



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

Ana Maria Fér Pereira

Ícaro dos Santos de Andrade

Jamile Sousa Lins de Oliveira

Leila de Souza Cerqueira

Rebeca Kely Nascimento dos Santos

**METODOLOGIA PARA ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E  
LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS PARA PROJETOS DE  
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.**

Salvador

2019

Ana Maria Fér Pereira

Ícaro dos Santos de Andrade

Jamile Sousa Lins de Oliveira

Leila de Souza Cerqueira

Rebeca Kely Nascimento dos Santos

**METODOLOGIA PARA ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E  
LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS PARA PROJETOS DE  
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.**

Projeto Final de Curso - Theoprax  
apresentado ao curso de Engenharia  
Civil do Centro Universitário SENAI  
CIMATEC, como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Priscila Verônica Galdino  
Gestor Theoprax: Prof. João Lucas da Hora

Salvador

2019

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DO PROJETO DE FINALIZAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL, APRESENTADO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL, DO CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof.<sup>a</sup> Priscila Verônica Galdino**  
Orientadora

---

**Prof. João Lucas da Hora**  
Gestor Theoprax

---

**Prof.<sup>a</sup> Luara Batalha**  
Coordenadora do curso de Engenharia Civil

## **AGRADECIMENTOS**

À nossa orientadora, Professora Priscila Verônica Galdino, pelo empenho dedicado e comentários pertinentes à realização deste trabalho.

Ao Gestor Theoprax, Professor Lucas da Hora, pela orientação e ensinamentos.

Ao Centro universitário SENAI CIMATEC, em especial ao seu corpo docente, pelo conhecimento perpetuado, paciência e incentivo, tornando possível o nosso desenvolvimento profissional.

À nossa coordenadora de curso, Professora Luara Batalha, por sua dedicação e empenho no decorrer desses anos de graduação.

Aos colegas de turma, pelo companheirismo, amizade e apoio durante esses cinco anos de graduação.

As nossas famílias e amigos, por nos apoiarem nessa longa e árdua jornada sempre torcendo e vibrando por nós.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a nossa formação, o nosso muito obrigado.

## **RESUMO**

Almejando o crescimento do rendimento na análise e interpretação de projetos, levantamento de quantitativos e redução dos erros de propostas para concorrências no mercado competitivo da construção civil, especificamente para as disciplinas de instalações elétricas, foi elaborado um manual para apoiar a equipe da organização Mega Realty nos quesitos supracitados. A metodologia empregada embasasse fundamentalmente na pesquisa em normas regulamentadoras brasileiras, revisão bibliográfica realizada, consulta a profissionais especializados e catálogos de fabricantes dos materiais utilizados em instalações elétricas. Ao término deste projeto, é esperado que o manual seja devidamente inserido ao processo produtivo da empresa, possibilitando ganhos ao mesmo.

**Palavras-chave:** Análise, Interpretação, Projetos, Instalações Elétricas.

## **ABSTRACT**

In order to increase performance in project analysis and interpretation, quantitative survey and reduction of bid errors in the competitive civil construction market, specifically for the electrical installation subjects, a manual was prepared to support Mega Realty's team in the above requirements. The methodology applied was fundamentally based on research on Brazilian regulatory standards, bibliographic review, consultation with specialized professionals and catalogs of manufacturers of the materials used in electrical installations. At the end of this project, it is expected that the manual will be properly inserted into the company's production process, enabling gains to it.

**Keywords:** Analysis, Interpretation, Projects, Electrical Installations.

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ANEEL	AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA
QD	Quadro de distribuição
TUG	Tomada de Uso Geral
TUE	Tomada de Uso Específico

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: EXEMPLO DE ESQUEMA UNIFILAR. ....	11
FIGURA 2: EXEMPLO DE ESQUEMA UNIFILAR EM PLANTA BAIXA. ....	11
FIGURA 3: EXEMPLO DE ESQUEMA MULTIFILAR. ....	11
FIGURA 4: EXEMPLO DE ESQUEMA MULTIFILAR NA PRÁTICA. ....	12
FIGURA 5: EXEMPLO DE ESQUEMA FUNCIONAL. ....	12
FIGURA 6: ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO MULTIFILAR E UNIFILAR. ....	13
FIGURA 7: EXEMPLO DE QUADRO DE PREVISÃO DE CARGAS. ....	16
FIGURA 8: QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO. ....	17
FIGURA 9: EXEMPLO DE ADVERTÊNCIA DE QD. ....	17
FIGURA 10: DISJUNTOR DIFERENCIAL RESIDUAL. ....	19
FIGURA 11: VISTA INTERNA DE UM DISJUNTOR UNIC-BOLTON. ....	19
FIGURA 12: VISTA INTERNA DE DISJUNTOR TIPO DIN. ....	20
FIGURA 13: DPS PARA SISTEMAS DE CORRENTE CONTINUA E ALTERNADA. ....	21
FIGURA 14: SÍMBOLOS UTILIZADOS. ....	23
FIGURA 15: INTERRUPTORES SIMPLES. ....	25
FIGURA 16: DIMMER. ....	26
FIGURA 17: PARTES DOS CONDUTORES. ....	32
FIGURA 18: ELEMENTOS DE ENTRADA DE SERVIÇO DE UMA CONSUMIDORA DE ALTA TENSÃO. ....	37
FIGURA 19: MONTAGEM ESQUEMÁTICA DE UMA CÉLULA SOLAR. ....	37
FIGURA 20: ATA DE REUNIÃO COM O CLIENTE. ....	40
FIGURA 21: SUMÁRIO. ....	41
FIGURA 22: CAPA DO MANUAL. ....	43
FIGURA 23: TERMOS E DEFINIÇÕES DE SUBESTAÇÃO. ....	44
FIGURA 24: INTRODUÇÃO A LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE PROJETOS. ....	45
FIGURA 25: ROTEIRO. ....	46
FIGURA 26: PROCEDIMENTO ORÇAMENTÁRIO. ....	47
FIGURA 27: FILTRO PLANILHA. ....	48
FIGURA 28: SELEÇÃO DOS ITENS DA PLANILHA. ....	49
FIGURA 29: RESUMO DOS ITENS SELECIONADOS. ....	49

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: EXEMPLO DE SIMBOLOGIA DE GRANDEZAS ELÉTRICAS FUNDAMENTAIS.....	6
TABELA 2: EXEMPLOS DE SÍMBOLOS DE USO GERAL. FONTE: SENAI – ES, 1996.....	7
TABELA 3: EXEMPLO DE REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE COMPONENTES DE CIRCUITOS...	8
TABELA 4: EXEMPLO DE LEGENDA .....	9
TABELA 5: CONDIÇÕES PARA ESTABELECER A QUANTIDADE MÍNIMA DE TOMADAS DE USO GERAL (TUGS).....	15
TABELA 6: POTÊNCIAS ATRIBUÍVEIS AOS PONTOS DE TOMADA (9.5.2.2.2.). .....	16
TABELA 7: QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO - ESPAÇO RESERVA. ....	18
TABELA 8: LEGENDA FONTE: PRÓPRIA.....	20
TABELA 9: SUPORTABILIDADE A IMPULSO EXIGÍVEL DOS EQUIPAMENTOS DA INSTALAÇÃO. .....	22
TABELA 10: EXEMPLOS DE DPS. ....	22
TABELA 11: VARIAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE ESQUEMAS TN.....	24
TABELA 12: TIPOS PRINCIPAIS DE LUZ ARTIFICIAL.....	27
TABELA 13: TIPOS, SÍMBOLOS E DIÂMETROS DE BASES DE LÂMPADAS. ....	27
TABELA 14: EXEMPLOS DE LÂMPADAS. ....	28
TABELA 15: CAIXAS DE DERIVAÇÃO DE ELETRO.....	32
TABELA 16: ELEMENTOS DA ENTRADA DE SERVIÇO.....	36

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. A EMPRESA .....	1
1.1.1. Estrutura da empresa .....	2
1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICATIVA .....	2
1.4. OBJETIVOS .....	2
1.4.1. Geral: .....	2
1.4.2. Específico: .....	3
1.5. RESTRIÇÕES: .....	3
<b>2. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. MANUAL.....	4
2.1.1. Conceito.....	4
2.1.2. Para que são utilizados? .....	4
2.2. PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	4
2.2.1. Utilização de esquemas .....	10
2.3. SISTEMAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	14
2.3.1.1. Iluminação.....	14
2.3.2. Sistemas de proteção .....	17
2.3.2.1. Quadro de distribuição .....	17
2.3.2.2. Disjuntores .....	18
2.3.2.3. Dispositivos de proteção contra surto .....	20
2.3.2.4. Aterramento .....	23
2.3.3. Sistemas de circuitos .....	24
2.3.3.1. Iluminação.....	24
2.3.3.2. Tomadas .....	28
2.4. ORÇAMENTAÇÃO .....	38
2.4.1. Levantamento de quantitativo .....	38
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
4.1. O PRODUTO.....	43
4.1.1. Termos e definições .....	43
4.1.2. Leitura e análise de projetos .....	44

4.1.3. Roteiro .....	45
4.2.    PROCEDIMENTO ORÇAMENTÁRIO.....	46
4.2.1. Arquivo .....	47
4.2.2. Memoriais descritivos .....	47
4.2.3. Levantamento quantitativo .....	48
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>

# 1. INTRODUÇÃO

A eletricidade possui importância inquestionável para a vida humana, porém a mesma precisa ser corretamente dimensionada para que sejam atendidas as necessidades básicas e possíveis acidentes não ocorram. Com isso, são desenvolvidos os projetos de instalações elétricas.

Desprezar a importância dos projetos elétricos quando se diz respeito ao custo total de uma obra é um grande erro, sendo que o mesmo pode gerar custos futuros consideráveis ou até mesmo irreparáveis, quando levamos em consideração as questões de segurança pertencentes a esta etapa da obra.

Independentemente de localização, recursos, prazo, cliente e tipo de projeto, uma obra é eminentemente uma atividade econômica e, como tal, o aspecto custo reveste-se de especial importância (MATTOS, 2006). Um dos fatores primordiais para um resultado lucrativo e o sucesso do construtor é uma orçamentação eficiente. O orçamento, mesmo sendo frequentemente aprimorado, é uma ferramenta antiga que provém de uma importância crucial para o desenvolvimento de uma construção, de modo a ser a fase onde o quantitativo do projeto e conseqüentemente a sua viabilidade são garantidos, possibilitando assim o fluxo de caixa responsável pela concretização do produto.

A execução mais frequente de mercado, no que diz respeito a orçamento, é baseada em critérios prontos ou na vivência dos profissionais, estabelecendo assim, uma verba referente à execução dos serviços necessários. Por conseqüência desse empirismo empregado na fase em questão, é preciso detalhar as disciplinas de Instalações Elétricas de Baixa e Média Tensão.

## 1.1. A EMPRESA

A Mega Realty é uma construtora de pequeno porte, fundada por três jovens empreendedores, que está desde 2015 atuando no mercado. Mesmo com pouco tempo de atuação a empresa possui ampla experiência em obras nos setores comerciais, residenciais e de saúde, com grandes clientes em seu Portfolio, como: Petrobrás, Frutos dias, image memorial entre outros. Focada sempre na excelência, cumprimento de prazos e alta qualidade de suas entregas, a organização se diferencia pela constante busca por inovação e atendimento personalizado.

### **1.1.1. Estrutura da empresa**

- i. Localização: Av. Tancredo Neves, Ed. Salvador Shopping Business, Torre Europa, sala 801, Caminho das Árvores, Salvador - BA;
- ii. Equipe: 7 (sete) engenheiros civis, 1 (um) técnico administrativo e 3 (três) estagiários.

## **1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA**

A empresa Mega Realty ao decorrer do desenvolvimento das suas atividades, reconheceu uma deficiência no seu processo produtivo, de modo que foi notada a dificuldade da equipe na interpretação e análise de projetos das disciplinas de instalações elétricas, acarretando em redução de eficiência na realização de levantamento de quantitativos para orçamentos. A falta de conhecimento técnico específico relacionando a instalações elétricas e a falta de prática pode ser considerada duas das principais causas do problema em questão.

Considerando os problemas supracitados, a empresa percebeu a necessidade em apoiar a sua equipe no que diz respeito ao embasamento teórico específico necessário e com isso buscou o SENAI CIMATEC, para o desenvolvimento de uma metodologia para análise, interpretação e levantamento de quantitativos de instalações elétricas.

## **1.3. JUSTIFICATIVA**

A metodologia para análise, interpretação e levantamento de quantitativo de instalações elétricas é consequência da necessidade de sanar as dificuldades inseridas no processo produtivo da empresa Mega Realty. Sendo assim, passou-se a ser fundamental o desenvolvimento de habilidades que possibilitem a otimização dos processos de levantamento de quantitativo, almejando alcançar resultados cada vez mais satisfatórios e propostas mais assertivas e competitivas no mercado. Para isso, o produto em questão proporciona direcionamento e padronização das atividades, tornando-as mais didáticas e em concordância com as normas brasileiras pertinentes.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Geral:**

- a) Elaborar uma metodologia para análise, interpretação e levantamento de quantitativos de projetos de instalações elétricas.

#### **1.4.2. Específico:**

- a) Analisar as necessidades do cliente e correlacioná-las com as normas necessárias para suprir as demandas;
- b) Criar estratégias para atingir a produtividade necessária para a execução do produto final;
- c) Descrever de forma didática as noções básicas para análise e interpretação de projetos de instalações elétricas;
- d) Explicar de forma didática noções básicas de dimensionamento de instalações elétricas;
- e) Elaborar a ferramenta de levantamento de quantitativo “planilha eletrônica”; e.
- f) Validar a planilha elaborada.

#### **1.5. RESTRIÇÕES:**

Para a elaboração do produto em questão, foram utilizados projetos cedidos pelo próprio cliente, sendo assim usados projetos reais possibilitando uma maior aproximação com a realidade do usuário, além de serem aplicadas ferramentas como Excel e AutoCAD.

## **2. REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1. MANUAL**

#### **2.1.1. Conceito**

OLIVEIRA (1986), afirma que manual é o material que, compreende todo e qualquer conjunto de normas, procedimentos, funções, atividades, políticas e outras orientações que devem ser obedecidas e cumpridas por todos os agentes de uma organização. CHINELATO FILHO (1999), também afirma que um manual possui caráter esclarecedor, reunindo normas, diretrizes e sistemáticas operacionais e, em alguns casos, identifica a forma de execução de uma atividade. E Aurélio (2019) reestabelece que manual é um compêndio, livro pequeno que encerra os conhecimentos básicos de uma ciência, uma técnica. Sendo assim, conclui-se que manuais são todo e qualquer conjunto de normas, procedimentos, funções, atividades, políticas, instruções e orientações que devem ser devidamente obedecidos pelos integrantes da organização, bem como a maneira que esses devem ser executados.

#### **2.1.2. Para que são utilizados?**

De acordo com D'ASCENÇÃO (2001), ARAÚJO (2008), OLIVEIRA (1986) e ALVAREZ (1991) a finalidade da utilização de um manual é facilitar a efetivação e cumprimento de normas, procedimentos necessários pra o bom desempenho das atividades; auxiliar na uniformização e uso de terminologias técnicas; ser fonte de consulta permanente e atualizada, tornar-se um instrumento auxiliador na gestão de processos e construir um sistema de informações evoluído e atualizado.

### **2.2. PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

Na execução de uma instalação elétrica, é necessária a obtenção de vários dados como: localização dos elementos, percurso de uma instalação, condutores, distribuição da carga, proteção, dentre outros.

Para que seja realizada a representação adequada dos dados supracitados, é substancial a utilização da planta baixa do empreendimento em questão. Nesta planta baixa, devem estar representados:

- i. A localização dos pontos de consumo de energia elétrica, seus comandos e indicações dos circuitos a que estão ligados;
- ii. A localização dos quadros e centros de distribuição;

- iii. O trajeto dos condutores e sua projeção mecânica (inclusive dimensões dos condutores e caixas);
- iv. Diagrama unifilar discriminando os circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra e proteção;
- v. As características do material a empregar, suficientes para indicar a adequabilidade de seu emprego tanto nos casos comuns, como em condições especiais.

Segundo CAVALIN e CERVELIN (2017) a simbologia, por se tratar de uma forma de linguagem, bem como todo o conjunto que completa um determinado projeto (esquemas, detalhes, desenhos etc.), deve ser exata (para ser compreensível) e também clara e de fácil interpretação para os que a utilizarem. Em 2014, foi anulada a ABNT NBR 5444:1989 que tratava da simbologia padronizada, cabendo a cada projetista defini-la.

A simbologia tem como objetivo principal estabelecer símbolos gráficos, para que os mesmos sejam empregados em desenhos técnicos ou diagramas de circuitos de comandos eletromecânicos, traduzir componentes e a relação existente entre eles (SENAI - ES, 1996).

De acordo com o Manual de Obras Públicas, o projeto executivo é “o conjunto de informações técnicas necessárias e suficientes para a realização do empreendimento, contendo de forma clara, precisa e completa todas as indicações e detalhes construtivos para a perfeita instalação, montagem e execução dos serviços e obras objeto do contrato”. Para que isso ocorra, é necessário reconhecer e entender todos os itens que compõem o mesmo, sendo assim fundamental a compreensão dos símbolos utilizados pelo projetista, através da análise da legenda de cada projeto. O projetista deve inserir na legenda a identificação e descrição de todos os componentes, representados por um símbolo específico como mostram as Tabelas 1, 2 e 3.

SIGNIFICADO	ABNT <sup>1</sup>	IEC
GRANDEZAS ELÉTRICAS FUNDAMENTAIS		
Corrente Contínua.	—	—
Corrente Alternada.	~	~
Corrente Contínua e Alternada.	~ —	~ —
Exemplo de corrente alternada monofásica, 60Hz.	<b>1-60Hz</b>	<b>1-60Hz</b>
Exemplo de corrente alternada trifásica, 3 condutores, 60Hz, tensão de 220V.	<b>3-60Hz-220V</b>	<b>3-60Hz-220V</b>
Exemplo de corrente alternada trifásica com neutro,, 4 condutores, 60Hz tensão de 380V.	<b>3N-60Hz380V</b>	<b>3N-60Hz380V</b>
Exemplo de corrente contínua, 2 condutores, tensão de 220V.	<b>2-220V</b>	<b>2-220V</b>
Exemplo de corrente contínua, 2 condutores e neutro, tensão de 110V.	<b>2N - 110V</b>	<b>2N - 110V</b>

Tabela 1: Exemplo de simbologia de grandezas elétricas fundamentais.

Fonte: SENAI – ES, 1996.

<sup>1</sup> A ABNT NBR 5444:1989 - Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais - foi cancelada em 2014, porém seu conteúdo ainda é utilizado em muitos projetos, sendo assim considerada neste trabalho no intuito de que a transição seja realizada de forma eficiente pelo cliente.

SIGNIFICADO	ABNT	IEC
SÍMBOLOS DE USO GERAL		
Terra.		
Massa.		
Polaridade positiva.	+	+
Polaridade negativa.	-	-
Tensão perigosa.		
Ligação delta ou triângulo.		
Ligação Y ou estrela.		
Ligação estrela com neutro acessível.		
Ligação ziguezague.		
Ligação em Y ou triângulo aberto.	∨	∨

Tabela 2: Exemplos de símbolos de uso geral.  
Fonte: SENAI – ES, 1996.

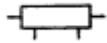
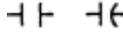
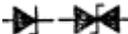
SIGNIFICADO	ABNT	IEC
COMPONENTES DE CIRCUITO		
Resistor.		
Resistor com derivações.		
Indutor, enrolamento, bobina.		
Indutor com derivações.		
Capacitor.		
Capacitor com derivações.		
Capacitor eletrolítico.		
Ímã permanente.		
Diodo semicondutor.		
Diodo zener unidirecional e bidirecional.		
Fotorresistor com variação independente da tensão.		
Fotorresistor com variação dependente da tensão.		
Gerador "hall".		
Para-raios.		
Acumulador, bateria, pilha.		
Mufra terminal ou terminação.		

Tabela 3: Exemplo de representações gráficas de componentes de circuitos.  
 Fonte: SENAI – ES, 1996.

LUIZ (2016) ainda fala que a simbologia pode variar dependendo do projetista (Tabela 4), logo é necessário observar as possíveis mudanças de cada projeto. Deve haver alinhamento entre o executor e o projetista, de modo que devido às variações supracitadas, às vezes alguns itens podem deixar de ser devidamente representados na legenda do projeto.

SIGNIFICADO	SIMBOLO	OBSERVAÇÃO
LEGENDA		
Eletroduto em Piso, $\varnothing = \frac{3}{4}$ ".		
Eletroduto em Forro ou Parede, $\varnothing = \frac{3}{4}$ ".		
Neutro, Fase, Retorno, Terra.		
Eletroduto que desce, eletroduto que sobe.		
Tomada hexagonal (NBR 14136) – 2P+T baixa.		Indicar altura.
Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T baixa dupla.		Indicar altura.
Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T baixa dupla.		Indicar altura.
Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T média dupla.		Indicar altura.
Ponto de Força - Ar Condicionado.		
Ponto de Força – Bombas.		
Chave de nível inferior e superior.		
Chave de partida direta.		
Chave seletora a 1,20m do piso.		
Cx. de Passagem de Alvenaria - Piso - 30x30 cm.		
Cx. de Passagem Plástica - Parede - 20x20 cm.		
Caixa de passagem de embutir na parede.		
Medidor - Padrão SAGA.		
Quadro de distribuição - Conforme Diagrama.		

Tabela 4: Exemplo de legenda  
Fonte: Mega Realty, adaptada.

De acordo com a NBR 5410:2004, Componente é o termo empregado para designar itens da instalação que, dependendo do contexto, podem ser materiais, acessórios, dispositivos, instrumentos, equipamentos (de geração, conversão, transformação, transmissão, armazenamento, distribuição ou utilização de eletricidade), máquinas, conjuntos ou mesmo segmentos ou partes da instalação (por exemplo, linhas elétricas).

Para a instalação de componentes a NBR 5410:2004, diz que toda instalação elétrica requer uma cuidadosa execução por pessoas qualificada, de forma a assegurar, entre outros objetivos, que:

- i. As características dos componentes da instalação, não sejam comprometidas durante a montagem;
- ii. Os componentes da instalação, e os condutores em particular, fiquem adequadamente identificados;
- iii. Nas conexões, o contato seja seguro e confiável;
- iv. Os componentes sejam instalados preservando-se as condições de resfriamento previstas;
- v. Os componentes da instalação suscetíveis de produzir temperaturas elevadas ou arco elétricos fiquem dispostos ou abrigados de modo a eliminar o risco de ignição de materiais inflamáveis; e
- vi. As partes externas de componentes sujeitas a atingir temperaturas capazes de lesionar pessoas fiquem dispostas ou abrigadas de modo a garantir que as pessoas não corram risco de contatos acidentais com essas partes.

### **2.2.1. Utilização de esquemas**

Segundo CAVALIN e CERVELIN (2017) esquema é a representação de uma instalação, ou parte dela, por meio de símbolos gráficos. Todo ou qualquer projeto será desenvolvido através de símbolos, e para isso são utilizados os esquemas unifilar, multifilar e funcional.

#### **a) Esquema Unifilar**

É a representação simplificada, usualmente unipolar das ligações, sem o circuito de comando, levando em consideração apenas os componentes principais. Inicialmente todo projeto para uma instalação elétrica deveria começar por um diagrama unifilar (SENAI - ES, 1996).

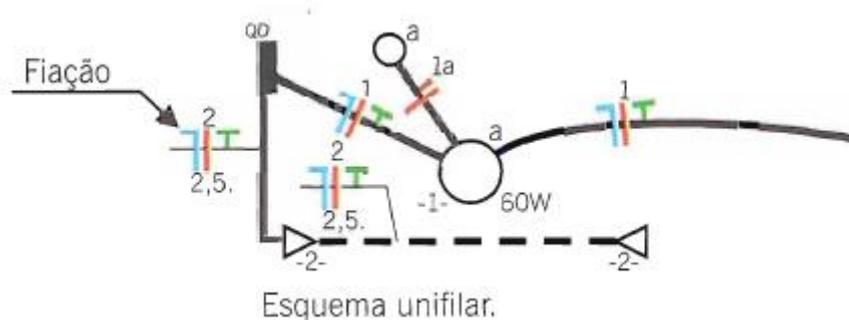


Figura 1: Exemplo de esquema unifilar.  
 Fonte: Cavalin e Cervelin, 2008. p.49

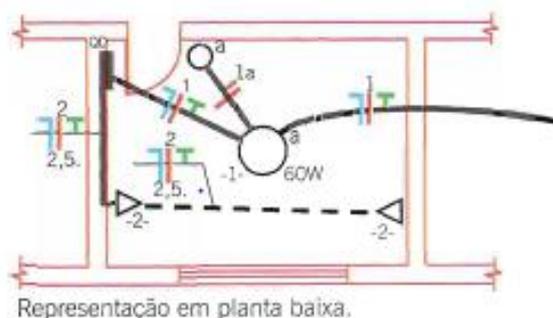


Figura 2: Exemplo de esquema unifilar em planta baixa.  
 Fonte: Cavalin e Cervelin, 2008. p.49.

### b) Esquema Multifilar

É a representação da relação entre todos os componentes e condutores, se diferenciando do esquema unifilar, de modo que todos os componentes são representados (não obedecendo precisamente à posição física real do componente). Como os circuitos principal e auxiliar são representados simultaneamente no diagrama, se torna mais difícil à visualização exata da “função” da instalação, dificultado, a localização de uma possível falha, numa instalação de grande porte (SENAI - ES, 1996).

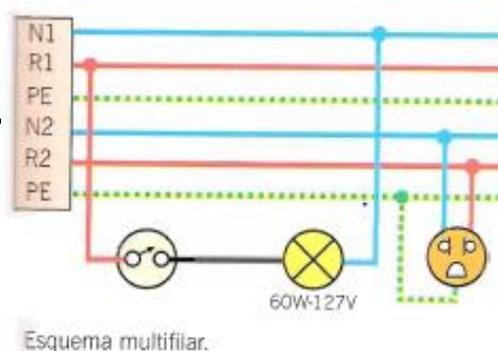


Figura 3: Exemplo de esquema multifilar.  
 Fonte: Cavalin e Cervelin, 2008. p.48



Figura 4: Exemplo de esquema multifilar na prática.

Fonte: Cavalin e Cervelin, 2008. p.48.

### c) Esquema Funcional (elementar)

Segundo CAVALIN e CERVELIN (2017, p. 120):

“Apresenta todo sistema elétrico e permite interpretar, com clareza e rapidez, o funcionamento ou a sequência funcional dos circuitos. Não se preocupa com a posição física dos componentes da instalação, pois os caminhos das correntes são representados por meio de retas, sem cruzamento ou inclinação na vertical ou horizontal. O esquema mostra o equipamento exatamente como ele é encontrado à venda no mercado, ou como ele é industrialmente fabricado. Esse tipo de esquema é usado somente para ilustrar, eventualmente, um circuito de forma simplificada”.

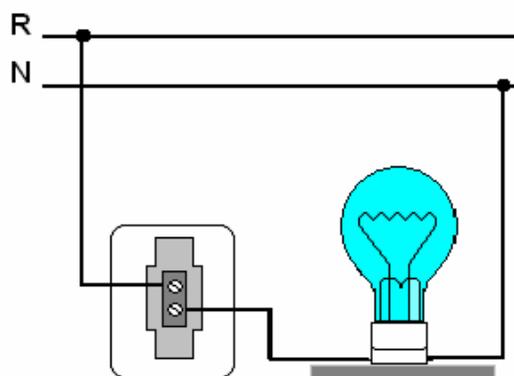


Figura 5: Exemplo de esquema funcional.

Fonte: Portal Eletricista. <sup>2</sup>

Este diagrama é frequentemente usado por possuir todos os condutores e componentes que serão ligados em um circuito elétrico, possibilitando assim a interpretação rápida e clara do funcionamento do mesmo. É muito usado para a representação de uma parte da instalação elétrica.

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://entendendoeletricidade.blogspot.com/2017/05/diferencas-entre-diagramas-unifilar-e.html>>. Acesso em: 11 de nov. 2019.

d) Esquema de distribuição

De acordo com CAVALIN e CERVELIN (2017, p. 120):

“Esse tipo de esquema representa a distribuição dos circuitos e dos dispositivos de proteção (Quadro de distribuição). É o centro da instalação. Recebe os condutores que vêm do QM – Quadro de Medição (ramal alimentador) e é de onde partem as linhas elétricas ou circuitos para atender aos pontos de utilização e protegê-los conforme projeto elétrico”.

A NBR 5410:2004 denomina quadro de distribuição principal como sendo o primeiro quadro de distribuição após a entrada de linha elétrica na edificação. Naturalmente, o termo se aplica a todo quadro de distribuição que seja o único de uma edificação.

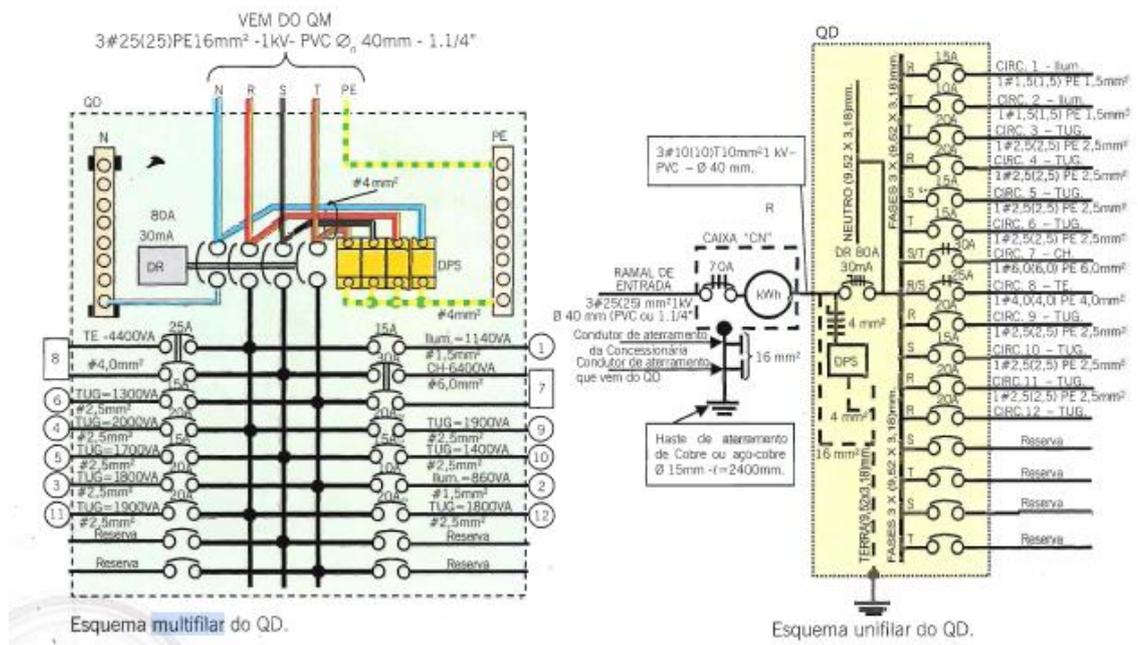


Figura 6: Esquema de distribuição multifilar e unifilar.  
Fonte: Cavalin e Cervelin, 2008, p.49.

## 2.3. SISTEMAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

### 2.3.1. Previsão de carga

Os aparelhos de utilização (eletrodomésticos, lâmpadas etc.) precisam de uma determinada potência, para que o seu funcionamento seja adequado e garantido, sendo a mesma solicitada da rede de energia elétrica da concessionária. A previsão de cargas possibilita determinar todos os pontos de utilização de energia elétrica que irão compor a instalação.

A ABNT NBR 5410:2004 determina as condições mínimas que necessitam ser estabelecidas com relação à definição das potências.

#### 2.3.1.1. Iluminação

O cálculo da iluminação está diretamente relacionado com a quantidade e qualidade da mesma, levando em consideração a área que será atendida.

Segundo a ABNT NBR 5410:2004 – 9.5.2.1 – determina os seguintes parâmetros de iluminação:

- i. Em cada cômodo ou dependência, deve ser previsto pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por interruptor (9.5.2.1.1.);
- ii. Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, conforme prescrito na alínea “a” de 4.2.1.2.2. pode ser adotado o seguinte critério (9.5.2.1.2.):
  - a) Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m<sup>2</sup>: deve ser prevista uma carga mínima de 100VA;
  - b) Em cômodo ou dependências com área superior a 6m<sup>2</sup>: deve ser prevista uma carga mínima de 100VA para os primeiros 6m<sup>2</sup>, acrescida de 60VA para cada aumento de 4m<sup>2</sup> inteiros.

Ainda de acordo com a ABNT NBR 5410:2004:

- Nas acomodações de hotéis, motéis e similares pode-se substituir o ponto de luz fixo no teto por tomada de corrente, com potência mínima de 100VA, comandada por interruptores de parede;
- Admite-se que o ponto de luz fixo no teto seja substituído por ponto na parede em espaços sob escada, depósitos, despensas, lavabos e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não conveniente.

### 2.3.1.2. Tomadas

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios (item 9.5.2.2.1. da ABNT NBR 5410:2004).

<p>a) Em banheiros</p>	<p>Deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório. Admitem-se tomadas de corrente, no volume 3 (Área a partir de 60 cm do limite do boxe ou da banheira), desde que elas sejam (9.4.3.2):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Alimentadas individualmente por transformador de separação de acordo com 5.1.2.4; ou</li> <li>Alimentadas em SELV (“separated extra-low voltage”), uso de extra-baixa tensão, 5.1.2.5; ou</li> <li>Protegidas por dispositivo DR com corrente diferencial-residual nominal não superior a 30 mA.</li> </ol> <p>Nenhum interruptor ou tomada de corrente deve ser instalado a menos de 0,60m da porta aberta de uma cabine de banho pré-fabricada (9.1.4.3.3).</p>
<p>b) Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos.</p>	<p>Deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos (separados).</p>
<p>c) Em varadas.</p>	<p>Deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada. Nota: Admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a ser usado para alimentação de mais de um equipamento tão uniformemente quanto possível.</p>
<p>d) Em salas e dormitórios.</p>	<p>Deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível. Nota: Particularmente no caso de salas de estar, deve-se atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada venha a ser usado para a alimentação de mais de um equipamento (Por ex.: Tomadas de corrente para televisor, videocassete, DVD, aparelho de TV a cabo, etc.), sendo recomendável equipá-lo com a quantidade de tomadas julgada adequada (4.2.1.2.3-“e”).</p>
<p>e) Em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos.</p>	<p>Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m<sup>2</sup>. Admite-se que esse ponto seja posicionado extremamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso. Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m<sup>2</sup> e igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>. Um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m<sup>2</sup>, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.</p>

Tabela 5: Condições para estabelecer a quantidade mínima de Tomadas de Uso Geral (TUGs).

Fonte: Cavalin e Cervelin, 2006. p.188.

Segundo CAVALIN e CERVELIN (2017), a potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele pode vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

a) Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinha, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos.	<b>Atribuir</b> no mínimo 600 VA <b>por ponto de tomada</b> , até três, e 100 VA por ponto para as excedentes, <b>considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada</b> , até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, <b>sempre considerando cada um dos ambientes separadamente.</b>
b) Nos demais cômodos ou dependências.	<b>Atribuir no mínimo 100 VA por ponto de tomada.</b>

Tabela 6: Potências atribuíveis aos pontos de tomada (9.5.2.2.2.).

Fonte: Cavalin e Cervelin, 2006. p.210.

Segundo a ABNT NBR 5410:2004, a quantidade de TUEs é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, com corrente nominal superior a 10<sup>a</sup> (9.5.3.1.).

A determinação da previsão de cargas pode ser resumida através do Quadro de Previsão de Cargas, como mostra a Figura 9.

**QUADRO DE PREVISÃO DE CARGAS Nº \_\_\_\_\_**  
**Local: \_\_\_\_\_**

Dependências	Dimensões		Iluminação			T.U.G.			T.U.E.	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Nº de Pontos	Potência Unitária (W)	Potência Total (VA)	Nº de Pontos	Potência Unitária (W)	Potência Total (VA)	Aparelho	Potência (W)
<b>TOTAIS</b>										

Figura 7: Exemplo de Quadro de Previsão de Cargas.

Fonte: Lapsi eletro<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Disponível em: <[http://www.lapsi.eletroufrgs.br/~luiszfg/disciplinas\\_IEPrediais\\_arquivos/ENG04482\\_aula\\_08\\_Previao\\_Cargas.pdf](http://www.lapsi.eletroufrgs.br/~luiszfg/disciplinas_IEPrediais_arquivos/ENG04482_aula_08_Previao_Cargas.pdf)>. Acesso em: 16 de nov. 2019.

## 2.3.2. Sistemas de proteção

### 2.3.2.1. Quadro de distribuição

CAVALIN e CERVELIN (2017, p. 212) diz que Quadro de Distribuição é o local onde se concentra a distribuição de toda a instalação elétrica, ou seja, onde se instalam os dispositivos de proteção, manobra e comando.

Segundo o item 6.5.4.10 da NBR 5410:2004, os QDs devem possuir uma advertência similar à indicada na figura 9, podendo vir de fábrica ou ser fixada no local da obra. Além disso, o QD deve ser colocado em local de fácil acesso e o mais próximo possível do medidor, esta medida é fundamental para evitar gastos desnecessários com os condutores do circuito de distribuição, que por serem mais robustos, também são mais onerosos.



Figura 8: Quadro de Distribuição.  
Fonte: Prysmian Group<sup>4</sup>.

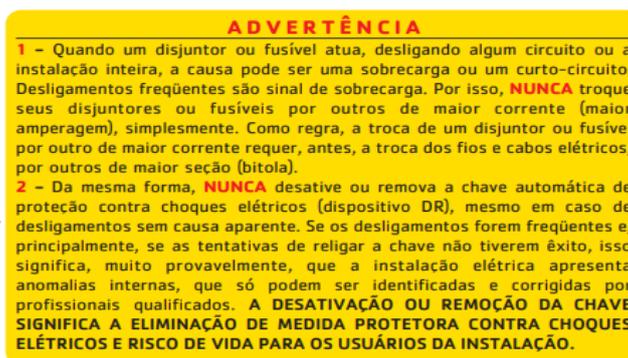


Figura 9: Exemplo de advertência de QD.  
Fonte: Prysmian Group.

<sup>4</sup>

Disponível em:  
<[https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual\\_Instalacoes\\_Eletricas\\_Residenciais.pdf](https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual_Instalacoes_Eletricas_Residenciais.pdf)>. Acesso em: 11 de nov. 2019.

De acordo com a ABNT NBR 5410:2004, item 6.5.4.7, nos quadros de distribuição, deve ser previsto espaço de reserva para ampliações futuras, com base no número de circuitos com que o quadro for efetivamente equipado, conforme a Tabela 5.

<b>Quantidade de circuitos efetivamente disponível N</b>	<b>Espaço mínimo destinado à reserva (em número de circuitos)</b>
Até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
$N > 30$	$0,15N$
<b>Nota:</b> A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.	

Tabela 7: Quadros de distribuição - espaço reserva.  
Fonte: ABNT NBR 5410:2004, p. 157.

#### 2.3.2.2. Disjuntores

Para CAVALIN e CERVELIN (2017) os disjuntores são dispositivos que garantem, simultaneamente, a manobra (ligar e desligar) dos circuitos elétricos e a proteção dos condutores (fios e cabos) contra correntes de sobrecargas térmicas ou contra correntes de curto-circuito.

##### a) Disjuntor diferencial residual

O Disjuntor Diferencial Residual, também conhecido como Dispositivo DR é um equipamento de proteção com o objetivo de detectar pequenas variações entre a corrente que entra e sai dos circuitos elétricos, possibilitando que este dispositivo evite que pessoas e animais sejam eletrocutados devido à fuga de corrente.

A norma NBR 5410 recomenda o uso do dispositivo DR (diferencial residual) em todos os circuitos, principalmente nas áreas frias e úmidas ou sujeitas à umidade, como cozinhas, banheiros, áreas de serviço e áreas externas (piscinas, jardins). Assim como o disjuntor, ele também pode ser desligado manualmente se necessário.

De acordo com o item 5.1.3.2.2 da norma NBR 5410:2004, o dispositivo DR é obrigatório nos seguintes casos:

- i. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheira.
- ii. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas externas à edificação.
- iii. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos na área externa.

- iv. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas normalmente molhadas ou sujeitas a lavagens.

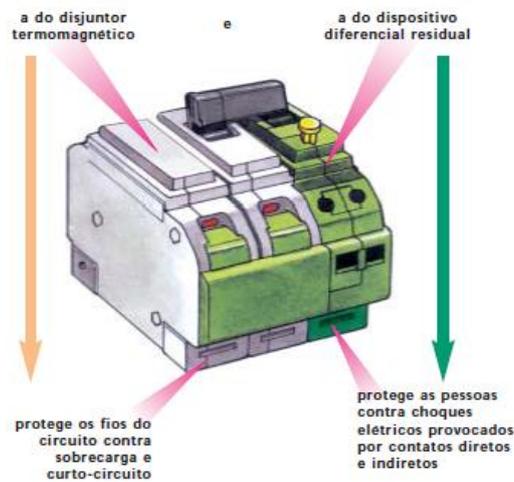


Figura 10: Disjuntor Diferencial Residual.

Fonte: Prysmian Group.

b) Disjuntores Termomagnéticos – DTM

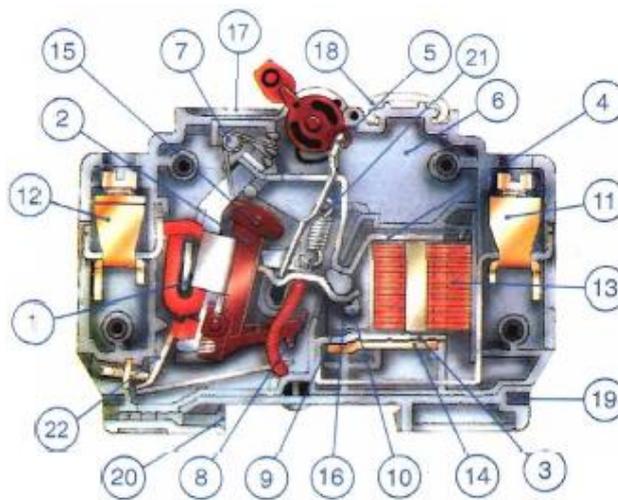


Figura 11: Vista interna de um Disjuntor UNIC-Bolton.

Fonte: Cavalin e Cervelin, 2008. p.361.

NÚMERO	DESCRIÇÃO
1	Disparador magnético bobinado;
2	Suporte (mecanismo de disparo independente da alavanca);
3/4	Eletrodo;
5	Cavalete;
6	Caixa isolante em poliamida reforçada;
7	Mola de regulagem magnética;
8	Acelerador;
9/10	Pastilhas de contato em material sinterizado (liga de prata);
11/12	Terminais protegidos com aperto elástico para cabos ou barras;
13	Câmara de extinção com nove lâminas deionizantes;

14	Plaqueta de reforço magnético;
15	Acoplamento interno nos bipolares e tripolares;
16	Plaqueta de isolamento térmica e dielétrica;
17	Identificação indelével;
18	Porta - etiqueta;
19/20	Dupla fixação;
21	Mola da alavanca de manobra;
22	Elemento de disparo térmico.

Tabela 8: Legenda  
Fonte: Própria

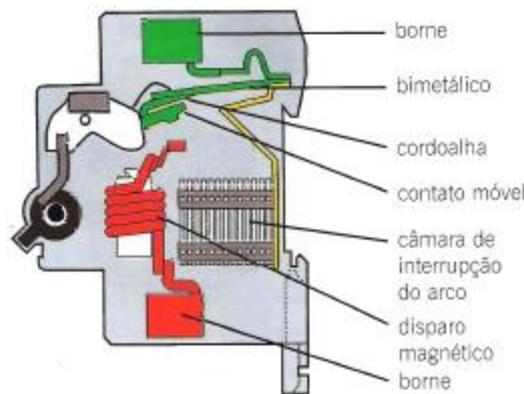


Figura 12: Vista interna de disjuntor tipo DIN.

Fonte: Cavalin e Cervelin, 2008. p.362.

CAVALIN e CERVELIN (2017) afirmam que:

“O disjuntor termomagnético (DTM), utilizado para a proteção e manobra dos diversos tipos e circuitos (iluminação, tomadas de corrente etc.), tem o seu princípio de funcionamento baseado em dois dispositivos: lâmina bimetálica e disparador magnético bobinado. A lâmina bimetálica é um disparador ou dispositivo de proteção térmica que funciona de acordo com o princípio do bimetal, que se baseia na dilatação de duas lâminas de metais diferentes (aço e latão; cobre e latão, por exemplo), portanto com coeficientes de dilatação diferentes, desligando o circuito na eventualidade de uma sobrecarga. No caso de ocorrer um curto-circuito, a proteção far-se-á por meio de um disparador magnético bobinado (bobina magnética)”.

### 2.3.2.3. Dispositivos de proteção contra surto

Transiente, também chamado de surto, é um pico de tensão, transitório, geralmente com duração da ordem de uns microssegundos, ou seja, é uma elevação abrupta de tensão muito rápida que pode ter origem interna (quando equipamentos de grande porte são desligados) ou externa (tem origem relacionada a raios descarregados nas proximidades dos equipamentos eletroeletrônicos; pode ocorrer também no

restabelecimento da energia elétrica após uma interrupção do fornecimento) (CAVALIN e CERVELIN, 2008).

A ABNT NBR 5410:2004 estabelece alguns parâmetros para assegurar a proteção de pessoas, animais domésticos e os bens contra sobretensões causadas por contato acidental ou defeitos no transformador.

A Norma Brasileira determina as diretrizes para o uso e localização dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS). De acordo com CAVALIN e CERVELIN (2008), DPS é um dispositivo de proteção contra sobretensões transitórias (surtos de tensão) anulando as descargas indiretas na rede elétrica, causadas por descargas atmosféricas.



Figura 13: DPS para sistemas de corrente contínua e alternada.

Fonte: Eletricista consciente<sup>5</sup>.

Os Dispositivos de Proteção contra Surto, devem atender a ABNT NBR IEC 61643-1:2007, os mesmos devem possuir as seguintes características:

- i. Nível de proteção;
- ii. Máxima tensão de operação contínua;
- iii. Suportabilidade a sobretensões temporárias;
- iv. Corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso; e
- v. Suportabilidade à corrente de curto-circuito.

A seleção dos componentes da instalação deve atender a seguinte restrição: o valor nominal de uma tensão de impulso suportável não deve ser inferior àqueles indicados na Tabela 7.

Cada equipamento elétrico tem um nível de suportabilidade em seus terminais durante um intervalo de tempo, e o DPS tem a função de evitar que a sobretensão que

<sup>5</sup> Disponível em: < <http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/4-componentes-dos-sistemas-fotovoltaicos/dispositivo-de-protecao-contrasurto/>>. Acesso em: 15 de nov. 2019.

chega ao equipamento ou instalação supere esse valor. Como alguns fabricantes não informam qual é o nível de tensão suportável em cada equipamento, há algumas condições mínimas de suportabilidade que eles devem atender em função de sua aplicação (RESENDE, 2018).

Tensão nominal da instalação (V)		Tensão de impulso suportável requerida (kV)			
		Categoria do produto			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos com neutro	Produto a ser utilizado na entrada da instalação	Produto a ser utilizado em circuitos de distribuição e circuitos terminais	Equipamentos de utilização	Produtos especialmente protegidos
		Categoria de suportabilidade a impulsos			
		IV	III	II	I
120/208 127/220	115-230 120-240 127-254	4	2,5	1,5	0,8
220/380 230/400 277/488	-	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5

Nota:  
O anexo E da norma NBR 5410:2004 traz orientações sobre esta tabela.  
Valores válidos especificamente para seccionadores e interruptores seccionadores são dados na tabela da página 251.  
Para componentes associados a linhas de sinal utilizado na entrada da instalação (Categoria IV de suportabilidade), a tensão de impulso suportável mínima é de 1500V (Ver IEC 61663-2).

Tabela 9: Suportabilidade a impulso exigível dos equipamentos da instalação.  
Fonte: ABNT NBR 5410:2005, tabela 31.

A Tabela 8 apresenta alguns exemplos de DPS e suas respectivas descrições e recomendações de uso.

EXEMPLO	DESCRIÇÃO
DPS 20 kA	Recomendado como proteção única ou primária em instalações situadas em zonas de exposição a raios classificados como AQ1 (desprezível). Deve ser instalado no circuito elétrico onde o equipamento está conectado.
DPS 30 kA	Recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas urbanas e densamente edificadas, expostas a raios classificados como indiretas (AQ2). Deve ser instalado junto ao quadro de distribuição central de rede elétrica.
DPS 45 kA	Recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios classificados como diretas (AQ3) e com históricos frequentes de sobretensão. Deve ser instalado junto ao quadro de distribuição central de rede elétrica.
DPS 90 kA	Recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios classificados como diretas (AQ3) e com histórico de frequência elevada de sobretensões. Deve ser instalado junto ao quadro de distribuição central de rede elétrica.

Tabela 10: Exemplos de DPS.  
Fonte: Própria.

#### 2.3.2.4. Aterramento

BRANCO (2013) afirma que um aterramento elétrico é um ponto de referência integrado no circuito elétrico, usado como referência na medição de outras correntes elétricas, servindo também como via de retorno para um circuito elétrico. CAVALIN e CERVELIN (2017) afirma também que aterramento é colocar toda a infraestrutura metálica de uma instalação (equipamentos, máquinas etc.) no mesmo potencial, de tal forma que o diferencial entre a diferença de potencial da infraestrutura e a terra seja zero.

Um aterramento elétrico tem como finalidade possibilitar o encaminhamento de quaisquer picos de eletricidade, diretamente para o chão, distante de instalações elétricas, de modo que sejam absorvidos sem maiores danos.

O aterramento tem duas finalidades básicas: permitir o funcionamento adequado da instalação elétrica e garantir a segurança dos usuários (CAVALIN e CERVELIN, 2008, p. 402).

A ABNT NBR 5410:2004, item 4.2.2.2, considera cinco esquemas de aterramento descritos em 4.2.2.2.1 a 4.2.2.2.3, considerando algumas observações com relação à simbologia e ilustrações, sendo elas:

- a) As cinco ilustrações, mostram os esquemas de aterramento e devem ser interpretadas de maneira genérica. Elas usam como exemplo sistemas trifásicos.

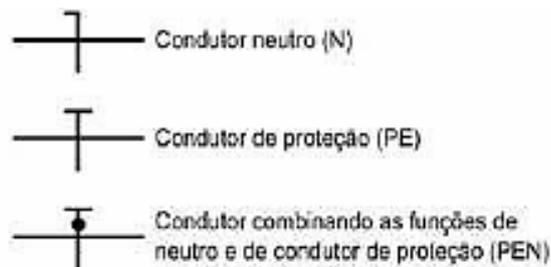


Figura 14: Símbolos utilizados.

Fonte: ABNT NBR 5410:2004. p.14.

- Esquemas segundo a ABNT NBR 5410:2004:
  - i. Esquema TN: “possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. São consideradas três variantes de esquema TN, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção”. Sendo essas variações estão ilustradas na Tabela 11.

VARIACÃO	REPRESENTAÇÃO
TN-S	
TN-C-S	
TN-C	

Tabela 11: Variação e representação de esquemas TN.

Fonte: ABNT NBR 5410:2004. p.24 e 25.

### 2.3.3. Sistemas de circuitos

#### 2.3.3.1. Iluminação

A iluminação é retratada por luminárias, lâmpadas e refletores. Desta forma, a NBR 5410:2004 adota critérios na determinação das cargas destas para um projeto elétrico e condições para estabelecer a quantidade mínima de pontos de luz:

- Em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais e nas acomodações de hotéis e similares: deverá ser previsto, no mínimo, um ponto de luz fixo no teto, comandado por um interruptor de parede, com potência  $\geq 100$  watts;
- Em cômodos ou dependências com área  $\leq 6$  m<sup>2</sup>: deverá ser prevista uma carga de pelo menos 100 watts;

- Em cômodos ou dependências com área > 6 m<sup>2</sup>: carga mínima de 100 watts para os primeiros 6 m<sup>2</sup>, acrescida de 60 watts para cada aumento de 4 m<sup>2</sup> inteiros.
- Arandelas no banheiro devem estar distantes, no mínimo, 60 cm do limite do box ou da banheira, para evitar o risco de acidentes com choques elétricos. A norma não estabelece critérios de iluminação de áreas externas, ficando a decisão por conta do projetista.

Um circuito de iluminação possui diversos elementos que, devem ser considerados no momento de realização de levantamento quantitativo para um posterior orçamento.

Abaixo seguem os mais importantes, segundo a ABNT NBR 5410:2004:

- Interruptores: são dispositivos utilizados para comando de circuitos. Devem ter capacidade, em ampères, para aguentar por tempo indeterminado as correntes que transportam. Sua instalação deve ser feita em locais de fácil acesso e próximo aos pontos de entrada e saída dos ambientes. Acima de uma passagem para entrar e sair é importante definir mais de um ponto de interruptor, para evitar a circulação de pessoas dentro de um ambiente sem iluminação. Cômodos pequenos, por exemplo, de uma residência, devem ter interruptores localizados junto às portas, à distância de 10 cm a 15 cm da guarnição. A altura de instalação dos interruptores varia de 0,9 m a 1,1 m do piso ou especificado em projeto. Os interruptores são divididos em:
  - a) Interruptor simples: são encontrados com uma, duas ou três seções, comandando um único ponto e de uma a três lâmpadas ou um conjuntos destas.

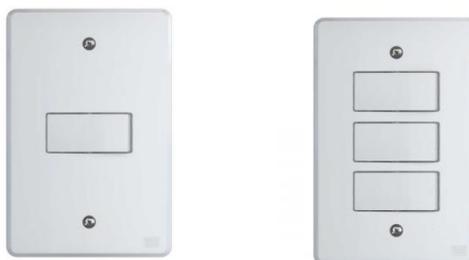


Figura 15: Interruptores simples.

Fonte: Tamoyo<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Disponível em: < <https://www.lojastamoyo.com.br/>>. Acesso em: 16 de nov. 2019.

- b) Interruptor paralelo: é utilizado para comandar locais diferentes. O uso é comum em escadas ou em cômodos onde se deseja apagar ou acender de pontos distintos.
- c) Interruptor intermediário: aplicado quando há necessidade de comandar o circuito em vários pontos diferentes.
- d) Interruptor controlador de luz: controla o iluminamento das lâmpadas, desde a intensidade até o seu desligamento. Apenas utilizadas para lâmpadas incandescentes. São do tipo potenciômetro ou dimmer, este baseado em circuito eletrônico.



Figura 16: Dimmer.

Fonte: Tamoyo<sup>7</sup>.

- e) Minuterias: Dispositivos capazes de comandar a iluminação de vários pavimentos com um simples toque no botão. Controlam o desligamento dos circuitos mediante certo intervalo de tempo. Esse interruptor é muito aplicado em prédios.
- f) Interruptores temporizadores: são interruptores que acionam a lâmpada com um simples toque e a apagam depois de um tempo. Este interruptor comanda apenas algumas lâmpadas.
- g) Interruptores remotos: são capazes de apagar e acender lâmpadas incandescentes e fluorescentes à distância. Também podendo variar a intensidade de lâmpadas fluorescentes.

- Lâmpadas

CAVALIN e CERVELIN (2017) relatam que a indústria da iluminação é a que mais tem investido na eficiência e economia de energia. Em paralelo a essas evoluções foram sendo desenvolvidos diversos produtos de iluminação que refletem positivamente na economia de energia, dentre elas estão às lâmpadas fluorescentes compactas e eletrônicas.

---

<sup>7</sup> Disponível em: < <https://www.lojastamoyo.com.br/>>. Acesso em: 16 de nov. 2019.

As fontes de luz artificial possuem três tipos principais, como mostra a Tabela:

Incandescentes	1) De uso geral (não são mais fabricadas e a sua retirada do mercado iniciou-se em 2016).
De descarga	1) Baixa pressão; 2) Alta pressão.
Luminescentes	1) LED.

Tabela 12: Tipos principais de luz artificial.

Fonte: Própria

As lâmpadas possuem alguns tipos de base, sendo os mesmos o elemento de ligação mecânica e elétrica ao receptáculo. Os tipos de base estão descritos na Tabela 13.

Nome da base	Símbolo	Diâmetro (mm)
Miniatura	E-10	10
Candelabro	E-12	12
Pequena	E-14	14
Intermediária	E-17	17
Normal	E-27	27
Mogul	E-40	40

Tabela 13: Tipos, símbolos e diâmetros de bases de lâmpadas.

Fonte: Cavalin e Cervelin (2017)

De acordo com CAVALIN e CERVELIN (2017) existem alguns tipos de lâmpadas, que estão devidamente citados na Tabela 13.

Nome	Descrição	Ilustração
Específicas	Destinadas a locais sujeitos a vibrações, como por exemplo: tornos e outras máquinas rotativas, bombas de gasolina e navios e também para locais onde há grandes variações de temperatura e umidade como refrigeradores.	
Refletores/Defletores ou Espelhadas	São fontes de luz de alto rendimento, pequenas dimensões e feixe concentrado e dirigido. Permitem a obtenção de um fluxo luminoso constante de alta intensidade e distribuição precisa.	
Halógenas	Fazem parte da família da lâmpadas incandescentes. Podem ser encontradas em dois formatos: “lapiseira” ou “palito”.	

Fluorescentes	São fabricadas conforme tonalidades ou cores e formatos cm o objetivo de atender às mais diversas aplicações.	
LED	Conhecida como lâmpada eletrônica ou lâmpada de estado sólido. São amplamente utilizadas na iluminação de ambiente, áreas públicas, balizadores, iluminação de fachadas etc.	

Tabela 14: Exemplos de lâmpadas.  
Fonte: Própria.

### 2.3.3.2. Tomadas

Segundo a NBR 5410:2004, pontos de tomadas são pontos de utilização em que a conexão do equipamento a ser alimentado é feita através de tomada de corrente. Sendo essas as fontes de alimentação utilizadas pela maior parte dos equipamentos, como eletrodomésticos. Um ponto pode conter uma ou mais tomadas e pode ser classificado de acordo com a tensão do circuito, o número de tomadas de corrente previstas, o tipo de equipamento a ser utilizado e a corrente nominal das tomadas de corrente nele utilizadas.

A NBR 14136:2013 determina que as tomadas devem possuir dois pinos mais um pino terra e a delimitação de dois modelos de pontos de tomadas. A NBR 5410:2004 estabelece que esses pontos devem ser de até 10 A, que são de uso geral (TUG), e de até 20 A, que são de uso específico (TUE). Os plugues de até 10 A são obrigados a encaixarem nos modelos de até 20 A, e os plugues de 20 A não podem ser inseridos nas tomadas de 10 A.

- Tomada de uso geral (TUG)

São tomadas destinadas à ligação de mais de um equipamento, mas não ao mesmo tempo. Nelas são ligados aparelhos como: liquidificador, ventilador, televisão, dentre outros. A fiação mínima para TUG's é de 2,5 mm<sup>2</sup>.

Usualmente as tomadas são representadas nos projetos em três tipos de altura:

- Tomada baixa: um intervalo de 20 cm a 30 cm do piso acabado;
- Tomada média: um intervalo de 100 cm a 130 cm do piso acabado;
- Tomada alta: um intervalo de 180 a 220 cm do piso acabado.

A NBR 5410:2004 estabelece alguns requisitos quanto ao número de pontos, sendo eles:

- i. O número de pontos de tomadas deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados.
  - a) Os banheiros devem possuir pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório com uma distância mínima de 60 cm do limite do boxe.
  - b) Em cozinhas, área de serviço, lavanderias e locais similares, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m ou fração de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente no mesmo ponto ou em pontos diferentes.

As varandas devem possuir pelo menos um ponto de tomada. É aceitável que o ponto não seja instalado na própria varanda, quando sua área for inferior a 2m<sup>2</sup> ou uma profundidade menor que 0,8 m.
  - c) Na sala e em dormitório é necessário no mínimo um ponto de tomada a cada 5 m de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados o mais uniformemente possível.
  - d) Em dependências e cômodos de habitação devem ser previstos pelo menos:
    - o Um ponto de tomada se a área do local for inferior a 2,25 m<sup>2</sup>. Admitindo que esse ponto seja colocado fora do cômodo e até 0,80 m de distância da porta de acesso
    - o Um ponto de tomada se a área do local for igual ou superior a 2,25 m<sup>2</sup> e inferior a 6 m<sup>2</sup>.
    - o Um ponto de tomada a cada 5 metros de perímetro, se a área for superior a 6m<sup>2</sup>, sendo distribuído de forma uniforme.
  - e) Halls, corredores, subsolos, garagens e mezaninos: pelo menos um ponto de tomada.
  - f) Em escadaria, salas de manutenção e salas onde ficam alojados equipamentos, como casas de máquinas, salas de bombas, barrilete e locais semelhantes há necessidade de no mínimo uma tomada.
  - g) Instalações comerciais:
    - o Escritórios com áreas iguais ou inferiores a 40 m<sup>2</sup>: uma tomada para cada 3m de perímetro, ou uma tomada para cada 4 m<sup>2</sup>, usando o critério que conduzir para um maior número de tomadas.

- Escritórios com áreas superiores a 40 m<sup>2</sup> devem possuir dez tomadas para os primeiros 40 m<sup>2</sup>; uma tomada para cada 10 m<sup>2</sup>, ou fração da área restante.
  - Lojas devem ter uma tomada para cada 30 m<sup>2</sup>, não sendo computadas as tomadas destinadas vitrines, lâmpadas e demonstração de aparelhos.
- ii. Potência mínima das tomadas:
- a) Lavanderias, cozinhas, áreas de serviço, banheiros e locais semelhantes deve-se atribuir, no mínimo 600 W por tomada, até três. Dispor 100 W para as outras, considerando os ambientes de forma individual.
  - b) Demais cômodos atribuir 100 W para as tomadas.
  - c) Em instalações comerciais deve-se atribuir 200 W por tomada.
  - d) Em salas de manutenção e equipamentos, a potência mínima é de 1000 W.
- Tomada de uso específico (TUE)

São tomadas usadas para alimentar, de modo dedicado ou exclusivo os equipamentos. São ligados nessas tomadas aparelhos como: chuveiro, ar-condicionado, dentre outros.

- i. A fiação mínima para TUE's é de 4 mm<sup>2</sup>.
- ii. A quantidade de tomadas é estabelecida de acordo com o número de equipamentos que vão ser utilizados de forma fixa na edificação, sendo localizados no máximo a 1,5 m do ponto previsto da localização.
- iii. As TUE's devem possuir potência igual à potência nominal do equipamento que será utilizado.
- iv. Quando a potência do equipamento não for conhecida, é recomendado utilizar na tomada uma potência nominal igual do equipamento mais potente como possibilidade de ser utilizado, ou à potência determinada a partir da corrente da tomada e da tensão do circuito em questão.

#### 2.3.3.3. Elementos

São inseridos aos circuitos elétricos a fim de garantir a segurança e um bom funcionamento das instalações, de acordo com a NBR 5410:2004, obedecendo às prescrições apropriadas às condições externas – temperatura, altitude, umidade, presença de água e corpos sólidos, mofo, vibrações, entre outros.

Segundo SOUTO (2018) o termo elementos significa “componentes e fontes”. De acordo com a NBR 5410:2004, a escolha de qualquer componente e sua instalação

deve permitir que sejam obedecidas as medidas de proteção para garantir a segurança e um funcionamento adequado ao uso da instalação e as prescrições apropriadas às condições de influências externas previsíveis (temperatura, altitude, presença de água, presença de corpos sólidos, choques mecânicos, mofo, vibração, influências eletromagnéticas etc.).

- Eletroduto e eletrocalha

De acordo com JÚNIOR (2010) eletrodutos são condutos (aparentes ou embutidos) destinados exclusivamente a conter ou abrigar os condutores elétricos, fazendo as ligações entre todos os pontos de eletricidade e os quadros de luz. Sua instalação deve facilitar sua operação, manutenção e o acesso às suas conexões.

Podem ser rígidos: de aço ou PVC; semirrígidos: polietileno; flexíveis metálicos. Só podendo embutir os rígidos e semirrígidos.

- Caixas

JÚNIOR (2010) afirma que as caixas são acessórios que têm várias funções nas instalações elétricas prediais, sendo as suas principais características:

- Servir de base para fixação de luminárias e/ou dispositivos de comando;
- Enfição, emendas e derivação de eletrodutos;
- Permitir acesso à fiação e manutenção das instalações.

Podem ser de embutir ou aparente.

- Embutir: PVC ou de chapa de aço (preferencialmente estampadas, que podem ser zincadas a fogo, esmaltadas ou galvanizadas);
- Aparente: PVC ou alumínio injetado – mais utilizadas em instalações industriais, comerciais, depósitos e oficinas.

Tipos de Caixa	Dimensões (cm)	Finalidades	Nº máx. de Condutores			
			1,5	2,5	4,0	6,0
Retangular	10 x 5 x 5	Interruptores, tomadas e pulsadores.	09	06	04	-
Quadrada	10 x 10 x 5	Interruptores, tomadas e ligações.	11	09	07	05
Quadrada	10 x 10 x 10	Passagem (ligações).	11	09	07	05
Quadrada	15 x 15 x 10	Passagem (ligações).	20	16	12	10

Octogonal	10 x 10 x 5	Ponto de luz no teto e ligações.	11	11	09	05
Octogonal	10 x 10 x 10	Ponto de luz no teto e ligações.	11	11	09	05
Hexagonal	7,5 x 7,5 x 7,5	Arandelas e ligações.	06	06	04	03

Tabela 15: Caixas de derivação de eletro.

Fonte: Instalações elétricas e o projeto de arquitetura, 2010.

- Condutor de eletricidade

SOUTO (2018) afirma que alguns materiais como os metais e a água salgada permitem que a carga passe por eles muito facilmente, sendo esses materiais denominados de condutores de eletricidade. Geralmente, o material condutor é cobre e, em alguns casos, alumínio. Já FLANDOLI (2016) caracteriza condutores elétricos como todo corpo que é capaz de conduzir ou transmitir a eletricidade.

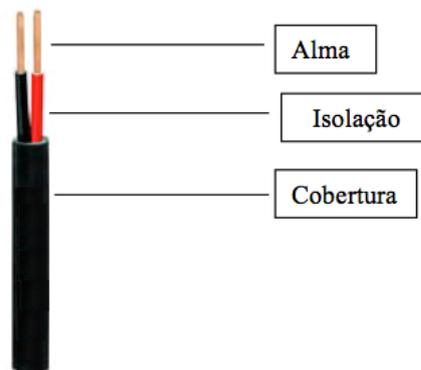


Figura 17: Partes dos condutores.

Fonte: Condutores elétricos – Materiais, 2016<sup>8</sup>

Os fios são próprios para instalações que não exijam dobras ou curvas, já os cabos são ideais para instalações em que haja curvas.

### 2.3.4. Equipamentos

#### 2.3.4.1. Elevadores

De acordo com o CREA-MG, elevador pode ser definido como um mecanismo de elevação ou descida, fechado, para transporte de pessoa e carga no sentido vertical. Já Amorim (2016) define elevador como sendo aquilo que eleva, máquina elevatória; ascensor.

<sup>8</sup> Disponível em: < <http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/4-selecao-de-condutores-nas-instalacoes-eletricas/condutores-eletricos-materiais/>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

- Elevadores Elétricos

Para o projeto de elevadores utiliza-se como base a NBR 5665 - Cálculo de Tráfego de Elevadores e a NM 207 - Elevadores Elétricos de Passageiros: Requisitos de Segurança para construção e instalação. Ambas determinam requisitos mínimos para a análise inicial dos projetos de elevadores, além de tornar possível a verificação de requisitos como dimensionamento, segurança, material e instalação.

a) Casa de máquinas

Utilizada como abrigo das máquinas, painéis de comando e despacho, limitador de velocidade, dentre outros componentes. JUNIOR (2010) afirma que na casa de máquinas, encontra-se o quadro de comando e a máquina de tração (num acoplamento de motor elétrico mais redutor mecânico).

Segundo a NBR NM-207 a Casa de Máquinas possui algumas exigências, dentre elas:

- i. A porta de acesso à Casa de Máquinas deve ser de material incombustível e sua folha deve abrir para fora, estar provida de fechadura com chave para a abertura pelo lado externo e abertura sem chave pelo lado interno;
- ii. Altura mínima de 2,00m;
- iii. Devem ter ventilação natural cruzada ou forçada, com 1/10 de área de piso;
- iv. A temperatura da Casa de Máquinas deve ser mantida entre 5°C e 40°C.

b) Caixa

De acordo com AMORIM (2016), caixa é o espaço onde o carro e o contrapeso viajam. Este espaço é limitado pelo fundo do poço, pelas paredes e pelo teto.

A NBR NM-207 determina algumas exigências, sendo algumas delas:

- i. As paredes devem ser constituídas de material incombustível formando uma superfície lisa. Se existirem saliências na direção do movimento do elevador, estas devem ser chanfradas a 60° ou mais com a horizontal;
- ii. Quando houver distância superior a 11 m entre paradas consecutivas, devem existir portas de emergência na Caixa;
- iii. Na parte superior da Caixa deve existir abertura de ventilação, com área igual a 1% da área da seção horizontal da Caixa, no mínimo;
- iv. Iluminação a cada 7m ao longo do percurso.

#### c) Portas e alçapões

De acordo com o item 6.4.7.1 da NBR NM 207 as áreas de trabalho dentro da caixa devem ser acessíveis através de portas nos fechamentos da caixa. O acesso pode ser através de portas de pavimento ou portas satisfazendo os seguintes requisitos:

- i. Ter largura mínima de 0,60 m e altura mínima de 1,80 m;
- ii. Não abrir dentro da caixa;
- iii. Ser providas com trinco operado por chave, com fechamento e travamento autônomos;
- iv. Ser abertas de dentro da caixa sem a chave, mesmo quando estiverem travadas;
- v. Ser providas com um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, para verificar a posição fechada;
- vi. Ser não perfuradas, satisfazendo os mesmos requisitos para resistência mecânica das portas de pavimento e estar em conformidade com 7.2.2.

#### d) Poço

Espaço localizado abaixo do piso da parada extrema inferior, na projeção da Caixa. Deve ser destinado apenas para esse equipamento, também não deve possuir construções habitáveis abaixo do mesmo e ele deve ser aterrado para segurança dos moradores.

A NBR NM 207 estabelece algumas exigências, sendo elas:

- i. Deve existir acesso ao fundo do Poço;
- ii. Entre os Poços de elevadores adjacentes deve existir parede divisória, ou proteção de chapa metálica ou tela de arame, de abertura de malha inferior a 5 cm, com altura mínima de 2,50 m acima do nível do fundo do Poço;
- iii. Não deve existir no Poço qualquer equipamento que não faça parte do elevador;
- iv. Em cada Poço deve existir um ponto de luz, de forma a assegurar a iluminação mínima de 20 lx no piso do Poço, além de uma tomada elétrica.

#### 2.3.4.2. Geradores

De acordo com FERRAZ NETTO (2011), todo dispositivo que tem como objetivo a produção de energia elétrica por meio da energia mecânica é máquina geradora de energia elétrica.

Os motores de geradores de energia elétrica trabalham por meio da queima de combustível, da mesma forma que o motor de um veículo como tratores, carros, ou caminhões fazem. Acoplados a um alternador, eles atuam convertendo a energia mecânica em energia elétrica (GALDINO, 2011).

A utilização de geradores se torna fundamental em quedas de energia elétrica. Em condomínios, comércios e hospitais a falta de energia geram transtornos e deve ser evitada através do acionamento de geradores.

#### 2.3.4.3. Bomba

PRADO e SILVA (2013) afirmam que as bombas hidráulicas são máquinas de fluxo utilizadas para aumentar a energia total (geométrica, piezométrica e cinética) do fluido a partir da energia recebida de uma fonte externa, normalmente um motor elétrico ou de combustão interna. Bomba hidráulica como dispositivos mecânicos idealizados para mover os líquidos com pressão suficiente para transmitir a energia no corpo de fluido (FERREIRA DA SILVA, 2018).

As bombas mais utilizadas nas construções residenciais e comerciais são as de piscina e de reservatório ou poço artesiano. Para o uso em reservatórios o maior objetivo é deslocamento do fluido, a água, possibilitando o controle, reabastecimento e recirculação.

#### 2.3.4.4. Baterias

As baterias são equipamentos que produzem quantidade de energia por meio de reação de oxidação e redução. Funcionando com conjunto de pilhas, produzindo energia elétrica. (MOURA BATERIA, 2019).

As baterias possuem filtros de vapor que não deixam que passem soluções nocivas à saúde apenas as que o corpo humano pode inalar, mas ainda assim, a NBR 5410 no item 6.5.2.1 aponta que os locais onde serão instaladas devem ser ventilados e sem risco de chama próximo. Além disso, é importante que esses locais sejam refrigerados, para que a temperatura de 25° Celsius seja garantida, mantendo a vida útil da bateria, essa é exigência normalmente dos fabricantes.

DMESG TI Soluções e tecnologias, afirma que as maiores utilidades são em sistemas no-breaks, centrais telefônicas, alarmes, sistemas de som, energia solar e eólica, iluminação e sistema de emergência, com correntes demandando tempo para serem gastas.

### 2.3.5. Subestação

De acordo com a Norma NOR.DISTRIBU-ENGE-0023:2017, devem ser atendidas em média tensão primária de distribuição as unidades consumidoras que possuam entre 75 kW e 2500 kW.

As concessionárias de serviço público de energia elétrica devem atender a NBR 14039/03 – Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Alta Tensão - mesmo possuindo normas próprias que atendam a construção de subestações de consumidor.

MUZY (2012) descreve subestação como:

Um conjunto de equipamentos industriais interligados entre si com o objetivo de controlar o fluxo de potência, modificar tensões e alterar a natureza da corrente elétrica assim como garantir a proteção do sistema elétrico.

De acordo com o Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná:

Subestação é um conjunto de condutores, aparelhos e equipamentos destinados a modificar as características da energia elétrica (tensão e corrente), permitindo a sua distribuição aos pontos de consumo em níveis adequados de utilização.

PERUCHI RONCHI (2018) afirma que subestação de consumidor são instalações elétricas e civis destinadas a alojar medição, proteção e transformação. A subestação de consumidor, com exceção das destinadas ao atendimento a edifícios de múltiplas unidades de consumo, apresenta:

- a) Entrada de serviço: é o trecho entre o ponto de derivação do sistema público e os terminais de medição. Seus componentes estão descritos na Tabela 16 e representados na Figura 18.

	<b>Elemento</b>	<b>Descrição</b>
<b>ENTRADA DE SERVIÇO</b>	Ponto de ligação	É aquele de onde deriva o ramal de ligação.
	Ramal de ligação	É o trecho do circuito aéreo compreendido entre o ponto de ligação e o ponto de entrega
	Ponto de entrega	É aquele no qual a concessionária se obriga a fornecer a energia elétrica. Pode ser de entrada aérea ou subterrânea.
	Ramal de entrada	É o conjunto de condutores com os respectivos materiais necessários à sua fixação e interligação elétrica do ponto de entrega aos terminais da medição. Pode ser aéreo ou subterrâneo.

Tabela 16: Elementos da entrada de serviço.

Fonte: Própria.

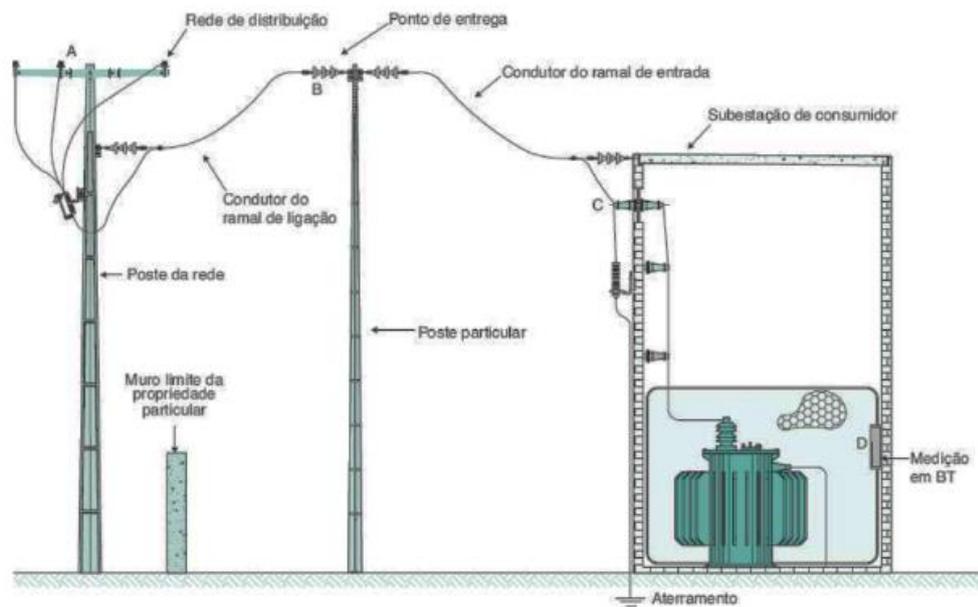


Figura 18: Elementos de entrada de serviço de uma consumidora de alta tensão.

Fonte: Cabine Primária.

### 2.3.6. Energia Solar

MARQUES et al. (2009) afirma que:

“Os Módulos Solares Fotovoltaicos não utilizam calor para produzir eletricidade. Interpretando a palavra, “photo” significa “produzido pela luz” e o sufixo “voltaico” refere-se a “eletricidade produzida por uma reação química”, ou seja, eles são os elementos básicos para a transformação de energia eletromagnética em energia elétrica e podem ser compreendidos como dispositivos semicondutores que produzem uma corrente elétrica quando expostos à luz”.

A energia solar é uma excelente fonte de eletricidade levando em conta que a energia solar incidente sobre a terra a cada dia é equivalente a toda energia consumida no mundo por 27 anos (ALDABÓ, 2002).

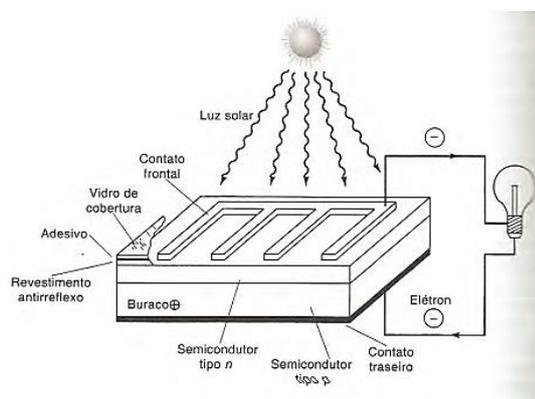


Figura 19: Montagem esquemática de uma célula solar.

Fonte: UNESP<sup>9</sup>

Conforme ALDABÓ (2002):

“Vários materiais e tipos de estruturas podem ser usados na produção de células fotovoltaicas. Atualmente a maior parte das células solares é feita pelo agrupamento de duas camadas muito finas de silício cristalino, isso, devido ao conhecimento tecnológico já adquirido sobre o silício e a sua facilidade de ser encontrado na natureza. Entre outros materiais pesquisados para uso na tecnologia fotovoltaica temos o arsênio de gálio e o sulfeto de cádmio”.

Os coletores solares são alimentados diretamente pelos reservatórios de água e o fim do circuito interno de cobre, pode ser ligado à instalação hidráulica da residência, assim como a outro reservatório, conhecido como Boiler, que irá conter a água já aquecida, e esse conectado às tubulações.

Hoje, o uso mais popular dos sistemas solares de aquecimento é o fornecimento de água quente para propósitos e usos domésticos ou para piscinas, embora possa ser também utilizado para o aquecimento de ambientes (MOTTA et al. (2012)).

## 2.4. ORÇAMENTAÇÃO

### 2.4.1. Levantamento de quantitativo

Os orçamentos para obras de construção civil compreendem no levantamento dos serviços a serem executados, seus quantitativos, os respectivos preços unitários e o preço global do investimento (COELHO, 2001). O levantamento das quantidades é, historicamente, efetuado a partir da análise do projeto desenvolvido, das especificações técnicas e das plantas construtivas (DIAS, 2004).

Considerando que a orçamentação é um processo manual, a mesma está suscetível a vários equívocos. Alguns deles ocorrem na fase de levantamento de quantitativos, isso faz com que o erro se propague gradualmente em todo o orçamento. SABOL (2008) ainda afirma que este processo (manual) de levantamento de quantitativos está sujeito a erros humanos, os quais tendem a propagar imprecisões nos orçamentos.

Segundo SAMPAIO (1989), o orçamento preliminar corresponde à avaliação de custo obtida através de levantamento e estimativa de quantidades de materiais e de serviços e pesquisa de preços médios, efetuada na etapa do anteprojeto.

#### **2.4.2. Orçamento**

ROCHA (2010) define orçamento como uma ferramenta que auxilia a tomada de decisão, que possibilita aos gestores fixar objetivos e políticas concretas, através deste procedimento é possível envolver todos colaboradores para o mesmo objetivo.

CARDOSO (2009, p. 15) expõe algumas definições referentes a orçamento:

O orçamento é a discriminação completa dos custos de uma obra. O orçamento é a expressão quantitativa de um plano de ação e um auxílio a coordenação e controle. Pode valer para a organização como um todo ou para qualquer subunidade. Um orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com o plano de execução previamente estabelecido, gastos esses traduzidos em termos quantitativos.

É de extrema importância para a formação acadêmica de um Engenheiro Civil que o mesmo tenha conhecimento não somente sobre a elaboração, mas também com relação ao planejamento orçamentário de uma construção. Sobre esse assunto, TISAKA (2006, p. 18) relata que:

A tarefa de calcular a remuneração de serviços de Engenharia exige uma série de requisitos que não se restringem apenas a uma questão eminentemente técnica, envolvendo necessidade de conhecimentos que vão desde a legislação profissional, legislação tributária e fiscal, conhecimento do mercado de materiais e de mão-de-obra, no seu mais amplo sentido.

### 3. METODOLOGIA

Segundo (RODRIGUES, WILLIAM - 2007) metodologia é um conjunto de abordagens técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição objetiva do conhecimento, de uma maneira sistemática. Assim, como tipologia de pesquisa a metodologia empregada neste trabalho caminhou com característica explicativa, visto que o produto do manual e planilha abordam conceitos, dicas, técnicas e explicações pertinentes ao tema de levantamento de quantitativos de projetos elétricos.

As etapas de construção do manual seguiram da seguinte maneira:

1. Etapa Exploratória: entendimento sobre a problemática do cliente. Foi feita uma visita in loco, a qual, o Engenheiro Civil, sócio da empresa, abordou qual era o ponto de melhoria que desejava ter na atividade de orçamentação. Nessa etapa a equipe entendeu o processo de orçamentação, coletou as informações ditas pelo cliente e começou a buscar as possíveis soluções, por meio do uso de um manual.

		<b>REGISTRO DE REUNIÃO</b>			
<b>Projeto:</b>		Manual de Verificação de Projetos de Instalação Elétrica			
<b>Curso(s)/Turma(s):</b>		Engenharia Civil/2015.1			
<b>Gestor do Projeto:</b>		Ana Maria Fér Pereira			
<b>Orientador:</b>		Priscila Galdino			
<b>Gestor TheoPrax</b>		João Lucas da Hora			
<b>Representante da Empresa:</b>		Caio Dias			
<b>DATA:</b>	18/02/2019	<b>HORÁRIO:</b>	08:20	<b>DURAÇÃO:</b>	00:30
<b>OBJETIVO DA REUNIÃO</b>					
Coletar as necessidades de melhorias da Construtora Mega Realty					
<b>PONTOS DE PAUTA</b>					
Temas para o Projeto TheoPrax					
<b>PARTICIPANTES</b>					
Caio Dias Ana Maria Fér Ícaro Andrade Leila Cerqueira					

Figura 20: Ata de reunião com o cliente.

Fonte: Própria.

2. Escopo: pesquisa e definição da estrutura do produto. Para definir os tópicos que seriam abordados no manual, foi feita uma pesquisa bibliográfica utilizando alguns autores como Geraldo Cavalin e Severino Cervelin (2017), Roberto de Carvalho Júnior (2010). E foi realizado também discussões com estudantes de engenharia elétrica e professores

da área, pois a abordagem dos tópicos precisaria de uma sequência lógica, de acordo com o usual do mercado, sendo importante um alinhamento com profissionais especializados.

**SUMÁRIO**

1. MEGA REALTY
  - a. A ORGANIZAÇÃO
2. APRESENTAÇÃO DO MANUAL
3. INTRODUÇÃO TÉCNICA
4. OBJETIVO
5. INTRODUÇÃO A LEITURA DE PROJETOS ELÉTRICOS
  - a. OBJETIVO
  - b. ABRANGÊNCIA
  - c. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
  - d. TERMOS E DEFINIÇÕES
  - e. PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
6. SISTEMAS DE PROTEÇÃO
  - a. PREVISÃO DE CARGA
  - b. QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO
  - c. DISJUNTORES
  - d. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS
  - e. ATERRAMENTO
    - i. ENTRADA CONSUMIDORA
    - ii. QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
    - iii. APARELHOS ELETRDOMÉSTICOS
7. SISTEMAS DE CIRCUITOS
  - a. ILUMINAÇÃO
  - b. TOMADAS
    - i. TUD
    - ii. TUE
  - c. ELEMENTOS
    - iii. ELETRODUTO E ELETROCALHA
      - PLANEJAMENTO
      - DIMENSIONAMENTO
    - iv. CAIXAS
    - v. CONDUTOR DE ELETRICIDADE
      - FIO
      - CABO
      - DIMENSIONAMENTO
      - ALUMÍNIO



Figura 21: Sumário.  
Fonte: Própria.

3. Construção: a pesquisa realizada para elaboração do manual de análise, interpretação e levantamento de quantitativos para projetos de instalações elétricas se encaminhou no viés de análise documental. Por meio de buscas com palavras-chaves para encontrar artigos, manuais, monografias e sites que foram selecionados e lidos, como etapa de filtragem para então consolidar as possíveis fontes base dos fundamentos. Além disso, foi feita a leitura das normas técnicas aplicáveis ao tema, principalmente a NBR 5410 - 2004 Instalações Elétricas de Baixa Tensão, que serviu como orientação para o entendimento de diversos termos técnicos. A pesquisa qualitativa “é uma metodologia não estruturada, exploratória, baseada em pequenas amostras que proporcionam insights e compreensão do contexto do problema” (CROCCO, 2006, p.45) então esse foi o segmento utilizado,

onde por meio das normas e dos livros foram retiradas exigências, parâmetros de escolhas e as restrições expostas em cada item do manual e de sites e artigos foi explorado o viés argumentativo e crítico para entender mais os conceitos e usos dos materiais utilizados em projetos elétricos.

4. Revisão: Para o aperfeiçoamento e revisão do manual, foi utilizado como instrumento de coleta de dados uma entrevista presencial no dia 06 de novembro de 2019 com o dono da empresa construtora, que irá utilizar futuramente o produto, os questionamentos foram de caráter investigativo sobre o uso do manual e aplicabilidade. Depois da coleta a equipe se reuniu e definiu algumas revisões feitas para garantir o atendimento à problemática do cliente.
5. Para a construção do anexo do roteiro de projetos foi utilizado como base um documento de um docente da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, no qual expõe todo o passo a passo de como realizar um projeto elétrico e um projeto real enviada em formato *.dwg*, no *software* AutoCAD, pelo cliente da MEGA REALTY. Essa parte do documento foi feito ao final da construção do manual, então o conhecimento já tinha sido explorado anteriormente o que facilitou a confecção do roteiro.

Já a elaboração da planilha de levantamento de quantitativo seguiu as seguintes etapas:

1. Para a construção da planilha de itens do levantamento de quantitativo utilizou-se como base o conhecimento de excel e a coleta de dados em entrevistas, para saber em qual base computacional realizavam essa tarefa, e com essa definição, a seleção de elementos foi sendo feita por meio de pesquisas e dados orçamentários livres como a SINAPI.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. O PRODUTO

O manual elaborado, exposto no apêndice A, tem como objetivo principal atingir os participantes no processo de desenvolvimento da fase orçamentária, sendo esses o seu público alvo principal. Porém, o mesmo não se restringe apenas a este grupo de pessoas, atendendo assim qualquer integrante da organização.

O produto está estruturado em disciplinas referentes à análise, interpretação e levantamento de quantitativo para projetos de instalações elétricas, sendo essas compostas por: definições, dimensionamento básico e todas as informações necessárias para o entendimento dos itens que compõem o manual.



Figura 22: Capa do manual.

Fonte: Própria.

#### 4.1.1. Termos e definições

Neste item foram expostos os termos e definições necessários para a compreensão dos projetos inseridos no escopo do manual, e leitura clara de todo o

produto. Esses termos são necessários, de modo a estarem referenciados nas normas pertinentes a cada disciplina e usualmente utilizado no mercado.

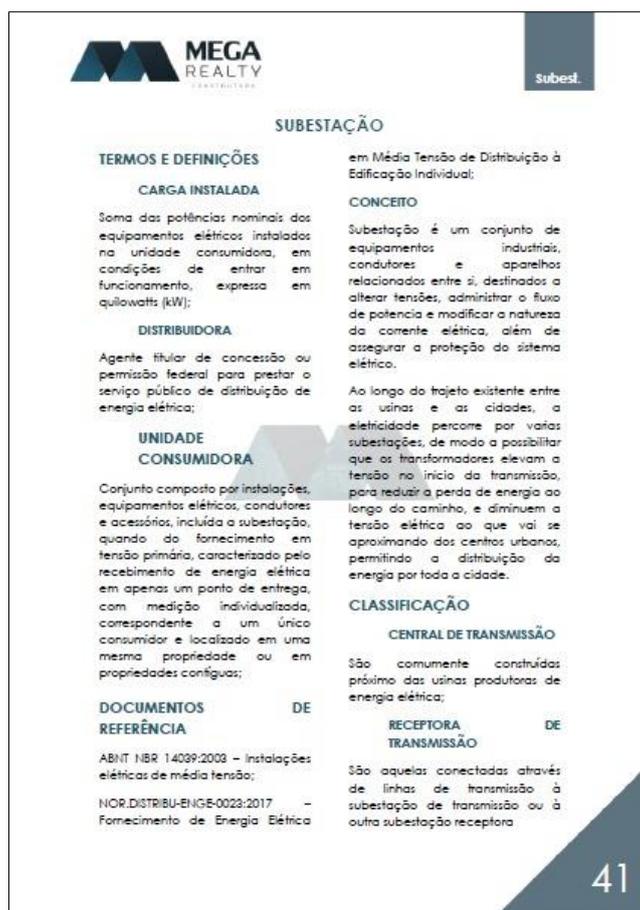


Figura 23: Termos e definições de subestação.

Fonte: Própria.

#### 4.1.2. Leitura e análise de projetos

A leitura e interpretação de projetos de instalações elétricas são de extrema importância para a orçamentação e desenvolvimento executivo. Isso está relacionado ao fato de que durante a análise de projetos torna-se possível compreender possíveis problemas antes ocultos e que podem provocar danos no orçamento.

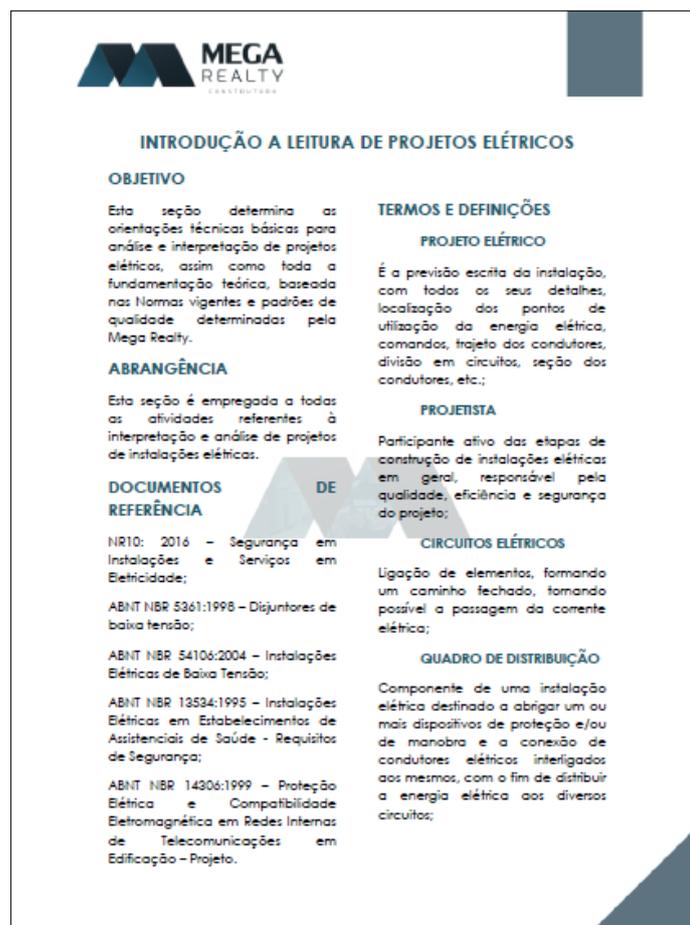


Figura 24: Introdução a leitura e interpretação de projetos.

Fonte: Própria

### 4.1.3. Roteiro

Nesta seção foi utilizado um projeto real do cliente, de modo a ser realizada toda a parte de dimensionamento e interpretação do projeto no intuito de direcionar o usuário. O roteiro foi elaborado levando em consideração todas as etapas necessárias para o desenvolvimento de um projeto de instalações elétricas em um empreendimento residencial.

## APÊNDICE A

### ROTEIRO

1. Consulta preliminar (concessionária);
2. Levantamento de dados do imóvel (planta baixa, área e perímetro);
3. Previsão de cargas de iluminação;
4. Previsão de cargas de tomadas - TUG e TUE;
5. Quadro de cargas e potência instalada;
6. Modalidade e limite de fornecimento;
7. Cálculo da demanda máxima e dimensionamento do ramal de entrada;
8. Localização do quadro de distribuição;
9. Divisão da instalação em circuitos;
10. Dimensionamento dos condutores;
11. Dimensionamento dos eletrodutos;
12. Dimensionamento dos dispositivos de proteção;
13. Dimensionamento do sistema de aterramento;
14. Levantamento de material e de custo;
15. Memorial Técnico Descritivo;
16. Memorial descritivo (documentação do projeto);
17. Taxas de projeto junto ao CREA (ART - Anotação de Responsabilidade Técnica);
18. Solicitação de ligação de energia.



Figura 25: Roteiro.

Fonte: Própria.

## 4.2. PROCEDIMENTO ORÇAMENTÁRIO

Orçamento é um procedimento que determina os gastos necessários para a execução de um projeto, com base nos dados coletados nos projetos cedidos.

No processo de orçamentação das disciplinas de instalações elétricas, o método que vai ser utilizado é o de levantamento de quantitativos, o qual estabelecerá os quantitativos de insumos existentes em instalações elétricas, a partir da análise e interpretação dos projetos.

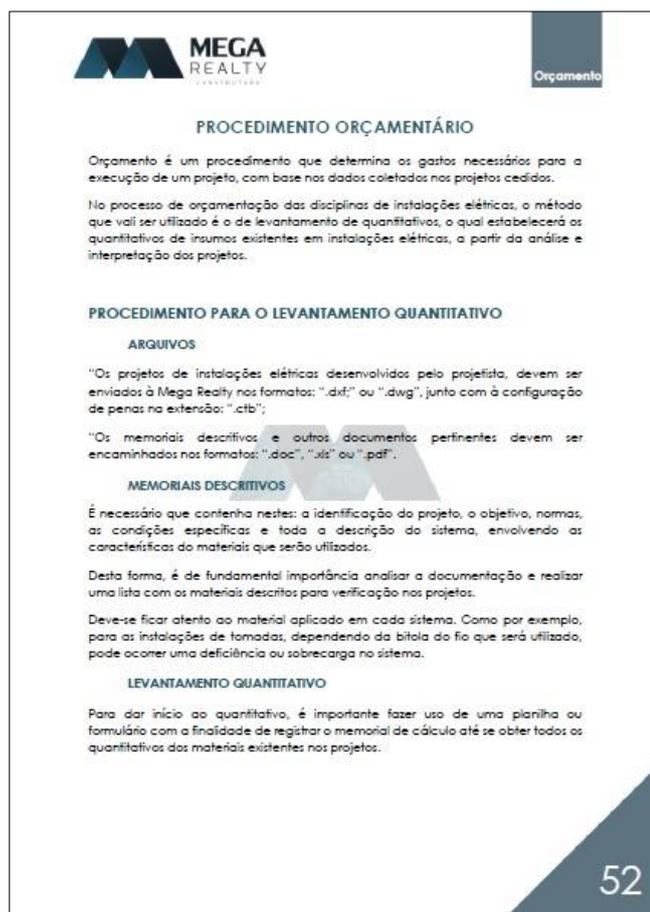


Figura 26: Procedimento orçamentário.

Fonte: Própria.

### 4.2.1. Arquivo

Os projetos de instalações elétricas desenvolvidos pelo projetista, devem ser enviados à Mega Realty nos formatos “.dxf;” ou “.dwg”, junto com a configuração de penas na extensão “.ctb;”

Os memoriais descritivos e outros documentos pertinentes devem ser encaminhados nos formatos “.doc”, “.xls” ou “.pdf”.

### 4.2.2. Memoriais descritivos

É necessário que contenha nestes: a identificação do projeto, o objetivo, normas, as condições específicas e toda a descrição do sistema, envolvendo as características dos materiais que serão utilizados.

Desta forma, é de fundamental importância analisar a documentação e realizar uma lista com os materiais descritos para verificação nos projetos.

Deve-se ficar atento ao material aplicado em cada sistema. Como por exemplo, para as instalações de tomadas, dependendo da bitola do fio que será utilizado, pode ocorrer uma deficiência ou sobrecarga no sistema.

### 4.2.3. Levantamento quantitativo

Para dar início ao quantitativo, é importante fazer uso de uma planilha ou formulário com a finalidade de registrar o memorial de cálculo até se obter todos os quantitativos dos materiais existentes nos projetos.

É necessário:

- a) Analisar e identificar os elementos descritos, mediante da planta baixa, cortes, representações isométricas e detalhamentos;
- b) Primeiramente, deve-se levantar os quantitativos a partir das representações em planta baixa, quantificando todos os pontos de tomadas e iluminação, interruptores, luminárias, elementos e itens do quadro de distribuição que compõem o projeto.
  - Quantificar as extensões dos fios e cabos na direção horizontal de todos os espaços
  - Quantificar os outros itens de acordo com suas respectivas especificações.
- c) Posteriormente, utilizar da mesma análise para o levantamento de quantitativos para as representações isométricas e dos detalhamentos.

Para facilitar as etapas acima descritas, pode-se fazer uso da “Planilha de Levantamento de Quantitativo” (Apêndice B), ou similar, para obter o memorial de cálculo e todos os quantitativos para cada memorial.

Para utilizar a Planilha, deve-se:

Através da opção de filtro, deve-se localizar o item levantado através da coluna “item”.

Por exemplo: Foi levantado 20m de cabo de 2,5mm, 2 disjuntores tripolar de 20A e 8 luminárias tipo calha para lâmpada de 18W.

Item		Material	Descrições	Descrição	Tamanho	Unidade	INSERIR	Qntd. Levantada	Qntd. Comercial	Qntd. por Lote	Qntd. Lotes
1	CABO 1,5	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	1,5mm	m						
2	CABO 1,5	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	1,5mm	m						
3	CABO 2,5	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	2,5mm	m						
4	CABO 2,5	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	1,5mm	m						
5	CABO 4,0	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	4mm	m						
6	CABO 4,0	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	4mm	m						
7	CABO 6,0	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	6mm	m						
8	CABO 6,0	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	10mm	m						

Figura 27: Filtro Planilha.

Fonte: Própria.

Com a planilha é possível ir filtrando e marcando os itens que deseja selecionar. Para escolher o cabo de 2,5 mm, por exemplo, filtra-se as opções disponíveis e digita com um “x” na coluna “INSERIR”.

MEGA REALTY CONSTRUTORA		LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVO								
Responsável pelo projeto: Equipe do projeto		Nome do Projeto: Manual para análise, interpretação e levantamento de quantitativo para projetos de instalações elétricas.						Data do Levantamento: Out/2019		
Item	Material	Descrições	Descrição	Tamanho	Unidade	INSERIR	Qtd. Levantada	Qtd. Comercial	Qtd. por Lote	Qtd. Lotes
3	CABO 2,5	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	2,5mm	m	x	20			
4	CABO 2,5	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	2,5 mm	m					

Figura 28: Seleção dos itens da planilha.

Fonte: Própria.

A partir da ação de filtrar e selecionar todos os itens, a planilha pode ser filtrada na coluna “INSERIR” e mostrar um resumo de tudo que levantou e escolheu.

MEGA REALTY CONSTRUTORA		LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVO								
Responsável pelo projeto: Equipe do projeto		Nome do Projeto: Manual para análise, interpretação e levantamento de quantitativo para projetos de instalações elétricas.						Data do Levantamento: Out/2019		
Item	Material	Descrições	Descrição	Tamanho	Unidade	INSERIR	Qtd. Levantada	Qtd. Comercial	Qtd. por Lote	Qtd. Lotes
3	CABO 2,5	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Circuitos Terminais	2,5mm	m	x	20			
103	DISJUNTOR	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 20A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2016	20A	-	uni	x	2			
230	LUMINÁRIAS	LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA TUBULAR DE 18 W - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2017	CALHA	18W	uni	x	8			

Figura 29: Resumo dos itens selecionados.

Fonte: Própria.

Com o resumo do que selecionou é possível saber do fornecimento, a quantidade mínima para compra, a quantidade fornecida por cada lote e no final quantos lotes serão realizados para a entrega. Essas últimas informações devem ser localizadas pelo usuário, a planilha não fornece.

## 5. CONCLUSÃO

A elaboração do produto, planilha e manual apresentado neste trabalho, possibilitou o aprendizado e estudo sobre análise, interpretação e levantamento de quantitativo de projetos elétricos, mensurando a funcionalidade e importância desses processos para uma empresa. Além disso, a experiência de estar em contato direto com o mercado, tentando solucionar as “dores” expostas foi enriquecedora e marcante, pois trouxe bagagem de um tema específico e muito importante.

As relações empregadas com docentes e corpo técnico da empresa facilitou o entendimento do assunto e a problemática que deveria ser sanada. A demora nas atividades de orçamentação e a inexperiência dos funcionários compromete a competitividade da empresa, pois o *time* do mercado é muito curto, as horas pagas por esse serviço é baixo, então a produtividade precisa ser alta.

Ao aplicar o produto e analisar seu resultado final é perceptível o quanto que atende às normas, às especificações dos materiais e seus fabricantes. O manual traz boa parte dos conceitos necessários para o entendimento de um projeto elétrico, junto às suas simbologias empregadas de maneira clara e sistemática. A sequência dos tópicos foi muito bem discutida e fundamentada para uma fácil leitura e interpretação do usuário, ponto crítico trazido pelo cliente, como uma das suas maiores dificuldades.

Como maneira de melhorar os processos da empresa e não precisar parar o corpo técnico para construção desse documento, a saída de explorar uma equipe acadêmica para entregar este produto foi essencial e com custo benefício muito bom para a empresa. A elaboração seguiu como o cliente desejou, com entrevistas e discussões sobre o escopo do manual.

Para compor a solicitação do cliente a entrega da planilha poderá facilitar a atividade de levantamento de itens e servir como base para o corpo técnico evoluir ainda mais a automatização, com inserção de novos dados específicos ou próprios que a empresa utiliza.

Portanto, a utilização do produto permite uma padronização nos processos de orçamentação, uma evolução nas etapas com maior eficiência. E o processo de construção do mesmo trouxe à equipe muito conhecimento técnico e científico, por meio das pesquisas, das leituras e da aplicabilidade prática de projetos elétricos.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] A GERADORA. **Recomendações Básicas para Geradores de Energia**. Disponível em: <<https://www.ageradora.com.br/recomendacoes-basicas-para-a-utilizacao-de-geradores-de-energia/>> Acesso em: 10 de novembro de 2019.
- [2] ALDABÓ, R. **Energia solar**. São Paulo: Artiber, 2002. 155p.
- [3] ALVAREZ, M.E.B. **Organização, sistemas e métodos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991. Vol. II. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base\\_manuais%20final.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base_manuais%20final.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.
- [4] ANEEL. **Aprenda a calcular o consumo de seu aparelho e economize energia**. 2018. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/17-05\\_materia1\\_3.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/17-05_materia1_3.pdf). Acesso em: 5 nov. 2019.
- [5] ANEEL. **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica: RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº414/2010 - DIREITO E DEVERES DOS CONSUMIDORES E DISTRIBUIDORAS**. BRASÍLIA -DF: [s. n.], 2010. 85 p.
- [6] ANVISA. **Segurança no Ambiente Hospitalar**. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/seguranca\\_hosp.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/seguranca_hosp.pdf)> Acesso em: 10 de novembro de 2019.
- [7] ARAUJO, L.C.G de. **Organização, sistemas e métodos**. São Paulo: Atlas, 2008. Vol. I. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base\\_manuais%20final.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base_manuais%20final.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Cálculo do tráfego nos elevadores - Projeto. **NBR 5665**. Rio de Janeiro, ABNT. 1987.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão. **NBR IEC 61643-1**. Rio de Janeiro, ABNT. 2007.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Elevadores elétricos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores com maquinaria dentro da caixa. **Projeto 04:010.13-002**. Rio de Janeiro, ABNT. 2007.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Elevadores elétricos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação. **NBR NM 207**. Rio de Janeiro, ABNT. 1999.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Iluminação de Interiores. Especificação. **NBR 5413**. Rio de Janeiro, ABNT. 1992.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. **NBR 5410**. Rio de Janeiro, ABNT. 2004.
- [14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Instalações elétricas de média tensão. **NBR 14039**. Rio de Janeiro, ABNT. 2003.

- [15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde - Requisitos para segurança. **NBR 13534**. Rio de Janeiro, ABNT. 1995.
- [16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. **NBR 14039**. Rio de Janeiro, ABNT. 2003.
- [17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada - Padronização. **NBR 14136**. Rio de Janeiro, ABNT. 2013.
- [18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. **NBR 5419**. Rio de Janeiro, ABNT. 2001.
- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Proteção elétrica e compatibilidade eletromagnética em redes internas de telecomunicações em edificações - Projeto. **NBR 14306**. Rio de Janeiro, ABNT. 1999.
- [20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Símbolos gráfico para instalações elétricas prediais. **NBR 5444 - CANCELADA**. Rio de Janeiro, ABNT. 1989.
- [21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto. **NBR 15569**. Rio de Janeiro, ABNT. 2008.
- [22] AVELLAR E DUARTE. **Definição de Projeto**. 2015. Disponível em <<https://www.avellareduarte.com.br/contextos/definicao-de-projeto-2/>> Acesso em: 15 de setembro de 2019.
- [23] AWS Truepower, Camargo Schubert Engenheiros Associados, FIEB/SENAI CIMATEC. **Solar Atlas Bahia** — Curitiba : Camargo Schubert ; Salvador : SECTI : SEINFRA : CIMATEC/SENAI, 2018. 76 p.
- [24] BATERIA Solar Residencial: Conheça a Tendência do Mercado Fotovoltaico. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.moura.com.br/blog/o-que-e-bateria-estacionaria/>. Acesso em: 26 nov. 2019
- [25] BOREAL LED. **DICAS DE ILUMINAÇÃO: LED X LÂMPADAS HALÓGENAS**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://blog.borealled.com.br/lampada-led-halogena-fluorescente-comparativo/>. Acesso em: 25 nov. 2019.
- [26] BRAGA, Newton. **Os circuitos para Iluminação Elétrica Doméstica e Comercial**. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/145-eleotecnica-e-eletricidade/instalacoes-eletricas/13420-os-circuitos-para-iluminacao-domestica-e-comercial-el064>> Acesso em: 28 de outubro de 2019.
- [27] BRANCO, Renata. **ATERRAMENTO ELÉTRICO**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=28&Cod=953>. Acesso em: 26 nov. 2019.
- [28] CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a Engenharia de custos**. São Paulo: PINI, 2009.

- [29] CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 14. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 1998.
- [30] CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 23. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2017.
- [31] CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas Prediais: teoria & prática**. Curitiba: Base Livros Didáticos, 2008.
- [32] CHINELATO FILHO, J. **O&M integrado à informática**. Rio de Janeiro: LTC, 1999. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base\\_manuais%20final.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base_manuais%20final.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.
- [33] CLAMPER DESIGN. **O que é DPS?**. 2016. Disponível em: <<https://www.clamper.com.br/2016/12/16/o-que-e-dps-dispositivos-de-protecao-contra-surtos-eletricos/>> Aceso em: 25 de setembro de 2019.
- [34] CLIVARTEE. 2016. **Gerador é Necessário em Elevadores de Emergência**. Disponível em: <<http://clivartee.com.br/noticia/gerador-e-necessario-em-elevadores-de-emergencia/>> Acesso em: 10 de novembro de 2019.
- [35] COELHO, R.S. **Orçamento de obras prediais**. São Luís, MA: Editora UEMA, 2001.
- [36] CONSTRUINDO DECOR. **Lâmpada halógena**. [S. l.]. Disponível em: <http://construindodecor.com.br/lampada-halogen/>. Acesso em: 19 nov. 2019.
- [37] CRUZ, EDUARDO CESAR ALVES; ANICETO, LARRY APARECIDO. **Instalações elétricas: fundamentos, práticas e projetos em instalações residenciais e comerciais**. 3. ed. São Paulo: [s. n.], 2019. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=XYywDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=tomada+instalacoes+elétricas&ots=PFJX1uMAkA&sig=SPTiQQ4FMwGJuX8n4TugJR-M2a0#v=onepage&q=tomada%20instalacoes%20eletricas&f=false>. Acesso em: 1 nov. 2019.
- [38] DAE (Espírito Santo). SENAI; AHD (Espírito Santo). COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO. **CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção: Elétrica - Desenho, Leitura e Interpretação**. ES: [s. n.], 1996. 52 p. Disponível em: <http://abraman.org.br/Arquivos/23/23.pdf>. Acesso em: 2 out. 2019.
- [39] D'ASCENÇÃO, L. C. M. **Organização, sistemas e métodos**. São Paulo: Atlas, 2001. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base\\_manuais%20final.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base_manuais%20final.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.
- [40] DCML SOLUTIONS. **Como dimensionar Geradores de Energia Elétrica da forma correta ?**. Disponível em: <<https://www.dcml.com.br/blog/como-dimensionar-geradores-de-energia-eletrica/>> Acesso em: 10 de novembro de 2019.
- [41] DIAS, P.R.V. **Engenharia de Custos: metodologia de orçamentação para obras civis - 5ª ed.**, Curitiba, PR: Copiare, 2004.

- [42] DMESG. **Baterias automotivas vs. estacionárias em nobreaks.** [S. l.]. Disponível em: <https://www.dmesg.com.br/uso-de-baterias-automotivas-vs-estacionarias-em-no-breaks/>. Acesso em: 28 nov. 2019.
- [43] ELETRO ENERGIA. **Conheça os Principais Tipos de Lâmpadas.** Disponível em: <<https://www.eletoenergia.com.br/blog/conheca-os-principais-tipos-de-lampada/>> Acesso em: 09 de outubro de 2019.
- [44] FELICÍSSIMO, Adriana. **Lâmpadas de Multivapores Metálicos.** [S. l.: s. n.], 2015. 6 p. Disponível em: [http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed03/ed\\_03\\_Aula.pdf](http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed03/ed_03_Aula.pdf). Acesso em: 15 out. 2019.
- [45] FERRAZ NETTO, Luiz. **Geradores de Energia Elétrica (Conceitos básicos).** Disponível em: <http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/TCC%20ERNANDES.pdf>. Acesso em: 4 de dez. de 2019.
- [46] FERREIRA MOTTA BARBOSA, L. F. **Geração de energia renovável em residências: aplicação de tecnologias existentes.** 2012. 70 p.
- [47] FILHO, DOMINGOS LEITE LIMA. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais.** São Paulo: [s. n.], 2001. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=N4uwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP16&dq=baixa+tens%C3%A3o+instala%C3%A7%C3%B5es+prediais&ots=YUCwEQfDnI&sig=3Tbs2jxSqvsMbGXYOutjWOz41VU#v=onepage&q=baixa%20tens%C3%A3o%20instala%C3%A7%C3%B5es%20prediais&f=false>. Acesso em: 1 nov. 2019.
- [48] FINDER. **Guia para aplicação de dispositivos de proteção contra surtos – DS.** Disponível em: <http://www.instalacoeseltricas.com/Findernet/download/section/PDFs/guia-dps.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2019.
- [49] FORLUX. **Características e aplicações das Lâmpadas Fluorescentes.** [S. l.]. Disponível em: <https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/caracteristicas-e-aplicacoes-da-lampadas-fluorescentes/>. Acesso em: 19 set. 2019.
- [50] GALDINO, Jean Carlos da Silva. **Curso: Manutenção de ferrovia – Eletrotécnica II –** 2011. Disponível em: <<http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/TCC%20ERNANDES.pdf>> . Acesso em: 4 de dez. de 2019.
- [51] GARCEZ, Thaís. **Conheça 4 tipos de lâmpadas e suas principais características.** [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.selecoes.com.br/economia/conheca-4-tipos-de-lampadas-e-suas-principais-caracteristicas/>. Acesso em: 10 set. 2019.
- [52] GENSET. **Manual de Instalações.** Disponível em<<http://www.naganoprodutos.com.br/novosite/upload/download/2025.pdf>> Acesso em: 10 de novembro de 2019.
- [53] ILUMISUL. **SAIBA OS DIFERENTES TIPOS DE SOQUETES QUE EXISTEM.** [S. l.]. Disponível em: <http://www.ilumisul.com.br/saiba-os-diferentes-tipos-de-lampadas-e-seus-soquetes/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

- [54] INDUSPAR. **LÂMPADA REFLETORA: VAPORES**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.induspar.com/lampadas/vapor-metalico>. Acesso em: 28 nov. 2019.
- [55] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSIONS – IEC. Graphical symbols for diagrams - **IEC 60617**. IEC. 2012.
- [56] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSIONS – IEC. Graphical symbols for use on equipment - **IEC 60417**. IEC. 2002.
- [57] JÚNIOR, ROBERTO DE CARVALHO. **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: E O PROJETO DE ARQUITETURA**. 7. ed. São Paulo: [s. n.], 2016. 288 p.
- [58] KOMOCO. **Coletor Solar**. Disponível em: <http://www.komeco.com.br/produtos-e-acessorios/31/coletor-solar.html> Acesso em: 05 de outubro de 2019.
- [59] LARA, Luiz. IFECT. **Instalações Elétricas**. 2012. Disponível em: [http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_infra/tec\\_edific/inst\\_eletr/161012\\_inst\\_eletr.pdf](http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf) Acesso em: 29 de setembro de 2019.
- [60] LEROY MERLIN. **LÂMPADA FLUORESCENTE**. [S. l.], 2019. Disponível em: [https://www.leroymerlin.com.br/lampada-fluorescente-3u-luz-branca-15w-lexman-127v--110v-\\_89279575](https://www.leroymerlin.com.br/lampada-fluorescente-3u-luz-branca-15w-lexman-127v--110v-_89279575). Acesso em: 3 dez. 2019.
- [61] LIMA, Andrea. **Processo Orçamentário como Ferramenta de Tomada de Decisão**. 2014. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Monografia-Andreia-de-Lima.pdf> Acesso em: 20 de setembro de 2019.
- [62] LOJA ELÉTRICA LTDA. **LÂMPADA REFLETORA**. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.lojaeletrica.com.br/lampada-refletora-127v-40w-e27,product,2350500000108,dept,0.aspx>. Acesso em: 26 nov. 2019.
- [63] MANASSERO, G. **Dispositivos de Proteção - Conceitos básicos e aplicações**. Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. Escola Politécnica da USP 2013.
- [64] MATOS, ALDO Dórea. 1965. **Como Preparar um Orçamento de Obras**. Disponível em: <https://engcivil20142.files.wordpress.com/2017/08/como-preparar-orc3a7amentos-de-obras-aldo-dc3b3rea-mattos.pdf> Acesso em: 7 de setembro de 2019.
- [65] MOURA. **Baterias Estacionárias: Saiba o que é bateria estacionária e como ela funciona**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.moura.com.br/blog/o-que-e-bateria-estacionaria/>. Acesso em: 2 dez. 2019.
- [66] MUNDO DA ELÉTRICA. **Padrão de plugues e tomadas NBR14136 – O que é?**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/padrao-de-plugues-tomadas-nbr14136-o-que-e/>. Acesso em: 27 nov. 2019.
- [67] NEOSOLAR. **Calculadora Solar**. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica-resultado> Acesso em: 05 de outubro de 2019.
- [68] NOR.DISTRIBU-ENGE-0021:2018 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais
- [69] NOR.DISTRIBU-ENGE-0023:2017 – Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão de Distribuição à Edificação Individual

- [70] NORMA REGULAMENTADORA. NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade. 2016. 14 p.
- [71] OLIVEIRA, **D.R.P. de. Sistemas, organização e métodos.** São Paulo Atlas, 1986. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base\\_manuais%20final.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176156/24/texto-base_manuais%20final.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.
- [72] ORTUNHO, TIAGO VERONESE. PRÁTICAS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – PÍEE1. Separata de: APRENDA a calcular o consumo de seu aparelho e economize energia. [S. l.: s. n.], 2015. cap. I. Disponível em: [https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/08\\_a\\_postila-de-praticas-em-instalacoes.pdf](https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/08_a_postila-de-praticas-em-instalacoes.pdf). Acesso em: 5 out. 2019.
- [73] PARAÍSO DAS BOMBAS. **Como escolher bomba para a piscina? Nós te mostramos agora!**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://blog.paraisodasbombas.com.br/como-escolher-bomba-para-a-piscina-nos-te-mostramos-agora/>. Acesso em: 2 dez. 2019.
- [74] PASSO A PASSO ENTENDENDO UM PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL. **SABER ELÉTRICA.** Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/projeto-de-instalacao-eletrica-residencial/>. Acesso em: 2 nov. 2019
- [75] PDLED. **Você sabe o que é classe de isolamento para equipamentos elétricos?**. [S. l.]. Disponível em: <https://pdled.com.br/classe-isolamento-equipamentos-eletricos/>. Acesso em: 4 dez. 2019.
- [76] PHILIPS. **Crie a atmosfera ideal com as lâmpadas halógenas.** [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.lighting.philips.com.br/consumer/lampadas-halogenas>. Acesso em: 19 nov. 2019.
- [77] PIRELLI, ELEKTRO. 2003. **Instalações Elétricas Residenciais.** Disponível em: <http://www.etelg.com.br/downloads/electronica/apostilas/IE%20Parte1.pdf> Acesso em: 28 de outubro de 2019.
- [78] PORTAL DO ELETRICISTA. **Diferenças entre Diagramas Unifilar e Multifilar.** Disponível em: <http://entendendoeletricidade.blogspot.com/2017/05/diferencas-entre-diagramas-unifilar-e.html>. Acesso em: 12 nov. 2019.
- [79] PRADO, Giuliani; SILVA, Tiago Barros. **AValiação de duas bombas centrífugas associadas e m série e paralelo.** Cidade Gaúcha, p. 1-12, janeiro/março 2013. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/57456666/artigo-sobre-bombas>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- [80] PRÉVE, Altamiro Damian. **Organização, Sistemas e Métodos.** Santa Catarina: [s. n.], mar. 2012. 152 p.
- [81] **QUALIDADE EM INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO SOLAR: BOAS PRÁTICAS.** Disponível em: [http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Qualidade\\_em\\_Instalacoes\\_de\\_Aquecimento\\_Solar.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Qualidade_em_Instalacoes_de_Aquecimento_Solar.pdf). Acesso em: 10 nov. 2019.

- [82] RONCHI, Franciele Peruchi. **Subestação de Consumidor**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/390522218/Subestacao-de-Consumidor>. Acesso em: 15 nov. 2019.
- [83] RUDC BOMBAS. **BOMBAS PARA RESERVATÓRIO**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.rudcbombas.com.br/bomba-reservatorio>. Acesso em: 19 out. 2019.
- [84] SABOL, L. **Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling**. 2008. Disponível em: [http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/%20viewFile/2525/pdf\\_64](http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/%20viewFile/2525/pdf_64). Acesso em: 6 dez. de 2019.
- [85] SAMPAIO, Fernando Morethson. **Orçamento e Custo da Construção**. 1ª Ed. Brasília: Hemus, 1989.
- [86] SCHINDLER ATLAS. **Transporte Vertical**. Disponível em: <https://www.elevadoresmais.com.br/2016-04-11-19-14-56/downloads/9-normas-brasileiras-e-calculo-de-trafego/file> Acesso em: 01 de outubro de 2019.
- [87] SCHNEIDER ELETRIC. 2009. **Guia Prático para Instalações Residenciais**. Disponível em: [http://www.coe.ufrj.br/~kleber/Apostila/guia-eletricista-residencial\\_completo.pdf](http://www.coe.ufrj.br/~kleber/Apostila/guia-eletricista-residencial_completo.pdf) Acesso em: 28 de outubro de 2019.
- [88] SOUSA, Luiz e BEZERRA, João. UFRN. **Sistema alternativo de Aquecimento Solar**. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/conem/2000/DC8528.pdf> Acesso em: 05 de outubro de 2019.
- [89] SUNLAB POWER. **Energia Solar e sua Aplicações sem Segredos**. 2018. Disponível em: [http://www.sunlab.com.br/Dimensionamento\\_solar\\_fotovoltaiico.htm#Energia%20Solar](http://www.sunlab.com.br/Dimensionamento_solar_fotovoltaiico.htm#Energia%20Solar) Acesso em: 05 de outubro de 2019.
- [90] TECNOGERA. **VOCÊ SABE O QUE SÃO GERADORES**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.tecnogera.com.br/blog/voce-sabe-o-que-sao-geradores>. Acesso em: 18 nov. 2019.
- [91] TIBUM. **Entenda a relação entre a potência da bomba da piscina o seu volume**. [S. l.], 2018. Disponível em: <http://tibumpiscinas.com.br/blog/entenda-relacao-entre-potencia-da-bomba-da-piscina-o-seu-volume/>. Acesso em: 2 dez. 2019.
- [92] **Tipos de Lâmpadas**. Disponível em: [https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/L%E2mpadas/Fontes\\_Lumin.pdf](https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/L%E2mpadas/Fontes_Lumin.pdf) Acesso em: 09 de outubro de 2019.
- [93] TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Editora Pini, 2006
- [94] Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – **Faculdade de Engenharia Campus de Guaratinguetá**, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.
- [95] VANDERSON, Flávio UFJS. **Instalações Elétricas I**
- [96] VIANNA, Dandara. 2019. **Principais Componentes de uma Instalação Elétrica**. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/componentes-instalacao-eletrica/> Acesso em: 28 de outubro de 2019.