

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA – CÂMPUS ITAJAÍ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO ELETROELETRÔNICO  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**NELSON EDUARDO NUNES DUARTE**

**PROJETO EXECUTIVO ELÉTRICO PARA REFORMA DO  
ASILO DOM BOSCO EM ITAJAÍ - SC**

**ITAJAÍ, 2020**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA – CÂMPUS ITAJAÍ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO ELETROELETRÔNICO  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**NELSON EDUARDO NUNES DUARTE**

**PROJETO EXECUTIVO ELÉTRICO PARA REFORMA DO  
ASILO DOM BOSCO EM ITAJAÍ - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Instituto Federal de  
Educação, Ciências e Tecnologia de Santa  
Catarina como parte dos requisitos para  
obtenção de título de engenheiro  
eletricista.

Orientador:  
Prof.: Msc. Saimon Fagundes Miranda

**ITAJAÍ, 2020**

# **PROJETO EXECUTIVO ELÉTRICO PARA REFORMA DO ASILO DOM BOSCO EM ITAJAÍ - SC**

**NELSON EDUARDO NUNES DUARTE**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Eletricista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Itajaí, 07 de agosto de 2020.

Banca Examinadora:

---

Saimon Fagundes Miranda, Msc. Engenheiro Eletricista

---

Marcelo dos Santos Coutinho, Msc. Engenheiro Eletricista

---

Sergio A. B. Petrovcic, Msc. Engenheiro de Controle e Automação

NUNES DUARTE, NELSON EDUARDO  
PROJETO EXECUTIVO ELÉTRICO PARA REFORMA DO ASILO DOM  
BOSCO EM ITAJAÍ - SC / NELSON EDUARDO NUNES DUARTE; orientação  
de SAIMON MIRANDA FAGUNDES. - Florianópolis,  
SC, 2020.  
129 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal  
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado  
em Engenharia Elétrica. Departamento Acadêmico  
de Eletrotécnica.  
Inclui Referências.

1. PROJETO ELÉTRICO. 2. PROJETO EXECUTIVO. 3. INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS. I. FAGUNDES, SAIMON MIRANDA. II. Instituto  
Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico  
de Eletrotécnica. III. Título.

*Dedico este trabalho ao Criador das coisas visíveis e invisíveis, o qual fez tornar realidade o meu sonho de ser engenheiro eletricitista. Dedico também a minha esposa Alanna, meu filho Bernardo, ao bebê que esperamos Leonardo ou Carolina, à minha querida mãe, ao meu pai, à minha irmã e aos meus amigos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu Deus por me conceder a vida, a saúde e a oportunidade de estudar engenharia elétrica.

Agradeço à minha família que me incentivou a seguir quando pensei em parar.

Agradeço aos professores que acreditaram no meu esforço e se dedicaram na arte de ensinar, moldando meus atributos profissionais.

Agradeço ao meu orientador que aceitou o desafio de me fazer um projetista e a elaborar este trabalho como evidência disto.

Agradeço àqueles que trabalharam na criação do curso de engenharia elétrica em nosso campus.

Agradeço aos colegas que compartilharam seus conhecimentos e suas dificuldades durante a graduação, contribuindo assim, para o meu desenvolvimento.

Agradeço àqueles que desacreditaram desta conquista, àqueles que me ignoraram ou que se deleitaram nas minhas quedas. Todos me ajudaram a conquistar essa façanha. Pois, assim está escrito: “todas as coisas cooperam juntamente para o bem daqueles que amam a Deus...” Romanos 8:28

“Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à sombra do Onipotente descansará. Direi do Senhor: Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei.” Salmos 91:1,2.

## **RESUMO**

O trabalho em questão apresenta um novo projeto executivo elétrico para a reforma do asilo Dom Bosco na cidade de Itajaí – SC. As instalações prediais abrangem cerca de 2000 m<sup>2</sup> de área construída, dividida em 5 blocos. A carga instalada é de aproximadamente 232 kW. No intuito de fornecer as diretrizes necessárias para execução das instalações prediais elétricas, neste projeto são apresentados: previsão de cargas através do dimensionamento da iluminação, da definição do número de tomadas de uso geral e de uso específico, projeto luminotécnico, distribuição dos pontos de utilização, memorial de cálculos bem como o dimensionamento de condutores, condutos e disjuntores. Por fim, são apresentados os diagramas unifilares dos quadros e da instalação.

Palavras-Chave: Projeto elétrico. Projeto executivo. Instalações elétricas.

## **ABSTRACT**

This work presents an electrical executive project for the renovation of the Dom Bosco Asylum in Itajaí - SC. The building facilities cover approximately 2000 m<sup>2</sup> of built area, divided into 5 building blocks. The installed load is approximately 232 kW of power. In order to provide the necessary guidelines for the execution of electrical building installations, this project are presented: load forecast by dimensioning the lighting, sockets for general use and for specific use, lighting design, distribution of points of utilization, calculation memorial as well as the sizing of conductors, conduits and circuit breakers. Finally, the single-line diagrams of the installation are presented.

Keywords: Electrical project. Executive project. Electrical installations.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Asilo Dom Bosco em 2020.....	1
Figura 2 - Asilo Dom Bosco Localização e Planta de Situação.....	3
Figura 3 - Asilo Dom Bosco em 1936.....	4
Figura 4 - Fator de Manutenção da Luminária.....	11
Figura 5 - Cabo Atox.....	15
Figura 6 - Cabo Múltiplo Atox.....	15
Figura 7 - Queda Máxima de Tensão Aceitável.....	18
Figura 8 - Eletroduto 3/4 de polegada.....	21
Figura 9 - Eletrocalha 50 x 100 mm.....	22
Figura 10 - Dispositivo IDR.....	24
Figura 11 – Esquema Aterramento TN-S.....	25
Figura 12 - Disjuntor Monopolar Schneider.....	26
Figura 13 – Disjuntor Tripolar Caixa Moldada 400 A.....	26
Figura 14 - Faixa de Atuação Instantânea de Disjuntores.....	28
Figura 15 - Curva de Atuação Disjuntores Easy9 Schneider.....	29
Figura 16 - Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS.....	30
Figura 17 - Tubo LED - Philips.....	35
Figura 18 - Fator de Potência Asilo Dom Bosco.....	53
Figura 19 - Unifilar do Quadro Geral de Força - QGF.....	76
Figura 20 - Quadro de Distribuição da Cozinha - QDC.....	77
Figura 21 - Unifilar Planta Cozinha.....	78
Figura 22 – Unifilar do Quadro de Distribuição da Administração - QDA.....	79
Figura 23 - Unifilar Planta Administração.....	80
Figura 24 - Unifilar Quadro de Distribuição Enfermaria - QDE.....	81
Figura 25 - Unifilar Planta Enfermaria.....	82
Figura 26 - Unifilar do Quadro de Distribuição alas 3 e 4 – QD34.....	83
Figura 27 - Unifilar Planta alas 3 e 4.....	84
Figura 28 - Unifilar do Quadro de Distribuição das alas 5 e 6 – QD56.....	85
Figura 29 - Unifilar Planta alas 5 e 6.....	86
Figura 30 – Unifilar do Quadro de Distribuição das alas 7 e 8 - QD78.....	87
Figura 31 - Unifilar Planta alas 7 e 8.....	88
Figura 32 - Unifilar do Quadro de Distribuição do Depósito - QDD.....	89

Figura 33 - Unifilar Planta Depósitos.....	90
Figura 34 - Unifilar do Quadro de Distribuição da Oficina - QDO.....	91
Figura 35 - Unifilar Planta Oficina.....	91
Figura 36 - Unifilar do Quadro de Distribuição do S. de Festas - QDS .....	92
Figura 37 - Unifilar Planta Salão de Festas .....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de Reflexão.....	12
Tabela 2 - Fator de Utilização .....	12
Tabela 3 - Seção Reduzida Condutor Neutro.....	19
Tabela 4 - Seção Mínima Condutor de Proteção .....	20
Tabela 5 - Espaçamento Mínimo em Fixação Eletroduto.....	21
Tabela 6 – Exemplos de Previsão de Cargas para Iluminação.....	33
Tabela 7 – Exemplos de Carga Elétrica por Ambiente no Asilo .....	34
Tabela 8 – Dados para Determinar Número de TUGs .....	36
Tabela 9 – Quantidade e Potência das TUGs por Ambiente.....	38
Tabela 10 - Tomadas de Uso Específico – TUE - por Ambiente .....	39
Tabela 11 - Circuitos Terminais - QDC .....	41
Tabela 12 - Divisão de Circuitos Terminais - QD34 .....	43
Tabela 13 - Divisão dos Circuitos Terminais - QDE .....	44
Tabela 14 – Quadro de Cargas Alas 5 e 6 .....	46
Tabela 15 - Divisão dos Circuitos Terminais – QD78.....	48
Tabela 16 - Divisão dos Circuitos Terminais – QDA .....	50
Tabela 17 – Balanceamento de Fases.....	51
Tabela 18 - Dimensionamento Cabos QGF - SE .....	53
Tabela 19 – Circuito do Quadro de Distribuição da Cozinha - QDC.....	54
Tabela 20 - Circuito do Quadro de Distribuição da Administração - QDA .....	55
Tabela 21 – Circuito Quadro de Distribuição das alas 3 e 4 - QD34.....	56
Tabela 22 – Seção dos Condutores do QD56.....	58
Tabela 23 – Seção dos Condutores do QD78.....	59
Tabela 24 – Seção Condutores do QDE .....	60
Tabela 25 – Potência e Condutores dos Quadros de Distribuição .....	61
Tabela 26 – Dimensionamento Seção Iluminação Cozinha .....	62
Tabela 27 – Dimensionamento Condutores Circuito Tomadas .....	63
Tabela 28 - Dimensionamento Circuitos Terminais.....	64
Tabela 29 – Dimensionamento Circuito Quarto.....	65
Tabela 30 – Dimensionamento Circuito Chuveiro .....	66
Tabela 31 - Dimensionamento Circuito Terminais - QD34.....	67
Tabela 32 - Dimensionamento de Disjuntor dos Alimentadores.....	71

Tabela 33 - Dimensionamento de Disjuntores QDC.....	72
Tabela 34 - Disjuntores Circuitos QD34 .....	73

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Ar-condicionado
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEP	Barramento de Equipotencialização Principal
CELESC	Centrais Elétrica de Santa Catarina
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EPR	<i>Ethylene Propylene Rubber</i>
HEPR	<i>Hard Grade Ethylene Propylene Rubber</i>
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
<i>K</i>	Índice de Refletância do Ambiente
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
QD34	Quadro de Distribuição alas 3 e 4
QD56	Quadro de Distribuição alas 5 e 6
QD78	Quadro de Distribuição alas 7 e 8
QDA	Quadro de Distribuição da Administração
QDC	Quadro de Distribuição da Cozinha
QDD	Quadro de Distribuição do Depósito
QDE	Quadro de Distribuição da Enfermaria
QGF	Quadro de Geral de Força
QDO	Quadro Distribuição da Oficina
QDS	Quadro de Distribuição do Salão de Festas
SE	Subestação Elétrica
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral
VA	Volt-Ampère
WC	<i>Water Closed</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificativa .....	4
1.2 Definição do problema .....	4
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo Geral.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	5
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Projeto Elétrico .....	6
2.1.1 Simbologia.....	6
2.2 Concepção do Projeto.....	7
2.2.1 Previsão de Cargas .....	7
2.2.2 Divisão da Instalação.....	9
2.2.3 Projeto Luminotécnico .....	10
2.2.4 Quadro Geral de Força.....	13
2.2.5 Quadro de Distribuição Local .....	13
2.2.6 Condutores .....	14
2.2.7 Dimensionamento do Circuito.....	15
2.2.8 Conduitos .....	20
2.3 Segurança.....	23
2.3.1 Choques Elétricos.....	23
2.4 Barramento de Equipotencialização Principal BEP .....	24
2.4.1 Esquema de Aterramento TN-S .....	24
2.5 Dispositivo de Proteção e Seccionamento.....	25
2.5.1 Disjuntores.....	25

<b>2.6</b>	<b>Proteção Contra Sobretensões .....</b>	<b>29</b>
<b>2.7</b>	<b>Classificação do Ambiente .....</b>	<b>31</b>
<b>3.</b>	<b>PROJETO.. .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>Memorial de Cálculos .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Previsão de Cargas .....</b>	<b>33</b>
3.2.1	Carga de Iluminação.....	33
3.2.2	Tomadas de Uso Geral.....	36
3.2.3	Tomada de Uso Específico.....	38
3.2.4	Divisão dos Circuitos dos Alimentadores.....	39
3.2.5	Divisão dos Circuitos Terminais .....	41
<b>3.3</b>	<b>Percurso dos Condutos .....</b>	<b>51</b>
<b>3.4</b>	<b>Dimensionamento dos Condutores .....</b>	<b>52</b>
3.4.2	Especificação dos Condutores .....	52
3.4.3	Quadro Geral de Força - QGF .....	52
3.4.4	Quadro de Distribuição da Cozinha - QDC.....	54
3.4.5	Quadro de Distribuição da Administração - QDA .....	55
3.4.6	Quadro de Distribuição alas 3 e 4 - QD34 .....	56
3.4.7	Quadro de Distribuição alas 5 e 6 - QD56 .....	57
3.4.8	Quadro de Distribuição alas 7 e 8 - QD78.....	58
3.4.9	Quadro de Distribuição da Enfermaria - QDE.....	59
3.4.10	Relação de Condutores dos Alimentadores.....	60
3.4.11	Especificação dos Condutores dos Circuitos Terminais.....	61
<b>3.5</b>	<b>Dimensionamento dos Condutos.....</b>	<b>68</b>
3.5.2	Dimensionamento dos Eletrodutos .....	68
3.5.3	Dimensionamento das Eletrocalhas .....	69

<b>3.6</b>	<b>Proteção e Seccionamento</b> .....	<b>70</b>
3.6.1	Disjuntores.....	70
3.6.2	Interruptor Diferencial Residual - IDR .....	73
3.6.3	Especificação DPS .....	74
<b>3.7</b>	<b>Análise e Discussão dos Resultados</b> .....	<b>75</b>
<b>3.8</b>	<b>Diagramas unifilares</b> .....	<b>76</b>
3.8.1	Unifilar Quadro Geral de Força – QGF .....	76
3.8.2	Unifilar Quadro de Distribuição da Cozinha – QDC .....	77
3.8.3	Unifilar Quadro de Distribuição da Administração - QDA .....	78
3.8.4	Unifilar Quadro de Distribuição da Enfermaria – QDE .....	81
3.8.5	Unifilar Quadro de Distribuição das alas 3 e 4 – QD34 .....	83
3.8.6	Unifilar Quadro de Distribuição das alas 5 e 6 - QD56 .....	85
3.8.7	Unifilar Quadro de Distribuição das alas 7 e 8 - QD78 .....	87
3.8.8	Unifilar Quadro de Distribuição do Depósito – QDD .....	89
3.8.9	Unifilar Quadro de Distribuição da Oficina - QDO .....	91

<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO A – SIMBOLOGIA.....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO B – MÉTODO DE INSTALAÇÃO.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO C – ILUMINÂNCIA POR AMBIENTE.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO D – FATOR CORREÇÃO TEMPERATURA.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO E – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO XLPE.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO F – FATORES DE CORREÇÃO DE AGRUPAMENTO.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO G – NÍVEIS DE LUX POR AMBIENTE.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO H – FICHA TÉCNICA LEDTUB.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO I – DIÂMETRO DOS CONDUTORES UNIPOLAR.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO J – CONDIÇÃO DE FUGAS EM AMBIENTES.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO L – CARACTERÍSTICAS CABO MÚLTIPLO.....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO O – PROCEDIMENTOS IDR.....</b>	<b>111</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O projeto elétrico é fundamental para garantir a plena operação dos empreendimentos prediais. O suprimento de energia elétrica demandado por equipamentos eletroeletrônicos, nas diversas áreas de um asilo, exige um projeto elétrico bem executado. Por se tratar de uma etapa fundamental, projetar uma instalação requer observação de normas, cálculos, planejamento, exigindo também a experiência do projetista.

Semelhantemente à área civil, a infraestrutura elétrica também demanda reformas, a fim de garantir o suprimento adequado de energia elétrica em todos os pontos de consumo, mantendo níveis satisfatórios de segurança para os usuários do local.

Os procedimentos para elaboração de um projeto de reforma elétrica em território brasileiro devem atender critérios das normas vigentes, em especial a ABNT NBR-5410:2004 e norma regulamentadora NR10:1978.

Serão apresentados neste trabalho os procedimentos para a realização de projeto de reforma elétrica de um asilo público definindo métodos e sequência para a execução do projeto elétrico.

O asilo Dom Bosco, mostrado na Figura 1, é uma sociedade civil, destinado ao amparo dos idosos necessitados. O asilo tem como objetivo oferecer assistência ininterrupta, estimular a autonomia, promover a qualidade de vida, complementando a presença da família, fortalecendo o convívio familiar e comunitário.

**Figura 1 - Asilo Dom Bosco em 2020**



Fonte: Arquivo Asilo Dom Bosco

A estrutura do asilo Dom Bosco dispõe de infraestrutura adaptada e adequada, para garantir a segurança e acessibilidade dos residentes. Além dos 35 quartos, o asilo conta com outros ambientes. Os espaços existentes são:

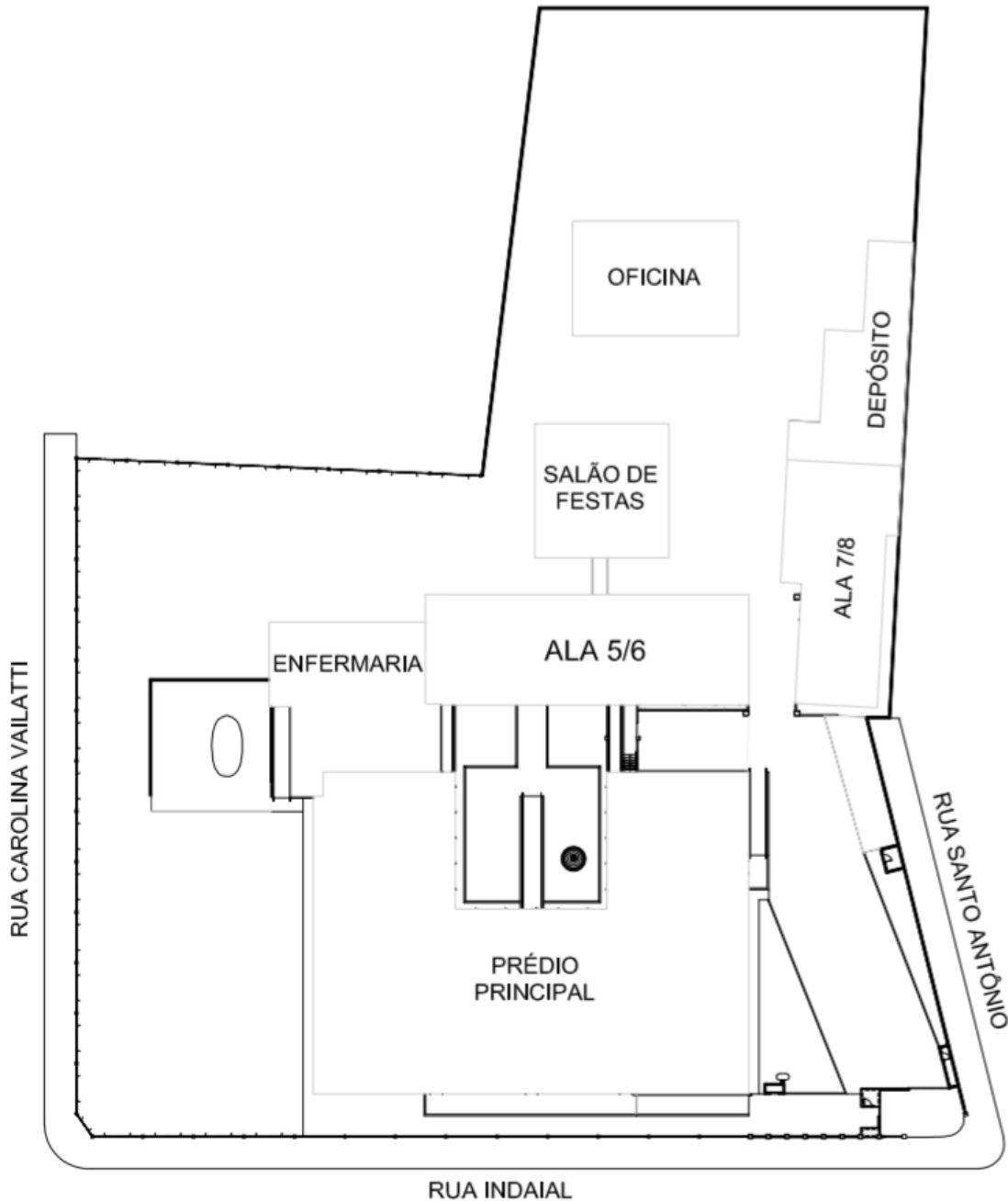
- ✓ Sala de Estar;
- ✓ Sala de Convivência;
- ✓ Sala de Atividades;
- ✓ Sala de Medicação;
- ✓ Posto de Enfermagem;
- ✓ Enfermaria Feminina e Masculina;
- ✓ Sala das Enfermeiras e Médico;
- ✓ Sala do Serviço Social;
- ✓ Sala Fisioterapia e Terapia Ocupacional;
- ✓ Sala Fonoaudiologia;
- ✓ Sala Psicologia;
- ✓ Sala Nutricionista;
- ✓ Sala Coordenação;
- ✓ Sala Administrativo;
- ✓ Secretaria;
- ✓ Guarita

Ainda existe os espaços de suporte operacional a saber:

- ✓ Atendimento Médico;
- ✓ Enfermagem 24 horas;
- ✓ Acompanhamento Nutricional;
- ✓ Acompanhamento Psicológico;
- ✓ Atendimento Fisioterapêutico;
- ✓ Atendimento Fonoaudiológico;
- ✓ Atendimento de Terapia Ocupacional;
- ✓ Assistência Social;
- ✓ Lavanderia;
- ✓ Limpeza;
- ✓ Cozinha Industrial;
- ✓ Portaria 24h;
- ✓ Zeladoria;
- ✓ Oficina

Localizado na rua Indaial, nº 1299, no bairro São Judas, em Itajaí – SC, entre as ruas Santo Antônio e Carolina Vailatti, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2 - Asilo Dom Bosco Localização e Planta de Situação**



Fonte: Arquivo Asilo Dom Bosco

## 1.1 Justificativa

O asilo Dom Bosco, fundado em 17 de março de 1936, mostrado na Figura 3, envelheceu e se tornou incapaz de manter o pleno funcionamento das instalações elétricas com segurança. Após décadas em operação, o asilo Dom Bosco está atualmente com sua instalação elétrica em desacordo com as normas vigentes.

**Figura 3 - Asilo Dom Bosco em 1936**



Fonte: Arquivo Asilo Dom Bosco

Também há necessidade de adequação das instalações atuais às recentes aquisições de equipamentos eletroeletrônicos, sobretudo devido à incorporação de novos serviços inerentes às atividades de cuidado aos idosos. A urgência na realização de uma reforma elétrica é evidente, inclusive para os colaboradores, em geral, que observam os riscos nas instalações, como por exemplo a falta frequente de energia elétrica devido a desligamentos involuntários, provocados por sobrecargas nos circuitos terminais, além de constantes queima de lâmpadas devido a oscilação de tensão causada pelo aquecimento dos cabos e barramentos dos quadros de distribuição.

## 1.2 Definição do problema

A execução de uma obra de reforma elétrica exige um projeto que apresente a previsão escrita da instalação, localização dos pontos de utilização de energia elétrica, especificação dos condutores, condutos e dispositivos de proteção,

principalmente. A obrigatoriedade do projeto elétrico faz parte dos requisitos da NR-10 que exige manter a documentação atualizada, como diagramas unifilares, por exemplo.

De acordo com a NR-10 “é obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa”. (ABNT, 1978).

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Realizar um projeto elétrico para o Asilo Dom Bosco em Itajaí-SC.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Prever as cargas elétricas;
- Dimensionar condutores e condutos;
- Especificar os dispositivos de proteção;
- Apresentar os diagramas unifilares.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos para execução de um projeto elétrico de instalação predial. A pesquisa literária foi realizada com base na bibliografia atual e normativas vigente.

### 2.1 Projeto Elétrico

Em geral cada país possui suas próprias regulamentações para as instalações elétricas realizadas dentro de seus territórios. Segundo Machado (2017, p.16), “todo projeto deve ser desenvolvido com base em documentos normativos que, no Brasil, são de responsabilidade da ABNT”. As normas adotadas para a realização de um projeto elétrico predial em Baixa Tensão, principalmente, são:

- ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida: 2008 – Instalações elétricas de baixa tensão, (em revisão);
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior;
- ABNT NBR 13570:1996 - Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos, (em revisão).
- IEC 60617:2012 – *Graphical symbols for diagrams – 12-month subscription to regularly update online database comprising parts 2 to 13 of IEC 60617.*

#### 2.1.1 Simbologia

A preocupação em transmitir a informação a outras pessoas já é algo que está com o ser humano há muito tempo. Portanto a atenção em registrar algo que será bem compreendido é uma obrigação para o projetista.

Todo projeto de instalação elétrica exige que uma simbologia padronizada seja utilizada para representar os materiais envolvidos. A IEC NBR 60617:2012 é uma norma internacional que define os símbolos utilizados no projeto elétrico, entretanto ainda não está publicada em idioma português pela ABNT.

Na prática, o que define a simbologia do projeto é sua própria legenda, cabe ao projetista descrever e desenhar as entidades contidas no projeto, porém usa-se o bom senso de não inventar novos símbolos. O Anexo A apresenta os símbolos convencionais e uma referência à simbologia pela cancelada norma NBR5444:1998.

## 2.2 Concepção do Projeto

As decisões do projetista conduzirão ao dimensionamento dos materiais, tipos de proteção, posicionamento dos quadros de distribuição e as quantidades desses quadros.

Durante visitas *in loco*, reuniões iniciais com o cliente e análise da planta de situação o projetista prepara o esboço que fundamentará o projeto integral das instalações elétricas. Esboço, este, que apresentará a possível localização dos quadros de distribuição, posicionamento dos equipamentos elétricos atuais, e planos para ampliações futuras. Esses detalhes direcionarão as etapas posteriores, como por exemplo: quantidade e tipo de materiais, capacidade de ampliação das instalações futuras, possíveis impactos na rotina operacional, análise dos possíveis riscos e estimativa de custos.

### 2.2.1 Previsão de Cargas

É possível, através de visita *in loco*, fazer um levantamento de cargas do projeto, tanto em termos de quantidade de pontos de utilização como também das suas potências.

Entretanto, uma completa previsão de cargas deve conter circuitos de iluminação, tomadas e cargas especiais como por exemplo: fornos, motores, máquinas, entre outros. (Lima Filho, 2011, p. 34).

É necessário estimar a potência das cargas que farão parte de cada circuito.

Em primeiro lugar será realizado a previsão de cargas para iluminação e em seguida das tomadas de uso geral. Apresenta-se a seguir os métodos para obtenção dos valores relativos ao dimensionamento da iluminação e tomadas.

1. Iluminação – Existem vários métodos para o cálculo luminotécnico que são os seguintes:
  - a. Pela carga mínima exigida pela NBR 5410;
  - b. Pelo método dos lúmens;
  - c. Pelo método do ponto por ponto;

d. Pelo método dos fabricantes: Philips, GE, Lumicenter, etc (Cavalin. 1998, p.187).

Pelo método da ABNT, citado no item 'a' acima, deve-se prever no mínimo um ponto de luz para cada ambiente. Para ambientes maiores do que 6m<sup>2</sup> considera-se a potência de 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup> e com potência de 60 VA para cada aumento de 4 m<sup>2</sup> inteiros. (ABNT NBR 5410, 2004, p.191).

De acordo com ABNT “valores apurados correspondem à potência destinada a iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas.” (ABNT NBR 5410, 2004, p.191).

2. Tomadas: são classificadas como de uso geral – TUG's ou de uso específico – TUE's. Sendo as TUG's dedicadas ao uso de eletroportáteis, como por exemplo TV e ventiladores. As TUE's são as tomadas para uso específico de equipamentos fixos, como: chuveiro e aparelhos de ar-condicionado.

3. TUG's. A quantidade de tomadas de uso geral em banheiros é uma no mínimo. Para as demais dependências é de uma tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro se a área do ambiente for superior a 6 m<sup>2</sup>. A potência das TUG's, Segundo Lima Filho, (2011, p. 56), é de “600 VA para as três primeiras em locais como cozinhas, banheiros, copas, lavanderia e 100 VA para cada um dos excedentes. Demais cômodos 100 VA por tomada. Quando o total de tomadas for superior a seis pontos, admite-se que o critério seja de no mínimo 600 VA por ponto para as duas primeiras e 100 VA por ponto adicional.” Em áreas de escritórios, de acordo com Mamede Filho (2017. p. 65), “dependências com área inferior a 37 m<sup>2</sup> determina-se uma tomada para cada 3 m ou fração de perímetro ou uma tomada pra 4 m<sup>2</sup> ou fração de área”, escolhendo pelo resultado com maior valor. Ainda segundo o autor deve-se atribuir a potência de 200 VA para cada tomada. (Mamede Filho, 2017, p.66).

4. TUE's: O número de tomadas de uso específico é determinado de acordo com número de aparelhos a serem utilizados. À potência para essa tomada será atribuída a potência do aparelho a ser ligado (Lima Filho, 2011, p.38).

A norma NBR 5410 determina o número mínimo de pontos de tomada:

- a. Em banheiros deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada próximo ao lavatório.
- b. Em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5m ou fração, devendo ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

Em escritórios com área inferior a 40 m<sup>2</sup>, 1 tomada para cada 3 metros ou fração do perímetro ou 1 tomada para cada 4 m<sup>2</sup> ou fração de área (Lima Filho, 2011, p.42).

### 2.2.2 Divisão da Instalação

Após realizado a previsão de cargas de iluminação e tomadas pode-se realizar a divisão dos circuitos.

O circuito elétrico, de acordo com Cavalin (1998, p. 196) “é o conjunto de equipamentos e condutores, ligados ao mesmo dispositivo de proteção”. Ainda segundo o autor, “existem dois tipos de circuitos: circuito de distribuição e circuitos terminais – ponto de utilização”.

Segundo a norma NBR 5410 “a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.” (ABNT, 2004, p.26).

A divisão dos circuitos deve atender os seguintes requisitos:

- a. Garanta que cada circuito possa ser desligado de maneira independente, sem que haja a possibilidade de realimentação por outro circuito;
- b. Assegure que a falha em um circuito não comprometa o funcionamento dos demais circuitos;
- c. Permita que os equipamentos elétricos sejam ligados de acordo com as necessidades de utilização, contribuindo, assim, para a racionalização do uso de energia elétrica;
- d. Possibilite a criação de diversos tipos de ambientes, como aqueles necessários em auditórios, salas de reuniões, locais de convivência etc.;
- e. Reduza paralisações no sistema;

f. Facilite o acesso para realização de manutenção e inspeção. (SENAI, 2014, p.18)

A norma NBR 5410 diz que todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente (ABNT, 2004, p.192). A instalação deve ser dividida em vários circuitos, a fim de:

- a. Limitar as consequências de uma falta, que apenas o desligamento de circuito atingido, deixando apenas as cargas desse circuito sem energia;
- b. Facilitar as inspeções, os ensaios e a manutenção;
- c. Evitar os perigos que possam resultar em falha de um circuito único.
- d. Prever circuitos exclusivos, como no caso de chuveiros, aquecedores, fornos, etc.

### 2.2.3 Projeto Luminotécnico

De acordo com Creder (2016, p. 412) “uma boa iluminação do local de trabalho não é apenas para fornecer uma boa visualização da tarefa a ser realizada. É importante que as tarefas sejam realizadas facilmente e com conforto visual”.

Primeiro passo a encontrar é o índice de refletância média que é dado pela Equação 1:

$$K = A * \frac{B}{H_{lp} * (A+B)} \quad (1)$$

Onde:

$K$  = Índice de refletância do ambiente;

$A$  = Comprimento do ambiente (m);

$B$  = Largura do ambiente (m);

$H_{lp}$  = Altura da fonte de luz sobre o plano de trabalho (m).

Como exemplo, se a altura do pé direito de um certo ambiente é de 2,8 m e do aparador, móvel utilizado para apoio de TV, livros, etc. é de 0,9 m, então a altura do pé direito útil ( $H_{lp}$ ) seria de 1,90 m.

Prosseguindo com o cálculo, é necessário consultar o valor de iluminância adequada por classes de tarefas visuais, conforme Anexo C, norma NBR-8995. Para o ambiente quarto entende-se que o local é de descanso e por isso será utilizado 100 lm.

Após encontrar o índice  $K$  calcula-se o fluxo luminoso conforme na Equação 2:

$$\Psi_T = E * \frac{S}{F_u * F_D} \quad (2)$$

Onde:

$\Psi_T$  = fluxo luminoso total a ser emitido pela lâmpada (lm);

$E$  = iluminamento médio requerido pelo ambiente a iluminar (lx);

$S$  = Área do ambiente, (m<sup>2</sup>);

$F_D$  = Fator de depreciação ou de manutenção da luminária;

$F_U$  = Fator de utilização do ambiente.

Fator de depreciação está relacionado a manutenção do fluxo luminoso. Alguns fabricantes de luminárias disponibilizam esses dados na ficha técnica. A ABNT NBR 8995 (ABNT, 2013, p.48) cita que “um fator de manutenção precisa ser aplicado pelo projetista de iluminação a fim de garantir um nível específico de iluminação por um período razoável”. Considera-se o índice de 0,8 para ambientes limpos e manutenções anuais conforme Figura 4.

**Figura 4 - Fator de Manutenção da Luminária**

Fator de manutenção	Exemplo
0,80	Ambiente muito limpo, ciclo de manutenção de um ano, 2.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8.000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira, FMFL = 0,93; FSL = 1,00; FML = 0,90; FMSS = 0,96
0,67	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12.000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira, FMFL = 0,91; FSL = 1,00; FML = 0,80; FMSS = 0,90
0,57	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12.000 h, substituição individual, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira, FMFL = 0,91; FSL = 1,00; FML = 0,74; FMSS = 0,83
0,50	Ambiente sujo, ciclo de manutenção de três anos, 8.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8.000 h, LLB, substituição em grupo, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira, FMFL = 0,93; FSL = 0,93; FML = 0,65; FMSS = 0,94

O fator de utilização  $F_u$  é obtido consultando a Tabela 2, considerando o índice  $K$  já calculado através da Equação 1 e observando os índices de refletância do ambiente, conforme apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Índice de Reflexão**

Índice	Reflexão	Tonalidade Superfície
1	10%	escura
3	30%	média
5	50%	clara
7	70%	branca

Fonte: Adaptado de Creder (2016).

De posse dos índices de refletância e do índice  $K$ , a Tabela 2 deverá ser consultada para encontrar o fator de utilização. A Tabela 2 apresenta os valores para a luminária tipo TMS 600. Na primeira linha apresenta as diferentes combinações de refletância das superfícies. A sequência é teto, parede e chão.

**Tabela 2 - Fator de Utilização – TMS 600**

Fator de Área K	80			70			50		30		0
	50	50	30	50	50	30	30	10	30	10	0
	30	10	10	30	10	30	10	10	10	10	0
0.60	.36	.34	.27	.33	.32	.26	.22	.18	.19	.16	.11
0.80	.45	.4	.35	.42	.39	.34	.28	.24	.24	.21	.15
1.00	.52	.9	.41	.48	.45	.40	.34	.29	.29	.25	.19
1.25	.60	.55	.47	.55	.51	.47	.39	.35	.33	.30	.22
1.50	.65	.59	.52	.60	.55	.52	.43	.39	.37	.33	.25
2.00	.74	.66	.60	.68	.61	.61	.49	.45	.42	.39	.29
2.50	.79	.70	.65	.73	.65	.66	.53	.49	.45	.43	.32
3.00	.84	.73	.68	.77	.68	.71	.56	.53	.48	.45	.34
4.00	.89	.77	.73	.82	.72	.77	.60	.57	.51	.49	.37
5.00	.93	.80	.76	.85	.75	.81	.62	.60	.53	.52	.39

Fonte: Philips (2020).

Após encontrar o fluxo luminoso total, resta calcular o número de luminárias ou lâmpadas no ambiente. Portanto, o número de luminárias será determinado pela Equação 3:

$$n_{luminarias} = \frac{\Psi_T}{\Psi_{lâmpada}} \quad (3)$$

Sendo:

$\Psi_T$  = Fluxo luminoso total;

$\Psi_{lâmpada}$  = Fluxo luminoso da lâmpada.

#### 2.2.4 Quadro Geral de Força

O quadro geral de força deve ficar o mais próximo da subestação ou do equipamento de transformação que o alimenta. (Mamede Filho, 2017).

De acordo com Mamede Filho (2017, p. 39), “compreendem-se por circuitos de distribuição, também chamados neste livro de alimentadores, os condutores que derivam do Quadro Geral de Força (QGF) e alimentam um ou mais centros de comando (CCM e QDL)”.

A estrutura dos quadros de distribuição deve suportar as condições ambientais adversas do local onde estarão instalados. Mamede Filho (2017, p. 41), afirma que “os quadros de distribuição devem ser construídos de modo a satisfazer as condições do ambiente em que serão instalados, bem como apresentar um bom acabamento, rigidez mecânica e disposição apropriada nos equipamentos e instrumentos”. Ainda acrescenta que “as chapas dos quadros de distribuição devem sofrer tratamento adequado, a fim de prevenir os efeitos nefastos da corrosão”, em relação ao invólucro.

#### 2.2.5 Quadro de Distribuição Local

Segundo Mamede Filho (2017, p.28) “os quadros ou painéis de distribuição de circuitos terminais devem ficar no centro de cargas.” Isso pode ser difícil quando a edificação é antiga. Por exemplo, pode ocorrer do centro de carga estar em um local inconveniente ou inadequado. A solução, nestes casos, é aproximar o QD o mais próximo ao centro de cargas, observando que os QDs terminais devem ficar longe da passagem sistêmica de funcionários, segundo Mamede Filho (2017, p.28).

Ainda segundo o autor o QGF “deve ficar próximo das unidades de transformação que está ligado.” (Mamede Filho, 2017. p. 28).

O processo, segundo Mamede Filho (2017. p. 28) “para localização do centro de carga, é definido pelo cálculo do baricentro dos pontos considerando como carga puntiforme [...]”.

Para determinar o centro de carga, portanto, utiliza-se da Equação 4:

$$X = \frac{(X_1 * P_1 + X_2 * P_2 + X_3 * P_3 + X_4 * P_4 + X_5 * P_5)}{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5)} \quad (4)$$

E a Equação 5:

$$Y = \frac{(Y_1 * P_1 + Y_2 * P_2 + Y_3 * P_3 + Y_4 * P_4 + Y_5 * P_5)}{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5)} \quad (5)$$

As coordenadas  $X$  e  $Y$  indicam o centro de cargas. Para instalação do QGF, portanto deverá ser decidido levando em consideração os aspectos operativos internos, evitando locais com passagem constante de funcionários, iluminação apropriada, entre outros.

## 2.2.6 Condutores

Uma vez definido a posição do quadro geral de força e os quadros de distribuição local é necessário especificar os condutores considerando o local em que serão instalados, se aéreo, subterrâneo, área com concentração de pessoas, etc.

Apesar de Creder (2016, p108) afirmar que “os condutores utilizados nas instalações residenciais, comerciais ou industriais de baixa tensão poderá ser de cobre ou de alumínio, com isolamento de *PVC* ou de outros materiais previstos por normas, como *EPR* ou *XLPE*”, a ABNT (2004, p. 89) exige que “em locais BD4, isto é, locais de afluência de público, não é permitido, em nenhuma circunstância, o emprego de condutores de alumínio.

Os cabos não tóxicos são isolados em composto à base de polietileno reticulável – *XLPE*, classe térmica de 90°C coberto em composto termoplástico poliefínico, não halogenado e com características de não-propagação e auto extinção do fogo, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. O cabo atox é assim chamado pelo fabricante Condex. O fabricante Corfio chama o cabo não-halogenado e não tóxico por Corfitox. Na

Figura 5 é apresentado um cabo unipolar, com dupla isolamento.

**Figura 5 - Cabo Atox**

Fonte: Adaptado de Condex (2020).

Também há modelos com cabos múltiplos, conforme apresentado na Figura 6, que são mais versáteis e com melhor custo-benefício, se comparado com cabos unipolares.

**Figura 6 - Cabo****Múltiplo Atox**

Fonte: Adaptado de Condex (2020).

## 2.2.7 Dimensionamento do Circuito

Dimensionar um circuito é:

Definir a seção mínima dos condutores, de forma a garantir que eles suportem satisfatoriamente as condições mínimas de:

- Capacidade de condução de corrente ou simplesmente ampacidade;
- Limite de queda de tensão;
- Capacidade de condução de corrente de curto-circuito por tempo limitado (Lima Filho, 2011, p.125).

Inicialmente serão dimensionados pelos dois primeiros critérios. Dos resultados será escolhido a maior seção.

A maneira que os condutores serão instalados influenciará na capacidade de condução devido a troca térmica que o meio proporcionará. O Anexo E mostra em detalhe as formas de instalação para cabos XLPE, que será o cabo utilizado no projeto com suas respectivas capacidades de condução de corrente.

Para dimensionar o condutor por ampacidade, ou seja, capacidade máxima de condução de corrente, deve-se encontrar a corrente de projeto, que é aquela que não depende de fatores externos. Para isso são necessários dados de tensão, potência da carga e fator de potência. A corrente de projeto será utilizada posteriormente, devidamente corrigida com os fatores de temperatura e de agrupamento de circuitos.

Para Mamede Filho (2017, p. 2002), em circuitos monofásicos, a corrente será encontrada através da Equação 6:

$$I_c = \frac{D}{V_{fn} * \cos\phi} \quad (6)$$

Onde:

$I_c$  = Corrente de projeto (A);

$D_c$  = Demanda de carga (W);

$V_{fn}$  = Tensão fase e neutro (V);

$\cos\phi$  = Fator de potência de carga.

Em circuitos trifásicos a corrente será encontrada através da Equação 7:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{ff} * \cos\phi} \quad (7)$$

Onde:

$I_c$  = Corrente de projeto (A);

$V_{ff}$  = Tensão entre fases, (V);

$P$  = Potência ativa demandada da carga, considerada equilibrada, (W);

A corrente de projeto é o valor caso não houvesse nenhuma interferência externa na instalação do circuito em análise, como por exemplo agrupamento do circuito e a temperatura ambiente. Todavia, é necessário corrigir a corrente através dos fatores encontrados nos anexos E e G para obter o valor de corrente corrigida o qual será utilizado durante a especificação dos condutores.

Fator de correção para agrupamento  $F_{CA}$ , encontrado no Anexo F, é identificado através da quantidade de condutores carregados, de circuitos diferentes. Segundo Mamede Filho (2017, p.298), “[...] fator de agrupamento [...] compensa o

efeito Joule que resulta da temperatura provocada no interior do duto pela contribuição simultânea de calor de todos os cabos.”.

Ainda de acordo com Machado (2017, p.117), “para temperaturas ambientes diferente de 30°C, [...] deve-se efetuar o ajuste utilizando um fator de correção de temperatura, conforme ABNT NBR 5410 Anexos D e F.

Para encontrar o valor da corrente corrigida, é necessário aplicar a Equação 8.

$$I_{co} = \frac{I_c}{F_a} \quad (8)$$

Onde:

$I_c$  = Corrente de projeto (A);

$F_a$  = Fator de agrupamento.

Portanto, após encontrar a corrente corrigida através da Equação 5 deve-se verificar na Tabela da ABNT, Anexo E, para determinar a seção mínima do condutor, considerando os diferentes métodos de instalação que são:

B1: condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto;

E: cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical;

F: cabos unipolares em bandeja perfurada, horizontal ou vertical;

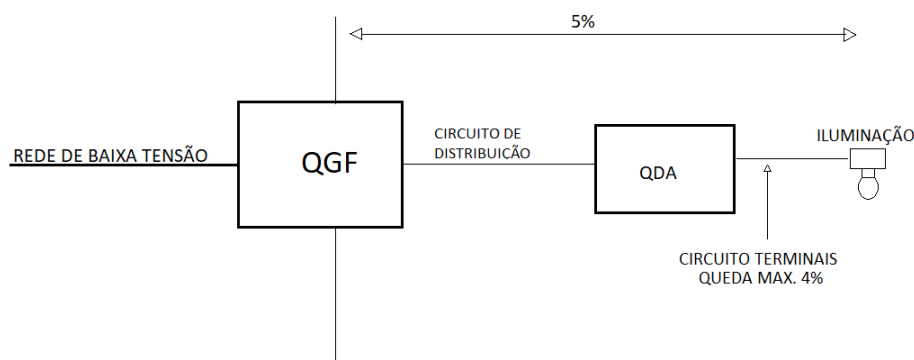
Os métodos de instalação estão contidos na NBR 5410 aqui expostos no Anexo E com a capacidade de corrente dos condutores para determinação da seção mínima.

#### 2.2.7.1 Critério da máxima queda tensão

De acordo com Mamede Filho (2017, p. 308), “após o dimensionamento da seção do condutor pela capacidade de corrente de carga, é necessário saber se esta seção está apropriada para provocar uma queda de tensão no ponto terminal do circuito [...]”. De acordo com a ABNT (NBR 5410, 2004, p.123) [...] “a queda de tensão verificada não deve ser superior a [...] 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT [...]”.

A Figura 7 apresenta um diagrama mostrando a máxima perda admissível em porcentagem da tensão nominal.

**Figura 7 - Queda Máxima de Tensão Aceitável**



Fonte: Adaptado de Mamede Filho (2017).

### 2.2.7.1.1 Método para cálculo de queda de tensão

A NBR 5410 somente indica os limites de queda de tensão, mas não mostra como calcular estes, desta forma deve-se utilizar algum método de cálculo de queda de tensão.

A seção mínima do condutor no circuito monofásico pode ser determinada pela queda de tensão a partir da Equação 9, (Machado, 2017, p.118)

$$S_c = \frac{200 \cdot \rho \cdot (L_c \cdot I_c)}{\Delta V_c \cdot V_m} \quad (9)$$

Onde:

$S_c$  = Seção mínima (mm<sup>2</sup>);

$\rho$  = Resistividade do material condutor (mm<sup>2</sup>/m);

$L_c$  = Comprimento do circuito (m);

$I_c$  = Corrente total do circuito (A);

$\Delta V_c$  = queda de tensão máxima admitida no projeto (%);

$V_{fn}$  = tensão entre fase e neutro (V).

A seção mínima do condutor de um circuito trifásico pode ser determinada pela queda de tensão, de modo simplificado, a partir da Equação 10:

$$S_c = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot \rho \cdot L_c \cdot I_c}{\Delta V_c \cdot V_{ff}} \quad (10)$$

Onde:

$I_c$  = Corrente do circuito (A);

$L_c$  = Comprimento do circuito (m);

$\rho$  = Resistência do condutor (m $\Omega$ /m);

$\Delta V_c$  = Máxima queda de tensão admitida (%);

$V_{ff}$  = Tensão de linha (V).

### 2.2.7.2 Seção do condutor neutro

Considerando que o roteiro para o cálculo da ampacidade determina a seção do condutor fase. O condutor neutro e o condutor de proteção equipotencial (PE) são determinados em função da seção do condutor fase, (Lima Filho, 2011, p.127).

O condutor neutro deve possuir a mesma seção que os condutores fase nos seguintes casos:

- Em circuitos monofásicos ou bifásicos;
- Em circuito trifásico quando a seção do condutor fase for igual ou inferior a 25mm<sup>2</sup>;
- Em circuitos trifásicos, é admitida, quando for prevista presença de harmônicas;
- Somente quando ocorrer as três condições simultaneamente será possível reduzir a seção do condutor neutro:
- Quando a seção do neutro for no mínimo 25mm<sup>2</sup> e;
- Caso a máxima corrente susceptível de percorrer o neutro seja inferior à capacidade de condução de corrente correspondente a seção reduzida do condutor neutro, e;
- Quando o condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes. (ABNT, 2004, p.122).

Na Tabela 3 observa-se as seções do condutor neutro frente o condutor fase para casos em que o circuito é equilibrado, como os casos dos quadros que alimentam motores trifásicos, por exemplo. Casos em que as cargas são predominantemente monofásicas a seção do condutor neutro é a mesma que o condutor fase.

**Tabela 3 - Seção Reduzida Condutor Neutro**

<b>SEÇÃO DO CONDUTOR FASE (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>SEÇÃO DO CONDUTOR NEUTRO (mm<sup>2</sup>)</b>
<b>S ≤ 25</b>	<b>S</b>
<b>35</b>	<b>25</b>
<b>50</b>	<b>25</b>

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 5410 (2004).

### 2.2.7.3 Dimensionamento condutor de proteção

O condutor de proteção tem por função o aterramento das massas metálicas e equipamentos elétricos, visando a proteção das pessoas contra choques elétricos. (Creder, 2016, p.169).

A norma NBR 5410 recomenda que a utilização do condutor terra deverá ser preferencialmente isolado. A Tabela 4 apresenta a seção do condutor de proteção em função do condutor fase do circuito. (ABNT, 2004, p.158).

**Tabela 4 - Seção Mínima Condutor de Proteção**

<b>SEÇÃO DO CONDUTOR FASE (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>SEÇÃO DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO (mm<sup>2</sup>)</b>
$S \leq 16$	S
$16 < S < 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 5410 (2004).

Qualquer cabo utilizado como condutor de proteção deverá ser identificado com essa função, todavia, caso seja utilizado a identificação por cor, esta deverá ser na cor verde-amarelo ou verde.

### 2.2.8 Conduitos

Os conduitos, também chamados de eletrodutos, têm as seguintes funções:

- a. Propiciar proteção mecânica aos condutores;
- b. Propiciar proteção contra ataques químicos como corrosão, por exemplo;
- c. Fornecer ao ambiente proteção contra incêndio, resultado de superaquecimento dos condutores;

A Figura 8 mostra um eletroduto ¾' de PVC rígido.

**Figura 8 - Eletroduto 3/4 de polegada**



Fonte: Wetzel (2020).

A utilização de eletrodutos deve seguir os seguintes critérios, de acordo com NBR 5410:

- a. No eletroduto só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares;
- b. Os eletrodutos aparentes devem ser firmemente fixados a uma distância máxima de acordo com a Tabela 5;
- c. A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deve ser superior a: 53% no caso de um único condutor ou cabo; 31 % no caso de dois condutores ou cabos; 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos;
- d. Não deve haver trechos contínuos (sem interposição de caixas de derivação ou aparelhos) retilíneos de tubulação maiores do que 15 m para linhas internas e de 30m para áreas externas às edificações.
- e. Sempre que houver mudança de direção deverá ser instalada uma caixa de passagem.

**Tabela 5 - Espaçamento Mínimo em Fixação Eletroduto**

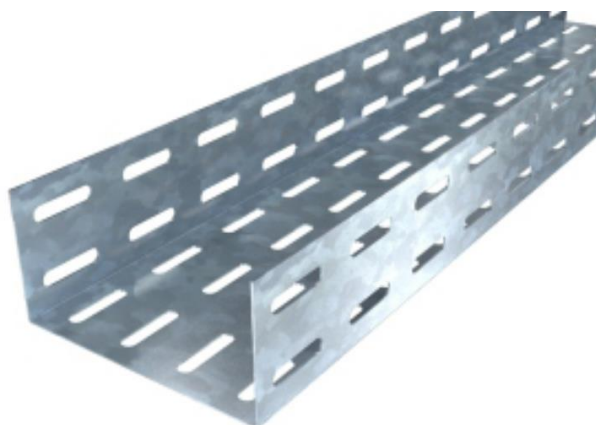
<b>DIÂMETRO NOMINAL DO ELETRODUTO (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>DISTÂNCIA MÁXIMA ENTRE ELEMENTOS DE FIXAÇÃO (m)</b>
<b>16 – 32</b>	0,90
<b>40 – 60</b>	1,50
<b>75 – 85</b>	1,80

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 5410 (2004).

### 2.2.8.1 Eletrocalhas

As eletrocalhas podem ser lisas, perfuradas ou aramadas. Leva-se em consideração, para a correta definição, a necessidade de ventilação, acúmulo de partículas que apresentam riscos de incêndio, presença de roedores, exposição a umidade entre outros. A recomendação é que apenas uma camada de cabos preencha o leito. A Figura 9 apresenta um modelo de eletrocalha na dimensão de 100x50mm, galvanizada.

**Figura 9 - Eletrocalha 50 x 100 mm**



Fonte: Sulcorte (2020).

Para determinar as dimensões ideal da eletrocalha deve-se obter a seção dos cabos, os quais estarão contidos nela. A NBR 5410 não estabelece limites de ocupação para uma quantidade de cabos, porém a mesma norma apresenta fatores para correção aplicáveis a condutores agrupados em camada única (ABNT, 2004, p.116). Por esse motivo é conveniente ocupar a calha em apenas uma camada. Também é recomendável considerar um fator de reserva, visando ampliações futuras, que poderá ser de 20%, de acordo com a recomendação do fabricante de eletrocalhas Legrand. (Legrand, 2020).

## 2.3 Segurança

De acordo com a NBR 5410 as medidas de proteção podem ser aplicadas a uma instalação completa, a uma parte de uma instalação ou a um componente. (ABNT, 2004).

### 2.3.1 Choques Elétricos

A proteção contra choques elétricos deve ser prevista considerando:

- a. Partes vivas não devem ser acessíveis;
- b. Massas ou partes vivas acessíveis não devem oferecer perigo, sejam em condições normais, ou em caso de falta que as tornem acidentalmente vivas;

#### 2.3.1.1 Dispositivo Interruptor Diferencial-Residual - IDR

O uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual  $I_{\Delta n}$  igual ou inferior a 30 mA é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos. (ABNT, 2004, p.57).

De acordo com a norma NBR 5410:2004, nos seguintes casos são obrigatórios o uso de IDR:

- a. os circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- b. os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- c. os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- d. os circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens. (ABNT, 2004, p.57)

A Figura 10 apresenta um dispositivo IDR de 30 mA, com corrente nominal de 40 A. O IDR é composto por uma alavanca para seccionamento e de um botão de teste que deve ser acionado semestralmente, conforme recomendação do fabricante Siemens, mostrado em nota no documento de procedimentos para localização de defeitos no IDR apresentado no Anexo O. (Siemens, 2020).

**Figura 10 - Dispositivo IDR**

Fonte: Steck (2020).

Admite-se a não utilização do dispositivo em pontos de alimentação da iluminação posicionados em altura acima de 2,5 m. Entretanto quando o risco de desligamento de congeladores por atuação intempestiva da proteção, a norma afirma que não deverá utilizar o dispositivo IDR com característica de alta imunidade a perturbações transitórias.

O uso de IDR pode ser realizada individualmente, por ponto de utilização ou por grupo de circuitos, conforme norma ABNT NBR 5410:2004.

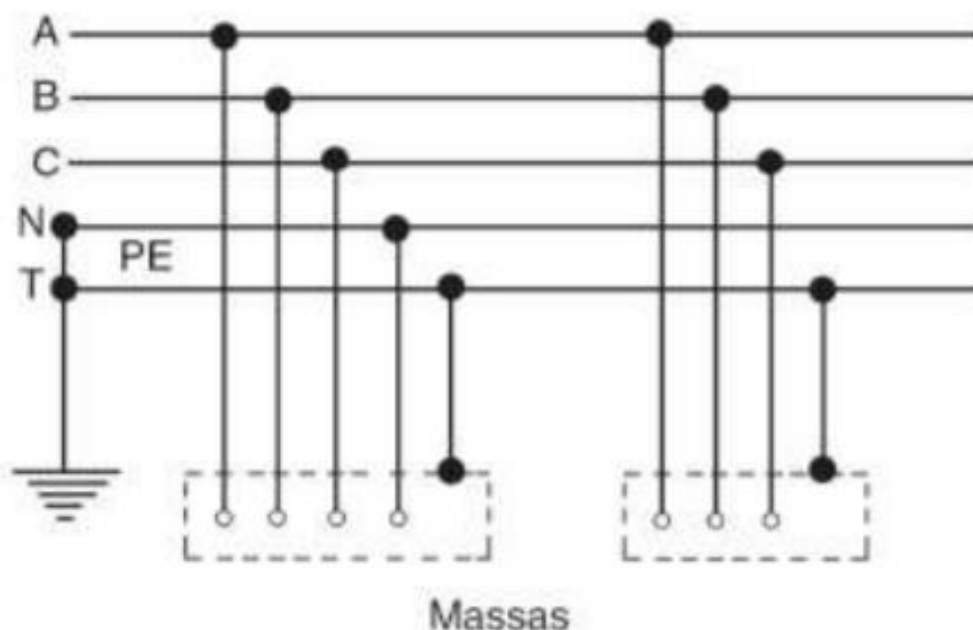
## **2.4 Barramento de Equipotencialização Principal BEP**

Barramento destinado a servir de via de interligação de todos os elementos na equipotencialização principal. A designação “barramento” está associada ao papel de via de interligação, portanto, em princípio o BEP pode ser uma barra, uma chapa ou um cabo.

### **2.4.1 Esquema de Aterramento TN-S**

O esquema TN possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. Será apresentado uma variante do esquema TN, a TN-S, indicado na Figura 11. Nesse esquema o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos

Figura 11 – Esquema Aterramento TN-S



Fonte: Adaptado de ABNT NBR 5410 (2004).

Este esquema é o utilizado nas instalações prediais do projeto proposto, por essa razão não será apresentado os demais esquemas existentes.

## 2.5 Dispositivo de Proteção e Seccionamento

Os condutores vivos devem ser protegidos por um ou mais dispositivos de seccionamento automático contra sobrecargas e contra curtos-circuitos (ABNT, 2004, p.46). Essa proteção será realizada por meio de disjuntores. O disjuntor tem vantagem sob o fusível pois permite o religamento sem necessidade de substituição de componentes.

### 2.5.1 Disjuntores

Segundo Cavalin (1998, p. 325) “disjuntores são dispositivos que garantem, simultaneamente, a manobra e a proteção contra correntes de sobrecarga e contra correntes de curtos-circuitos.” A Figura 12 apresenta um disjuntor termomagnético monopolar.

**Figura 12 - Disjuntor Monopolar Schneider**

Fonte: Schneider (2020).

Os disjuntores termomagnéticos, segundo Mamede Filho (2017, p. 1011) “são aqueles dotados de disparadores térmicos de sobrecarga e eletromagnéticos de curto-circuito.” A proteção contra sobrecarga é realizada por meio de um dispositivo bimetalico que atua conforme o aquecimento, produto da elevada corrente. A proteção contra curtos-circuitos é feita através de um dispositivo magnético de alta precisão.

Os disjuntores em caixa moldada, de acordo com Mamede Filho (2017, p. 1010), “são aqueles em que o mecanismo de atuação, o dispositivo de disparo e outros são montados dentro de uma caixa moldada em poliéster [...] ocupando um espaço por demais reduzido em quadros e painéis.” A Figura 13 mostra um disjuntor 400 A caixa moldada modelo EZC400N.

**Figura 13 – Disjuntor Tripolar Caixa Moldada 400 A**

Fonte: Schneider (2020).

### 2.5.1.1 Dimensionamento dos disjuntores

A norma NBR 5410 estabelece condições para que haja coordenação entre os condutores vivos e os dispositivos de proteção do circuito. (ABNT, 2004, p.63). Ambas proteções, térmica e magnética, serão garantidas, sobrecarga e curto-circuito, se as condições forem atendidas:

$$\bullet \quad I_c \leq I_N \quad (11)$$

$$\bullet \quad I_N \leq I_Z \quad (12)$$

$$\bullet \quad I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (13)$$

Em que:

$I_c$  = corrente de projeto do circuito;

$I_N$  = corrente nominal do dispositivo de proteção;

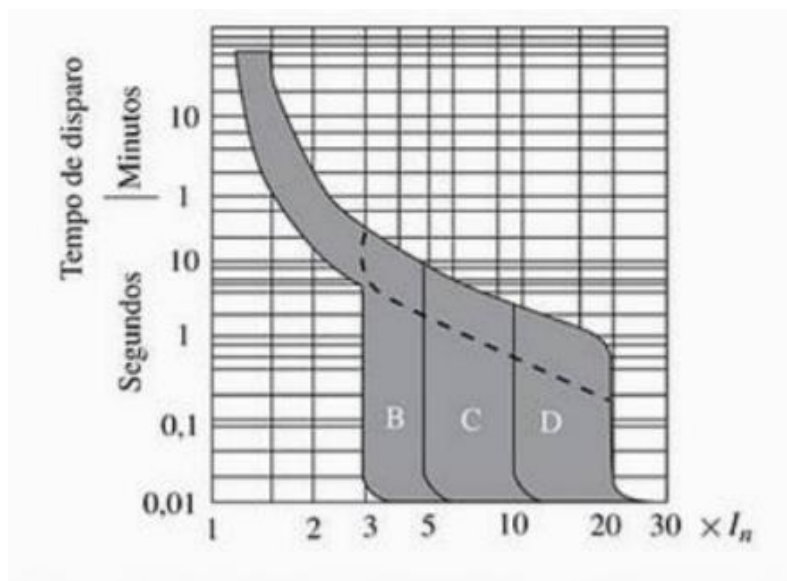
$I_Z$  = capacidade de condução de corrente de condutores vivos, de acordo com o tipo de instalação. (ver o Anexo E);

$I_2$  = corrente convencional de atuação dos dispositivos de proteção em função de  $I_N$ .

De acordo com Mamede Filho (2017, p. 1101) a corrente convencional de atuação dos disjuntores em geral acima de 63 A é de  $1,25 * I_N$ . Para disjuntores com corrente nominal igual ou abaixo de 63 A a corrente convencional é de  $1,35 * I_N$ .

A faixa de atuação instantânea dos disjuntores estão definidas em três faixas: B, C e D, conforme Figura 14.

Figura 14 - Faixa de Atuação Instantânea de Disjuntores



Fonte: Cotrin (2013).

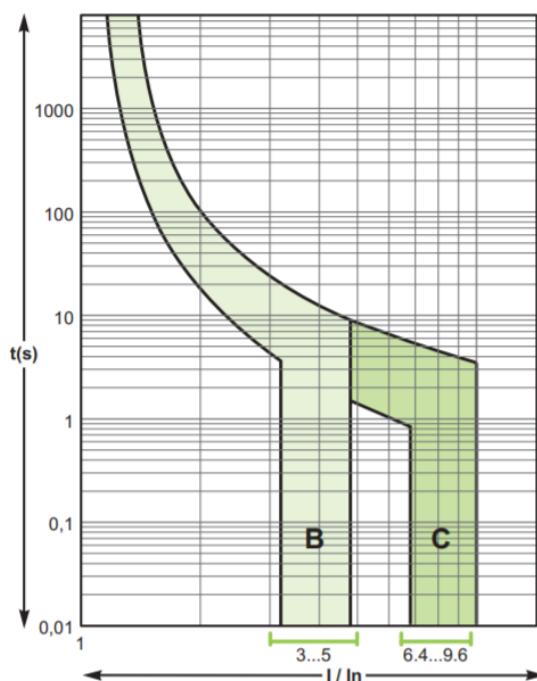
#### 2.5.1.2 Seletividade

Segundo Mamede Filho (2017, p. 1067) “é a capacidade que possui o sistema de proteção de selecionar a parte danificada da rede e retirá-la de serviço sem afetar os circuitos sãos”. Mamede Filho (2017, p. 1068) afirma ainda que a seletividade “é a característica que deve ter um esquema de proteção que, quando submetido a correntes anormais, possibilita a atuação do elemento de proteção mais próximo do defeito, de maneira a desenergizar somente a parte do circuito afetado.

Para que as proteções atuem na ordem esperada é necessário que a seletividade seja aplicada corretamente. O procedimento de seletividade cronométrica, de acordo com Mamede Filho (2017, p. 1070) “fundamentam-se no princípio de que a temporização intencional do dispositivo de proteção próximo ao ponto de defeito seja inferior à temporização intencionado do dispositivo de proteção a montante.”

A Figura 15 apresenta as curvas ‘B’ e ‘C’ dos disjuntores da linha Easy9 do fabricante Schneider com os diferentes tempos de atuação.

**Figura 15 - Curva de Atuação Disjuntores Easy9 Schneider**



Fonte: Schneider (2020).

## 2.6 Proteção Contra Sobretensões

As sobretensões nas instalações elétricas de baixa tensão, aí incluídas as linhas elétricas de sinal, não devem comprometer a segurança das pessoas, nem a integridade das próprias instalações e dos equipamentos servidos.

A necessidade de utilização de dispositivos adequados de proteção contra sobretensões deve ser avaliada com base nas tensões de operação e nos níveis de tensão suportável pelos equipamentos da instalação de baixa tensão e/ou ligados às linhas elétricas de sinal.

A avaliação dos riscos provocados por sobretensões de origem atmosférica deve levar em consideração:

- a sua exposição à ação de descargas atmosféricas;
- as eventuais proteções contra sobretensões existentes a montante;
- os níveis de tensão suportável e da categoria dos equipamentos quanto às sobretensões, conforme norma ABNT (NBR 5410, p. 71);

- d. o tipo de alimentação dos equipamentos (sensíveis) monofásicos, se entre fase e neutro, ou entre duas fases.

O uso da tecnologia pode reduzir os efeitos danosos de descargas atmosféricas, diretas e indiretas, sobre a rede de energia elétrica ou de sobretensões transitórias. O dispositivo que deverá ser utilizado é o Dispositivo de Proteção contra Sobretensões Transitórias – DPS. As características construtivas deste equipamento são regulamentadas pela NBR IEC 61643-1:2007. A Figura 16 apresenta um DPS, classe II, da marca Steck.

**Figura 16 - Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS**



Fonte: Steck (2020).

De acordo NBR 61643-1 o DPS é “classificado conforme especificações de construção, e principalmente, a função dos parâmetros de ensaio a que é submetido.” (ABNT, 2007, p.19). A classe I, são dispositivos ensaiados na curva 10/350 (Cotrin, 2013, p. 376) e são utilizados em entradas de energia elétrica nas edificações. DPS classe II, com uso nos quadros de distribuição, são ensaiados na curva 8/20, assim como classe III, utilizados em níveis internos de proteção, próximo às cargas. (Cotrin, 2013, p. 376).

Para especificação do DPS é necessário conhecer o tipo de aterramento do sistema de distribuição, tensões de fase e localização da instalação. Na especificação deverá ser determinado os seguintes parâmetros:

- O nível de proteção de tensão ( $U_C$ ), valor que é caracterizado pela limitação de tensão do DPS entre seus terminais, através da Equação 11.

$$U_C = 1,1 * U_{ff} \quad (11)$$

Onde:

$U_{ff}$ : Tensão de fase;

- A tensão de operação contínua ( $U_C$ ), máxima tensão que pode ser aplicada continuamente ao modo de proteção do DPS sem comprometer seu funcionamento. É a tensão nominal do DPS;
- Corrente máxima de DPS ( $I_{MÁX}$ ), valor de crista de um impulso utilizado na forma de onda tempo e corrente para ensaios do DPS.
- Corrente nominal ( $I_N$ ), A NBR 61643-1:2007 utiliza o parâmetro  $I_N$  também para determinar a vida útil do DPS. Ele deve suportar pelo menos, 15 a 20 surtos com o valor de  $I_N$ . (Cotrin, 2013. p. 376).

## 2.7 Classificação do Ambiente

Com objetivo de garantir a segurança em locais públicos a ABNT se manifesta na classificação de ambientes com fluxo intenso de pessoas em casos de emergência.

A exigência da ABNT em relação à emissão de gases tóxicos pelos condutores, tanto quanto, à propagação de chamas está relacionada diretamente com a condição de fuga das pessoas em emergências. A ABNT (NBR 5410, p. 39) apresenta diferentes condições de fugas, BD1, BD2, BD3 ou BD4, e características do local da instalação, conforme apresentado no Anexo J.

A ABNT afirma que “em áreas comuns, em áreas de circulação e em áreas de concentração do público, em locais BD2, BD3, BD4, as linhas elétricas devem atender a uma das seguintes condições:

“No caso de linhas em condutos fechados, os condutos que não sejam metálicos ou de outro material incombustível devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Na primeira hipótese (condutos metálicos ou de outro material incombustível), podem ser usados condutores e cabos apenas não-propagantes de chama; na segunda, devem ser usados cabos não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases. (ABNT NBR 5410, 2004).

O asilo Dom Bosco hoje acolhe cerca de 70 idosos e 20 colaboradores que realizam cuidados básicos até alimentação e enfermagem. Nos momentos de visitação o local chega a ter 100 pessoas.

A NBR13570:1996 fixa os requisitos exigíveis às instalações elétricas em locais de afluência de público e a outros locais com capacidade de no mínimo 50 pessoas. A classificação do local, de acordo com Anexo J, é: BD4.

### **3. PROJETO**

O projeto apresentado a seguir foi desenvolvido para a reforma das instalações elétricas do asilo Dom Bosco. Os procedimentos adotados estão em acordo com os descritos na revisão da literatura.

A classificação do ambiente é BD4 de acordo com o capítulo anterior por se tratar de um ambiente com movimentação intensa de público e velocidade baixa para evacuação do local em casos de emergência.

O posicionamento do QGF e dos QDs foram estabelecidos visando primeiramente a segurança dos internos, não sendo executados cálculos de centro de cargas, visto que a disposição dos móveis, portas e janelas, não poderia ser alterada. Contudo, observou-se os locais com menor circulação de idosos e que haja espaço disponível para a instalação dos quadros sem comprometer o acesso da equipe técnica.

Para demonstração dos cálculos optou-se por apresentar somente o desenvolvimento relativos a alguns ambientes. Os valores obtidos através da aplicação das equações e os dados adquiridos como resultado das análises das normas serão apresentados somente para três ambientes. A simplificação visa não carregar o capítulo com cálculos semelhantes.

O ambiente lavanderia foi apresentado, repetidas vezes, neste trabalho, por se tratar do setor com maior carga. A apresentação dos cálculos referentes ao QGR se deu devido relevância como principal. O ambiente cozinha foi escolhido para demonstração dos cálculos por representar o local com maior diversidade de cargas elétricas num mesmo ambiente.

#### **3.1 Memorial de Cálculos**

Na etapa a seguir serão apresentados os cálculos de acordo com embasamento da revisão da literatura atendendo aos itens descritos na seção

concepção do projeto, tais como: previsão de cargas, divisão dos circuitos, dimensionamento de condutores; dimensionamento dos disjuntores; dimensionamento dos eletrodutos e aterramento.

### 3.2 Previsão de Cargas

Neste tópico serão apresentados os cálculos para três tipos de ambientes: quarto, cozinha e escritório. O quarto, devido a quantidade de ambientes similares: 35. Portanto é indispensável a apresentação dos resultados deste ambiente. A cozinha, por sua vez, representa um ambiente com alta concentração de Watts/m<sup>2</sup>. Por fim, o escritório devido a diferença no método para cálculos na previsão de cargas.

#### 3.2.1 Carga de Iluminação

Nesta seção será calculado a carga de iluminação através de dois métodos: o método contido NBR 5410 e através do método dos lúmens. Após encontrar o valor das cargas de iluminação pelos métodos mencionados será realizado a comparação. Será considerado o maior valor e posteriormente utilizá-lo no cálculo dos condutores. Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz no teto. Considerando o critério de quantidade mínima de pontos o resultado é apresentado em 3 ambientes distintos: quarto, cozinha e escritório, conforme Tabela 6.

**Tabela 6 – Exemplos de Previsão de Cargas para Iluminação**

<b>Ambiente</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Potência (VA)</b>
Quarto	9,52	6 + 3,53	100 + 0
Cozinha	48,24	6 + 10*4 + 2,24	100 + 600 + 0
Escritório	12,6	6 + 4 + 2,6	100 + 100 + 0

Fonte: Elaboração própria (2020).

1. Quarto.

Área: 9,52m<sup>2</sup>

Sendo, 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup> e 60VA para cada 4 m<sup>2</sup>. Portanto:

$$6 \text{ m}^2 = 100 \text{ VA}$$

$$3,52\text{m}^2 = 0 \text{ VA}$$

Carga total para iluminação do quarto: **100 VA.**

## 2. Cozinha.

Área: 48,24 m<sup>2</sup>.

Portanto:  $6 \text{ m}^2 = 100 \text{ VA}$

$42,24 \text{ m}^2$ , equivalente à:  $10 * 60 \text{ VA} = 600 \text{ VA}$

$2,24 \text{ m}^2 = 0 \text{ VA}$

Carga total para iluminação da cozinha: **700 VA.**

## 3. Escritório

Área = 12,60 m<sup>2</sup>

Portanto:  $6 \text{ m}^2 = 100 \text{ VA}$

$4 \text{ m}^2 = 60 \text{ VA}$

$2,6 \text{ m}^2 = 0 \text{ VA}$

Carga total para iluminação do escritório: **160 VA.**

A carga de iluminação por ambiente, segundo cálculos, pelo critério da ABNT NBR 5410, é apresentada na Tabela 7:

**Tabela 7 – Exemplos de Carga Elétrica por Ambiente no Asilo**

<b>Ambiente</b>	<b>Total</b>
Quarto	100 VA
Cozinha	700 VA
Escritório	160 VA

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.2.1.1 Estimativa de carga pelo método dos lúmens

O cálculo de luminância, de acordo com método dos lúmens, requer os seguintes dados para o desenvolvimento:

- Tipo do Ambiente: Quarto;
- Área: 9,52 m<sup>2</sup>;
- Largura: 3,40 m;
- Comprimento: 2,80 m;

- Pé direito útil: 1,70 m altura da luminária até o plano de trabalho (luminária com altura de 2,60 m e plano de trabalho com altura de 70 cm);
- Refletância: Teto=70%; Parede= 50%; Piso = 10%. De acordo com valores da Tabela 1.

O valor de lúmens para o ambiente, obtido da NBR 8995, conforme anexo C, ambiente de descanso, 'quarto' é de 100 lux.

Para encontrar o fator de utilização deve-se primeiro calcular o coeficiente do ambiente  $K$  de acordo com a Equação 1.

$$K = 2,80 * \frac{3,40}{1,90*(2,80+3,40)} = 0,8$$

O fator de utilização está relacionado com o tipo de luminária que vai ser adotada, variando de fabricante para fabricante.

Utilizando a Equação 3, considerando a área de 9,24 m<sup>2</sup>, fator de depreciação de 0,8 conforme valores obtidos na Figura 4. Considerando  $K = 0,8$  refletâncias de 70% para o teto (branco), 50% para a parede (clara) e 10% para o chão (escuro), o fator de utilização é de 0,42, conforme consulta na Tabela 2, encontra-se o fluxo luminoso:

$$\Psi_T = 100 * \frac{9,52}{(0,40*0,8)} = 2975 \text{ lm}$$

A lâmpada tubular Led “, modelo LEDtube Mains T5 26W,” da fabricante Philips, apresentada na Figura 17, tem um fluxo luminoso de 3600lm, conforme dados contidos no Anexo H. Considerando que a demanda é de 2975 lm, conforme cálculo acima, uma lâmpada supre a necessidade de luminância neste ambiente.

**Figura 17 - Tubo LED - Philips**



Fonte: Philips (2020).

O método dos lúmens resultou em um valor menor que o mínimo exigido pela ABNT NBR 5410:2004, portanto será adotado o valor de 100 VA para este ambiente.

### 3.2.2 Tomadas de Uso Geral

A Tabela 8 apresenta nas três primeiras colunas os dados necessários para determinar o número mínimo de TUGs nos diferentes ambientes.

O critério área, na coluna 4, é devido a instrução do autor Mamede Filho, citado no item 2.2.1 deste trabalho, em que, o número mínimo de TUGs em escritórios poderá ser determinado através do cálculo por área ou por perímetro, predominando o maior número encontrado entre os dois métodos. (Mamede Fiho, 2017)

**Tabela 8 – Dados para Determinar Número de TUGs**

Ambiente	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Critério Área	Critério Perímetro	Total Tomadas
<b>Quarto</b>	9,52	12,4	NA	2 * 5 m + 1 * 2,4 m	3
<b>Escritório</b>	10,5	12,6	3 * 4 m <sup>2</sup> + 1 * 0,6 m <sup>2</sup>	4 * 3 m + 1 * 0,6 m	5
<b>Cozinha</b>	36	24	NA	6 * 3,5 m + 1 * 3 m	7
<b>SF</b>	110,25	40,2	NA	11 * 3,5 m + 1 * 2 m	12
<b>Oficina</b>	126	46	NA	15 * 5 m + 1 * 1 m	16

Fonte: Elaboração própria (2020).

A seguir será apresentado os cálculos de previsão de TUGs para cinco ambientes: quarto, escritório, cozinha, salão de festas e oficina:

#### 1. Quarto.

Perímetro: 12,4 m.

Sendo, 1 tomada para cada 5 m. Portanto:

$$10 \text{ m} = 2 \text{ TUGs}$$

$$2,4 \text{ m} = 1 \text{ TUG}$$

Mínimo de TUGs, portanto: 3.

Considerando a potência de 100 VA por TUGs neste ambiente:

$$3 * 100 \text{ VA} = 300 \text{ VA}$$

A carga mínima total em TUGs neste ambiente é de 300 VA.

#### 2. Escritório:

Perímetro: 12,6 m.

Área: 10,50 m<sup>2</sup>.

Pelo critério da área:

$$4 \text{ m}^2 * 3 : 12 = 3 \text{ TUGs}$$

$$0,6 \text{ m}^2 = 1 \text{ TUG}$$

Mínimo de TUGS, portanto: 4.

Pelo critério do perímetro:

$$3 \text{ m} * 4 = 12 \text{ m} \therefore 4 \text{ TUGs}$$

$$0,6 \text{ m} \therefore 1 \text{ TUG}$$

Portanto, a quantidade de TUGs neste ambiente é 5.

Considerando que a carga por TUG neste ambiente é de 200 VA, então a carga total neste ambiente é de 1000 VA.

### 3. Cozinha:

Perímetro: 24 m.

$$3,5 \text{ m} * 6 = 21.$$

$$3 \text{ m} = 1.$$

Portanto o número de tomadas mínima na cozinha é de 7.

A potência das tomadas da cozinha é:

$$2 * 600 \text{ VA} = 1200 \text{ VA}$$

$$5 * 100 \text{ VA} = 500 \text{ VA}$$

Considerando que, para as duas primeiras TUG a NBR 5410 atribui 600 VA cada, então a potência total deste ambiente é de 1700 VA.

### 4. Salão de Festas.

Considerando que este ambiente é análogo a uma cozinha, devido suas bancadas de preparo e equipamentos típicos: como geladeiras, fornos microondas, etc, o número mínimo de tomadas assim como a potência segue os mesmos critérios que o cálculo do ambiente cozinha.

Perímetro: 40,2 m.

Área: 110,25.

$$3,5 \text{ m} * 11 = 38,5 \text{ m} : 11 \text{ TUGs}$$

$$2 \text{ m} : 1 \text{ TUG}$$

Total de TUGs: 12.

Potência das TUGs neste ambiente, é:

$$2 * 600 \text{ VA} = 1200 \text{ VA}$$

$$10 * 100 \text{ VA} = 900 \text{ VA}$$

Portanto a potência mínima total neste ambiente é de 2200 VA.

## 5. Oficina

Perímetro: 46 m.

Área: 126 m<sup>2</sup>.

$$5 \text{ m} * 15 : 15 \text{ TUGs}$$

$$1 \text{ m} : 1 \text{ TUG}$$

Portanto o número mínimo é de 16 TUGs neste ambiente.

Considerando a potência unitária da TUG neste ambiente igual a 100 VA, a potência mínima total das TUGs neste ambiente é de:

$$16 * 100 \text{ VA} = 1600 \text{ VA}$$

Portanto a carga total das TUGs neste ambiente é de 1600 VA.

A Tabela 9 apresenta o número de TUGs por ambiente e as diferentes formas para determinar a potência mínima, conforme ABNT NBR 5410:2004.

**Tabela 9 – Quantidade e Potência das TUGs por Ambiente**

<b>Ambiente</b>	<b>Qtde</b>	<b>Pot. Individual (VA)</b>	<b>Pot. Total (VA)</b>
Quarto	3	3 * 100	300
Escritório	5	5 * 200	1000
Cozinha	7	2 * 600 + 5 * 100	1700
S. De festas	12	2 * 600 + 10 * 100	2200
Oficina	16	16 * 100	1600

Fonte: Elaboração própria (2020).

## 3.2.3 Tomada de Uso Específico

A Tabela 10 apresenta as tomadas de uso específico por ambientes e suas respectivas potências:

Tabela 10 - Tomadas de Uso Específico – TUE - por Ambiente

<b>Ambiente</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Qtde</b>	<b>Carga (W)</b>
WC	<i>Chuveiro</i>	<i>6800</i>	<i>1</i>	<i>6800</i>
COZINHA	<i>Buffet</i>	<i>1000</i>	<i>1</i>	<i>1000</i>
	<i>Freezer Horizontal</i>	<i>1200</i>	<i>1</i>	<i>1200</i>
	<i>Fritadeira Elétrica</i>	<i>3500</i>	<i>1</i>	<i>3500</i>
	<i>Forno</i>	<i>5500</i>	<i>1</i>	<i>5500</i>
	<i>Freezer Vertical</i>	<i>6000</i>	<i>1</i>	<i>6000</i>
		<i>Ar-condicionado</i>	<i>1500</i>	<i>1</i>
LAVANDERIA	<i>Secadora</i>	<i>25000</i>	<i>2</i>	<i>50000</i>
ESCRITÓRIO	<i>Ar-condicionado</i>	<i>600</i>	<i>1</i>	<i>600</i>
ENFERMARIA	<i>Ar-condicionado</i>	<i>750</i>	<i>1</i>	<i>750</i>
S. DE FESTAS	<i>Forno</i>	<i>1500</i>	<i>1</i>	<i>1500</i>
	<i>Ar-condicionado</i>	<i>1200</i>	<i>2</i>	<i>2400</i>
ESTOQUE	<i>Ar-condicionado</i>	<i>600</i>	<i>2</i>	<i>1200</i>
AMBULATÓRIO	<i>Ar-condicionado</i>	<i>1000</i>	<i>1</i>	<i>1000</i>
HALL	<i>Ar-condicionado</i>	<i>2200</i>	<i>2</i>	<i>4400</i>

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.2.4 Divisão dos Circuitos dos Alimentadores

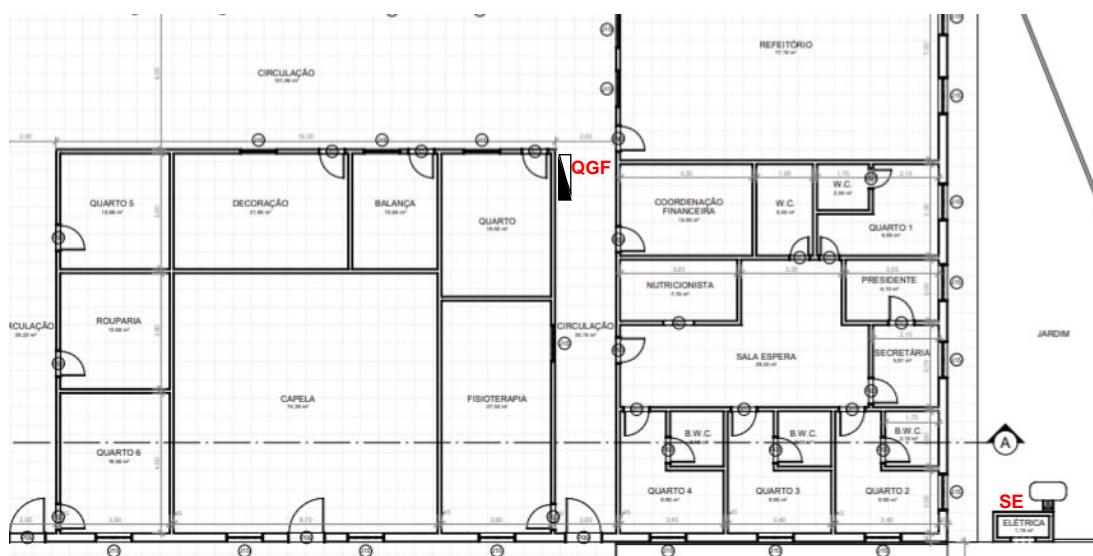
Nesta etapa será apresentado a divisão dos circuitos principais e terminais. O QGF irá alimentar diretamente os quadros QDC, QDE, QD34, QD56, QD78. O QDA é designado o quadro de distribuição da administração. Todavia, o QDA faz parte do invólucro do QGF. O barramento principal do QGF alimentará os disjuntores dos circuitos mencionados acima. A saída do disjuntor do QDA alimentará um barramento secundário no QGF que alimentará os circuitos terminais. O QD78 alimentará os quadros de distribuição do depósito - QDD, oficina - QDO e salão de festas - QDS.

A Figura 19 apresenta a localização do QGF e a SE na planta baixa do prédio principal do asilo. O QGF será posicionado neste local devido a acessibilidade,

à segurança, sendo este o local abrigado, mais próximo à subestação, disponível para alojar o QGF. Percebe-se na Figura 19 que próximo ao QGF estão os setores administrativo com suas salas de coordenação financeira, secretaria, nutricionista e presidência. Além do setor administrativo existem também 6 quartos. Esses ambientes citados acima serão alimentados diretamente do QGF o qual disponibilizará um barramento trifásico, devidamente protegido com disjuntores termomagnéticos e isolados do barramento principal que alimentará os quadros de distribuição locais. Portanto o setor de administração não terá um quadro de distribuição local exclusivo, o quadro geral de distribuição alojará os disjuntores dos circuitos terminais.

O QD78 alimentará, além dos circuitos próprios daquele setor, também ao quadro de distribuição da oficina – QDO, do salão de festas – QDS e do depósito – QDD. Devido à proximidade desses quadros é mais prático, mantê-los a jusante do QD78.

**Figura 18 - Localização QGF - Setor Administrativo**



Fonte: Arquivo Asilo Dom Bosco.

Cada um dos QDs serão posicionados em locais com fácil acesso aos funcionários, porém, observando a segurança dos idosos residentes no local.

O cálculo do centro de cargas para o posicionamento dos QDs foi suprimido devido ao fato da edificação depender do leiaute atual para operação, não permitindo a livre escolha do local para instalação dos QDs.

### 3.2.5 Divisão dos Circuitos Terminais

Nesta etapa será apresentado a divisão dos circuitos terminais para os quadros de distribuição QDC, QD34, QDE, QD56, QD78 e QDA.

O equilíbrio de potência entre as fases foi realizado observando as cargas nos circuitos terminais. Dessa forma buscou-se manter o balanceamento de cargas entre as fases pontualmente a cada circuito terminal que refletiu no equilíbrio das fases no circuito de alimentação geral.

#### 3.2.5.1 Quadro de Distribuição da Cozinha - QDC

O QDC é o quadro de distribuição da cozinha responsável pela alimentação dos circuitos terminais deste setor. A Tabela 11 apresenta a quantidade de circuitos, as respectivas potências nominais e a divisão dos circuitos por fase.

**Tabela 11 - Circuitos Terminais - QDC**

<b>Circuito</b>		<b>Nº de pontos</b>	<b>Potência (VA)</b>	<b>Fases</b>		
<b>Nº</b>	<b>Discriminação</b>			<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
<b>1</b>	Iluminação	7	700	700		
<b>2</b>	Tomadas de uso geral	4	900		900	
<b>3</b>	Tomadas de uso geral	3	800			900
<b>4</b>	Tomada p/ ar-condicionado	1	1500	1500		
<b>5</b>	Tomadas p/ buffet	1	1000		1000	
<b>6</b>	Tomada p/ forno	1	5500			5500
<b>7</b>	Tomada p/ Fritadeira	1	3500	3500		
<b>8</b>	Tomada p/ freezer Vertical	1	6000		6000	
<b>9</b>	Tomada p/ freezer horizontal	1	1200			1200
<b>10</b>	Tomada geladeira industrial	1	3000	3000		
<b>Total</b>		21		24100		

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.2.5.2 *Quadro de Distribuição da ala 3 e 4 - QD34*

O quadro de distribuição QD34 está localizado entre a ala 3 e 4 e está responsável pela alimentação dos circuitos terminais daquele setor. A quantidade de circuitos e as respectivas potências serão apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Divisão de Circuitos Terminais - QD34

<b>Circuito</b>		<b>N° de pontos</b>	<b>Potência (VA)</b>	<b>Fases</b>		
<b>N°</b>	<b>Discriminação</b>			<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
1	Iluminação	9	900	900		
2	Iluminação	8	800		800	
3	Tomadas p/ ilum. de Emerg.	8	300		300	
4	Tomadas de uso geral	3	300	300		
5	Tomadas para quarto 7	3	400		400	
6	Tomadas para quarto 8	3	400	400		
7	Tomadas para quarto 9	3	400		400	
8	Tomadas para quarto 10	3	400	400		
9	Tomadas para quarto 11	3	400		400	
10	Tomadas para quarto 12	3	400	400		
11	Tomadas para quarto 13	3	400	400		
12	Tomadas para quarto 14	3	400		400	
13	Tomadas para quarto 15	3	400		400	
14	Tomadas para quarto 16	3	400	400		
15	Tomadas para quarto 17	3	400		400	
16	Tomadas para quarto 18	3	400		400	
17	Tomadas para quarto 19	3	400	400		
18	Tomada p/ chuveiro ala 3	1	6800		6800	
19	Tomada p/ chuveiro 1 ala 4	1	6800			6800
20	Tomada p/ chuveiro 2 ala 4	1	6800	6800		
21	Tomada p/ chuveiro 3 ala 4	1	6800			6800
<b>Total</b>		<b>71</b>		<b>34700</b>		

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.2.5.3 Quadro de Distribuição da Enfermaria - QDE

O quadro de distribuição da enfermaria - QDE é responsável pela alimentação dos ambientes: enfermaria, ambulatório, rouparia e chuveiros. Na Tabela 13a quantidade de circuitos, as respectivas potências e a divisão dos circuitos por fase.

**Tabela 13 - Divisão dos Circuitos Terminais - QDE**

<b>Circuito</b>		<i>Nº de pontos</i>	<i>Potência (VA)</i>	<i>Fases</i>		
<b>Nº</b>	<b>Discriminação</b>			<i>R</i>	<i>S</i>	<i>T</i>
<b>1</b>	Iluminação Enfermaria	8	800			800
<b>2</b>	Iluminação Ambulatório	5	900	900		
<b>3</b>	Iluminação Corredores	4	400			400
<b>2</b>	Tomadas de uso geral	4	400			400
<b>3</b>	Tomadas de uso geral	4	400			400
<b>4</b>	Tomadas de uso geral	4	400			400
<b>5</b>	Tomada para AC Ambulatório	1	1500	1500		
<b>6</b>	Tomada para ar cond. Enfermaria masculino	1	1500	1500		
<b>7</b>	Tomada para AC Enfermaria feminino	1	1500			1500
<b>8</b>	Tomada para chuveiro enfermaria masculino	1	6800		6800	
<b>9</b>	Tomada para chuveiro enfermaria feminino	1	6800		6800	
<b>10</b>	Tomada p/ chuveiro 1	1	6800			6800
<b>11</b>	Tomada para chuveiro 2	1	6800	6800		
<b>Total</b>		<b>36</b>		<b>35000</b>		

Fonte: Elaboração própria (2020).

#### 3.2.5.4 *Quadro de Distribuição da ala 5 e 6 - QD56*

O QD56 é responsável pela alimentação das alas 5 e 6 e do setor da lavanderia, conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Quadro de Cargas Alas 5 e 6

<b>Circuito</b>		<b>Nº de pontos</b>	<b>Potência (VA)</b>	<b>Fases</b>		
<b>Nº</b>	<b>Discriminação</b>			<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
1	Iluminação corredores	7	700		700	
2	Iluminação lavanderia	10	1000	1000		
3	Tomadas p/ iluminação de Emergência	10	1000			1000
4	Tomadas de uso geral	5	500		500	
5	Tomadas para quarto 20	3	400		400	
6	Tomadas para quarto 21	3	400	400		
7	Tomadas para quarto 22	3	400		400	
8	Tomadas para quarto 23	3	400	400		
9	Tomadas para quarto 24	3	400		400	
10	Tomadas para quarto 25	3	400			400
11	Tomadas para quarto 26	3	400	400		
12	Tomadas para quarto 27	3	400		400	
13	Tomadas para quarto 28	3	400			400
14	Tomadas para quarto 29	3	400	400		
15	Tomadas para quarto 30	3	400		400	
16	Tomada quarto descanso	3	400			400
17	TUG Lavanderia	3	400	400		
18	Tomada chuveiro 1 ala 5	1	6800		6800	
19	Tomada chuveiro 1 ala 6	1	6800	6800		
20	Tomada chuveiro 2 ala 6	1	6800			6800
21	Tomada para secadora 1	1	25000	25000 / 3	25000 / 3	25000 / 3
22	Tomada para secadora 2	1	25000	25000 / 3	25000 / 3	25000 / 3
<b>Total</b>		<b>77</b>		<b>78800</b>		

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.2.5.5 *Quadro de Distribuição das alas 7 e 8 - QD78*

O quadro de distribuição das alas 7 e 8 são responsáveis por alimentar as cargas destes setores e também dos quadros de disjuntores do: salão de festas (QDS); oficina (QDO) e depósito (QDD). A Tabela 15 apresenta a divisão dos circuitos e a separação dos circuitos monofásicos por fase.

Tabela 15 - Divisão dos Circuitos Terminais – QD78

<b>Circuito</b>		N° de pontos	Potência (VA)	<b>Fases</b>		
<b>N°</b>	<b>Discriminação</b>			<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
1	Iluminação ala 7	3	300	300		
2	Iluminação ala 8	4	400		400	
3	Tomadas ilum. Emerg.	10	1000			1000
4	Tomadas de uso geral	3	500	500		
5	Tomadas para depósito	3	400		400	
6	Tomadas para quarto 31	3	400	400		
7	Tomadas para quarto 32	3	400		400	
8	Tomadas para quarto 33	3	400	400		
9	Tomadas para quarto 34	3	400		400	
10	Tomadas para quarto 35	3	400			400
11	Tomadas para quarto 36	3	400	400		
12	Tomadas para quarto 37	3	400		400	
13	Tomadas para quarto 38	3	400			400
14	Tomadas vestiário 1	3	400	400		
15	Tomadas vestiário 2	3	400		400	
16	Quadro de distribuição Salão de festas - QDS	1	7000	7000 / 3	7000 / 3	7000 / 3
17	Quadro de distribuição Depósito - QDD	1	3000	3000 / 3	3000 / 3	3000 / 3
18	Quadro de distribuição Oficina - QDO	1	3000	3000 / 3	3000 / 3	3000 / 3
<b>Total</b>		<b>71</b>		<b>19600</b>		

Fonte: Elaboração própria (2020).

#### 3.2.5.6 *Quadro de Distribuição da Administração - QDA*

O quadro de distribuição da administração é parte do QGF. Apesar da função de distribuição geral, o QGF também alimentará os circuitos terminais do setor da administração no próprio invólucro onde haverá dois barramentos, o principal, que alimentará os circuitos primários e um segundo barramento que alimentará os circuitos terminais do setor administrativo, conforme na Tabela 16.

**Tabela 16 - Divisão dos Circuitos Terminais – QDA**

<b>Circuito</b>		<b>Nº. pontos</b>	<b>Potência (VA)</b>	<b>Fases</b>		
<b>Nº</b>	<b>Discriminação</b>			<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
1	Iluminação administrativo	8	800	800		
2	Iluminação externa lateral	10	1000			1000
3	Iluminação externa frontal	10	1000	1000		
3	Iluminação corredores	12	1200	1200		
3	Tomadas ilum. de Emergência	12	1200			1200
4	Tomadas de uso geral	6	600	600		
5	Tomadas para quarto 1	3	400			400
6	Tomadas para quarto 2	3	400	400		
7	Tomadas para quarto 3	3	400			400
8	Tomadas para quarto 4	3	400	400		
9	Tomadas para quarto 5	3	400			400
10	Tomadas para quarto 6	3	400			400
11	Tomadas rouparia	3	400	400		
12	Tomadas p/ nutricionista	3	400			400
13	Tomadas para quarto S/N	3	400			400
14	Tomadas para fisioterapia	3	400	400		
15	Tomadas para capela	3	400			400
16	Tomadas para escritório	3	400			400
17	Tomadas para financeiro	3	400	400		
18	Tomada para chuveiro suíte 1	1	6800			6800
19	Tomada para chuveiro suite 2	1	6800		6800	
20	Tomada para chuveiro suite 3	1	6800	6800		
21	Tomada para chuveiro suite 4	1	6800		6800	
22	Tomada para AC presidência	1	1000			1000
23	Tomada AC financeiro	1	700	700		
24	Tomadas AC sala descanso	2	3000	1500		1500
<b>Total</b>		<b>71</b>		<b>42900</b>		

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.2.5.7 Carga Total

A potência total sobre o quadro geral é de 235,10 kW, divididos em 6 circuitos distintos, conforme apresentado na Tabela 17. O equilíbrio entre as fases também está apresentado.

**Tabela 17 – QGF - Balanceamento de Fases**

<b>Descrição</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>kW/fase</b>		
		<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
QDA	42,9	14,60	13,60	14,70
QDC	24,1	8,00	7,90	8,20
QD34	34,7	10,40	10,70	13,60
QD56	78,8	26,67	26,47	25,66
QD78	19,6	6,74	6,74	6,14
QDE	35,0	10,70	13,60	10,70
<b>Total</b>	<b>235,1</b>	<b>77,11</b>	<b>79,01</b>	<b>79,01</b>

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.3 Percurso dos Condutos

Após posicionamento definitivo dos quadros de distribuição nos locais de fácil acesso à equipe de manutenção e prezando pela segurança dos idosos, pode-se definir o percurso do cabeamento de alimentação dos circuitos. Buscando a melhor opção de condutos para os circuitos primários, ou seja, aqueles que interligam o QGF aos QDs, foi decidido utilizar eletrocalhas pela praticidade da instalação, visto que o ambiente está ocupado e operando normalmente. Os circuitos secundários, que são aqueles entre os quadros de distribuição local e o ponto de consumos, como tomadas, por exemplo, foi definido o conduto por eletroduto de PVC.

Os circuitos primários sairão do QGF por eletrocalhas suspensas, a 3 m de altura, e se conectarão diretamente nos disjuntores principais de cada quadro de distribuição.

Os circuitos terminais sairão dos QDs por eletrodutos, devidamente fixados em parede. Serão conectados diretamente no disjuntor responsável pelo circuito e nos no barramento de neutro e de aterramento do QD.

### 3.4 Dimensionamento dos Condutores

Neste item será apresentado o desenvolvimento dos cálculos para o dimensionamento dos condutores dos circuitos de alimentação dos quadros de distribuição e também para alguns circuitos terminais.

#### 3.4.2 Especificação dos Condutores

Através da corrente de projeto é realizado o dimensionamento dos circuitos analisados. Em seguida a corrente será corrigida com os fatores discutidos no capítulo anterior. Será considerado o percurso de cada circuito para aplicar o respectivo fator de agrupamento, conforme anexo F. O dimensionamento dos condutores também será calculado através do método da queda de tensão. Uma comparação direta entre o resultado de ampacidade, queda de tensão e do dimensionamento por seção mínima exigido pela norma NBR 5410 definirá a seção do condutor, escolhendo sempre a seção de maior valor ou imediatamente acima, caso o valor encontrado não corresponda à alguma medida comercial. (ABNT, 2004).

O desenvolvimento será apresentado para alguns circuitos alimentadores: QGF, QDC, QD34, QD56, QD78. Os resultados dos demais serão apresentados juntamente com a tabela de cargas, respectivamente.

#### 3.4.3 Quadro Geral de Força - QGF

Apresenta-se a seguir os cálculos relacionados ao dimensionamento dos condutores de alimentação do quadro principal, QGF, com origem no quadro de medição da distribuidora.

Distância entre o quadro de medição QGBT e QGF – 28 m;

Agrupamento – Circuito único, tubulação de PVC (não magnética), não-embutida;

Temperatura Ambiente: 30 °C;

Tipo de Cabo – XLPE – 90 °C.

1. Cálculo Ampacidade de acordo com a Equação 3:

$$I_b = \frac{235,1 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 380 * 0,97} = 368,24 \text{ A}$$

Considerando fator de correção de temperatura para cabos XLPE = 1, encontrado no Anexo D. Fator de agrupamento não é aplicado já que é o único circuito no eletroduto.

Fator de potência de 0,97 conforme informação retirada da conta de energia conforme

**Figura 18 - Fator de Potência Asilo Dom Bosco**

<b>DATA DA LEITURA ATUAL:</b>	09/07/2020	<b>PERDAS DE TRANSFORMAÇÕES (%):</b>	2,50
<b>DATA DA LEITURA ANTERIOR:</b>	09/06/2020	<b>FATOR DE POTÊNCIA:</b>	0,97
<b>DÍAS FATURADOS:</b>	30		

Fonte: Celesc (2020).

O trecho de cabos analisado contém dois formatos de instalação: B1 - em eletroduto embutido em alvenaria na área externa da edificação e F – três condutores carregados em trifólio, em eletrocalhas, conforme Anexo B.

Foi comparado os valores nas formas de instalação B1 e F, contidos no Anexo E, para a seção encontrada 185 mm<sup>2</sup> e considerar o método com menor capacidade de condução. Para a forma B1 a capacidade de condução é de 408 A e para a forma F é de 510 A.

Optou-se por utilizar duas vias por fase, observando a capacidade de condução. Portanto analisou-se os valores na seção de 70 mm<sup>2</sup>. No formato B1, a capacidade do cabo de 70 mm<sup>2</sup> é de 222 A. No formato F, em trifólio, a capacidade de cada cabo de 70 mm<sup>2</sup> é de 268 A. Então a seção escolhida é 2 \* 70 mm<sup>2</sup> / fase com capacidade total de 444 A.

2. Cálculo utilizando o critério de Queda de tensão de 1% no máximo:

$$S_c = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 28 * 347,8}{1 * 380} = 90,45 \text{ mm}^2$$

A Tabela 18 apresenta os resultados:

Tabela 18 - Dimensionamento Cabos QGF - SE

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	2 x 70
Queda de tensão	90,45 (1 x 95)

Fonte: Elaboração própria (2020).

Portanto escolhe-se o condutor de maior valor: 2 x 70 mm<sup>2</sup> / fase;

3. Condutor neutro considera-se o mesmo valor dos condutores fases pois o circuito não é equilibrado. Assim, os condutores serão: 2 x 70 mm<sup>2</sup>.
4. Condutor de Proteção: segue-se a orientação conforme Tabela 4, seção é metade do condutor fase, portanto condutor será: 1 x 70mm.

#### 3.4.4 Quadro de Distribuição da Cozinha - QDC

Distância entre o QDC e QGF – 15 m;

Agrupamento – Circuito único, tubulação de PVC (não magnética), não-embutida;

Temperatura Ambiente – 30 °C.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{24,1 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 380 * 0,97} = 37,75 \text{ A}$$

O tipo de isolamento é XLPE e a forma de instalação é E, cabo multipolar, três condutores carregados. Verificando no anexo E o cabo adequado é 6 mm<sup>2</sup> que suporta até 54 A.

2. Utilizando o critério de queda de tensão com queda admissível máxima de 2%, tem-se:

$$S_c = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 15 * 45,77}{2 * 380} = 2,95 \text{ mm}^2$$

A Tabela 19 apresenta os resultados para o dimensionamento deste circuito:

**Tabela 19 – Circuito do Quadro de Distribuição da Cozinha - QDC**

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	6,00
Queda de tensão	2,95 (4)

Fonte: Elaboração própria (2020).

A seção 6,00 mm<sup>2</sup> poderia ser escolhida, porém o disjuntor dimensionado pelos cálculos deverá ter a corrente nominal de 60 A. Considerando que o cabo deve ter capacidade de condução maior que a corrente nominal, então opta-se pela seção de 10 mm<sup>2</sup> com capacidade de 75 A.

3. Condutor Neutro considera-se o mesmo valor entre as fases e o neutro portanto condutor neutro seção de 10,0 mm<sup>2</sup>.
4. Condutor de Proteção: segue-se a orientação da Tabela 4 que o requer o mesmo valor do condutor fase e neutro, portanto seção de 10,0 mm<sup>2</sup> Portanto o cabo a ser utilizado é do tipo múltiplo 5 x 10,0 mm<sup>2</sup>.

### 3.4.5 Quadro de Distribuição da Administração - QDA

Distância entre o QDA e QGF – Instalado no mesmo invólucro.

Por se tratar do mesmo invólucro a distância é menor que 1 m.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{42,9 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 380 * 0,8} = 81,47 \text{ A}$$

O tipo de isolamento é XLPE e a forma de instalação é F, cabo unipolar, três condutores carregados, justapostos. Verificando no Anexo E o cabo adequado é 16 mm<sup>2</sup> que suporta até 101 A.

O fator de potência de 0,8 é utilizado por se tratar de

2. Cálculo utilizando o critério de Queda de tensão de 2 % no máximo:

$$S_c = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 1 * 81,47}{2 * 380} = 0,35 \text{ mm}^2$$

Tabela 20 apresenta os resultados para o dimensionamento deste circuito:

**Tabela 20 - Circuito do Quadro de Distribuição da Administração - QDA**

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	16
Queda de tensão	0,35 (1,5)

Fonte: Elaboração própria (2020).

Inicialmente poderia escolher a seção de 16,0 mm<sup>2</sup> para os condutores fase. Porém um detalhe importante deve-se considerar. No cálculo da proteção o disjuntor ideal é com corrente nominal de 100 A. Portanto opta-se pelo uso do 25 mm<sup>2</sup> que suporta até 135 A. Dessa forma os cabos estarão protegidos pelo disjuntor.

3. Condutor Neutro a mesma seção dos condutores fase, portanto 25 mm<sup>2</sup>.
4. Condutor de Proteção: segue-se a orientação da Tabela 4 permitindo a redução da seção. Portanto a seção será de 16,0 mm<sup>2</sup>.

#### 3.4.6 Quadro de Distribuição alas 3 e 4 - QD34

Distância entre o QD e QGF – 30 m;

Agrupamento – 2 circuitos; conduto: eletrocalha metálica;

Temperatura Ambiente – 30 °C.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{34,7 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 380 * 0,9} = 58,57 \text{ A}$$

Corrigindo o valor da corrente de projeto, de acordo com o índice para agrupamento de dois circuitos, conforme referência 4 do Anexo F.

$$I_b = \frac{58,57}{0,88} = 66,55 \text{ A}$$

O tipo de isolamento é XLPE e a forma de instalação é E, cabo multipolar, três condutores carregados. Verificando o Anexo E o cabo que atende essa demanda é de 10,0 mm<sup>2</sup> que suporta até 75 A.

2. Cálculo utilizando o critério de queda de tensão de 2% no máximo:

$$S_c = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 30 * 66,55}{2 * 380} = 8,57 \text{ mm}^2$$

A Tabela 21 apresenta os resultados para o dimensionamento deste circuito:

**Tabela 21 – Circuito Quadro de Distribuição das alas 3 e 4 - QD34**

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	10,0
Queda de tensão	8,57 (10,0)

Fonte: Elaboração própria (2020).

Inicialmente poderia escolher a seção de 10,0 mm<sup>2</sup> para os condutores fase. Porém um detalhe importante deve-se considerar. No cálculo da proteção o disjuntor ideal é de 70 A. Porém, devido a pequena diferença entre a proteção e a

capacidade de condução, opta-se pela seção imediatamente superior: 16,0 mm<sup>2</sup> com capacidade de 101, no método E de instalação. Dessa forma, garantindo a proteção do condutor com o disjuntor especificado.

3. Condutor Neutro: considera-se o mesmo valor entre os condutores carregados e neutro, portanto, será 10 mm<sup>2</sup>.

4. Condutor de Proteção: segue-se a orientação da Tabela 4 será o mesmo valor do condutor fase e neutro, 16 mm<sup>2</sup>.

### 3.4.7 Quadro de Distribuição alas 5 e 6 - QD56

Distância entre o QDL e QGF– 25 m;

Agrupamento – 3 circuitos; Conduto: eletrocalha perfurada metálica

Isolação: XLPE

Temperatura Ambiente: 30°C

O QD56 tem uma carga total instalada de 52,6 kW, conforme Tabela 11, portanto abaixo apresenta-se os cálculos para dimensionamento dos condutores alimentadores deste quadro.

1. Critério máxima capacidade de corrente:

$$I_b = \frac{78,8 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 380 * 0,92} = 130,13 \text{ A}$$

Um fator de potência de 0,92 está sendo utilizado devido as secadoras, que juntas somam 50 kW e os chuveiros aproximadamente 20 kW. Verificando o anexo F, considerando o fator de agrupamento circuito igual a 0,88 que para 2 circuitos carregados, corrige-se a corrente de projeto.

$$I_b = \frac{130,13}{0,88} = 147,88 \text{ A}$$

Considerando que a forma de instalação é G cabo unipolar em bandeja perfurada, espaçado horizontal. Observando o anexo E o cabo adequado para atender essa corrente é: 25 mm<sup>2</sup>, que suporta até 182 A.

2. Utilizando o critério de queda de tensão de 2% no máximo:

$$I_b = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 30 * 147,88}{2 * 380} = 19,05 \text{ mm}^2$$

A Tabela 22 apresenta o resultado para o dimensionamento deste circuito:

Tabela 22 – Seção dos Condutores do QD56

Critério	Seção mínima/fase (mm <sup>2</sup> )
Ampacidade	25
Queda de tensão	19,05 (25)

Fonte: Elaboração própria (2020).

Inicialmente poderia escolher a seção de 25,0 mm<sup>2</sup>. Porém visando a futura ampliação a seção escolhida é de 35 mm<sup>2</sup>.

3. Condutor neutro será mesma seção que o condutor fase, portanto 35,0 mm<sup>2</sup>.
4. Condutor de proteção PE de acordo com a Tabela 4 permitirá a redução. Portanto a seção escolhida é 16 mm<sup>2</sup>.

#### 3.4.8 Quadro de Distribuição alas 7 e 8 - QD78

Distância entre o QGF e QD78 – 40 m;

Agrupamento – 2 circuitos. Conduto: eletrocalha perfurada metálica;

Temperatura Ambiente – 30 °C.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{19,6 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 380 * 0,8} = 37,22 \text{ A}$$

Corrigindo o valor da corrente de projeto de acordo com o agrupamento de dois circuitos.

$$I_b = \frac{37,22}{0,88} = 42,3 \text{ A}$$

O tipo de isolamento é XLPE e a forma de instalação é E, cabo multipolar, três condutores carregados. Verificando o Anexo E o cabo que atende essa demanda é de 6,0 mm<sup>2</sup>.

2. Cálculo utilizando o critério de queda de tensão de 2% no máximo:

$$S_c = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 40 * 37,22}{2 * 380} = 6,39 \text{ mm}^2$$

A Tabela 23 apresenta o resultado do dimensionamento deste circuito:

Tabela 23 – Seção dos Condutores do QD78

Critério	Seção mínima/fase (mm <sup>2</sup> )
Ampacidade	6,0
Queda de tensão	6,39 (10)

Fonte: Elaboração própria (2020).

A seção do cabo escolhido é a de 10 mm<sup>2</sup>. Valor superior obtido no cálculo de queda de tensão.

3. Condutor Neutro: considera-se o mesmo que o condutor fase, portanto, será 10 mm<sup>2</sup>.
4. Condutor de Proteção: segue-se a orientação da Tabela 4 será o mesmo valor do condutor fase e neutro, portanto 10,0 mm<sup>2</sup>.

#### 3.4.9 Quadro de Distribuição da Enfermaria - QDE

Distância entre o QGF e QDE – 30 m;

Agrupamento – 2 circuitos. Conduto: eletrocalha perfurada metálica;

Temperatura Ambiente – 30 °C.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{35 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 380 * 0,9} = 59,08 \text{ A}$$

Corrigindo o valor da corrente de projeto de acordo com o agrupamento de 2 circuitos.

$$I_b = \frac{59,08}{0,88} = 67,14 \text{ A}$$

O tipo de isolamento é XLPE e a forma de instalação é E, cabo multipolar, três condutores carregados. Verificando o anexo E o cabo que atende essa demanda é de 10,0 mm<sup>2</sup>.

2. Cálculo utilizando o critério de Queda de tensão de 2% no máximo:

$$S_c = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 30 * 67,14}{2 * 380} = 8,65 \text{ mm}^2$$

A Tabela 24 apresenta o resultado do dimensionamento deste circuito:

Tabela 24 – Seção Condutores do QDE

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	10,0
Queda de tensão	8,65 (10)

Fonte: Elaboração própria (2020).

Inicialmente poderia escolher a seção de 10,0 mm<sup>2</sup> porém o cálculo do disjuntor apontou que a corrente nominal seria de 70 A. Devido a pequena diferença entre a capacidade de condução do cabo com seção de 10 mm<sup>2</sup> e o disjuntor especificado, opta-se pela seção de 16 mm<sup>2</sup> a qual suportará até 101 A no formato E de instalação.

3. Condutor Neutro: considera-se o mesmo que o condutor fase, portanto, será 16 mm<sup>2</sup>.
4. Condutor de Proteção: segue-se a orientação da Tabela 4 será o mesmo valor do condutor fase e neutro, portanto 10,0 mm<sup>2</sup>.

#### 3.4.10 Relação dos Condutores dos Quadros Alimentadores.

Os resultados dos cálculos dos condutores para os 7 quadros de distribuição do asilo são apresentados na Tabela 25.

Houve situações em que o valor encontrado é inteiro, seção comercial ideal, porém, com expectativa de aumento de carga no quadro de distribuição, como no caso do QDC. Por esse motivo o projetista decide pela seção imediatamente superior. É de se notar que os resultados obtidos no método de queda de tensão não resultaram num valor comercial e por isso decide-se pelo valor comercial imediatamente superior, como no caso do QD78.

Tabela 25 – Potência e Condutores dos Quadros de Distribuição

<b>Circuito</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>Critério</b>	<b>Corrente (A)</b>	<b>Calculado (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção (mm<sup>2</sup>)</b>
<b>QGF</b>	232,10	Ampacidade	396,88	1x 185	2 x 70
<b>QDC</b>	34,10	Ampacidade	45,77	6,0	10,0
<b>QDA</b>	42,90	Ampacidade	81,47	16,0	25,0
<b>QD34</b>	34,70	Ampacidade	66,55	10,0	16,0
<b>QD56</b>	78,80	Ampacidade	147,88	25,0	35,0
<b>QD78</b>	19,60	Queda de tensão	42,30	6,4	10,0
<b>QDE</b>	35,00	Ampacidade	67,14	10,0	16,0

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.4.11 Especificação dos Condutores dos Circuitos Terminais

Os cálculos para dimensionamento dos circuitos terminais serão desenvolvidos para dois ambientes, cozinha, parcialmente, e quarto, integralmente. Todos os demais circuitos serão dimensionados da mesma forma e apresentados em forma de Tabela.

#### 3.4.11.1 Circuitos terminais QDC

Circuito 1: Iluminação;

Potência: 700 VA;

Distância entre QDC e ponto de luz mais distante: 10 m;

Agrupamento – Circuito único, tubulação em PVC, não-embutida;

Temperatura Ambiente – 35 °C.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{700}{220} = 3,18 \text{ A}$$

Correção da corrente de projeto devido a temperatura do ambiente ser 35 °C, conforme Anexo D.

$$I_{corrigida} = \frac{3,18}{0,93} = 3,42 \text{ A}$$

O cabo de 0,5 mm<sup>2</sup> no método de instalação B1, 2 condutores carregados, suporta 12 A.

2. Cálculo utilizando o critério de Queda de tensão de 2% no máximo conforme Equação 6:

$$S_c = \frac{200 * \left(\frac{1}{56}\right) * (10 * 3,42)}{2 * 220} = 0,28 \text{ mm}^2$$

O cálculo pelo critério da queda de tensão encontrou valor de 0,28 mm<sup>2</sup>. A seção comercial imediatamente superior ao resultado é 0,5 mm<sup>2</sup>.

3. Mínimo exigido pela norma NBR 5410 para circuito de iluminação é a seção de 1,5 mm<sup>2</sup>.

A Tabela 26 mostra a relação dos resultados. O condutor 1,5 mm<sup>2</sup> deverá ser a seção do condutor fase, neutro e de proteção. O condutor neutro e o condutor de proteção PE são definidos com a mesma seção do condutor fase, portanto: 1,5 mm<sup>2</sup>.

**Tabela 26 – Dimensionamento Seção Iluminação Cozinha**

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	0,5
Queda de tensão	0,28 (0,5)
Seção mínima NBR	1,5

Fonte: Elaboração própria (2020).

Circuito 2: TUG.

Potência: 900 VA.

A bancada será dividida em 2 circuitos, o primeiro com 4 TUGs e o segundo com 3 TUGs. Este cálculo irá contemplar o primeiro circuito o qual contempla o maior número de tomadas e poderá ser utilizado como referência para circuito 2.

Distância entre QDC e a TUG mais distante: 15 m;

Agrupamento – 3 circuitos; Conduto: tubulação de PVC (não magnética), não-embutida;

Temperatura Ambiente: 35 °C.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{900}{220} = 4,09 \text{ A}$$

Corrigindo a corrente de projeto com fator de temperatura ambiente de 35°C, conforme Anexo D, índice de 0,96, e fator de agrupamento para 3 circuitos igual a 0,7.

$$I_b = \frac{4,54}{0,96 * 0,7} = 6,08 A$$

O cabo de 0,5 mm<sup>2</sup> suporta até 12 A.

2. Cálculo utilizando o critério de queda de tensão de 2% no máximo conforme Equação 6:

$$S_c = \frac{200 * (\frac{1}{56}) * (10 * 4,09)}{2 * 220} = 0,33 \text{ mm}^2$$

3. A norma NBR 5410 exige o valor mínimo de seção para circuitos de tomadas: 2,5 mm<sup>2</sup>. (ABNT, 2004).

A Tabela 27 apresenta os resultados e, portanto, escolhe-se o a seção de 2,5 mm<sup>2</sup> por ser a de maior valor entre os métodos calculados para fase, neutro e proteção.

**Tabela 27 – Dimensionamento Condutores Circuito Tomadas**

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	0,5
Queda de tensão	0,33 (0,5)
Seção mínima NBR	2,5

Fonte: Elaboração própria (2020).

A Tabela 28 apresenta os resultados de todos os circuitos que compõe o QDC.

Tabela 28 - Dimensionamento Circuitos Terminais

<i>N°</i>	<i>Circuito</i> <i>Discriminação</i>	<i>Pot. Nominal</i> <i>(VA)</i>	<i>Corrente</i> <i>(A)</i>	<i>Seção</i> <i>(mm<sup>2</sup>)</i>
1	Iluminação	700	3,42	1,5
2	Tomadas de uso geral	900	6,08	2,5
3	Tomadas de uso geral	800	5,41	2,5
4	Tomada para ar cond.	1500	10,14	2,5
5	Tomadas para buffet	1000	7,28	2,5
6	Tomada para forno	5500	32,55	6,0
7	Tomada para Fritadeira	3500	25,5	4,0
8	Tomada para freezer Vertical	6000	40,57	6,0
9	Tomada p/ freezer horizontal	1200	9,46	2,5
10	Tomada geladeira industrial	3000	21,85	2,5
<b>Total</b>		24100		

Fonte: Elaboração própria (2020).

Após a verificação da proteção adequada para o circuito do forno se faz necessário a alteração na seção do cabo de 4,0 mm<sup>2</sup> para 6,0 mm<sup>2</sup>. Visto que proteção não cobriria com segurança o condutor pois a capacidade seria de apenas 42 A.

#### 3.4.10.2 Circuitos terminais QD34

Circuito: Tomadas para quarto 9;

Potência: 400 VA;

Distância entre QD e ponto de consumo: 16 m;

Agrupamento: 4 circuitos;

Conduto: eletrocalha perfurada metálica;

Temperatura Ambiente: 30 °C.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{400}{220} = 1,81 A$$

Corrigindo a corrente com fator de agrupamento de 0,54 pois são 7 circuitos em feixe sobre superfície.

$$I_{corrigida} = \frac{1,81}{0,54} = 3,35 \text{ A.}$$

O cabo de 0,5 mm<sup>2</sup> suporta 12 A.

2. Cálculo utilizando o critério de Queda de tensão de 2% no máximo conforme Equação 6:

$$S_c = \frac{200 * (\frac{1}{56}) * (16 * 3,35)}{2 * 220} = 0,43 \text{ mm}^2$$

3. A norma NBR 5410 exige seção mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> para tomada.

A Tabela 29 apresenta o resultado para o dimensionamento deste circuito:

**Tabela 29 – Dimensionamento Circuito Quarto**

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	0,5
Queda de tensão	0,43 (0,5)
Seção mínima NBR 5410	2,5

Fonte: Elaboração própria (2020).

Os condutores fase, neutro e condutor de proteção serão de 2,5 mm<sup>2</sup> escolhendo a seção de maior valor.

Circuito 21: Tomada para chuveiro 3 ala 4;

Distância entre QD34 e a tomada para o chuveiro: 15 m;

Agrupamento: 4 circuitos.

1. Cálculo máxima capacidade de corrente para o condutor fase:

$$I_b = \frac{6800}{220} = 30,91 \text{ A}$$

Corrigindo com fator de agrupamento de 0,65 pois são 4 circuitos agrupados em feixe.

$$I_{corrigida} = \frac{30,91}{0,65} = 47,55 \text{ A.}$$

O cabo de 6,0 mm<sup>2</sup> suporta 54 A no método E três condutores carregados, conforme Anexo E.

2. Cálculo utilizando o critério de Queda de tensão de 2% no máximo conforme Equação 6:

$$S_c = \frac{200 * \left(\frac{1}{56}\right) * (15 * 47,55)}{2 * 220} = 5,79 \text{ mm}^2$$

A Tabela 30 apresenta o resultado para o dimensionamento deste circuito:

**Tabela 30 – Dimensionamento Circuito Chuveiro**

<b>Critério</b>	<b>Seção mínima/fase (mm<sup>2</sup>)</b>
Ampacidade	6,0
Queda de tensão	5,79 (6,0)

Fonte: Elaboração própria (2020).

Ambos cálculos resultam em seção de 6,0 mm<sup>2</sup> para o circuito de alimentação da tomada para o chuveiro. Portanto fase, neutro e condutor de proteção serão de 6,0 mm<sup>2</sup>.

A

Tabela 31 apresenta o dimensionamento circuitos terminais Ala 3 e 4.

Tabela 31 - Dimensionamento Circuito Terminais - QD34

<b>Circuito</b>		<b>Pot. Nominal</b>	<b>Corrente</b>	<b>Seção</b>
<b>Nº</b>	<b>Discriminação</b>	<b>(VA)</b>	<b>(A)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>
1	Iluminação	900	5,11	1,5
2	Iluminação	800	4,54	1,5
3	Tomadas p/ ilum. de Emergência	300	1,94	2,5
4	Tomadas de uso geral	300	2,59	2,5
5	Tomadas para quarto 7	400	2,79	2,5
6	Tomadas para quarto 8	400	2,79	2,5
7	Tomadas para quarto 9	400	2,79	2,5
8	Tomadas para quarto 10	400	2,79	2,5
9	Tomadas para quarto 11	400	2,79	2,5
10	Tomadas para quarto 12	400	2,79	2,5
11	Tomadas para quarto 13	400	2,79	2,5
12	Tomadas para quarto 14	400	2,79	2,5
13	Tomadas para quarto 15	400	2,79	2,5
14	Tomadas para quarto 16	400	2,79	2,5
15	Tomadas para quarto 17	400	2,79	2,5
16	Tomadas para quarto 18	400	2,79	2,5
17	Tomadas para quarto 19	400	2,79	2,5
18	Tomada para chuveiro ala 3	6800	30,91	6,0
19	Tomada para chuveiro 1 ala 4	6800	44,15	6,0
20	Tomada para chuveiro 2 ala 4	6800	44,15	6,0
21	Tomada para chuveiro 3 ala 4	6800	44,15	6,0
<b>Total</b>		<b>34700</b>		

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.5 Dimensionamento dos Conduitos

Os ambientes, como quartos, cozinha, escritórios, serão utilizados eletrodutos de PVC, antichama, na cor branco (para amenizar o impacto visual) com fixação de 0,70 m de espaçamento, respeitada o máximo de 0,90 m, conforme normatização apresentada na Tabela 5.

As eletrocalhas que conduzirão os circuitos alimentadores serão do tipo galvanizada, pintura epóxi, perfurada e fixada em paredes por suportes triangular.

#### 3.5.2 Dimensionamento dos Eletrodutos

O cálculo para o dimensionamento dos eletrodutos considerou a quantidade de condutores no trecho analisado. A ocupação da área utilizada não pode ultrapassar 40%, utilizando 3 ou mais condutores, conforme exigência da norma NBR 5410. A seguir será apresentado dois exemplos de dimensionamento: tomada dos quartos e chuveiros.

Trecho: Saída da caixa central para a tomada de cabeceira no quarto.

Condutores: 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Diâmetro externo do condutor: 5,20 mm, conforme dados contidos no Anexo L.

Encontramos a área ocupada por cada condutor através da fórmula para cálculo de área,  $A = \pi * r^2$ .

$$A_{condutor} = \pi * \left(\frac{5,20}{2}\right)^2 = 21,23 \text{ mm}^2$$

Como são 3 condutores. Área total equivalente é = 63,71 mm<sup>2</sup>

Considerando apenas 40% de ocupação a seção mínima é de:

$$\frac{63,71}{0,4} = 160 \text{ mm}^2$$

O eletroduto de ¾" polegadas tem aproximadamente 315 mm<sup>2</sup> portanto atende esta aplicação.

Exemplo 2: Trecho: iluminação, interruptor até o ponto central.

Condutores: 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>, sendo: retorno, neutro e condutor de proteção.

Uma vez que o cálculo anterior com mesmo número de cabos e com espessura superior, encontrou-se a medida de ¾". Foi especificado o mesmo modelo

de eletroduto simplificando a instalação. Portanto pode-se definir o eletroduto de  $\frac{3}{4}$ ' como a medida padrão para os quartos.

Exemplo: Circuito chuveiro:

Trecho: saída da eletrocalha para tomada do chuveiro:

Condutores: 3 x 6,0 mm<sup>2</sup>

Diâmetro externo do condutor: 6,40 mm, dado contido no Anexo L.

Encontramos a área ocupada por cada condutor através da fórmula para cálculo de área,  $A = \pi * r^2$

$$A_{condutor} = \pi * \left(\frac{6,40}{2}\right)^2 = 32,1 \text{ mm}^2$$

Como são 3 condutores. Área total equivalente é = 96,3 mm<sup>2</sup>

Considerando apenas 40% de ocupação a seção mínima é de:

$$\frac{96,51}{0,4} = 240 \text{ mm}^2, \text{ valor mínimo para eletroduto.}$$

Portanto o eletroduto  $\frac{3}{4}$  de polegada atende a necessidade.

Com base nos três exemplos o projetista pode definir o eletroduto de  $\frac{3}{4}$  como modelo único para toda a instalação. Porém apenas um circuito monofásico poderá ser instalado por cada trecho de eletroduto e com seção máxima de 6,0 mm<sup>2</sup> no cabo ATOX.

### 3.5.3 Dimensionamento das Eletrocalhas

As eletrocalhas utilizadas serão do tipo galvanizada, do tipo perfuradas com 3 mm de espessura. Além da proteção que o tratamento químico de galvanização, esses componentes serão tratados com pintura eletrostática em epóxi na cor branca.

Para dimensionar corretamente as eletrocalhas é necessário conhecer as características dos cabos que serão nelas instalados. Os valores dos diâmetros para cabos unipolares foram retirados da ficha técnica do fabricante Condex conforme anexo I. Os valores dos diâmetros para cabos multipolares foram retirados da ficha técnica do fabricante Condex conforme anexo L. Logo, considerando camada única, os cabos ocuparão a área conforme desenvolvimento a seguir:

#### 3.5.2.1 Dimensionamento Eletrocalha QGF – QD56

- a. Cabos de alimentação QD56: Cabo unipolar de 25 mm<sup>2</sup>, diâmetro 10,10 mm.
- b. Cabos de alimentação QD78: Cabo múltiplo 5 vias com 18,50 mm.

Realizando a soma:

$$S_{calha} = 5 * 10,10 + 18,50 = 69 \text{ mm},$$

Considerando que a ocupação dos cabos é de aproximadamente 70 mm, decide-se pela eletrocalha com dimensões de 100 mm de largura. Portanto opta-se pela eletrocalha de 100 x 50 mm.

### 3.5.2.2 Dimensionamento do leito SE - QGF

- a. Cabos de alimentação do QGF: Cabo unipolar 2 \* 70 mm<sup>2</sup>, diâmetro 15,40 mm, dado contido no Anexo I.

$$S_{calha} = 5 * 2 * 15,40 = 154 \text{ mm}$$

Opta-se pela eletrocalha 100 mm x 50 mm mantendo um feixe reto de 6 cabos e um feixe reto na segunda camada com 4 cabos.

As eletrocalhas serão conectadas aos quadros de distribuição e ao quadro geral. Em cada trecho de descida as eletrocalhas serão aterradas para proteção.

## 3.6 Proteção e Seccionamento

Neste tópico será apresentado os procedimentos para especificação das proteções através de disjuntores. Também será mostrado a especificação dos IDR para os circuitos que exigem essa proteção.

### 3.6.1 Disjuntores

O dimensionamento dos disjuntores de proteção segue as condições citadas nas equações 11, 12 e 13, apresentadas no capítulo anterior.

1.  $I_B \leq I_N$
2.  $I_N \leq I_Z$
3.  $I_2 \leq 1,45 I_Z$

Em que:

$I_B$  = corrente de projeto do circuito;

$I_N$  = corrente nominal do dispositivo de proteção;

$I_Z$  = capacidade de condução de corrente de condutores vivos, de acordo com o tipo de instalação. (Ver o Anexo E);

$I_2$  = corrente convencional ( $1,25 * I_N$  acima de 63 A) de atuação dos dispositivos de proteção em função de  $I_N$ .

Tabela 32 apresenta os dados necessário para realizar as comparações citadas nas equações 11, 12 e 13.

A curva de atuação dos disjuntores para os circuitos terminais será 'B' com o tempo de atuação menor que o disjuntor geral do quadro de distribuição que será 'C'. Dessa forma ocorrerá o desligamento do disjuntor mais próximo à falha não comprometendo o funcionamento dos demais circuitos terminais.

**Tabela 32 - Dimensionamento de Disjuntor dos Alimentadores**

<i>Circuito</i>	$I_B (A)$	$I_N (A)$	$I_Z(A)$	$I_2 (A)$
<b>QGF</b>	396,88	400	414	496,10
<b>QDC</b>	45,77	60	75	57,21
<b>QDA</b>	81,47	100	135	101,83
<b>QD34</b>	66,55	70	101	83,18
<b>QD56</b>	147,88	150	169	184,85
<b>QD78</b>	42,30	50	75	52,87
<b>QDE</b>	67,14	70	101	83,93
<b>QDS</b>	15,75	25	42	19,68
<b>QDO</b>	6,75	25	42	9,78
<b>QDD</b>	6,75	25	42	9,78

Fonte: Elaboração própria (2020).

Os cálculos para os disjuntores dos circuitos terminais são apresentados para os circuitos do QDC na Tabela 33.

Nota-se que ao especificar o disjuntor, a capacidade do condutor deve ser novamente verificada. Caso, como por exemplo, dos condutores de alimentação QDC que inicialmente seria 6,0 mm<sup>2</sup>, após a especificação do disjuntor de 60 A notou-se que seria necessário aumentar a seção do cabo para 10,0 mm<sup>2</sup> que tem capacidade superior à corrente nominal do disjuntor.

Tabela 33 - Dimensionamento de Disjuntores QDC

<b>Circuito</b>	<b>Descrição</b>	<b><math>I_B</math> (A)</b>	<b><math>I_N</math> (A)</b>	<b><math>I_Z</math> (A)</b>	<b><math>I_2</math> (A)</b>
1	Iluminação	3,42	10	23	4,27
2	TUGs	6,08	16	31	7,60
3	TUGs	5,41	16	31	6,76
4	TUE AC	10,14	16	31	12,67
5	TUE Buffet	7,28	16	31	9,10
6	TUE Forno	32,55	40	54	40,68
7	TUE Fritadeira	25,50	32	42	31,87
8	TUE Freezer V.	39,50	50	54	49,37
9	TUE Freezer H.	9,46	20	31	11,82
10	TUE Geladeira	21,85	25	31	27,31

Fonte: Elaboração própria (2020).

A Tabela 34 apresenta os disjuntores do QD34.

**Tabela 34 - Disjuntores Circuitos QD34**

<b>Circuito</b>	<b>Descrição</b>	<b><math>I_B</math> (A)</b>	<b><math>I_N</math> (A)</b>	<b><math>I_Z</math>(A)</b>	<b><math>I_2</math> (A)</b>
1	Iluminação	5,11	10	23	6,38
2	Iluminação	4,54	10	23	5,67
3	TUGs	2,59	16	31	3,23
4	Tomada Quarto 7	2,79	16	31	3,48
5	Tomada Quarto 8	2,79	16	31	3,48
6	Tomada Quarto 9	2,79	16	31	3,48
7	Tomada Quarto 10	2,79	16	31	3,48
8	Tomada Quarto 11	2,79	16	31	3,48
9	Tomada Quarto 12	2,79	16	31	3,48
10	Tomada Quarto 13	2,79	16	31	3,48
11	Tomada Quarto 14	2,79	16	31	3,48
12	Tomada Quarto 15	2,79	16	31	3,48
13	Tomada Quarto 16	2,79	16	31	3,48
14	Tomada Quarto 17	2,79	16	31	3,48
15	Tomada Quarto 18	2,79	16	31	3,48
16	Tomada Quarto 19	2,79	16	31	3,48
17	Tomada Consultório	2,79	16	31	3,48
18	TUE Chuveiro ala 3	30,91	32	54	38,63
19	TUE Chuveiro 1 ala 4	44,15	50	54	55,18
20	TUE Chuveiro 1 ala 4	44,15	50	54	55,18
21	TUE Chuveiro 1 ala 4	44,15	50	54	55,18

Fonte: Elaboração própria (2020).

### 3.6.2 Interruptor Diferencial Residual - IDR

Conforme descrito no tópico choques elétricos, alguns circuitos devem ter proteção adicional contra choques elétricos. Ambientes no asilo considerados com alto risco ao choque elétrico: como cozinha, lavanderia e WCs deverão contar com os IDRs pra proteção dos residentes e funcionários.

### 3.6.2.1 IDR Cozinha

Os circuitos da cozinha, envolvem algum tipo de risco ao choque elétrico devido o ambiente estar, na maioria do tempo, sob umidade por causa das limpezas regulares. Decidiu-se utilizar um IDR trifásico para alimentação do barramento e dessa forma alimentando o grupo de circuitos terminais, conforme descrito no tópico específico.

### 3.6.2.2 IDR Lavanderia

Os circuitos da lavanderia deverão ser protegidos, semelhantemente aos circuitos no QDC, pois a lavanderia, especialmente na área molhada, contém TUGs que alimentarão equipamentos e eventualmente oferecer riscos aos funcionários naquele local.

### 3.6.2.3 IDR WC

Os circuitos que alimentam TUEs nos banheiros, igualmente aos dois casos anteriores, devem estar sob proteção do IDR. Portanto, decidiu-se utilizar um IDR por chuveiro.

## 3.6.3 Especificação DPS

Os DPS foram selecionados a partir da definição dos seguintes parâmetros:

$$U_C = 1,1 * 220 \text{ V} = 242 \text{ V.}$$

Tensão de fase nominal: 220 V.

Esquema de aterramento utilizado TN-S.

Corrente máxima: 25 kA.

Corrente nominal: 8 kA.

Os DPS serão instalados nas fases R, S, T e N no QGF e nos QDs.

### **3.7 Análise e Discussão dos Resultados**

Os resultados alcançados neste trabalho foram obtidos a partir do estudo das normas, regulamentos e literatura concernente a projetos elétricos. O estudo mostrou que um projeto elétrico é complexo e repleto de detalhes. As inobservâncias podem provocar mal funcionamento das instalações e acidentes. Os métodos utilizados durante o desenvolvimento foram apresentados de forma amostral para não saturar o documento com cálculos similares entre si. A proposta de utilizar tabelas e quadros como meios de informação teve o intuito de facilitar o acesso a diferentes dados relativos ao mesmo circuito.

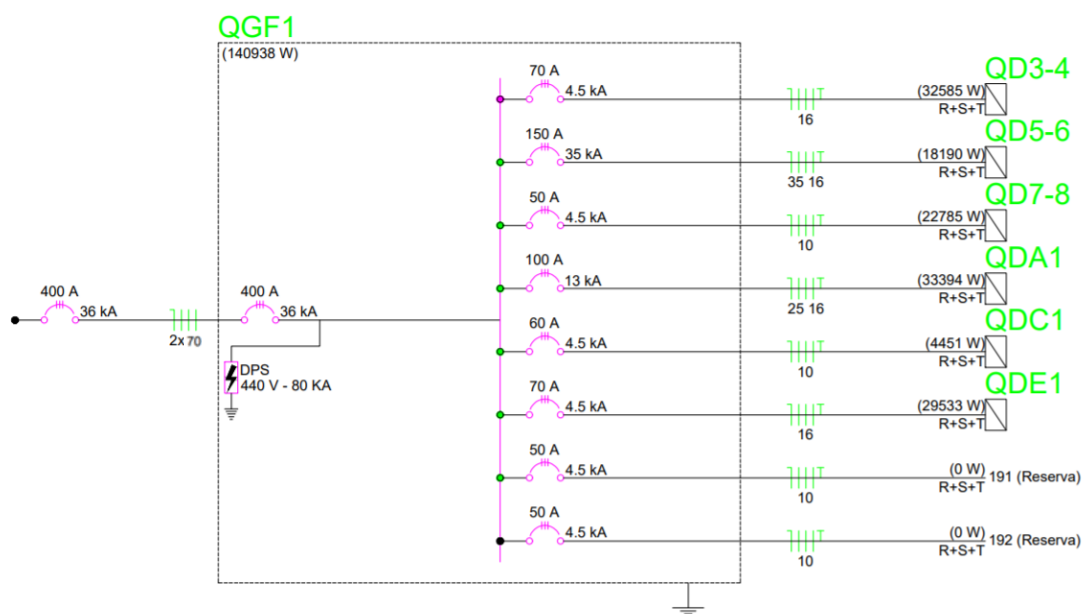
### 3.8 Diagramas unifilares

Os circuitos a jusante do quadro geral são seis (6) no total. Para apresentação neste trabalho foi separado cada quadro por página.

No QGF existe um barramento que é conectado aos disjuntores caixa moldada, de acordo com a Figura 19. Porém o circuito QDA não se trata de um quadro de distribuição como os demais. O QDA está alojado no QGF com um barramento próprio para alimentação dos seus circuitos terminais.

#### 3.8.1 Unifilar Quadro Geral de Força – QGF

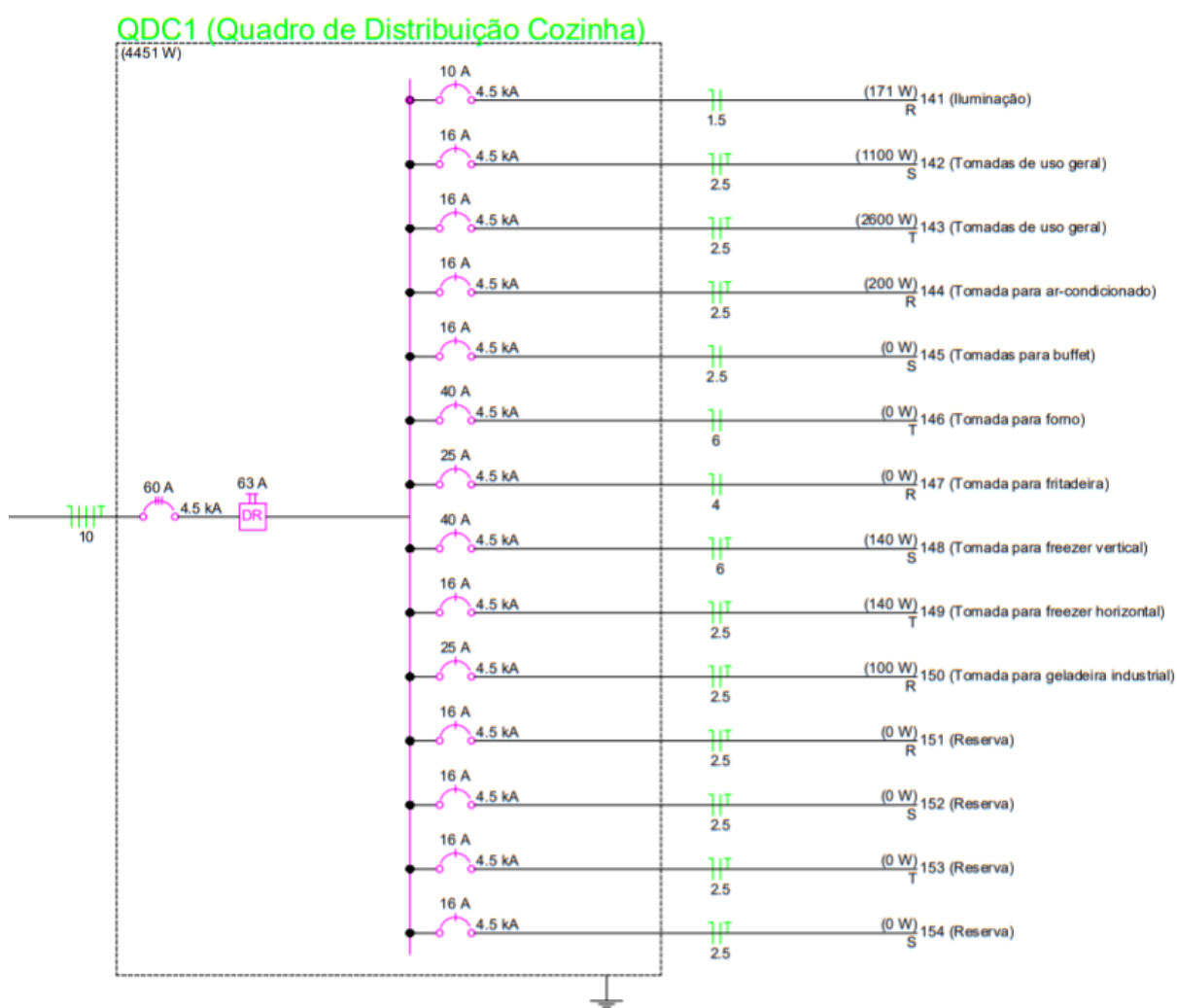
Figura 19 - Unifilar do Quadro Geral de Força - QGF



Fonte: Elaboração própria (2020).

## 3.8.2 Unifilar Quadro de Distribuição da Cozinha – QDC

Figura 20 - Quadro de Distribuição da Cozinha - QDC

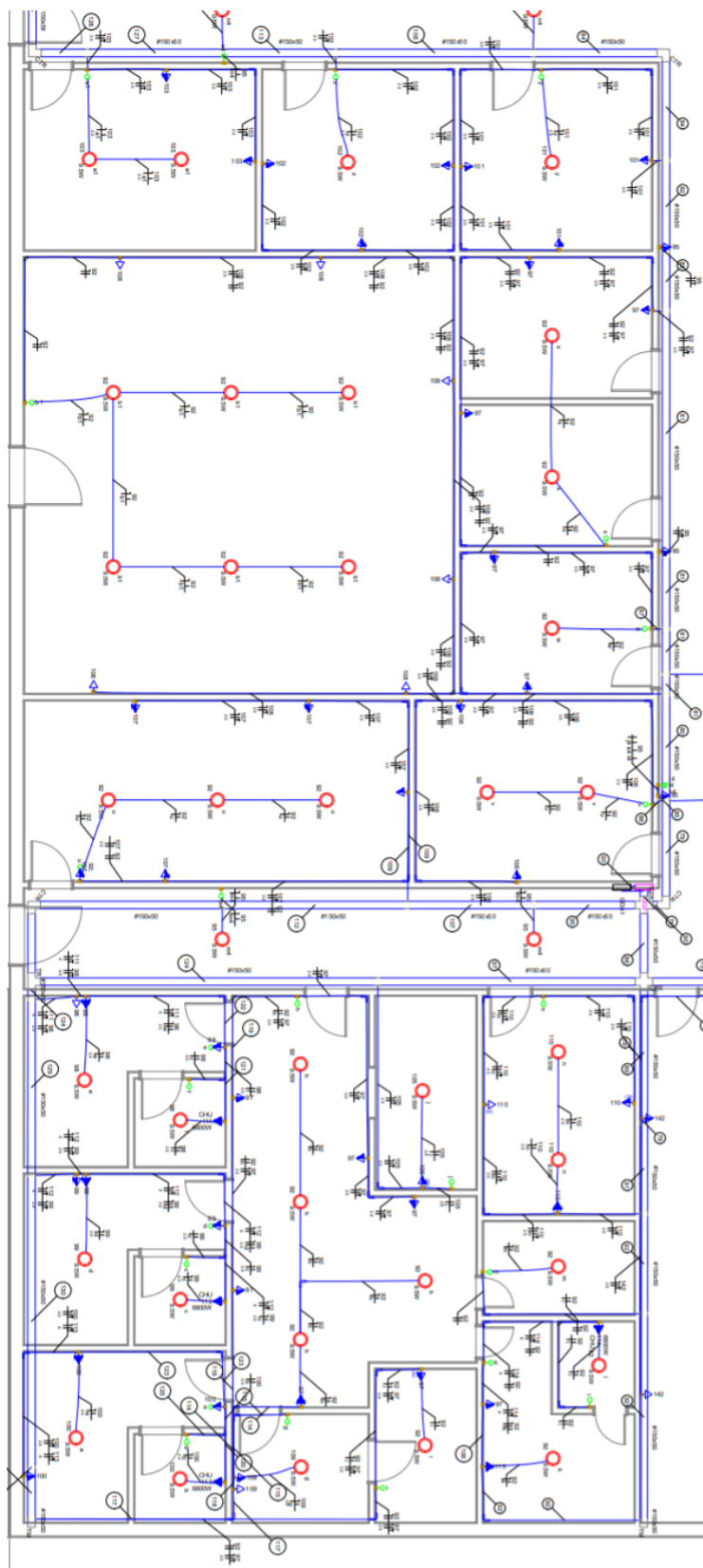


Fonte: Elaboração própria (2020).





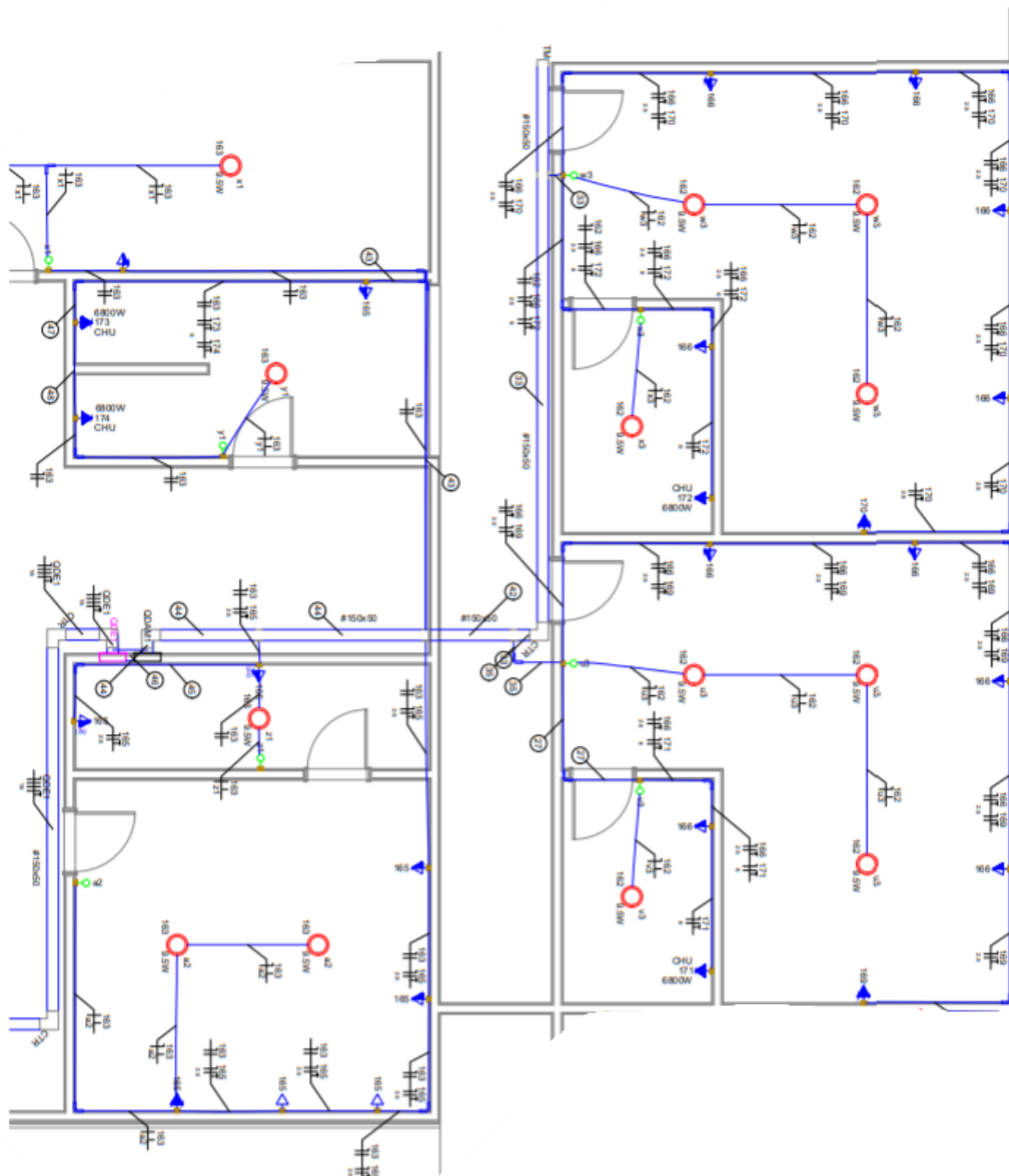
Figura 23 - Unifilar Planta Administração



Fonte: Elaboração própria (2020).



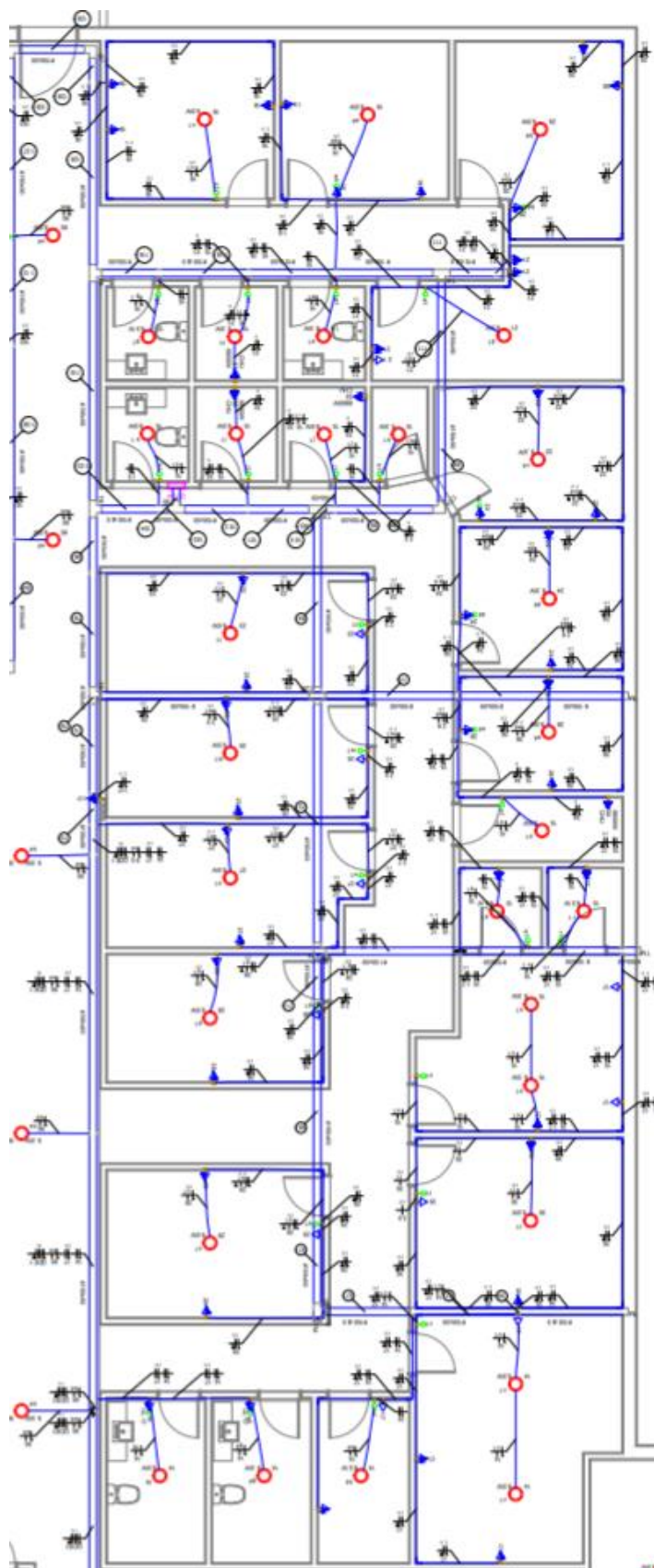
Figura 25 - Unifilar Planta Enfermaria



Fonte: Elaboração própria (2020).



Figura 27 - Unifilar Planta alas 3 e 4



Fonte: Elaboração própria (2020).

## 3.8.6 Unifilar Quadro de Distribuição das alas 5 e 6 - QD56

Figura 28 - Unifilar do Quadro de Distribuição das alas 5 e 6 – QD56

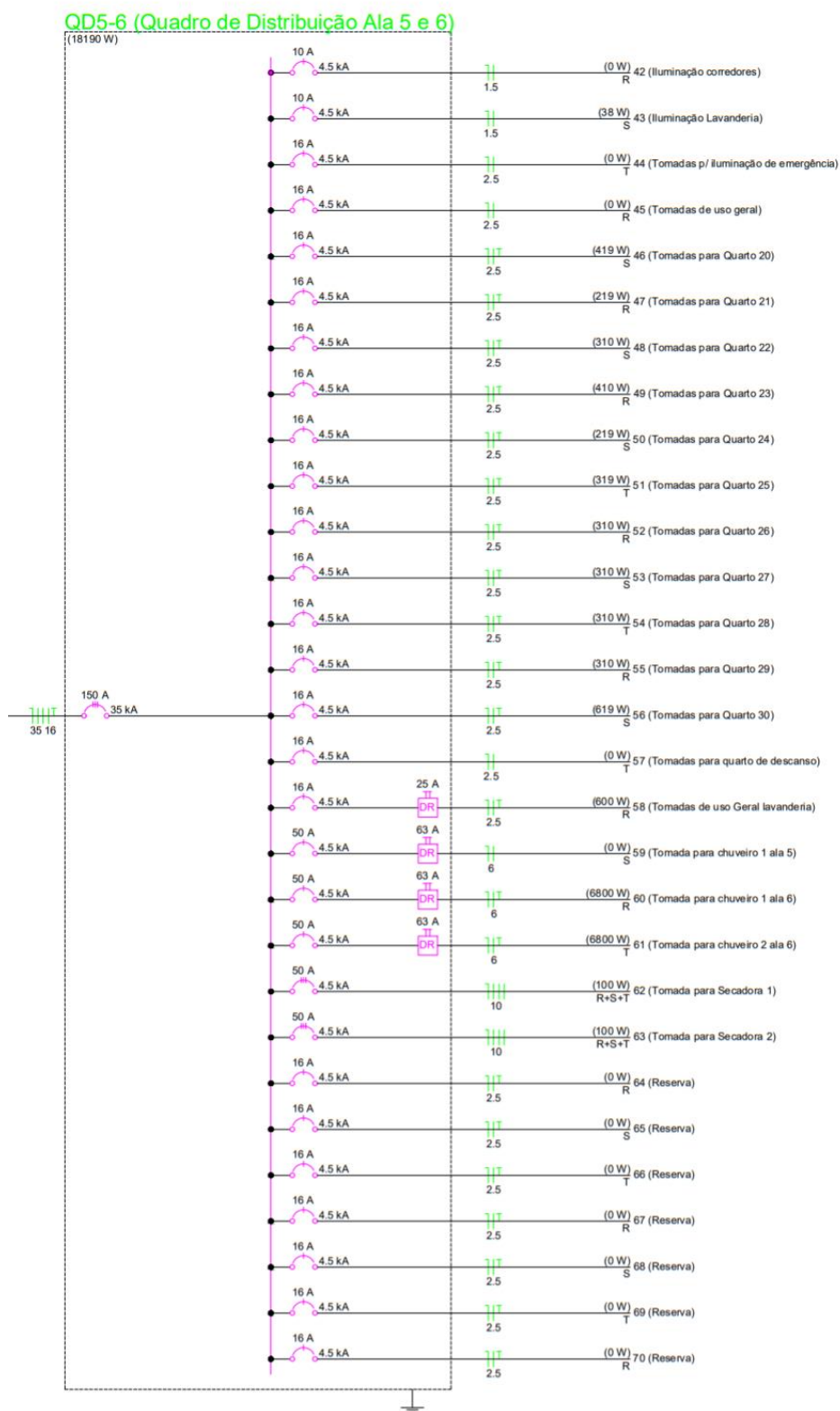
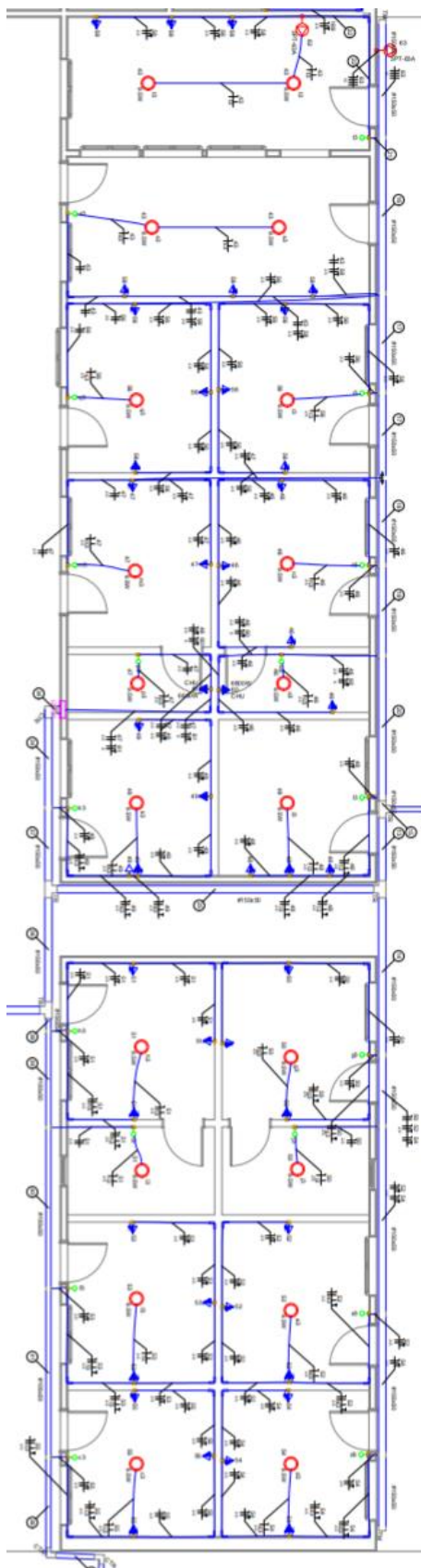


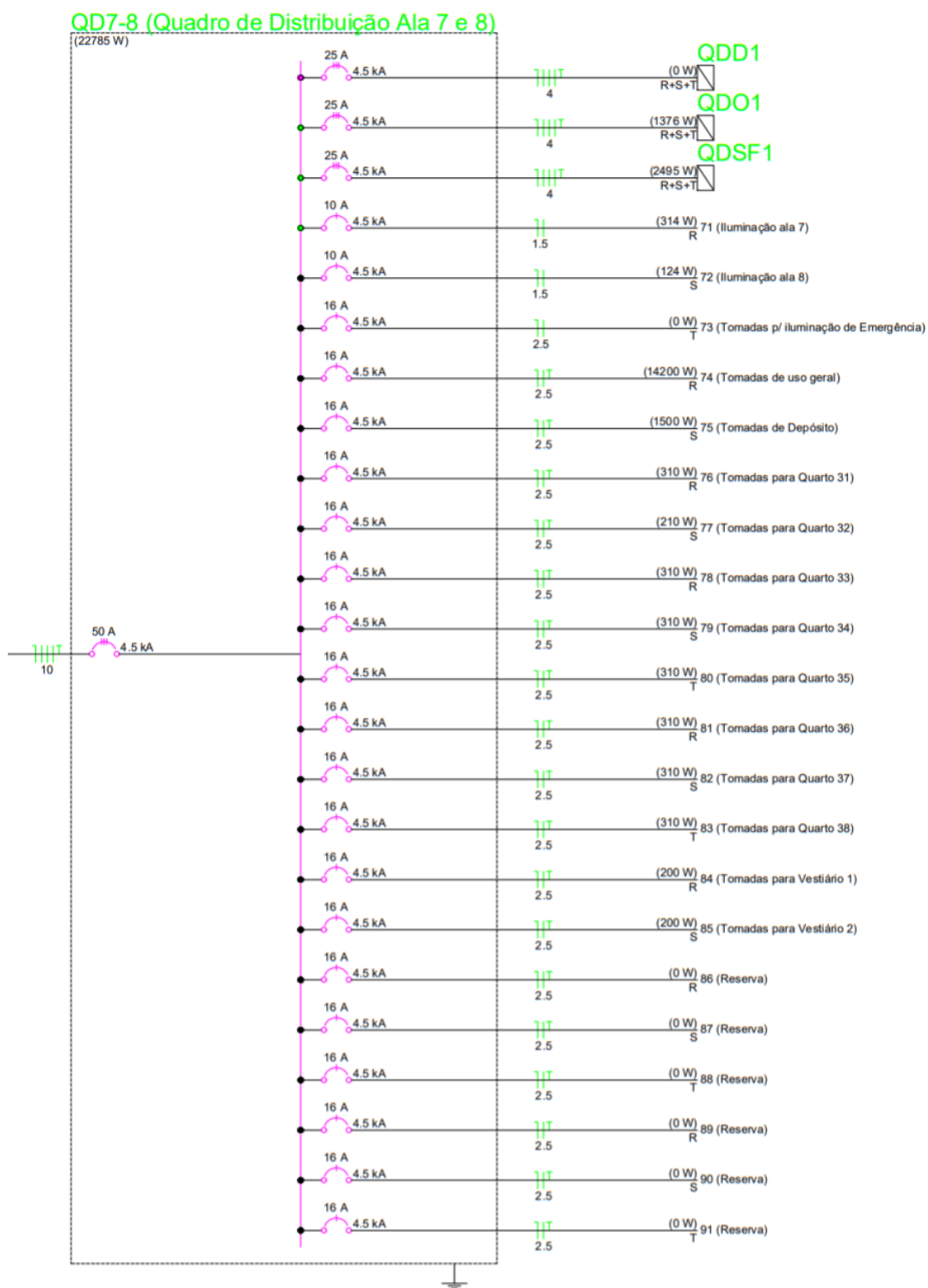
Figura 29 - Unifilar Planta alas 5 e 6



Fonte: Elaboração própria (2020).

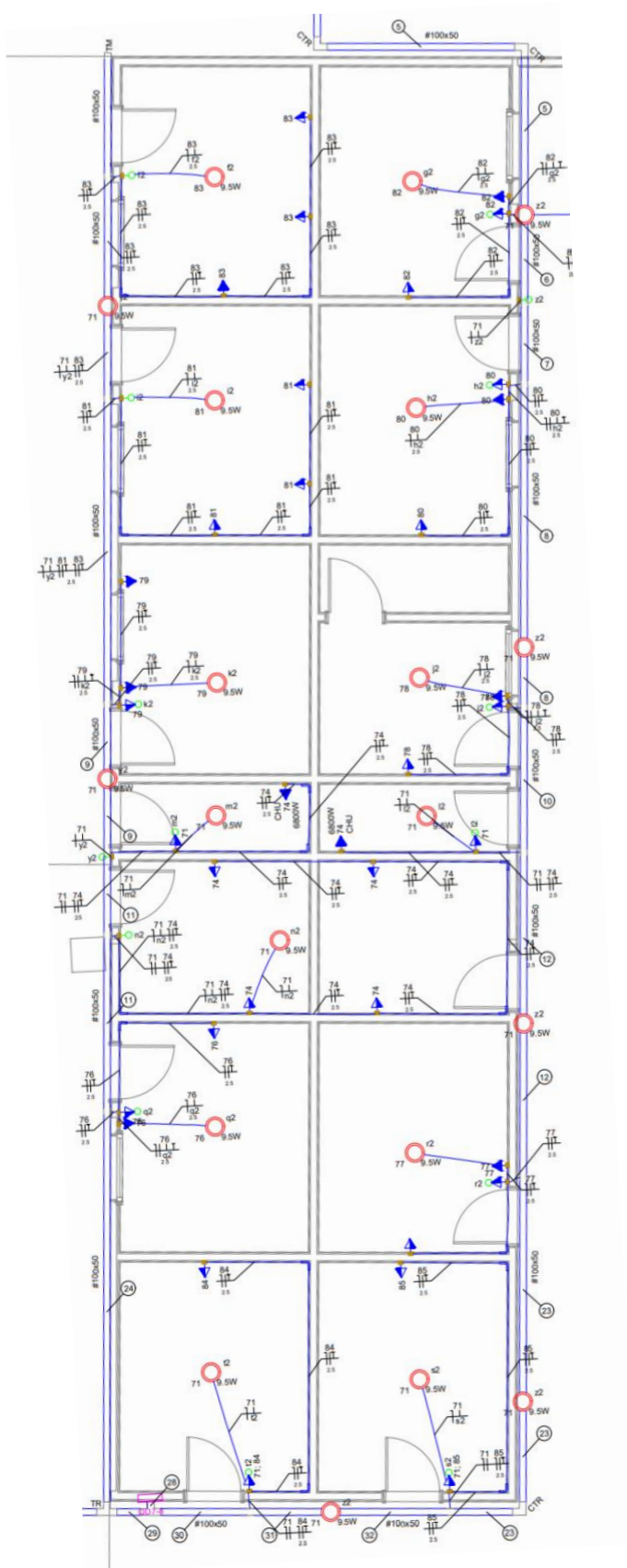
## 3.8.7 Unifilar Quadro de Distribuição das alas 7 e 8 - QD78

Figura 30 – Unifilar do Quadro de Distribuição das alas 7 e 8 - QD78



Fonte: Elaboração própria (2020).

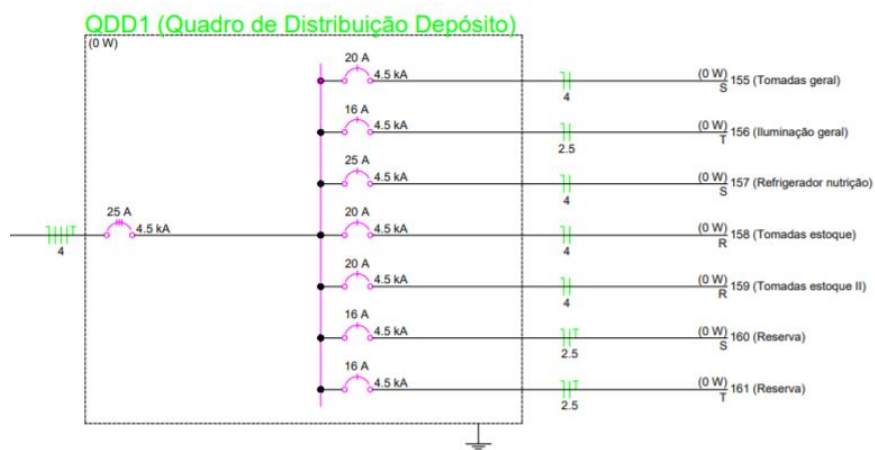
Figura 31 - Unifilar Planta alas 7 e 8



Fonte: Elaboração própria (2020).

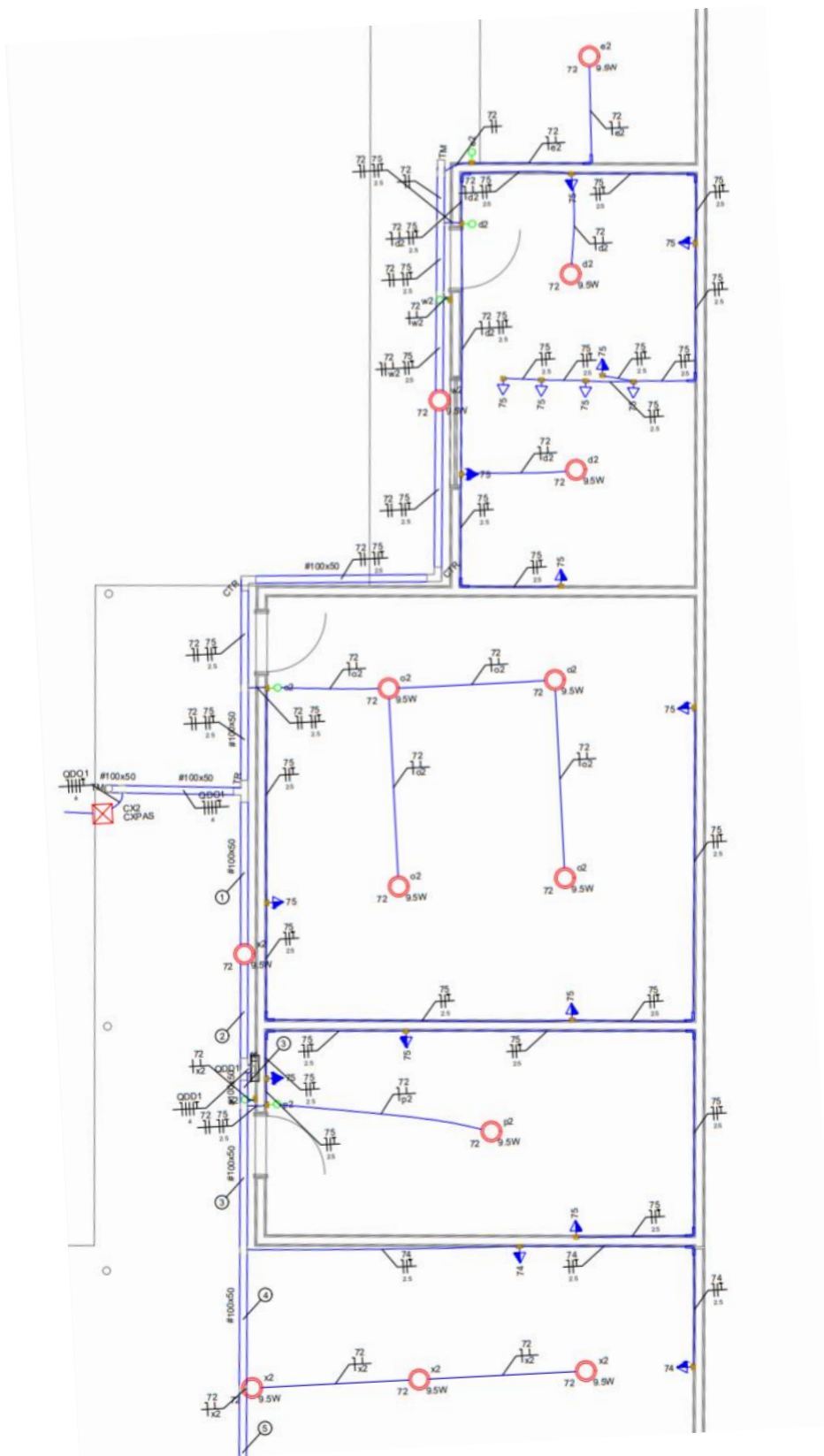
## 3.8.8 Unifilar Quadro de Distribuição do Depósito – QDD

Figura 32 - Unifilar do Quadro de Distribuição do Depósito - QDD



Fonte: Elaboração própria (2020).

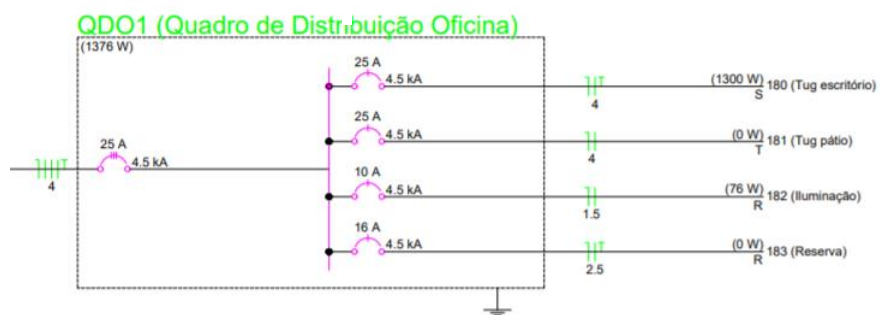
Figura 33 - Unifilar Planta Depósitos



Fonte: Elaboração própria (2020).

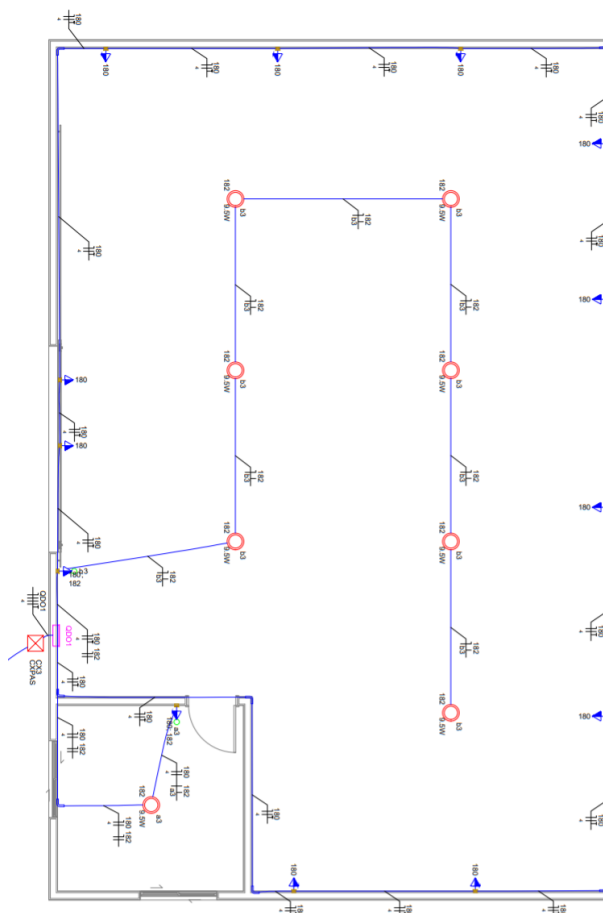
### 3.8.9 Unifilar Quadro de Distribuição da Oficina - QDO

**Figura 34 - Unifilar do Quadro de Distribuição da Oficina - QDO**



Fonte: Elaboração própria (2020).

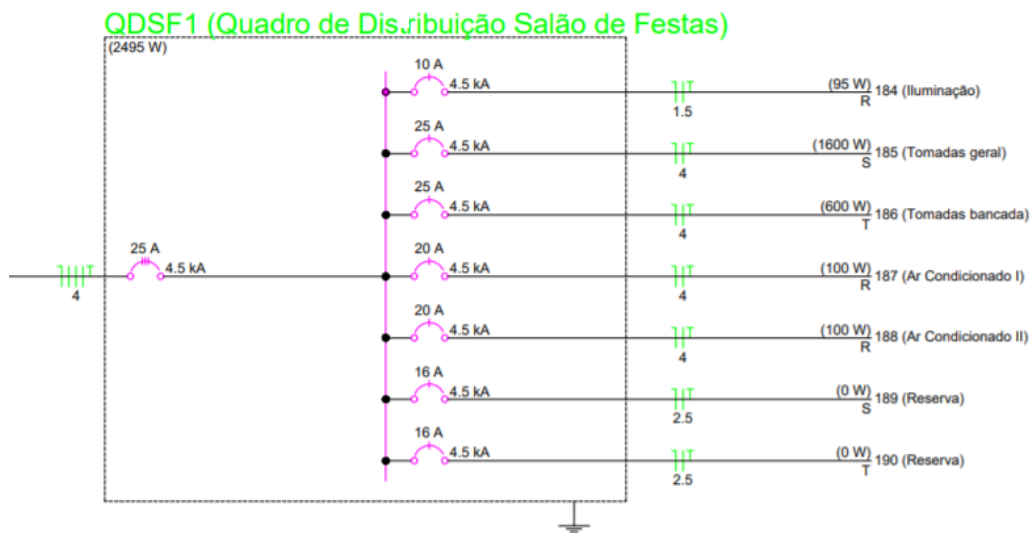
**Figura 35 - Unifilar Planta Oficina**



Fonte: Elaboração própria (2020).

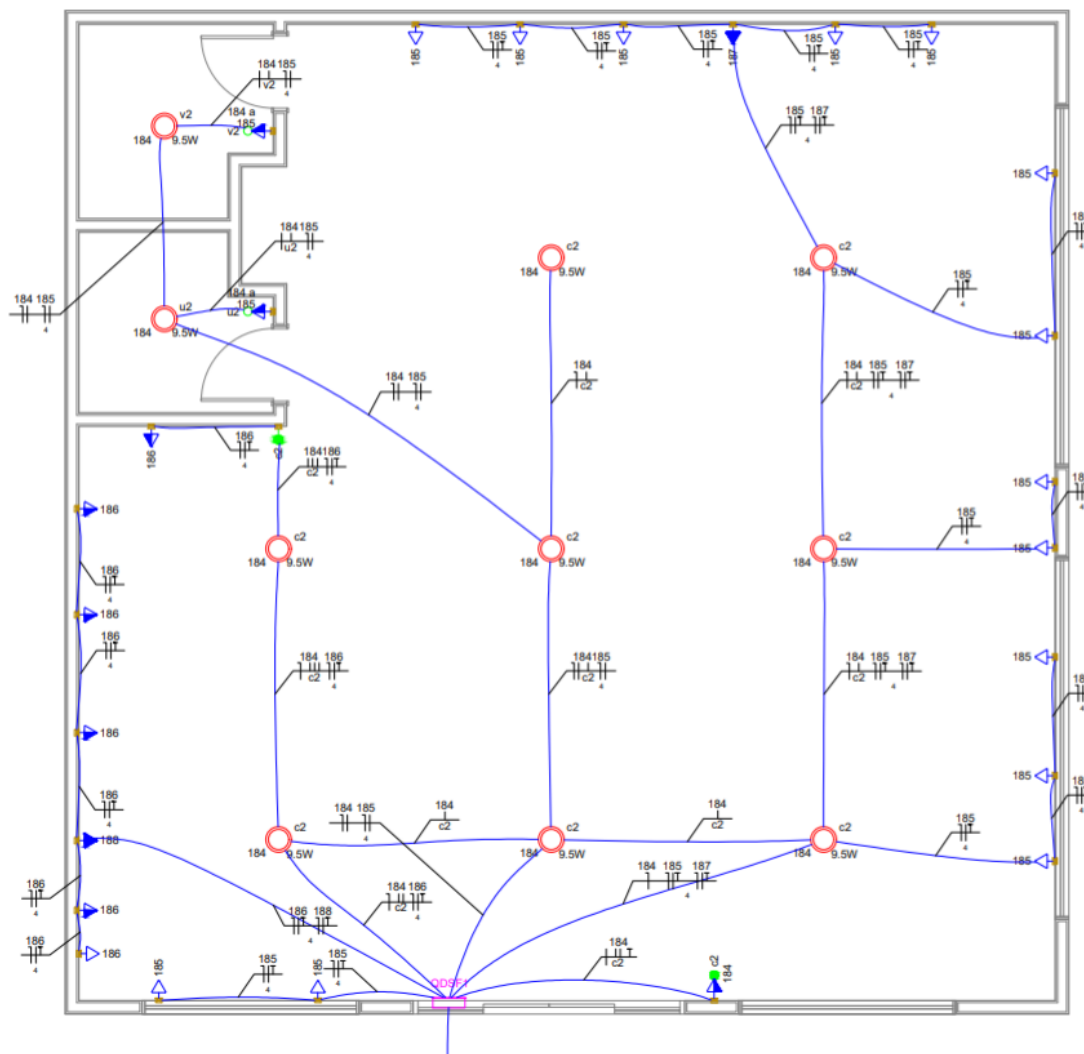
## 3.8.10 Unifilar Quadro de Distribuição do Salão de Festas – QDS

Figura 36 - Unifilar do Quadro de Distribuição do S. de Festas - QDS



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 37 - Unifilar Planta Salão de Festas



Fonte: Elaboração própria (2020).

## CONCLUSÃO

Neste trabalho foi realizado um levantamento dos procedimentos para execução de um projeto elétrico predial. Neste estudo foi realizado a previsão de cargas, através do levantamento *in loco* dos equipamentos, e o dimensionamento das tomadas e iluminação. Após relacionar as cargas e separá-las por ambientes foi definido a localização dos quadros de distribuição, esse procedimento habilitou o autor a realizar os cálculos de condutores, condutos, e proteções dos circuitos.

No decorrer do trabalho percebeu-se que *softwares* para projeto elétricos podem reduzir horas de trabalho do projetista e até otimizar o trabalho da equipe de instalação pois os cálculos são repetidos por várias vezes devido a grande quantidade de circuitos.

As normas e bibliografias na área de projetos elétricos devem ser consultadas em cada elaboração de projeto pois há atualizações frequentes e detalhes importantes que devem ser considerados.

Conclui-se que cada projeto haverá pontos que o diferenciarão dos demais, não devendo, jamais, reutilizar dados de projetos antigos, mas apenas utilizá-los como referências.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 5410**: Instalações Elétricas em Baixa Tensão – referências – elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2004

ABNT. **ABNT NBR 61643-1**: Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão - Parte 1: Dispositivos de proteção conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão. ABNT, 2007

ABNT. **ABNT 13570**: Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público - Requisitos específicos– referências – elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1996

ABNT. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013**: Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior

Cavalin, Geraldo, 1952 – **Instalações Elétricas Prediais** / Geraldo Cavalin, Severino Cervelin. – São Paulo: Érica, 1998

Cotrim, Ademaro A. M. B., 1939- **Instalações elétricas** / Ademaro A.M.B Cotrim; revisão e adaptação técnica José Aquiles Baesso Gromoni e Hiltron Moreno. – 5. Ed. – São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2009.

Creder, Helio. **Instalações elétricas** / Hélio Creder; atualização e revisão Luiz Sebastião Costa – Tio de Janeiro: LTC, 2016. Il.; 28cm

Lima Filho. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais** / Domingos Leite Lima Filho. – 12. Ed. São Paulo: Érica,2011

Machado, Machado. **Projetos elétricos**/ Roberto Machado. – São Paulo: Érica, 2017. 192 p.

Mamede Filho, João. **Instalações elétrica industriais**: de acordo com a norma brasileira NBR 5419:2015 / João Mamede Filho – 9. Ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2017. 28cm.

Sistema elétricos prediais – **Projeto** / SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. – São Paulo: SENAI-SP Editora, 2014

IFSC Joinville – **Fator de Utilização Luminária** Philips – pasta catálogos agosto de 2013. [http://joinville.ifsc.edu.br/~anabarbara/Projetos\\_Eletricos/Catalagos/](http://joinville.ifsc.edu.br/~anabarbara/Projetos_Eletricos/Catalagos/)

PHILIPS. **Tubo LED**, Disponível em: [https://www.lighting.philips.com.br/prof/lampadas-e-tubos-led/led-tubulares/essential-led-tubes-t8/929001193972\\_EU/product](https://www.lighting.philips.com.br/prof/lampadas-e-tubos-led/led-tubulares/essential-led-tubes-t8/929001193972_EU/product). Acesso em: 03 jul. 2020.

SIEMENS. **Dispositivo IDR**, Disponível em: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uid:1b21f502-c9f7-4136-bb73-e8d58d6f3c42/catalogodrjunho2019.pdf>. Acesso em 18 de ago. 2020.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ABNT. **NR10**: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

Câmara, Andrew Augusto Santos da. **Projeto de Instalações elétricas em baixa tensão** / Andrew Augusto Santos da Câmara. – 2017. 81 f.: il.

IFSC Joinville. **Fator de Utilização** [http://joinville.ifsc.edu.br/~romario.coelho/Integrado%20em%20Eletr%C3%B4tica/Luminot%C3%A9cnica/Cat%C3%A1logos/Luminaria\\_Fluorescente\\_TMS600\\_Philips\\_simples.pdf](http://joinville.ifsc.edu.br/~romario.coelho/Integrado%20em%20Eletr%C3%B4tica/Luminot%C3%A9cnica/Cat%C3%A1logos/Luminaria_Fluorescente_TMS600_Philips_simples.pdf)

SULCORTE. **Eletrocalhas**, disponível em <http://sulcorte.com/eletrocalhas-e-seus-acessorios>. Acesso em 18 jul. 2020.

STECK. **Minidisjuntores**, disponível em <https://www.steck.com.br/produtos/comando-e-protecao/minidisjuntores>. Acesso em 04 jul. 2020.

CELESC. **Segunda Via Rápida**, Disponível em <https://agenciaweb.celesc.com.br/AgenciaWeb/autenticar/loginUC.do>. Acesso em 03 jul. 2020.

CONDEX. **Cabos ATOX**. Disponível em <https://www.condexcabos.com.br/produtos>. Acesso em 07 de ago. 2020.

LEGRAND. **Bandejamento** Disponível em <http://www.legrand.com.br/blog/noticias/-referencias/como-escolher-o-sistema-de-bandejamento-ideal-para-o-seu-projeto>. Acesso em 18 de ago. 2020.

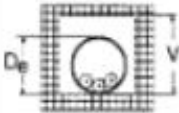

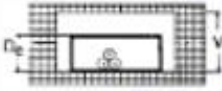
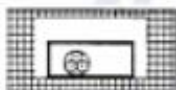
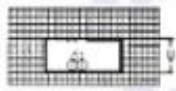
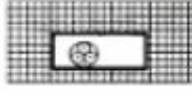
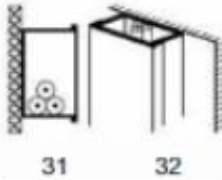
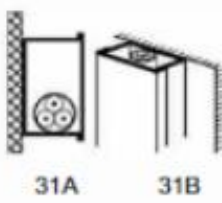
## ANEXO A – SIMBOLOGIA

Descrição do Símbolo	Símbolo		Descrição do Símbolo	Símbolo	
	Usual	NBR 5444		Usual	NBR 5444
Duto Embutido no Teto			Luz Fluorescente no Teto		
Duto Embutido no Piso ou Canaleta			Fusível		
Duto de Telefone			Disjuntor		
Duto de Campainha, Som e Anunciador			Chave Seccionadora Tripolar		
Condutor Fase no Duto			Chave Reversora		
Condutor Neutro no Duto			Contactora Magnética		
Condutor de Retorno no Duto			Contactora Magnética		
Condutor de Proteção no Duto			Relé Térmico		
Condutor Fase no Duto			Chave Compensadora Automática		
Eletroduto que Sobe			Chave Estrela-Triângulo		
Eletroduto que Desce			Chave Série Paralelo		
Interruptor de 1 Seção			Transformador de Corrente		
Interruptor de 2 Seções			Transformador de Força		
Interruptor de 3 Seções			Transformador de Potencial		
Interruptor Three-way			Motor		
Interruptor Four-way			Gerador		
Tomada de Luz Baixa (30 cm do Piso)			Para-raios Atmosférico		
Tomada de Luz Média (1,3 m do Piso)			Resistor		
Tomada de Luz no Piso			Símbolo de Terra		
Tomada Trifásica Baixa (30 cm do Piso)			Capacitor		
Tomada de Telefone na Parede (Externa)			Caixa de Medidor		
Tomada de Telefone na Parede (Interna)			Lâmpada de Sinalização		
Tomada de Rádio e TV			Chave Seccionadora Unipolar		
Cigarra			Chave Fusível Unipolar		
Campainha					
Tomada de Telefone no Piso					
Luz Incandescente no Teto					
Luz Incandescente na Parede					

## ANEXO B – MÉTODO DE INSTALAÇÃO

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

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

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

## ANEXO C – ILUMINÂNCIA POR AMBIENTE

### PLANEJAMENTO DOS AMBIENTES (ÁREAS), TAREFAS E ATIVIDADES COM A ESPECIFICAÇÃO DA ILUMINÂNCIA, LIMITAÇÃO DE OFUSCAMENTO E QUALIDADE DA COR

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	$\overline{E}_m$ lux	$UGR_L$	$R_a$	Observações
<b>1. Áreas gerais da edificação</b>				
Saguão de entrada	100	22	60	
Sala de espera	200	22	80	
Áreas de circulação e corredores	100	28	40	Nas entradas e saídas, estabelecer uma zona de transição, a fim de evitar mudanças bruscas.
Escadas, escadas rolantes e esteiras rolantes	150	25	40	
Rampas de carregamento	150	25	40	
Refeitório/Cantinas	200	22	80	
Salas de descanso	100	22	80	
Salas para exercícios físicos	300	22	80	
Vestiários, banheiros, toaletes	200	25	80	
Enfermaria	500	19	80	
Salas para atendimento médico	500	16	90	$T_{cp}$ no mínimo 4 000 K.
Estufas, sala dos disjuntores	200	25	60	
Correios, quadros de distribuição	500	19	80	
Depósito, estoques, câmara fria	100	25	60	200 lux, se forem continuamente ocupados.
Expedição	300	25	60	
Estação de controle	150	22	60	200 lux se forem continuamente ocupadas.
<b>2. Edificações na agricultura</b>				
Carregamento e operação de mercadorias, equipamentos de manuseio e máquinas	200	25	80	
Estábulo	50	28	40	

## ANEXO D – FATOR CORREÇÃO TEMPERATURA

**Tabela 40 — Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas**

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

## ANEXO E – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO XLPE

Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596
800	885	792	805	721	1 158	1 020	952	837	1 311	1 074	811	679
1 000	1 014	908	923	826	1 332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767
Alumínio												
16	64	58	60	55	79	71	72	64	84	76	73	61
25	84	76	78	71	105	93	94	84	101	90	93	78
35	103	94	96	87	130	116	115	103	126	112	112	94
50	125	113	115	104	157	140	138	124	154	136	132	112
70	158	142	145	131	200	179	175	156	198	174	163	138
95	191	171	175	157	242	217	210	188	241	211	193	164
120	220	197	201	180	281	251	242	216	280	245	220	186
150	253	226	230	206	323	289	277	248	324	283	249	210
185	288	256	262	233	368	330	314	281	371	323	279	236
240	338	300	307	273	433	389	368	329	439	382	322	272
300	387	344	352	313	499	447	421	377	508	440	364	308
400	462	409	421	372	597	536	500	448	612	529	426	361
500	530	468	483	426	687	617	573	513	707	610	482	408
630	611	538	556	490	794	714	658	590	821	707	547	464
800	708	622	644	566	922	830	760	682	958	824	624	529
1 000	812	712	739	648	1 061	955	870	780	1 108	950	706	598

Exemplar para uso exclusivo - Nelson Eduardo Nunes Duarte - 009.506.639-05 (Pedido 350209 Impreso: 30/06/2020)

**Tabela 39 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G**

**Condutores: cobre e alumínio**

**Isolação: EPR ou XLPE**

**Temperatura no condutor: 90°C**

**Temperatura ambiente de referência: 30°C**

Seções nominais dos condutores mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares <sup>1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos	Espaçados	
					Método F	Horizontal	Vertical
Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Cobre						
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161

## ANEXO F – FATORES DE CORREÇÃO DE AGRUPAMENTO

**Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única**

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

**NOTAS**

- Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.
- Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.
- O número de circuitos ou de cabos com o qual se consulta a tabela refere-se
  - à quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e/ou
  - à quantidade de cabos multipolares que compõe o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação).
- Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo, de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posse do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente, nas tabelas 36 a 39, deve ser então efetuada:
  - na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares; e
  - na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.
- Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos com três condutores carregados.
- Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.

## ANEXO G – NÍVEIS DE LUX POR AMBIENTE

### 5.3.29 Hotéis e restaurantes

- banheiros .....	100 - 150 - 200
- espelhos (iluminação suplementar) .....	200 - 300 - 500
- corredores e escadas .....	75 - 100 - 150
- lavanderia: (ver 5.3.55)	
- sala de leitura:	
. geral .....	100 - 150 - 200
. mesa .....	200 - 300 - 500
- cozinha:	
. geral .....	150 - 200 - 300
. local .....	300 - 500 - 750
- quartos:	
. geral .....	100 - 150 - 200
. cama (iluminação suplementar) .....	150 - 200 - 300
. escrivaninha .....	200 - 300 - 500
. penteadeiras .....	200 - 300 - 500
- salão de reuniões:	
. salão de conferências .....	100 - 150 - 200
. tabladros .....	300 - 150 - 750
- exposições e demonstrações ...	200 - 300 - 500
- sala de reuniões de hóspedes ...	100 - 150 - 200
- restaurantes .....	100 - 150 - 200
- lanchonetes .....	150 - 200 - 300
- auto-serviço .....	150 - 200 - 300
- portaria e recepção .....	150 - 200 - 300
- centro telefônico .....	150 - 200 - 300

### 5.3.30 Igrejas e templos

- nave, entrada, auditórios, sem ofício .....	30 - 50 - 75
- nave, entrada, auditórios, com ofício .....	100 - 150 - 200

- limpeza e lavagem .....	150 - 200 - 300
- classificação pela cor (sala de cortes) .....	750 - 1000 - 1500
- cortes e remoção de caroços e sementes .....	150 - 200 - 300
- enlatamento:	
. mecânico (correia transportadora) .....	150 - 200 - 300
. manual .....	200 - 300 - 500
. inspeção de latas cheias (amostras para ensaios) .....	750 - 1000 - 1500
- trabalho com latas:	
. inspeção .....	750 - 1000 - 1500
. selagem das latas .....	150 - 200 - 300
. arranjo de latas e acondicionamento em caixas de papelão ..	100 - 150 - 200

### 5.3.32 Indústria de artigos de ourivesaria e joalheria

- geral .....	750 - 1000 - 1500
- local .....	1500 - 2000 - 3000

### 5.3.33 Indústria de automóveis

- construção de carrocerias e chassis, montagem das partes componentes .....	200 - 300 - 500
- linha de montagem dos chassis .....	300 - 500 - 750
- montagem de carrocerias .....	200 - 300 - 500
- acabamento e inspeção .....	750 - 1000 - 1500

### 5.3.34 Indústrias de aviões

- fabricação:	
. perfuração, rebtagem e pivotagem .....	200 - 200 - 500
. cabines de pulverização .....	300 - 500 - 750
. riscagem de chapas de alumínio, fabricação de gabaritos ou modelos de braçadeiras, parte da fuselagem, peças das asas, etc. ....	300 - 500 - 750

## ANEXO H – FICHA TÉCNICA LEDTUB



## LEDtube Mains T5

### MAS LEDtube 1200mm HO 26W 830 T5 BR

A nova Philips Master LEDtube Mains T5 oferece simplicidade ao seu projeto de iluminação. Você não precisa mais prestar atenção na tecnologia do driver: graças a um design exclusivo, a Philips MASTER LEDtube Mains T5 é instalada diretamente nas luminárias acionadas por conexão com o sistema elétrico. É simples de operar e você não precisa levar consigo o dobro de produtos! Perfeitamente segura, confiável e fácil de instalar a Philips MASTER LEDtube Mains T5 é a alternativa ideal às tubulares fluorescentes padrão, para maximizar o valor ao longo da vida útil com custos de manutenção mais baixos e alta economia de energia.

#### Dados do produto

Informações gerais		Power (Rated) (Nom)	
Casquilho	G5   G5J		26 W
Compatível com EU RoHS	Sim	Tempo de arranque (Nom.)	0,5 s
Vida útil nominal (Nom.)	50000 h	Tempo de aquecimento até 60% de luz (Nom.)	0,5 s
Ciclo de comutação	200000X	Fator de potência (Nom.)	0,9
		Tensão (Nom.)	220-240 V
Dados técnicos de luz		Temperatura	
Código da cor	830   TCC de 3000K	Temperatura ambiente (Máx.)	45 °C
Ângulo do feixe (Nom.)	200 °	Temperatura ambiente (Min.)	-20 °C
Fluxo luminoso (Nom.)	3600 lm	Temperatura de armazenamento (Máx.)	65 °C
Designação da cor	Branco (WH)	Temperatura de armazenamento (Min.)	-40 °C
Temperatura de cor correlacionada (Nom.)	3000 K	T-máxima na caixa (Nom)	72,1 °C
Eficiência luminosa (nominal) (Nom.)	138,00 lm/W	Controles e dimerização	
Consistência da cor	<6	Regulável	Não
Índice de restituição cromática (Nom.)	80	Dados mecânicos e de compartimento	
LLMF no final da vida útil nominal (Nom.)	70 %	Comprimento do produto	1200 mm
Dados elétricos e de operação			
Frequência de entrada	50 a 60 Hz		

## ANEXO I – DIÂMETRO DOS CONDUTORES UNIPOLAR

Secção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro Fio Elementar (mm)	Espessura de Isolação (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Peso Líquido (Kg / 100m)	Espessura de Cobertura (mm)
1.50	0.32	0.70	4.70	3.45	0.90
2.50	0.34	0.70	5.20	4.80	0.90
4.00	0.37	0.70	6.00	6.35	0.90
6.00	0.37	0.70	6.40	8.60	0.90
10.00	0.40	0.70	7.40	12.00	1.00
16.00	0.40	0.70	8.30	17.50	1.00
25.00	0.40	0.90	10.10	26.35	1.10
35.00	0.40	0.90	11.70	35.52	1.10
50.00	0.40	1.00	13.80	48.03	1.20
70.00	0.40	1.10	15.40	67.75	1.20
95.00	0.40	1.10	16.70	88.13	1.30
120.00	0.40	1.20	18.50	108.93	1.30
150.00	0.40	1.40	23.05	140.64	1.40
185.00	0.40	1.60	25.10	169.42	1.40
240.00	0.50	1.70	27.60	220.80	1.50
300.00	0.50	1.80	29.80	265.00	1.60

## ANEXO J – CONDIÇÃO DE FUGAS EM AMBIENTES

Tabela 21 — Condições de fuga das pessoas em emergências

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos <sup>1)</sup>
BD1	Normal	Baixa densidade de ocupação Percurso de fuga breve	Edificações residenciais com altura inferior a 50 m e edificações não-residenciais com baixa densidade de ocupação e altura inferior a 28 m
BD2	Longa	Baixa densidade de ocupação Percurso de fuga longo	Edificações residenciais com altura superior a 50 m e edificações não-residenciais com baixa densidade de ocupação e altura superior a 28 m
BD3	Tumultuada	Alta densidade de ocupação Percurso de fuga breve	Locais de afluência de público (teatros, cinemas, lojas de departamentos, escolas, etc.); edificações não-residenciais com alta densidade de ocupação e altura inferior a 28 m
BD4	Longa e tumultuada	Alta densidade de ocupação Percurso de fuga longo	Locais de afluência de público de maior porte (shopping centers, grandes hotéis e hospitais, estabelecimento de ensino ocupando diversos pavimentos de uma edificação, etc.); edificações não-residenciais com alta densidade de ocupação e altura superior a 28 m

NOTA As aplicações e exemplos destinam-se apenas a subsidiar a avaliação de situações reais, fornecendo elementos mais qualitativos do que quantitativos. Os códigos locais de segurança contra incêndio e pânico podem conter parâmetros mais estritos. Ver também ABNT NBR 13570.

## ANEXO L – CARACTERÍSTICAS CABO MÚLTIPLO

### Cabo Flexpex Multicondutor - 0,6/1KV 90°C

**Dados técnicos:** condutor de fios de cobre eletrolítico, tempera mole, classe 4 de encordoamento até secção 6 mm<sup>2</sup> e classe 5 a partir de secção 10 mm<sup>2</sup>, isolado em composto à base de polietileno reticulável XLPE e cobertura de PVC.

**Norma aplicável:** NBR 7288 e NBR 6251 da ABNT.

**Cores de isolamento dos condutores multipolares conforme descrito abaixo:**

**2 condutores:** branco e azul-claro.

**3 condutores:** branco, azul-claro e preto.

**4 condutores:** branco, azul-claro, preto e vermelho.

**Cores de cobertura:** ●

**Acondicionamento:** em rolo de 100 metros e bobinas sob consulta.



Secção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro Fio Elementar (mm)	Nº de Condutores	Espessura de Isolação (mm)	Espessura de Cobertura (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Peso Líquido (Kg / 100m)
1.50	0.32	2	0.70	1.00	8.40	9.70
		3	0.70	1.00	8.90	11.40
		4	0.70	1.00	9.90	13.00
		5	0.70	1.00	10.05	18.62
2.50	0.34	2	0.70	1.00	9.40	13.00
		3	0.70	1.00	10.00	16.20
		4	0.70	1.00	10.85	18.50
4.00	0.37	5	0.70	1.10	11.90	24.54
		2	0.70	1.10	10.00	17.30
		3	0.70	1.10	12.00	21.50
6.00	0.37	4	0.70	1.10	12.20	29.00
		5	0.70	1.20	14.50	38.00
		2	0.70	1.10	11.50	23.40
10.00	0.40	3	0.70	1.10	13.00	27.50
		4	0.70	1.10	14.00	37.00
		5	0.70	1.20	16.00	49.20
16.00	0.40	2	0.70	1.20	14.40	36.50
		3	0.70	1.20	15.00	45.50
		4	0.70	1.20	17.00	57.00
25.00	0.40	5	0.70	1.30	18.50	73.63
		2	0.70	1.20	16.00	55.90
		3	0.70	1.20	17.00	71.00
35.00	0.40	4	0.70	1.30	19.00	77.00
		5	0.70	1.30	21.00	113.72
		2	0.90	1.40	20.00	77.00
35.00	0.40	3	0.90	1.40	21.30	98.00
		4	0.90	1.40	23.60	130.00
		2	0.90	1.40	21.50	99.00
35.00	0.40	3	0.90	1.40	23.80	135.00
		4	0.90	1.60	26.50	174.00

Os cabos Flexpex multicondutores são recomendados em instalações elétricas em baixa tensão (Residências, Comerciais e Industriais), em circuitos alimentadores e distribuição, instalados em linhas aéreas, eletrodutos, canaletas, eletrocalhas e leitos conforme NBR 5410. Os cabos Flexpex possuem grande flexibilidade devido ao encordoamento classe 5, facilitando o manuseio, reduzindo o tempo e o custo da instalação.

Observação: todas as medidas são nominais e correspondem à revisão desta edição, admitindo tolerâncias conforme as normas e podendo ser alteradas sem aviso prévio.

## ANEXO O – PROCEDIMENTOS IDR

# Procedimento para localização de defeitos

Uma instalação elétrica projetada e executada de acordo com as normas, utilizando o Dispositivo DR e produtos de qualidade, funcionará corretamente garantindo segurança aos usuários e patrimônio. Se, contudo, ocorrer a atuação de um Dispositivo DR, a localização do defeito poderá ser feita com base ao fluxograma ao lado.

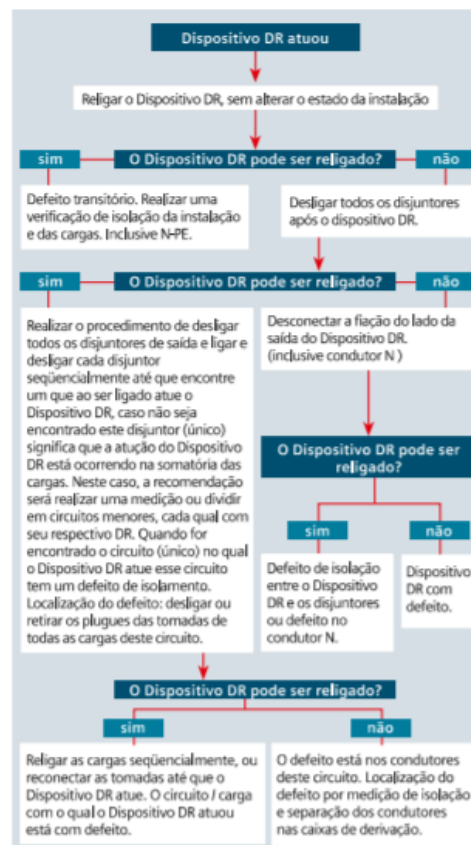
A primeira verificação será constatar se após o Dispositivo DR não houve interligação entre o condutor neutro ( N ) e o condutor de proteção ( PE ) e/ou de condutores neutros ( N ) de dois ou mais Dispositivos DR.

A atuação esporádica poderá ocorrer devido a sobretensões de descargas atmosféricas ou de manobras na rede da concessionária. Essa atuação pode ser evitada pela utilização de dispositivos de proteção contra surtos e/ou Dispositivos DR de alta resistência as sobretensões transitórias (característica  $\text{IK}$ ).

Deve-se atentar que os protetores de surto sejam conectados à terra a montante do Dispositivo DR, o que irá evitar uma atuação indevida do dispositivo DR quando ocorrer uma atuação do protetor de surto. Atuação indevida também poderá ocorrer por um projeto incorreto, ou seja, em instalação de grande porte com elevado número de cargas onde a somatória das correntes de fuga normais ultrapasse o nível de atuação do Dispositivo DR. Nestes casos, recomenda-se a divisão em circuitos menores, cada qual com seu respectivo Dispositivo DR.

Com o dispositivo de medição de corrente de fuga pode-se analisar e confirmar o valor real da corrente de fuga ( mA ). Essa medição comprova na prática sua eficácia na busca de defeitos e do estado de isolamento da instalação.

Vale ressaltar que, muitas vezes, a atuação do Dispositivo DR ocorre devido à existência de equipamentos de baixa qualidade conectados ao circuito.



### Esquemas de ligações básicas

