

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PORTFÓLIO ACADÊMICO
ANÁLISE DE PROJETOS ELÉTRICOS E SISTEMA DE ATERRAMENTO E
PROTEÇÃO DESCARGA ATMOSFÉRICA - SPDA**

**RODRIGO WESLEY KLUTCNIKAS
WASHINGTON PEREIRA**

**LAVRAS-MG
2023**

RODRIGO WESLEY KLUTCNIKAS
WASHINGTON PEREIRA

**ANÁLISE DE PROJETOS ELÉTRICOS E SISTEMA DE ATERRAMENTO E
PROTEÇÃO DESCARGA ATMOSFÉRICA - SPDA**

Portfólio Acadêmico apresentado
ao Centro Universitário de Lavras,
como parte das exigências da
disciplina Trabalho de Conclusão
de Curso, na graduação em
Engenharia Elétrica.

ORIENTADORA

Prof^a. MSc. Sofia Maria Amorim Falco Rodrigues

LAVRAS-MG
2023

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento Técnico
da Biblioteca Central do UNILAVRAS

K66p Klutcnikas, Rodrigo Wesley.
Portfólio acadêmico análise de projetos elétricos e sistema de aterramento e
proteção descarga atmosférica – spda / Rodrigo Wesley Klutcnikas, Washington
Pereira. – Lavras: Unilavras, 2023.

46f.:il.

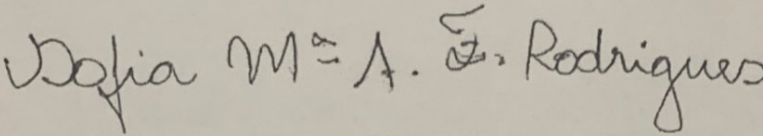
Portfólio acadêmico (Graduação em Engenharia Elétrica) – Unilavras,
Lavras, 2023.

Orientador: Prof.^a Sofia Maria Amorim Falco Rodrigues.

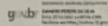
1. Análise de projetos elétricos. 2. Sistema de aterramento e proteção
descarga atmosférica - spda. I. Pereira, Washington. II. Rodrigues, Sofia Maria
Amorim Falco. (Orient.). III. Título.

Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS

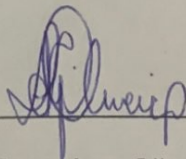
Portfólio intitulada "Análise de Projetos Elétricos e Sistema de Aterramento e Proteção de Descarga Atmosférica - SPDA", de autoria dos graduandos Rodrigo Wesley Klutcnikas e Washington Pereira, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



Profa. Sofia Maria Amorim Falco Rodrigues - UNILAVRAS (orientador)



Prof. Evandro Pereira da Silva - UNILAVRAS (Convidado)



Profa. Drª Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira – UNILAVRAS (presidente da banca)

Aprovado em 04 de novembro de 2023.

Dedico aos meus queridos pais
Nely de Lourdes Pereira
Klutcnikas e José Roberto
Klutcnikas pelo amor sempre
presente.

Rodrigo

Dedico aos meus queridos pais
Dalila Pereira e Nei Gonçalves
Pereira (*In memoriam*).

Washington

AGRADECIMENTOS

Meu Deus, obrigado pelos teus planos para minha vida, pois são sempre maiores que meus próprios sonhos.

Aos meus pais, irmã Roberta e namorada Larissa que sempre estiveram ao meu lado apoiando em todas as fases do meu crescimento.

À minha professora orientadora Sofia Maria Amorim Falco Rodrigues, pelas valiosas contribuições dadas durante todo processo.

Aos meus professores, por todo o ensinamento, paciência e dedicação, que me permitiram chegar aonde estou.

Rodrigo

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Sou grato a minha esposa Elaine e aos meus filhos Lavínia e Wallace, que nunca me recusaram amor, apoio e incentivos.

À senhora Maria Zélia Silva Leite, por ter me apoiado nessa caminhada, deixo eternos e sinceros agradecimentos.

À minha orientadora Sofia Maria Amorim Falco Rodrigues, pela sua dedicação durante o projeto. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

Washington

“Se você quiser descobrir os segredos do Universo, pense em termos de energia, frequência e vibração”
(NICOLA TESLA, 1856-1943)

LISTAS DE ABREVIATURAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Normas Brasileiras Regulamentadoras

ND – Norma de Distribuição

NR - Normas Regulamentadoras

SPDA – Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

kWh – kilo-Watt hora

LISTA DE IMAGENS OU FIGURAS

Figura 1 – Projeto Elétrico.....	12
Figura 2 –Quadros de Cargas.....	14
Figura 3 – Quadro de Dimensionamento de Circuitos.....	15
Figura 4 – Diagrama Unifilar.....	17
Figura 5 – Lista de Materiais.....	18
Figura 6 – Proposta comercial	21
Figura 7 – Projeto de aterramento	24
Figura 8 – Solda exotérmica realizada à fusão entre cabo e haste	27
Figura 9 – Projeto de SPDA	29
Figura 10 – Sistema SPDA finalizado	32

SUMÁRIO

1 Introdução	11
2 Desenvolvimento	
2.1 Desenvolvimento do Rodrigo Wesley Klutcnikas.....	12
2.2 Desenvolvimento do Washington Pereira	25
3 Autoavaliação	
3.1 Autoavaliação do Rodrigo Wesley Klutcnikas.....	34
3.2 Autoavaliação do Washington Pereira	34
4 Conclusão	35
Referências Bibliográficas	36

1 INTRODUÇÃO

O presente portfólio traz as experiências adquiridas por nós ao longo do curso de Engenharia Elétrica, as quais serão abordadas a seguir, dentro de temáticas em comum. Eu, Rodrigo Wesley Klutcnikas, realizei a experiência profissional em uma empresa do setor de desenvolvimento de projetos de Engenharia, para a elaboração de projetos elétricos. Meu objetivo principal neste trabalho foi apresentar projetos elétricos para diversos segmentos, conforme normas regulamentadoras que abordam as instalações prediais abaixo de 1000 V e que estabelecem questões específicas dos locais.

Eu, Washington Pereira, desenvolvi meu trabalho a partir do aproveitamento profissional realizado, por meu trabalho em uma empresa prestadora de serviços para projetos elétricos e manutenções de sistemas elétricos em geral. Meu objetivo principal neste trabalho foi apresentar o projeto e instalação que realizei de um sistema de proteção de descarga atmosférica (SPDA) em uma vinícola.

Os objetivos específicos, complementarmente, foram estabelecidos em comum considerando questões do desenvolvimento profissional de cada um e boas práticas de projetos. Nesse sentido, considerou-se entre estes as seguintes ações: observar a execução das atividades, desenvolver os sistemas necessários, fotografá-los, relatar e analisar todas as fases do processo de criação e execução dos projetos elétricos apresentados e correlacionar com as disciplinas estudadas no curso e com a literatura científica atual.

Ademais, compreendemos em conjunto que a relevância principal de cada trabalho foi perceber a necessidade e importância da sinergia da equipe desde o processo de criação até a execução do projeto elétrico, reconhecendo suas normas, atores e responsabilidades técnicas.

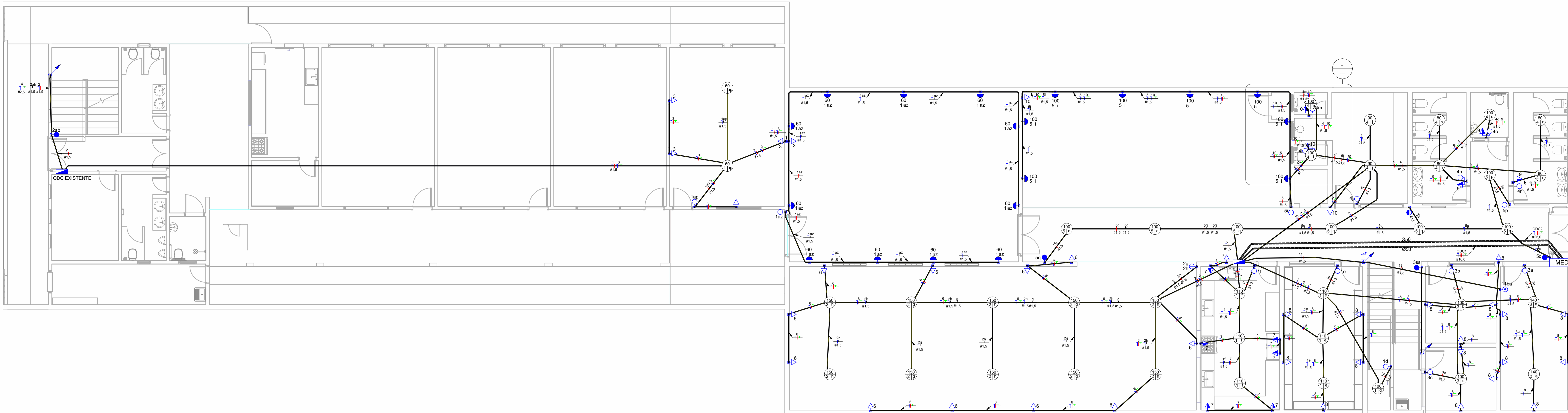
2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Desenvolvimento – Rodrigo Wesley Klutcnikas

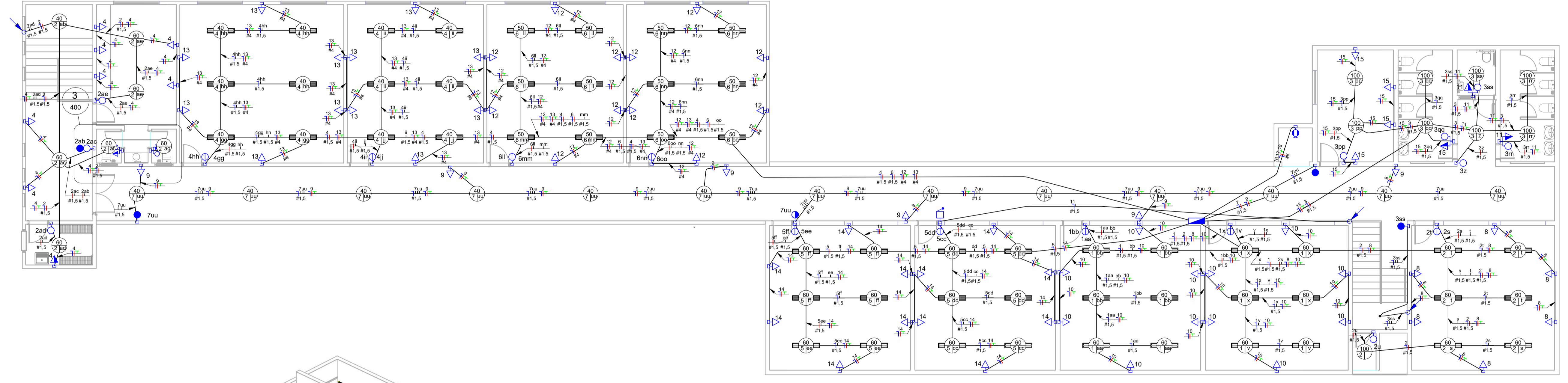
Eu, Rodrigo Wesley Klutcnikas, sou formado em Técnico de Segurança do Trabalho e Técnico de Meio Ambiente, e no ano 2018 comecei a trabalhar em uma empresa do segmento da educação, ocasião na qual visualizei pela primeira vez a possibilidade de realizar um curso superior. Após meu primeiro feedback neste trabalho, com minha coordenadora, esta falou do meu potencial e as portas que poderiam abrir após minha formação em um curso superior. Com isto fiz minha inscrição no Centro Universitário de Lavras para o Curso de Engenharia Civil e no segundo ano na graduação pedi transferência para Engenharia Elétrica, curso onde tive maior identificação.

A Vivência foi realizada em uma empresa de Engenharia, situada na cidade de Caxambu/MG. Na empresa existe uma equipe de 20 funcionários próprios, 10 colaboradores terceirizados e 02 estagiários, para o desenvolvimento de projetos elétricos para sistemas em geral. A seguir, relatarei toda vivência nesta empresa, pelo acompanhamento das atividades observadas e todos os processos.

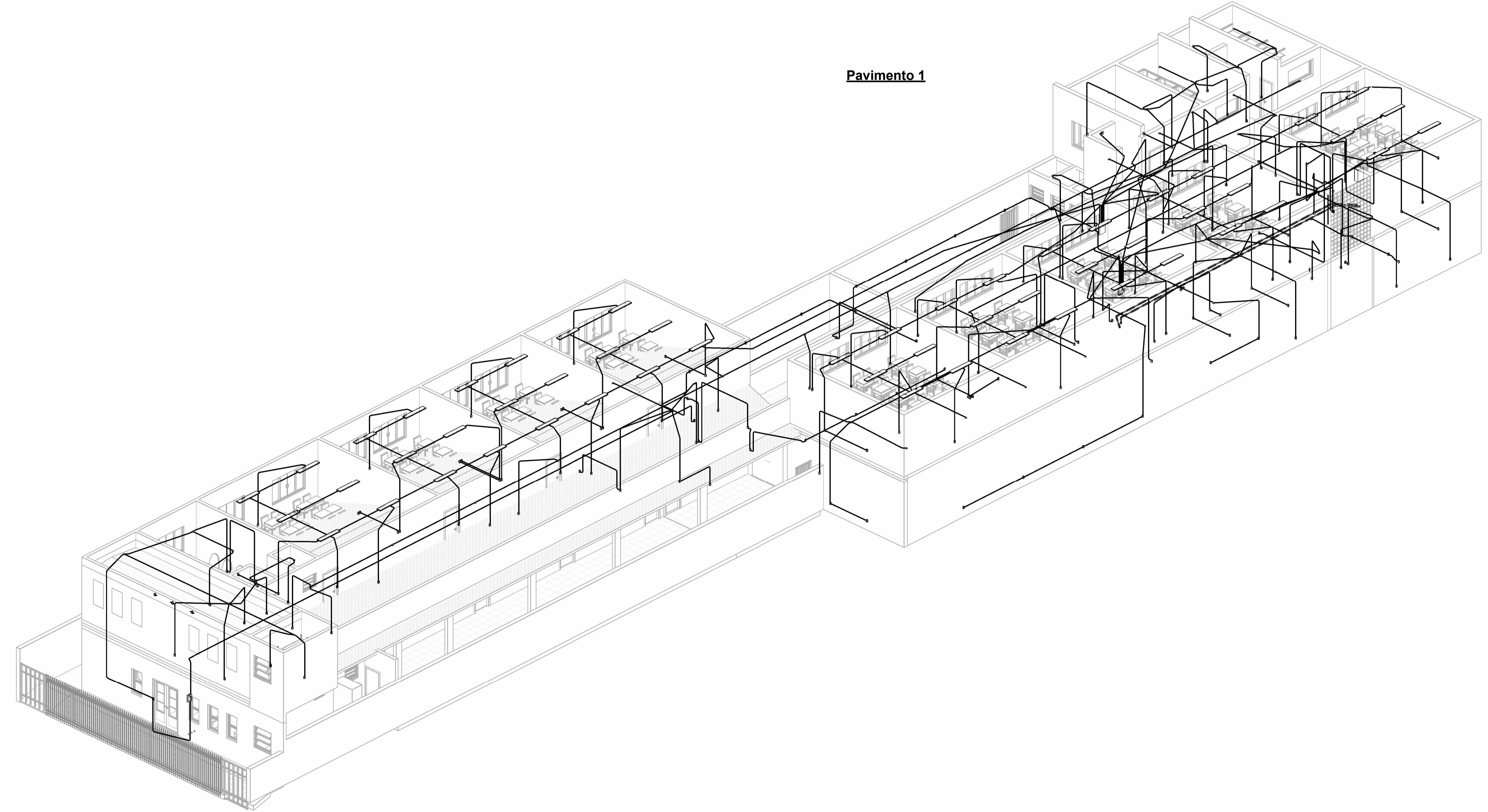
A figura 1 apresenta um projeto elétrico de planta baixa, contratada para a reforma de uma escola na cidade de São Sebastião do Rio Verde-MG, em um projeto feito com o auxílio do software Revit. Nesse primeiro momento, de previsão de carga, separamos os cômodos, calculamos a potência ideal para cada ambiente, definimos os locais de pontos de luz, tomadas de uso e potência específicas, as tomadas de uso geral e interruptores que vão compor cada ambiente de acordo com a necessidade e preferência do cliente seguindo os critérios das normas.



Pavimento Terreo



Pavimento 1



3D Projeto Elétrico

	Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 30cm do piso, embudo em caixa 4x2
	Tomada Média 2P+T, 10A, a 110cm do piso, embudo em caixa 4x2
	Tomada Alta 2P+T, 10A, a 210cm do piso, embudo em caixa 4x2
	Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 30cm do piso, embudo em caixa 4x2
	Tomada Média 2P+T, 20A, a 110cm do piso, embudo em caixa 4x2
	Tomada Alta 2P+T, 20A, a 210cm do piso, embudo em caixa 4x2
	Tomada de Piso 2P+T, 10A
	Tomada de Piso 2P+T, 20A
	Ponto de Força com placa saída de fio, a 230cm do piso acabado
	Ponto de Força com placa saída de fio, a "X" cm do piso acabado
	Interruptor simples de uma seção, embudo em caixa 4x2
	Conjunto de 2 interruptores simples, embudo em caixa 4x2
	Conjunto de 3 interruptores simples, embudo em caixa 4x2
	Interruptor paralelo (three-way), embudo em caixa 4x2
	Pushbutton
	Ponto para campainha
	Ponto de Telefone, RJ11, a 30cm do piso, embudo em caixa 4x2
	Dimmer (Variador de Luminosidade)
	Sensores de presença, embudo em caixa 4x2
	Condutores Neutros, Fase, Terra e Retorno, respectivamente
	Ponto de luz embudo no teto
	Ponto de luz na parede a 210cm do piso acabado
	Eletroduto corrugado flexível embudo no teto ou na parede
	Eletroduto de PEAD embudo no piso
	Quadro geral de luz e força embudo a 1,50 do piso acabado
	Caixa para medidor
	Caixa de passagem no piso
	Eletroduto que sobe
	Eletroduto que desce
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo

Legenda Planta Baixa

- Notas Gerais**
- 1- Eletrodutos embudados no solo serão do tipo PEAD.
 - 2- Eletrodutos embudados na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
 - 3- Os condutores não cotados serão de #2,5mm², os condutores de retorno serão de #1,5mm².
 - 4- Os eletrodutos não cotados serão de Ø25mm.
 - 5- Em todo eletroduto subterrâneo, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolamento em EPR, temperatura 90°C.
 - 6- Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolamento em PVC, temperatura 70°C.
 - 7- A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
 - 8- O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
 - 9- O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
 - 10- Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
 - 11- Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contêm dois números.
 - 12- Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o deslocamento incorreto do IDR.
 - 13- As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
 - 14- Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
 - 15- A indicação de potência nos pontos de luz são os valores calculados para dimensionamento dos circuitos conforme prescrições da NBR 5410, não necessariamente correspondem ao valor exato das lâmpadas a serem instaladas.
 - 16- Fiação: As tomadas sem indicação de potência foi considerada 100 VA.
 - 17- Todos os eletrodutos de eletricidade deverão estar afastados 0,50m das tubulações de gás.

Notas Gerais

CONTRATANTE:	
PROPRIETÁRIO/OBRA:	
DESENHO: Rodrigo Klumkian	ASSINATURA:
RT PROJETO:	DATA: 08/2023
DESCRIÇÃO: PROJETO ELÉTRICO	
ESCALA: Como indicado	DES. N. 1200.118-ELE- 407
REVISÃO: A	

No referido projeto podemos identificar algumas disciplinas estudadas ao longo da graduação. A primeira a ser citada é Desenho Técnico, pois nos foram apresentadas características como traços, retas, letreiros e papel, apresentação de croqui e desenhos com legendas, dobras, normas e escalas. Estas, em conjunto, visaram estabelecer as vistas principais, especiais, auxiliares, de projeções e de perspectivas, com cotas, símbolos, cortes, semi cortes e corte parcial. Já a disciplina de Distribuição de Energia está presente no entendimento da estrutura do sistema de distribuição de energia elétrica, contido em todos os projetos elétricos. Além disso, os conhecimentos da disciplina de Instalações Elétricas foram fundamentais, pois nesta oportunidade aprendemos como identificar questões como circuitos de corrente alternada, monofásico, bifásico e trifásico, realizar o projeto luminotécnico, estabelecer o fornecimento de energia elétrica para instalações elétricas prediais, estabelecer ligações de interruptores e de lâmpadas.

A norma regulamentadora brasileira (NBR) da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 5410 (ABNT, 2004) nos traz que as atribuições em cada circuito se dão através de cálculos realizados baseado nesta norma, a qual também apresenta regras e aplicações, garantindo a quantidade adequada que deve ser instalada em cada ambiente. Como exemplo podemos citar as áreas de serviço, copas e cozinhas, para as quais a norma nos mostra que é necessário ser colocada uma tomada a cada 3,5 m ou frações de perímetro. Já em banheiros, é necessário ao menos uma tomada. Nos outros ambientes, a quantidade de tomadas deverá respeitar o tamanho do local, sendo em áreas menores de 6m², o necessário é ao menos uma tomada, e em áreas com maior espaço, deve se colocar uma tomada a cada 5 m ou fração de perímetro.

Já a NBR 14136 (ABNT, 2002) estabelece padrões para as tomadas, para garantir a segurança e bem-estar dos usuários, trazendo modelos para utilização de plugues e das tomadas para o uso dos equipamentos. Através desta norma, as tomadas e plugues são padronizadas, pelo uso dos modelos

para 10A e 20A, trazendo a obrigatoriedade de possuir o encaixe para o pino terra, como forma de evitar acidentes de contato direto.

Carvalho Júnior (2016) traz, também conforme os critérios da NBR 5410 (ABNT, 2004) que os critérios para a quantidade dos pontos de luz, levando em consideração o tamanho do ambiente. Cada cômodo deve ter um ponto de luz no teto que esteja conectado entre si e controlado por um interruptor. Em locais com área menor ou igual a 6m^2 a potência mínima de vera ser de 100VA, em locais menos que 6m^2 , a potência fixa é de 100VA para os primeiros 6m^2 , mais potência de 60 VA a cada 4m^2

Na figura 2 encontramos dimensionamentos de circuitos, com as tabelas demonstrativas da divisão de circuitos, separados entre os de iluminação e os de tomadas, basicamente.

Conforme a NBR 5410 (ABNT, 2004) os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomadas, com a prerrogativa adicional que devem existir circuitos independentes para equipamentos com corrente superior a 10 A. Tomadas de áreas de serviço, copas, cozinhas e afins devem ter circuitos próprios para estes locais, pois caso estejam muito sobrecarregados é necessário dividir em outros circuitos. O dimensionamento dos condutores elétricos foi realizado com o uso desta mesma norma regulamentadora, a qual dita que os condutores neutros devem ter a mesma seção que os condutores fase. Já para os condutores de proteção, chamados comumente de terra, a norma traduz as seções em termos das dimensões das seções do cabo de fase. Em geral, a seção transversal do condutor de proteção não deve ser inferior a $2,5\text{mm}^2$. Também foi aplicado um fator de correção de agrupamento correspondente ao número de circuitos em cada eletroduto, aplica-se o seguinte: quanto maior o número de circuitos, menos deve ser a capacidade de transporte de corrente dos cabos e atender aos requisitos da empresa fornecedora

Painel: QDC 01.

Localização: MED Alimentação: 127/220V Trifásico (3F+N+T)

Alimentado por: Embuído

Montagem: Embuído

Notas:

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	C						
1	Iluminação	127,00	FNT	760 VA	1	760 W	5,98 A	0,7	1	8,55 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	14,86	15	1,68	760 VA								
2	Iluminação	127,00	FNT	1500 VA	1	1500 W	11,81 A	0,8	1	14,76 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	2,5	26,50	27	3,58	1500 VA								
3	Iluminação	127,00	FNT	480 VA	1	480 W	3,78 A	0,7	1	5,40 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	21,18	21	1,48	800 VA		480 VA						
4	Iluminação	127,00	FNT	800 VA	1	800 W	6,30 A	0,7	1	9,00 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	22,76	23	2,71	800 VA								
5	Iluminação	127,00	FNT	1500 VA	1	1500 W	11,81 A	1	1	11,81 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	2,5	18,06	20	2,65	1500 VA								
6	TUGs	127,00	FNT	1100 VA	0,92	1012 W	8,66 A	0,8	1	10,83 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	29,65	30	2,91	1700 VA		1100 VA						
7	TUGs	127,00	FNT	1700 VA	0,92	1564 W	13,39 A	0,8	1	16,73 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	12,39	13	1,95	1700 VA								
8	TUGs	127,00	FNT	1700 VA	0,92	1564 W	13,39 A	0,7	1	19,12 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	24,90	25	3,75	1700 VA								
9	TUGs	127,00	FNT	1800 VA	0,92	1656 W	14,17 A	0,8	1	17,72 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	20,96	21	3,34	1800 VA								
10	TUGs	127,00	FNT	1400 VA	0,92	1288 W	11,02 A	0,7	1	15,75 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	22,14	23	2,84	1400 VA								
11	Sirene	127,00	FNT	10 VA	1	10 W	0,08 A	1	1	0,08 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	19,15	20	0,03		10 VA							
12	Reserva	--	FNT	1000 VA	--	--	--	--	--	--	20,00 A	--	--	--	--	--	--			1000 VA						
13	Reserva	--	FNT	1000 VA	--	--	--	--	--	--	20,00 A	--	--	--	--	--	--			1000 VA						
14	Reserva	--	FNT	1000 VA	--	--	--	--	--	--	20,00 A	--	--	--	--	--	--			1000 VA						
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										
																		Totais:	5547 VA	5614 VA	4301 VA					

Legenda:
 FP: Fator de Potência
 FCA: Fator de Correção por Agrupamento
 FCT: Fator de Correção por Temperatura
 Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
 In: Corrente Nominal do Disjuntor (A)
 Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel
Sirene	12494 VA	1,00	10 VA	Potência Instalada: 15432 VA
Iluminação+TUGs	12494 VA	0,50	6247 VA	Potência Demandada: 9187 VA
Reposição	3000 VA	1,00	3000 VA	Corrente Total Demandada: 24,13 A
				Corrente Total Demandada: 24,13 A

Notas:

Painel: QDC 02

Localização: MED Alimentação: 127/220V Trifásico (3F+N+T)

Alimentado por: Embuído

Montagem: Embuído

Notas:

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	C						
1	Iluminação	127,00	FNT	720 VA	1	720 W	5,67 A	0,65	1	8,72 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	13,17	15	1,59	720 VA								
2	Iluminação	127,00	FNT	460 VA	1	460 W	3,62 A	0,65	1	5,57 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	22,53	21	1,42		460 VA	800 VA						
3	Iluminação	127,00	FNT	800 VA	1	800 W	6,30 A	0,8	1	7,87 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	23,72	22	2,59									
4	Iluminação	127,00	FNT	480 VA	1	480 W	3,78 A	0,65	1	5,81 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	54,26	55	3,88	480 VA								
5	Iluminação	127,00	FNT	720 VA	1	720 W	5,67 A	0,8	1	7,09 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	25,57	38	4,03		720 VA	600 VA						
6	Iluminação	127,00	FNT	800 VA	1	800 W	6,30 A	0,65	1	7,27 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	41,03	43	3,80			600 VA						
7	Iluminação	127,00	FNT	520 VA	1	520 W	4,09 A	0,8	1	5,12 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	50,77	51	3,90	520 VA								
8	TUGs	127,00	FNT	600 VA	0,92	552 W	4,72 A	0,65	1	7,27 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	25,43	26	1,38		600 VA							
9	TUGs	127,00	FNT	600 VA	0,92	552 W	4,72 A	0,8	1	5,91 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	54,13	60	3,18			600 VA						
10	TUGs	127,00	FNT	1200 VA	0,92	1104 W	9,45 A	0,65	1	14,54 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	16,33	16	1,91	1200 VA								
11	TUGs	127,00	FNT	1200 VA	0,92	1104 W	9,45 A	0,8	1	11,81 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	22,14	20	2,12	1200 VA		1200 VA						
12	TUGs	127,00	FNT	1200 VA	0,92	1104 W	9,45 A	0,65	1	14,54 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	4	43,69	46	3,05			1200 VA						
13	TUGs	127,00	FNT	1200 VA	0,92	1104 W	9,45 A	0,65	1	14,54 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	4	57,22	58	3,84			1200 VA						
14	TUGs	127,00	FNT	1200 VA	0,92	1104 W	9,45 A	0,8	1	11,81 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	28,47	30	3,18			1200 VA						
15	TUGs	127,00	FNT	1000 VA	0,92	920 W	7,87 A	0,8	1	9,84 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	19,20	20	1,77			1000 VA						
16																										
17	Motor	220,00	FFFT	8120 VA	0,85	6902 W	21,31 A	0,85	1	25,07 A	40,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	3-#6,0(41A), 1-#6,0	6	11,33	10	0,57	2707 VA		2707 VA						
18																										
19																										
20																										
																		Totais:	6663 VA	6761 VA	6765 VA					

Legenda:
 FP: Fator de Potência
 FCA: Fator de Correção por Agrupamento
 FCT: Fator de Correção por Temperatura
 Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
 In: Corrente Nominal do Disjuntor (A)
 Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel
Motor	8120 VA	1,00	8120 VA	Potência Instalada: 20187 VA
Iluminação+TUGs	12272 VA	0,50	6136 VA	Potência Demandada: 14110 VA
				Corrente Total Demandada: 52,98 A
				Corrente Total Demandada: 37,03 A

Notas:

Painel: QDC - Existente

Localização: MED Alimentação: 127/220V Trifásico (3F+N+T)

Alimentado por: Embuído

Montagem: Embuído

Notas:

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B						
1	Iluminação	127,00	FNT	780 VA	1	780 W	6,14 A	0,8	1	7,68 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	2,5	49,05	50	3,44	780 VA							
2	Iluminação	127,00	FNT	400 VA	1	400 W	3,15 A	0,8	1	3,94 A	10,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1,5	14,73	15	0,88			400 VA					
3	TUGs	127,00	FNT	500 VA	0,92	460 W	3,94 A	0,8	1	4,92 A	16,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	38,91	40	1,77	500 VA							
4	TUGs	127,00	FNT	2000 VA	0,92	1840 W	15,79 A	0,8	1	19,69 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	18,36	19	3,35			2000 VA					
5	Circuito Existente	127,00	FNT	1200 VA	1	1200 W	9,45 A	1	1	9,45 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	5,99	0,00	0,00	1200 VA							
6	Circuito Existente	127,00	FNT	1200 VA	1	1200 W	9,45 A	1	1	9,45 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	5,84	0,00	0,00	1200 VA							
7	Circuito Existente	127,00	FNT	1200 VA	1	1200 W	9,45 A	1	1	9,45 A	20,00 A	[Cu]PVC/750V/70°-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	5,85	0,00	0,00	1200 VA							
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
																		Totais:	3645 VA	3528 VA					

Legenda:
 FP: Fator de Potência
 FCA: Fator de Correção por Agrupamento
 FCT: Fator de Correção por Temperatura
 Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
 In: Corrente Nominal do Disjuntor (A)
 Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	F
---------------	-------------------------	---

Nesta fase, de estudo de dimensionamento, temos a necessidade de conhecimento de disciplinas como Instalações Elétricas, na qual aprendemos sobre o dimensionamento de cabos e eletrodutos, para alimentação dos circuitos elétricos. Na disciplina de Distribuição de Energia, presente nas análises de carga de redes de distribuição apresentando correntes contínuas monofásica, bifásica e trifásica. Já para a apresentação do projeto, utilizamos a disciplina de Desenho Técnico, apresentando o desenho em escalas e cortes, para atender a linguagem técnica e formal.

Conforme relata Lima Filho (2011), diversas concessionárias de energia apresentam procedimentos específicos para a realização do cálculo das demandas de instalações elétricas prediais, que estão situadas em áreas de fornecimento. De acordo com as normas da concessionária CEMIG, a distribuição apresenta limites de queda de tensão, do transformador até o ponto de entrega, o limite é de 2% de queda de tensão. Do ponto de entrega até o quadro de distribuição principal, o limite é 1%, e do quadro de distribuição até o ponto de iluminação tomada de uso geral (TUG) e tomada de uso específico (TUE), o limite é de 4%.

Gebran e Rizzato (2017) apresentam que é necessário seguir alguns critérios para o dimensionamento dos condutores e suas instalações, cada condutor e sua forma de instalação deve seguir as regras contidas nas normas NBR 5410 (ABNT, 2004). De acordo com cada método de instalação, com condutores aparentes ou embutidos, dentro de canaletas, eletrodutos, ou aéreos, cada instalação tem sua particularidade e seus devidos critérios de dimensionamentos que devem ser rigorosamente seguidos.

Segundo Menezes (2021), é de suma importância sabermos todas as características dos condutores, como os tipos disponíveis e os tipos de isolamento. Na prática, há dois exemplos de condutores e isolamento, a PVC 450/750V 70°C e a EPR ou XLPE 0,6/1kV 90°C. Para isolamento PVC a temperatura limite que o condutor suporta é 70°C, tendo a temperatura de referência do ambiente como 30°C exposto ao ar e 20°C enterrado ao solo. Já para o EPR, a temperatura máxima no condutor é de 90°C considerando as mesmas referências ao ar livre e no solo.

Na figura 3, podemos identificar o quadro de distribuição, no qual é feita a distribuição de toda instalação elétrica em cada obra e/ou projeto. Neste ponto, é extremamente necessário que constem os dispositivos de controle de proteção dos circuitos, sendo eles: chaves com fusíveis, disjuntores termomagnéticos ou disjuntores diferenciais residuais. Os condutores que vem do medidor são recebidos, e dele, após passarem pelas proteções, seguem para alimentar os circuitos de tomadas, iluminação e toda instalação elétrica.

Nesta etapa do projeto podemos identificar a disciplina de Desenho Técnico, com o conhecimento desta disciplina conseguimos apresentar o desenho nas suas respectivas escalas e legendas para que esta instalação física torne mais fidedigna. Com a disciplina de Distribuição de Energia Elétrica obtivemos o conhecimento de redes de distribuição secundária para o correto dimensionamento do circuito, especialmente o sistema de entrada. Há, ainda, conhecimentos da disciplina de Instalações Elétricas, com o conhecimento para o cálculo correto, nesta fase, para estabelecer a proteção do circuito elétrico.

De acordo com NBR 5410 (ABNT, 2004), o quadro de distribuição ou quadro de luz, como também é popularmente conhecido, deve estar localizado em locais de fácil acesso, com grau de proteção adequado mediante também a classificação das influências externas. Conforme consta na norma NBR 5410 (ABNT, 2004) e na obra de Roberto Júnior (2016), além do quadro de distribuição precisar estar em locais de fácil acesso e as devidas proteções, este também deve possuir identificação na sua parte externa, para apresentação clara de cada um dos componentes, a fim de evitar riscos de acidentes ou até mesmo de qualquer tipo de confusão durante atividades de manuseio ou manutenção. Além disso, em instalações residenciais e análogas, os quadros de distribuição devem conter advertências, que serão mais bem descritas a seguir.

1

2

3

4

5

6

A

A

B

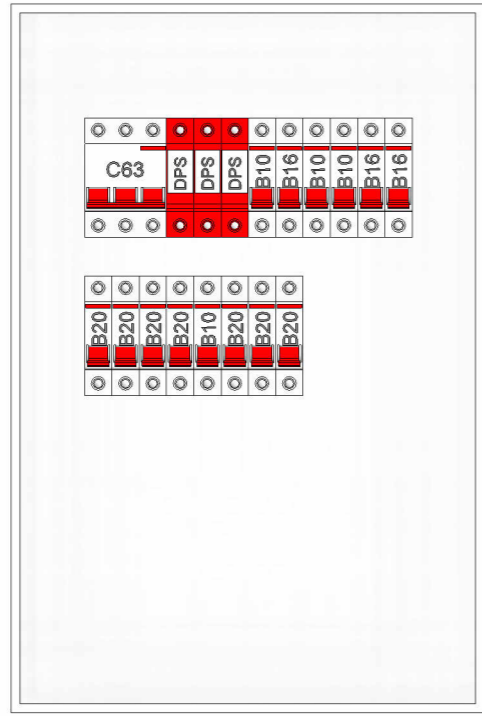
C

D

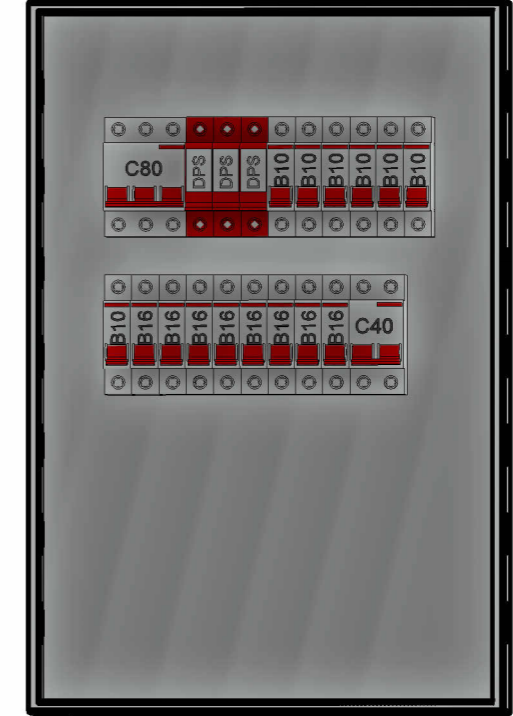
DATA	DESCRICAO
08/23	EMISSÃO INICIAL
A	B
C	D
REVISAO	

ESTE DESENHO E DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DE CESAR COMERCIO E SERVICOS E OU DO RESPONSAVEL TECNICO E NAO PODERA SER UTILIZADO OU REPRODUZIDO SEM SUA AUTORIZACAO.

A3 D



QDC-01



QDC-02

PROPRIETÁRIO/OBRA:	
DESENHO: Rodrigo Klutcnikas	ASSINATURA:
RT.PROJETO:	DATA: 08/2023
DESCRIÇÃO: QDC - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS	
ESCALA:	DES. N° 1200.118-ELE- 408
REVISÃO A	

1

2

3

4

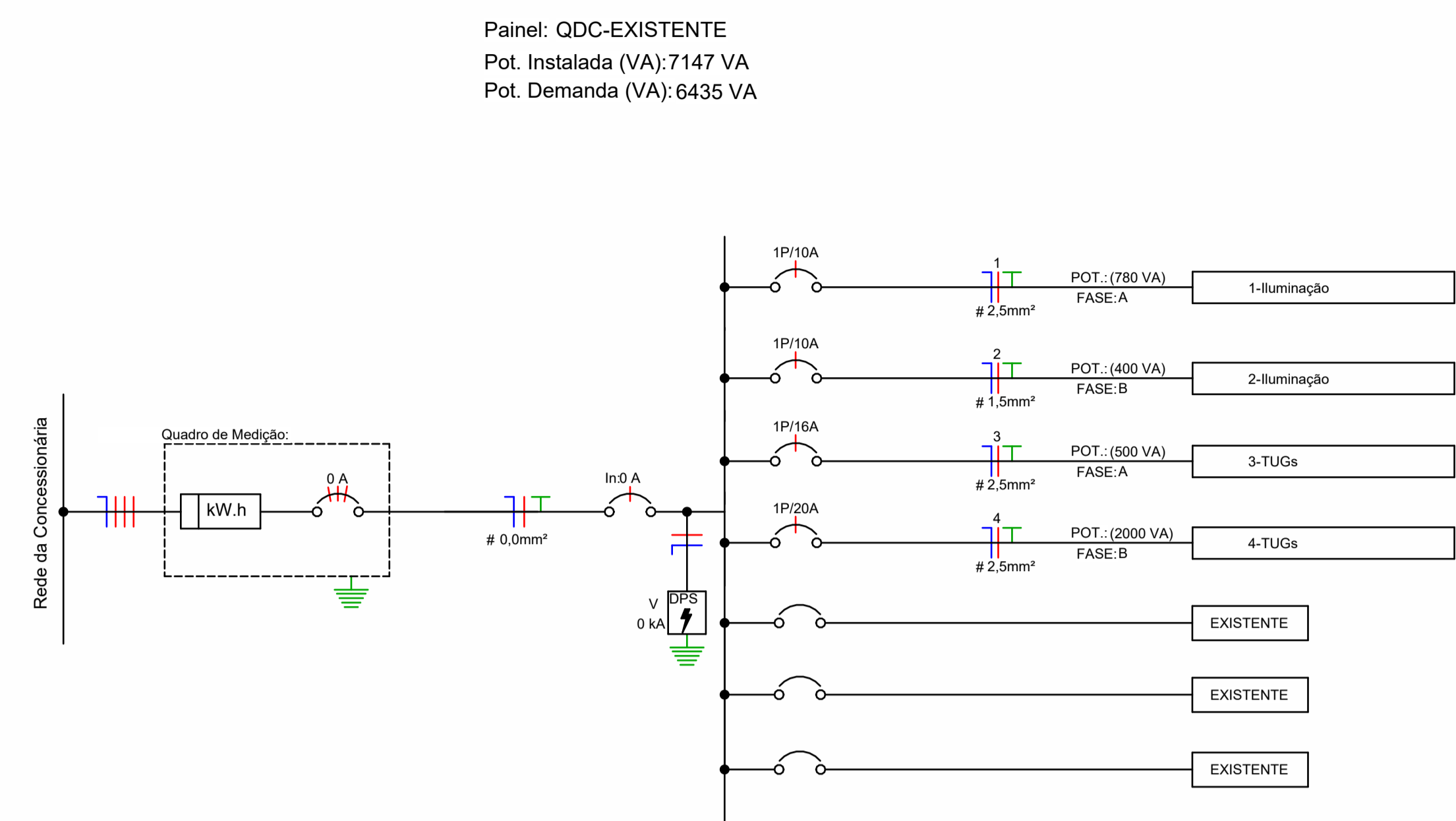
5

6

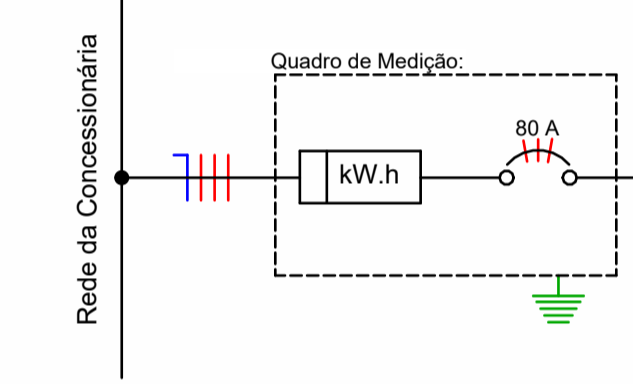
Segundo Nery (2018), todo quadro de distribuição residencial precisa possuir um quadro de advertência, salientando a importância da atenção nas seções dos condutores e seus disjuntores, acerca da ocorrência de choques elétricos, e o uso adequado dos dispositivos de proteção, com os seguintes, se um disjuntor ou fusível desarmar e desabilitar um circuito ou todo o sistema, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Os disparos frequentes são geralmente considerados um sinal de sobrecarga. Com isto em mente, o melhor conselho é nunca substituir interruptores automáticos ou fusíveis por interruptores automáticos de maior corrente, simplesmente sem uma análise completa primeiro. Como regra geral, para substituir um disjuntor ou fusível por um disjuntor ou fusível de corrente superior, deve-se primeiro substituir os fios e cabos elétricos por outros de seção transversal (seção) superior,

Complementarmente, em termos da composição destas instalações tem-se que, de acordo com Domingos Filho (2011) os circuitos terminais têm sua origem, comando e proteção nos quadros. Os componentes da placa são: interruptor principal; barramento de conexão de fase; interruptor de limite; barramento neutro e protetor. Todos os quadros elétricos deverão estar equipados com interruptor geral; um trilho de segurança que deve ser conectado eletricamente à caixa de distribuição; Disjuntores terminais, que recebem a fase da chave principal e a distribuem aos circuitos terminais, e barramentos neutros, que conectam os condutores neutros dos circuitos terminais ao condutor neutro do circuito de distribuição e devem ser isolados da caixa de distribuição. A estrutura do gabinete, por sua vez, deve ser composta por material metálico, placa de suporte dos componentes, isoladores, cobertura e tampa, e o chassi deve ter sempre uma reserva de capacidade que possa permitir novas instalações de circuitos ou dispositivos de aparência natural. ao longo do tempo.

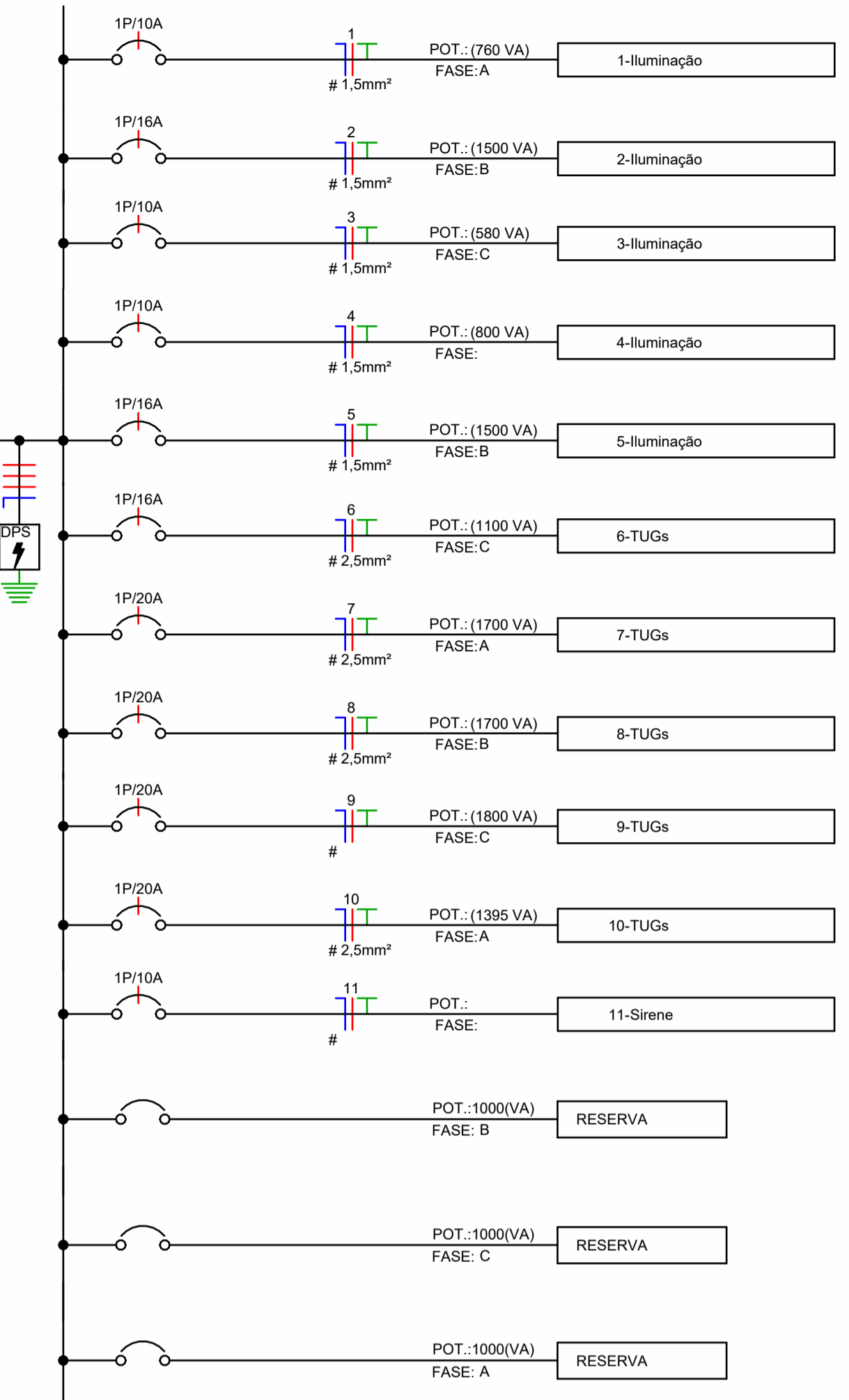
Nesta Figura 4 podemos analisar o diagrama unifilar da instalação desenvolvida. Dentro de um projeto elétrico, os diagramas unifilar ou multifilar são desenhos esquematizados para representar questões como todos os quadros de distribuição.



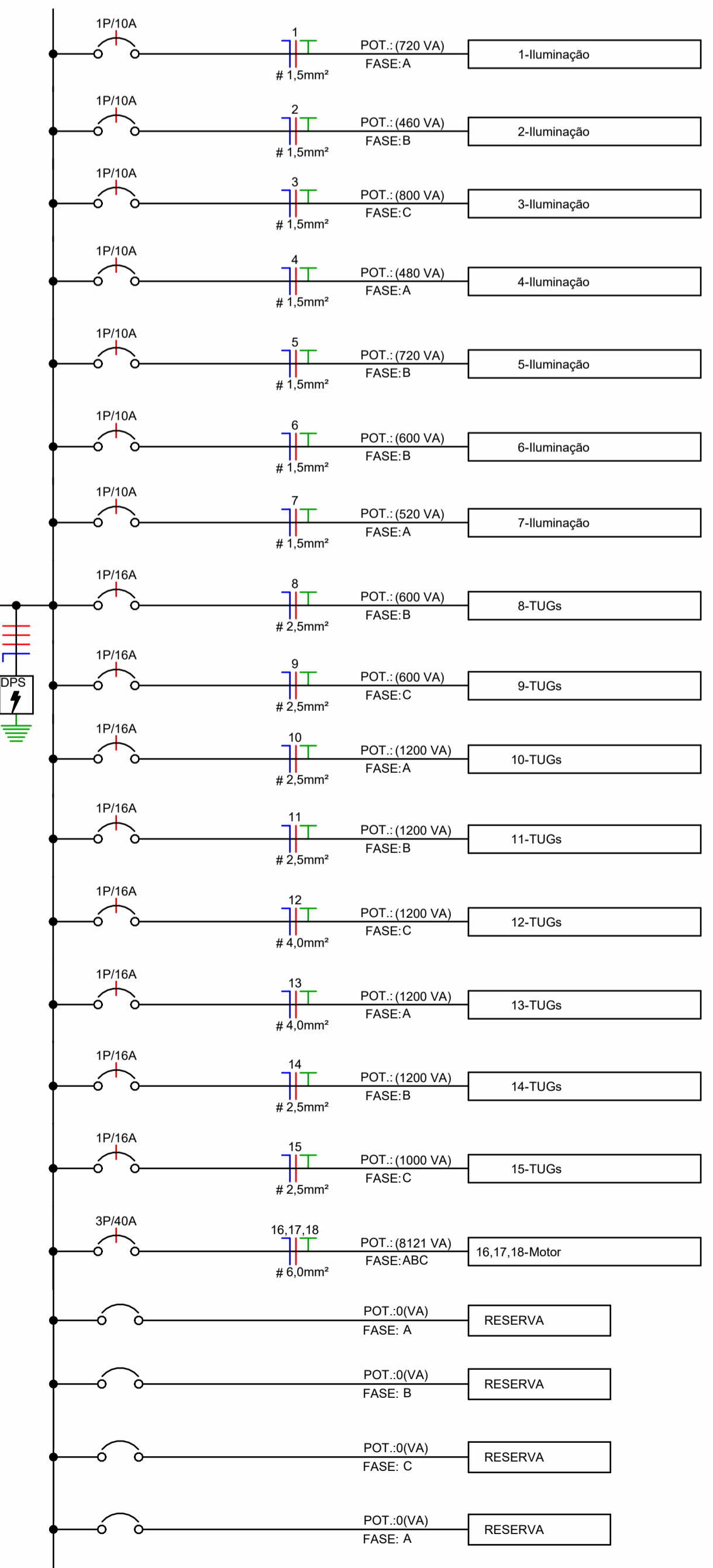
Painel: QDC-EXISTENTE
 Pot. Instalada (VA): 7147 VA
 Pot. Demanda (VA): 6435 VA



Painel: QDC 01
 Pot. Instalada (VA): 15530 VA
 Pot. Demanda (VA): 9246 VA



Painel: QDC 02
 Pot. Instalada (VA): 20187 VA
 Pot. Demanda (VA): 14110 VA



LEGENDA DIAGRAMAS UNIFILARES

	Disjuntor Termomagnético Monopolar
	Disjuntor Termomagnético Bipolar
	Disjuntor Termomagnético Tripolar
	Condutores Neutro, Fase, Terra, respectivamente
	DPS-Dispositivo de proteção contra surtos
	IDR-Interruptor Diferencial Residual (Imax=30mA)
	Medidor de Energia

Legenda Diagrama Unifilar

CONTRATANTE:	
PROPRIETÁRIO/OBRA:	
DESENHO: Rodrigo Klumkian	ASSINATURA:
RT PROJETO:	DATA: 08/2023
DESCRIÇÃO: DIAGRAMA UNIFILAR	
ESCALA: Como indicado	DES. N° 1200.118-ELE-411
REVISÃO:	A

Diagrama Unifilar

AO L

Na prática, a partir das informações retiradas nos quadros de distribuição de cargas é possível representar todas estas informações como forma de desenho. Os diagramas são unifilares quando há apenas uma linha, representando um único condutor para a saída de cada circuito. Já nos diagramas multifilares cada condutor de um circuito é representado por uma linha no desenho, sendo a junção deles representadas no quadro da instalação. Há, neste caso, uma representação mais detalhada dos condutores nesse tipo de diagrama, mostrando todos os condutores e componentes em sua posição correta.

Em termos das disciplinas podemos identificar o uso de conhecimentos da disciplina de Distribuição de Energia, para o entendimento de questões como representar corretamente o ramal de entrada da rede elétrica da residência. Com a disciplina de Instalações Elétricas torna-se possível tomar a decisão correta sobre utilizar diagramas unifilares e multifilares, por exemplo e com os conhecimentos de Desenho Técnico torna-se viável apresentar as corretas simbologias e o esquema para execução do projeto.

De acordo com Ferreira (2018) o diagrama multifilar é o tipo mais completo de diagrama. Ele representa o circuito da maneira como é montado, apresentando todos os componentes e ligações na forma de símbolos gráficos. Segundo Nery (2018), o diagrama unifilar é necessário para facilitar os serviços de manutenções, bem como para a visualização de todas as ligações que serão executadas no quadro de distribuição, devendo fazer parte do projeto de instalação elétrica. Já de acordo com Lima Filho (2011), o diagrama unifilar tem função fundamental no projeto elétrico, pois representa o desenho da distribuição dos circuitos, elabora os detalhes, com o objetivo de facilitar a interpretação de cada projeto. Para que na sua execução ele seja instalado da maneira correta e observando todas as normas, é válido salientar que quanto mais detalhado um projeto estiver, melhor será sua execução.

A Figura 5 apresenta uma prancha com todos os materiais elétricos usados para o projeto, discriminando itens, dimensões e quantidade de componentes.

Quantitativo de Cabos em Metros (Cobre/Un/Isol. PVC/750V/70°C)

(FA- Condutor Fase A), (FB- Condutor Fase B), (N - Condutor Neutro), (PE - Condutor Terra), (Re - Condutor de Retorno)

Sugestão de Cores para os condutores- FA: Vermelho, FB: Preto, FC:Amarelo, N: Azul Claro, PE: Verde

FA-1,5mm²	FA-2,5mm²	FA-4,0mm²	FA-6,0mm²	FB-1,5mm²	FB-2,5mm²	FB-6,0mm²	FC-1,5mm²	FC-2,5mm²	FC-4,0mm²	FC-6,0mm²	N-1,5mm²	N-2,5mm²	N-4,0mm²	PE-2,5m m²	PE-4,0m m²	PE-6,0m m²	Re-1,5mm²	Re-2,5mm²	Re-4,0mm²
336,3	466,5	320,8	9,0	110,0	184,8	9,0	76,5	240,2	82,1	9,0	777,2	806,9	400,4	806,4	398,1	9,0	947,7	7,1	2,4

Quantitativo de Cabos em Metros (EPR- XLPE/0,6-1KV/90°)

(FA- Condutor Fase A), (N - Condutor Neutro), (PE - Condutor...

Sugestão de Cores para os condutores- FA: Vermelho, FB:...

FA-16,0mm²	FA-25mm²	FB-16,0mm²	FB-25,0mm²	FC-16,0mm²	FC-25,0mm²	N-16,0mm ²	N-25,0mm²	PE-16,0m m²
19,4	19,6	19,4	19,6	19,4	19,6	19,4	19,6	38,9

Lista de Materiais - Eletrodutos

Descrição do Material	Diâmetro Nominal	Comprimento (m)	Referência de Fabricante
Eletroduto flexível corrugado PEAD, conforme NBR15715	DN 50mm	38,94 m	Tuboline ou equivalente
Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichamas, conforme NBR15465	DN 25mm	1337,78 m	Tigre ou equivalente

Lista de Materiais - Componentes

Descrição do Material	Dimensões	Quantidade (peças)	Referência Fabricante
		98	
Caixas de Embutir			
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarelo para eletroduto corrugado	4"x2"	183	Tigre linha Tigreflex ou equivalente
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	4"x4"	69	Tigre linha Tigreflex ou equivalente
Luminária tipo calha, com duas lâmpadas fluorescentes	4"x4"	54	Tigre linha Tigreflex ou equivalente
Campainha			
Conjunto montado com 1 campainha tipo cigarra ou equivalente, 10A 250V~, 4"x2"	1Camp., 4"x2"	2	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado com 1 Pulsador para campainha, ou equivalente, 10A 250V~, 4"x2"	1Puls., 4"x2"	1	Pial Legrand ou equivalente
Disjuntores e Proteções			
DPS - Disjuntor de proteção contra surtos, monopolar, tensão nominal de operação UO 127/220V, máxima tensão de operação contínua UC= 275 V, corrente de descarga máxima= 30kA, fixação em trilho DIN 35mm	VCL 275V 30kA Slim	6	Clamper ou equivalente
Mini Disjuntor Bipolar 40A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 40A	1	Steck ou equivalente
Mini Disjuntor Monopolar 10A Curva B, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	B 10A	13	Steck ou equivalente
Mini Disjuntor Monopolar 16A Curva B, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	B 16A	12	Steck ou equivalente
Mini Disjuntor Monopolar 20A Curva B, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	B 20A	8	Steck ou equivalente
Mini Disjuntor Tripolar 63A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 63A	1	Steck ou equivalente
Mini Disjuntor Tripolar 80A Curva C, conforme IEC 60947-28, encaixe perfil DIN 35mm	C 80A	1	Steck ou equivalente
Interruptores			
Conjunto montado com 1 Interruptor Intermediário, 10A 250V~, 4"x2"	1Int., 4"x2"	2	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado com 1 Interruptor Paralelo, 10A 250V~, 4"x2"	1P, 4"x2"	7	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado com 1 Interruptor Simples, 10A 250V~, 4"x2"	1S, 4"x2"	16	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado de Interruptor com 1 tecla simples e 1 tecla paralelo, 4"x2"	1S+1P, 4"x2"	1	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado de Interruptor com 2 teclas simples, 4"x2"	2xS, 4"x2"	10	Pial Legrand ou equivalente
Interruptores + Tomadas			
Conjunto montado de 1 Interruptor Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1S+1Tom.10A, 4"x2"	10	Pial Legrand ou equivalente
Padrão de entrada			
Padrão de Caixa de Medição Tipo E, CPFL, de chapa de aço,		1	
Placa saída de fio			
Conjunto montado de 1 Placa para Saída de Fio Ø11mm, 4"x2"	Saída de fio	1	Pial Legrand ou equivalente
Ponto de Luz			
Luminária tipo calha com duas lâmpadas fluorescentes	Ponto de Luz	54	Ponto de Luz
Quadros			
Quadro de Distribuição 27/36 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com barramento de terra e neutro, porta branca, dimensões 355,4x525x78,7mm.	27/36 Disjuntores	2	Tigre ou equivalente
Tomadas			
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal, 4"x2"	10A, 4"x2"	114	Pial legrand ou equivalente

CONTRATANTE:	
PROPRIETÁRIO/OBRA:	
DESENHO: Rodrigo Klutcnikas	ASSINATURA:
RT.PROJETO:	DATA: 08/2023
DESCRIÇÃO: LISTA DE MATERIAIS	
ESCALA:	DES. N° 1200.118-ELE- 416
	REVISÃO A

DATA: 08/23
 DESCRIÇÃO: EMISSÃO INICIAL
 REVISÃO: A B C D
 ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DE CESAR COMERCIO E SERVIÇOS E OU MARIO CESAR PINTO E NAO PODERA SER UTILIZADO OU REPRODUZIDO SEM SUA AUTORIZACAO.

A2 F

A lista de cabos é dividida em função de parâmetros como: bitola, circuito, fase e metragem. Estas características são válidas tanto para tomadas quanto para a alimentação do medidor, até o quadro de distribuição, e também são distribuídos os eletrodutos necessários para a instalação. Na lista de componentes são listados todos os pontos de iluminação, tomadas, caixas de luz, caixa octagonal, passando por disjuntores, dispositivos de proteção de contra surtos, quadros de distribuição e medidor. Esta relação de materiais é suportada pelo software *Revit*, conforme vimos no projeto elétrico e validada pelos profissionais técnicos responsáveis.

Com relação às disciplinas, podemos observar o uso de conhecimentos de Instalações Elétricas, pela necessidade de descrição visualizada, para todos os materiais elétricos que serão utilizados no projeto elétrico. Também observamos a disciplina de Gestão de Investimentos, por meio da qual aprendemos a fazer o levantamento total do investimento que será utilizado na execução do projeto. Complementarmente, com a disciplina de Desenho Técnico, tem-se a possibilidade de representação de todo o quantitativo em escalas e tabelas para melhor entendimento, na compra e execução do projeto.

Conforme Domingos Filho (2011), faz parte das etapas do projeto a elaboração da lista de material, que é estabelecida pela listagem de todos os materiais, sendo eles equipamentos, componentes, consumíveis, entre outros, que serão usados durante a execução do projeto, seguindo suas especificações e quantidades. Segundo Roberto Júnior (2016) é necessário selecionar todos os componentes da instalação elétrica, para que as prescrições da norma técnica sejam seguidas, bem como as normas que forem aplicadas. Na ausência de normas técnicas nacionais vigentes, orienta-se seguir as normas da Comissão Eletrotécnica Internacional e da Organização Internacional de Padronizações, sendo de suma importância ter sempre um acordo na escolha dos materiais e componentes entre o projetista e o instalador. Ademais, como cita Barbosa (2019) qualquer projeto elétrico precisa seguir as normas de distribuição tanto da concessionária local quanto a ABNT NBR 5410 (ABNT, 2004). Todo projeto que seguir esse detalhamento das

instalações e dos componentes, será sempre facilmente interpretado, por todas as partes envolvidas na sua execução.

2.2 Desenvolvimento – Washington Pereira

Eu, Washington Pereira, cheguei ao curso de Engenharia Elétrica no Centro Universitário de Lavras através de vestibular, depois de um longo período fora das salas de aula, já com experiências para saber que o estudo pode mudar tanto a carreira profissional, quanto a vida pessoal e decidi encerrar esse desafio. Meu estágio foi realizado pelo aproveitamento profissional por meu trabalho em uma empresa de prestação de serviços em eletricidade. A empresa conta com 10 colaboradores diretos e indiretos e atualmente sou sócio proprietário. No período deste aproveitamento executamos um aterramento e um Sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPDA) em uma vinícola. Este sistema de proteção servirá tanto para proteção de toda a área do galpão quanto para a proteção das placas fotovoltaicas.

Desta forma, para projetar e instalar este sistema as principais atividades desenvolvidas foram: análise de propostas comerciais; desenvolvimento do projeto; revisão do projeto e a instalação dos sistemas de aterramento e SPDA. No início a empresa contratante apresentou receio, por nossa empresa não ter realizado anteriormente este tipo de projeto e instalação, por sermos focados em manutenção industrial. Entretanto, a fim de contornar a situação entre conversas com gestores trouxe à tona que, quando trabalhava em outras empresas tive a oportunidade de participar tanto do projeto quanto da execução de outros sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. Após estas reuniões, a empresa nos contratou e todas as devidas documentações foram formalizadas.

Na Figura 6 é possível observar uma página da proposta comercial:

Figura 6 - Proposta Comercial

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

A CW Engenharia Elétricas Industrial Ltda é uma empresa que executa seus serviços em conformidade com as normas técnicas nacionais e internacionais, submete a vossa apreciação esta proposta, que tem como objetivo fornecer informações e requisitos técnicos necessários para os serviços;

2 ESCOPO DE NOSSO FORNECIMENTO / DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS

Para facilitar a análise técnica por V.Sas, relacionamos abaixo uma Lista dos Serviços a serem executados, elaborada de acordo com as informações contidas nos documentos recebidos, cujo conteúdo consideramos como nosso escopo de fornecimento e com base nela foi feita a composição dos preços de nossa proposta.

2.1 – Realização de montagem de SPDA com aterramento de um galpão para vinícola. A CW ficará responsável por realizar por fornecer mão de obra qualificada para este serviço. Para o sistema de aterramento não será de responsabilidade da contrata realizar escavações este serviço será de uma equipe da civil.

3 PRAZOS DE EXECUÇÃO

Prazo estimado de 90 dias

4 VALOR TOTAL DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO.

O valor total da prestação do Fornecedor de mão de obra elétrica para atendimento a atividades de acordo com a descrição será

R\$ 000000000000

5 VALIDADE

5.1 O prazo de validade da presente proposta é de 30 (Trinta) dias, contados a partir da data de apresentação da mesma. Depois de expirada a data da validade, esta proposta poderá estar sujeita a novas condições de fornecimento.

Fonte: Própria autoria (2023).

A Figura 6 é uma das páginas contidas na proposta comercial enviada para a contratante, que analisa questões como o tempo de execução dos serviços propostos e valores anexados pela contratada. O estabelecimento do modelo desta proposta comercial foi inspirado em estruturas comumente adotadas por empresas tanto da área de mineração, refratários e siderurgias, seguindo o rigor técnico necessário esperados por estes tipos de empresas.

Trata-se de um documento avaliável e auditável, por incorporar todos os critérios técnicos necessários. Desta forma, adotamos o modelo apresentado.

Na Figura 6, pelo desenvolvimento apresentado podemos correlacionar a disciplina de Gestão de Projetos, onde aprendemos questões como funciona o planejamento em grandes empresas. Com estes conhecimentos, tornou-se possível a proposta comercial mais próxima da realidade, com o rigor técnico esperado, trazendo dados como o tempo da execução e revisão caso ultrapasse o período mencionado no documento, por exemplo. A disciplina de Gestão de Investimentos também trouxe conhecimentos para este desenvolvimento, visto que nos foi ensinado cálculos de juros e divisão de parcelas. Estes, por sua vez, podem ser acrescentados em valores reais em uma proposta, como também a prazo sem parcelamentos. Além disso, a de Instalações Elétricas trouxe para nós o aprendizado geral no contexto de dimensionamento de condutores e normas específicas de cada área. No presente trabalho, ressalta-se a NBR 5419 (ABNT, 2019), para trabalhos em sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

Mamede (2021) menciona sobre propostas enviadas pelas empresas contratadas, seguindo as especificações técnicas e comerciais. Neste contexto, explica questões como: a contratada é a empresa que foi selecionada para o fornecimento de materiais ou mão de obra qualificada, para execução do serviço obedecendo aos requisitos na especificação. Já a contratante é a empresa responsável pela construção e exploração comercial do empreendimento.

Carvalho (2019) menciona que o documento de orçamento no contexto de projetos elétricos é elaborado com a finalidade de apresentar uma proposta técnica ou comercial, normalmente para participar de licitações privadas. Nesse sentido ainda, orienta-se que devem ser conhecidas as especificações técnicas que a empresa precisa, para execução do serviço. A visita técnica no local da obra, por exemplo, atualmente pode ser física ou de forma virtual.

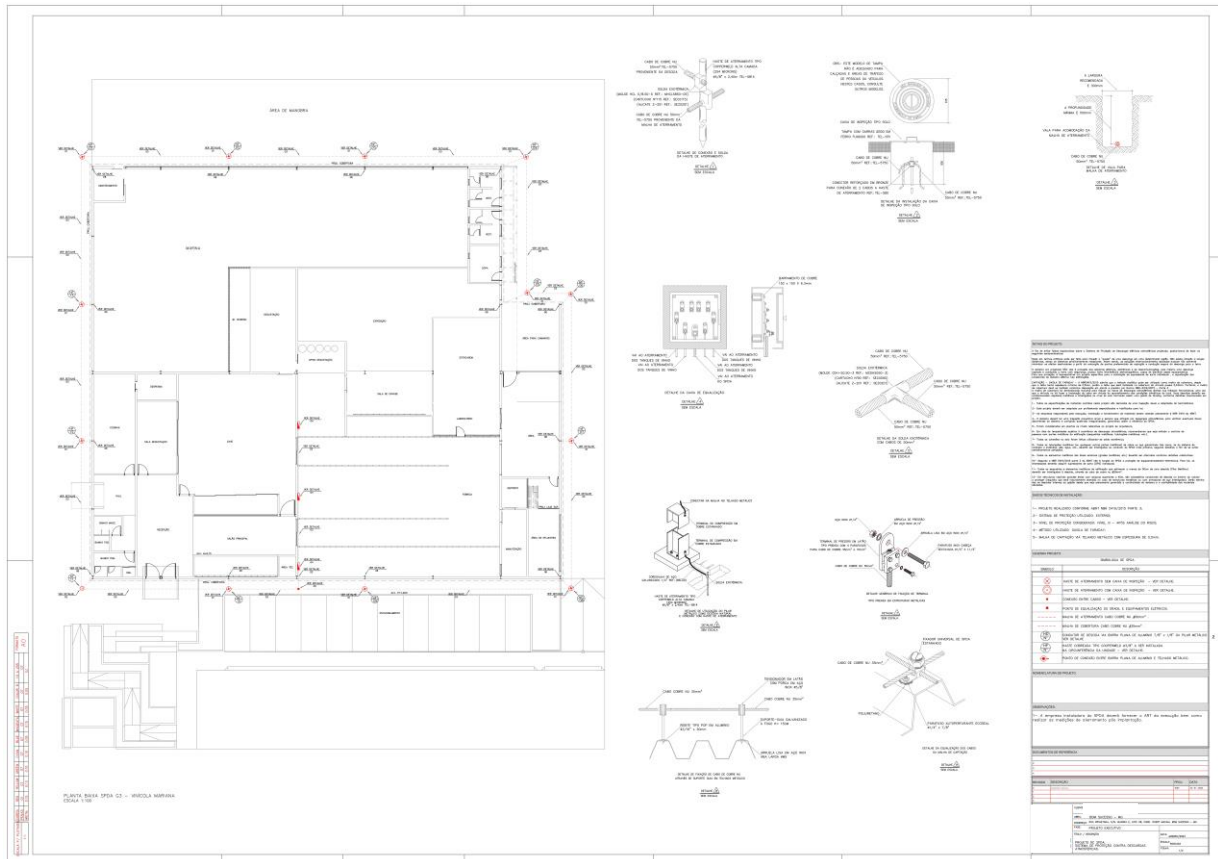
Estas são algumas das principais informações que podem impactar na elaboração do orçamento:

- Início e fim da obra;
- Marcos contratuais;
- Direitos e obrigações do contratante e contratado;
- Penalidades;
- Regime de execução;
- Critérios de medição;
- Habilitação técnica;
- Qualificação econômico-financeira;
- Regularidade fiscal;
- Documentação exigida;
- Licenciamento ambiental e desapropriação;
- Seguros exigidos e outros.

Correia (2021) apresenta que após o levantamento quantitativo dos materiais e equipamentos, necessário para realização de uma obra, deve relacionar os custos direto e indireto. Os custos diretos estão associados aos serviços de campo e, logo, devem-se elencar os insumos necessários para a realização efetiva do serviço, seus coeficientes de consumo e o valor correspondente. Já os custos indiretos não estão relacionados ao serviço de campo, por exemplo, como as equipes técnicas (engenheiro, encarregado) e o serviço de apoio (almoxarife, vigia, apontador e secretaria). Ademais, é de grande importância destacar o cronograma de acompanhamento da obra, baseado na data de início e fim de cada atividade.

Na Figura 7 apresenta o projeto elétrico de aterramento.

Figura: 07 Projeto elétrico aterramento



Fonte: Própria autoria (2023)

A Figura 7 mostra o projeto elétrico do aterramento da vinícola, realizado seguindo as normas da ABNT, especialmente as especificações da NBR 7117 (ABNT, 2012) em conjunto com NBR 5419 (ABNT, 2019). Neste projeto podemos compreender como vai ser executado, de acordo com o que foi proposto, prevendo-se inclusive o que pode ser mudado na hora da execução. Estes tipos de mudanças normalmente ocorrem mediante reunião, entretanto sempre respeitando as normas vigentes.

Analisando-se os detalhes, é possível perceber que o condutor de cobre nu é responsável por realizar o fechamento da malha terra. Outros materiais importantes são as hastes, utilizadas ao longo da malha e fisicamente irão se localizar enterradas nesta. O projeto também as derivações estabelecidas para aterrar as estruturas metálicas do galpão.

A Figura 7 pode ser correlacionada, assim como no caso anterior, com disciplinas do curso. O primeiro exemplo é a disciplina de Desenho Técnico, na qual conseguimos analisar e desenhar à mão livre as figuras geométricas, utilizar o escalímetro e aprender a finalidade das escalas em um projeto, além de questões como compreender aspectos da capa de um projeto onde estão os nomes e assinatura dos responsáveis pela criação. Com a disciplina de Instalações Elétricas vimos a importância da utilização do AutoCAD em projetos elétricos, para questões como o dimensionamento de condutores elétricos. Nesta disciplina também foram apresentadas as NBRs necessárias, que determinam as características das instalações, residenciais, prediais e industriais e instalações de proteção elétrica. Na disciplina de Conversão de Energia, complementarmente, aprendemos o princípio básico de equipamentos frequentemente utilizados em instalações elétricas em geral, como os geradores e motores elétricos. Os geradores elétricos são responsáveis por transformar energia mecânica em elétrica, enquanto os motores transformam energia elétrica em energia mecânica. Mais especificamente do ponto de vista das instalações elétricas, tanto motores elétricos quanto geradores instalados em uma fábrica, para qualquer finalidade, precisam pontos de aterramento para, por exemplo, a proteção contra possíveis choques elétricos.

Creder (2021) mostra que nas instalações elétricas em geral existem dois tipos básicos de aterramento: funcional e de proteção. O aterramento funcional consiste em colocar o condutor neutro ligado à terra. O aterramento de proteção consiste em aterrar as massas dos equipamentos elétricos, a fim de proteger contra eventuais choques elétricos. Em conjunto, são necessários os entendimentos da NBR 5410 (ABNT, 2004), que trata sobre os principais aspectos das instalações elétricas em baixa tensão e da NBR 5419 (ABNT, 2019), acerca da proteção em estruturas contra descargas atmosféricas. Portanto, os critérios adequados nestas normas e as constantes recomendações feitas, proporcionam melhorias para a proteção de pessoas e edificações.

Souza et al. (2020) endossa estes tipos de considerações já apresentadas ao citar que o aterramento é uma ligação intencional de uma

parte condutora, por meio do sistema de aterramento. Nesta publicação é apresentado também que uma malha terra é um conjunto de condutores ligados ao solo. Toda instalação elétrica necessita do sistema de aterramento para garantir o funcionamento perfeito e a segurança de pessoas. Várias normas técnicas, como a Norma Regulamentadora (NR) NR 10, apresentam que todas as instalações elétricas adotam um sistema de aterramento. À malha de aterramento podemos atribuir as seguintes funções: controlar a tensão à terra dentro dos limites possíveis e controlando o esforço da tensão na isolação dos condutores para diminuir as interferências magnéticas; descarregar cargas estáticas geradas em máquinas e equipamentos; facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção e proteger os usuários de descargas atmosféricas, pois facilita o caminho para a terra.

Ademais, Machado (2017) explica que uma malha de aterramento é construída a partir de hastes de metal banhadas com cobre e interconectada por seus lados, em estruturas estabelecidas como formas geométricas como quadrados, triângulos ou outras. Este sistema tem como objetivo reduzir ou até mesmo anular as tensões de passo e de contato. Para atenuar o gradiente de tensão ao longo da malha terra é necessário enterrar verticalmente várias hastes, seguindo a distância de cada projeto. A malha terra, também conhecida como eletrodo de aterramento, deve seguir as características necessárias para seu efetivo desempenho e as prescrições para segurança de pessoas e da instalação.

A figura a seguir mostra agora os detalhes de uma das conexões realizadas, através de solda exotérmica entre o condutor e a haste, mais derivação para o ponto de aterramento.

Figura: 08 Solda Exotérmica realizada a fusão entre haste e cabo de cobre nu



Fonte: Própria autoria (2023)

A figura acima representa um dos tipos de estrutura mais utilizadas no sistema de aterramento, com a solda exotérmica entre cabo de cobre nu e a haste de aterramento, banhada de cobre. É possível visualizar que a malha realizará o fechamento com o anel, em torno do galpão.

Este tipo de solda é realizado através de um molde de grafite, específico para cada necessidade. Isto se deve ao fato de que este é um material resistente às altas temperaturas, que podem chegar a 2000 °C. Além disso, este método também é aplicado para a realização da solda entre cabo e cabo de cobre.

A figura 8 pode ser correlacionada com as seguintes disciplinas ao longo do curso: Instalações Elétricas, Proteção de Sistemas de Energia Elétrica e Materiais Elétricos. Na disciplina de Instalações Elétricas aprendemos sobre o dimensionamento de condutores e suas finalidades em uma instalação e acerca dos sistemas de aterramento, que devem ser estabelecidos para equipamento elétricos para evitar danos físico as pessoas e proteção contra descargas atmosféricas. Na disciplina Proteção em Sistemas de Energia Elétrica aprendemos a importância do sistema de aterramento e do SPDA para proteção de equipamentos no sistema elétrico de potência, devido às altas tensões e correntes. Já na disciplina de Materiais Elétricos tornou-se possível compreender a importância dos condutores de cobre e suas possíveis resistências. Nesta ocasião foram vistas outras questões importantes também, como as formas de desenvolvimento dos materiais elétricos, bem como suas condutividades para cada finalidade de utilização.

Mamede (2023) mostra os tipos de conexões empregados no sistema de aterramento, entre as quais podemos destacar os conectores de parafuso metálicos, aplicáveis tanto para conexão cabo haste quanto para derivações. A conexão com solda exotérmica é um processo a quente da fusão entre o material metálico e o condutor. Neste processo insere-se o grafite e provoca-se a combustão com o auxílio de um palito ignitor para realização da fusão. Há, ainda, vários modelos de solda, destinados a cada aplicação, os tipos X e T.

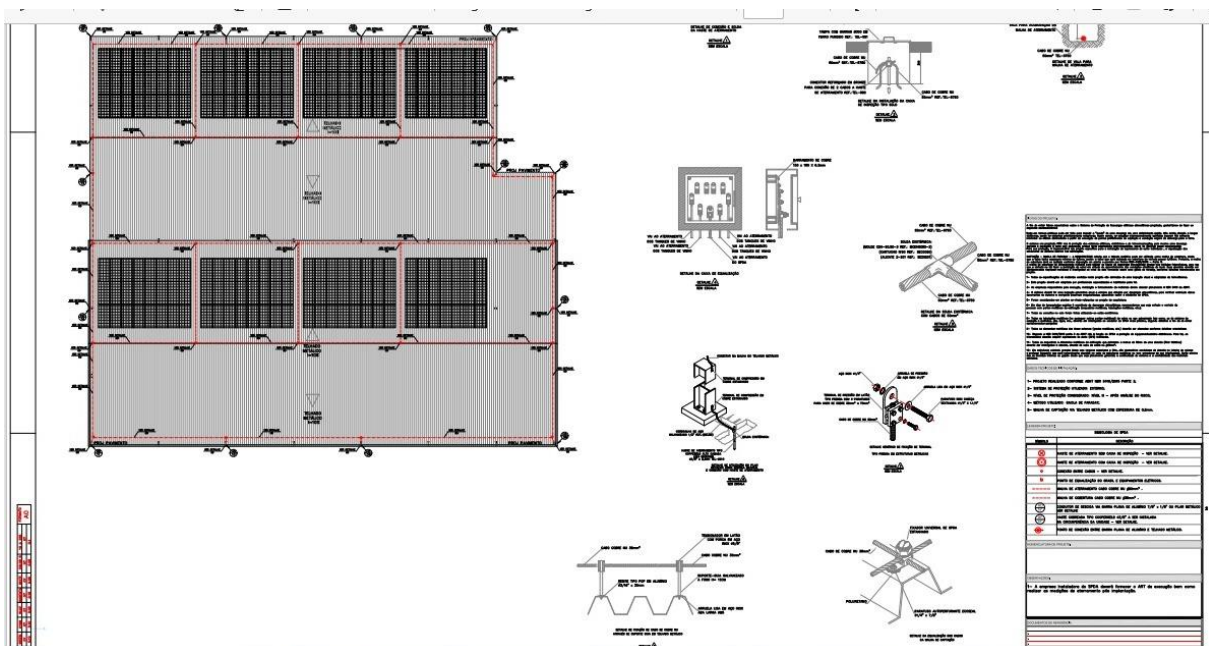
Machado (2017) colabora, nesse sentido, ao mostrar acerca das malhas de aterramento. Seguindo a NBR:5419 (ABNT, 2019), compreende-se que para não causar a dispersão de correntes de descargas atmosféricas e sem causar

sobretensões perigosa ao dimensionamento, o arranjo da malha de aterramento é mais importante que a própria resistência do aterramento. Esta mesma norma estabelece que a resistência do aterramento deve ser menor que 10 ohms. O teste de resistências da malha terra é realizado através de um aparelho chamado terrômetro e este tipo de teste é realizado em caixas de inspeção.

Niskier (2021) traz ainda uma questão importante sobre a resistência do solo. Ainda que o arranjo de um aterramento seja bem dimensionado, se a resistência do solo não for adequada há a possibilidade desta característica interferir na própria finalidade do sistema de aterramento, que é proteger, gerando riscos as pessoas e equipamentos.

A seguir, a figura 9 apresenta o projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas para proteção do sistema fotovoltaico.

Figura: 09 Projeto Elétrico do Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas (SPDA)



Fonte: Própria Autoria (2023)

A figura acima mostra um projeto de SPDA, realizado principalmente seguindo os princípios da NBR 5419 (ABNT, 2015). Primeiramente, adotando-se os princípios para gerenciamento de riscos, em conjunto a outros pontos específicos da norma, podemos destacar os captadores naturais. Para este

projeto, verificou-se que as telhas do galpão estão fora da norma, sendo que para servir de captor natural, a norma pede até 0,5 mm. Nesta instalação, a telha encontra-se com 4,2 mm.

O projeto fotovoltaico contará com aproximadamente 171 módulos, cada um com potência de 565 W, com uma potência pico de 96,615 W. Este sistema contará também com 3 inversores com potência de 25 kW, habilitando a geração de 10.500 kWh mês. Assim como a Figura 7, que representa o projeto de aterramento, nesta encontramos detalhes típicos demonstrando com deve ser realizada a execução dentro das normas.

Neste caso podemos correlacionar também três disciplinas. Em Instalações Elétricas aprendemos a funcionalidade das ferramentas utilizadas para elaboração de um projeto, conhecemos as normas regulamentadoras específicas para cada situação e, em casos como os que envolvem sistemas fotovoltaicos, temos a NBR 16690 (ABNT, 2019). Na Disciplina Sistema de Energia Elétrica aprendemos sobre conceitos importantes para sistemas de geração, como a eficiência energética. Nesse sentido, discute-se a importância de gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos, um dos objetivos com o uso de sistemas fotovoltaicos como o apresentado. Já na disciplina de Geração de Energia aprendemos sobre como a energia do sol é convertida em eletricidade, por meio do efeito fotovoltaico, dadas as características dos materiais semicondutores utilizados nas placas.

Balfour (2016) aborda que a primeira descoberta sobre energia fotovoltaica data de 1839, por Alexandre Edmond Becquerel, um rapaz de 19 anos que percebeu que, ao colocar duas placas de latão e um líquido condutor uma determinada quantidade de luz era produzida. Complementarmente, o jovem constatou a geração de uma corrente elétrica e este efeito visto ficou conhecido como efeito fotovoltaico. Posteriormente, cientistas descobriram que o silício tratado com impurezas, de forma intencional e controlada, torna-se responsivo à luz. Esta reação à luz solar ocorre mediante a exposição da célula, onde na sequência verifica-se o rearranjo atômico, em um movimento responsável por gerar a eletricidade. Na forma como o arranjo é estabelecido, através de um circuito, tem-se a geração efetiva.

Creder (2021) aborda as normas técnicas mínimas acerca de instalações elétricas. Considerando um projeto fotovoltaico, devido a este tipo de desenvolvimento ainda ser um assunto recente em nosso país, sugere-se que os projetistas devam ter bons níveis de conhecimento das normas de instalações elétricas gerais, válidas no Brasil e mais antigas e acerca dos sistemas fotovoltaicos, outras mais recentes. Estas boas práticas evitarão não conformidades na instalação e para conexão à rede distribuidora. Estas normas são:

- ABNT NBR 5410 (ABNT, 2004) Instalações elétricas em baixa tensão, abaixo de 1000V;
- ABNT NBR 16149 (ABNT, 2013) Sistema fotovoltaico – características de interface com a rede elétrica de distribuição;
- ABNT NBR 16274 (ABNT, 2014) Sistema fotovoltaico conectado à rede – Requisitos mínimos ensaio de comissionamentos, inspeção e avaliação de desempenho;
- ABNT NBR 16690 (ABNT, 2019) Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisito de projetos;
- ABNT NBR 5419 (ABNT, 2015) Proteção contra descargas atmosféricas;
- NR10 – Segurança em instalações e serviço com eletricidade;
- NR-35 Trabalho em altura.

Souza et al. (2020) cita aspectos sobre o gerenciamento de riscos, ofertando a definição detalhada da fonte de danos a estruturas, por exemplo. Estes danos podem ser decorrentes do ponto de uma descarga próxima da estrutura ou trata-se de fonte direta na estrutura, direta em linhas ou próxima da linha. A finalidade de um SPDA é proteger as edificações e tudo que há em seu interior, como os equipamentos elétricos e rede de telecomunicação tendo, assim, objetivo de reduzir danos às estruturas e possíveis desligamentos. Em razões práticas, podem ser contemplados dois conjuntos separados para projeto.

Além disso, é importante destacar que estas são as medidas de proteção de danos físicos e risco a vidas, dentro de uma estrutura e para reduzir falhas dos sistemas elétrico e eletrônico dispostos no interior da estrutura. Com base

na NBR 5419 (ABNT, 2015), verifica-se questões importantes como acerca dos captosres naturais. No caso estruturas metálicas o telhado serve como o captor natural, desde que sua espessura não seja menor que 5mm.

A figura a seguir apresenta o sistema (SPDA) finalizado aguardando as placas fotovoltaicas a serem instaladas:

Figura: 10 Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas (SPDA) já instalado no telhado de um galpão



Fonte: Própria autoria (2023)

A figura acima mostra um SPDA no telhado de um galpão já finalizado, aguardando os módulos fotovoltaico para geração de energia. Nesse sentido, é válido destacar que o telhado está na inclinação correspondente ao tipo de telha usado, porém esta precisou ser estabelecida em seu limite para que seja compatível com os módulos fotovoltaicos e, assim, minimizar possíveis perdas de geração.

A figura também apresenta elementos como suportes guias com roldana isoladora galvanizado a fogo, cabo de cobre nu 35 mm já tensionado e realizando o fechamento de toda malha, seguindo o projeto elétrico SPDA mostrado na Figura 8. Este modelo de sistema de SPDA foi utilizado porque outros modelos como o estilo Franklin com poste e captor poderiam levar à projeção de sombras nas placas, interferindo na geração de energia.

Podemos correlacionar esta figura, por sua vez, com as seguintes disciplinas. Em Proteção em Sistemas de Energia Elétrica aprendemos quais são os componentes responsáveis pelas proteções em sistemas elétricos, considerando a pluralidade de grandezas elétricas, por exemplo. Entre estes, tem-se os relés de vários modelos e tipos, para cada especificação, para raios e o SPDA. Já na disciplina de Energias Renováveis aprendemos sobre os principais aspectos da geração de energia limpa e através de fontes renováveis como a energia fotovoltaica e os aspectos ambientais relevantes para otimização deste tipo de geração. Já em Gestão de projetos aprendemos sobre como é importante o planejar a execução de um projeto, desde os riscos eminentes, levantamentos de materiais necessários, entre outros aspectos da fase de instalação local, fundamentais para a organização do trabalho.

Freire (2021) mostra que as descargas atmosféricas são um risco para qualquer instalação elétrica. As instalações do sistema fotovoltaico são necessariamente instaladas ao ar livre, ficando expostas a queda de raios. Considerando uma estrutura de solo, por exemplo, sabe-se que no contexto seria necessário um espaçamento maior entre os arranjos fotovoltaicos, para instalação de um SPDA, o que não seria viável pelo sombreamento causado e perdas de geração. Com isso, para raros projetos utiliza-se terminais aéreos fixados na estrutura do arranjo fotovoltaico, como um paliativo quando outros recursos não são possíveis. Apesar da capacidade de resolução, este componente não impede que o raio caia na estrutura, impedindo somente que os raios possam cair nos módulos, dissipando-o na estrutura do arranjo.

Balfour (2016) demonstra que a quantidade de perdas por sombreamentos pode chegar de 75% a 100%, acerca do rendimento em cada módulo. Estes sombreamentos que impedem a radiação solar chegar até as

placas, podendo vir de mastros, árvores, edificações, entre outros. Assim, será de extrema importância analisar para cada contexto o efeito do sombreamento em placas fotovoltaicas, antes de iniciar o próprio projeto destes tipos de sistemas e os projetos de SPDA.

Por fim, Villalva (2021) conclui a respeito da inclinação dos módulos fotovoltaicos, que este valor depende muito de cada região e estação do ano, não sendo possível estabelecer de maneira efetiva um ângulo específico que sirva de referência para cada região do país. O indicado será sempre realizar análises antes de iniciar um projeto. Neste sentido, o autor cita por exemplo a cidade de Campinas (SP), com a latitude típica de 23° . Caso queira otimizar a produção de energia elétrica no verão, é indicado subtrair 15° de sua inclinação, o que neste caso indicaria 8° . Já no inverno, para produzir mais energia o ideal é adicionar mais 15° e a inclinação ideal se tornaria 38° .

3 AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação do aluno Rodrigo Wesley Klutcnikas

A formação técnica em Engenharia Elétrica me proporcionou vasta experiência no ramo, trazendo muito conhecimento com instalações elétricas, gestão de projetos, gestão de custos, liderança de equipe e execução das atividades em campo. Neste processo de formação, muitos foram os desafios que surgiram, todos de suma importância para me tornar o profissional de hoje, pronto para enfrentar o mercado de trabalho como engenheiro, com muito esforço e dedicação.

Para o meu crescimento profissional na Engenharia Elétrica, faço atualmente três pós-graduações, sendo elas: Engenharia de Telecomunicações; Eletrotécnico; e Geração, Transmissão e Distribuição de energia. Visando sempre meu desenvolvimento pessoal e profissional, buscando cada vez mais conhecimento para enfrentar todos os desafios do mercado de trabalho.

3.2 Autoavaliação do aluno Washington Pereira

Durante a realização desse portfólio foi possível aprender a importância das normas desde a elaboração de um projeto, que passa por várias etapas até concluir e aspectos como o enquadramento dos serviços executados dentro das normas vigentes. Boas práticas como estas fazem com que as etapas fluam corretamente, menos passivas de irregularidades.

Entre os pontos positivos, destaco que foi muito enriquecedor poder ficar como responsável por analisar a proposta técnica, que foi encaminhada pelo contratante analisado. Na sequência, considero como muito expressiva a realização da atividade de estabelecer o orçamento através da proposta comercial, garantir a assinatura de contrato, o processo de levantamento de materiais, sempre participando de reuniões para alinhamento sobre o cronograma. Por fim, participar da execução da instalação do SPDA em conjunto com demais funcionários da empresa foi também muito agregador.

Entre os desafios, gostaria de destacar a análise e encaminhamento do orçamento, compreendendo o valor total de todo serviço. Esta etapa não foi algo tão simples, principalmente considerando as relações de concorrência e a necessidade de levantamento de informações e valores acerca dos materiais, questão que foi de responsabilidade da contratada, a ser atendida no prazo para encaminhar ao setor de compras da contratante.

4 CONCLUSÃO

Finalizamos mais uma etapa tão importante em nossas vidas, uma jornada onde vivenciamos experiências que vamos levar para o resto de nossas vidas, muitos foram os desafios pelo caminho, porém hoje podemos nos sentirmos vitoriosos, é o fim do primeiro passo de um sonho profissional.

Eu, Rodrigo Wesley Klutcnikas, concluo esta jornada imensamente grato pelos conhecimentos recebidos. A partir destes conhecimentos, posso realizar o dimensionamento correto dos cabos, eletrodutos, quantidade ideal de tomadas e iluminação em cada ambiente, quais os tipos corretos de tomadas, a forma ideal de instalação dos circuitos elétricos, de acordo com as normas cabíveis. Com isto, compreendo que possuo todo o conhecimento necessário para que eu possa projetar instalações elétricas. Estes conhecimentos foram os responsáveis por minha inserção na área de engenharia, no mercado de trabalho e, desta forma, me proporcionando trabalhar com projetos elétricos atualmente. Além disso, do ponto de vista do desenvolvimento é importante destacar que este trabalho atingiu o seu objetivo demonstrando as particularidades de um projeto elétrico, seus componentes, todas as normas que devem ser seguidas, as tecnologias e como deve ser executado cada etapa de um projeto elétrico.

Eu, Washington Pereira, gostaria de destacar que, através das vivências no curso de Engenharia Elétrica, me tornei apto inclusive acerca de características interdisciplinares do ponto de vista da formação profissional. Observo isto pela realização de atividades do meu trabalho como a proposta comercial. Entendo que estes conhecimentos são fundamentais especialmente para quem quer ser um empreendedor na área de prestação de serviço de engenharia.

Além disso, ressaltando a este ponto algumas dificuldades e outras particularidades da execução, bem como a correlação com as normas técnicas, é fundamental destacar que a elaboração de um projeto requer muito conhecimento, tanto na área de software e também em normas específicas para cada etapa de um projeto. Ao executante, caberá ainda entender o papel de possíveis interferência. Em trabalhos relacionados ao que foi apresentado,

como a solda exotérmica, é possível destacar que este é um processo que requer cuidados, com o uso de equipamento de proteção individual adequado, visto que a fusão dos materiais ocorre em alta temperaturas. Ademais, os SPDAs são partes essenciais de projeto e uma instalação elétrica correta, seguindo as normas vigentes que possa proteger a vida de pessoas e também os equipamentos elétricos e eletrônicos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BALFOUR, John. Introdução ao Projeto de Sistemas Fotovoltaicos. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo GEN, 2016.

BARBOSA, Filipe, S. et al. Projeto de instalações elétricas. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo A, 2019. 156 p.

CARVALHO, Michele. Conhecendo o Orçamento de Obras. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo GEN, 2019.

CORREIA, Leandro C. Empreendedorismo e gestão de projetos: planejamento, orçamento e acompanhamento da obra. Disponível em: Minha Biblioteca, Editora Saraiva, 2021.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. Disponível em: Minha Biblioteca, (17th edição). Grupo GEN, 2021.

FERREIRA, Fábio I. Instalações Elétricas. [Digite o Local da Editora]: Editora Saraiva, 2018. E-book. ISBN 9788536532011. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532011/>. Acesso em: 10 out. 2023. 46 p.

GEBRAN, Amaury, P. e Flávio A. P. Rizzato. Instalações elétricas prediais. (Tekne). Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo A, 2017. 75p. Junior, Roberto de C. Instalações elétricas e o projeto de arquitetura. Disponível em: Minha Biblioteca, (7th edição). Editora Blucher, 2016. 137p.

<https://canalsolar.com.br/analise-de-risco-de-descargas-atmosfericas-em-usinas-fotovoltaicas/>

<https://canalsolar.com.br/como-determinar-o-angulo-de-inclinacao-dos-modulos-fotovoltaicos/#:~:text=Para%20privilegiar%20a%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20el%C3%A9trica,como%20determinar%20o%20ângulo%20de%20inclinação%20dos%20módulos%20fotovoltaicos>

JUNIOR, Roberto de C. Instalações elétricas e o projeto de arquitetura. Disponível em: Minha Biblioteca, (7th edição). Editora Blucher, 2016.

LIMA FILHO, Domingos L. Projetos de Instalações Elétricas Prediais. Disponível em: Minha Biblioteca, (12th edição). Editora Saraiva, 2011.

MACHADO, Roberto. Projetos elétricos - 1ª edição - 2017. Disponível em: Minha Biblioteca, Editora Saraiva, 2017.

MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. Disponível em: Minha Biblioteca, (10th edição). Grupo GEN, 2023.

MAMEDE FILHO, João. Subestações de Alta Tensão. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo GEN, 2021.

MENEZES, Ana C., A. et al. Instalações Elétricas e de Comunicação. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo A, 2021. 58p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 16690: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – requisitos de projeto. 1 ed. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 7117: Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 7117: Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 14136: Plugues e tomadas. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5410: Proteção contra descargas atmosféricas. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5419: Proteção de estruturas contra descargas. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5419: Proteção de estruturas contra descargas. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos – características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição. 1 ed. Rio de Janeiro. ABNT, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – requisitos mínimos para documentação, ensaio de comissionamento, inspeção de desempenho. 1 ed. Rio de Janeiro. ABNT, 2014.

NERY, Norberto. Instalações elétricas - princípios e aplicações. Disponível em: Minha Biblioteca, (3ª edição). Editora Saraiva, 2018. 72 p.

NISKIER, Júlio. Instalações Elétricas. Disponível em: Minha Biblioteca, (7th edição). Grupo GEN, 2021.

NR 10: Segurança em instalações em serviço em eletricidade. 2004.

NR 35: Trabalho em altura. 2020.

SOUZA, André Nunes, D. et al. SPDA - SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS: TEORIA, PRÁTICA E LEGISLAÇÃO. Disponível em: Minha Biblioteca, (2nd edição). Editora Saraiva, 2020.