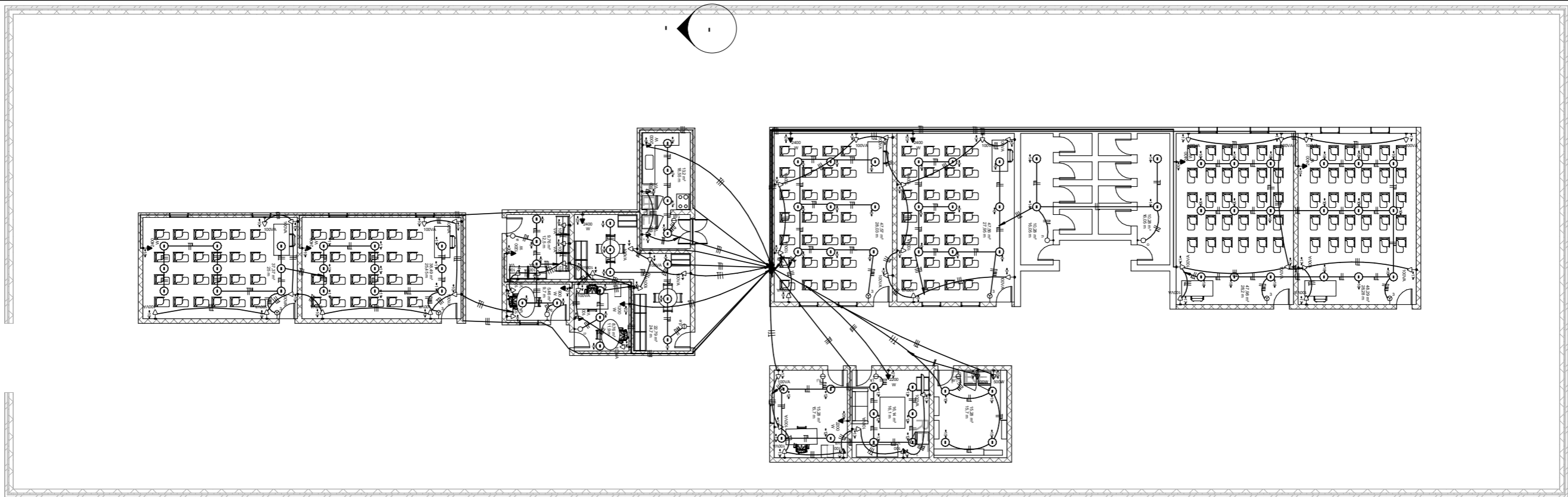
Fonte: Adaptada do CT-64 do Comitê Brasileiro de Eletricidade.



Tabela A5 – Tamanho dos eletrodutos.

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

Fonte: Adaptada da NBR 5410.



## LEGENDA

	Tomada de uso geral baixa, a 0.30m do piso acabado.
	Tomada de uso geral média, a 1.30m do piso acabado.
	Tomada de uso específico alta, a 2.00m do piso acabado.
	Interruptor de uma seção, a 1.30m do piso acabado.
	Interruptor de duas seções, a 1.30m do piso acabado.
	Interruptor de três seções, a 1.30m do piso acabado.
	Ponto de luz no teto.
	Quadro de distribuição geral embutido, a 1.50m do piso acabado.
	Fios: Fase Neutro Terra Retorno.



[www.autodesk.com/revit](http://www.autodesk.com/revit)

Número	Descrição	Data

Projeto Elétrico Escola  
Estadual Prof. Helenise  
Walmira Dias Santos

Marcus Branch e Fredson Rocha

Número do projeto	0001	A3
Data	Data de emissão	
Desenhadas por	MB e FR	Escala
Verificado por	-	



L E G E N D A	
	Fios: Fase Neutro Terra Retorno.
	Disjuntor Diferencial Residual Unipolar
	Disjuntor Diferencial Residual Bipolar
	Disjuntor Diferencial Residual Tripolar
	Medidor
	Aterramento TN-S.

Minha Empresa  
CNPJ:

**Obra**  
**Orçamento do Projeto Elétrico para a Escola Estadual Professora Helenise**  
**Walmira Dias Santos**

**Bancos**  
**SINAPI - 10/2019 - Amapá**  
**SBC - 11/2019 - Amapá**

**B.D.I.**  
**18,64%**

**Encargos Sociais**  
**Não Desonerado:**  
**Horista: 86,75%**  
**Mensalista: 47,87%**

**Planilha Orçamentária Sintética**

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total	Peso (%)
1	92000	SINAPI	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	50	24,62	29,20	1.460,00	6,25 %
2	91996	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	5	28,55	33,87	169,35	0,72 %
3	91993	SINAPI	TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	12	40,14	47,62	571,44	2,45 %
4	91997	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	2	30,00	35,59	71,18	0,30 %
5	91996	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	3	28,55	33,87	101,61	0,43 %
6	91926	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	390	3,15	3,73	1.454,70	6,23 %
7	91924	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	149	2,27	2,69	400,81	1,72 %
8	93653	SINAPI	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2016	UN	12	9,11	10,80	129,60	0,55 %
9	93660	SINAPI	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2016	UN	6	43,14	51,18	307,08	1,31 %
11	93654	SINAPI	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 16A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2016	UN	3	9,81	11,63	34,89	0,15 %
12	93661	SINAPI	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 16A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2016	UN	10	44,49	52,78	527,80	2,26 %
13	93673	SINAPI	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 60A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2016	UN	1	80,82	95,88	95,88	0,41 %
14	91833	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, PVC, DN 20 MM (1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	432	8,43	10,00	4.320,00	18,49 %

Minha Empresa  
CNPJ:

15	91853	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, PVC, DN 20 MM (1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	107	8,75	10,38	1.110,66	4,75 %
16	91967	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (3 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	6	50,32	59,69	358,14	1,53 %
17	92023	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	5	41,94	49,75	248,75	1,06 %
18	91959	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	5	36,88	43,75	218,75	0,94 %
19	74131/007	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA, PARA 40 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES, COM BARRAMENTO TRIFASICO E NEUTRO, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	911,54	1.081,45	1.081,45	4,63 %
20	97605	SINAPI	LUMINÁRIA LED TUBULAR, 26W - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2017	UN	90	73,86	87,62	7.885,80	33,75 %
21	91941	SINAPI	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" BAIXA (0,30 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	50	10,45	12,39	619,50	2,65 %
22	91940	SINAPI	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" MÉDIA (1,30 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	10	15,94	18,91	189,10	0,81 %
23	91939	SINAPI	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" ALTA (2,00 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	12	30,61	36,31	435,72	1,86 %
24	91936	SINAPI	CAIXA OCTOGONAL 4" X 4", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	100	13,26	15,73	1.573,00	6,73 %

**Total sem BDI** 19.699,31  
**Total do BDI** 3.665,90  
**Total Geral** 23.365,21

---

Marcus Venicius Lau Branch  
Outros