

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO**



RAFAEL DE PAULA ARAUJO

**ESTUDO E PROPOSTA DE MELHORIAS NAS
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DE UM
TEMPLO RELIGIOSO**

**VITÓRIA – ES
AGOSTO/2017**

RAFAEL DE PAULA ARAUJO

**ESTUDO E PROPOSTA DE MELHORIAS NAS INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DE UM TEMPLO RELIGIOSO**

Parte manuscrita da Proposta de Projeto de Graduação do aluno Rafael de Paula Araujo, apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Prof. Dr. Paulo J. M. Menegáz
Professor da disciplina

Prof. Dr. Oureste Elias Batista
Orientador

Rafael de Paula Araujo
Aluno

**VITÓRIA – ES
AGOSTO/2017**

RAFAEL DE PAULA ARAUJO

ESTUDO E PROPOSTA DE MELHORIAS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BT DE UM TEMPLO RELIGIOSO

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Rafael de Paula Araujo**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovada em (dia), de (mês) de (ano).

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Oureste Elias Batista
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Orientador

Dr. Augusto César Rueda Medina
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Examinador

Prof. Dr. Walbermark Marques dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Examinador

À minha mãe, Valdirene de Paula Sabbagh, dedico todos os meus anos de estudo.

RESUMO

Neste trabalho propõe-se um estudo sobre as instalações elétricas de um templo religioso, adequando-as às normas técnicas vigentes de infraestrutura elétrica, sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e iluminação, além de propor uma análise tarifária da instalação a fim de adequar ao modelo tarifário correto, caso haja a necessidade. Neste trabalho, evidencia-se também a importância de um estudo como este em locais de afluência de público, a fim de prover segurança, diminuindo a possibilidade de incêndios provocados por curtos-circuitos ou sobrecargas em condutores mal dimensionados, conforto térmico quanto à disposição de energia aos condicionadores existentes, promover também conforto acústico diminuindo a possibilidade de indução elétrica no sistema de sonorização do ambiente, além da segurança de seus frequentadores. Nos casos de inadequações a respeito das instalações, neste trabalho, propõe-se que seja feito um estudo sobre quais seriam as alterações adequadas às normas da ABNT, da ANEEL e da concessionária de energia EDP Escelsa. São demonstrados ainda quais seriam alguns dos conhecimentos básicos sobre as áreas abordadas, importantes para a classificação e posterior projeto de adequação. Ao final, apresenta-se o planejamento de estudo e projeto demonstrando quais as etapas a serem seguidas e os materiais que devem ser utilizados para a execução do mesmo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema TN-S	50
Figura 2 - Esquema TN-C	50
Figura 3 - Esquema TN-C-S	50
Figura 4 - Esquema TT	51
Figura 5 - Esquema IT	51
Figura 6 - Princípio de funcionamento do Terrômetro alicate	55
Figura 7 - Método de queda de potencial	56
Figura 8 - Curva característica teórica da resistência de aterramento	57
Figura 9 - Exemplo de catálogo de luminária.....	62
Figura 10 - Limites de Queda de Tensão Admissível.....	77
Figura 11 - Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal da edificação	84
Figura 12 - Etiqueta de Capacidade da unidade condensadora	105
Figura 13 - Esquema 1 e 2 de conexão do DPS, respectivamente.....	110
Figura 14 - Placa de identificação do motor da bomba de incêndio.....	112
Figura 15 - Disjuntor de entrada.....	117
Figura 16 - Detalhe condutor fase de entrada (70 mm ²).....	118
Figura 17 - Barramento de entrada	119
Figura 18 - Quadro de distribuição de ar condicionado (QDL-4)	120
Figura 19 - Gráfico de consumo de energia elétrica da unidade consumidora.....	121
Figura 20 - Caixa para medidor polifásico	187
Figura 21 - Caixa para disjuntor polifásico	187
Figura 22 - Ramal de entrada subterrâneo em baixa tensão	188
Figura 23 - Lista de material e notas para instalação do ramal de entrada subterrâneo	189
Figura 24 - Medição direta a 4 fios em parede	190
Figura 25 - Lista de material e notas para medição direta a 4 fios em parede.....	191

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Danos e perdas relevantes para uma estrutura para diferentes pontos de impacto	24
Quadro 2 - Componentes de risco a serem consideradas para cada tipo de perda em uma estrutura	26
Quadro 3 - Fatores que influenciam os componentes de risco	27
Quadro 4 - Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco.....	30
Quadro 5 - Calculo do tipo de perda L1	41
Quadro 6 - Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O	42
Quadro 7 - Fator de redução r_t em função do tipo de solo ou piso	43
Quadro 8 - Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio.....	43
Quadro 9 - Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura.....	43
Quadro 10 - Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial	44
Quadro 11 – Calculo para tipo de perda L2.....	44
Quadro 12 - Valores médios típicos de L_F e L_O para perda L2	45
Quadro 13 - Calculo para tipo de perda L3	45
Quadro 14 - Valor médio típico de L_F para perda L3.....	45
Quadro 15 - Calculo para tipo de perda L4	46
Quadro 16 - Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O para tipo de perda L4	47
Quadro 17 - Espaço de reserva em quadros de distribuição	70
Quadro 18 - Métodos de Referência.....	72
Quadro 19 - Seção mínima do condutor fase.....	79
Quadro 20 - Suportabilidade a impulso exigível dos componentes da instalação.....	85
Quadro 21 - Valor mínimo de U_c exigível do DPS, em função do esquema de aterramento	85
Quadro 22 – Classificação em grupos da unidade consumidora	92
Quadro 23 – Características da estrutura e do meio ambiente.....	94
Quadro 24 – Linha de energia	95
Quadro 25 – Linha de sinal.....	95
Quadro 26 – Fatores válidos para a Z_1	95
Quadro 27 – Fatores válidos para a Z_2	96
Quadro 28 - Áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas	97
Quadro 29 - Número anual de eventos perigosos esperados	97

Quadro 30 – Avaliação da probabilidade de danos	97
Quadro 31 – Análise da quantidade de perda	98
Quadro 32 – Análise dos componentes de risco	98
Quadro 33 - Valores típicos do risco tolerável R_T	99
Quadro 34 – Métodos de referência para instalação de condutores	168
Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes	175

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Causas possíveis de incêndio em São Paulo - 2006	18
Tabela 2 - Valores típicos de risco tolerável	28
Tabela 3 - Fator de localização da estrutura	31
Tabela 4 - Fator de instalação da linha	33
Tabela 5 - Fator do tipo de linha.....	33
Tabela 6 - Fator ambiental da linha	33
Tabela 7 - Valores de probabilidade P_{TA}	34
Tabela 8 - Valores de probabilidade P_B	35
Tabela 9 - Valores dos fatores C_{LD} e C_{LI}	36
Tabela 10 - Valores da probabilidade P_{SPD}	37
Tabela 11 - Valores da probabilidade P_{TU}	38
Tabela 12 - Valores da probabilidade P_{EB} em função de NP.....	39
Tabela 13 - Valores da probabilidade P_{LD}	39
Tabela 14 - Valores da probabilidade P_{LI} em função do tipo de linha	41
Tabela 15 - Índice de reflexão típica	63
Tabela 16 - Exemplos de limites máximos de UGR_L	64
Tabela 17 - Tabela de classificação de ofuscamento corrigido padronizado (UGR)	65
Tabela 18 - Corrente de curto circuito presumida no secundário do transformador trifásico.....	76
Tabela 19 - Fator de potência em função de I_{k0}	76
Tabela 20 - Queda de tensão em V/A.km.....	78
Tabela 21 - Seção reduzida do condutor neutro	80
Tabela 22 - Seção mínima do condutor de proteção.....	80
Tabela 23 – Levantamento de cargas por ambiente do primeiro pavimento.....	103
Tabela 24 - Levantamento de cargas por ambiente do segundo pavimento	103
Tabela 25 – Levantamento de cargas de uso específico	104
Tabela 26 – Fator de demanda e Potência instalada resultante de cada equipamento.....	104
Tabela 27 - Corrente de curto circuito no quadro I_K	107
Tabela 28 - Especificação de DPS.....	111
Tabela 29 - Dados construtivos do cabo Superastic Flex 750V (PRYSMIAN).....	114
Tabela 30 - Dados construtivos do eletroduto de PVC rígido	114
Tabela 31 - Dados construtivos do eletroduto flexível corrugado Tigreflex.....	115

Tabela 32 - Dimensionamento de Unidades Consumidoras Categorias “T” supridas por redes trifásicas 127/220 [V].....	116
Tabela 33 - Quadro de cargas do QDL-01.....	128
Tabela 34 - Características de circuitos do QDL-01	129
Tabela 35 - Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-01	129
Tabela 36 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-01	130
Tabela 37 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-01.....	130
Tabela 38 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-01.....	131
Tabela 39 - Quadro de cargas do QDL-02.....	131
Tabela 40 - Características de circuitos do QDL-02	132
Tabela 41- Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-02	132
Tabela 42 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-02	132
Tabela 43 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-02.....	133
Tabela 44 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-02.....	133
Tabela 45 - Quadro de cargas do QDL-03.....	134
Tabela 46 - Características de circuitos do QDL-03	134
Tabela 47- Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-03	135
Tabela 48 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-03	135
Tabela 49 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-03.....	136
Tabela 50 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-03.....	136
Tabela 51 - Quadro de cargas do QDL-04.....	136
Tabela 52 - Características de circuitos do QDL-04	137
Tabela 53- Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-04.....	137
Tabela 54 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-04	137
Tabela 55 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-04.....	138
Tabela 56 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-04.....	138
Tabela 57 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D, com condutores em cobre ou alumínio, isolamento em PVC, Temperatura no condutor em 70°C e Temperatura no ambiente a 30°C (ar), 20°C (solo).....	172

Tabela 58 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas 173

Tabela 59 - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única 174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampères
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotações de Responsabilidade Técnica
CAD	Computer Aided Design (Desenho assistido por computador)
CNEN	Conselho Nacional de Energia Nuclear
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surto
DR	Dispositivo Diferencial Residual
EDP	Energias de Portugal
EPR	Isolação Fabricada em Etileno-Propileno
FP	Horário de Fora de Ponta
HP	Horário de Ponta
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPT	Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário
Ib	Corrente de Projeto (A)
In	Corrente Nominal (A)
Iz	Capacidade de Condução de Corrente dos Condutores
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LEMP	Pulso eletromagnético devido às descargas atmosféricas (lightning electromagnetic impulse)
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
Pag.	Página
PVC	Isolação Fabricada em Cloreto de Polivinila
REN	Resolução Normativa
SPDA	Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica
TUE's	Tomadas de Uso Específico
TUG's	Tomadas de Uso Geral
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
XLPE	Isolação Fabricada em Polietileno Reticulado

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO E OBJETO DE PESQUISA	17
2 JUSTIFICATIVA	18
3 OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo geral	20
3.2 Objetivos específicos	20
4 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) 21	21
4.1 Conceito	21
4.2 Sistemas de Proteção	21
4.3 Gerenciamento de Risco	22
4.3.1 Termos do gerenciamento de risco	23
4.3.1.1 Fonte dos danos	23
4.3.1.2 Tipos de danos	23
4.3.1.3 Tipos de perdas	23
4.3.2 Riscos e componentes de risco	24
4.3.2.1 Riscos	24
4.3.2.2 Componentes de risco devido a descargas diretas na estrutura	24
4.3.2.3 Componente de risco devido a descargas indiretas na estrutura	25
4.3.2.4 Componentes de risco devido a descargas diretas nas linhas conectadas à estrutura	25
4.3.2.5 Componente de risco devido a descargas indiretas nas linhas conectadas à estrutura	25
4.3.3 Seleção da componente de risco	26
4.3.4 Risco tolerável	27
4.3.5 Metodologia para cálculo do risco	28
4.3.5.1 Cálculo de N_D	30
4.3.5.2 Cálculo de N_{DJ}	31
4.3.5.3 Cálculo de N_M	32
4.3.5.4 Cálculo de N_L	32
4.3.5.5 Cálculo de N_I	33
4.4 Avaliação da probabilidade de danos	34
4.4.1 Cálculo da probabilidade P_A	34
4.4.2 Determinação da probabilidade P_B	35

4.4.3 Cálculo da probabilidade P_C	35
4.4.4 Cálculo da probabilidade P_M	37
4.4.5 Cálculo da probabilidade P_U	38
4.4.6 Cálculo da probabilidade P_V	39
4.4.7 Cálculo da probabilidade P_W	40
4.4.8 Cálculo da probabilidade P_Z	40
4.5 Identificação e cálculo das perdas	41
4.5.1 Perda da vida humana (L1)	41
4.5.2 Perda de serviço público (L2)	44
4.5.3 Perda inaceitável de patrimônio cultural (L3).....	45
4.5.4 Perda econômica (L4)	46
5 SISTEMA DE ATERRAMENTO	48
5.1 Simbologia.....	49
5.2 Esquema TN	49
5.3 Esquema TT.....	51
5.4 Esquema IT.....	51
5.5 Componentes de um Eletrodo de Aterramento	52
5.6 Resistências	52
5.6.1 Resistência entre o eletrodo de aterramento e a conexão	52
5.6.2 A resistência de contato do solo em volta do eletrodo	52
5.6.3 A resistência do solo em volta.....	52
5.6.4 Resistência de Aterramento.....	52
5.6.4.1 Profundidade do Eletrodo de Aterramento.....	53
5.6.4.2 Diâmetro do Eletrodo de Aterramento	53
5.6.4.3 Número de Eletrodos de Aterramento.....	53
5.6.4.4 Projeto do Sistema de Aterramento.....	53
5.7 Manutenção	54
5.8 Métodos de Medição de Aterramento	54
5.8.1 Terrômetro Alicate	54
5.8.1.1 Princípio de operação	54
5.8.1.2 Detalhamento construtivo.....	55
5.8.1.3 Restrições	55
5.8.2 Queda de Potencial.....	56
6 PROJETO LUMINOTÉCNICO.....	59

6.1	Conceitos importantes	59
6.1.1	Fluxo luminoso (ϕ)	59
6.1.2	Intensidade luminosa	59
6.1.3	Iluminância	59
6.1.4	Luminância	59
6.1.5	Ofuscamento (UGR)	59
6.1.6	Reprodução de cor (R_a)	60
6.1.7	Área da tarefa	60
6.1.8	Entorno imediato	60
6.2	Requisitos básicos para projeto	60
6.3	Método dos Lúmens	61
6.3.1	Coeficiente de utilização	61
6.3.1.1	Índice do local (k)	62
6.3.1.2	Refletâncias	62
6.3.2	Fator de manutenção	63
6.3.3	Número de Luminárias	64
6.4	Índice de ofuscamento desconfortável	64
7	PROJETO ELÉTRICO	66
7.1	Concepção do projeto	67
7.1.1	Classificação da Instalação	67
7.1.2	Previsão de cargas de Iluminação e de Pontos de Tomadas	67
7.1.3	Carga Instalada	68
7.1.4	Divisão de cargas terminais	69
7.1.5	Espaço de reserva nos quadros de distribuição	70
7.1.6	Localização dos quadros de distribuição de circuitos terminais	70
7.1.7	Localização do quadro de distribuição geral	70
7.1.8	Localização da subestação	70
7.2	Dimensionamento de condutores	71
7.2.1	Capacidade de condução de corrente	71
7.2.2	Proteção contra sobrecarga	74
7.2.3	Proteção contra curtos-circuitos	74
7.2.4	Queda de tensão	76
7.2.5	Seção mínima	79
7.2.5.1	Condutor Fase	79

7.2.5.2 Condutor Neutro	79
7.2.5.3 Condutor de Proteção	80
7.3 Proteção e coordenação	81
7.3.1 Disjuntores (sobrecorrentes).....	81
7.3.2 Dispositivos de corrente diferencial residual (DR's)	82
7.3.3 DPS (sobretensões).....	83
7.4 Bomba de Incêndio.....	86
7.5 Equipotencialização.....	86
7.5.1 Localização.....	87
7.5.2 Dimensionamento de condutores de equipotencialização principal.....	88
7.5.3 Dimensionamento de condutores de equipotencialização suplementar	88
7.5.4 Tipos de condutores.....	88
7.6 Eletrodutos.....	89
7.6.1 Taxa de ocupação	89
7.6.2 Comprimento máximo.....	89
7.7 Padrão de Entrada.....	89
8 ANÁLISE TARIFÁRIA.....	91
8.1 Classificação das Unidades Consumidoras	91
8.2 Modalidades Tarifárias	92
9 ESTUDO DE CASO.....	94
9.1 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)	94
9.1.1 Identificação de perdas relevantes à estrutura.....	94
9.1.2 Identificação e cálculo das componentes de risco.....	94
9.2 Sistema de aterramento.....	99
9.3 Projeto luminotécnico.....	99
9.4 Projeto elétrico.....	101
9.4.1 Classificação da Instalação.....	101
9.4.2 Previsão de cargas de Iluminação e de Pontos de Tomadas.....	101
9.4.3 Carga Instalada	104
9.4.4 Divisão de cargas terminais.....	105
9.4.5 Dimensionamento de condutores	105
9.4.5.1 Capacidade de condução de corrente	106
9.4.5.2 Proteção contra sobrecarga.....	106
9.4.5.3 Proteção contra curtos-circuitos	107

9.4.5.4 Queda de tensão.....	108
9.4.5.5 Seleção de condutor.....	108
9.4.6 Proteção e coordenação	109
9.4.6.1 Disjuntores (sobrecorrentes).....	109
9.4.6.2 Dispositivos de corrente diferencial residual (DR's)	109
9.4.6.3 DPS (sobretensões).....	109
9.4.7 Bomba de incêndio	112
9.4.8 Eletrodutos.....	113
9.4.9 Padrão de entrada	115
9.4.10 Análise de resultados.....	117
9.5 Análise tarifária	121
10 CONCLUSÃO	123
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
APÊNDICE A	128
APÊNDICE B.....	139
APÊNDICE C	147
ANEXO A	168
ANEXO B	175
ANEXO C	187

1 APRESENTAÇÃO E OBJETO DE PESQUISA

Segundo o Censo de 2010 (IBGE), existem aproximadamente 43,3 milhões de pessoas evangélicas no Brasil, aumentando desde 2000 até então em cerca de 16,7 milhões, representando 22,2% da população.

Com este crescente número de pessoas declaradamente evangélicas, há também a pluralização de suas denominações e, portanto, o crescente número de templos utilizados para as suas reuniões religiosas. Segundo o Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário (IBPT), durante os meses de janeiro a abril do ano de 2011, foram abertas 2390 novas empresas, tendo como Organização Religiosa a sua natureza jurídica e entre os meses de janeiro a abril do ano de 2012 foram 1692 novas empresas com a mesma natureza jurídica.

Tais organizações religiosas muitas vezes não têm dado a devida importância para as necessidades elétricas destinadas às suas atividades, utilizando-se de instalações pré-existentes precárias ou de projetos que não atendem ao uso destinado.

O tema foi escolhido devido à observância de que o templo religioso em questão foi construído há mais de 20 anos e vem apresentando algumas dificuldades em seu sistema elétrico, como falha de neutro, tensão no condutor de proteção e curtos-circuitos, além do inexistente Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA). Recentemente, também foram instalados aparelhos de ar condicionado, os quais foram alimentados por instalações sem projeto.

Sendo tão antigo, o templo também se encontra com suas tomadas fora da padronização do Inmetro, que segue a ABNT NBR 14136:2013, a qual padroniza as dimensões de plugues e tomadas até 20 A. Tal norma entrou em vigor com a Resolução Conmetro nº 08 de 2009, que determinou os prazos para que os fabricantes e o comércio se adequassem à norma. O último prazo para a implantação do padrão brasileiro foi 1º de julho de 2011, com a proibição da venda de tomadas no padrão antigo em todo o território nacional.

2 JUSTIFICATIVA

Segundo o site G1, em janeiro de 2009 o teto da igreja Renascer em Cristo, em São Paulo, caiu devido à ação de fungos na estrutura do telhado matando oito pessoas e deixando outras 94 feridas. Esta mesma igreja havia sido lacrada pelo Departamento de Controle do Uso de Imóveis (Contru), em junho de 1999, justamente por problemas na estrutura do telhado, comprometida por cupins, segundo laudo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Tal episódio retrata a importância da manutenção periódica, a fim de evitar tragédias como esta.

Pode ser lembrado do incêndio no edifício Andraus em 1972, em São Paulo, que vitimou 16 pessoas devido ao fogo iniciado no segundo andar pela sobrecarga no sistema elétrico. Ou ainda, lembrar-se do ocorrido no edifício Joelma em 1974 onde um curto-circuito em um aparelho de ar-condicionado causou o incêndio que matou 191 pessoas e deixou mais de 300 feridas.

Segundo o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, em 2006, 7,3% dos incêndios ocorridos no estado foram classificados como “instalações elétricas inadequadas” como causa possível, abrangendo o curto circuito e a sobrecarga. Há ainda outros 52,7% classificado como “outras causas”, o que significa que não foi possível apontar, de modo específico, dentro do rol existente, qual teria sido a causa possível em tais ocorrências. Estas informações podem ser vistas na Tabela 1. (SEITO, 2008, p. 359).

Tabela 1 - Causas possíveis de incêndio em São Paulo - 2006

Causa possível	Incêndios	Percentual
Outras causas	26.652	52,7%
Ato incendiário	13.653	27,0%
Instalações elétricas inadequadas	3.677	7,3%
Displicência ao cozinhar	1.059	2,0%
Prática de ações criminosas	966	1,9%
Ignição espontânea	909	1,8%
Brincadeira de crianças	705	1,4%
Displicência de fumantes com pontas de cigarro/fósforo	696	1,3%
Superaquecimento de equipamentos	591	1,2%

Fonte: SEITO, 2008.

O site bombeiros emergência informa ainda que das sete causas mais comuns de incêndios, três estão relacionadas à energia elétrica. São elas: sobrecarga nas instalações, improvisação

nas instalações e falta de conservação nos motores elétricos. (BOMBEIROS EMERGÊNCIA).

Dada a importância da segurança nas instalações elétricas, vários estudos têm sido desenvolvidos na área, como os realizados por Corrêa (2013), que mostra possíveis melhorias em projetos de instalações já existentes de uso coletivo; e por Simões (2008), que faz um estudo sobre a elaboração de projetos em instalações elétricas.

Mesmo a ABNT está em constante atualização de suas normas. Pode ser dado como exemplo a própria NBR 5410:2004 que, desde a sua concepção, passou por três revisões até 2008. A concessionária EDP Escelsa, em 2011, também atualizou sua norma técnica para fornecimento de energia separando-a em tensão secundária para edificações individuais, tensão secundária para edificações coletivas e tensão primária de distribuição.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Adequar as instalações de um templo religioso às normas técnicas de SPDA, aterramento, projeto elétrico e luminotécnico. Além de realizar um estudo da eficiência tarifária para propor melhorias visando economia.

3.2 Objetivos específicos

- Coletar dados situacionais da unidade consumidora;
- Identificar correções necessárias, segundo as normas específicas;
- Identificar componentes novos para proposta de projeto;
- Propor alterações na estrutura elétrica existente proporcionando maior segurança e confiabilidade no fornecimento de energia elétrica;
- Projetar um sistema de aterramento eficiente proporcionando segurança ao usuário e diminuindo a incidência de ruído no sistema de sonorização;
- Realizar a análise de risco de um projeto de SPDA, a fim de proporcionar segurança à estrutura do prédio e aos equipamentos existentes;
- Analisar as contas de energia e propor, caso necessário, uma adequação tarifária a fim de adequar a instalação à modalidade adequada;
- Recalcular, segundo critérios descritos em norma, todos os circuitos elétricos da unidade;
- Realizar um estudo luminotécnico do templo, a fim de proporcionar uma adequação técnica ao nível de iluminamento exigido pela norma, proporcionando assim maior conforto visual aos frequentadores do local.

4 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

4.1 Conceito

As descargas atmosféricas têm causado danos não só na rede elétrica, mas também nas estruturas dos edifícios, além de colocar em risco a vida de pessoas e de animais.

A teoria mais aceita atualmente, segundo Mamede Filho:2010, é que “a fricção entre as partículas de água, que formam as nuvens, provocada pelos ventos ascendentes de forte intensidade, dá origem a uma grande quantidade de cargas elétricas”. A nuvem, carregada negativamente em sua parte inferior, forma uma descarga piloto em direção à terra. Em contrapartida, um caminho ionizado a partir da terra em direção à nuvem vai-se formando até encontrar a descarga piloto. Neste momento, forma-se um caminho completo, que dá origem à primeira descarga possibilitando então a corrente de retorno de maior intensidade.

A corrente provocada pela descarga atmosférica pode alcançar valores que vão de 15 kA a 200 kA em um intervalo de 100 a 200 μ s. Entretanto, a frente de onda, que é o valor máximo de tensão da descarga atmosférica, ocorre num tempo entre 2 e 10 μ s.

4.2 Sistemas de Proteção

É importante dizer que nenhum método de proteção contra descargas atmosféricas é 100% eficaz, mas é possível se aproximar disto se for empregado corretamente o método mais adequado para cada edificação.

A norma que atualmente rege as condições mínimas exigíveis para o SPDA é a norma brasileira NBR 5419:2015.

As estruturas comumente encontradas em SPDA são:

- a) Captor – Formado por três ou mais pontas de aço inoxidável, é instalada na ponta da haste com o objetivo de escoar as cargas elétricas para a atmosfera;
- b) Mastro ou haste – é um tubo de cobre que tem como objetivo suportar o captor e servir de condutor metálico;

- c) Base de ferro fundido para mastros – é a base do mastro;
- d) Condutor de descida – tem a função de ligar o mastro ao eletrodo de terra. Segundo a NBR 5419:2015, os condutores podem ser do tipo natural ou não natural. O condutor natural é o constituído pela estrutura da edificação. O condutor não natural é o cabo metálico, normalmente de cobre ou alumínio, utilizado como condutor elétrico;
- e) Eletrodo de terra – segundo Mamede Filho (2010, p. 612), “são elementos metálicos instalados vertical ou horizontalmente e responsáveis pela dispersão da corrente elétrica de descarga no solo”;
- f) Ligações equipotenciais – é o terminal onde deve ser interligado o SPDA aos demais sistemas de aterramento de massas e do sistema eletrônico;
- g) Conexão de medição – é a conexão destinada à medição da resistência de aterramento;

Existem três métodos de proteção previstos em norma, sendo o método de Franklin, o método de Faraday e o método eletrogeométrico. O uso do captor radioativo foi proibido pelo Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN), pois os testes realizados comprovaram que o raio de atuação deste não é maior que o método de Franklin, mas gera um resíduo radioativo que tem durabilidade muito maior que os outros materiais empregados no captor.

4.3 Gerenciamento de Risco

O risco é a provável perda média anual em uma estrutura, ocasionado por descargas atmosféricas. Os fatores que influenciam este risco são:

- O número anual de descargas atmosféricas;
- Probabilidade de dano ocasionado por descarga atmosférica;
- Média de perdas ocasionadas.

O número de descargas atmosféricas que influenciam a estrutura depende das dimensões e das características das estruturas e das linhas conectadas, das características do ambiente da estrutura, assim como a densidade de cargas atmosféricas para terra na região onde são localizadas a estrutura e as linhas.

A probabilidade de danos Devido às descargas atmosféricas depende da estrutura, das linhas conectadas, e das características da corrente de descarga, as quais são muito bem detalhadas na parte 1 da NBR 5419:2015a, assim como do tipo da eficiência das medidas de proteção efetuadas.

4.3.1 Termos do gerenciamento de risco

4.3.1.1 Fonte dos danos

A quantidade média da perda consequente depende da extensão dos danos e dos efeitos consequentes, os quais podem ocorrer como resultado de uma descarga atmosférica.

Estas descargas atmosféricas podem ocasionar danos, a fonte desses danos pode ser:

- a) S1: descargas atmosféricas na estrutura;
- b) S2: descargas atmosféricas próximas à estrutura;
- c) S3: descargas atmosféricas sobre as linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura;
- d) S4: descargas atmosféricas próximas às linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura.

4.3.1.2 Tipos de danos

São três os tipos de danos básicos provocados pelas descargas atmosféricas:

- a) D1: danos às pessoas devido a choque elétrico;
- b) D2: danos físicos (fogo, explosão, destruição mecânica, liberação de produtos químicos) devido aos efeitos das correntes das descargas atmosféricas, inclusive centelhamento;
- c) D3: falhas de sistemas internos devido a LEMP.

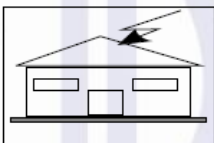
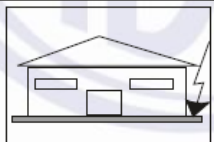
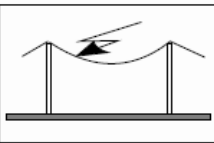
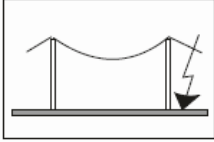
4.3.1.3 Tipos de perdas

Cada tipo de dano pode produzir diferentes perdas como consequência de danos relevantes à estrutura.

- a) L1: perda de vida humana (incluindo-se danos permanentes);
- b) L2: perda de serviço ao público;
- c) L3: perda de patrimônio cultural;
- d) L4: perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, assim como interrupções de atividades).

Os tipos de danos e de perdas ocasionado pelas descargas podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 - Danos e perdas relevantes para uma estrutura para diferentes pontos de impacto

Ponto de impacto		Fonte de dano	Tipo de dano	Tipo de perda
Estrutura		S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
Nas proximidades de uma estrutura		S2	D3	L1 ^b , L2, L4
Linhas elétricas ou tubulações metálicas conectadas à estrutura		S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
Proximidades de uma linha elétrica ou tubulação metálica		S4	D3	L1 ^b , L2, L4
^a Somente para propriedades onde pode haver perdas de animais. ^b Somente para estruturas com risco de explosão, hospitais ou outras estruturas nas quais falhas em sistemas internos colocam a vida humana diretamente em perigo.				

Fonte: ABNT, 2015b.

4.3.2 Riscos e componentes de risco

4.3.2.1 Riscos

Os riscos R_1 , R_2 e R_3 devem ser considerados na avaliação da necessidade de proteção contra descargas atmosféricas.

- a) R_1 : Risco de perda de vida humana (incluindo ferimento);
- b) R_2 : Risco de perda de serviço ao público;
- c) R_3 : Risco de perda ao patrimônio cultural.

Para avaliar o risco, todos os seus componentes devem ser definidos e calculados. Cada risco é a soma de todos os seus componentes.

4.3.2.2 Componentes de risco devido a descargas diretas na estrutura

Os componentes de risco devido a descargas diretas na estrutura são:

- a) R_A : “componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora nas zonas até 3 m ao redor dos condutores de descidas. Perda de tipo L1 e, no caso de estruturas contendo

animais vivos, as perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também aumentar” (ABNT, 2015b, p.16).

- b) R_B : “componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem aumentar” (ABNT, 2015b, p.16).
- c) R_C : “componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana” (ABNT, 2015b, p.16).

4.3.2.3 Componente de risco devido a descargas indiretas na estrutura

O componente de risco devido a descargas indiretas na estrutura é:

- R_M : “componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP [...]” (ABNT, 2015b, p. 16).

4.3.2.4 Componentes de risco devido a descargas diretas nas linhas conectadas à estrutura

Os componentes de risco devido a descargas diretas nas linhas conectadas à estrutura são:

- a) R_U : “componente relativo a ferimentos aos seres vivos [...]” (ABNT, 2015b, p. 16);
- b) R_V : “componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão [...]” (ABNT, 2015b, p. 16);
- c) R_W : “componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobre tensões induzidas [...]” (ABNT, 2015b, p. 16).

4.3.2.5 Componente de risco devido a descargas indiretas nas linhas conectadas à estrutura

O componente de risco devido a descargas indiretas nas linhas conectadas à estrutura é:

- R_Z : “componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobre tensões induzidas [...]” (ABNT, 2015b, p. 17).

4.3.3 Seleção da componente de risco

As componentes de risco a serem considerados, na hora de definir o tipo de estrutura, podem ser vistos no Quadro 2.

Existem vários fatores que podem influenciar no gerenciamento de riscos os quais podem ser vistos no Quadro 3.

Quadro 2 - Componentes de risco a serem consideradas para cada tipo de perda em uma estrutura

Fonte de danos	Descarga atmosférica na estrutura S1			Descarga atmosférica perto da estrutura S2	Descarga atmosférica em uma linha conectada à estrutura S3			Descarga atmosférica perto de uma linha conectada à estrutura S4
Componente de risco	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Risco para cada tipo de perda								
R_1	*	*	* a	* a	*	*	* a	* a
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* b	*	*	*	* b	*	*	*
<p>^a Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possam colocar em perigo a vida humana.</p> <p>^b Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.</p>								

Fonte: ABNT, 2015b.

Desta forma é possível determinar as Equações (1) a (4).

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1} \quad (1)$$

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (2)$$

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (3)$$

$$R_4 = R_{A4}^2 + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}^2 + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (4)$$

Quadro 3 - Fatores que influenciam os componentes de risco

Características da estrutura ou dos sistemas internos (medidas de proteção)	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Área de exposição equivalente	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistividade da superfície do solo	X							
Resistividade do piso	X				X			
Restrições físicas, isolamento, avisos visíveis, equipotencialização do solo	X				X			
SPDA	X	X	X	X ^a	X ^b	X ^b		
Ligação ao DPS	X	X			X	X		
Interfaces isolantes			X ^c	X ^c	X	X	X	X
Sistema coordenado de DPS			X	X			X	X
Blindagem espacial			X	X				
Blindagem de linhas externas					X	X	X	X
Blindagem de linhas internas			X	X				
Precauções de roteamento			X	X				
Sistema de equipotencialização			X					
Precauções contra incêndios		X				X		
Sensores de fogo		X				X		
Perigos especiais		X				X		
Tensão suportável de impulso			X	X	X	X	X	X
^a Somente para SPDA tipo malha externa. ^b Devido a ligações equipotenciais. ^c Somente se eles pertencem ao equipamento.								

Fonte: ABNT, 2015b.

4.3.4 Risco tolerável

É de responsabilidade das autoridades identificar o risco tolerável. Esses valores representativos podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores típicos de risco tolerável

Tipo de perda		$R_T (y^{-1})$
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10^{-5}
L2	Perda de serviço ao público	10^{-3}
L3	Perda de patrimônio cultural	10^{-4}

Fonte: ABNT, 2015b.

Para perdas de valor econômico (L4), o anexo D da parte 2 da NBR 5419:2015b designa a rotina a ser seguida como comparação custo/benefício. Caso esta análise não seja possível, o valor representativo do risco tolerável que pode ser utilizado é igual 10^{-3} .

4.3.5 Metodologia para cálculo do risco

Os passos a seguir podem ser utilizados como procedimento básico para realizar o cálculo de risco.

- Identificar o tipo de estrutura;
- Identificar quais podem ser as perdas relevantes à estrutura;
- Identificar e calcular as componentes de risco (R_a , R_b , R_c , R_m , R_u , R_v , R_w , R_z);
- Verificar a necessidade de proteção, caso $R > R_T$ instalar SPDA adequado;
- Avaliar a eficiência do custo de proteção.

O equacionamento básico para cada componente de risco se dá pela conforme a Equação (5).

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X \quad (5)$$

Onde:

N_X = Número de eventos perigosos por ano;

P_X = Probabilidade de dano à estrutura;

L_X = Perda consequente.

O número de eventos perigosos (N_X) é afetado pela densidade de cargas atmosféricas para terra (N_G) e pelas características físicas de estrutura a ser protegida, sua vizinhança, linhas conectadas e o solo.

A probabilidade do dano (P_X) é afetada pelas características da estrutura a ser protegida, das linhas conectadas e das medidas de proteção existentes.

A perda consequente L_X é afetada pelo uso para o qual a estrutura foi projetada, a frequência das pessoas, o tipo de serviço fornecido ao público, o valor dos bens afetados pelos danos e as medidas providenciais para limitar a quantidade de perdas.

Desta forma, o risco deve ser calculado seguindo as Equações (6) a (13), e os parâmetros destas equações podem ser encontrados no Quadro 4 o qual faz referência à seção da parte 2 na norma NBR 5419:2015b a ser considerada para determinar o valor do parâmetro.

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \quad (6)$$

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (7)$$

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (8)$$

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (9)$$

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U \quad (10)$$

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \quad (11)$$

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W \quad (12)$$

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z \quad (13)$$

Quadro 4 - Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco

Símbolo	Denominação	Valor de acordo com a Seção
Número médio anual de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas		
N_D	— à estrutura	A.2
N_M	— perto da estrutura	A.3
N_L	— em uma linha conectada à estrutura	A.4
N_I	— perto de uma linha conectada à estrutura	A.5
N_{DJ}	— a uma estrutura adjacente (ver Figura A.5)	A.2
Probabilidade de uma descarga atmosférica na estrutura causar		
P_A	— ferimentos a seres vivos por choque elétrico	B.2
P_B	— danos físicos	B.3
P_C	— falha de sistemas internos	B.4
Probabilidade de uma descarga atmosférica perto da estrutura causar		
P_M	— falha de sistemas internos	B.5
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar		
P_U	— ferimentos a seres vivos por choque elétrico	B.6
P_V	— danos físicos	B.7
P_W	— falha de sistemas internos	B.8
Probabilidade de uma descarga atmosférica perto de uma linha causar		
P_Z	— falha de sistemas internos	B.9
Perda devido a		
$L_A = L_U$	— ferimentos a seres vivos por choque elétrico	C.3
$L_B = L_V$	— danos físicos	C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	— falha de sistemas internos	C.3, C.4, C.6

Fonte: ABNT, 2015b.

4.3.5.1 Cálculo de N_D

O número médio anual de eventos perigosos à estrutura devido às descargas atmosféricas deve ser determinado de acordo com a Equação (14).

A densidade de descargas atmosféricas pra terra está disponível no site do INPE através do seguinte link na internet: http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng. Quando o valor de N_G não estiver disponível, este pode ser estimado como 10% do número de dias de tempestades (T_D), o qual pode ser obtido através de mapas ceráunicos.

$$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} \quad (14)$$

Onde:

N_G : é a densidade de descargas atmosféricas para Terra;

A_D : é a área de exposição equivalente da estrutura em m²;

C_D : é o fator de localização da estrutura.

Área de Exposição equivalente da estrutura deve ser calculada ou medida utilizando-se uma projeção ao solo de três vezes altura da edificação, levando-se em conta as irregularidades do edifício, como projeções e saliências. Desta forma encontra-se que para esta edificação, $A_D = 6.694,87 \text{ m}^2$.

O fator de localização da estrutura deve ser determinado segundo a Tabela 3. Como a estrutura tem edificações vizinhas mais baixas, encontra-se que $C_D = 0,5$.

Tabela 3 - Fator de localização da estrutura

Localização relativa	C_D
Estrutura cercada por objetos mais altos	0,25
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
Estrutura isolada: nenhum outro objeto nas vizinhanças	1
Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	2

Fonte: ABNT, 2015b.

4.3.5.2 Cálculo de N_{Dj}

O número de eventos perigosos a uma estrutura adjacente deve ser determinado de acordo com a Equação (15).

$$N_{Dj} = N_G \times A_{Dj} \times C_{Dj} \times C_T \times 10^{-6} \quad (15)$$

Onde:

N_G : é a densidade de descargas atmosféricas para a terra;

A_{Dj} : é a área de exposição equivalente da estrutura adjacente;

C_{Dj} : é o fator de localização da estrutura adjacente;

C_T : é o fator tipo de linha.

O fator do tipo de linha (C_T) deve ser determinado de acordo com a Tabela 5.

4.3.5.3 Cálculo de N_M

O número médio anual de eventos perigosos ocorridos devido a descargas atmosféricas próximas à estrutura deve ser determinado de acordo com a Equação (16).

$$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6} \quad (16)$$

Onde

N_G : é a densidade de descargas atmosféricas para a terra;

A_M : é a área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem perto da estrutura, expressa em metro quadrado (m^2).

A área de exposição equivalente (A_M) é a área que se estende até uma distância de 500 m do perímetro da estrutura.

4.3.5.4 Cálculo de N_L

O número médio anual de sobretensões de amplitude não inferior a 1 kV (N_L) ocorridas devido a descargas atmosféricas na linha conectada à estrutura deve ser determinado de acordo com a Equação (17).

$$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6} \quad (17)$$

Onde:

N_G : é a densidade de descargas atmosféricas para a terra;

A_L : é a área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem a linha;

C_I : é o fator de instalação da linha;

C_T : é o fator tipo de linha;

C_E : é o fator ambiental.

A área de exposição equivalente de descargas que atingem a linha é determinada como 40 vezes o comprimento da linha. Quando o comprimento da linha não pode ser determinado, a este é assumido o valor de 1000 m.

Os fatores C_I , C_T e C_E são determinados de acordo com a Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6, respectivamente.

Tabela 4 - Fator de instalação da linha

Roteamento	C_I
Aéreo	1
Enterrado	0,5
Cabos enterrados instalados completamente dentro de uma malha de aterramento (ABNT NBR 5419-4:2015, 5.2).	0,01

Fonte: ABNT, 2015b.

Tabela 5 - Fator do tipo de linha

Instalação	C_T
Linha de energia ou sinal	1
Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)	0,2

Fonte: ABNT, 2015b.

Tabela 6 - Fator ambiental da linha

Ambiente	C_E
Rural	1
Suburbano	0,5
Urbano	0,1
Urbano com edifícios mais altos que 20 m.	0,01

Fonte: ABNT, 2015b.

4.3.5.5 Cálculo de N_I

O número médio anual de eventos perigosos ocorridos devido a descargas atmosféricas próximas à linha conectada à estrutura deve ser determinado de acordo com a Equação (18).

$$N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6} \quad (18)$$

Onde:

N_G : é a densidade de descargas atmosféricas para a terra;

A_I : é a área de exposição equivalente de descargas atmosféricas próximas à linha;

C_I : é o fator de instalação da linha;

C_T : é o fator tipo de linha;

C_E : é o fator ambiental.

A área de exposição equivalente de descargas próximas à linha é determinada como 4.000 vezes o comprimento da linha.

4.4 Avaliação da probabilidade de danos

4.4.1 Cálculo da probabilidade P_A

A probabilidade de uma descarga atingir a estrutura e provocar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico é determinada pela Equação (19).

$$P_A = P_{TA} \times P_B \quad (19)$$

Onde:

P_{TA} : depende das medidas de proteção adicionais contra tensões de toque e passo;

P_B : depende do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual o SPDA foi projetado.

Os valores de P_{TA} podem ser encontrados na Tabela 7 e os valores de P_B são obtidos na Tabela 8.

Tabela 7 - Valores de probabilidade P_{TA}

Medida de proteção adicional	P_{TA}
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos de alerta	10^{-1}
Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)	10^{-2}
Equipotencialização efetiva do solo	10^{-2}
Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida	0

Fonte: ABNT, 2015b.

Se mais que uma medida for tomada, P_{TA} é o produto dos valores correspondentes.

4.4.2 Determinação da probabilidade P_B

A probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos varia de acordo com o nível de proteção do SPDA, quando este for implantado. Esta probabilidade é definida pela Tabela 8.

Tabela 8 - Valores de probabilidade P_B

Características da estrutura	Classe do SPDA	P_B
Estrutura não protegida por SPDA	–	1
Estrutura protegida por SPDA	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Estrutura com subsistema de captação conforme SPDA classe I e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descida natural		0,01
Estrutura com cobertura metálica e um subsistema de captação, possivelmente incluindo componentes naturais, com proteção completa de qualquer instalação na cobertura contra descargas atmosféricas diretas e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descidas natural		0,001

Fonte: ABNT, 2015b.

4.4.3 Cálculo da probabilidade P_C

A probabilidade de uma descarga atingir a estrutura e causar falhas em sistemas internos é determinada pela Equação (20).

$$P_C = P_{SPD} \times C_{LD} \quad (20)$$

Onde:

P_{SPD} : depende do sistema coordenado de DPS e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP);

C_{LD} : é um fator que depende das condições da blindagem, aterramento e isolamento da linha a qual o sistema interno está conectado.

Valores de C_{LD} e de P_{SPD} são fornecidos pela Tabela 9 e pela Tabela 10.

Tabela 9 - Valores dos fatores C_{LD} e C_{LI}

Tipo de linha externa	Conexão na entrada	C_{LD}	C_{LI}
Linha aérea não blindada	Indefinida	1	1
Linha enterrada não blindada	Indefinida	1	1
Linha de energia com neutro multiaterrado	Nenhuma	1	0,2
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,3
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,1
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0
Cabo protegido contra descargas atmosféricas ou cabeamento em dutos para cabos protegido contra descargas atmosféricas, eletrodutos metálicos ou tubos metálicos	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	0	0
(Nenhuma linha externa)	Sem conexões com linhas externas (sistemas independentes)	0	0
Qualquer tipo	Interfaces isolantes de acordo com a ABNT NBR 5419-4	0	0

NOTA 3 Na avaliação da probabilidade P_C , valores de C_{LD} da Tabela B.4 referem-se aos sistemas internos blindados; para sistemas internos não blindados, $C_{LD} = 1$ pode ser assumido.

NOTA 4 Para sistemas internos não blindados:

- não conectados a linhas externas (sistemas independentes); ou
- conectados a linhas externas por meio de interfaces isolantes; ou
- conectados a linhas externas consistindo em cabo protegido contra descargas atmosféricas ou sistemas com cabeamento em dutos para cabos protegido contra descargas atmosféricas, eletrodutos metálicos ou tubos metálicos, interligados no mesmo barramento de equipotencialização que os equipamentos, um sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 não é necessário para reduzir P_C , desde que a tensão induzida U_I não for maior que a tensão suportável U_W do sistema interno ($U_I \leq U_W$). Para avaliação da tensão induzida U_I ver ABNT NBR 5419-4:2015, Anexo A.

Fonte: ABNT, 2015b.

4.4.4 Cálculo da probabilidade P_M

Quando houver um sistema de DPS coordenado, instalado conforme a NBR 5419:2015d parte 4, o valor da probabilidade de uma descarga atmosférica próxima à estrutura causar danos a sistemas internos deve ser calculado conforme a Equação (21).

$$P_M = P_{SPD} \times P_{MS} \quad (21)$$

Para sistemas internos os quais tenham a suportabilidade de tensão em não conformidade com as normas específicas do produto, deve-se assumir a probabilidade $P_M = 1$.

Tabela 10 - Valores da probabilidade P_{SPD}

NP	P_{SPD}
Nenhum sistema de DPS coordenado	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 2	0,005 – 0,001

NOTA 1 Um sistema de DPS coordenado é efetivo na redução de P_C somente em estruturas protegidas por um SPDA ou estruturas com colunas metálicas contínuas ou com colunas de concreto armado atuando como um SPDA natural, onde os requisitos de interligação e aterramento descritos na ABNT NBR 5419-3 forem satisfeitos.

NOTA 2 Os valores de P_{SPD} podem ser reduzidos para os DPS que tenham características melhores de proteção (maior corrente nominal I_N , menor nível de proteção U_P etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1:2015, Tabela A.3 para informação das probabilidades de corrente da descarga atmosférica e ABNT NBR 5419-1:2015, Anexo E e ABNT NBR 5419-4:2015, Anexo D ou a divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenham maiores probabilidades P_{SPD} .

Fonte: ABNT, 2015b.

A probabilidade P_{MS} leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura (K_{S1}), a eficiência da blindagem por malha de blindagem interna (K_{S2}), as características da fiação interna (K_{S3}) e a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido (K_{S4}), desta forma o P_{MS} deve ser calculado segundo a Equação (22).

$$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2 \quad (22)$$

Para obter os valores de cada parâmetro da Equação 22 deve-se utilizar o anexo B da NBR 5419:2015b nas páginas 44 e 45.

4.4.5 Cálculo da probabilidade P_U

A probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico (P_U), deve ser calculada através da Equação (23).

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (23)$$

Onde:

P_{TU} : depende das medidas de proteção contra tensões de toque;

P_{EB} : depende das ligações equipotenciais para descargas atmosféricas (EB) e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual o DPS foi projetado.

P_{LD} : é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a descargas atmosféricas na linha conectada à estrutura;

C_{LD} : é um fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha.

Os valores de P_{TU} podem ser encontrados na Tabela 11. Se mais de uma dessas medidas for tomada, o valor de P_{TU} será o produto destes valores. Os valores de P_{EB} podem ser encontrados na Tabela 12, os valores de P_{LD} na Tabela 13 e os de C_{LD} na Tabela 9.

Tabela 11 - Valores da probabilidade P_{TU}

Medida de proteção	P_{TU}
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos visíveis de alerta	10^{-1}
Isolação elétrica	10^{-2}
Restrições físicas	0

Fonte: ABNT, 2015b.

Tabela 12 - Valores da probabilidade P_{EB} em função de NP

NP	P_{EB}
Sem DPS	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 4	0,005 – 0,001

NOTA 4 Os valores de P_{EB} podem ser reduzidos para DPS que tenham melhores características de proteção (correntes nominais maiores I_N , níveis de proteção menores U_P etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1:2015, Tabela A.3, para informações da probabilidade de correntes de descargas atmosféricas, e ABNT NBR 5419-1:2015, Anexo E, e ABNT NBR 5419-4, Anexo D, para divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenha probabilidades maiores que P_{EB} .

Fonte: ABNT, 2015b.

Tabela 13 - Valores da probabilidade P_{LD}

Tipo da linha	Condições do roteamento, blindagem e interligação		Tensão suportável U_W em kV				
			1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia ou sinal	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento		1	1	1	1	1
	Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	$5\Omega/\text{km} < R_S \leq 20\Omega/\text{km}$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1\Omega/\text{km} < R_S \leq 5\Omega/\text{km}$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$R_S \leq 1\Omega/\text{km}$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Fonte: ABNT, 2015b.

4.4.6 Cálculo da probabilidade P_V

A probabilidade de uma descarga atmosférica causar danos físicos (P_V) deve ser calculada conforme a Equação (24).

$$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (24)$$

Onde:

P_{EB} : depende das ligações equipotenciais para descargas atmosféricas (EB) e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual o DPS foi projetado.

P_{LD} : é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a descargas atmosféricas na linha conectada à estrutura;

C_{LD} : é um fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha.

Os valores de P_{EB} , P_{LD} e C_{LD} podem ser encontrados nas tabelas dadas anteriormente, sendo estas as Tabelas Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 9 respectivamente.

4.4.7 Cálculo da probabilidade P_W

A probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar falha nos sistemas internos (P_W) de ser calculada segundo a Equação (25).

$$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (25)$$

Onde:

P_{SPD} : depende do sistema coordenado do DPS;

P_{LD} : é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a descargas atmosféricas na linha conectada à estrutura;

C_{LD} : é um fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha.

Os valores de P_{SPD} , P_{LD} e C_{LD} podem ser encontrados nas tabelas dadas anteriormente, sendo estas a Tabela 10, a Tabela 13 e a Tabela 9 respectivamente.

4.4.8 Cálculo da probabilidade P_Z

A probabilidade de uma descarga atmosférica próxima a uma linha conectada a estrutura causar falha nos sistemas internos (P_Z) de ser calculada segundo a Equação (26).

$$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI} \quad (26)$$

Onde:

P_{SPD} : depende do sistema coordenado do DPS;

P_{LI} : é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a descargas atmosféricas próximas à linha conectada à estrutura;

C_{LI} : é um fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha.

Os valores de P_{LD} e C_{LI} podem ser encontrados nas tabelas dadas anteriormente, sendo estas a Tabela 13 e a Tabela 9 respectivamente. Já os valores para P_{LI} devem ser encontrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Valores da probabilidade P_{LI} em função do tipo de linha

Tipo da linha	Tensão suportável U_W em kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Linhas de sinais	1	0,5	0,2	0,08	0,04

Fonte: ABNT, 2015b.

4.5 Identificação e cálculo das perdas

4.5.1 Perda da vida humana (L1)

A perda de vida humana pode ser provocada por diversos tipos de danos, sendo esses os danos D1, D2 e D3.

Desta forma é possível calcular o a perda L1 devida a cada tipo de dano conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Cálculo do tipo de perda L1

Tipo de dano	Perda típica
D1	$L_A = r_t \times L_T \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D1	$L_U = r_t \times L_T \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_t \times h_z \times L_F \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$

Fonte: ABNT, 2015b.

Onde:

L_T : é número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) (ver Quadro 6);

L_F : é número relativo médio típico de vítimas por danos físicos (D2) (ver Quadro 6);

L_O : é número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos (D3) (ver Quadro 6);

r_t : é um fator de redução da perda de vida humana dependendo do tipo do solo ou piso (ver Quadro 7);

r_p : é um fator de redução da perda que depende das providências tomadas para reduzir as consequências do incêndio (ver Quadro 8);

r_f : é um fator de redução da perda que depende do risco de incêndio ou do risco de explosão da estrutura (ver Quadro 9);

h_z : é um fator de aumento da perda devido a danos físicos (ver Quadro 10);

n_z : é o número de pessoas na zona;

n_t : é o número total de pessoas na estrutura;

t_z : é o tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona.

Quadro 6 - Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O

Tipos de danos	Valor de perda típico		Tipo da estrutura
D1 ferimentos	L_T	10^{-2}	Todos os tipos
D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Risco de explosão
		10^{-1}	Hospital, hotel, escola, edifício cívico
		5×10^{-2}	Entretenimento público, igreja, museu
		2×10^{-2}	Industrial, comercial
		10^{-2}	Outros
D3 falhas de sistemas internos	L_O	10^{-1}	Risco de explosão
		10^{-2}	Unidade de terapia intensiva e bloco cirúrgico de hospital
		10^{-3}	Outras partes de hospital

Fonte: ABNT, 2015b.

Quadro 7 - Fator de redução r_t em função do tipo de solo ou piso

Tipo de superfície ^b	Resistência de contato $k \Omega$ ^a	r_t
Agricultura, concreto	≤ 1	10^{-2}
Marmore, cerâmica	1 – 10	10^{-3}
Cascalho, tapete, carpete	10 – 100	10^{-4}
Asfalto, linóleo, madeira	≥ 100	10^{-5}
^a Valores medidos entre um eletrodo de 400 cm ² comprimido com uma força uniforme de 500 N e um ponto considerado no infinito. ^b Uma camada de material isolante, por exemplo, asfalto, de 5 cm de espessura (ou uma camada de cascalho de 15 cm de espessura) geralmente reduz o perigo a um nível tolerável.		

Fonte: ABNT, 2015b.

Quadro 8 - Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio

Providências	r_p
Nenhuma providência	1
Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	0,5
Uma das seguintes providências: instalações fixas operadas automaticamente, instalações de alarme automático ^a	0,2
^a Somente se protegidas contra sobretensões e outros danos e se os bombeiros puderem chegar em menos de 10 min.	

Fonte: ABNT, 2015b.

Quadro 9 - Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura

Risco	Quantidade de risco	r_f
Explosão	Zonas 0, 20 e explosivos sólidos	1
	Zonas 1, 21	10^{-1}
	Zonas 2, 22	10^{-3}
Incêndio	Alto	10^{-1}
	Normal	10^{-2}
	Baixo	10^{-3}
Explosão ou incêndio	Nenhum	0

Fonte: ABNT, 2015b.

Quadro 10 - Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial

Tipo de perigo especial	h_z
Sem perigo especial	1
Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	2
Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	5
Dificuldade de evacuação (por exemplo, estrutura com pessoas imobilizadas, hospitalais)	5
Alto nível de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes maior que 1 000 pessoas)	10

Fonte: ABNT, 2015b.

4.5.2 Perda de serviço público (L2)

A perda de serviço público pode ser provocada pelos danos D2 e D3.

Desta forma é possível calcular o a perda L2 devida a cada tipo de dano conforme o Quadro 11.

Quadro 11 – Calculo para tipo de perda L2

Tipo de dano	Perda típica
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$

Fonte: ABNT, 2015b.

Onde:

L_F : é o número relativo médio típico de usuários não servidos, resultante do dano físico (D2) devido a um evento perigoso (ver Quadro 12);

L_O : é o número relativo médio típico de usuários não servidos, resultante da falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Quadro 12);

r_p : é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências de incêndio (ver Quadro 8);

r_f : é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio (ver Quadro 9);

n_z : é o número de usuários servidos pela zona;

n_t : é o número total de usuários servidos pela estrutura.

Quadro 12 - Valores médios típicos de L_F e L_O para perda L2

Tipo de dano	Valor da perda típica		Tipo de serviço
D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Gás, água, fornecimento de energia
		10^{-2}	TV, linhas de sinais
D3 falhas de sistemas internos	L_O	10^{-2}	Gás, água, fornecimento de energia
		10^{-3}	TV, linhas de sinais

Fonte: ABNT, 2015b.

4.5.3 Perda inaceitável de patrimônio cultural (L3)

A perda de patrimônio cultural pode ser provocada por danos físicos (D2). Desta forma a o calculo da perda L3 deve ser conforme o Quadro 13.

Quadro 13 - Calculo para tipo de perda L3

Tipo de dano	Valor típico da perda
D2 danos físicos	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times c_z / c_t$

Fonte: ABNT, 2015b.

Onde:

L_F : é o valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Quadro 14);

r_p : é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências de incêndio (ver Quadro 8);

r_f : é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio (ver Quadro 9);

c_z : é o valor do patrimônio cultural na zona;

c_t : é o valor total da edificação e conteúdo da estrutura (soma de todas as zonas).

Quadro 14 - Valor médio típico de L_F para perda L3

Tipo de dano	Valor típico de perda		Tipo de estrutura ou zona
D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Museus, galerias

Fonte: ABNT, 2015b.

4.5.4 Perda econômica (L4)

A perda econômica pode ser provocada pelos danos D1, D2 e D3.

Desta forma é possível calcular o a perda L4 devida a cada tipo de dano conforme o Quadro 15.

Quadro 15 - Calculo para tipo de perda L4

Tipo de danos	Perda típica
D1	$L_A = r_t \times L_T \times c_a / c_t^a$
D1	$L_U = r_t \times L_T \times c_a / c_t^a$
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t^a$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times c_s / c_t^a$

Fonte: ABNT, 2015b.

Onde:

L_T : é o valor relativo médio típico de todos os valores danificados por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso (ver Quadro 16);

L_F : é o valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Quadro 16);

L_O : é o valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Quadro 16);

r_t : é um fator de redução da perda de animais dependendo do tipo do solo ou piso (ver Quadro 7);

r_p : é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências de incêndio (ver Quadro 8);

r_f : é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio ou do risco de explosão na estrutura (ver Quadro 9);

c_a : é o valor dos animais na zona;

c_b : é o valor da edificação relevante à zona;

c_c : é o valor do conteúdo da zona;

c_s : é o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona;

c_t : é o valor total da estrutura.

Quadro 16 - Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O para tipo de perda L4

Tipo de danos	Valor de perda típico		Tipo de estrutura
D1 ferimento devido a choque	L_T	10^{-2}	Todos os tipos onde somente animais estão presentes
D2 danos físicos	L_F	1	Risco de explosão
		0,5	Hospital, industrial, museu, agricultura
		0,2	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
		10^{-1}	Outros
D3 falha de sistemas internos	L_O	10^{-1}	Risco de explosão
		10^{-2}	Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial
		10^{-3}	Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
		10^{-4}	Outros

Fonte: ABNT, 2015b.

5 SISTEMA DE ATERRAMENTO

Um sistema de aterramento eficiente é tão importante que a NBR 5410:2004 diz que “**Toda edificação** deve dispor de uma infra-estrutura de aterramento, denominada ‘eletrodo de Aterramento’” (ABNT, 2004, p. 142, grifo nosso).

O aterramento tem como objetivo:

- a) Proteger o indivíduo de choques elétricos provocados por eventual contato com as partes metálicas de equipamentos energizados acidentalmente;
- b) Proteger as instalações contra descargas atmosféricas;
- c) Equipotencializar todas as estruturas da área do projeto;
- d) Garantir a atuação dos sistemas de proteção;

Desta forma percebe-se que um sistema mal aterrado pode levar à parada de equipamentos desnecessariamente, além de deixar o sistema desprotegido provocando a falha de equipamentos. Sem um sistema de aterramento eficaz, o risco de choque elétrico aumenta consideravelmente, além de aumentar os erros na medição de instrumentos, problemas de distorção harmônica, entre outros. As correntes de fuga devem ter um caminho bem dimensionado até o solo, caso contrário pode gerar risco à vida humana.

O aterramento é necessário não só para a segurança, mas também para evitar danos ao patrimônio. Um sistema de aterramento corretamente planejado melhorará a confiabilidade do equipamento além de reduzir a possibilidade de danos causados por fuga de corrente ou por descargas atmosféricas.

Existem dois tipos de aterramento diferentes:

- a) Aterramento do solo - é a conexão intencional de um condutor do neutro ao solo;
- b) Aterramento de equipamentos – é a conexão intencional de equipamentos ao solo através de condutores de proteção.

Os dois sistemas devem funcionar de forma separada, mas devem estar conectados entre si, evitando assim uma possível diferença de potencial.

5.1 Simbologia

Segundo a NBR 5410:2004 existe uma classificação dos esquemas de aterramento cuja primeira letra representa a situação da alimentação em relação à terra.

- T – ponto diretamente aterrado;
- I – todas as partes vivas isoladas ou ponto aterrado através de impedância;

A segunda letra é utilizada para representar a situação das massas da instalação elétrica em relação à terra.

- T – todas as massas estão diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;
- N – massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro);

Eventualmente outras letras podem ser usadas para definir a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção.

- S – funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;
- C – funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN).

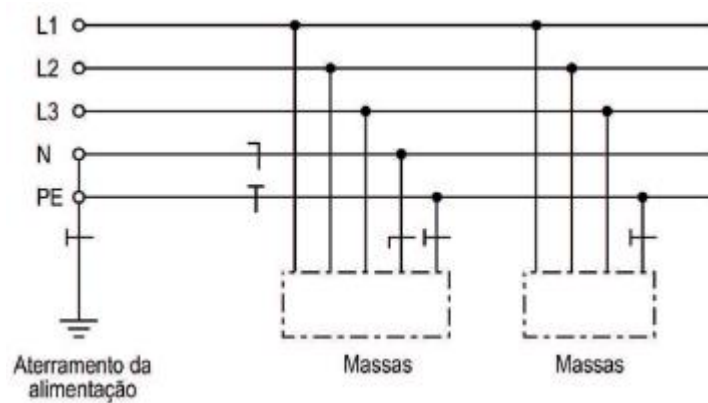
Existem basicamente três esquemas de aterramento. O TN (e suas variações), TT e IT, os quais serão descritos a seguir.

5.2 Esquema TN

Conforme indicado pela simbologia, o esquema TN tem o ponto de alimentação aterrado e as massas ligadas a este ponto também aterradas. O esquema TN permite três variações conforme a seguir:

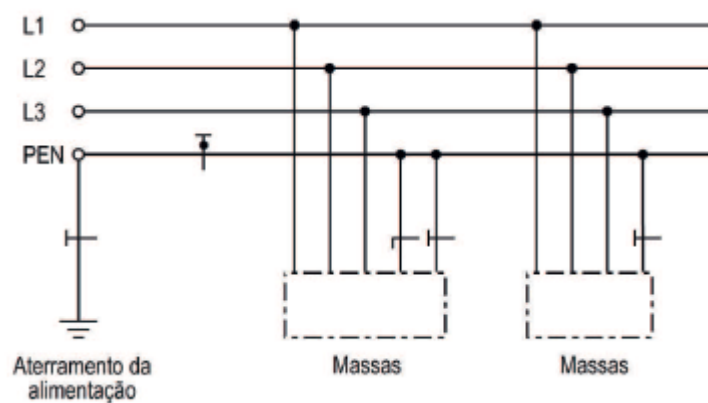
- a) TN-S: os condutores, neutro e de proteção são distintos (Figura 1);
- b) TN-C: as funções de neutro e de proteção estão unidas em um único condutor chamado de PEN (Figura 2);
- c) TN-C-S: é uma combinação dos esquemas anteriores, onde parte das massas tem condutores distintos para neutro e proteção e parte tem utiliza um único condutor para as duas funções (Figura 3);

Figura 1 - Esquema TN-S



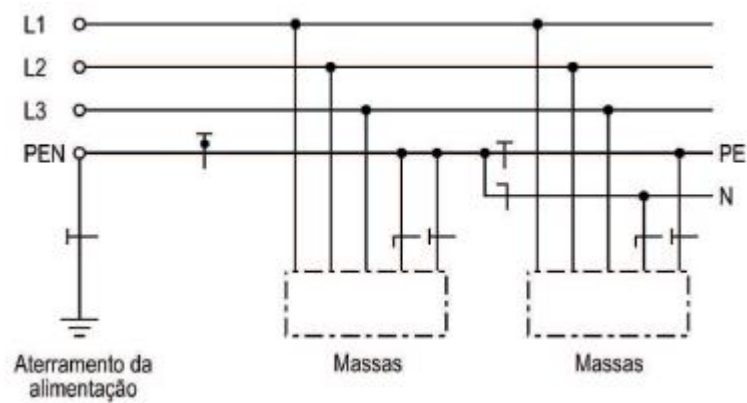
Fonte: ABNT, 2004.

Figura 2 - Esquema TN-C



Fonte: ABNT, 2004.

Figura 3 - Esquema TN-C-S

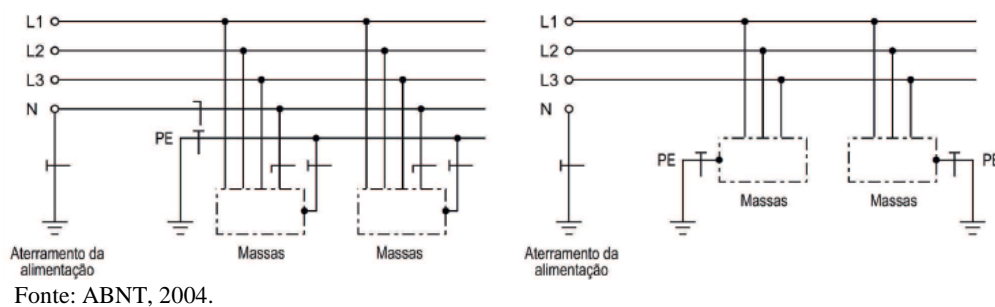


Fonte: ABNT, 2004.

5.3 Esquema TT

O esquema TT é constituído por um ponto de alimentação aterrado e massas aterradas individualmente ou em conjunto a um eletrodo de aterramento distinto ao aterramento da alimentação, conforme visto na Figura 4.

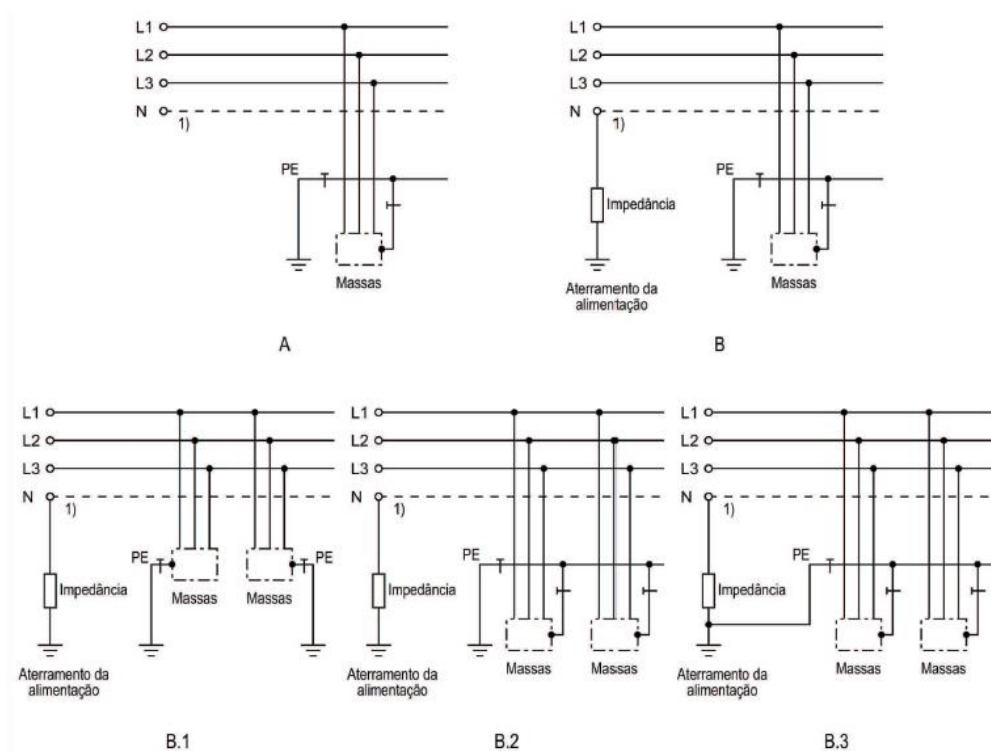
Figura 4 - Esquema TT



5.4 Esquema IT

O esquema IT, segundo a NBR 5410:2004, “todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância”, conforme pode ser visto na Figura 5. As massas podem ser aterradas em um mesmo eletrodo ou em aterramento individual.

Figura 5 - Esquema IT



5.5 Componentes de um Eletrodo de Aterramento

Os componentes de um eletrodo de aterramento são:

- a) Condutor de aterramento
- b) Conexão entre o condutor de aterramento e o eletrodo de aterramento
- c) Eletrodo de aterramento

5.6 Resistências

Idealmente, um aterramento deve ter zero ohm de resistência. Entretanto, sabemos que isto não é possível devido a características dos materiais utilizados no aterramento. O IEEE recomenda que a resistência de aterramento seja menor ou igual a 5,0 ohms. Deve-se então uma solução tão econômica quanto possível que atenda a esta recomendação.

5.6.1 Resistência entre o eletrodo de aterramento e a conexão

A resistência do eletrodo de aterramento geralmente é muito baixa. As hastes de aterramento geralmente são feitas de material altamente condutivo/com baixa resistência, como aço ou cobre.

5.6.2 A resistência de contato do solo em volta do eletrodo

A resistência de contato com o solo é praticamente nula desde que a haste esteja firmemente presa ao solo e livre de componentes como tinta e graxa que atrapalham o contato.

5.6.3 A resistência do solo em volta

O eletrodo de aterramento é envolvido pelo solo que, conceitualmente, é feito de conchas concêntricas com a mesma espessura. As conchas mais próximas do eletrodo têm a menor área, o que resulta no maior grau de resistência. Cada concha subsequente incorpora uma área maior, resultando em uma resistência menor. Por fim, atinge-se um ponto em que as conchas adicionais oferecem pouca resistência ao solo em volta do eletrodo.

5.6.4 Resistência de Aterramento

Existem quatro variáveis que afetam a resistência de aterramento de um sistema:

- a) Profundidade do eletrodo de aterramento;
- b) Diâmetro do eletrodo de aterramento;

- c) Número de eletrodos de aterramento;
- d) Design do sistema de aterramento.

5.6.4.1 Profundidade do Eletrodo de Aterramento

A profundidade com que é realizado o aterramento é muito importante, pois quanto mais profundo estiver o eletrodo, menor será a resistência de aterramento. Em locais que seja possível o congelamento do solo, é imprescindível que o eletrodo esteja posicionado abaixo da linha de congelamento para que a resistência de aterramento não seja influenciada pelo congelamento do solo tornando a resistência imprevisível.

Geralmente, ao dobrar o comprimento do eletrodo de aterramento, você pode reduzir o nível de resistência em mais 40%. Em terrenos compostos de pedra pode ser impossível posicionar as hastes de aterramento mais profundamente. Existe um material alternativo chamado cimento de aterramento que pode ser utilizado nestes casos.

5.6.4.2 Diâmetro do Eletrodo de Aterramento

Diferentemente da profundidade de aterramento, aumentar o diâmetro do eletrodo não reduz muito a resistência. Por exemplo, você pode dobrar o diâmetro de um eletrodo de aterramento e a sua resistência diminuiria somente em 10%.

5.6.4.3 Número de Eletrodos de Aterramento

Uma forma bastante eficiente de reduzir a resistência do aterramento é usar diversos eletrodos em paralelo. Prezando pela eficácia do aterramento, os eletrodos devem ter um espaçamento entre si maior ou igual ao tamanho da haste enterrada. Se este espaçamento não for observado, as áreas de influência dos eletrodos se sobreporão prejudicando a redução da resistência de aterramento.

5.6.4.4 Projeto do Sistema de Aterramento

Um único eletrodo enterrado no solo consiste em um sistema de aterramento extremamente simples e muito usado no país. Desenhos mais complexos, com várias hastes interligadas formando malhas, grades, ou outro design qualquer, aumentam significativamente a área de contato com o solo e reduzem as resistências de aterramento.

5.7 Manutenção

Devido à alta corrosividade de solos úmidos, salinos e de temperaturas elevadas, as hastes de aterramento podem corroer ou criar em sua superfície substâncias que podem aumentar a resistência de aterramento. Manutenções periódicas são necessárias para evitar os danos ao sistema de aterramento. Anualmente deve ser realizada, de forma preditiva, a verificação do sistema e possível manutenção caso a resistência de aterramento tenha aumentado.

A correção de possíveis problemas no sistema deve ser realizada substituindo ou adicionando hastes ao sistema.

5.8 Métodos de Medição de Aterramento

A norma NBR 15749:2009 versa sobre diversos métodos de realizar a medição de aterramento. São eles:

- a) Método síncrono à frequência industrial;
- b) Compensação capacitiva;
- c) Método do batimento;
- d) Terrômetro alicate;
- e) Medição com injeção de corrente com amperímetro e voltímetro e inserção de wattímetro adicional.

A norma ainda refere-se brevemente a outros três métodos alternativos para a medição da resistência de aterramento. Foi escolhido o método do Terrômetro alicate e o método da queda de potencial para detalhamento.

5.8.1 Terrômetro Alicate

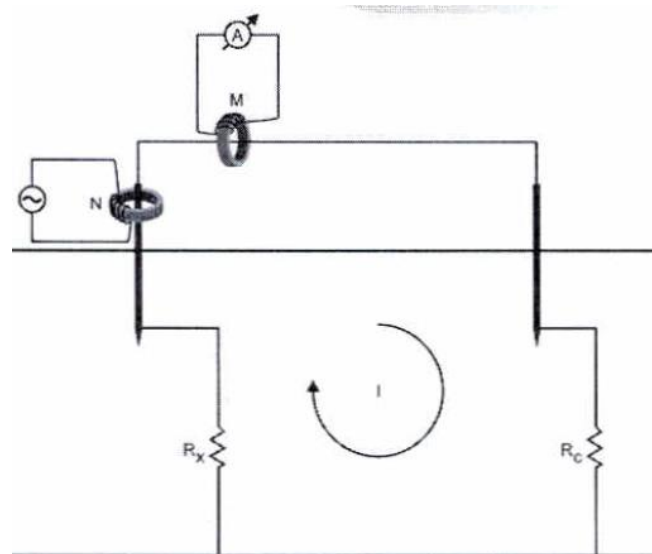
5.8.1.1 Princípio de operação

O método do Terrômetro alicate consiste em aplicar uma tensão na bobina cujo núcleo ferromagnético envolve um circuito fechado como indicado na Figura 6 a qual representa a única espira do secundário de um transformador. A tensão aplicada na bobina reproduzirá no circuito fechado uma força eletromotriz conhecida. Com outra bobina pode-se medir a corrente que passa pelo circuito.

Quando R_C for um conjunto de eletrodos dispostos em paralelo, pode-se considerar R_X muito maior que R_C . Desta forma o valor indicado pelo termômetro será igual à resistência R_X .

Sendo assim, como R_X muito maior que R_C , quando se aplica uma tensão E no eletrodo R_X , uma corrente I circula pelo eletrodo. Então é possível admitir R_X como a razão entre E e I .

Figura 6 - Princípio de funcionamento do Terrômetro alicate



Fonte: ABNT, 2009.

5.8.1.2 Detalhamento construtivo

Este equipamento consiste em um alicate com dois núcleos partidos, dimensionados para poder envolver o eletrodo de aterramento. Um dos núcleos gera a força eletromotriz e o outro núcleo é um transformador que realiza a medida da corrente que circula no circuito.

Estes equipamentos trabalham em frequências entre 1500 e 2500 Hz com o objetivo de atenuar perturbações na leitura, além de conter filtros de frequência.

5.8.1.3 Restrições

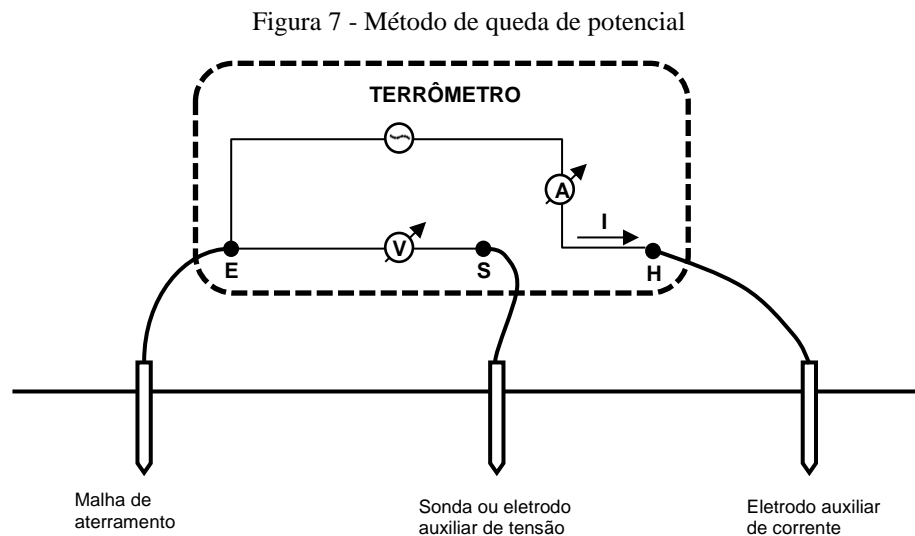
Apesar da simplicidade deste método de medição, algumas questões devem ser observadas.

- a) Este método não pode ser utilizado em aterramentos simples que não formam laço;
- b) A resistência de R_C deve ser muito menor que R_X ;
- c) A distância entre os eletrodos de aterramento deve ser suficientemente grande para que as zonas de influência dos eletrodos não se sobreponham;
- d) A resistência R_X deve ser percorrida por toda a corrente injetada no circuito.

5.8.2 Queda de Potencial

É recomendado para medição da resistência de aterramento através de equipamento específico (terrômetro).

Este método consiste em medir a tensão entre a malha de aterramento existente e o terra de referência fazendo circular uma corrente através da malha de aterramento passando pelo eletrodo de corrente, conforme visto na Figura 7.



Legenda

- I Corrente de ensaio
- S Borne para a sonda ou eletrodo auxiliar de potencial
- H Borne para o eletrodo auxiliar de corrente
- E Borne para a malha de aterramento sob medição

Fonte: ABNT, 2009.

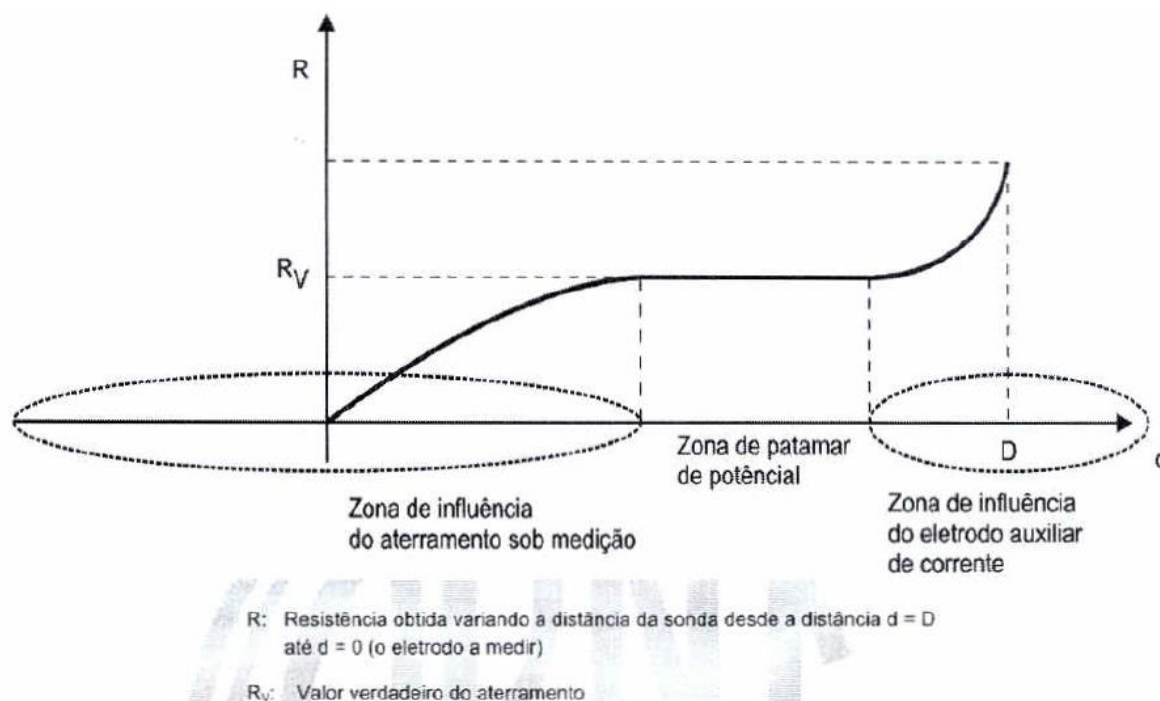
O terrômetro injeta corrente no terreno via o eletrodo auxiliar de corrente, a qual chega até a malha de aterramento. O eletrodo auxiliar de tensão tem o objetivo de medir a tensão entre a malha de aterramento e o eletrodo. Desta forma é possível ao terrômetro calcular uma resistência de aterramento.

É necessário afastar a estaca auxiliar de corrente o suficiente da malha de aterramento para que não haja sobreposição das zonas de influência.

O eletrodo de tensão deve estar cravado na zona do patamar de potencial devendo assim traçar a curva de aterramento. A resistência de aterramento encontra-se no patamar de potencial onde a resistência de aterramento tem a menor variação.

Deve-se construir um gráfico da resistência medida em função da distância do eletrodo de potencial até a malha de aterramento, como o gráfico da Figura 8. A resistência de aterramento será então a média de pelo menos três das medições que se encontram no patamar de potencial com variação máxima de 10%.

Figura 8 - Curva característica teórica da resistência de aterramento



Fonte: ABNT, 2009.

O eletrodo de corrente deve ficar a uma distância de pelo menos três vezes o tamanho da malha de aterramento. A variação do posicionamento do eletrodo de potencial deve ser de 5% a distância do eletrodo de corrente à malha de aterramento.

O eletrodo de aterramento deve ser posicionado de forma que não haja condutores energizados enterrados, tubulações metálicas ou contrapesos de linhas de transmissão.

Em locais densamente urbanizados torna-se impossível lançar os circuitos de corrente e potencial nas distâncias necessárias para fazer a medição de resistência.

Em locais com a malha de aterramento muito extensa, muitas vezes torna-se necessário estender os circuitos de corrente e potencial por vários quilômetros.

6 PROJETO LUMINOTÉCNICO

A partir do dia 21 de abril de 2013, entrou em vigor a norma da ABNT NBR ISO/ CIE 8995-1, a qual trata de iluminação para ambientes de trabalho. A parte 1 a qual esta norma se refere trata de ambientes interiores.

Um bom projeto de iluminação deve abranger um ambiente luminoso, uma boa distribuição da luminância, segurança visual (Iluminância), baixo nível de ofuscamento, direcionalidade das lâmpadas e também observância no aspecto da cor.

Tais características devem ser observadas e serão discutidas nas seções a seguir.

6.1 Conceitos importantes

6.1.1 Fluxo luminoso (ϕ)

É a radiação total emitida, em todas as direções, por uma lâmpada ou fonte luminosa qualquer. Tem sua unidade medida por Lúmen.

6.1.2 Intensidade luminosa

É a potencia da radiação luminosa medida em candelas (cd).

6.1.3 Iluminância

É a intensidade do fluxo luminoso que incide perpendicularmente sobre a área de 1 m². Tem sua medida realizada em LUX.

6.1.4 Luminância

É a razão da intensidade luminosa por unidade de área (cd/m²).

6.1.5 Ofuscamento (UGR)

De acordo com ABNT (2013b, p. 6), o “ofuscamento é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão, que pode ser experimentado tanto como um ofuscamento desconfortável quanto como um ofuscamento incapacitante”.

6.1.6 Reprodução de cor (R_a)

O R_a é o índice que representa a qualidade da fonte luminosa em reproduzir as cores reais dos objetos. Este tem o seu valor máximo em 100 e diminui à medida que reduz a qualidade de reprodução de cor.

É importante tanto para o desempenho visual quanto para a sensação de conforto e bem-estar. Não é recomendado que o índice de reprodução de cor seja menor que 80 em qualquer situação. O índice de reprodução de cor deve ser indicado pelos fabricantes das lâmpadas.

6.1.7 Área da tarefa

É parte da área do local de trabalho onde é realizada alguma tarefa.

6.1.8 Entorno imediato

É a zona, maior ou igual a 0,5 m, em torno da área da tarefa.

6.2 Requisitos básicos para projeto

No Quadro 35, no Anexo B Anexo C, estão representados os requisitos de iluminação recomendados pela norma para cada ambiente determinado.

Os requisitos listados são: Iluminância ($\overline{E_m}$, lux), Limite de Ofuscamento (UGR_L) e Índice de reprodução de cor (R_a).

É importante observar que a avaliação da iluminância também é determinada pela influência da refletância as quais variam de acordo com o tipo de material e a cor utilizada. As faixas de refletâncias úteis para as superfícies internas mais importantes são:

- Teto: 0,6 - 0,9;
- Paredes: 0,3 - 0,8;
- Planos de trabalho: 0,2 - 0,6;
- Piso: 0,1 - 0,5.

A uniformidade da iluminância é a relação entre o valor mínimo e o valor médio da iluminância e seu valor não deve ser menor que 0,7 na área da tarefa e 0,5 em seu entorno imediato.

6.3 Método dos Lúmens

O método dos lúmens consiste em determinar o fluxo total utilizando-se de informações características do ambiente além dos hábitos de utilização e de manutenção. O fluxo luminoso total deve ser determinado conforme a Equação (27).

$$\phi = \frac{S \times E_m}{u \times d} \quad (27)$$

Onde:

Φ = fluxo luminoso total, em lúmens;

S = área do recinto, em metros quadrados;

E_m = nível de iluminância requerida no ambiente, em luxes;


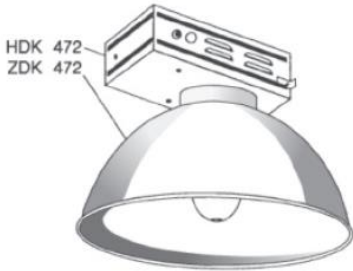
u = coeficiente de utilização;

d = fator de manutenção (depreciação);

6.3.1 Coeficiente de utilização

O coeficiente de utilização é um índice que relaciona o fluxo luminoso emitido pela luminária (fluxo total) e o fluxo recebido no plano de trabalho (fluxo útil). Este coeficiente deve ser determinado com ajuda de catálogos de produtores de luminárias, onde se relacionam o índice do local k e as suas refletâncias. A luminária deve ser escolhida tendo em vista o objetivo da instalação, os fatores econômicos, razões de decoração, facilidade de manutenção, etc. um exemplo deste catálogo pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Exemplo de catálogo de luminária

																					
HDK 472 c/ ZDK 472 – HPL-N 250W											SDK 472 c/ ZDK 472 – SON 400W										
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS										ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									
	751	731	711	551	531	511	331	311	000			751	731	711	551	531	511	331	311	000	
0,60	0,47	0,43	0,40	0,46	0,42	0,40	0,42	0,40	0,38		0,60	0,39	0,35	0,32	0,39	0,35	0,32	0,35	0,32	0,31	
0,80	0,54	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47	0,49	0,46	0,45		0,80	0,46	0,42	0,39	0,45	0,42	0,39	0,41	0,39	0,38	
1,00	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,52	0,54	0,52	0,51		1,00	0,51	0,47	0,45	0,50	0,47	0,44	0,47	0,44	0,43	
1,25	0,64	0,60	0,58	0,63	0,60	0,57	0,59	0,57	0,56		1,25	0,56	0,52	0,50	0,55	0,52	0,49	0,51	0,49	0,48	
1,50	0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,62	0,60	0,59		1,50	0,59	0,56	0,53	0,58	0,55	0,53	0,54	0,52	0,51	
2,00	0,71	0,69	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66	0,64		2,00	0,63	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57	0,56	
2,50	0,74	0,72	0,70	0,72	0,71	0,69	0,70	0,69	0,67		2,50	0,65	0,63	0,62	0,64	0,62	0,61	0,62	0,60	0,59	
3,00	0,75	0,74	0,72	0,74	0,73	0,71	0,72	0,71	0,69		3,00	0,67	0,65	0,64	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62	0,61	
4,00	0,77	0,76	0,74	0,76	0,74	0,73	0,73	0,72	0,71		4,00	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	
5,00	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	0,74	0,74	0,72		5,00	0,70	0,68	0,67	0,68	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	

Fonte: CREDER, 2016.

6.3.1.1 Índice do local (k)

O índice do local é determinado de acordo com as dimensões do ambiente e de como elas se relacionam. Este índice também é dado pela Equação (28).

$$k = \frac{c \times l}{h_m(c + l)} \quad (28)$$

Onde:

k = Índice do local;

c = Comprimento do local;

l = Largura do local;

h_m = Altura da luminária.

A altura da luminária é vista como a distância entre a fonte luminosa e o plano de trabalho.

6.3.1.2 Refletâncias

A refletância do teto, paredes e piso do ambiente é determinada por índice encontrada na Tabela 15.

Tabela 15 - Índice de reflexão típica

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

Fonte: CREDER, 2016.

6.3.2 Fator de manutenção

Para que um sistema se mantenha apto a iluminar adequadamente um ambiente por muito tempo, é necessário haver uma manutenção periódica de seus componentes. Para efeitos de cálculo, as características desta manutenção e do sistema em si são determinadas pelo fator de manutenção. O fator de manutenção é o fator que relaciona o nível de iluminância de um sistema novo com a iluminância mantida, sendo dado pela Equação (29).

$$d = FMFL \times FSL \times FML \times FMSS \quad (29)$$

Onde:

FMFL = Fator de depreciação do fluxo luminoso da lâmpada;

FSL = Fator de falha por envelhecimento da lâmpada;

FML = Fator de redução do fluxo devido ao acúmulo de sujeira nas luminárias;

FMSS = Fator de redução da refletância devido ao acúmulo de sujeira na sala.

Estes fatores podem ser obtidos com os fabricantes, ou através de curvas padrão médias, encontradas em publicações como a CIE 97.

A norma, em seu anexo D, fornece ainda algumas tabelas as quais exemplificam o fator de manutenção para sistemas de iluminação com diversos tipos de lâmpadas.

6.3.3 Número de Luminárias

O número de luminárias a ser utilizada no ambiente é definido na Equação (30) pela relação entre o fluxo total e o fluxo por luminárias.

$$n = \frac{\phi}{\varphi} \quad (30)$$

Onde:

n = número de luminárias;

φ = fluxo por luminárias, em lumens.

6.4 Índice de ofuscamento desconfortável

Todo sistema de iluminação causa certo nível de ofuscamento, o qual pode se tornar desconfortável dependendo tipo de trabalho a ser realizado no local. Este ofuscamento pode ser determinado pelo método UGR. A Tabela 16 fornece exemplos de limites máximos para UGR.

Tabela 16 - Exemplos de limites máximos de UGR_L

Desenho técnico	≤ 16
Leitura, escrita, salas de aula, computação, inspeções	≤ 19
Trabalho em indústria, exposições, recepção	≤ 22
Trabalho bruto, escadas	≤ 25
Corredores	≤ 28

Fonte: ABNT. 2013b.

No método tabular de avaliação do ofuscamento é apresentada uma tabela onde deve ser levado em conta a relação de espaçamento/altura e o fluxo luminoso da lâmpada a ser utilizada na luminária, além das características do ambiente como suas dimensões em relação com a altura e as refletâncias do teto, paredes e piso. A Tabela 17, apresentada pela norma é um exemplo de tabela utilizada neste método.

Tabela 17 - Tabela de classificação de ofuscamento corrigido padronizado (UGR)

Espaçamento de luminárias/altura de montagem acima dos olhos do observador $a/h=0,25$											
Refletâncias											
Teto	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	
Paredes	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	
Piso	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Dimensões		Classificação de ofuscamento corrigida – Fluxo luminoso 5 200									
X	Y	Através da linha de visão					Ao longo da linha de visão				
2H	2H	16,4	18,0	16,8	18,3	18,6	17,4	19,0	17,7	19,2	19,5
	3H	16,3	17,7	16,6	18,0	18,3	17,2	18,6	17,6	19,0	19,3
	4H	16,2	17,5	16,6	17,9	18,2	17,2	18,5	17,5	18,8	19,2
	6H	16,2	17,4	16,6	17,7	18,1	17,1	18,3	17,5	18,7	19,0
	8H	16,2	17,3	16,6	17,6	18,0	17,1	18,2	17,5	18,6	18,9
	12H	16,1	17,2	16,5	17,5	17,9	17,1	18,1	17,5	18,5	18,9
4H	2H	16,4	17,7	16,8	18,1	18,4	17,3	18,6	17,6	18,9	19,2
	3H	16,3	17,4	16,7	17,7	18,1	17,1	18,2	17,5	18,6	19,0
	4H	16,2	17,2	16,7	17,6	18,0	17,1	18,0	17,5	18,4	18,8
	6H	16,1	17,0	16,6	17,4	17,8	17,0	17,8	17,4	18,2	18,6
	8H	16,1	16,8	16,5	17,3	17,7	16,9	17,7	17,4	18,1	18,6
	12H	16,1	16,7	16,5	17,2	17,6	16,9	17,5	17,4	18,0	18,5
8H	4H	16,1	16,8	16,5	17,3	17,7	16,9	17,7	17,4	18,1	18,6
	6H	16,0	16,6	16,5	17,1	17,6	16,9	17,4	17,3	17,9	18,4
	8H	16,0	16,5	16,5	17,0	17,5	16,8	17,3	17,3	17,8	18,3
	12H	15,9	16,3	16,4	16,8	17,4	16,7	17,2	17,2	17,7	18,2
12H	4H	16,1	16,7	16,5	17,2	17,6	16,9	17,5	17,4	18,0	18,5
	6H	16,0	16,5	16,5	17,0	17,5	16,8	17,3	17,3	17,8	18,3
	8H	15,9	16,3	16,4	16,8	17,4	16,7	17,2	17,2	17,7	18,2

Fonte: ABNT, 2013b.

7 PROJETO ELÉTRICO

“Projeto é um empreendimento planejado que consiste num conjunto de atividades inter-relacionadas e coordenadas, com o fim de alcançar objetivos específicos dentro dos limites de um orçamento e de um período de tempo dados”. (PROCHONW, Schaffer, 1999 apud ONU, 1984)

Segundo Mamede Filho (2010, p. 1), tais atividades consistem em receber do interessado um conjunto de plantas:

- a) Planta de situação
- b) Planta baixa de arquitetura do prédio
- c) Planta baixa
- d) Plantas de detalhes

A planta baixa e a planta de situação foram obtidas junto à prefeitura, pois a igreja não tinha em sua posse nenhum desses documentos.

De acordo com Mamede Filho (2010, p. 1):

É importante, durante a fase de projeto, conhecer os planos expansionistas [...] da empresa e, se possível, obter detalhes de futuro aumento efetivo de carga, bem como o local de sua instalação.

Após ter as plantas em mãos é necessário que o projetista tenha conhecimento das condições do fornecimento de energia no local, além das características das cargas.

Todo projeto elétrico deve ser:

- a) Flexível – possibilitando mudanças em sua concepção de forma a readaptar facilmente as novas condições;
- b) Confiável – de forma que não haja faltas indevidas (acionamentos de proteção, surtos de tensão, curtos-circuitos, etc.) ou represente risco à estrutura ou aos usuários;
- c) Acessível – deve ser de fácil acesso a todos os equipamentos do projeto;
- d) Contínuo – deve ter o mínimo de interrupções quanto for possível.

Existem inúmeras edificações que são levantadas sem um projeto adequado às normas. A norma, em vigor, que estabelece as condições mínimas que devem ser utilizadas em uma instalação elétrica de baixa tensão é a NBR 5410:2004, além da NR 10:2004 que estabelece as medidas de controle e sistemas preventivos, para a segurança e a saúde dos trabalhadores em serviços com eletricidade. Há ainda outros livros que serão utilizados como referência para elaboração do projeto, como: Mamede Filho (2010), Cotrim (2009), Hélio Creder e o Cavalin e Servalin (2008).

7.1 Concepção do projeto

Nesta fase do projeto é muito importante seguir uma metodologia a fim de definir o dimensionamento dos materiais e equipamentos a serem utilizados, além de definir a coordenação da proteção do sistema.

Alguns passos devem ser seguidos nesta fase:

- a) Classificação da Instalação;
- b) Previsão de cargas de Iluminação e Pontos de Tomadas;
- c) Divisão de cargas terminais;
- d) Localização dos quadros de distribuição de circuitos terminais;
- e) Localização do quadro de distribuição geral;
- f) Localização da subestação.

7.1.1 Classificação da Instalação

A Agência Nacional de Energia Elétrica, utilizando-se de sua Resolução Normativa 414 é quem classifica a edificação.

7.1.2 Previsão de cargas de Iluminação e de Pontos de Tomadas

Para realizar o levantamento de cargas é necessário ter conhecimento das dimensões dos recintos para que o dimensionamento seja realizado segundo a norma.

A carga de iluminação deve ser levantada utilizando-se de sua norma específica (NBR ISO/CIE 8995-1), seguindo o recomendado na NBR 5410:2004 capítulo 4.2.1.2.2 a) que determina que a carga de iluminação deva ser determinada através da utilização da norma

NBR 5413:1992. Entretanto, a NBR ISO/CIE 8995-1 em seu prefácio informa que ela cancela e substitui a norma anterior.

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados nestes locais.

Em banheiros deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada e a este deve ponto deve ser atribuída uma potência mínima de 600 VA conforme a norma.

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1 (ABNT, 2004, p. 183).
- a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente.[...] (ABNT, 2004, p. 184).

Estas e outras orientações sobre número de pontos de tomada e atribuição de potência podem ser encontradas no capítulo 9.5.2.2 da NBR 5410:2004.

Em cozinhas e áreas de serviço deve ser determinado um ponto de tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, com 600 VA para os três primeiros pontos e 100 VA para os demais pontos.

Em salas e áreas de convivência deve ser usado um ponto de tomada para cada 5m ou fração de perímetro, com 100 VA para cada ponto.

7.1.3 Carga Instalada

Carga Instalada é a soma das potências nominais [kW] dos equipamentos elétricos de uma unidade consumidora que estejam em condições de entrar em funcionamento depois de concluídos os trabalhos de instalação. É fundamental para o dimensionamento do padrão de entrada do consumidor, sendo necessário seguir alguns critérios.

Devem consideradas as cargas mínimas estabelecidas pela concessionária de energia elétrica. No caso em estudo, a concessionária EDP fornece estas informações no Anexo A da norma de Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição.

A Carga Instalada é calculada de acordo com a Equação (31).

$$P_{Inst} = (P_{Illum.} + P_{TUG}) \times fd_1 + \sum P_{TUE} \times fd_2 \quad (31)$$

Onde:

P_{Inst} – Carga Total Instalada;

$P_{Illum.}$ – Potência de Iluminação;

P_{TUG} – Potência de TUG's;

P_{TUE} – Potência de TUE's;

fd_1 – Fator de demanda para Iluminação e tomadas de uso geral;

fd_2 – Fator de demanda para tomadas de uso específico.

7.1.4 Divisão de cargas terminais

A divisão de cargas terminais consiste em dividir a carga geral em blocos, onde cada bloco deverá receber um quadro de distribuição terminal com alimentação e proteção individualizada.

Para que a divisão da instalação em circuitos terminais seja feita de forma satisfatória, algumas considerações foram tomadas:

- Todos os equipamentos previstos com corrente nominal superior a 10 A, constituem um circuito independente; (ABNT, 2004, p. 182).
- A cozinha, a área de serviço e locais análogos, foram alimentados com circuitos exclusivos para as tomadas; (ABNT, 2004, p. 182).
- Em ambientes com área superior a 100 m² (Área de Convivência, Templo e Mezanino Inferior), foram previstos ao menos dois circuitos de iluminação; (ABNT, 1996, p. 3).
- Os circuitos de tomadas de uso geral foram divididos a fim de obter uma corrente nominal máxima de 10 A, a fim de proteger as tomadas de uma eventual sobrecarga.

7.1.5 Espaço de reserva nos quadros de distribuição

Segundo a norma NBR 5410 (ABNT, 2004), é muito importante deixar espaço de reserva para ampliações futuras. O número mínimo de espaços deve levar em conta a quantidade de circuitos dentro do quadro e deve variar conforme o Quadro 17.

Quadro 17 - Espaço de reserva em quadros de distribuição

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

Fonte: ABNT, 2004.

7.1.6 Localização dos quadros de distribuição de circuitos terminais

Localização dos quadros de distribuição de circuitos terminais – deve seguir as seguintes condições:

- No centro de carga (sempre que possível)
- Próximo à linha geral dos dutos de alimentação
- Afastado da passagem de funcionários
- Em ambientes bem iluminados
- Em locais de fácil acesso
- Em locais não sujeitos a gases corrosivos, inundações, trepidações, etc.
- Em locais de temperatura adequada

7.1.7 Localização do quadro de distribuição geral

Localização do quadro de distribuição geral – deve ser instalado preferencialmente na subestação ou próxima a esta;

7.1.8 Localização da subestação

Localização da subestação – é comum receber as plantas já com a indicação do local.

7.2 Dimensionamento de condutores

Os seguintes métodos são usados para o dimensionamento dos circuitos: (ABNT, 2004, p.113)

- a) Capacidade de condução de corrente;
- b) Proteção contra sobrecarga;
- c) Proteção contra curtos-circuitos;
- d) Queda de tensão;
- e) Seção mínima.

7.2.1 Capacidade de condução de corrente

A corrente transportada por cada condutor, em serviço contínuo, deve ser tal que este não ultrapasse a temperatura máxima admitida por este condutor. A temperatura máxima admitida em serviço contínuo para os condutores de PVC é de 70°C e para os condutores de EPR/XLPE é de 90°C. (ABNT, 2004, p. 100)

A capacidade de condução de corrente dos condutores deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo as componentes harmônicas, afetada dos fatores de correção aplicáveis.

Os fatores básicos que envolvem o dimensionamento de condutores são:

- Tensão nominal;
- Frequência nominal;
- Potência ou corrente de carga a ser suprida;
- Fator de potência da carga;
- Tipo de sistema [de alimentação] [...];
- Método de instalação dos condutores;
- Natureza de carga: iluminação, motores, capacitores, retificadores, etc.;
- Distância de carga ao ponto de suprimento;
- Corrente de curto-circuito.

O dimensionamento de condutores deve ser realizado de acordo com a grandeza da carga da instalação. Esta pode variar de acordo com o sistema de alimentação, podendo ser:

- a) Monofásico a dois condutores

- b) Monofásico a três condutores
- c) Trifásico a três condutores
- d) Trifásico a quatro condutores

Independente do sistema de alimentação é necessário saber o método de referência dos condutores. Este método será usado para o dimensionamento correto dos mesmos. Os métodos de referência podem ser vistos detalhadamente no Quadro 18.

Os métodos de instalação aos quais os métodos de referência do Quadro 18 se referem, podem ser vistos no Anexo A, no Quadro 34.

A Tabela 57 do Anexo A devem ter seus valores corrigidos, caso a temperatura ambiente circundante difira de 30° ou a tempera do solo, caso o condutor esteja enterrado, difira de 20°C.

Quadro 18 - Métodos de Referência

Referência	Descrição
A1	Condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante
A2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante
B1	Condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira
B2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira
C	Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira
D	Cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo
E	Cabo multipolar ao ar livre
F	Cabos unipolares justapostos (na horizontal, vertical ou em trifólio) ao ar livre
G	Cabos unipolares espaçados ao ar livre

Fonte: MAMEDE FILHO, 2010.

Neste caso, deve ser aplicado um Fator de Correção de Temperatura que pode ser encontrado na Tabela 58.

Os valores de condução de corrente encontrados na Tabela 57 são para 2 ou 3 condutores carregados, quando existe mais de um circuito no mesmo conduto, este valores de capacidade de condução de corrente precisam ser corrigidos.

Um fator muito importante para o correto dimensionamento do circuito é saber encontrar a corrente nominal (I_{nom}), a qual pode ser calculada segundo a Equação (32).

$$I_{nom} = \frac{P}{t \cdot Vn \cdot \cos \varphi \cdot \eta} \text{ }^i \quad (32)$$

Onde:

I_{nom} : Corrente nominal

P : Potência Ativa

t : É um fator que vale 1 para circuitos monofásicos e $\sqrt{3}$ para circuitos trifásicos

Vn : Tensão Nominal do circuito

$\cos \varphi$: Fator de potência do circuito

η : Rendimento

Depois de calculado a corrente de projeto, utiliza-se a dos fatores de correção de temperatura e de agrupamento para encontrar a corrente de projeto fictícia, conforme pode ser visto na Equação (33).

$$I_b = \frac{I_{nom}}{FCT \cdot FCA} \quad (33)$$

Onde:

I_{nom} : Corrente nominal

I_b : Corrente de projeto

FCT : Fator de correção de temperatura

FCA : Fator de correção de agrupamento

Tendo o conhecimento do tipo de cabo a ser utilizado (PVC ou EPR/XLPE), do Método de Referência (A1, A2, B1, B2, C, D, E, F, G), utiliza-se da corrente de projeto fictícia para encontrar o cabo cuja capacidade de condução de corrente seja igual ou imediatamente superior.

ⁱ Esta equação não compreende os valores de correntes harmônicas que foram desconsideradas para efeito de cálculo neste projeto.

7.2.2 Proteção contra sobrecarga

Para que haja segurança na proteção de condutores contra sobrecarga, as condições das Equações (34) e (35) devem ser atendidas.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (34)$$

$$I_2 \leq 1,45I_z \quad (35)$$

Onde:

I_b : Corrente de projeto;

I_n : Corrente nominal do dispositivo de proteção;

I_z : Capacidade de condução de corrente do condutor, considerando as condições reais de instalação;(COTRIM, 2009, p. 350)

I_2 : Corrente convencional de atuação, em disjuntores, ou corrente convencional de fusão, em fusíveis.ⁱⁱ

7.2.3 Proteção contra curtos-circuitos

Os dispositivos de proteção devem ser capazes de interromper a corrente de curto circuito sem que haja danos à sua estrutura e aos condutores a eles ligados. Ou seja, a capacidade de interrupção do dispositivo de proteção deve ser maior ou igual à corrente de curto circuito presumida no ponto de aplicação do dispositivo de proteção.

A corrente de curto circuito deve atender as Equações (36) e (37).

$$\int_0^t [i(t)]^2 \times dt \leq I_{cs}^2 \times t \quad (36)$$

$$I_{cs}^2 \times t \leq K^2 \times S^2 \quad (37)$$

Onde:

$K = 115$ para condutores de cobre isolação de PVC;

$K = 135$ para condutores de cobre isolação de EPR e XLPE;

ⁱⁱ Esta é a corrente que provoca a atuação do dispositivo no tempo especificado (1h para disjuntores de corrente nominal menor ou igual a 63A e 2h para corrente nominal maior que 63A).

S = seção do cabo em mm²;

I_{cs} = corrente de curto circuito presumida simétrica;

t = duração do curto circuito em segundos.

A corrente de curto circuito presumida pode ser calculada a partir da Equação (38) para sistemas trifásicos, e da Equação (39) para sistemas monofásicos em circuitos com tensões 127/220V.

$$I_k = \frac{12,7}{\sqrt{\frac{162}{I_{k0}^2} + \frac{57 \cdot \cos \varphi_{k0} \cdot l}{I_{k0} S} + \frac{5l^2}{S^2}}} \quad (38)$$

$$I_k = \frac{12,7}{\sqrt{\frac{162}{I_{k0}^2} + \frac{57 \cdot \cos \varphi_{k0} \cdot l}{I_{k0} S} + \frac{20l^2}{S^2}}} \quad (39)$$

Onde:

I_k = Corrente de curto circuito presumida em um ponto k;

I_{k0} = Corrente de curto circuito presumida inicial;

l = Comprimento do circuito;

S = Seção do condutor;

$\cos \varphi_{k0}$ = fator de potência dada em função da corrente de curto I_{k0} .

O fator de potência do curto circuito pode ser encontrado na Tabela 19 e a corrente de curto circuito presumida no secundário do transformador trifásico na Tabela 18.

Tabela 18 - Corrente de curto circuito presumida no secundário do transformador trifásico.

Potência do transformador (kVA)	I_k (kA)	
	127/220 V	220/380 V
15	1,12	0,65
30	2,25	1,30
45	3,37	1,95
75	5,62	3,25
112,5	8,44	4,88
150	11,25	6,51
225	13,12	7,59
300	17,50	10,12
500	26,24	15,19
750	39,36	22,78
1 000	52,49	30,37

Fonte: CREDER, 2016.

Tabela 19 - Fator de potência em função de I_{k0}

K_{ϕ} (kA)	1,5 a 3	3,1 a 4,5	4,6 a 6	6,1 a 10	10,1 a 20	Acima de 20
$\cos \phi_k$	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,25

Fonte: CREDER, 2016.

7.2.4 Queda de tensão

Aparelhos elétricos e eletrônicos são produzidos para operar em uma determinada faixa de tensão com uma tolerância pequena. Esta tolerância também é determinada pela norma NBR 5410:2004, conforme listado a seguir.

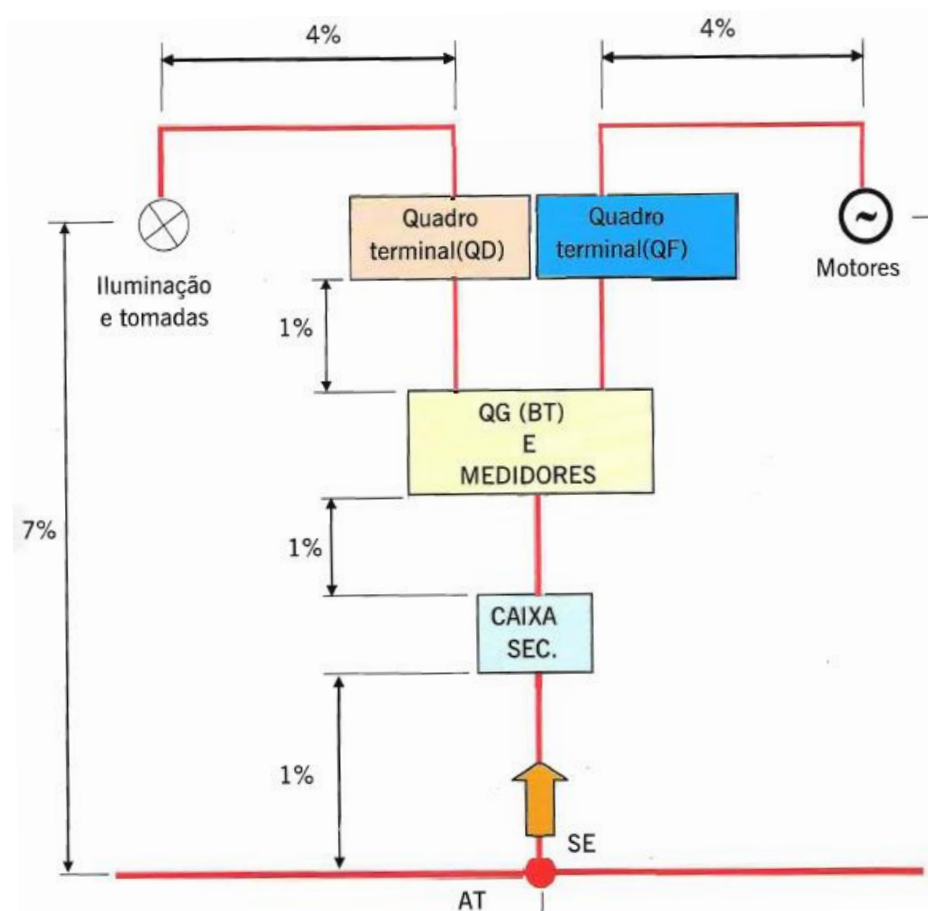
- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;

- d) 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

A norma também deixa claro que a queda de tensão nos circuitos terminais não pode ser maior que 4% e norma técnica da concessionária, em sua seção 6.3.7.a, limita a queda de tensão entre o ponto de entrega e a medição em 1%. A Figura 10 exemplifica bem o que foi descrito pela norma, referente a queda de tensão admissível.

A NBR 5410:2004 também estabelece que a queda de tensão na partida do motor não deve ultrapassar a 10% da respectiva tensão nominal. Para o cálculo da queda de tensão no cabo de alimentação do quadro de distribuição é necessário levar em consideração o carregamento dos outros circuitos em regime.

Figura 10 - Limites de Queda de Tensão Admissível



Fonte: CAVALIN E CERVELIN, 2008

Sendo assim, pode-se utilizar a Equação (40) para determinar a queda de tensão unitária do circuito.

$$\Delta V = \frac{\Delta V_{\%} \times V}{I_b \times l} \quad (40)$$

Onde:

ΔV = Queda de tensão;

$\Delta V_{\%}$ = Queda de tensão percentual;

I_b = Corrente de projeto;

l = Comprimento do circuito.

Tabela 20 - Queda de tensão em V/A.km

Seção nominal (mm) ²	Eletroduto e eletrocalha ¹ (material magnético) Cabo Superastic, Cabo Superastic Super e Afumex 750 V		Eletroduto e eletrocalha ¹ (material não-magnético) Cabo Superastic, Cabo Superastic Super e Afumex 750 V			
	Circuito monofásico e trifásico		Circuito monofásico		Circuito trifásico	
	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95
1,5	23	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	14	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14
10	3,54	4,2	3,63	4,23	3,17	3,67
16	2,27	2,7	2,32	2,68	2,03	2,33
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44
120	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36
150	0,37	0,35	0,35	0,34	0,31	0,30
185	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25
240	0,29	0,25	0,26	0,24	0,23	0,21
300	0,27	0,22	0,23	0,20	0,21	0,18
400	0,24	0,20	0,21	0,17	0,19	0,15
500	0,23	0,19	0,19	0,16	0,17	0,14

Notas:

1. As dimensões do eletroduto e da eletrocalha adotadas são tais que a área dos cabos não ultrapassa 40% da área interna destes.
2. Temperatura do condutor = 70 °C.

Fonte: COTRIM, 2009.

Utilizando-se da Tabela 20 é possível encontrar qual a menor queda de tensão admissível e assim determinar a bitola do cabo a ser utilizado devido ao critério de queda de tensão.

7.2.5 Seção mínima

7.2.5.1 Condutor Fase

A seção mínima dos condutores de fase deve seguir o Quadro 19, onde:

- As seções são mínimas ditadas por razões mecânicas;
- Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força;
- Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm²;
- Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

Quadro 19 - Seção mínima do condutor fase

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

Fonte: ABNT, 2004.

7.2.5.2 Condutor Neutro

Segundo a norma NBR 5420:2004 todo circuito deve ter seu próprio condutor neutro e este não pode ser comum a outro circuito. A seção dos condutores neutro pode ser menor que a dos condutores fase, desde que seja conforme a Tabela 21. No caso da presença de harmônicos, é tratado pela norma, de forma especial, nas seções 6.2.6.2.3 a 6.2.6.2.6.

Tabela 21 - Seção reduzida do condutor neutro

Seção dos condutores de fase mm ²	Seção reduzida do condutor neutro mm ²
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185
¹⁾ As condições de utilização desta tabela são dadas em 6.2.6.2.6.	

Fonte: ABNT, 2004.

7.2.5.3 Condutor de Proteção

Os condutores de proteção são obrigatórios em todos os circuitos da instalação, assim como a NBR 5410:2004 deixa claro na seção 5.1.2.2.3.6, onde diz que: “Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão”.

Entretanto a mesma norma, na seção 6.4.3.1.5, autoriza que um mesmo condutor de proteção seja comum a mais de um circuito desde que corretamente dimensionado para o pior caso. Seja pelo método de cálculo, como visto na Equação (41), ou conforme Tabela 22 com base na maior seção de condutor contido no eletroduto.

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} \quad (41)$$

Tabela 22 - Seção mínima do condutor de proteção

Seção dos condutores de fase S mm ²	Seção mínima do condutor de proteção correspondente mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: ABNT, 2004.

7.3 Proteção e coordenação

Frequentemente os sistemas elétricos sofrem com curto-circuito, sobrecarga, subtensão e sobretensão. Todo sistema elétrico deve ser munido de um sistema coordenado que proteja as instalações dos problemas citados. Segundo Mamede Filho (2010, p. 459), todo sistema de proteção eficiente deve seguir aos requisitos de seletividade, exatidão e segurança e sensibilidade.

Os dispositivos de proteção mais utilizados são:

- Condutores de Proteção;
- Disjuntores (sobrecorrentes);
- Dispositivos de corrente diferencial residual (DR's);
- DPS (sobretensões);
- Fusíveis;
- Relés térmicos de sobrecarga.

7.3.1 Disjuntores (sobrecorrentes)

Todo circuito deve ser protegido por disjuntores de proteção unipolares ou multipolares, conforme a necessidade do circuito, de forma a garantir o seccionamento de todas as fases do circuito simultaneamente.

A corrente nominal do disjuntor (dispositivo de proteção), deve ser maior ou igual à corrente de projeto do circuito e menor ou igual à capacidade de condução de corrente dos condutores com base no tipo de instalação utilizada, como pode ser visto na Equação (34).

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (34)$$

Como também é possível ver na Equação (35), a capacidade de condução de corrente do condutor, também deve ser pelo menos 45% maior que a corrente convencional de atuação do dispositivo, no caso deste ser um fusível.

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (35)$$

Segundo uma nota na NBR 5410:2004, quando não for assumir que a temperatura limite de sobrecarga seja mantida por um tempo superior a 100h por 12 meses consecutivos, a Equação (35) deve ser substituída pela Equação (42).

$$I_2 \leq I_Z \quad (42)$$

Segundo o COTRIM e o CAVALIN E CERVELIN, para determinar a corrente do disjuntor, deve-se levar em conta a altitude a ser instalado o dispositivo, além de um aumento de 10 °C à temperatura ambiente, caso não haja ventilação forçada no quadro de distribuição.

7.3.2 Dispositivos de corrente diferencial residual (DR's)

O uso de DR's é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos, não dispensando portanto o uso de aterramento e de equipotencialização do sistema.

Tendo em vista o uso do esquema de aterramento TN-S, onde o condutor de proteção e os condutores de neutro são distintos, é admitido o uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual (DR). Observa-se em esquemas TN-C, os condutores de proteção e neutro são comuns, portanto se este dispositivo for ligado em um circuito com este esquema, ele não oferecerá proteção contra corrente diferencial residual.

A NBR 5410:2004 indica o uso obrigatório de DR's de alta sensibilidade (30 mA ou inferior) nos seguintes casos:

- a) circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- b) circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- c) circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- d) circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- e) os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

7.3.3 DPS (sobretensões)

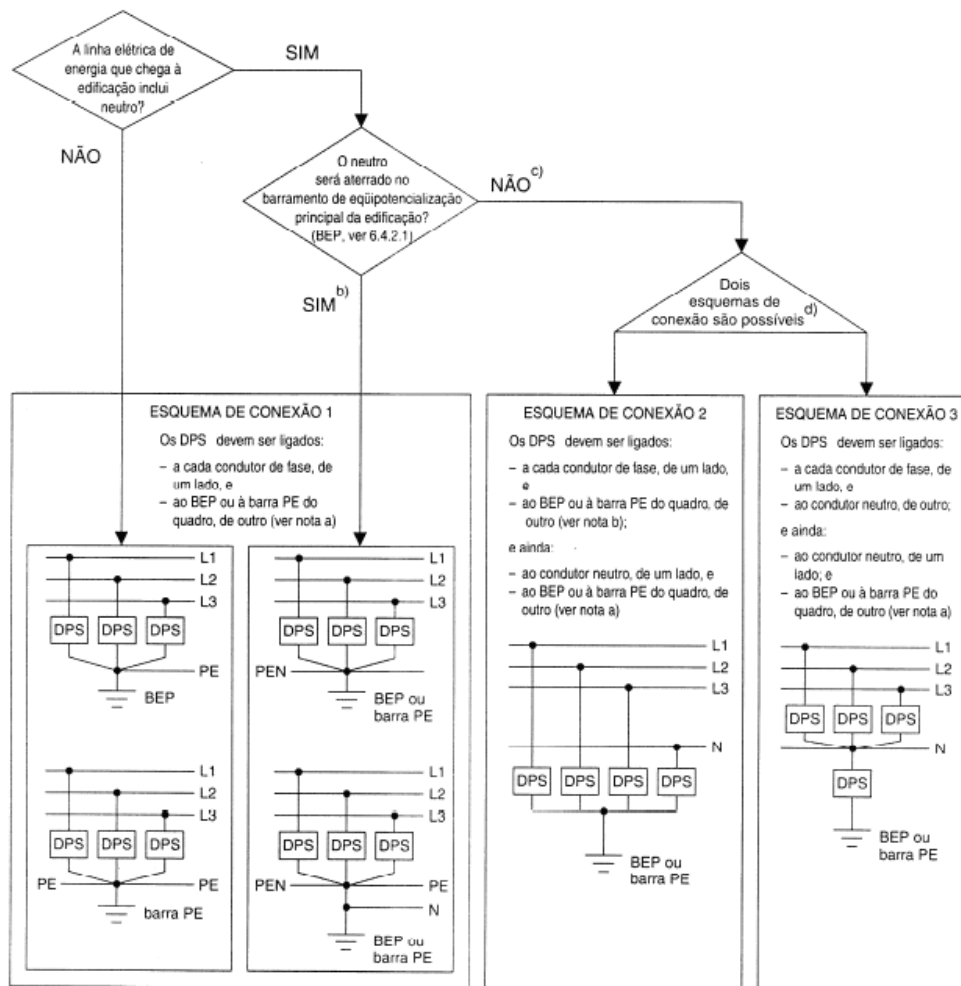
Os DPS's são dispositivos de proteção contra surtos de tensão, a fim de proteger contra sobretensões transitórias.

Os DPS devem ser instalados no quadro de distribuição principal, caso o objetivo seja a proteção contra sobre tensões provocadas por descargas atmosféricas transmitidas pela linha ou por sobre tensões de manobra, ou junto ao ponto de entrada da linha na edificação, quando o objetivo também for o de proteger contra sobre tensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação.

A NBR 5410:2004 também disponibiliza um fluxograma que auxilia na escolha do esquema de conexão. Este fluxograma pode ser visto na Figura 11.

Os DPS devem ser selecionados com base no nível de proteção, na máxima tensão de operação contínua, na suportabilidade a sobre tensões temporárias, na corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e na suportabilidade à corrente de curto circuito.

Figura 11 - Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal da edificação



NOTAS

a) A ligação ao BEP ou à barra PE depende de onde, exatamente, os DPS serão instalados e de como o BEP é implementado, na prática. Assim, a ligação será no BEP quando:

- o BEP se situar a montante do quadro de distribuição principal (com o BEP localizado, como deve ser, nas proximidades imediatas do ponto de entrada da linha na edificação) e os DPS forem instalados então junto do BEP, e não no quadro; ou
- os DPS forem instalados no quadro de distribuição principal da edificação e a barra PE do quadro acumular a função de BEP.

Por consequência, a ligação será na barra PE, propriamente dita, quando os DPS forem instalados no quadro de distribuição e a barra PE do quadro não acumular a função de BEP.

b) A hipótese configura um esquema que entra TN C e que prossegue instalação adentro TN C, ou que entra TN C e em seguida passa a TN S (aliás, como requer a regra geral de 5.4.3.6). O neutro de entrada, necessariamente PEN, deve ser aterrado no BEP, direta ou indiretamente (ver figura G.2). A passagem do esquema TN C a TN S, com a separação do condutor PEN de chegada em condutor neutro e condutor PE, seria feita no quadro de distribuição principal (globalmente, o esquema é TN-C-S).

c) A hipótese configura três possibilidades de esquema de aterramento: TT (com neutro), IT com neutro e linha que entra na edificação já em esquema TN S.

d) Há situações em que um dos dois esquemas se torna obrigatório, como a do caso relacionado na alínea b) de 6.3.5.2.6

Fonte: ABNT, 2004.

O nível de proteção (U_p) deve ser compatível com a categoria II de suportabilidade de impulsos indicada no Quadro 20.

Quadro 20 - Suportabilidade a impulso exigível dos componentes da instalação

Tensão nominal da instalação V		Tensão de impulso suportável requerida kV			
		Categoria de produto			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos com neutro	Produto a ser utilizado na entrada da instalação	Produto a ser utilizado em circuitos de distribuição e circuitos terminais	Equipamentos de utilização	Produtos especialmente protegidos
		Categoria de suportabilidade a impulsos			
		IV	III	II	I
120/208 127/220	115–230 120–240 127–254	4	2,5	1,5	0,8
220/380, 230/400, 277/480	—	6	4	2,5	1,5
400/690	—	8	6	4	2,5

Fonte: ABNT, 2004.

A mínima tensão de operação contínua (U_c) varia de acordo com o esquema de aterramento e deve ser maior ou igual ao indicado pelo Quadro 21.

Quadro 21 - Valor mínimo de U_c exigível do DPS, em função do esquema de aterramento

DPS conectado entre				Esquema de aterramento				
Fase	Neutro	PE	PEN	TT	TN-C	TN-S	IT com neutro distribuído	IT sem neutro distribuído
X	X			$1,1 U_o$		$1,1 U_o$	$1,1 U_o$	
X		X		$1,1 U_o$		$1,1 U_o$	$\sqrt{3} U_o$	U
X			X		$1,1 U_o$			
	X	X		U_o		U_o	U_o	

Fonte: ABNT, 2004.

A IEC 61643-1 prevê quais são ensaios aos quais o DPS deve ser submetido, a fim de prover proteção a suportabilidade a sobre tensões temporárias.

A corrente nominal de descarga (I_n) e corrente de impulso (I_{imp}) deve ser designado com base na situação a qual o DPS será utilizado. (ver seção 6.3.5.2.4 d da NBR 5410:2004)

A suportabilidade a corrente de curto circuito deve ser maior ou igual a corrente de curto circuito presumida no ponto de instalação.

A coordenação entre os DPS, quando necessário, deve seguir orientação do fabricante.

Os condutores de conexão do DPS devem ser mais curtos e retilíneos quanto for possível o qual não deve exceder 50 cm. A seção nominal do condutor para os DPS classe I deve ser de no mínimo 16 mm² e para os DPS classe II de no mínimo 4 mm², conforme NBR 5410 (ABNT, 2004, p. 136).

7.4 Bomba de Incêndio

Categorizado como um serviço de segurança, o sistema de alimentação da bomba de incêndio de ser ligado antes da chave geral e após o medidor de serviço ficando assim independente do sistema de proteção geral da edificação. Desta forma, no caso de um incêndio, a chave geral de alimentação da edificação poderá ser desligada sem prejuízo ao funcionamento do serviço de segurança.

Para o cálculo da corrente de projeto de motores deve-se levar em conta o rendimento e o fator de serviço quando estes forem especificados. A queda de tensão na partida de motores não pode ultrapassar 10% da respectiva tensão nominal.

O circuito da bomba de incêndio não deve ser utilizado para o cálculo da demanda geral, nem para determinar a forma de ligação da edificação à rede de alimentação. Entretanto, esta ligação deve ter características que suportem o funcionamento do sistema de combate a incêndio independente das demais cargas.

7.5 Equipotencialização

Segundo a NBR 5410 (ABNT,2004), “todas as massas de uma instalação devem estar ligadas a condutores de proteção” e “em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal”.

É possível perceber então que a norma vem a estabelecer vários critérios para a equipotencialização dos elementos da edificação. Segundo a norma, os elementos devem ser equipotencializados são:

- a) as armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação;
- b) as tubulações metálicas de água, de gás combustível, de esgoto, de sistemas de ar-condicionado, de gases industriais, de ar comprimido, de vapor etc., bem como os elementos estruturais metálicos a elas associados;
- c) os condutos metálicos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- d) as blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- e) os condutores de proteção das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- f) os condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previstos no entorno da edificação;
- g) os condutores de interligação provenientes de eletrodos de aterramento de edificações vizinhas, nos casos em que essa interligação for necessária ou recomendável;
- h) o condutor neutro da alimentação elétrica, salvo se não existente ou se a edificação tiver que ser alimentada, por qualquer motivo, em esquema TT ou IT ;
- i) o(s) condutor(es) de proteção principal(is) da instalação elétrica (interna) da edificação. (ABNT, 2004, p. 145)

A mesma norma também admite que alguns elementos não sejam equipotencializados.

- a) suportes metálicos de isoladores de linhas aéreas fixados à edificação que estiverem fora da zona de alcance normal;
- b) postes de concreto armado em que a armadura não é acessível;
- c) massas que, por suas reduzidas dimensões (até aproximadamente 50 mm x 50 mm) ou por sua disposição, não possam ser agarradas ou estabelecer contato significativo com parte do corpo humano, desde que a ligação a um condutor de proteção seja difícil ou pouco confiável. (ABNT, 2004, p. 37)

7.5.1 Localização

O barramento de equipotencialização principal (BEP) deve ser posicionado junto ao ponto de entrada de forma que todos os elementos possam ser conectados a este direta ou indiretamente.

Os condutores conectados ao BEP devem prover da possibilidade de ser desconectados individualmente com o uso de ferramenta.

Uma equipotencialização local pode ser necessária por uma razão funcional ou para proteger contra choques.

Cada edificação de uma mesma propriedade deve conter um barramento de equipotencialização principal.

7.5.2 Dimensionamento de condutores de equipotencialização principal

Os condutores de equipotencialização principal devem ser maiores ou iguais à metade do maior condutor de proteção, onde sua seção mínima não passe de 6 mm² para condutores de cobre, 16 mm² para condutores de alumínio ou 50 mm² caso o condutor seja de aço.

A norma também permite que o condutor de equipotencialização principal em cobre seja limitado 25 mm² ou a uma seção equivalente caso seja de outro metal.

7.5.3 Dimensionamento de condutores de equipotencialização suplementar

Os condutores de equipotencialização suplementar devem:

- a) o condutor destinado a equipotencializar duas massas da instalação elétrica deve possuir uma condutância igual ou superior à do condutor PE de menor seção ligado a essas massas;
- b) o condutor destinado a equipotencializar uma massa da instalação elétrica e um elemento condutivo não pertencente à instalação elétrica deve possuir uma condutância igual ou superior à metade da do condutor de proteção ligado a essa massa; (ABNT, 2004, p. 152)

Esses mesmos condutores em cobre são limitados minimamente a 2,5 mm², caso sejam providos de proteção contra danos mecânicos, e 4 mm² caso não sejam, e também são limitados ao mínimo de 16 mm² em qualquer caso para condutores em alumínio.

7.5.4 Tipos de condutores

Elementos metálicos como tubulações de água, tubulações de gases, líquidos combustíveis ou inflamáveis, elementos de construção sujeitos a esforços mecânicos em serviço normal,

eletrodutos flexíveis, exceto quando concebidos para esse fim, e partes metálicas flexíveis, **não** são admitidos como condutor de equipotencialização.

7.6 Eletrodutos

A NBR 5410 (2004, p. 120) também normatiza critérios para a seleção de eletrodutos.

Nas instalações elétricas abrangidas pela norma só devem ser utilizados produtos comercializados expressamente como eletrodutos, os quais devem ser não-propagantes de chama, que atendam a características técnicas de esforço mecânico, químico, elétrico e térmico. No interior de eletrodutos só deve passar condutores ou cabos isolados.

7.6.1 Taxa de ocupação

A norma estabelece ainda que a taxa de ocupação do eletroduto não deve ser superior a:

- 53% quando há um condutor;
- 31% quando há dois condutores;
- 40% quando há três ou mais condutores.

7.6.2 Comprimento máximo

O comprimento máximo para dos eletrodutos não deve ultrapassar a 15 m para o interior de edificações e 30 m para o seu exterior, sem que pelo trecho haja a presença de caixas de passagens ou outros equipamentos.

Se no trecho houver curvas de 90°, os limites dados anteriormente devem ser diminuídos em 3 m para cada curva, no máximo três, ou 270° no total. Não são admitidas curvas maiores que 90°.

Emendas e derivações de condutores jamais podem ficar dentro dos eletrodutos, para tanto se deve utilizar caixas de passagem. Condutores danificados também não são admitidos dentro de eletrodutos.

7.7 Padrão de Entrada

A REN 414 (ABNT, 2010), estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica no país. Para o estabelecimento do padrão de entrada é importantíssimo a consulta aos

padrões da concessionária. Neste caso, será usado o padrão técnico de fornecimento de energia elétrica em tensão secundária em edificações individuais da EDP (2016), o qual estabelece “critérios, condições gerais e limites de fornecimento de energia elétrica em tensão de distribuição secundária, em edificações individuais, na área de concessão da EDP ESCELSA, para as instalações consumidoras novas, bem como, em reformas e ampliações das unidades existentes” (EDP, 2016, p. 4).

O dimensionamento do padrão de entrada deve ser selecionado com base na categoria da unidade consumidora, a qual varia conforme a carga instalada, e conforme a tensão de alimentação. Seus valores são tabelados como pode ser visto na Tabela 32.ⁱⁱⁱ

O padrão de entrada deve possuir aterramento de forma que interligue o condutor neutro do ramal de entrada e a caixa de medição, quando esta for metálica. Este ponto de aterramento não deve ser mais do que 50 cm distante do medidor. O condutor deve ser de cobre nu protegido por eletroduto de PVC rígido. Este ponto de aterramento também não deve ser utilizado como ponto principal para o sistema de aterramento ou SPDA.

ⁱⁱⁱ Para outras tabelas que atendam a categorias de instalação e a tensões de alimentação diferentes, consultar ao padrão técnico da EDP.

8 ANÁLISE TARIFÁRIA

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) é o órgão regulador, vinculado ao Ministério de Minas e Energia, que dispõe as resoluções que normatizam não só à tarifação, mas também a geração, a distribuição e outros.

Para o correto procedimento de análise tarifária, deve-se utilizar a REN 414:2010 que segundo ANEEL (2010, p.1) “Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada”. A legislação em vigor que rege as normas para a aplicação das bandeiras tarifárias é a REN 547:2013. Segundo a ANEEL (2013, p.2) em seu art. 6º, “A aplicação das bandeiras tarifárias deve ser efetivamente operacionalizada pelas distribuidoras a partir de janeiro de 2015”.

A análise tarifária é o método pelo qual pode ser verificado se a instalação encontra-se enquadrado no melhor método de tarifação o qual irá gerar o menor custo à unidade. Tal procedimento pode até resultar em uma redução de custos, mas isto não é uma regra visto que a instalação pode já estar enquadrada no método tarifário correto.

8.1 Classificação das Unidades Consumidoras

As unidades consumidoras devem ser classificadas segundo a atividade exercida e a utilização da energia elétrica. Tais unidades podem ser classificadas como:

- Residencial;
- Industrial;
- Comercial, serviço e outras atividades;
- Rural;
- Poder público;
- Iluminação pública;
- Serviço público;
- Consumo próprio.

A tensão de fornecimento também é um fator importante nesta classificação, onde esta pode ser:

- Tensão secundária em rede aérea;

- Tensão secundária em sistema subterrâneo;
- Tensão primária de distribuição < 69 kV;
- Tensão primária de distribuição ≥ 69 kV;
- Casos especiais.

Há ainda, dadas as características anteriores, a distinção das unidades em dois grupos, sendo o Grupo A composto de unidades que são fornecidas em tensão de alimentação maior ou igual a 2,3 kV, e o Grupo B composto de unidades que são fornecidas com tensão de alimentação menor que 2,3 kV.

Os grupos A e B podem ainda ser divididos em subgrupos classificados por suas características de tensão e finalidade de uso da energia, conforme pode ser visto no Quadro 22.

Quadro 22 – Classificação em grupos da unidade consumidora

GRUPO A		GRUPO B	
Subgrupo	Característica	Subgrupo	Característica
A1	> 230 kV	B1	Residencial
A2	88 a 138 kV	B2	Rural
A3	69 kV	B3	Demais Classes
A3a	30 a 44 kV	B4	Iluminação Pública
A4	2,3 a 25 kV		
AS	< 2,3 kV Subterrâneo		

Fonte: ANEEL, 2010.

Dado o disposto, pode-se classificar a unidade de estudo, sendo um templo religioso, como unidade comercial de tensão secundária em rede aérea, grupo B, subgrupo B3.

8.2 Modalidades Tarifárias

A norma ainda dispõe sobre as possíveis modalidades tarifárias que podem incidir sobre a unidade consumidora.

A Modalidade Tarifária Convencional pode ser empregada tanto para unidades do grupo A, também chamada de binômia, tarifando tanto a demanda de potência (kW) quanto o consumo de energia (kWh), quanto do grupo B, também chamada de monômia, tarifando apenas o consumo de energia.

As Modalidades Tarifárias Horárias também são empregadas aos dois grupos. Cada modalidade tem os seus próprios requisitos de classificação como pode ser visto a seguir.

A Modalidade Tarifária Horária Branca é utilizada apenas em unidade do grupo B excetuando-se o subgrupo B4 e as unidades de Baixa Renda do subgrupo B1. Nesta modalidade apenas o consumo de energia é tarifado de acordo com o horário de utilização, se em horário de ponta (HP), horário intermediário (INT) ou de fora de ponta (FP).

O horário de ponta é o período de três horas consecutivas em que o sistema regional é mais exigido, portanto tem uma tarifação diferenciada. Este horário é aprovado pela ANEEL para cada área de concessão e tem suas exceções definidas na REN 414:2010. O horário intermediário é o período de duas horas, sendo uma antes do horário de ponta e uma depois do horário de ponta, compreendendo um período de transição entre o horário de ponta e o horário de fora de ponta. O horário de fora de ponta compreende às dezenove horas restantes do dia em que o horário de ponta e o intermediário devem ser empregados e as vinte e quatro horas do dia em que não deve.

A Modalidade Tarifária Horária Verde deve ser empregada a todas as unidades do grupo A. Nesta modalidade são tarifadas tanto o consumo de energia quanto a demanda de potência, sendo que somente a energia tem a tarifa diferenciada no horário de ponta, e a demanda de potência tem apenas uma tarifa.

A Modalidade Tarifária Horária Azul, também aplicada apenas ao grupo A, mantém tarifas diferenciadas para os horários de ponta e de fora de ponta, tanto para o consumo de energia quanto para a demanda de potência. Estes são dependentes também do período do ano, sendo classificados como período seco ou período úmido.

O período seco compreende os sete meses entre maio e novembro e o período úmido compreende os cinco meses restantes entre dezembro e abril do ano seguinte.

9 ESTUDO DE CASO

9.1 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Nesta parte do projeto é realizada uma análise de risco da edificação, a fim de verificar a necessidade de implantar um sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

Os riscos a serem calculados são os riscos R_1 (Risco de perda de vida humana) e R_3 (Risco de perda de patrimônio cultural). O risco R_2 não é necessário por não haver perda de serviço público.

9.1.1 Identificação de perdas relevantes à estrutura

É possível identificar que a estrutura, por ser uma igreja com grande afluência de pessoas, pode ter perdas de vida humana (L1) e perda de patrimônio cultural (L3).

9.1.2 Identificação e cálculo das componentes de risco

A estrutura foi dividida em duas zonas, onde a zona Z1 refere-se à área externa à estrutura e a zona Z2 à área interna à edificação. Os quadros a seguir registram os valores de cada componente de risco identificado.

O Quadro 23, traz as características da estrutura além de informações do entorno do local a ser protegido.

Quadro 23 – Características da estrutura e do meio ambiente

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km ² /ano)		N_G	1,7	INPE:2018
Área de exposição equivalente da estrutura (m ²)		A_D	6.694,87	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	C_D	0,5	Tabela 3
SPDA	Nenhum	P_B	1	Tabela 8
Ligação equipotencial	Nenhuma	P_{EB}	1	Tabela 12
Blindagem espacial externa	Nenhuma	K_{S1}	1	(ver norma Equação B.5)

Fonte: Produção do próprio autor.

O Quadro 24, traz informações sobre a linha de energia e os seus fatores correspondentes.

Quadro 24 – Linha de energia

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)		L_L	1.000	
Fator de instalação	Enterrada	C_I	0,5	Tabela 4
Fator tipo de linha	Linha de BT	C_T	1	Tabela 5
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,1	Tabela 6
Blindagem da linha (Ω/km)	Não blindada	R_S	-	Tabela 13
Blindagem, aterramento, isolamento	Nenhuma	C_{LD}	1	Tabela 9
		C_{LI}	1	
Estrutura adjacente	Nenhuma	L_J, W_J, H_J	-	
Fator de localização da estrutura adjacente	Nenhuma	C_{DJ}	-	Tabela 3
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)		U_W	2,5	
		K_{S4}	0,4	(ver norma Equação B.7)
		P_{LD}	1	Tabela 13
		P_{LI}	0,3	Tabela 14

Fonte: Produção do próprio autor.

O Quadro 25, traz informações sobre a linha de sinal e os seus fatores correspondentes.

Quadro 25 – Linha de sinal

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)		L_L	1.000	
Fator de instalação	Aéreo	C_I	1	Tabela 4
Fator tipo de linha	Linha de BT	C_T	1	Tabela 5
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,1	Tabela 6
Blindagem da linha (Ω/km)	Não blindada	R_S	-	Tabela 13
Blindagem, aterramento, isolamento	Nenhuma	C_{LD}	1	Tabela 9
		C_{LI}	1	
Estrutura adjacente	Nenhuma	L_J, W_J, H_J	-	
Fator de localização da estrutura adjacente	Nenhuma	C_{DJ}	-	Tabela 3
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)		U_W	2,5	
		K_{S4}	0,4	(ver norma Equação B.7)
		P_{LD}	1	Tabela 13
		P_{LI}	0,3	Tabela 14

Fonte: Produção do próprio autor.

O Quadro 26, traz as informações de proteção para a área externa à estrutura, denominada zona Z1, além de seus fatores.

Quadro 26 – Fatores válidos para a Z1

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Tipo de piso	Concreto	r_t	10^{-2}	Quadro 7

Parâmetros de entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)		Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela 7
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		Nenhuma	P_{TU}	1	Tabela 11
Risco de incêndio		Nenhum	r_f	0	Quadro 9
Proteção contra incêndio		Nenhuma	r_p	1	Quadro 8
Blindagem espacial interna		Nenhuma	K_{S2}	1	(ver norma Equação B.6)
Energia	Fiação interna	Não blindada (sem preocupação no roteamento)	K_{S3}	1	(ver norma Tabela B.5)
	DPS coordenados	Nenhum	P_{SPD}	1	Tabela 10
Telecom	Fiação interna	Não blindada (sem preocupação no roteamento)	K_{S3}	1	(ver norma Tabela B.5)
	DPS coordenados	Nenhum	P_{SPD}	1	Tabela 10
L1: perda de vida humana		Perigo especial: Nenhum	h_z	1	Quadro 10
		D1: devido a tensão de toque e passo	L_T	0,01	Quadro 6
		D2: danos físicos - Igreja	L_F	0,05	Quadro 6
L3: perda de patrimônio		D2: danos físicos	L_F	0,1	Quadro 14
Fator para pessoas na zona		$n_z / n_t \times t_z / 8\,760 = 300 / 300 \times 8\,760 / 8\,760$	-	1	

Fonte: Produção do próprio autor.

Quadro 27 – Fatores válidos para a Z2

Parâmetros de entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Tipo de piso		Cerâmica	r_t	10–3	Quadro 7
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)		Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela 7
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		Nenhuma	P_{TU}	1	Tabela 11
Risco de incêndio		Baixo	r_f	0,001	Quadro 9
Proteção contra incêndio		Extintores, Hidrantes, Rotas de escape	r_p	0,5	Quadro 8
Blindagem espacial interna		Nenhuma	K_{S2}	1	(ver norma Equação B.6)
Energia	Fiação interna	Não blindada (sem preocupação no roteamento)	K_{S3}	1	(ver norma Tabela B.5)
	DPS coordenados	Classe II	P_{SPD}	0,02	Tabela 10
Telecom	Fiação interna	Não blindada (sem preocupação no roteamento)	K_{S3}	1	(ver norma Tabela B.5)
	DPS coordenados	Nenhum	P_{SPD}	1	Tabela 10
L1: perda de vida humana		Nível médio de pânico	h_z	5	Quadro 10
		D1: devido a tensão de toque e passo	L_T	0,01	Quadro 6
		D2: danos físicos - Igreja	L_F	0,05	Quadro 6
L3: perda de patrimônio		D2: danos físicos	L_F	0,1	Quadro 14
Fator para pessoas na zona		$n_z / n_t \times t_z / 8\,760 = 200 / 200 \times 8\,760 / 8\,760$	-	1	

Fonte: Produção do próprio autor.

O Quadro 27, traz as informações de proteção para a área interna à estrutura, denominada zona Z2, além de seus fatores.

No Quadro 28, é possível encontrar o cálculo das áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas de energia e de sinal.

Quadro 28 - Áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas

	Símbolo	Resultado
Estrutura	Ad	6.694,87
	Am	831.200,
Linha Energia	Adj	-
	Al	40.000,
	Ai	4.000.000,
Linha de Sinal	Adj	-
	Al	40.000,
	Ai	4.000.000,

Fonte: Produção do próprio autor.

No Quadro 29, é possível encontrar o número anual de eventos perigosos relativos à estrutura e às linhas de energia e de sinal. É possível encontrar também a referência sobre as equações utilizadas para o cálculo dessas informações.

Quadro 29 - Número anual de eventos perigosos esperados

	Símbolo	Resultado	Equação de Referência
Estrutura	ND	0,00569	(14)
	NM	1,41304	(16)
Linha de Energia	NL	0,0034	(17)
	NI	0,34	(18)
Linha Telecom	NL	0,0068	(17)
	NI	0,68	(18)

Fonte: Produção do próprio autor.

Já no Quadro 30 é possível encontrar o resultado dos cálculos da avaliação da probabilidade de danos nas linhas de energia e de sinal nas zonas Z1 e Z2. É possível encontrar também a referência sobre as equações utilizadas para o cálculo dessas informações.

Quadro 30 – Avaliação da probabilidade de danos

	ENERGIA		TELECOM		Equação de Referência
	Z1	Z2	Z1	Z2	
P _A	1	1	1	1	(19)

ENERGIA			TELECOM		Equação de
P _C	0,02	0,02	1	1	(20)
P _M	0,0032	0,0032	0,44444	0,44444	(21)
P _U	1	1	1	1	(23)
P _V	1	1	1	1	(24)
P _W	0,02	0,02	1	1	(25)
P _Z	0,006	0,006	0,5	0,5	(26)

Fonte: Produção do próprio autor.

No Quadro 31 pode ser encontrado o resultado do cálculo para as componentes das quantidades de perda L1 e L3 nas zonas Z1 e Z2. É possível encontrar também a referência sobre as equações utilizadas para o cálculo dessas informações.

Quadro 31 – Análise da quantidade de perda

	L1		L3		Equação de Referência
	Z1	Z2	Z1	Z2	
L _A	0	1,000 E-05	-	-	Quadro 5
L _B	0	1,250 E-04	0	5,000 E-05	Quadros 5 e 13
L _C	0	0	-	-	Quadro 5
L _M	0	0	-	-	Quadro 5
L _U	0	1,000 E-05	-	-	Quadro 5
L _V	0	1,250 E-04	0	5,000 E-05	Quadros 5 e 13
L _W	0	0	-	-	Quadro 5
L _Z	0	0	-	-	Quadro 5

Fonte: Produção do próprio autor.

No Quadro 32Quadro 31 pode ser encontrado o resultado do cálculo para as componentes de risco R1 e R3 nas zonas Z1 e Z2. O total do risco R₁ e do risco R₃ também é observado neste quadro. É possível encontrar também a referência sobre as equações utilizadas para o cálculo dessas informações.

Quadro 32 – Análise dos componentes de risco

	R ₁		R ₃		Equação de Referência
	Z1	Z2	Z1	Z2	
R _A	0	5,691E-08	-	-	(6)
R _B	0	7,113E-07	0	2,845 E-07	(7)

	R_1		R_3		Equação de
R_C	0	0	-	-	(8)
R_M	0	0	-	-	(9)
R_U	0	1,020E-07	-	-	(10)
R_V	0	1,275E-06	0	5,100 E-07	(11)
R_W	0	0	-	-	(12)
R_Z	0	0	-	-	(13)
	0	0,2145 x 10⁻⁰⁵	0	0,007945 x 10⁻⁰⁴	

Fonte: Produção do próprio autor.

Os valores representativos de risco tolerável R_T para cada tipo de perda, podem ser observados no Quadro 33.

Quadro 33 - Valores típicos do risco tolerável R_T

Tipo de perda		$R_T (y^{-1})$
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10^{-5}
L2	Perda de serviço ao público	10^{-3}
L3	Perda de patrimônio cultural	10^{-4}

Fonte: ABNT, 2015b.

Como é possível perceber R_1 é menor que o risco tolerável para perda de vida humana ou ferimentos permanentes (R_{T1}) e R_3 é menor que o risco tolerável para perda de patrimônio cultural (R_{T3}), portanto a estrutura está protegida para ambos os tipos de perda e não é necessário o projeto de um SPDA.

9.2 Sistema de aterramento

Devido à não concordância do responsável pela edificação que os procedimentos, para a realização de medições de aterramento, fossem realizados, não possível fazer a medição da resistividade do solo, a fim de propor uma solução possível.

9.3 Projeto luminotécnico

Este projeto foi realizado com auxílio do software Relux o qual é um aplicativo para o estudo de iluminação natural e artificial, simulando as propriedades das fontes luminosas e dos materiais. Desenvolvido pela Informatik AG, está disponível para download gratuito na Internet no endereço www.relux.biz. O resultado do projeto para o segundo andar, onde são realizadas as celebrações, juntamente com o mezanino e a sala de ornamentação, pode ser visto no

Apêndice C.

Pelo Quadro 35, sabemos que para áreas de cadeira, altar e púlpito, o iluminamento mínimo é de 300 LUX, o índice de ofuscamento limite (UGR_L) é 22 e que o índice de reprodução de cor R_a é 80. Pela documentação gerada pelo software, vista no

Apêndice C, é possível perceber que todos estes critérios foram atendidos. O iluminamento médio para o segundo andar foi de 303 LUX, todas as luminárias utilizadas atendem o índice de ofuscamento para as condições aplicadas e todas as lâmpadas utilizadas atendem o índice de reprodução de cor requisitado.

O uso de softwares similares ao Relux é de grande ajuda no projeto luminotécnico de ambientes. Com estes aplicativos, é possível tanto fazer cálculos quanto avaliar o aspecto visual das lâmpadas aplicadas, trazendo assim não só um aspecto técnico sobre o projeto mas também um aspecto qualitativo sobre as mudanças visuais no ambiente.

9.4 Projeto elétrico

Nesta fase do projeto é muito importante seguir uma metodologia a fim de definir o dimensionamento dos materiais e equipamentos a serem utilizados, além de definir a coordenação da proteção do sistema.

Alguns passos devem ser seguidos nesta fase:

- a) Classificação da Instalação;
- b) Previsão de cargas de Iluminação e Pontos de Tomadas;
- c) Divisão de cargas terminais;
- d) Localização dos quadros de distribuição de circuitos terminais;
- e) Localização do quadro de distribuição geral;
- f) Localização da subestação.

9.4.1 Classificação da Instalação

A Resolução Normativa 414 classifica a edificação como sendo de classe Comercial, subclasse Templo Religioso.

9.4.2 Previsão de cargas de Iluminação e de Pontos de Tomadas

As dimensões de área e perímetro podem ser vistos na Tabela 23 para o primeiro pavimento e na Tabela 24 para o segundo pavimento.

Devido às características da edificação, foram utilizados dois métodos para o levantamento de cargas dispostas no local. A NBR 5410:2004 dispõe em seu capítulo 9.5.2 a previsão de carga

de iluminação e de tomadas de uso geral em locais de habitação. Esta norma foi utilizada para dimensionamento das áreas comuns.

Para as áreas de escritório como as salas pastorais e a secretaria, foi utilizada a recomendação do Mamede Filho (2010, p. 14), que versa sobre cargas em locais utilizados como escritório e comércio.

Nos banheiros foi determinado um ponto de tomada de 600VA;

Na cozinha e na área de serviço foi determinado um ponto de tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, com 600 VA para os três primeiros pontos e 100 VA para os demais pontos.

- Cozinha: $15,50\text{m} \div 3,5 = 4,43 \sim 5$ pontos de tomada
- Área de Serviço: $5,95\text{m} \div 3,5 = 1,7 \sim 2$ pontos de tomada

Nas salas e na área de convivência foi usado um ponto de tomada para cada 5m ou fração de perímetro, com 100 VA para cada ponto.

- Sala: $20,70\text{m} \div 5 = 4,14 \sim 5$ pontos de tomada
- Área de Convivência: $57,55 \div 5 = 11,51 \sim 12$ pontos de tomada^{iv}

É importante observar que o vestiário tem menos 2,25 m², portanto este cômodo pode ter uma TUG localizada fora do mesmo, desde que a até 0,80 m de sua porta de acesso, e que a dispensa, a sala de ferramentas e a sala do louvor têm menos de 6,0 m² e que, portanto podem conter apenas um ponto de tomada. (NBR 5410, 2004, p.183).

Como na secretaria e nas salas pastorais, a área é menor que 37 m², o calculo foi realizado conforme o exemplo a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Secretaria: } & 8,92 \text{ m}^2 \div 4 = 2,23 \sim 3 \text{ tomadas} \\ & 12,60 \text{ m}^2 \div 3 = 4,20 \sim 5 \text{ tomadas} \end{aligned}$$

^{iv} A NBR 5410 estabelece critérios mínimos para especificar a quantidade de TUG's nos cômodos, podendo haver mais tomadas ou pontos de tomada conforme o necessário.

Adota-se o que resulta maior valor, no caso 5 pontos de tomada. Deve-se atribuir 200 VA para cada tomada.

Tabela 23 – Levantamento de cargas por ambiente do primeiro pavimento

Ambiente	Área	Perímetro	Iluminação (W)	600	200	100	Qt.	Potência (VA)
Área de convivência + Palco	191,82	57,55	798			12	12	1200
Área de serviço + Bebedouro	5,95	10,20	84	2			2	1200
Área Externa			340				0	0
Arquivo	8,56	12,66	39			3	3	300
Cozinha	14,47	15,50	114	3		2	5	2000
Dispensa	2,55	6,66	21			1	1	100
Saguão de entrada	11,18	13,45	28			3	3	300
Sala 1	25,63	20,70	195			5	5	500
Sala 2	19,90	18,90	130			4	4	400
Sala 3	19,35	18,70	130			4	4	400
Sala 4	19,97	18,90	130			4	4	400
Sala 5	19,22	18,70	130			4	4	400
Sala Ação Social	21,84	22,80	45,5			5	5	500
Sala de Ferramentas	2,46	6,78	18			1	1	100
Sala Pastoral 1	8,38	11,62	76		4		4	800
Sala Pastoral 2	4,37	8,60	76		3		3	600
Secretaria	8,92	12,60	105		5		5	1000
Vestiário	1,04	4,08	18			1	1	100
WC Cadeirante	2,93	6,94		1			1	600
WC Feminino	16,50	23,84	181	1			1	600
WC Masculino + Chuveiro	16,99	22,43	152	1			1	600

Fonte: Produção do próprio autor.

O resultado completo com área, perímetro, número de pontos de tomada e potência total de TUG e Iluminação podem ser encontrados na Tabela 23 para o primeiro pavimento e na Tabela 24 para o segundo pavimento.

Tabela 24 - Levantamento de cargas por ambiente do segundo pavimento

Ambiente	Área	Perímetro	Iluminação (W)	Quantidade	Potência (VA)
Templo	413,15	74,36	658,8	15	1500
- Rebaixamento do Altar	11,33	44,57	60	15	1500
- Mezanino Inferior	118,60		518		
- Mezanino Superior		64,40	758,8	13	1300
Rampas	40,50	41,72	148	2	200
Sala Louvor	5,61	9,42	100	1	100
Sala Ornamentação	18,00	18,50	104	4	400

Fonte: Produção do próprio autor.

Na Tabela 25 foi relacionado os equipamentos de uso específico os quais foram designados individualmente em circuitos independentes (TUE's), seguindo os critérios da NBR 5410:2004.

Tabela 25 – Levantamento de cargas de uso específico

Descrição	Quant.	Potência Unitária	Potência Total	Referência
Ar condicionado 12000 Btu's Modelo: 42LUCE12S5	3	1095 W	3285 W	(SPRINGER,2011)
Ar condicionado 18000 Btu's Modelo: 42LUCC18C5	5	1741 W	8705 W	(CARRIER, 2013)
Ar condicionado 58000 Btu's Modelo: 38CCM060535MC	6	5655 W	33930 W	(CARRIER, 2015)
Bomba de água (1 cv)	1	1140 W	1140 W	(EDP, 2016)
Chuveiro	1	5400 W	5400 W	(EDP, 2016)
Exaustor	1	500 W	500 W	
Microondas	1	1500 W	1500 W	(EDP, 2016)

Fonte: Produção do próprio autor.

9.4.3 Carga Instalada

Para efetuar o cálculo é necessário levar em consideração que a Potência de Iluminação (P_{lum}) é a simples soma das potências de cada lâmpada apresentada, portanto $P_{lum} = 5758,1 W$. E que, como as TUG's foram apresentadas em potência aparente (VA), foi utilizado o Fator de Potência de 0,80 como padrão para a transformação em potência ativa (W), portanto $P_{TUG} = 18400 \times 0,80 = 14720,0 W$. E também que as TUE's já foram apresentadas em suas respectivas potências ativas. O fator de demanda para iluminação e tomada é igual a 1 de acordo com a tabela encontrada na norma da EDP e os fatores de demanda para cada TUE são tabelados, estes fatores podem ser encontrados na Tabela 26.

Como Potência Instalada é menor que 75 kW, a instalação deverá ser suprida por tensão secundária de distribuição na Categoria "T" (Trifásico) - Quatro Fios (FFFN) e deverá portanto seguir a norma específica da concessionária.

Tabela 26 – Fator de demanda e Potência instalada resultante de cada equipamento

Equipamento	Qt.	Potência Ativa (W)	Fd	Pot. Instalada (W)
Iluminação + TUG	-	20.157,1	1	20.157,1
Amplificador de Som	1	1.250,0	1	1.250,0
Ar Condicionado	14	45.920,0	0,9	41.328,0

Bomba de água	1	1.140,0	Maior+Σmin/2	1.140,0
Chuveiro	1	5.400,0	1	5.400,0
Exaustor	1	500,0	1	500,0
Microondas	1	1.500,0	1	1.500,0
Total				71.275,1

Fonte: Produção do próprio autor.


9.4.4 Divisão de cargas terminais

As orientações do capítulo 7.1.4, além de outras encontradas na NBR 5410:2004 foram observadas na divisão das cargas terminais. Assim, os quadros de distribuição com seus respectivos circuito e correntes de projeto podem ser vistos na Tabela 33, Tabela 39, Tabela 45 e Tabela 51.

9.4.5 Dimensionamento de condutores

Para demonstrar o dimensionamento de condutores será usado como exemplo o dimensionamento do circuito 6 de Ar Condicionado Split de 58000 BTU's do QDL 4, modelo 38CCM060535MC, cujos dados foram retirados da etiqueta de capacidade do equipamento (Figura 12) e do seu manual de instalação, operação e manutenção (CARRIER, 2015).

Figura 12 - Etiqueta de Capacidade da unidade condensadora

 CLIMAZON INDUSTRIAL LTDA. AV. TORQUATO TAPAJÓS 7937 LOTE - B BAIRRO TARUMÃ CEP. 69.041-025 MANAUS - AM CNPJ 04222831/0001-95		FAIXA TENSÃO		198/242V		VAZÃO		m³/h	4300
		TENSÃO NOMIN.		220V				cfm	2500
		FASES		3		R-22		g	2750
		Hz		60				oz	97,0
		USE FUSIVEL OU DISJUNTOR RETARDADOS DE 25 A		REFRIGERAÇÃO				AQUECIMENTO	
		Btu/h		58000		Btu/h			
		KJ/h		17,00		KJ/h			
PRESSÃO MAX. SUÇÃO	1034 kPA	A	18,2	W	5655	A		W	
PRESSÃO MAX. DESCARGA	2413 kPA	MODELO 38CCM060535MC				SÉRIE		4313B11414913	
INDÚSTRIA BRASILEIRA									

Fonte: Produção do próprio autor

9.4.5.1 Capacidade de condução de corrente

Utilizando-se da Equação (32) e dos dados do circuito dado anteriormente, encontra-se como resultado a corrente de projeto na Equação (43).

$$I_b = \frac{5655}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,821} = 18,2 \text{ A} \quad (43)$$

Com o auxílio da Tabela 58 e da Tabela 59 descobre-se que o Fator de Correção de Temperatura é igual a um e que o Fator de Correção de Agrupamento é igual a 0,7. Sendo assim, a corrente de projeto fictícia é igual a:

$$I_b' = \frac{18,2}{1,0,7} = 26,0 \text{ A} \quad (44)$$

Munidos do tipo de isolante do condutor, do método de referência e agora da corrente de projeto fictícia descobre-se que o condutor indicado para este circuito, usando-se do método de capacidade de condução de corrente, é o de 4 mm².

9.4.5.2 Proteção contra sobrecarga

Para o exemplo dado anteriormente, para o qual foi encontrada uma corrente de projeto (I_b) igual a 18,2 amperes, pelo cálculo realizado em 9.4.6.1 que o disjuntor a ser escolhido é o de 25 amperes. Sendo assim, considerando as condições de instalação, aplicando os fatores de correção e consultando a Tabela 57 encontra-se o condutor de 6 mm² como possível para esta instalação.

Os minidisjuntores da linha MDW da WEG menores que 63 amperes obedecem a NBR 60898, portanto $I_2 = 1,45 \cdot I_n$.

Assim,

$$1,45 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (45)$$

$$I_N \leq I_Z \quad (46)$$

$$25 \leq 25,2 \quad (47)$$

Desta forma percebe-se que o cabo de 6 mm² atende ao critério de sobrecarga.

9.4.5.3 Proteção contra curtos-circuitos

Utilizando as orientações dadas em 7.2.3 e sabendo-se que a edificação é alimentada por um transformador da concessionária de 75 kVA, observa-se na Tabela 18 que a corrente de curto circuito presumida em seu secundário é de 5,62 kA e que com base nesta informação obtém-se que o fator de potência desta mesma corrente é igual 0,7, pela Tabela 19.

Utilizando-se da Equação (38) é possível calcular a corrente de circuito presumida até o quadro de medição, que fica a 60 metros do transformador e até o quadro de distribuição do QDL4, o qual fica a 22 metros deste.

Assim:

$$I_{k1} = \frac{12,7}{\sqrt{\frac{162}{5,62^2} + \frac{57,0,7 \cdot 60}{5,62 \cdot 95} + \frac{5 \cdot 60^2}{95^2}}} = 3,73 \text{ kA} \quad (48)$$

e,

$$I_{k2} = \frac{12,7}{\sqrt{\frac{162}{3,73^2} + \frac{57,0,82 \cdot 22}{3,73 \cdot 50} + \frac{5 \cdot 22^2}{50^2}}} = 2,98 \text{ kA} \quad (49)$$

Desta forma é possível encontrar a corrente de curto circuito em cada um dos QDL's do projeto. Este resultado pode ser visto na Tabela 27.

Tabela 27 - Corrente de curto circuito no quadro I_K

Quadro	I _K (kA)
QG	3,73
QDL1	2,87
QDL2	1,51
QDL3	1,84
QDL4	2,98

Fonte: Produção do próprio autor.

9.4.5.4 Queda de tensão

Visto que a instalação é alimentada por transformador abaixador MT/BT pertencente à concessionária distribuidora, a queda de tensão máxima admitida para o trecho é de 4%. Sabendo-se também que o circuito tem 48 m de comprimento, utilizando da Equação (40) é possível encontrar a queda de tensão no trecho.

Assim,

$$\Delta V = \frac{4\% \times 220}{18,2 \times 0,048} = 10,1 \frac{V}{A \cdot km} \quad (50)$$

Buscando então na Tabela 20 descobre-se que em regime, o cabo a ser utilizado que suporta a queda de tensão admissível é 4 mm².

Em partida, a corrente do motor passa a ser de 127,3 A, conforme o manual. Neste caso foi utilizada uma queda de tensão de 6% no circuito a fim de permitir que os 4% restantes fiquem no alimentador.

Assim,

$$\Delta V = \frac{6\% \times 220}{127,3 \times 0,048} = 2,16 \frac{V}{A \cdot km} \quad (51)$$

Novamente na Tabela 20, verifica-se que devido à partida deve-se utilizar um cabo de 16 mm².

9.4.5.5 Seleção de condutor

Verifica-se pelo Quadro 19 que a seção mínima do condutor fase deste circuito deve ser de 2,5 mm², pela capacidade de corrente 4 mm² e por sobre carga 6 mm², entretanto pelo critério de queda de tensão percebe-se que deve ser utilizado o condutor de 16 mm² para o condutor fase.

Pela orientação dada em 7.2.5.2, em sua Tabela 21, o condutor neutro também deverá ser de 16 mm².

Pela Tabela 22, o condutor de proteção também deverá ser de 16 mm².

9.4.6 Proteção e coordenação

9.4.6.1 Disjuntores (sobrecorrentes)

Aumentando-se a temperatura ambiente em 10 °C, percebe-se que a temperatura dentro do quadro de distribuição será de 40 °C. Portanto, com o auxílio da Tabela 58 obtém-se um fator de correção de 0,87.

$$I_{DISJ} = \frac{I_B}{FCT} = \frac{18,2}{0,87} = 20,9 \text{ A} \quad (52)$$

Desta forma, observando-se a Equação (34), deve-se utilizar o próximo valor de disjuntor disponível 25 A.

$$18,2 \leq 25 \leq 25,2 \quad (53)$$

Como também é possível ver, a Equação (35) também foi atendida visto que, como dito anteriormente, $I_2 = 1,45 \cdot I_N$. Portanto $I_N \leq I_Z$, como também verificado na Equação (34).

9.4.6.2 Dispositivos de corrente diferencial residual (DR's)

Neste projeto devem ser utilizados DR's de alta sensibilidade na entrada dos QDF's, em associação aos disjuntores, a fim de minimizar os custos e ainda assim proteger todos os circuitos do quadro.

Ressalta-se que, tendo em vista que a edificação é alimentada por uma linha elétrica em esquema TN-C, a importância da separação do condutor PEN a partir do ponto de entrada da linha na edificação em condutores distintos para as funções de neutro e de proteção em uma função TN-S, passando então globalmente a um esquema TN-C-S, para o correto funcionamento do dispositivo DR.

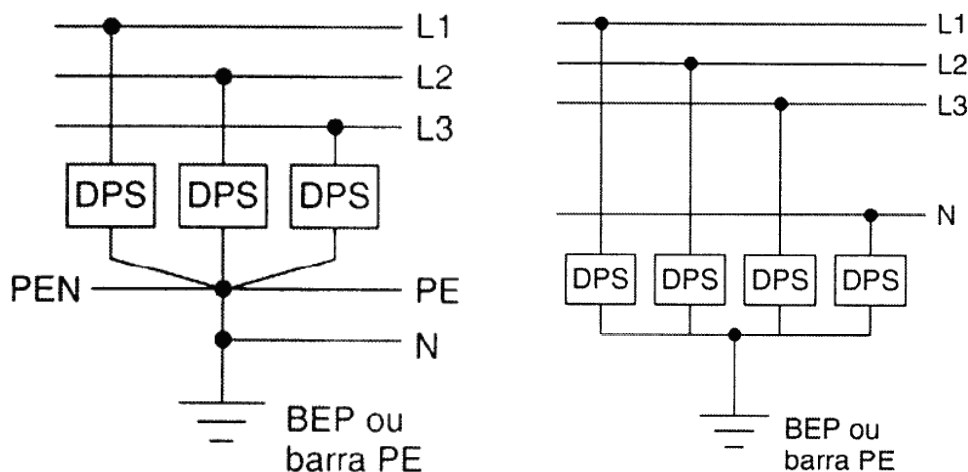
9.4.6.3 DPS (sobretensões)

Para definir o local de instalação do DPS é necessário lembrar que mesmo não sendo necessário o projeto de um SPDA, já existe na edificação um SPDA previamente instalado. Portanto, devem ser instalados DPS classe I no ponto de entrada, visto que o objetivo é proteção contra descargas atmosféricas diretas sobre a edificação e DPS classe II em cada

quadro de distribuição no intuito de, de forma coordenada, também prover proteção por sobre tensões de manobra, além de proteger sobre tensões de origem atmosféricas transmitidas pela linha externa de alimentação.

A NBR 5410:2004 também disponibiliza um fluxograma que auxilia na escolha do esquema de conexão. Com base neste fluxograma disponibilizado pela NBR 5410 (2004, p. 131), verifica-se que duas formas de conexão são possíveis. A edificação como um todo possui um esquema de aterramento TN-C-S visto que é alimentada por um esquema TN-C e no barramento de distribuição o condutor PEN é separado passando a um esquema TN-S a partir dos quadros de distribuição. Desta forma o esquema de conexão I, que pode ser visto na Figura 13, deve ser ligado no DPS de classe I na entrada da edificação e o esquema de conexão II, que também pode ser visto na Figura 13, deve ser ligado no DPS de classe II em cada quadro de distribuição. DPS de classe III podem ser indicados como forma de proteção suplementar em equipamentos eletrônicos de maior importância como computadores e sistemas de sonorização.

Figura 13 - Esquema 1 e 2 de conexão do DPS, respectivamente



Fonte: ABNT, 2004.

Os DPS's devem ser selecionados com base no nível de proteção, na máxima tensão de operação contínua, na suportabilidade a sobre tensões temporárias, na corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e na suportabilidade à corrente de curto circuito.

Seguindo a categoria II de suportabilidade de impulsos indicada no Quadro 20, o nível de proteção (U_p) do DPS do ponto de entrada, deve ser capaz de suportar 1,5 kV entre seus

terminais e os DPS posicionados nos quadros de distribuição devem ter um nível de proteção menor, conforme indica a nota 1 da NBR 5410 (2004, p. 132).

De acordo com o Quadro 21, o valor da tensão máxima de operação contínua (U_c) exigível do DPS, visto que o esquema de aterramento escolhido foi o TN-S, deve ser igual ou superior a:

- Para Fase-PE: $U_c \geq 1,1 U_0 \geq 1,1 \cdot 127 \geq 139,7 \text{ V} \rightarrow U_c = 175 \text{ V}$

A corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso deve ser designado com base na situação a qual o DPS será utilizado. O DPS que será usado no esquema de conexão 1 (ponto de entrada), a corrente de impulso (I_{imp}) não deve ser menor que 12,5 kA, visto que o valor de corrente não pode ser determinado com base na IEC 61312-1, já o DPS usado no esquema de conexão 2 (quadro de distribuição), a corrente nominal de descarga (I_n) não deve ser inferior a 5 kA (8/20 μs).

A norma estabelece que a suportabilidade de corrente de curto circuito do DPS deve ser igual ou superior à corrente de curto circuito (I_k) no ponto em que este for instalado. A corrente de curto circuito deve ser calculada conforme a Equação (39) para circuitos trifásicos, desta forma é possível que:

$$I_k^{QG} = 3,73 \text{ kA} \quad (54)$$

$$I_k^{QDL1} = 3,24 \text{ kA} \quad (55)$$

$$I_k^{QDL2} = 2,02 \text{ kA} \quad (56)$$

$$I_k^{QDL3} = 1,84 \text{ kA} \quad (57)$$

$$I_k^{QDL4} = 2,98 \text{ kA} \quad (58)$$

A Tabela 28, especifica a seleção de cada DPS que deve ser instalado na edificação. Esta tabela foi construída com base nos critérios de seleção da edificação utilizando-se como referência o catálogo de produtos da WEG (2018, p. 15).

Tabela 28 - Especificação de DPS

	Ponto de Entrada	QDL 1	QDL 2	QDL 3	QDL 4
Classe de proteção	Classe I	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Nível de proteção (U_p)	1,5 kV	1,2 kV	1,0 kV	1,2 kV	1,2 kV
Máxima tensão de operação contínua (U_c)	275 V	275 V	275 V	275 V	275 V

Corrente Nominal de Descarga (In) ou Corrente de impulso (I_{imp})	12,5 kA	10 kA	5 kA	10 kA	10 kA
Corrente máxima de descarga	60 kA	20 kA	12 kA	20 kA	20 kA
Modelo comercial escolhido (WEG)	SPW275- 60/12,5	SPW275- 20	SPW275- 12	SPW275- 20	SPW275- 20

Fonte: Produção do próprio autor.

9.4.7 Bomba de incêndio

A bomba de incêndio utilizada na instalação tem suas características conforme a placa na Figura 14.

Figura 14 - Placa de identificação do motor da bomba de incêndio



Fonte: Produção do próprio autor.

Desta forma pode-se calcular a corrente de projeto do motor como:

$$I_B = I_n \cdot FS \quad (59)$$

$$I_B = 13,4 \cdot 1,15 = 15,4 \text{ A} \quad (60)$$

É possível também calcular a corrente de partida do motor da seguinte maneira:

$$I_p = I_n \cdot \frac{I_p}{I_n} \quad (61)$$

$$I_p = 13,4 \cdot 8,4 = 112,56 \text{ A} \quad (62)$$

Visto que é admitida uma queda de tensão total de 10% nos terminais do motor durante a partida, para o dimensionamento do condutor deste circuito foi admitida uma queda de tensão de 7% no trecho de 30 m de alimentação deste motor.

Desta forma encontra-se que o seguinte dimensionamento para circuito do motor:

- Tensão de alimentação: $V_L = 220V$;
- Condutor Trifásico + Terra (FFFT): #3x10,0 (10,0);
- Isolação: PVC;
- Disjuntor: 20 A, curva C;

9.4.8 Eletrodutos

Ainda sobre o circuito C.4-06 do QDL-4, este é composto por 5 condutores de 16 mm² os quais passam por um eletroduto juntamente com os circuitos C.4-04 e C.4-05, idênticos ao primeiro, totalizando 15 cabos de 16 mm².

Utilizando-se do catálogo de cabos Suprastic Flex 750 V da PRYSMIAN é possível encontrar que o cabo de 16 mm² possui um diâmetro externo de 7,5 mm, portanto uma área de 44,2 mm². Os 15 cabos ocupam então uma área total de 662,7 mm².

A Tabela 29 contém dados construtivos de um modelo de cabos da PRYSMIAN.

Tabela 29 - Dados construtivos do cabo Superastic Flex 750V (PRYSMIAN)

Part number	Seção (mm ²)	Diâmetro nominal condutor (mm)	Espessura nominal isolamento (mm)	Diâmetro nominal externo (mm)	Peso nominal (kg/km)	Peso líquido do condutor (kg/km)	Rcc (20°C) (ohm/Km) [1]	Rca (70°C) (ohm/Km) [2]	Queda de tensão (fp = 0.92) (V/A*km) [3]	Capacidade de condução de corrente (A) [4]
23233YXX	1	1,3	0,6	2,5	14,1	8,5	19,5	23,3	43,0	14
23234YXX	1,5	1,5	0,7	2,9	19,2	11,6	13,3	15,9	29,3	17,5
23235YXX	2,5	1,9	0,8	3,5	30,0	19,2	7,98	9,54	17,6	24
23236YXX	4	2,4	0,8	4,0	43,9	30,9	4,95	5,92	10,9	32
23237YXX	6	3,0	0,8	4,6	61,7	46,5	3,30	3,95	7,3	41
23238YXX	10	3,9	1,0	5,9	105,0	80,3	1,91	2,28	4,2	57
23338YXX	16	5,5	1,0	7,5	160,8	126,7	1,21	1,45	2,7	76
23339YXX	25	6,2	1,2	8,6	247,7	196,5	0,780	0,934	1,7	101
23340VZZ	35	8,2	1,2	10,6	339,7	276,7	0,554	0,664	1,2	125
23341YXX	50	9,2	1,4	12,0	502,1	399,1	0,386	0,463	0,87	151
23342YXX	70	10,9	1,4	13,7	683,2	566,3	0,272	0,328	0,62	192
23343YXX	95	12,6	1,6	15,8	895,2	750,0	0,206	0,250	0,47	232
23344YXX	120	14,1	1,6	17,3	1123,9	959,6	0,161	0,197	0,38	269
23345YXX	150	16,0	1,8	19,6	1406,9	1197,6	0,129	0,159	0,31	309
23346YXX	185	17,5	2,0	21,5	1695,4	1457,5	0,106	0,133	0,26	353
23347YXX	240	20,0	2,2	24,4	2228,9	1932,6	0,0801	0,1037	0,20	415
23348YXX	300	24,4	2,4	29,2	2825,7	2451,6	0,0641	0,0864	0,17	477

Fonte: PRYSMIAN,b.

Devido à quantidade de cabos sabe-se que o eletroduto deve ter uma ocupação máxima de 40%, portanto o eletroduto deve ter uma área interna de no mínimo 1656,75 mm², ou seja, um diâmetro interno de no mínimo 45,9 mm.

Consultando a Tabela 30, verifica-se que o primeiro eletroduto que possui diâmetro interno compatível possui uma cota de 2”.

Para este exemplo foi utilizado eletroduto rígido visto que o eletroduto flexível corrugado Tigreflex não possui cota compatível, conforme encontrado na Tabela 31.

Tabela 30 - Dados construtivos do eletroduto de PVC rígido

Cotas	½”	¾”	1”	1¼”	1½”	2”	2½”	3”	4”
B	13,2	14,5	16,8	19,1	19,1	23,4	26,7	29,8	35,8
e	2,2	2,3	2,7	2,9	3	3,1	3,8	4	5
Di	16,4	21,3	27,5	36,1	41,4	52,8	67,1	79,6	103,1
L	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Código	14021850	14021884	14021906	14021922	14021949	14021965	14021990	14022015	14022066

Fonte: TIGRE.

Tabela 31 - Dados construtivos do eletroduto flexível corrugado Tigreflex

Cotas	16	20	25	32
DE	16	20	25	32
Di	11,7	15	19,4	25,6
e	2,1	2,5	2,8	3,2
L (m)	25	25	25	25
Código	14210180	14210229	14210270	14210326

Fonte: TIGRE.

9.4.9 Padrão de entrada^v

Devido ao tamanho da carga instalada pode-se categorizar a instalação como categoria T a quatro fios possuindo uma tensão de alimentação de 127/220 V. Sendo assim, observando a Tabela 32 é possível dimensionar o padrão de entrada da seguinte maneira:

- Disjuntor tripolar 200 A;
- Ramal de ligação aéreo multiplex alumínio 95 mm²;
- Condutor de entrada cobre PVC
 - Fase 95 mm²;
 - Neutro 95 mm²;
- Eletroduto de entrada PVC 85 mm ou Aço 80 mm;
- Condutor terra em cobre nu 25 mm²;
- Eletroduto de terra PVC 20 mm ou Aço 15 mm;

^v As figuras referentes a esta seção estão localizadas no Anexo C.

Tabela 32 - Dimensionamento de Unidades Consumidoras Categorias “T” supridas por redes trifásicas 127/220 [V]

Categoria de Atendimento	Proteção da Entrada Principal	Carga Instalada (kW)	Tipo do Fornecimento	Medição	Ramal de Ligação Aéreo Multiplex Alumínio (mm2)	Condutores de Entrada Cobre PVC 70°C			Tipo de Caixa	Eletroduto de Entrada	Terra		Poste (daN) (Concreto/Aço Galvanizado)	Pontaleta	Motor	
						Fase (mm2)	Neutro (mm2)	Classe			Condutor Nu (Cu-mm2)	Eletroduto			Maior Motor (CV)	Partida
T 1	Disjuntor Tripolar 40 A	(**) Até 15,00	3 Fases (Neutro)	Direta	16	10	10	2	P-980-009 - Desenho 1	PVC 40 mm ou Aço 32 mm	10	PVC 20 mm ou Aço 15 mm	Concreto duplo “T” 100 daN Aço Galvanizado conf. Tabela 8	-	5	Direta
T 2	Disjuntor Tripolar 63 A	15,001 a 26,00	3 Fases (Neutro)	Direta	16	16	16	2			10			-	7,5	C.E.T.
T 3	Disjuntor Tripolar 80 A	26,001 a 34,00	3 Fases (Neutro)	Direta	25	25	25	2			10			-	10	C.E.T.
T 4	Disjuntor Tripolar 100 A	34,001 a 41,00	3 Fases (Neutro)	Direta	25	35	35	2		PVC 60 mm ou Aço 50 mm	16		Concreto duplo “T” 200 Dan Aço Galvanizado conf. Tabela 8	-	15	C.R.T.P.
T 5	Disjuntor Tripolar 125 A ou Fusível NH 100A com Chave Blindada 125A	41,001 a 47,00	3 Fases (Neutro)	Direta	50	50	50	2		PVC 85 mm ou Aço 80 mm	16			-	20	C.R.T.P.
T 6	Disjuntor Tripolar 150 A ou Fusível NH 125A com Chave Blindada 160A	47,001 a 57,00	3 Fases (Neutro)	Direta	70	70	70	2			25		Concreto duplo “T” 300 daN Aço Galvanizado conf. Tabela 8	-	25	C.R.T.P.
T 7	Disjuntor Tripolar 200A ou Fusível NH 160A com Chave Blindada 200A	57,001 a 75,00	3 Fases (Neutro)	Direta	95	95	95	2	P-980-010 Desenho 1	PVC 85 mm ou Aço 80 mm	25			-	30	C.R.T.P.

Fonte: EDP, 2016.

Segundo o padrão técnico da concessionária, deve ser utilizada uma caixa para medidor polifásico de 670 x 450 x 210 mm, conforme a Figura 20, além de uma caixa pra disjuntor polifásico de 460 x 345 x 210 mm, conforme a Figura 21.

A Figura 22 representa como ramal de entrada subterrâneo deve ser instalado. A Figura 23 contém a lista de material a ser usado e as observações para esta instalação.

A Figura 24 representa a instalação do quadro de medição em parede, conforme instalação atual, e a Figura 25 a lista de material e as observações para a instalação.

9.4.10 Análise de resultados

Em visita ao local da edificação é possível perceber várias falhas com relação à norma vigente e ao padrão técnico da concessionária de energia (EDP).

O padrão de entrada está subdimensionado para a categoria da unidade consumidora. O disjuntor de entrada principal deveria ser de 200 A, mas está instalado um disjuntor de 175 A (Figura 15). Os condutores fase e neutro de entrada deveriam ser de 90 mm², mas estão instalados condutores de 70 mm² (Figura 16).

Figura 15 - Disjuntor de entrada



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 16 - Detalhe condutor fase de entrada (70 mm²)



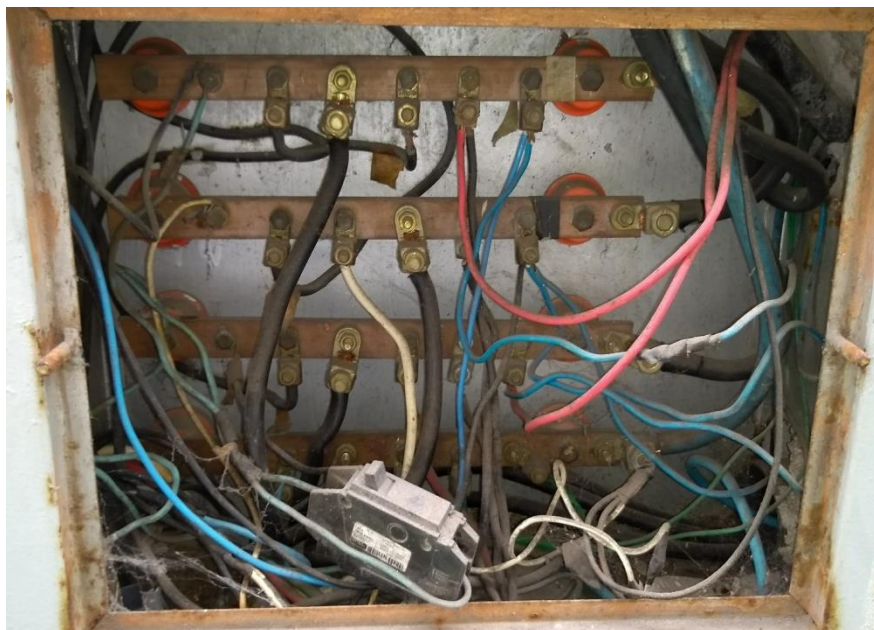
Fonte: Produção do próprio autor.

Não existe barramento de equipotencialização instalado.

No quadro do barramento de entrada (Figura 17), foram identificados diversos erros:

- a) Condutores que não seguem a quadros de distribuição, mas diretamente a equipamentos sem proteção;
- b) Condutores conectados sem o conector apropriado;
- c) Disjuntor o qual não foi possível identificar o equipamento que é alimentado;
- d) Condutores fora do padrão de cor indicado pela norma (ABNT, 2004, p. 86);

Figura 17 - Barramento de entrada



Fonte: Produção do próprio autor.

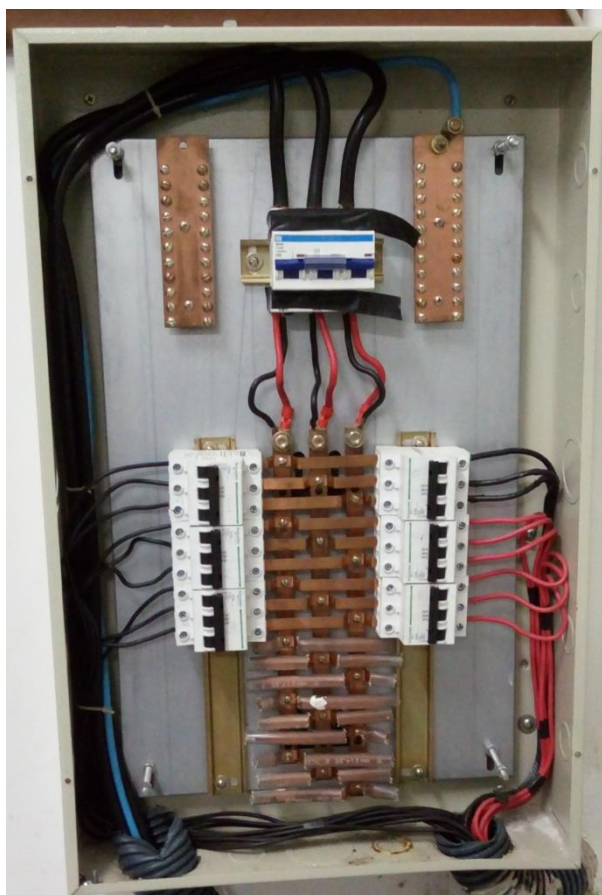
Não existe qualquer tipo de nível proteção ou classe de DPS instalado em qualquer ponto da instalação, a exemplo da Figura 18, deixando os equipamentos expostos a surtos de tensão;

Também não existem dispositivos DR instalados nos quadros de distribuição, a exemplo da Figura 18, deixando as pessoas suscetíveis a choques elétricos por contato direto e indireto;

No QDL-4 foram identificados os seguintes erros:

- a) O circuito de alimentação está subdimensionado portando condutores de 35 mm² quando estes deveriam ser de 50 mm².
- b) O disjuntor de alimentação deste quadro é inadequado para a conexão dos cabos do circuito alimentador. Este modelo de disjuntor (MDW) é apropriado para conexão de cabos até 35 mm². O modelo apropriado para esta conexão é o DWP, segundo o catálogo do fabricante; (WEG, 2018)
- c) Foram utilizados seis disjuntores de 32 A quando estes deveriam ser de 25 A;
- d) Os circuitos 4, 5 e 6 foram alimentados com cabos de 10 mm² quando deveriam ter cabos de 16 mm²;
- e) Não existe condutor de proteção chegando ao quadro de distribuição;

Figura 18 - Quadro de distribuição de ar condicionado (QDL-4)



Fonte: Produção do próprio autor.

O circuito de serviço de emergência que alimenta o motor da bomba de incêndio está conectado ao barramento de entrada, portanto após o disjuntor geral, estando assim em não conformidade com o padrão técnico da concessionária.

Diante de todos os problemas expostos, é aconselhada a intervenção na instalação de forma a suprir todas as questões a fim de proteger o patrimônio contra incêndios, e de proteger a vida dos frequentadores do local, além de promover o correto funcionamento de equipamentos eletrônicos como os de áudio, evitando ruídos que atrapalham a comunicação.

As plantas produzidas em função do projeto estão no Anexo B.

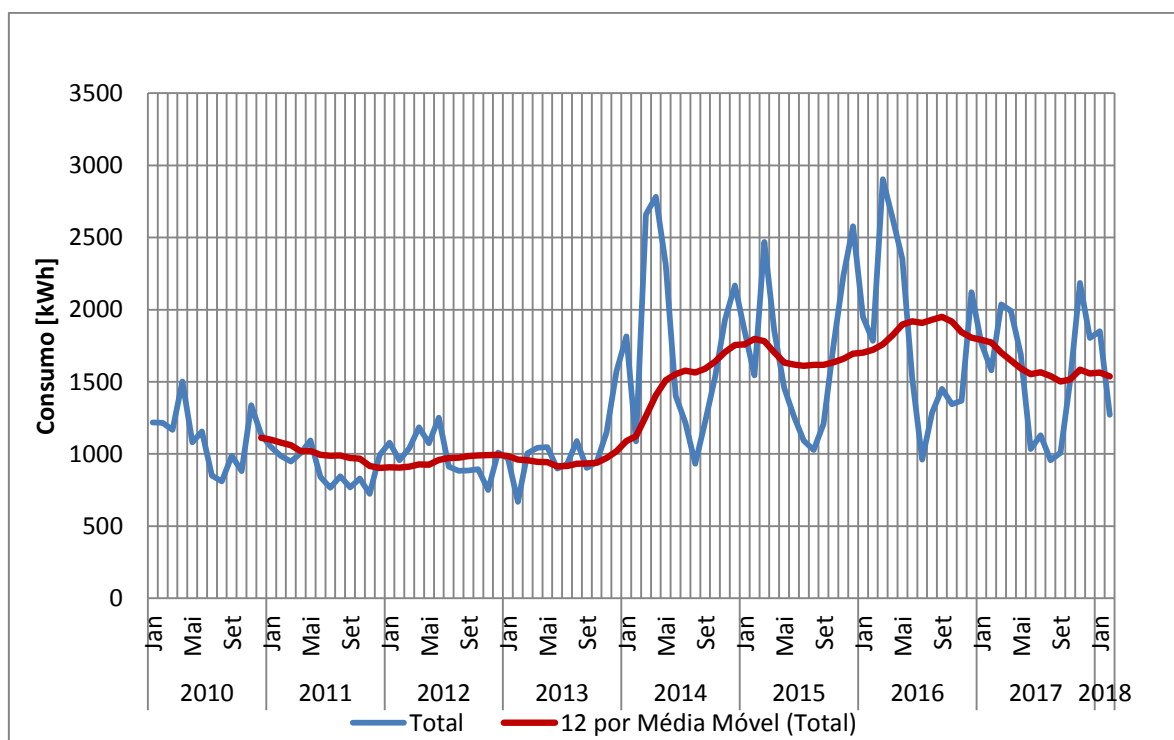
9.5 Análise tarifária

A unidade consumidora, hoje enquadrada no grupo B, subclasse B3, para consumidores comerciais em baixa tensão, atualmente encontra-se enquadrada na Modalidade Tarifária Convencional.

Para esta modalidade tarifária a concessionária de energia não realiza leitura horária, portanto não é possível fazer uma análise prévia, a fim de observar um valor econômico palpável, concluindo a viabilidade da troca para a Modalidade Tarifária Branca.

Entretanto, observando-se o gráfico da Figura 19, podemos perceber que com a instalação dos aparelhos de ar condicionado no final de 2014, houve um aumento grande no consumo de energia nos meses mais quentes do ano. Observa-se também que, devido às poucas atividades existentes na unidade consumidora no horário de ponta, pode ser que haja uma diferença relevante na conta caso a alteração de modalidade seja realizada. Desta forma, é indicado que o consumidor solicite a alteração da modalidade tarifária por um período de avaliação.

Figura 19 - Gráfico de consumo de energia elétrica da unidade consumidora



Fonte: Produção do próprio autor.

Caso não seja verificada uma economia na conta de energia, a alteração de volta para a modalidade Convencional pode ser realizada, a pedido do consumidor, em até 3 (três) ciclos completos de faturamento posteriores à revisão tarifária da distribuidora. Caso o consumidor perca o prazo, ele poderá solicitar a alteração após 12 ciclos completos de faturamento.

10 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo sobre os projetos elétricos em baixa tensão na área de concessão da EDP Escelsa e as possíveis melhorias em instalações elétricas com projetos defasados. Os pontos que são de responsabilidade do projetista devem ser respeitados pelo mesmo e são alertados pela concessionária em sua norma.

Notou-se que, pela análise de risco instruída pela NBR 5419:2015, não há necessidade de instalação de um SPDA, visto que o risco de perda de vida humana (R_1) e o risco de perda do patrimônio cultural (R_3) calculados foram menores que seus respectivos valores de tolerância.

Nota-se também que a inexistência de uma malha de aterramento é o causador de ruídos no sistema de sonorização, induzindo frequências audíveis, gerando incômodo aos frequentadores do local. A ausência de aterramento é especialmente preocupante, pois sem o mesmo os equipamentos ficam sujeitos a fugas de corrente pela carcaça, além tornar impossível a aplicação de outros sistemas de segurança como o DR e do DPS. Para a realização deste projeto é necessário intervenções no solo a fim de medir a sua resistividade. Infelizmente isto não foi possível devido a não concordância dos administradores do local.

No projeto luminotécnico aconselhou-se a substituição das atuais luminárias de duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 100 W, por luminárias de LED de vários modelos. Devido à sua eficiência energética e uniformidade luminosa, as lâmpadas de LED tornam o ambiente mais agradável atendendo ao nível de iluminação mínimo exigido por norma. O uso de um software para este projeto é de grande auxílio, não somente para os cálculos técnicos, mas também porque este auxilia na visualização de resultados, gerando imagens dos ambientes, facilitando a visualização do resultado.

No projeto elétrico, foram identificadas várias não conformidades com as normas da EDP e da ABNT, conforme pode ser visto na análise de resultados. A inexistência de DPS deixa a edificação vulnerável a sobretensões transitórias na rede elétrica. A ausência de DR aumenta o risco de, em um contato acidental do usuário com um cabo energizado, este tenha consequências graves à sua saúde, podendo chegar à morte. Além dessas, outras observações realizadas no local, tornam a edificação vulnerável a riscos de incêndio, de perdas materiais e

principalmente à perda de vida humana. Desta forma é possível observar que é de extrema importância um projeto elétrico cuidadoso, que observe todas as características da norma, a fim de, não só proteger a instalação, mas também realizar um dimensionamento eficiente não sobredimensionando os componentes da instalação. Também foi identificado que foram realizadas várias manutenções de forma imprudente, as quais representam risco à estrutura e às pessoas. Desta forma, deve-se salientar que de pouco adianta um projeto bem planejado, se for mal executado. Tal displicência inviabiliza o projeto e incorre em um ato arriscado, ocasionado muitas vezes por fatores econômicos, os quais não se justificam, pois o risco é muito maior que o valor economizado.

Na análise tarifária é muito importante o conhecimento dos hábitos e do consumo horário da unidade, a fim de realizar uma proposta eficiente de alteração de modalidade tarifária, quando esta for necessária. Quando a unidade está enquadrada na modalidade tarifária convencional para clientes do grupo B, a concessionária não realiza esta leitura horária. Portanto, é de responsabilidade do projetista, analisar os hábitos do consumidor e realizar a proposta que julgar adequada.

Por fim, nota-se a importância que o profissional tem ao projetar uma instalação elétrica para o seu pleno funcionamento. E cabe ao profissional projetista conhecer os limites técnicos, os quais ele deve seguir ao dimensionar e projetar uma instalação elétrica. Nota-se a importância da atualização constante de projetos para melhorar a segurança da edificação e de todos que ali transitem. As sugestões de melhorias indicadas ao templo estudado poderiam ser aplicadas em outros locais de afluência de público com os devidos ajustes às características individuais de cada edificação.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, Jarbas. Evangélicos abrem 14 mil igrejas por ano no Brasil. **Gospelprime**, 01 fev. 2014. Disponível em: <<http://noticias.gospelprime.com.br/evangelicos-14-mil-igrejas-ano-brasil/>>. Acesso em: 03 ago. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 5419-1**: Proteção contra descargas atmosféricas: Princípios Gerais. Rio de Janeiro, 2015a.

_____. **NBR 5419-2**: Proteção contra descargas atmosféricas: Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro, 2015b.

_____. **NBR 5419-3**: Proteção contra descargas atmosféricas: Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro, 2015c.

_____. **NBR 5419-4**: Proteção contra descargas atmosféricas: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro, 2015d.

_____. **NBR 13570**: Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 14136**: Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização. Rio de Janeiro, 2012 versão corrigida 4: 2013a.

_____. **NBR 15749**: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **REN 414**: Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. 2010. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em 26 jan. 2018.

_____. **REN 547**: Procedimentos comerciais para aplicação do sistema de bandeiras tarifárias. 2013. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2013547.pdf>>. Acesso em 26 jan. 2018.

CARRIER DO BRASIL. **Manual de Instalação, Operação e Manutenção**: Hi Wall Carrier. Manaus, 2013. Disponível em: <<https://www.serae.com.br/bibliotecavirtual/manuais/manual-split-hiwall-carrier-instalacao.pdf>>. Acesso em 26 jan. 2018.

_____. **Manual de Instalação, Operação e Manutenção Split Space**: Série 42XQM. Manaus, 2015. Disponível em: <http://cdn.carrieroobrasil.com.br/downloads_docs/b95fa-IOM-Space_42XQM_256.08.731-D-01-15--view-.pdf>. Acesso em 26 jan. 2018.

CARVALHO, Mario Cesar. Incêndio no edifício Joelma mudou história da prevenção no Brasil. **Folha de São Paulo**, 03 fev. 2013. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2013/02/1225115-incendio-no-edificio-joelma-mudou-historia-da-prevencao-no-brasil.shtml>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

CAVALIN, Geraldo; SERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. 14. ed. São Paulo: Érica, 2008.

CAVERSAN, Luiz. Tragédia do Joelma foi a pior da cidade. **Folha de São Paulo**, 07 out. 2003. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u83443.shtml>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

CORRÊA, Vitor G. **Estudo sobre possíveis melhorias nos projetos elétricos existentes de edificações de uso coletivo em baixa e alta tensão, de acordo com as normas atuais**. Vitória: 2013.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

EDP Escelsa. **Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária: Edificações individuais**. Espírito Santo: 2016. Disponível em: <<http://www.edpbr.com.br/CentralDocumentos/Documentos%20T%C3%A9cnicos%20ES/PT.DT.PDN.03.14.014.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

FILHO, João Mamede. **Instalações elétricas industriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

G1. Templo da Renascer havia sido lacrado em 1999 por problemas no teto. **Globo.com**, 19 jan. 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL961627-5605,00-TEMPLO+DA+RENASCER+HAVIA+SIDO+LACRADO+EM+POR+PROBLEMAS+NO+TETO.html>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO TRIBUTÁRIO (IBPT). **Empresômetro: Censo das empresas e entidades públicas e privadas brasileiras**. Paraná. Disponível em: <<https://www.ibpt.org.br/img/uploads/noveltty/estudo/66/IBPTLancaCensoDasEmpresasEEntidadesBrasileiras.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **WEBELAT: Densidade de descargas atmosféricas para a terra (Ng)**. 2018. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/>. Acesso em 26 Abr. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). **NR 10**. Brasília, 2004. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf> >. Acesso em: 26 jan. 2018.

PRYSMIAN. **Baixa tensão: Uso Geral**. Disponível em: <https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Guia_Dimensionamento_Baixa_Tensao.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2018.

_____. **Cabo Superastic Flex 450/750V**. Sorocaba. Disponível em: <https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Cat%C3%A1logo_Superastic_Flex_750V_Portugues_V1.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2018.

PROCHNOW, Miriam; SCHAFFER, W.B. **Pequeno manual para elaboração de projetos**. Rio Grande do Sul: APREMAVI7AMAVI7FEEC, 1999.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. Disponível em: < http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/icb/wp-content/uploads/2017/02/aseguranca_contra_incendio_no_brasil.pdf >. Acesso em: 26 jan. 2018

SIMÕES, Renato B. **Estudo sobre a elaboração de projeto elétrico residencial predial**. Vitória: 2008.

SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS (SIB). **Normas Técnicas da ABNT**. Disponível em: <<http://www.bc.ufes.br/content/normas-t%C3%A9cnicas-da-abnt>>. Acesso em 28 ago. 2014.

SPRINGER. **Manual de Instalação, Operação e Manutenção Springer Up**. Manaus: 2011. Disponível em: <http://cdn.springer.com.br/downloads_docs/9d8d3-iom-springer-up-a-06.11-view-.pdf>. Acesso em 26 jan. 2018.

WEG. **Automação: Minidisjuntores MDW e MDWH, Quadros de Distribuição QDW, Interruptores Diferenciais Residuais RDW, Dispositivos de Proteção Contra Surto SPW, Disjuntores em Caixa Moldada Predial DWP**. Jaraguá do Sul, 2018. Disponível em: <<https://static.weg.net medias/downloadcenter/h68/h98/WEG-minidisjuntores-mdw-disjuntores-em-caixa-moldada-predial-dwp-interruptores-rdw-e-dispositivos-spw-50009824-catalogo-pt.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2018.

APÊNDICE A

Neste apêndice são apresentadas as tabelas referentes ao dimensionamento dos quadros de distribuição da edificação. Na Tabela 33, é possível ver o quadro de cargas referentes ao quadro de distribuição 1, projetado para ser instalado na área de convivência do primeiro andar. Este quadro é separado em vinte e cinco circuitos diferentes, onde o circuito C. 1-25 alimenta o QDL-02.

Tabela 33 - Quadro de cargas do QDL-01

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL					POTÊNCIA REATIVA (Var)	POTÊNCIA APARENTE (VA)
		ILUMIN AÇÃO (W)	TUG (VA)	TUE (W)	FP	POTÊNCIA ATIVA (W)		
C.1-01	TUG - ENTRADA / S. AÇÃO SOCIAL		800		0,80	640,0	480,0	800,0
C.1-02	TUG - SECRETARIA		1000		0,80	800,0	600,0	1000,0
C.1-03	TUG - SALA PASTORAL 1		800		0,80	640,0	480,0	800,0
C.1-04	TUG - SALA PASTORAL 2 / ARQUIVO		900		0,80	720,0	540,0	900,0
C.1-05	TUG - SALA 01 E 02		900		0,80	720,0	540,0	900,0
C.1-06	TUG - SALA 03, 04 E 05		1200		0,80	960,0	720,0	1200,0
C.1-07	TUG - ÁREA DE CONVIVENCIA E PALCO		1200		0,80	960,0	720,0	1200,0
C.1-08	TUG - COZINHA 01		1200		0,80	960,0	720,0	1200,0
C.1-09	TUG - COZINHA 02		900		0,80	720,0	540,0	900,0
C.1-10	TUG - WC FEM + S. FERRAMENTAS + VESTIÁRIO		800		0,80	640,0	480,0	800,0
C.1-11	TUG - WC MASC. + WC CADEIRANTE		1200		0,80	960,0	720,0	1200,0
C.1-12	TUG - TOMADA A. SERVIÇO		1200		0,80	960,0	720,0	1200,0
C.1-13	IL - ÁREA EXTERNA	340			0,92	340,0	144,8	369,6
C.1-14	IL - SECRETARIA / S. PASTORAL / A. SOCIAL / ARQUIVO / ENTRADA	369,5			0,92	369,5	157,4	401,6
C.1-15	IL - SALAS 01 - 05	715			0,92	715,0	304,6	777,2
C.1-16	IL - A. CONVIVÊNCIA 01	380			0,92	380,0	161,9	413,0
C.1-17	IL - A. CONVIVÊNCIA 02	418			0,92	418,0	178,1	454,3
C.1-18	IL - COZINHA/S. FERRAMENTAS/WC's/S. FERRAMENTAS/VESTIÁRIO/A. SERVIÇO	588			0,92	588,0	250,5	639,1
C.1-19	TUE - CHUVEIRO			5400	1,00	5400,0	0,0	5400,0
C.1-20	TUE - AR. CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 06			1095	0,99	1095,0	156,0	1106,1
C.1-21	TUE - AR. CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 07			1095	0,99	1095,0	156,0	1106,1
C.1-22	TUE - AR. CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 08			1095	0,99	1095,0	156,0	1106,1
C.1-23	TUE - MICROONDAS			1500	0,92	1500,0	639,0	1630,4
C.1-24	TUE - EXAUSTOR			500	0,92	500,0	213,0	543,5
C.1-25	QDL 02			10397,0	0,94	10397,0	3875,0	11095,6
	ALIMENTADOR QDL-01	2810,5	12100	21082	0,93	33572,5	13652,3	36242,2

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 34 apresenta as características de alimentação e de instalação dos circuitos do QDL-01.

A Tabela 35 apresenta os fatores de correção de temperatura e de agrupamento aplicada aos circuitos. Apresenta também suas respectivas correntes de projeto, corrente nominal do disjuntor e capacidade de condução de corrente do condutor.

Tabela 34 - Características de circuitos do QDL-01

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	TENSÃO		CORREN TE (A)	ISOLAÇÃO	MÉTODO REFERÊNCIA	TEMP	COND. ACRUP ADOS
		FASE (-)	NOMINAL (V _n)					
C.1-01	TUG - ENTRADA / S. AÇÃO SOCIAL	1	127	6,3	PVC	B1	30,0	3
C.1-02	TUG - SECRETARIA	1	127	7,9	PVC	B1	30,0	4
C.1-03	TUG - SALA PASTORAL 1	1	127	6,3	PVC	B1	30,0	4
C.1-04	TUG - SALA PASTORAL 2 / ARQUIVO	1	127	7,1	PVC	B1	30,0	4
C.1-05	TUG - SALA 01 E 02	1	127	7,1	PVC	B1	30,0	3
C.1-06	TUG - SALA 03, 04 E 05	1	127	9,4	PVC	B1	30,0	3
C.1-07	TUG - ÁREA DE CONVIVENCIA E PALCO	1	127	9,4	PVC	B1	30,0	2
C.1-08	TUG - COZINHA 01	1	127	9,4	PVC	B1	30,0	2
C.1-09	TUG - COZINHA 02	1	127	7,1	PVC	B1	30,0	2
C.1-10	TUG - WC FEM + S. FERRAMENTAS + VESTIÁRIO	1	127	6,3	PVC	B1	30,0	3
C.1-11	TUG - WC MASC. + WC CADEIRANTE	1	127	9,4	PVC	B1	30,0	3
C.1-12	TUG - TOMADA A. SERVIÇO	1	127	9,4	PVC	B1	30,0	3
C.1-13	IL - ÁREA EXTERNA	1	127	2,9	PVC	B1	30,0	3
C.1-14	IL - SECRETARIA / S. PASTORAL / A. SOCIAL / ARQUIVO / ENTRADA	1	127	3,2	PVC	B1	30,0	4
C.1-15	IL - SALAS 01 - 05	1	127	6,1	PVC	B1	30,0	3
C.1-16	IL - A. CONVIVÊNCIA 01	1	127	3,3	PVC	B1	30,0	2
C.1-17	IL - A. CONVIVÊNCIA 02	1	127	3,6	PVC	B1	30,0	2
C.1-18	IL - COZINHA/S. FERRAMENTAS/WC's/S. FERRAMENTAS/VESTIÁRIO/A. SERVIÇO	1	127	5,0	PVC	B1	30,0	3
C.1-19	TUE - CHUVEIRO	1	220	24,5	PVC	B1	30,0	2
C.1-20	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 06	1	220	5,0	PVC	B1	30,0	3
C.1-21	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 07	1	220	5,0	PVC	B1	30,0	3
C.1-22	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 08	1	220	5,0	PVC	B1	30,0	3
C.1-23	TUE - MICROONDAS	1	127	12,8	PVC	B1	30,0	2
C.1-24	TUE - EXAUSTOR	1	127	4,3	PVC	B1	30,0	2
C.1-25	QDL 02	3	220	29,1	PVC	D	30,0	1
	ALIMENTADOR QDL-01	3	220	95,1	PVC	D	30,0	1

Fonte: Produção do próprio autor.

Tabela 35 - Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-01

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CAPACIDADE DE CORRENTE					
		FCT	FCA	I _b	I _n	I _r	I _c
C.1-01	TUG - ENTRADA / S. AÇÃO SOCIAL	1,00	0,70	006,3	010,0	12,3	17,5
C.1-02	TUG - SECRETARIA	1,00	0,65	007,9	010,0	11,4	17,5
C.1-03	TUG - SALA PASTORAL 1	1,00	0,65	006,3	010,0	11,4	17,5
C.1-04	TUG - SALA PASTORAL 2 / ARQUIVO	1,00	0,65	007,1	010,0	11,4	17,5
C.1-05	TUG - SALA 01 E 02	1,00	0,70	007,1	010,0	12,3	17,5
C.1-06	TUG - SALA 03, 04 E 05	1,00	0,70	009,4	016,0	16,8	24
C.1-07	TUG - ÁREA DE CONVIVENCIA E PALCO	1,00	0,80	009,4	016,0	19,2	24
C.1-08	TUG - COZINHA 01	1,00	0,80	009,4	016,0	19,2	24
C.1-09	TUG - COZINHA 02	1,00	0,80	007,1	010,0	11,2	14
C.1-10	TUG - WC FEM + S. FERRAMENTAS + VESTIÁRIO	1,00	0,70	006,3	010,0	12,3	17,5
C.1-11	TUG - WC MASC. + WC CADEIRANTE	1,00	0,70	009,4	016,0	16,8	24
C.1-12	TUG - TOMADA A. SERVIÇO	1,00	0,70	009,4	016,0	16,8	24
C.1-13	IL - ÁREA EXTERNA	1,00	0,70	002,9	004,0	6,3	9
C.1-14	IL - SECRETARIA / S. PASTORAL / A. SOCIAL / ARQUIVO / ENTRADA	1,00	0,65	003,2	004,0	5,9	9
C.1-15	IL - SALAS 01 - 05	1,00	0,70	006,1	010,0	12,3	17,5
C.1-16	IL - A. CONVIVÊNCIA 01	1,00	0,80	003,3	004,0	7,2	9
C.1-17	IL - A. CONVIVÊNCIA 02	1,00	0,80	003,6	006,0	7,2	9
C.1-18	IL - COZINHA/S. FERRAMENTAS/WC's/S. FERRAMENTAS/VESTIÁRIO/A. SERVIÇO	1,00	0,70	005,0	006,0	6,3	9
C.1-19	TUE - CHUVEIRO	1,00	0,80	024,5	032,0	32,8	41
C.1-20	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 06	1,00	0,70	005,0	006,0	6,3	9
C.1-21	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 07	1,00	0,70	005,0	006,0	6,3	9
C.1-22	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 08	1,00	0,70	005,0	006,0	6,3	9
C.1-23	TUE - MICROONDAS	1,00	0,80	012,8	016,0	19,2	24
C.1-24	TUE - EXAUSTOR	1,00	0,80	004,3	006,0	7,2	9
C.1-25	QDL 02	1,00	1,00	029,1	040,0	52,0	52
	ALIMENTADOR QDL-01	1,00	1,00	095,1	125,0	151,0	151

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 36 mostra o cálculo para a seleção do condutor por queda de tensão do QDL-01.

Tabela 36 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-01

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	QUEDA DE TENSÃO							
		RECIME				PARTIDA			
		COMPRI- MENTO	ΔV(%) Máximo	ΔV Unitário	ΔV(%) Efetivo	Ip	ΔV(%)	ΔV Unitário	ΔV(%) Efetivo
C.1-01	TUG - ENTRADA / S. AÇÃO SOCIAL	19	4%	42,4	1,3%				
C.1-02	TUG - SECRETARIA	16	4%	40,3	1,4%				
C.1-03	TUG - SALA PASTORAL 1	16	4%	50,4	1,1%				
C.1-04	TUG - SALA PASTORAL 2 / ARQUIVO	13	4%	55,1	1,0%				
C.1-05	TUG - SALA 01 E 02	24	4%	29,9	1,9%				
C.1-06	TUG - SALA 03, 04 E 05	32	4%	16,8	3,4%				
C.1-07	TUG - ÁREA DE CONVIVENCIA E PALCO	28	4%	19,2	3,0%				
C.1-08	TUG - COZINHA 01	32	4%	16,8	3,4%				
C.1-09	TUG - COZINHA 02	32	4%	22,4	2,6%				
C.1-10	TUG - WC FEM + S. FERRAMENTAS + VESTIÁRIO	28	4%	28,8	2,0%				
C.1-11	TUG - WC MASC. + WC CADEIRANTE	31	4%	17,3	3,3%				
C.1-12	TUG - TOMADA A. SERVIÇO	33	4%	16,3	3,5%				
C.1-13	IL - ÁREA EXTERNA	29	4%	60,2	1,8%				
C.1-14	IL - SECRETARIA / S. PASTORAL / A. SOCIAL / ARQUIVO / ENTRADA	30	4%	53,5	2,1%				
C.1-15	IL - SALAS 01 - 05	29	4%	28,6	3,9%				
C.1-16	IL - A. CONVIVÊNCIA 01	32	4%	48,8	2,3%				
C.1-17	IL - A. CONVIVÊNCIA 02	32	4%	44,4	2,5%				
C.1-18	IL - COZINHA/S. FERRAMENTAS/WC's/S. FERRAMENTAS/VESTIÁRIO/A. SERVIÇO	36	4%	28,0	3,9%				
C.1-19	TUE - CHUVEIRO	32	4%	11,2	2,5%				
C.1-20	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 06	16	4%	109,4	0,6%	32,0	6%	25,8	3,9%
C.1-21	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 07	16	4%	109,4	0,6%	32,0	6%	25,8	3,9%
C.1-22	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 08	18	4%	97,2	0,7%	32,0	6%	22,9	4,4%
C.1-23	TUE - MICROONDAS	27	4%	14,7	2,9%				
C.1-24	TUE - EXAUSTOR	30	4%	39,6	1,7%				
C.1-25	QDL 02	11	1%	6,9	0,5%	70,4	2%	5,7	1,3%
	ALIMENTADOR QDL-01	12	1%	1,9	0,3%	118,8	2%	3,1	0,4%

Fonte: Produção do próprio autor.

Tabela 37 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-01

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CONDUTOR (mm²)				
		CAP. CORREN TE	SOBRE- CARGA	MENOR SEÇÃO	ΔV	ESCOLH IDO
C.1-01	TUG - ENTRADA / S. AÇÃO SOCIAL	0,5	1,5	2,5	1,5	2,5
C.1-02	TUG - SECRETARIA	1	1,5	2,5	1,5	2,5
C.1-03	TUG - SALA PASTORAL 1	0,75	1,5	2,5	1,5	2,5
C.1-04	TUG - SALA PASTORAL 2 / ARQUIVO	0,75	1,5	2,5	1,5	2,5
C.1-05	TUG - SALA 01 E 02	0,75	1,5	2,5	1,5	2,5
C.1-06	TUG - SALA 03, 04 E 05	1	2,5	2,5	2,5	2,5
C.1-07	TUG - ÁREA DE CONVIVENCIA E PALCO	1	2,5	2,5	2,5	2,5
C.1-08	TUG - COZINHA 01	1	2,5	2,5	2,5	2,5
C.1-09	TUG - COZINHA 02	0,5	1	2,5	2,5	2,5
C.1-10	TUG - WC FEM + S. FERRAMENTAS + VESTIÁRIO	0,5	1,5	2,5	1,5	2,5
C.1-11	TUG - WC MASC. + WC CADEIRANTE	1	2,5	2,5	2,5	2,5
C.1-12	TUG - TOMADA A. SERVIÇO	1	2,5	2,5	2,5	2,5
C.1-13	IL - ÁREA EXTERNA	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.1-14	IL - SECRETARIA / S. PASTORAL / A. SOCIAL / ARQUIVO / ENTRADA	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.1-15	IL - SALAS 01 - 05	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C.1-16	IL - A. CONVIVÊNCIA 01	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.1-17	IL - A. CONVIVÊNCIA 02	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.1-18	IL - COZINHA/S. FERRAMENTAS/WC's/S. FERRAMENTAS/VESTIÁRIO/A. SERVIÇO	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.1-19	TUE - CHUVEIRO	4	6	2,5	4	6
C.1-20	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 06	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5
C.1-21	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 07	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5
C.1-22	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 08	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5
C.1-23	TUE - MICROONDAS	1,5	2,5	2,5	4	4
C.1-24	TUE - EXAUSTOR	0,5	0,5	2,5	1,5	2,5
C.1-25	QDL 02	4	10	6	10	10
	ALIMENTADOR QDL-01	35	70	6	25	70

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 37 apresenta a escolha de condutor de cada circuito do QDL-01, utilizando-se dos métodos de capacidade de corrente, sobrecarga, menor seção e queda de tensão (ΔV).

A Tabela 38 apresenta a seleção de condutores (fase, neutro e terra), disjuntores e o equilíbrio de fases de cada circuito do QDL-01.

Tabela 38 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-01

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	EQUILÍBRIO DE FASES						
		FASE (mm ²)	NEUTRO (mm ²)	TERRA (mm ²)	DISJ. (A)	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.1-01	TUG - ENTRADA / S. AÇÃO SOCIAL	1 # 2,5	2,5	2,5	10	640,0		
C.1-02	TUG - SECRETARIA	1 # 2,5	2,5	2,5	10		800,0	
C.1-03	TUG - SALA PASTORAL 1	1 # 2,5	2,5	2,5	10			640,0
C.1-04	TUG - SALA PASTORAL 2 / ARQUIVO	1 # 2,5	2,5	2,5	10	720,0		
C.1-05	TUG - SALA 01 E 02	1 # 2,5	2,5	2,5	10		720,0	
C.1-06	TUG - SALA 03, 04 E 05	1 # 2,5	2,5	2,5	16			960,0
C.1-07	TUG - ÁREA DE CONVIVÊNCIA E PALCO	1 # 2,5	2,5	2,5	16	960,0		
C.1-08	TUG - COZINHA 01	1 # 2,5	2,5	2,5	16		960,0	
C.1-09	TUG - COZINHA 02	1 # 2,5	2,5	2,5	10			720,0
C.1-10	TUG - WC FEM + S. FERRAMENTAS + VESTIÁRIO	1 # 2,5	2,5	2,5	10	640,0		
C.1-11	TUG - WC MASC. + WC CADEIRANTE	1 # 2,5	2,5	2,5	16		960,0	
C.1-12	TUG - TOMADA A. SERVIÇO	1 # 2,5	2,5	2,5	16			960,0
C.1-13	IL - ÁREA EXTERNA	1 # 1,5	1,5	1,5	4	340,0		
C.1-14	IL - SECRETARIA / S. PASTORAL / A. SOCIAL / ARQUIVO / ENTRADA	1 # 1,5	1,5	1,5	4		369,5	
C.1-15	IL - SALAS 01 - 05	1 # 1,5	1,5	1,5	10			715,0
C.1-16	IL - A. CONVIVÊNCIA 01	1 # 1,5	1,5	1,5	4	380,0		
C.1-17	IL - A. CONVIVÊNCIA 02	1 # 1,5	1,5	1,5	6		418,0	
C.1-18	IL - COZINHA/S. FERRAMENTAS/WC/S. FERRAMENTAS/VESTIÁRIO/A. SERVIÇO	1 # 1,5	1,5	1,5	6			588,0
C.1-19	TUE - CHUVEIRO	2 # 6,0		6	32	2700,0	2700,0	
C.1-20	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 06	2 # 2,5		2,5	6		547,5	547,5
C.1-21	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 07	2 # 2,5		2,5	6	547,5		547,5
C.1-22	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 08	2 # 2,5		2,5	6	547,5		547,5
C.1-23	TUE - MICROONDAS	1 # 4,0	4	4	16			1500,0
C.1-24	TUE - EXAUSTOR	1 # 2,5	2,5	2,5	6		500,0	
C.1-25	QDL 02	3 # 10,0	10	10	40	3457,5	3482,0	3457,5
	ALIMENTADOR QDL-01	3 # 70,0	35	35	125	10932,5	11457	11183

Fonte: Produção do próprio autor.

Na Tabela 39, é possível ver o quadro de cargas referentes ao quadro de distribuição 02, projetado para ser instalado na sala de ação social do primeiro andar. Este quadro alimenta o ar-condicionado das salas de estudo, a bomba de água e a iluminação exterior da edificação.

Tabela 39 - Quadro de cargas do QDL-02

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL						
		ILUMIN AÇÃO (VA)	TUG (VA)	TUE (W)	FP	POTÊNCIA ATIVA (W)	POTÊNCIA REATIVA (Var)	POTÊNCIA APARENTE (VA)
C.2-26	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 01			1741	0,96	1741,0	514,5	1815,4
C.2-27	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 02			1741	0,96	1741,0	514,5	1815,4
C.2-28	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 03			1741	0,96	1741,0	514,5	1815,4
C.2-29	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 04			1741	0,96	1741,0	514,5	1815,4
C.2-30	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 05			1741	0,96	1741,0	514,5	1815,4
C.2-31	TUE - BOMBA DE ÁGUA 1CV			1140	0,73	1140,0	1067,3	1561,6
C.2-32	ILUMINAÇÃO EXTERNA REFLETOR	600			0,92	552,0	235,2	600,0
	ALIMENTADOR QDL-02	600	0	9845	0,94	10397,0	3875,0	11095,6

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 40 apresenta as características de alimentação e de instalação dos circuitos do QDL-02.

Tabela 40 - Características de circuitos do QDL-02

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	TENSÃO		CORREN TE (A)	ISOLAÇÃO	MÉTODO REFERÊN		COND. AGRUPA DOS
		FASE (-)	NOMINAL (Vn)			CIA	TEMP	
C.2-26	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 01	1	220	8,25	PVC	B1	30,0	6
C.2-27	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 02	1	220	8,25	PVC	B1	30,0	6
C.2-28	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 03	1	220	8,25	PVC	B1	30,0	6
C.2-29	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 04	1	220	8,25	PVC	B1	30,0	6
C.2-30	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 05	1	220	8,25	PVC	B1	30,0	6
C.2-31	TUE - BOMBA DE ÁGUA 1CV	1	220	7,1	PVC	B1	30,0	6
C.2-32	ILUMINAÇÃO EXTERNA REFLETOR	1	220	2,7	PVC	B1	30,0	1
	ALIMENTADOR QDL-02	3	220	29,1	PVC	D	30,0	1

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 41 apresenta os fatores de correção de temperatura e de agrupamento aplicada aos circuitos. Apresenta também suas respectivas correntes de projeto, corrente nominal do disjuntor e capacidade de condução de corrente do condutor.

Tabela 41- Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-02

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CAPACIDADE DE CORRENTE					
		FCT	FCA	Ib	In	Iz	Ic
C.2-26	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 01	1,00	0,57	008,3	010,0	13,7	24
C.2-27	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 02	1,00	0,57	008,3	010,0	13,7	24
C.2-28	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 03	1,00	0,57	008,3	010,0	13,7	24
C.2-29	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 04	1,00	0,57	008,3	010,0	13,7	24
C.2-30	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 05	1,00	0,57	008,3	010,0	13,7	24
C.2-31	TUE - BOMBA DE ÁGUA 1CV	1,00	0,57	007,1	010,0	13,7	24
C.2-32	ILUMINAÇÃO EXTERNA REFLETOR	1,00	1,00	002,7	004,0	9,0	9
	ALIMENTADOR QDL-02	1,00	1,00	029,1	032,0	39,0	39

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 42 apresenta o resultado do cálculo para a seleção do condutor por queda de tensão do QDL-02.

Tabela 42 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-02

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	QUEDA DE TENSÃO						
		REGIME				PARTIDA		
		COMPRIM- ENTO	ΔV(%)	ΔV Unitário	ΔV(%) Efetivo	Ip	ΔV(%)	ΔV(%) Unitário Efetivo
C.2-26	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 01	4	4%	266,6	0,3%	42,5	6%	77,6
C.2-27	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 02	8	4%	133,3	0,5%	42,5	6%	38,8
C.2-28	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 03	12	4%	88,9	0,8%	42,5	6%	25,9
C.2-29	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 04	15	4%	71,1	1,0%	42,5	6%	20,7
C.2-30	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 05	16	4%	66,7	1,0%	42,5	6%	19,4
C.2-31	TUE - BOMBA DE ÁGUA 1CV	18	4%	68,9	0,8%	35,0	6%	21,0
C.2-32	ILUMINAÇÃO EXTERNA REFLETOR	60	4%	53,8	2,1%			
	ALIMENTADOR QDL-02	11	1%	6,9	0,5%	70,4	2%	5,7

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 43 apresenta a escolha de condutor de cada circuito do QDL-02, utilizando-se dos métodos de capacidade de corrente, sobrecarga, menor seção e queda de tensão (ΔV).

Tabela 43 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-02

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CONDUTOR (mm ²)				
		CAP. CORREN TE	SOBRE- CARGA	MENOR SEÇÃO	ΔV	ESCOL HIDO
C.2-26	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 01	1,5	2,5	2,5	1,5	2,5
C.2-27	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 02	1,5	2,5	2,5	1,5	2,5
C.2-28	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 03	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
C.2-29	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 04	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
C.2-30	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 05	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
C.2-31	TUE - BOMBA DE ÁGUA 1CV	1	2,5	2,5	2,5	2,5
C.2-32	ILUMINAÇÃO EXTERNA REFLETOR	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
	ALIMENTADOR QDL-02	4	6	6	10	10

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 44 apresenta a seleção de condutores (fase, neutro e terra), disjuntores e o equilíbrio de fases de cada circuito do QDL-02.

Tabela 44 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-02

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	EQUILÍBRIO DE FASES						
		FASE (mm ²)	NEUTRO (mm ²)	TERRA (mm ²)	DISJ. (A)	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.2-26	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 01	2 # 2,5		2,5	10	870,5	870,5	
C.2-27	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 02	2 # 2,5		2,5	10	870,5		870,5
C.2-28	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 03	2 # 2,5		2,5	10		870,5	870,5
C.2-29	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 04	2 # 2,5		2,5	10	870,5	870,5	
C.2-30	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUS 05	2 # 2,5		2,5	10		870,5	870,5
C.2-31	TUE - BOMBA DE ÁGUA 1CV	2 # 2,5		2,5	10	570,0		570,0
C.2-32	ILUMINAÇÃO EXTERNA REFLETOR	2 # 1,5		1,5	4	276,0		276,0
	ALIMENTADOR QDL-02	3 # 10,0	10	10	32	3457,5	3482	3457,5

Fonte: Produção do próprio autor.

Na Tabela 45Tabela 39, é possível ver o quadro de cargas referentes ao quadro de distribuição 03, projetado para ser instalado próximo às rampas de subida, no segundo andar. Este quadro alimenta a iluminação, as tomadas de uso geral e as tomadas de uso específico do segundo andar.

Tabela 45 - Quadro de cargas do QDL-03

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL						
		ILUMINAÇÃO O (VA)	TUG (VA)	TUE (W)	FP	POTÊNCIA ATIVA (W)	POTÊNCIA REATIVA (Var)	POTÊNCIA APARENTE (VA)
C.3-01	TUG - ALTAR + LOUVOR		1000		0,80	800,0	600,0	1000,0
C.3-02	TUG - CAIXAS DE RETORNO		600		0,80	480,0	360,0	600,0
C.3-03	TUG - TEMPLO 01		800		0,80	640,0	480,0	800,0
C.3-04	TUG - TEMPLO 02		700		0,80	560,0	420,0	700,0
C.3-05	TUG - MEZANINO SUPERIOR 01		800		0,80	640,0	480,0	800,0
C.3-06	TUG - MEZANINO SUPERIOR 02		500		0,80	400,0	300,0	500,0
C.3-07	TUG - SALA ORNAMENTAÇÃO RAMPAS		600		0,80	480,0	360,0	600,0
C.3-08	TUG - SALA DE BOMBA DE INCENDIO		1000		0,80	800,0	600,0	1000,0
C.3-09	IL - SALA ORNAMENTAÇÃO + RAMPAS + ALTAR + LOUVOR + SALA DE BOMBA DE INCENDIO	412			0,92	379,0	161,5	412,0
C.3-10	IL - MEZANINO INFERIOR	518			0,92	476,6	203,0	518,0
C.3-11	IL - MEZANINO SUPERIOR + ESCADA	658,8			0,92	606,1	258,2	658,8
C.3-12	IL - TEMPLO	658,8			0,92	606,1	258,2	658,8
C.3-13	TUE - AMPLIFICADOR CROWN XTI 4002			1250	0,99	1250,0	178,1	1262,6
	ALIMENTADOR QDL-03	2247,6	6000	1250	0,87	8117,8	4659,0	9359,7

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 46Tabela 34 apresenta as características de alimentação e de instalação dos circuitos do QDL-03.

Tabela 46 - Características de circuitos do QDL-03

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	TENSÃO			MÉTODO ISOLA REFERÊN CIA	COND. AGRUP ADOS
		FASE (-)	NOMINAL (Vn)	CORRENTE (A)		
C.3-01	TUG - ALTAR + LOUVOR	1	127	7,9	PVC	2
C.3-02	TUG - CAIXAS DE RETORNO	1	127	4,7	PVC	2
C.3-03	TUG - TEMPLO 01	1	127	6,3	PVC	1
C.3-04	TUG - TEMPLO 02	1	127	5,5	PVC	1
C.3-05	TUG - MEZANINO SUPERIOR 01	1	127	6,3	PVC	4
C.3-06	TUG - MEZANINO SUPERIOR 02	1	127	3,9	PVC	4
C.3-07	TUG - SALA ORNAMENTAÇÃO RAMPAS	1	127	4,7	PVC	3
C.3-08	TUG - SALA DE BOMBA DE INCENDIO	1	127	7,9	PVC	3
C.3-09	IL - SALA ORNAMENTAÇÃO + RAMPAS + ALTAR + LOUVOR + SALA DE BOMBA DE INCENDIO	1	127	3,2	PVC	3
C.3-10	IL - MEZANINO INFERIOR	1	127	4,1	PVC	1
C.3-11	IL - MEZANINO SUPERIOR + ESCADA	1	127	5,2	PVC	2
C.3-12	IL - TEMPLO	1	127	5,2	PVC	2
C.3-13	TUE - AMPLIFICADOR CROWN XTI 4002	1	220	5,7	PVC	4
	ALIMENTADOR QDL-03	3	220	24,6	PVC	1

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 47 apresenta os fatores de correção de temperatura e de agrupamento aplicada aos circuitos. Apresenta também suas respectivas correntes de projeto, corrente nominal do disjuntor e capacidade de condução de corrente do condutor.

Tabela 47- Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-03

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CAPACIDADE DE CORRENTE					
		FCT	FCA	I _b	I _n	I _z	I _c
C.3-01	TUG - ALTAR + LOUVOR	1,00	0,80	007,9	010,0	11,2	14
C.3-02	TUG - CAIXAS DE RETORNO	1,00	0,80	004,7	006,0	7,2	9
C.3-03	TUG - TEMPLO 01	1,00	1,00	006,3	010,0	11,0	11
C.3-04	TUG - TEMPLO 02	1,00	1,00	005,5	010,0	11,0	11
C.3-05	TUG - MEZANINO SUPERIOR 01	1,00	0,65	006,3	010,0	11,4	17,5
C.3-06	TUG - MEZANINO SUPERIOR 02	1,00	0,65	003,9	006,0	7,2	11
C.3-07	TUG - SALA ORNAMENTAÇÃO RAMPAS	1,00	0,70	004,7	006,0	6,3	9
C.3-08	TUG - SALA DE BOMBA DE INCENDIO	1,00	0,70	007,9	010,0	12,3	17,5
C.3-09	IL - SALA ORNAMENTAÇÃO + RAMPAS + ALTAR + LOUVOR + SALA DE BOMBA DE INCENDIO	1,00	0,70	003,2	004,0	6,3	9
C.3-10	IL - MEZANINO INFERIOR	1,00	1,00	004,1	006,0	9,0	9
C.3-11	IL - MEZANINO SUPERIOR + ESCADA	1,00	0,80	005,2	006,0	7,2	9
C.3-12	IL - TEMPLO	1,00	0,80	005,2	006,0	7,2	9
C.3-13	TUE - AMPLIFICADOR CROWN XTI 4002	1,00	0,65	005,7	010,0	11,4	17,5
	ALIMENTADOR QDL-03	1,00	1,00	024,6	032,0	36,0	36

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 48 apresenta o resultado do cálculo para a seleção do condutor por queda de tensão do QDL-03.

Tabela 48 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-03

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	QUEDA DE TENSÃO							
		REGIME				PARTIDA			
		COMPRI- MENTO	AV(%)	AV Unitário	AV(%) Efetivo	I _p	AV(%)	AV Unitário	AV(%) Efetivo
C.3-01	TUG - ALTAR + LOUVOR	38	4%	17,0	3,4%				
C.3-02	TUG - CAIXAS DE RETORNO	29	4%	37,1	1,5%				
C.3-03	TUG - TEMPLO 01	30	4%	26,9	2,1%				
C.3-04	TUG - TEMPLO 02	30	4%	30,7	1,9%				
C.3-05	TUG - MEZANINO SUPERIOR 01	33	4%	24,4	2,3%				
C.3-06	TUG - MEZANINO SUPERIOR 02	33	4%	39,1	1,5%				
C.3-07	TUG - SALA ORNAMENTAÇÃO RAMPAS	38	4%	28,3	2,0%				
C.3-08	TUG - SALA DE BOMBA DE INCENDIO	28	4%	23,0	2,5%				
C.3-09	IL - SALA ORNAMENTAÇÃO + RAMPAS + ALTAR + LOUVOR + SALA DE BOMBA DE INCENDIO	48	4%	32,6	3,4%				
C.3-10	IL - MEZANINO INFERIOR	22	4%	56,6	2,0%				
C.3-11	IL - MEZANINO SUPERIOR + ESCADA	25	4%	39,2	2,8%				
C.3-12	IL - TEMPLO	35	4%	28,0	3,9%				
C.3-13	TUE - AMPLIFICADOR CROWN XTI 4002	33	4%	46,5	1,5%				
	ALIMENTADOR QDL-03	26	1%	3,4	0,9%				

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 49 apresenta a escolha de condutor de cada circuito do QDL-03, utilizando-se dos métodos de capacidade de corrente, sobrecarga, menor seção e queda de tensão (ΔV).

A Tabela 50 apresenta a seleção de condutores (fase, neutro e terra), disjuntores e o equilíbrio de fases de cada circuito do QDL-03.

Tabela 49 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-03

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CONDUTOR (mm²)				ESCOLH IDO
		CAP. CORREN TE	SOBRE- CARGA	MENOR SEÇÃO	AV	
C.3-01	TUG - ALTAR + LOUVOR	0,75	1	2,5	2,5	2,5
C.3-02	TUG - CAIXAS DE RETORNO	0,5	0,5	2,5	1,5	2,5
C.3-03	TUG - TEMPLO 01	0,5	0,75	2,5	1,5	2,5
C.3-04	TUG - TEMPLO 02	0,5	0,75	2,5	1,5	2,5
C.3-05	TUG - MEZANINO SUPERIOR 01	0,75	1,5	2,5	1,5	2,5
C.3-06	TUG - MEZANINO SUPERIOR 02	0,5	0,75	2,5	1,5	2,5
C.3-07	TUG - SALA ORNAMENTAÇÃO RAMPAS	0,5	0,5	2,5	1,5	2,5
C.3-08	TUG - SALA DE BOMBA DE INCENDIO	1	1,5	2,5	2,5	2,5
C.3-09	IL - SALA ORNAMENTAÇÃO + RAMPAS + ALTAR + LOUVOR + SALA DE BOMBA DE INCENDIO	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.3-10	IL - MEZANINO INFERIOR	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.3-11	IL - MEZANINO SUPERIOR + ESCADA	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.3-12	IL - TEMPLO	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
C.3-13	TUE - AMPLIFICADOR CROWN XTI 4002	0,5	1,5	2,5	1,5	2,5
	ALIMENTADOR QDL-03	4	6	6	10	10

Fonte: Produção do próprio autor.

Tabela 50 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-03

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	EQUILIBRIO DE FASES						
		FASE (mm²)	NEUTRO (mm²)	TERRA (mm²)	DISJ. (A)	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.3-01	TUG - ALTAR + LOUVOR	1 # 2,5	2,5	2,5	10	800,0		
C.3-02	TUG - CAIXAS DE RETORNO	1 # 2,5	2,5	2,5	6	480,0		
C.3-03	TUG - TEMPLO 01	1 # 2,5	2,5	2,5	10			640,0
C.3-04	TUG - TEMPLO 02	1 # 2,5	2,5	2,5	10			560,0
C.3-05	TUG - MEZANINO SUPERIOR 01	1 # 2,5	2,5	2,5	10		640,0	
C.3-06	TUG - MEZANINO SUPERIOR 02	1 # 2,5	2,5	2,5	6	400,0		
C.3-07	TUG - SALA ORNAMENTAÇÃO RAMPAS	1 # 2,5	2,5	2,5	6			480,0
C.3-08	TUG - SALA DE BOMBA DE INCENDIO	1 # 2,5	2,5	2,5	10		800,0	
C.3-09	IL - SALA ORNAMENTAÇÃO + RAMPAS + ALTAR + LOUVOR + SALA DE BOMBA DE INCENDIO	1 # 1,5	1,5	1,5	4	379,0		
C.3-10	IL - MEZANINO INFERIOR	1 # 1,5	1,5	1,5	6			476,6
C.3-11	IL - MEZANINO SUPERIOR + ESCADA	1 # 1,5	1,5	1,5	6		606,1	
C.3-12	IL - TEMPLO	1 # 1,5	1,5	1,5	6	606,1		
C.3-13	TUE - AMPLIFICADOR CROWN XTI 4002	2 # 2,5		2,5	10		625,0	625,0
	ALIMENTADOR QDL-03	3 # 10,0	10	10	32	2665,1	2671,1	2781,6

Fonte: Produção do próprio autor.

Na Tabela 51Tabela 39, é possível ver o quadro de cargas referentes ao quadro de distribuição 04, projetado para ser instalado na sala de ornamentação do segundo andar. Este quadro alimenta todos os seis aparelhos de ar condicionado destinados a resfriar o templo.

Tabela 51 - Quadro de cargas do QDL-04

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL				POTÊNCIA RELATIVA (Var)	POTÊNCIA APARENTE (VA)
		ILUMINA ÇÃO (VA)	TUG (VA)	TUE (W)	FP		
C.4-01	AR CONDICIONADO SPLIT 01 58000 BTUS			5655	0,82	5655,0	4014,5
C.4-02	AR CONDICIONADO SPLIT 02 58000 BTUS			5655	0,82	5655,0	4014,6
C.4-03	AR CONDICIONADO SPLIT 03 58000 BTUS			5655	0,82	5655,0	4014,6
C.4-04	AR CONDICIONADO SPLIT 04 58000 BTUS			5655	0,82	5655,0	4014,6
C.4-05	AR CONDICIONADO SPLIT 05 58000 BTUS			5655	0,82	5655,0	4014,6
C.4-06	AR CONDICIONADO SPLIT 06 58000 BTUS			5655	0,82	5655,0	4014,6
	ALIMENTADOR QDL-04	0	0	33930	0,82	33930,0	24087,5
							41610,7

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 52 apresenta as características de alimentação e de instalação dos circuitos do QDL-04.

Tabela 52 - Características de circuitos do QDL-04

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	TENSÃO		CORREN TE (A)	ISOLA ÇÃO	MÉTOD O REFER ÊNCIA	TEMP	COND. AGRUP ADOS
		FASE (-)	NOMINAL (Vn)					
C.4-01	AR CONDICIONADO SPLIT 01 58000 BTUS	3	220	18,2	PVC	B1	30,0	3
C.4-02	AR CONDICIONADO SPLIT 02 58000 BTUS	3	220	18,2	PVC	B1	30,0	3
C.4-03	AR CONDICIONADO SPLIT 03 58000 BTUS	3	220	18,2	PVC	B1	30,0	3
C.4-04	AR CONDICIONADO SPLIT 04 58000 BTUS	3	220	18,2	PVC	B1	30,0	3
C.4-05	AR CONDICIONADO SPLIT 05 58000 BTUS	3	220	18,2	PVC	B1	30,0	3
C.4-06	AR CONDICIONADO SPLIT 06 58000 BTUS	3	220	18,2	PVC	B1	30,0	3
	ALIMENTADOR QDL-04	3	220	109,2	PVC	B1	30,0	1

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 53 apresenta os fatores de correção de temperatura e de agrupamento aplicada aos circuitos. Apresenta também suas respectivas correntes de projeto, corrente nominal do disjuntor e capacidade de condução de corrente do condutor.

Tabela 53- Seleção de condutor por capacidade de corrente e sobrecarga QDL-04

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CAPACIDADE DE CORRENTE						
		FCT	FCA	Ib	In	Iz	Ic	
C.4-01	AR CONDICIONADO SPLIT 01 58000 BTUS	1,00	0,70	018,2	025,0	25,2	36	
C.4-02	AR CONDICIONADO SPLIT 02 58000 BTUS	1,00	0,70	018,2	025,0	25,2	36	
C.4-03	AR CONDICIONADO SPLIT 03 58000 BTUS	1,00	0,70	018,2	025,0	25,2	36	
C.4-04	AR CONDICIONADO SPLIT 04 58000 BTUS	1,00	0,70	018,2	025,0	25,2	36	
C.4-05	AR CONDICIONADO SPLIT 05 58000 BTUS	1,00	0,70	018,2	025,0	25,2	36	
C.4-06	AR CONDICIONADO SPLIT 06 58000 BTUS	1,00	0,70	018,2	025,0	25,2	36	
	ALIMENTADOR QDL-04	1,00	1,00	109,20	125,0	134,0	134	

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 54 apresenta o resultado do cálculo para a seleção do condutor por queda de tensão do QDL-04.

Tabela 54 - Seleção de condutor por queda de tensão QDL-04

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	QUEDA DE TENSÃO							
		REGIME				PARTIDA			
		COMPRI- MENTO	ΔV(%)	AV Unitário	ΔV(%) Efetivo	Ip	ΔV(%)	AV Unitário	ΔV(%) Efetivo
C.4-01	AR CONDICIONADO SPLIT 01 58000 BTUS	6	4%	80,58	0,3%	127,3	6%	17,28	1,8%
C.4-02	AR CONDICIONADO SPLIT 02 58000 BTUS	6	4%	80,58	0,3%	127,3	6%	17,28	1,8%
C.4-03	AR CONDICIONADO SPLIT 03 58000 BTUS	6	4%	80,58	0,3%	127,3	6%	17,28	1,8%
C.4-04	AR CONDICIONADO SPLIT 04 58000 BTUS	34	4%	14,22	0,6%	127,3	6%	3,05	4,0%
C.4-05	AR CONDICIONADO SPLIT 05 58000 BTUS	41	4%	11,79	0,7%	127,3	6%	2,53	4,8%
C.4-06	AR CONDICIONADO SPLIT 06 58000 BTUS	48	4%	10,07	0,8%	127,3	6%	2,16	5,6%
	ALIMENTADOR QDL-04	22	1%	0,92	0,8%	207,3	2%	0,96	1,6%

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 55 apresenta a escolha de condutor de cada circuito do QDL-04, utilizando-se dos métodos de capacidade de corrente, sobrecarga, menor seção e queda de tensão (ΔV).

Tabela 55 - Escolha de condutor de cada circuito do QDL-04

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CONDUTOR (mm²)				
		CAP. CORREN TE	SOBRE- CARGA	MENOR SEÇÃO	AV	ESCOLH IDO
C.4-01	AR CONDICIONADO SPLIT 01 58000 BTUS	4	6	2,5	2,5	6
C.4-02	AR CONDICIONADO SPLIT 02 58000 BTUS	4	6	2,5	2,5	6
C.4-03	AR CONDICIONADO SPLIT 03 58000 BTUS	4	6	2,5	2,5	6
C.4-04	AR CONDICIONADO SPLIT 04 58000 BTUS	4	6	2,5	16	16
C.4-05	AR CONDICIONADO SPLIT 05 58000 BTUS	4	6	2,5	16	16
C.4-06	AR CONDICIONADO SPLIT 06 58000 BTUS	4	6	2,5	16	16
	ALIMENTADOR QDL-04	35	50	6	50	50

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 56 apresenta a seleção de condutores (fase, neutro e terra), disjuntores e o equilíbrio de fases de cada circuito do QDL-04.

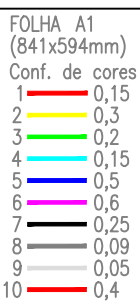
Tabela 56 – Condutor (fase, neutro e terra), disjuntor e equilíbrio de fase de cada circuito do QDL-04

CIRCUIT OS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	EQUILIBRIO DE FASES						
		FASE (mm²)	NEUTRO (mm²)	TERRA (mm²)	DISJ. (A)	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.4-01	AR CONDICIONADO SPLIT 01 58000 BTUS	3 # 6,0	6	6	25	1885	1885	1885
C.4-02	AR CONDICIONADO SPLIT 02 58000 BTUS	3 # 6,0	6	6	25	1885	1885	1885
C.4-03	AR CONDICIONADO SPLIT 03 58000 BTUS	3 # 6,0	6	6	25	1885	1885	1885
C.4-04	AR CONDICIONADO SPLIT 04 58000 BTUS	3 # 16,0	16	16	25	1885	1885	1885
C.4-05	AR CONDICIONADO SPLIT 05 58000 BTUS	3 # 16,0	16	16	25	1885	1885	1885
C.4-06	AR CONDICIONADO SPLIT 06 58000 BTUS	3 # 16,0	16	16	25	1885	1885	1885
	ALIMENTADOR QDL-04	3 # 50,0	25	25	125	11310	11310	11310

Fonte: Produção do próprio autor.

APÊNDICE B

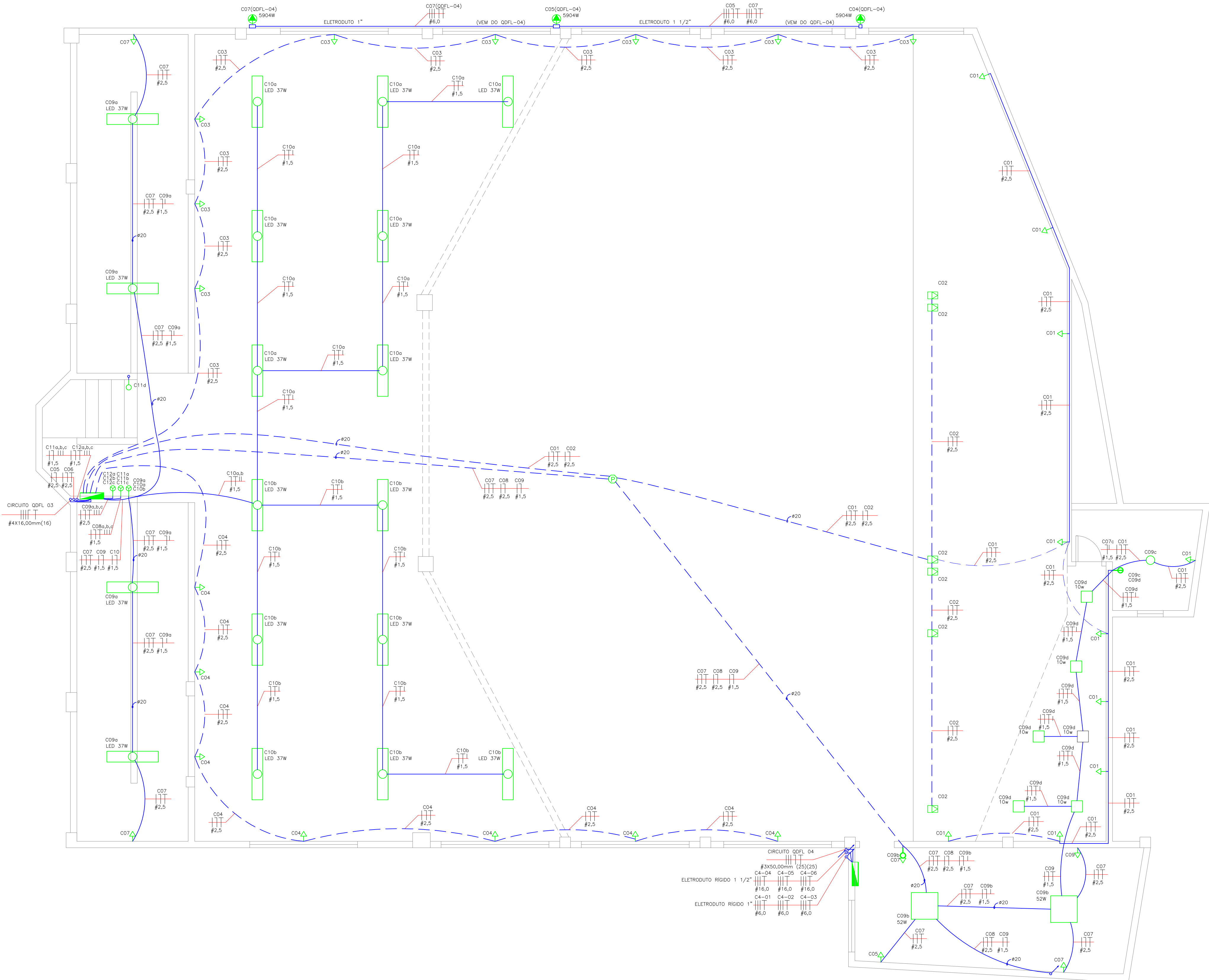
Este apêndice apresenta, em tamanho A1, as folhas de 1 a 7 geradas pelo projeto, desenhado com o auxílio de software CAD apropriado.



FOLHA
01/07

ESCALA:	DATA:	DESENHO:
1/100	01/07/2018	RAFAEL

FOLHA A1	
(841x594mm)	
Conf. de cores	
1	0,15
2	0,3
3	0,2
4	0,15
5	0,5
6	0,6
7	0,25
8	0,09
9	0,05
10	0,4



SIMBOLOGIA

- QDL - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICO.
- EVAPORADORA 220V SPLIT.
- CONDENSADORA 220V.
- PONTO DE LUZ NO TETO 100VA
- CAIXA DE PASSAGEM OCTOGONAL
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR FLUORESCENTE 2 X32W, 127V.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 1700lm, 127V, 21W.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 4060lm, 127V, 38W.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 3320lm, 127V, 35W.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 3400lm, 127V, 37W.
- REFLETOR DE LED 100VA 127V.
- TOMADA (127V) BAIXA h = 300mm.
- TOMADA (127V) MEDIA h = 1200mm.
- TOMADA (127V) ALTA h = 2200mm.
- TOMADA (220) BAIXA h = 300mm.
- TOMADA (220V) MEDIA h = 1200mm.
- PONTO DE ENERGIA (220V) ALTA h = 2200mm.
- INTERRUPTOR SIMPLES (120 cm)
- INTERRUPTOR DUAS SEÇÕES (120 cm)
- INTERRUPTOR TRÊS SEÇÕES (120 cm)
- ELETRODUTO QUE SOBE
- ELETRODUTO QUE DESCE
- ELETRODUTO FLEXIVEL EMBUTIDO PISO
- ELETRODUTO EMBUTIDO NO FORRO, ALVENARIA OU APARENTE.
- NUMERO DO CIRCUITO ELÉTRICO.
- SIMBOLOGIA NA SEQUÊNCIA (FASE, RETORNO, NEUTRO E TERRA).
- BITOLA DO CABO ELÉTRICO.
- MEDIDOR DE ENTRADA TRIFÁSICO - RELÓGIO 127/220V
- RELE FOTOELÉTRICO (FOTOCELULA) 127V.

SIMBOLOGIA

- DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- TODOS ELETRODUTOS NÃO ESPECIFICADOS, SUA BITOLA SERÁ DE 16mm.
- O ENCAMINHAMENTO PODERÁ SER MODIFICADO CONFORME A NECESSIDADE EM CAMPO.
- TODOS OS CÁLCULOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DEVEM SER REVISTO EM CASO DE MODIFICAÇÃO EM CAMPO.
- EMENDAS E DERIVAÇÕES DE CABOS ACIMA DE 10mm, USAR CONECTORES APROPRIADOS.
- A AMPERAGEM DAS TOMADAS DEVERÃO SER DE ACORDO COM A CARGA DE CADA EQUIPAMENTO.
- TODAS AS INTERLIGAÇÕES " DERIVAÇÕES" DE CABOS DEVERÃO SER ATRAVÉS DE SOLDA E REALIZADOS DENTRO DAS CAIXAS DE PASSAGENS.
- TODOS ELETRODUTOS SERÃO EMBUTIDOS NO FORRO, PISO E ALVENARIA.
- USAR SOMENTE ELETRODUTOS DE PVC EMBUTIDO NO CONTRAPISO.
- UTILIZAR SOMENTE CONDUTORES PP 3X 1,5mm PARA RABICHOS DE LUMINÁRIAS.
- TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS CONFORME PROJETO E INSTALADOS AVISOS DE ADVERTÊNCIA CONFORME NBR-5410 CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS NO QUADRO ELÉTRICO E ETC.
- OS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO DEVERÃO SER DE 0,6/1,0 KV - 90 °C " EPR OU XLPE E OS CONDUTORES DE DISTRIBUIÇÃO: 750 V - 70 °C.
- TODOS OS INVÓLUCROS METÁLICOS DE EQUIPAMENTOS E QUAISQUER EQUIPAMENTOS QUE POSSAM ACUMULAR CARGAS DE ELETRICIDADE ESTATICA DEVERÃO SER EFETIVAMENTE ATERRADOS.
- AS LUMINÁRIAS DESCRITAS NO PROJETO, SÓ APENAS REFERÊNCIAS, PODENDO SER MUDADO DE ACORDO COM O CRITÉRIO DO CLIENTE, LEMBRANDO DE CASO VENHA OCORRER A MUDANÇA, VERIFICAR ESPECIFICAÇÕES E CARGAS.
- TODAS AS LUMINÁRIAS DEVERÃO SER ATERRADAS ATRAVÉS DE PLUG DE TOMADAS MACHO/FEMEA 2P+T, NOVO PADÃO BRASILEIRO.
- PARA EXECUÇÃO DO PROJETO, SEGUIR AS NORMAS NR5410 E NR5413.
- ACIONAMENTO DO MOTOR REALIZADO POR BOIA/CHAVE DE NÍVEL ELÉTRICA.

A	14.08.17	RAFAEL	NOME	PARA APROVAÇÃO
0	01.08.17	RAFAEL	NOME	PRELIMINAR
REV.	DATA.	POR.	VERF.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

PROJETO ELÉTRICO

TEMPLO RELIGIOSO

ENDEREÇO: RUA DAS LARANJEIRAS N20, BAIRRO DIVINO ESPÍRITO SANTO, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO.

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO:

RAFAEL

AUTOR DO PROJETO:

RAFAEL

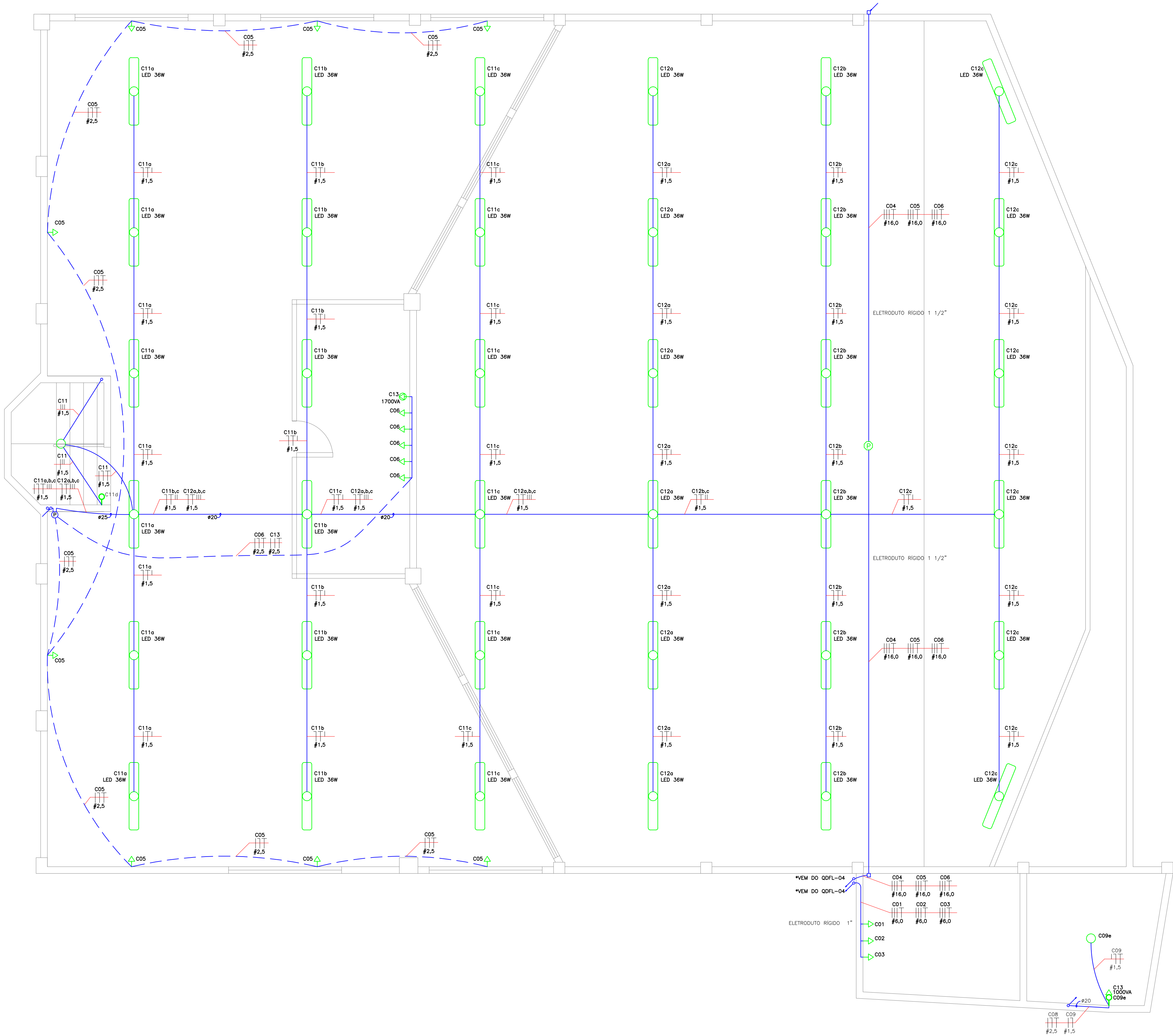
RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

TÍTULO: PROJETO ELÉTRICO IGREJA METODISTA MEDIDOR DE ENERGIA E QUADRO DE CARGAS GERAL

ESCALA: 1/100 DATA: 01/07/2018 DESENHO: RAFAEL

FOLHA 02/07

FOLHA A1	(841x594mm)
Conf. de cores	
1	0,15
2	0,3
3	0,2
4	0,15
5	0,5
6	0,6
7	0,25
8	0,09
9	0,05
10	0,4



SIMBOLOGIA

- QDL - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICO.
- EVAPORADORA 220V SPLIT.
- CONDENSADORA 220V.
- PONTO DE LUZ NO TETO 100VA
- CAIXA DE PASSAGEM OCTOGONAL
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR FLUORESCENTE 2 X32W, 127v.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 1700lm, 127v, 21W.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 4060lm, 127v, 38W.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 3320lm, 127v, 35W.
- LUMINÁRIA DE SOBREPOR LED 3400lm, 127v, 37W.
- REFLETOR DE LED 100VA 127V.
- TOMADA (127V) BAIXA h = 300mm.
- TOMADA (127V) MEDIA h = 1200mm.
- TOMADA (127V) ALTA h = 2200mm.
- TOMADA (220) BAIXA h = 300mm.
- TOMADA (220V) MEDIA h = 1200mm.
- PONTO DE ENERGIA (220V) ALTA h = 2200mm.
- INTERRUPTOR SIMPLES (120 cm)
- INTERRUPTOR DUAS SEÇÕES (120 cm)
- INTERRUPTOR TRÊS SEÇÕES (120 cm)
- ELETRODUTO QUE SOBE
- ELETRODUTO QUE DESCE
- ELETRODUTO FLEXÍVEL EMBUTIDO PISO
- ELETRODUTO EMBUTIDO NO FORRO, ALVENARIA OU APARENTE.
- NUMERO DO CIRCUITO ELÉTRICO.
- SIMBOLOGIA NA SEQUÊNCIA (FASE, RETORNO, NEUTRO E TERRA).
- BITOLA DO CABO ELÉTRICO.
- MEDIDOR DE ENTRADA TRIFÁSICA - RELÓGIO 127/220V
- RELE FOTOELÉTRICO (FOTOCELULA) 127V.

SIMBOLOGIA

- DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- TODOS ELETRODUTOS NÃO ESPECIFICADOS, SUA BITOLA SERÁ DE 3/4".
- O ENCAMINHAMENTO PODERÁ SER MODIFICADO CONFORME A NECESSIDADE EM CAMPO.
- TODOS OS CÁLCULOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DEVEM SER REVISTO EM CASO DE MODIFICAÇÃO EM CAMPO.
- EMENDAS E DERIVAÇÕES DE CABOS ACIMA DE 10mm, USAR CONECTORES APROPRIADOS.
- A AMPERAGEM DAS TOMADAS DEVERÃO SER DE ACORDO COM A CARGA DE CADA EQUIPAMENTO.
- TODAS AS INTERLIGAÇÕES " DERIVAÇÕES" DE CABOS DEVERÃO SER ATRAVES DE SOLDA E REALIZADOS DENTRO DAS CAIXAS DE PASSAGENS.
- TODOS ELETRODUTOS SERÃO EMBUTIDOS NO FORRO, PISO E ALVENARIA.
- USAR SOMENTE ELETRODUTOS DE PVC EMBUTIDO NO CONTRAPISO.
- UTILIZAR SOMENTE CONDUTORES PP 3X 1,5mm PARA RABICHOS DE LUMINÁRIAS.
- TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS CONFORME PROJETO E INSTALADOS AVISOS DE ADVERTÊNCIA CONFORME NBR-5410 CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS NO QUADRO ELÉTRICO E ETC.
- OS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO DEVERÃO SER DE 0,6/1,0 KV - 90 °C " EPR OU XLPE E OS CONDUTORES DE DISTRIBUIÇÃO: 750 V - 70 °C".
- TODOS OS INVÓLUCROS METÁLICOS DE EQUIPAMENTOS E QUALQUER EQUIPAMENTOS QUE POSSAM ACUMULAR CARGAS DE ELETRICIDADE ESTATICA DEVERÃO SER EFETIVAMENTE ATERRADOS.
- AS LUMINÁRIAS DESCRITAS NO PROJETO, SÓ APENAS REFERÊNCIAS, PODENDO SER MUDADO DE ACORDO COM O CRITÉRIO DO CLIENTE, LEMBRANDO DE CASO VENHA OCORRER A MUDANÇA, VERIFICAR ESPECIFICAÇÕES E CARGAS.
- TODAS AS LUMINÁRIAS DEVERÃO SER ATERRADAS ATRAVES DE PLUG DE TOMADAS MACHO/FEMEA 2P+T, NOVO PADÃO BRASILEIRO.
- PARA EXECUÇÃO DO PROJETO, SEGUIR AS NORMAS NR5410 E NBR5413.
- ACIONAMENTO DO MOTOR REALIZADO POR BÓIA/CHAVE DE NÍVEL ELÉTRICA.

A	14.08.17	RAFAEL	NOME	PARA APROVAÇÃO
0	01.08.17	RAFAEL	NOME	PRELIMINAR
REV.	DATA.	POR.	VER.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

PROJETO ELÉTRICO

TEMPLO RELIGIOSO

ENDEREÇO: RUA DAS LARANJEIRAS N20, BAIRRO DIVINO ESPÍRITO SANTO, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO.

PROPRIETÁRIO:

RAFAEL

AUTOR DO PROJETO:

RAFAEL

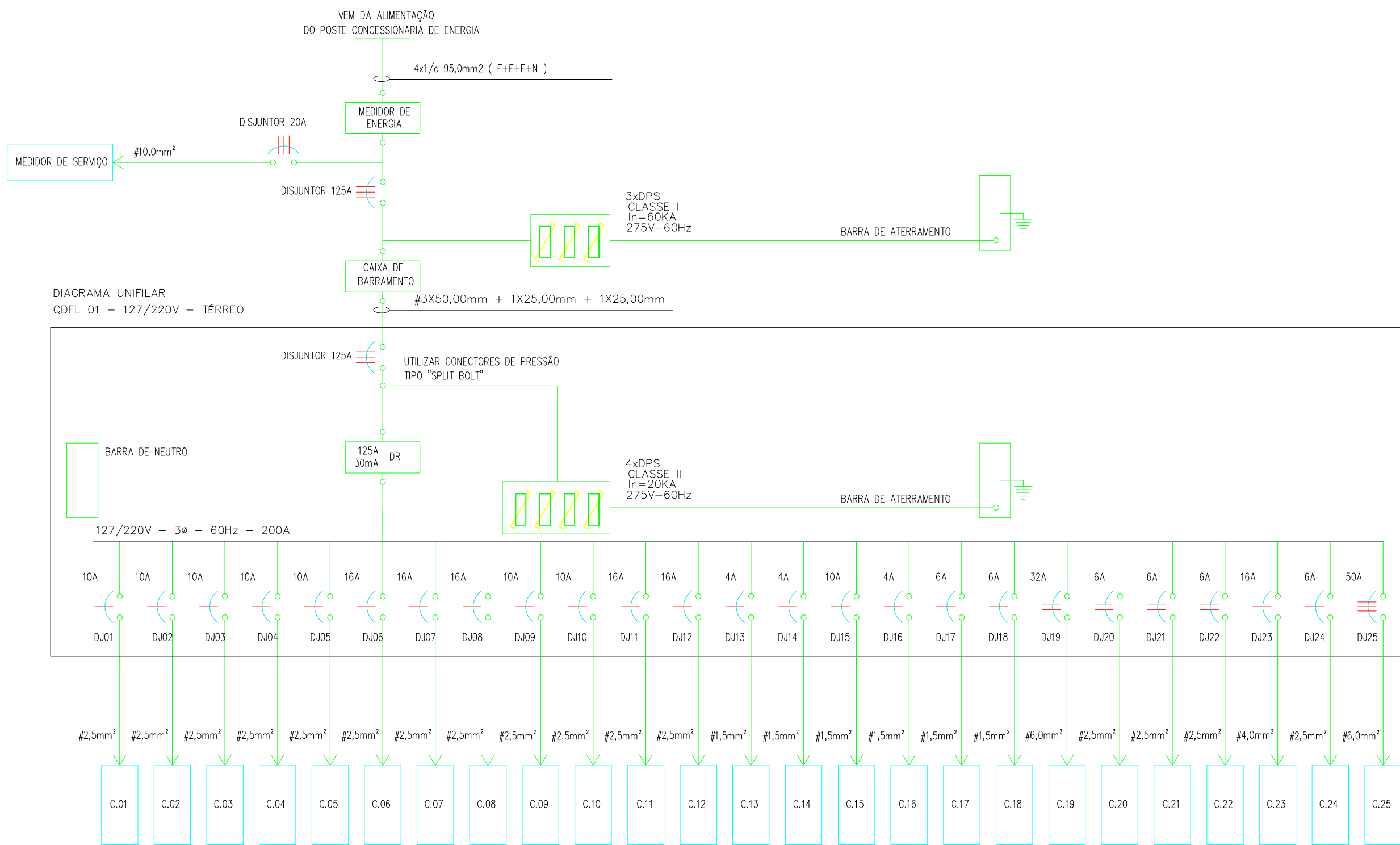
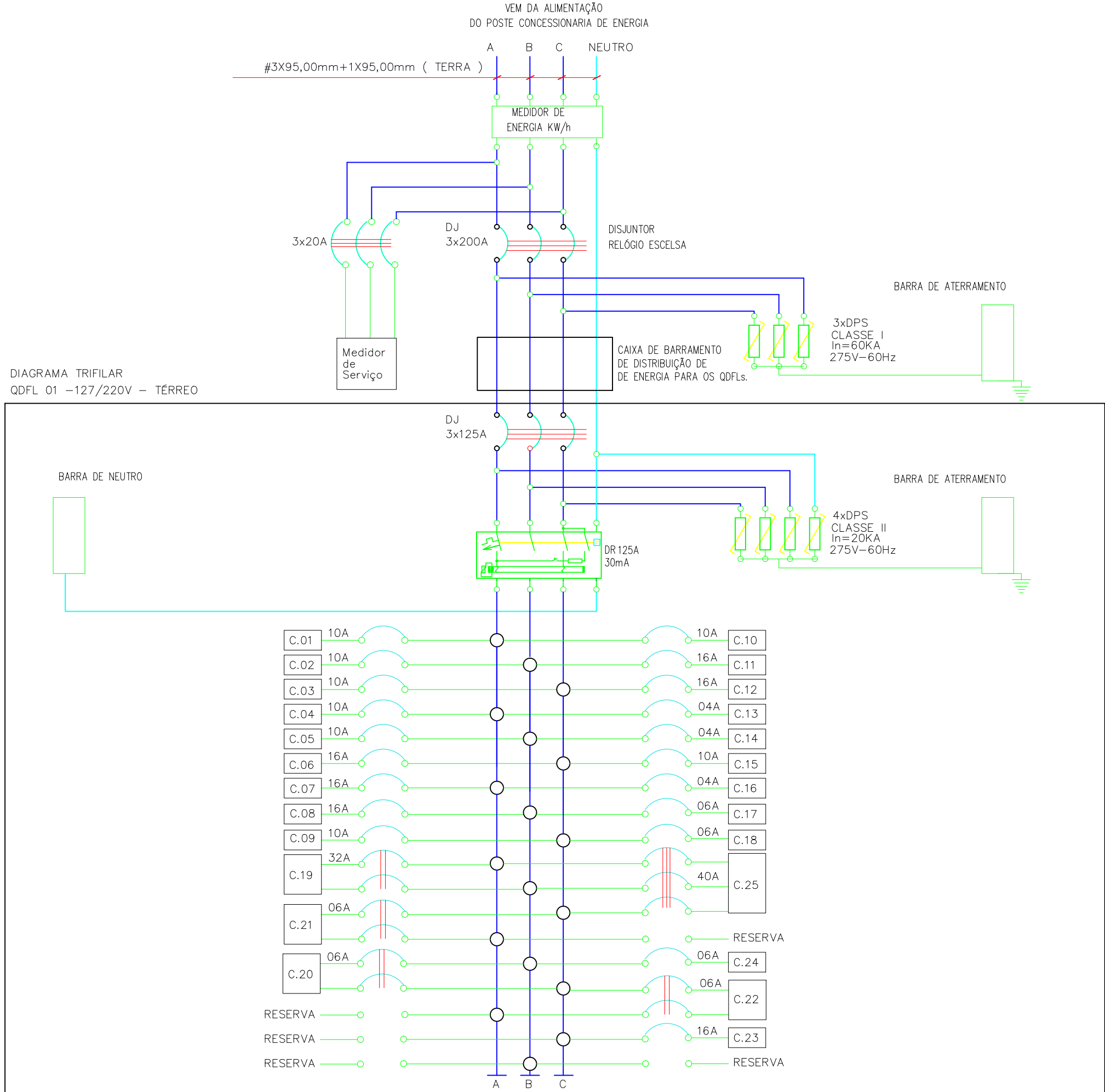
RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

TÍTULO:
PROJETO ELÉTRICO IGREJA METODISTA
MEDIDOR DE ENERGIA E QUADRO DE CARGAS GERAL

ESCALA: 1/100

DATA: 01/07/2018

DESENHO: RAFAEL

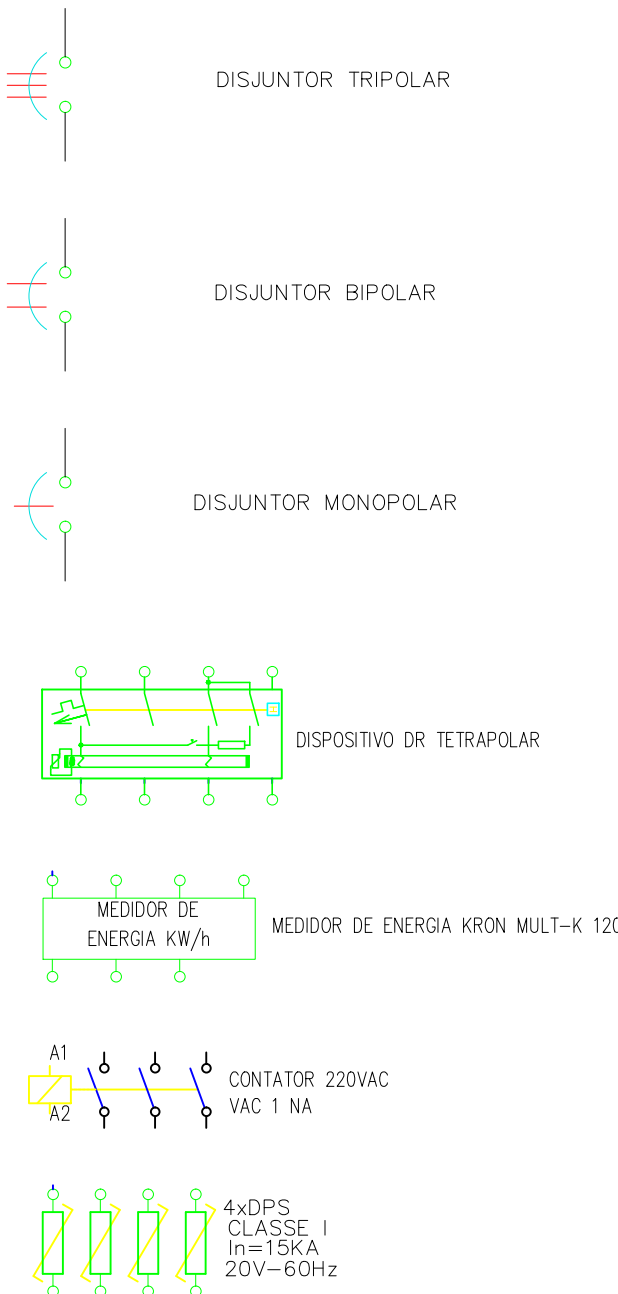


QUADRO DE CARGA PREVISTO - QDFL 01 - 127/220v TRIFÁSICO.

CIRCUITOS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL (W)	FATOR DE DEMANDA	TENSÃO (V)	POTENCIA (VA)	FATOR POTENCIA	CORRENTE (A)	CONDUT. (mm²)	NEUTRO (mm²)	TERRA (mm²)	DISJUNT. (A)	EQUILIBRIO DE FASES		
												FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.01	TUG - ENTRADA/S. AÇÃO SOCIAL	640	1,0	127	800	0,8	6,3	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	640	-	-
C.02	TUG - SECRETARIA	800	1,0	127	1000	0,8	7,9	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	800	-
C.03	TUG - SALA PASTORAL 1	640	1,0	127	800	0,8	6,3	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	-	640
C.04	TUG - SALA PASTORAL 2/ARQUIVO	720	1,0	127	900	0,8	7,1	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	720	-	-
C.05	TUG - SALA 01 E 02	720	1,0	127	900	0,8	7,1	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	720	-
C.06	TUG - SALA 03,04 E 05	960	1,0	127	1200	0,8	9,4	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 16	-	-	960
C.07	TUG - A. CONVIVENCIA E PALCO1	960	1,0	127	1200	0,8	9,4	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 16	960	-	-
C.08	TUG - COZINHA 01	960	1,0	127	1200	0,8	9,4	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 16	-	960	-
C.09	TUG - COZINHA 02	720	1,0	127	900	0,8	7,1	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	-	720
C.10	TUG - WC FEM/S. FERRAMENTAS/VEST.	640	1,0	127	800	0,8	6,3	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	640	-	-
C.11	TUG - WC MASC/ WC CADEIRANTE	960	1,0	127	1200	0,8	9,4	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 16	-	960	-
C.12	TUG - AREA DE SERVIÇO	960	1,0	127	1200	0,8	9,4	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 16	-	-	960
C.13	IL - AREA EXTERNA	340	1,0	127	369,6	0,92	2,9	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 4	340	-	-
C.14	L - SECRETARIA/S. PASTORAL/A. SOCIOAL/ARQUIVO/ENTRADA	369,5	1,0	127	401,6	0,92	3,2	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 4	-	369,5	-
C.15	IL - SALAS 01 - 05	715	1,0	127	777,2	0,92	6,1	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 10	-	-	715
C.16	IL - AREA DE CONVIVENCIA 01	380	1,0	127	413	0,92	3,3	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 4	380	-	-
C.17	IL - AREA DE CONVIVENCIA 02	418	1,0	127	454,3	0,92	3,6	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 6	-	418	-
C.18	IL - COZINHA/S. FERRAMENTAS/WC's/S. FERRAMENTAS/VESTIÁRIO/A. SERVIÇO	588	1,0	127	639,1	0,92	5,0	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 6	-	-	588
C.19	TUE - CHUVEIRO	5400	1,0	220	5400	1,0	24,5	2x#6,0		6,0	2 x 32	2700	2700	-
C.20	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 06	1095	1,0	220	1106,1	0,99	5,0	2x#2,5		2,5	2 x 6	-	547,5	547,5
C.21	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 07	1095	1,0	220	1106,1	0,99	5,0	2x#2,5		2,5	2 x 6	547,5	-	547,5
C.22	TUE - AR CONDICIONADO SPLIT 12000 BTUS 08	1095	1,0	220	1106,1	0,99	5,0	2x#2,5		2,5	2 x 6	547,5	-	547,5
C.23	TUE - MICROONDAS	1500	1,0	127	1630,4	0,92	12,8	1x#4,0	4,0	4,0	1 x 16	-	-	1500
C.24	TUE - EXAUSTOR	500	1,0	127	543,5	0,92	4,3	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 6	-	500	-
C.25	ALIMENTAÇÃO PAINEL 02	10397	1,0	127/220	11095,6	0,94	29,1	3x#10,0	10,0	10,0	3 x 40	3457,5	3482	3457,5
	RESERVA													
	RESERVA													
	RESERVA													
	RESERVA													
ALIM. QDL 01	TOTAL	33.572,5	1,0	127/220	36.242,2	0,93	94,2	3x#70,0	35,00	35,00	3 x 125	10811,0	11295,0	11061,5

OBS: VER DOCUMENTO COM OS DIMENSIONAMENTOS DE CONDUTORES DOS QUADROS ALIMENTADORES.

SIMBOLOGIA



SIMBOLOGIA

- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - O ENCAMINHAMENTO PODERÁ SER MODIFICADO CONFORME A NECESSIDADE EM CAMPO.
- 3 - TODOS OS CÁLCULOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DEVEM SER REVISTO EM CASO DE MODIFICAÇÃO EM CAMPO.
- 4 - EMENDAS E DERIVAÇÕES DE CABOS ACIMA DE 10mm, USAR CONECTORES APROPRIADOS.
- 5 - A AMPERAGEM DAS TOMADAS DEVERÃO SER DE ACORDO COM A CARGA DE CADA EQUIPAMENTO.
- 6 - TODAS AS INTERLIGAÇÕES " DERIVAÇÕES" DE CABOS DEVERÃO SER ATRAVES DE SOLDA E REALIZADOS DENTRO DAS CAIXAS DE PASSAGENS.
- 7 - TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS CONFORME PROJETO E INSTALADOS AVISOS DE ADVERTENCIA CONFORME NBR-5410 CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS NO QUADRO ELÉTRICO E ETC.
- 8 - OS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO DEVERÃO SER DE 0,6/1,0 KV - 90 °C " EPR " OU XLPE E OS CONDUTORES DE DISTRIBUIÇÃO: 750 V - 70 °C;
- 9 - TODOS OS INVÓLCROS METÁLICOS DE EQUIPAMENTOS E QUAISQUER EQUIPAMENTOS QUE POSSAM ACUMULAR CARGAS DE ELETRICIDADE ESTATICA DEVERÃO SER EFETIVAMENTE ATERRADOS.

A	14.08.17	RAFAEL	NOME	PARA APROVAÇÃO
0	01.08.17	RAFAEL	NOME	PRELIMINAR
REV.	DATA.	POR.	VER.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

PROJETO ELÉTRICO

TEMPLO RELIGIOSO

ENDEREÇO: RUA DAS LARANJEIRAS N20, BAIRRO DIVINO ESPÍRITO SANTO, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO.

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO:

RAFAEL

AUTOR DO PROJETO:

RAFAEL

RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

TÍTULO:
PROJETO ELÉTRICO IGREJA METODISTA
QUADRO DE CARGAS, DIAGRAMA UNIFILAR E
TRIFILAR - QDFL 01 - TERREO.

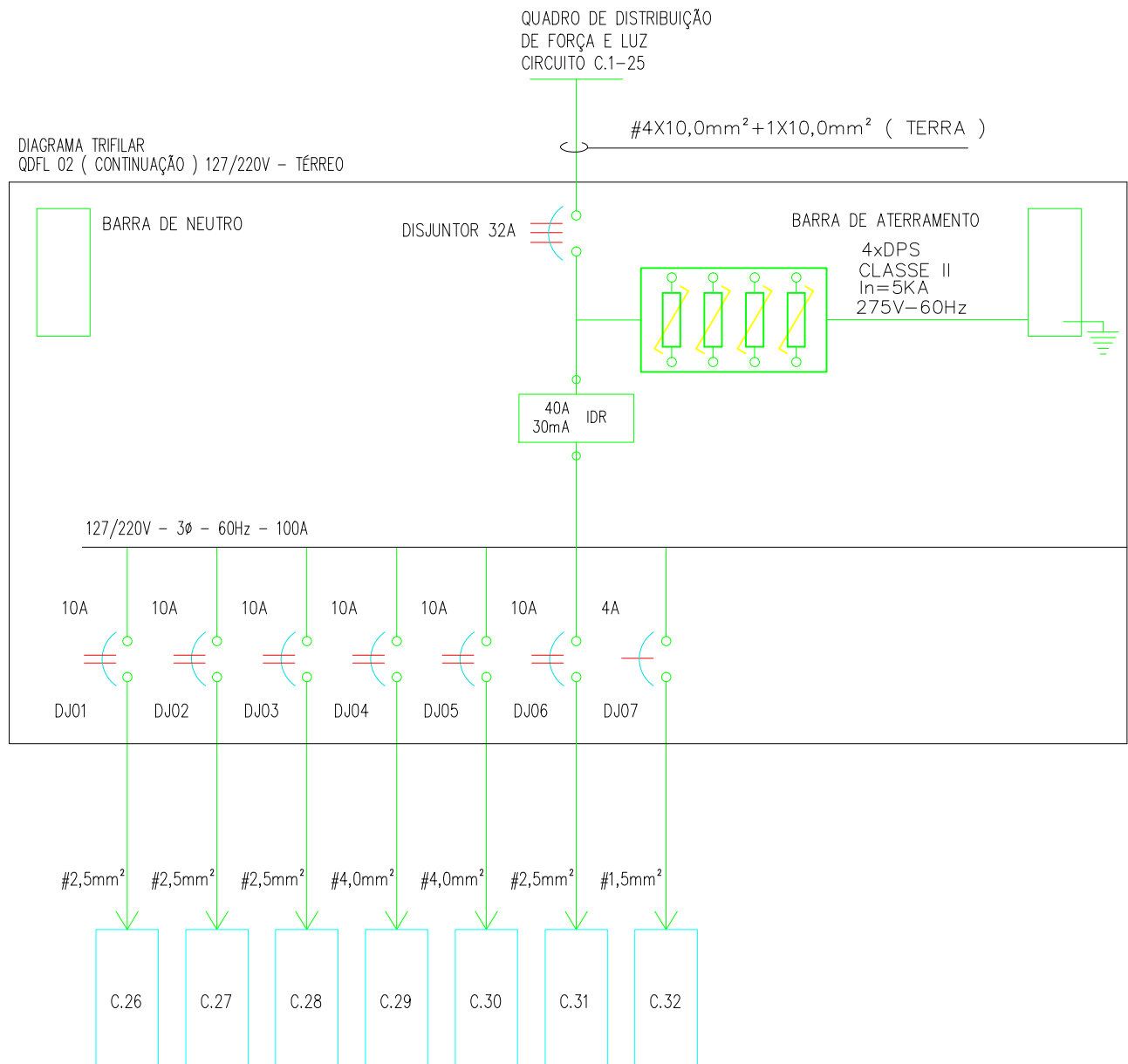
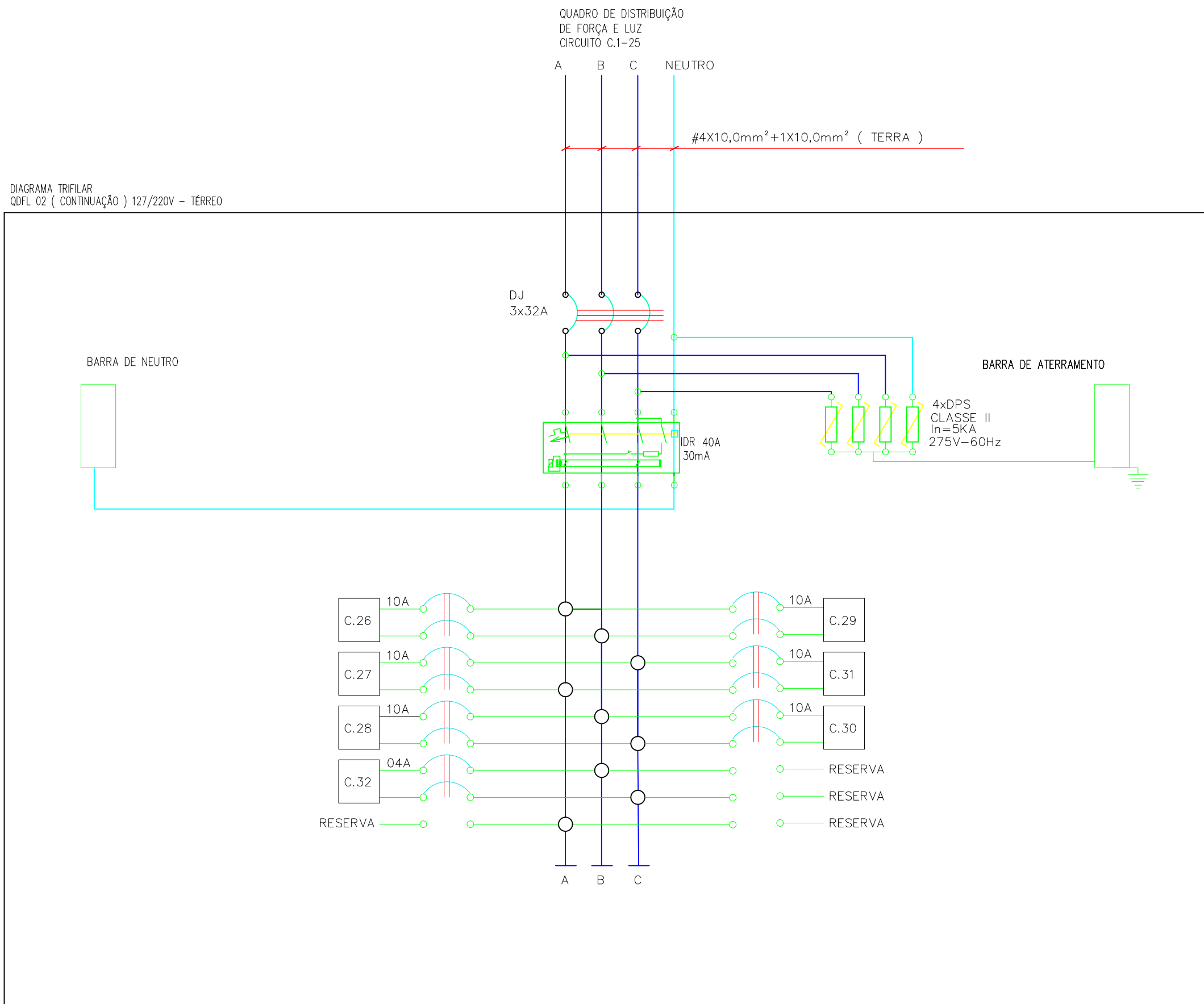
FOLHA

04/07

ESCALA:
1/100

DATA:
01/07/2018

DESENHO:
RAFAEL

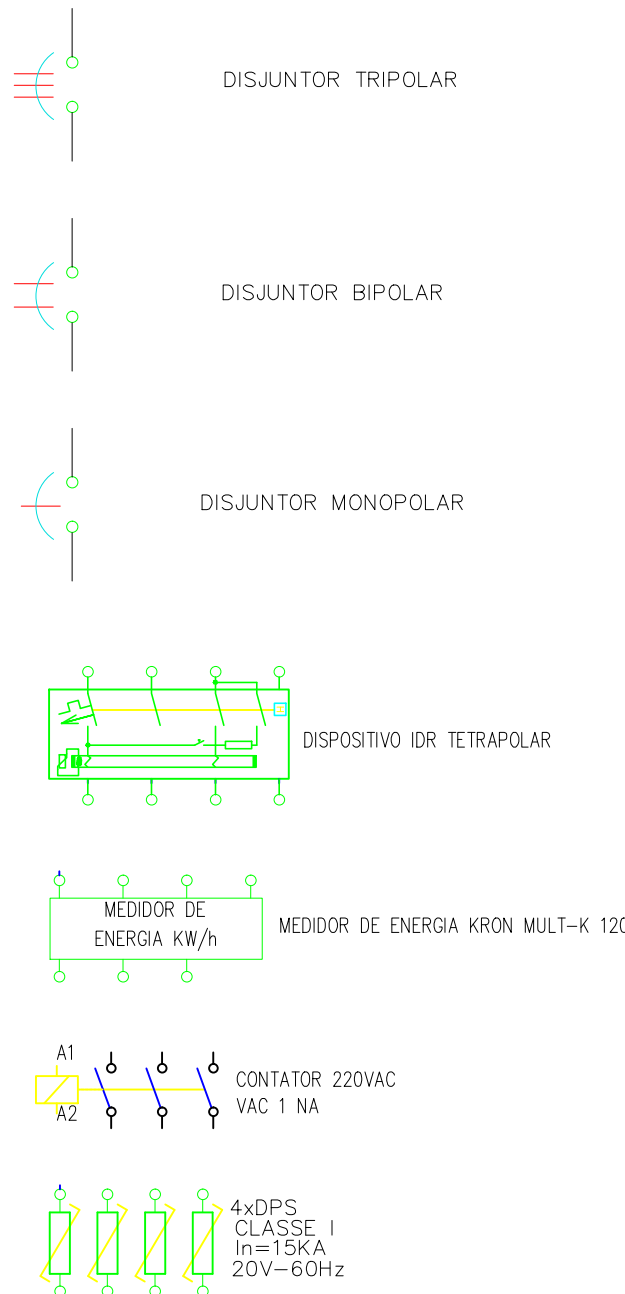


QUADRO DE CARGA PREVISTO - QDFL 02 - 127/220v TRIFÁSICO.

CIRCUITOS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL (W)	FATOR DE DEMANDA	TENSÃO (V)	POTENCIA (VA)	FATOR POTÊNCIA	CORRENTE (A)	CONDUT. (mm²)	TERRA (mm²)	DISJUNT. (A)	EQUILIBRIO DE FASES		
											FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.20	AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUs 01	1741	1,0	220	1815,4	0,96	8,25	2x#2,5	2,5	2 x 10	870,5	870,5	—
C.21	AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUs 02	1741	1,0	220	1815,4	0,96	8,25	2x#2,5	2,5	2 x 10	870,5	—	870,5
C.22	AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUs 03	1741	1,0	220	1815,4	0,96	8,25	2x#2,5	2,5	2 x 10	—	870,5	870,5
C.23	AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUs 04	1741	1,0	220	1815,4	0,96	8,25	2x#2,5	2,5	2 x 10	870,5	870,5	—
C.24	AR CONDICIONADO SPLIT 18000 BTUs 05	1741	1,0	220	1815,4	0,96	8,25	2x#2,5	2,5	2 x 10	—	870,5	870,5
C.25	BOMBA DE ÁGUA 1CV	1140	1,0	220	1561,6	0,73	7,1	2x#2,5	2,5	2 x 10	570	—	570
C.26	LUMINAÇÃO EXTERNA REFLETOR	552	1,0	220	600	0,92	2,7	2x#1,5	1,5	2 x 04	276	—	276
C.27	RESERVA												
C.28	RESERVA												
C.29	RESERVA												
ALIM. QDFL 02	TOTAL	10.397,0	1,0	127/220	11.095,6	0,94	29,1	3x#10,0	10,00	3 x 32	3336	3320	3336

OBS: VER DOCUMENTO COM OS DIMENSIONAMENTOS DE CONDUTORES DOS QUADROS ALIMENTADORES.

SIMBOLOGIA



SIMBOLOGIA

- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - O ENCAMINHAMENTO PODERÁ SER MODIFICADO CONFORME A NECESSIDADE EM CAMPO.
- 3 - TODOS OS CÁLCULOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DEVEM SER REVISTO EM CASO DE MODIFICAÇÃO EM CAMPO.
- 4 - EMENDAS E DERIVAÇÕES DE CABOS ACIMA DE 10mm, USAR CONECTORES APROPRIADOS.
- 5 - A AMPERAGEM DAS TOMADAS DEVERÃO SER DE ACORDO COM A CARGA DE CADA EQUIPAMENTO.
- 6 - TODAS AS INTERLIGAÇÕES " DERIVAÇÕES" DE CABOS DEVERÃO SER ATRAVES DE SOLDA E REALIZADOS DENTRO DAS CAIXAS DE PASSAGENS.
- 7 - TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS CONFORME PROJETO E INSTALADOS AVISOS DE ADVERTENCIA CONFORME NBR-5410 CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS NO QUADRO ELÉTRICO E ETC.
- 8 -OS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO DEVERÃO SER DE 0,6/1,0 KV - 90 °C " EPR OU XLPE E OS CONDUTORES DE DISTRIBUIÇÃO: 750 V - 70 °C;
- 9 -TODOS OS INVÓLCROS METÁLICOS DE EQUIPAMENTOS E QUAISQUER EQUIPAMENTOS QUE POSSAM ACUMULAR CARGAS DE ELETRICIDADE ESTATICA DEVERÃO SER EFETIVAMENTE ATERRADOS.

A	14.08.17	RAFAEL	NOME	PARA APROVAÇÃO
0	01.08.17	RAFAEL	NOME	PRELIMINAR
REV.	DATA.	POR.	VER.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

PROJETO ELÉTRICO

TEMPLO RELIGIOSO

ENDEREÇO: RUA DAS LARANJEIRAS N20, BAIRRO DIVINO ESPÍRITO SANTO, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO.
ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO:

RAFAEL

AUTOR DO PROJETO:

RAFAEL

RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

TÍTULO:
PROJETO ELÉTRICO IGREJA METODISTA
QUADRO DE CARGAS, DIAGRAMA UNIFILAR E
TRIFILAR - QDFL 02 - TERREO.

FOLHA

05/07

ESCALA:

1/100

DATA:

01/07/2018

DESENHO:

RAFAEL

FOLHA A1
(841x594mm)
Conf. de cores
1 0,15
2 0,3
3 0,2
4 0,15
5 0,5
6 0,6
7 0,25
8 0,09
9 0,05
10 0,4

DIAGRAMA TRIFILAR
QDFL 03 - 127/220V - 1 PAVIMENTO

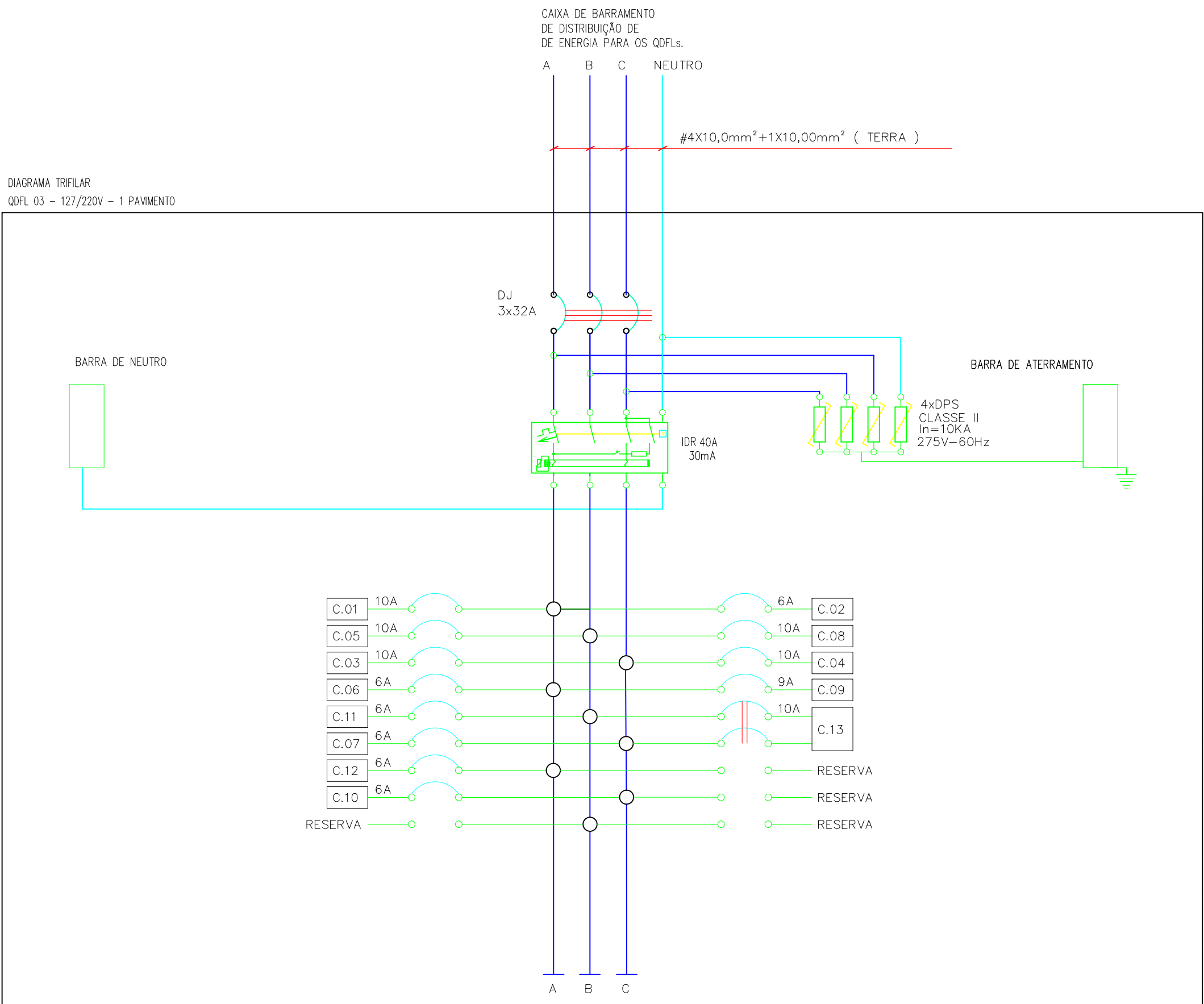
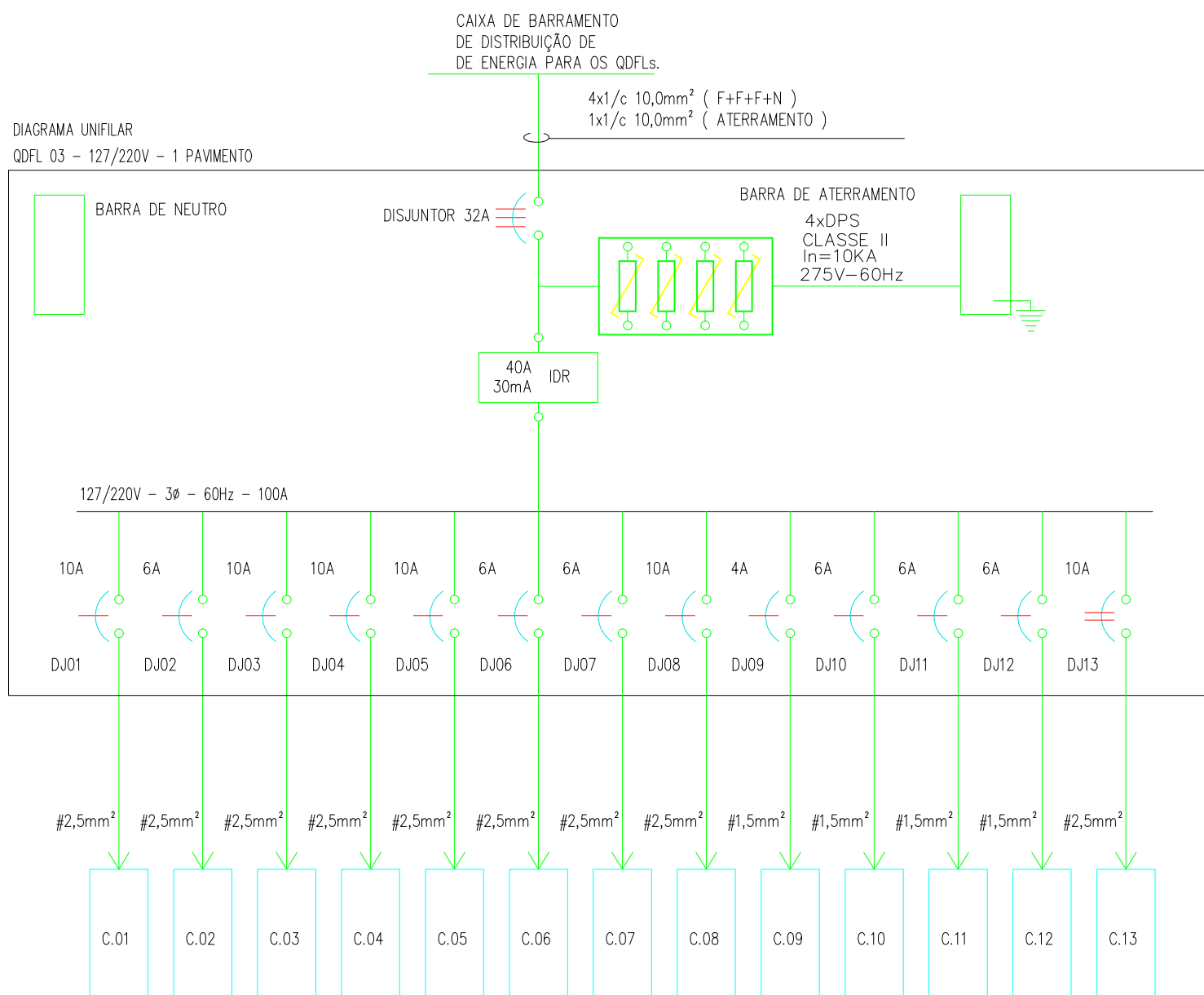
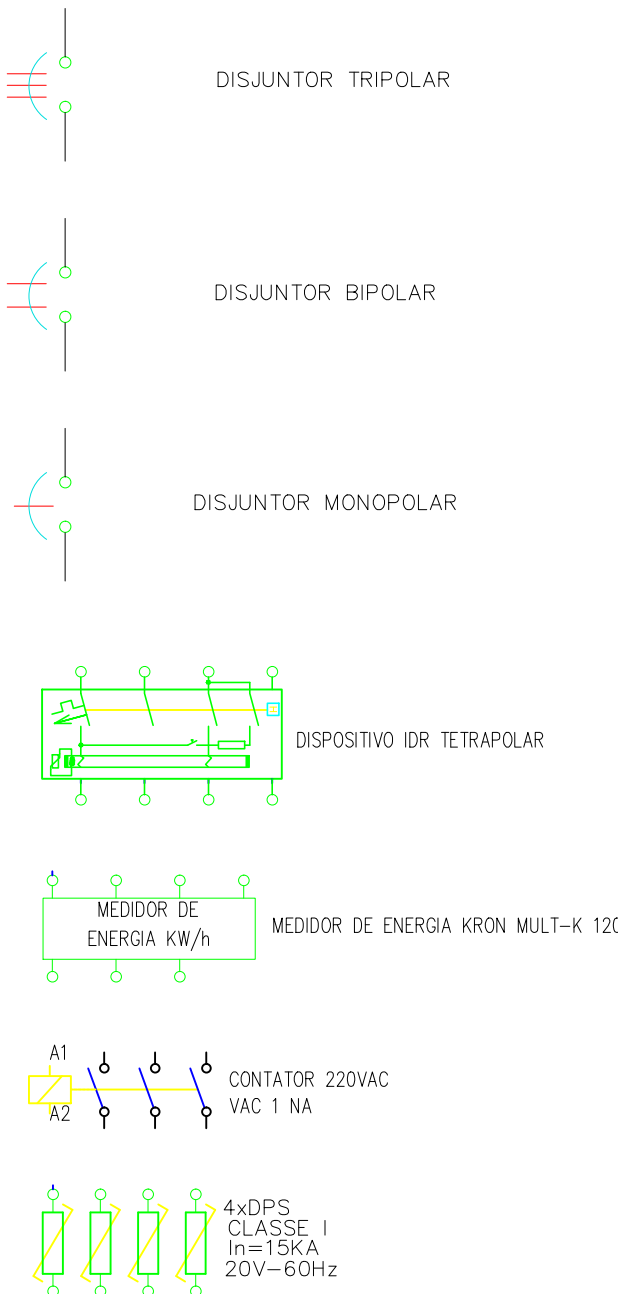


DIAGRAMA UNIFILAR
QDFL 03 - 127/220V - 1 PAVIMENTO



SIMBOLOGIA



SIMBOLOGIA

- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - O ENCAMINHAMENTO PODERÁ SER MODIFICADO CONFORME A NECESSIDADE EM CAMPO.
- 3 - TODOS OS CÁLCULOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DEVEM SER REVISTO EM CASO DE MODIFICAÇÃO EM CAMPO.
- 4 - EMENDAS E DERIVAÇÕES DE CABOS ACIMA DE 10mm, USAR CONECTORES APROPRIADOS.
- 5 - A AMPERAGEM DAS TOMADAS DEVERÃO SER DE ACORDO COM A CARGA DE CADA EQUIPAMENTO.
- 6 - TODAS AS INTERLIGAÇÕES " DERIVAÇÕES" DE CABOS DEVERÃO SER ATRAVES DE SOLDA E REAIZADOS DENTRO DAS CAIXAS DE PASSAGENS.
- 7 - TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS CONFORME PROJETO E INSTALADOS AVISOS DE ADVERTENCIA CONFORME NBR-5410 CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS NO QUADRO ELÉTRICO E ETC.
- 8 -OS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO DEVERÃO SER DE 0,6/1,0 KV - 90 °C " EPR " OU XLPE E OS CONDUTORES DE DISTRIBUIÇÃO: 750 V - 70 °C;
- 9 -TODOS OS INVÓLCROS METÁLICOS DE EQUIPAMENTOS E QUAISQUER EQUIPAMENTOS QUE POSSAM ACUMULAR CARGAS DE ELETRICIDADE ESTATICA DEVERÃO SER EFETIVAMENTE ATERRADOS.

QUADRO DE CARGA PREVISTO - QDFL 03 - 127/220v TRIFÁSICO.

CIRCUITOS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL (W)	FATOR DE DEMANDA	TENSÃO (V)	POTENCIA (VA)	FATOR POTÊNCIA	CORRENTE (A)	CONDUT. (mm²)	NEUTRO (mm²)	TERRA (mm²)	DISJUNT. (A)	EQUILIBRIO DE FASES		
												FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.01	TUG - ALTAR / LOUVOR	800	1,0	127	1000	0,8	7,9	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	800	-	-
C.02	TUG - CAIXAS DE RETORNO	480	1,0	127	600	0,8	4,7	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 6	480	-	-
C.03	TUG - TEMPLO 01	640	1,0	127	800	0,8	6,3	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	-	640
C.04	TUG - TEMPLO 02	560	1,0	127	700	0,8	5,5	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	-	560
C.05	TUG - MEZANINO SUPERIOR 1	640	1,0	127	800	0,8	6,3	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	640	-
C.06	TUG - MEZANINO SUPERIOR 2	400	1,0	127	500	0,8	3,9	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 6	400	-	-
C.07	TUG - SALA ORNAMENTAÇÃO/RAMPAS	480	1,0	127	600	0,8	4,7	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 6	-	-	480
C.08	TUG - SALA BOMBA DE INCENDIO	800	1,0	127	1000	0,8	7,9	1x#2,5	2,5	2,5	1 x 10	-	800	-
C.09	IL - SALA ORNAMENTAÇÃO/RAMPAS ALTAR/LOUVOR/SALA BOMBA INCEND.	379	1,0	127	412	0,92	3,2	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 4	379	-	-
C.10	IL - MEZANINO INFERIOR	476,6	1,0	127	518	0,92	4,1	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 6	-	-	476,6
C.11	IL - MEZANINO SUPERIOR / ESCADA	606,1	1,0	127	658,8	0,92	5,2	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 6	-	606,1	-
C.12	IL - TEMPLO	606,1	1,0	127	658,8	0,92	5,2	1x#1,5	1,5	1,5	1 x 6	606,1	-	-
C.13	TUE - AMPLIFICADOR CROWN XTI 4002	1250	1,0	220	1262,6	0,99	5,7	2x#2,5		2,5	1 x 10	-	625	625
RESERVA														
RESERVA														
RESERVA														
ALIM. QDFL 03	TOTAL	8.117,8	1,0	127/220	9.359,7	0,87	24,6	3x#10,0	10,0	10,0	3 x 32	2.665,1	2.671,1	2.781,6

OBS: VER DOCUMENTO COM OS DIMENSIONAMENTOS DE CONDUTORES DOS QUADROS ALIMENTADORES.

A	14.08.17	RAFAEL	NOME	PARA APROVAÇÃO
0	01.08.17	RAFAEL	NOME	PRELIMINAR
REV.	DATA.	POR.	VER.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

PROJETO ELÉTRICO

TEMPLO RELIGIOSO

ENDEREÇO: RUA DAS LARANJEIRAS N20, BAIRRO DIVINO ESPÍRITO SANTO, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO.
ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO:

RAFAEL

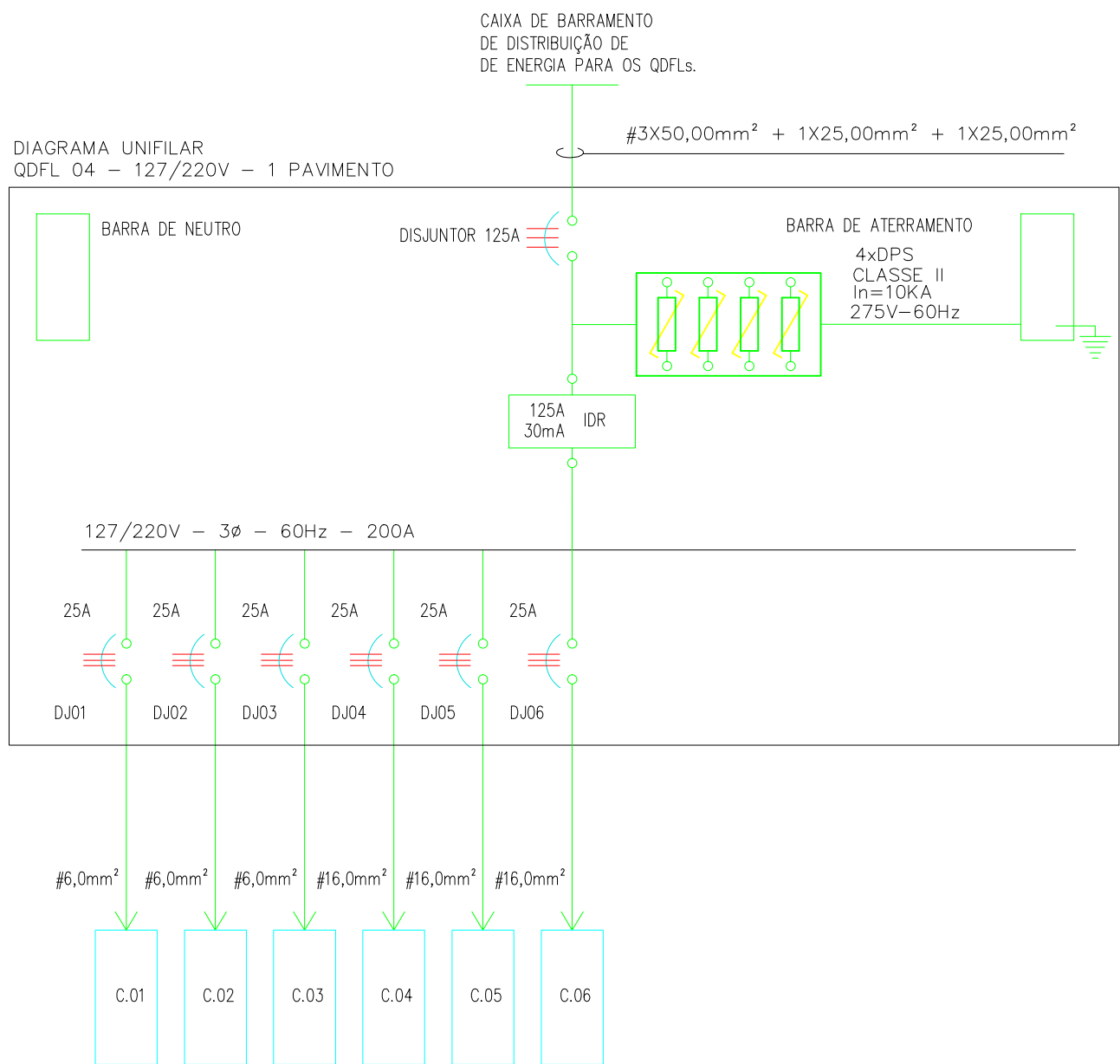
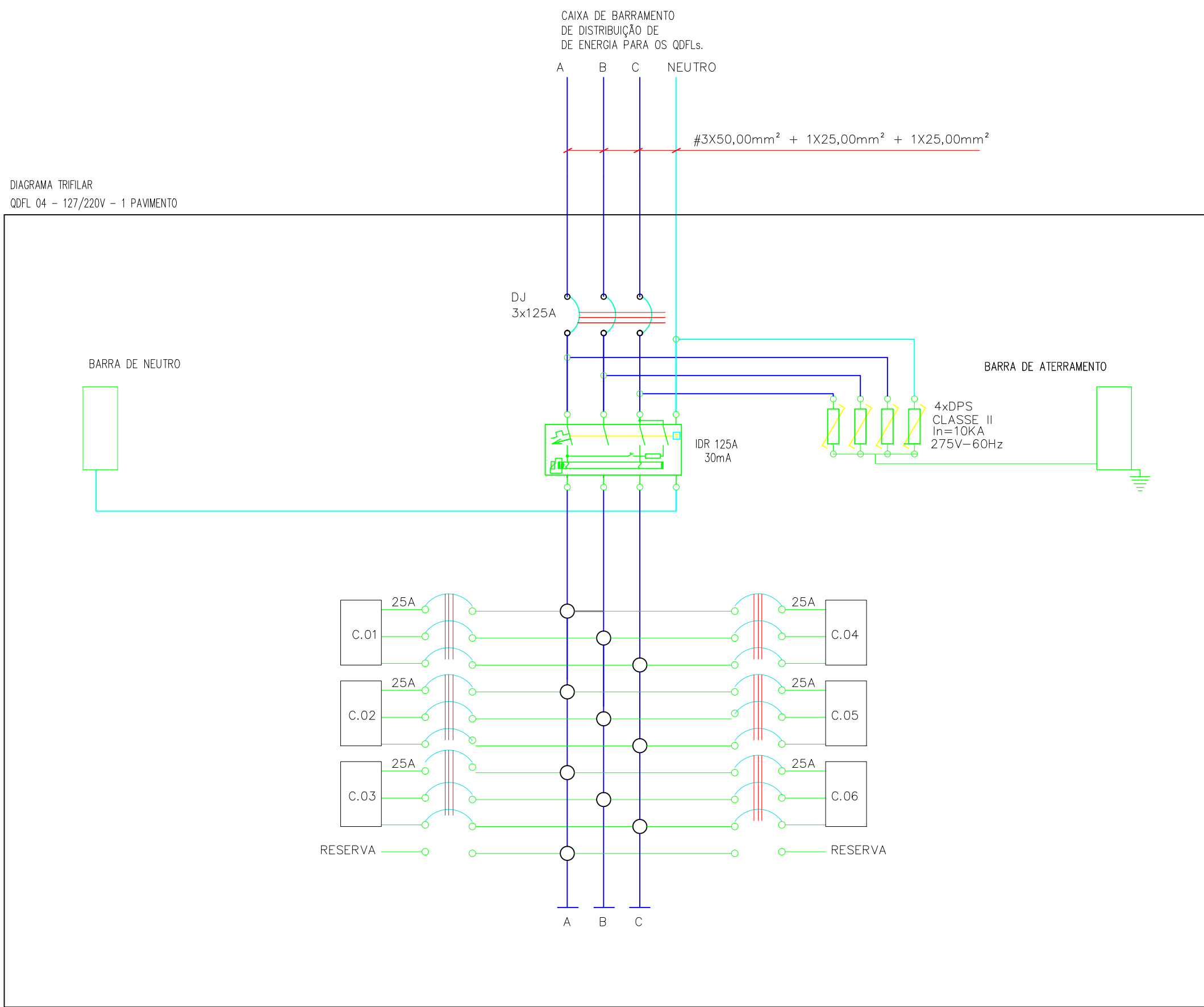
AUTOR DO PROJETO:

RAFAEL

RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

TÍTULO: PROJETO ELÉTRICO IGREJA METODISTA QUADRO DE CARGAS, DIAGRAMA UNIFILAR E TRIFILAR - QDFL 03 - 1 PAVIMENTO.	FOLHA 06/07
ESCALA: 1/100	DATA: 01/07/2018
DESENHO: RAFAEL	

FOLHA A1 (841x594mm)
Conf. de cores
1 0,15
2 0,3
3 0,2
4 0,15
5 0,5
6 0,6
7 0,25
8 0,09
9 0,05
10 0,4

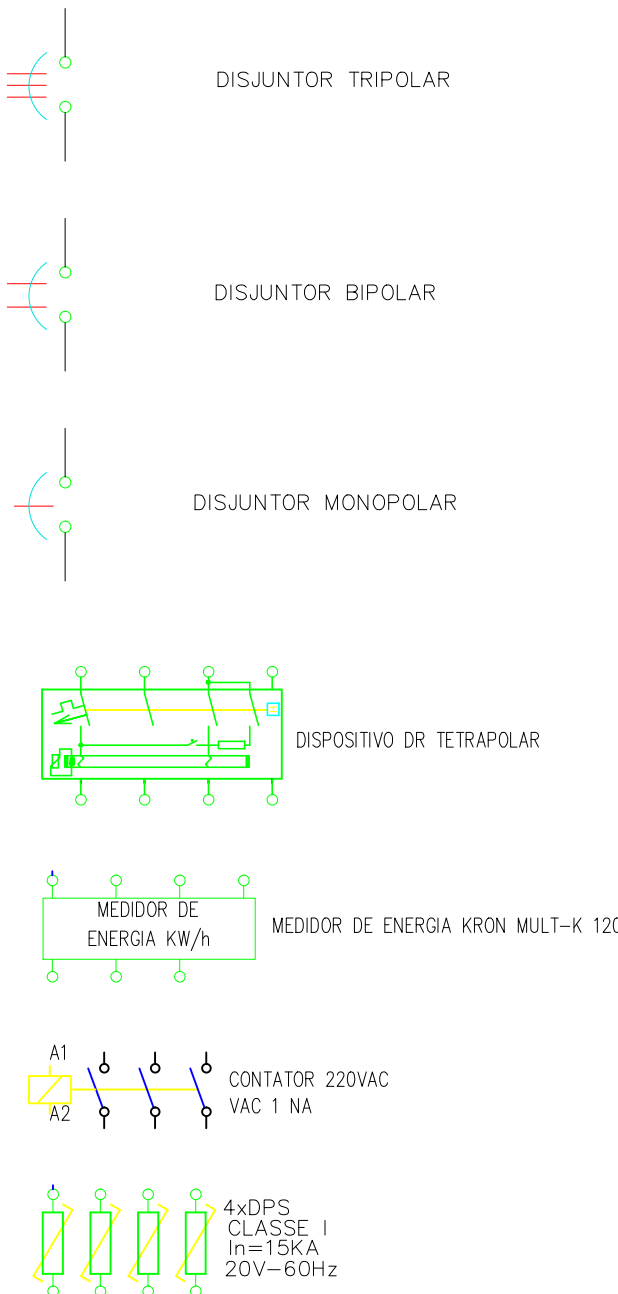


QUADRO DE CARGA PREVISTO – QDFL 04 – 127/220v TRIFÁSICO.														
CIRCUITOS	DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS	CARGA TOTAL (W)	FATOR DE DEMANDA	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FATOR POTÊNCIA	CORRENTE (A)	CONDUT. (mm²)	NEUTRO (mm²)	TERRA (mm²)	DISJUNT. (A)	EQUILIBRIO DE FASES		
												FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)
C.01	AR CONDICIONADO SPLIT 01 58000 Btus	5655	1,0	220	6935,1	0,82	18,2	3x#6,0	6,0	6,0	3 x 25	1855	1855	1855
C.02	AR CONDICIONADO SPLIT 02 58000 Btus	5655	1,0	220	6935,1	0,82	18,2	3x#6,0	6,0	6,0	3 x 25	1855	1855	1855
C.03	AR CONDICIONADO SPLIT 03 58000 Btus	5655	1,0	220	6935,1	0,82	18,2	3x#6,0	6,0	6,0	3 x 25	1855	1855	1855
C.04	AR CONDICIONADO SPLIT 04 58000 Btus	5655	1,0	220	6935,1	0,82	18,2	3x#16,0	16,0	16,0	3 x 25	1855	1855	1855
C.05	AR CONDICIONADO SPLIT 05 58000 Btus	5655	1,0	220	6935,1	0,82	18,2	3x#16,0	16,0	16,0	3 x 25	1855	1855	1855
C.06	AR CONDICIONADO SPLIT 06 58000 Btus	5655	1,0	220	6935,1	0,82	18,2	3x#16,0	16,0	16,0	3 x 25	1855	1855	1855
C.07	RESERVA													
C.08	RESERVA													
ALIM. QDFL 04	TOTAL	34.440,00	1,0	127/220	37434,78	0,82	109,2	3x#50,0	25,00	25,00	3 x 125	11310	11310	11310

OBS: VER DOCUMENTO COM OS DIMENSIONAMENTOS DE CONDUTORES DOS QUADROS ALIMENTADORES.

QUADRO DE CARGAS DOS QDFLs					
CONSUMIDOR	CARGA INSTALADA (W)	RAMAL DE ENTRADA CONDUTOR (Cu - mm2)	ELETRODUTO (Ø EXTERNO)	DISJUNTOR (A)	NÚMERO DE FASES
QDFL 01	33.572,5	3 # 70 (35)(35)	2"	125	TRIFÁSICO
QDFL 02	INCLUSO QDFL 01	3 # 10 (10)(10)	3/4"	32	TRIFÁSICO
QDFL 03	8.117,8	3 # 10 (10)(10)	3/4"	32	TRIFÁSICO
QDFL 04	33.930	3 # 50 (25)(25)	1 1/2"	125	TRIFÁSICO
CARGA INSTALADA					
ALIMENTADOR GERAL	71.275,1	4 # 95 + 1#95 (95)	85mm	200	TRIFÁSICO

SIMBOLOGIA



SIMBOLOGIA

- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - O ENCAMINHAMENTO PODERÁ SER MODIFICADO CONFORME A NECESSIDADE EM CAMPO.
- 3 - TODOS OS CÁLCULOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DEVEM SER REVISTO EM CASO DE MODIFICAÇÃO EM CAMPO.
- 4 - EMENDAS E DERIVAÇÕES DE CABOS ACIMA DE 10mm, USAR CONECTORES APROPRIADOS.
- 5 - A AMPERAGEM DAS TOMADAS DEVERÃO SER DE ACORDO COM A CARGA DE CADA EQUIPAMENTO.
- 6 - TODAS AS INTERLIGAÇÕES " DERIVAÇÕES" DE CABOS DEVERÃO SER ATRAVES DE SOLDA E REAIZADOS DENTRO DAS CAIXAS DE PASSAGENS.
- 7 - TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS CONFORME PROJETO E INSTALADOS AVISOS DE ADVERTENCIA CONFORME NBR-5410 CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS NO QUADRO ELÉTRICO E ETC.
- 8 - OS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO DEVERÃO SER DE 0,6/1,0 KV - 90 °C " EPR " OU XLPE E OS CONDUTORES DE DISTRIBUIÇÃO: 750 V - 70 °C;
- 9 - TODOS OS INVÓLUCROS METÁLICOS DE EQUIPAMENTOS E QUAISQUER EQUIPAMENTOS QUE POSSAM ACUMULAR CARGAS DE ELETRICIDADE ESTATICA DEVERÃO SER EFETIVAMENTE ATERRADOS.

A	14.08.17	RAFAEL	NOME	PARA APROVAÇÃO
0	01.08.17	RAFAEL	NOME	PRELIMINAR
REV.	DATA.	POR.	VERF.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

PROJETO ELÉTRICO

TEMPLO RELIGIOSO

ENDEREÇO: RUA DAS LARANJEIRAS N20, BAIRRO DIVINO ESPÍRITO SANTO, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO.

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO:

RAFAEL

AUTOR DO PROJETO:

RAFAEL

RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

TÍTULO:
PROJETO ELÉTRICO IGREJA METODISTA
QUADRO DE CARGAS, DIAGRAMA UNIFILAR E
TRIFILAR - QDFL 04 - 1 PAVIMENTO.

FOLHA

07/07

ESCALA: 1/100
DATA: 01/07/2018
DESENHO: RAFAEL

APÊNDICE C

As páginas deste apêndice foram geradas pelo software Relux e trazem informações sobre as luminárias utilizadas no projeto luminotécnico, além dos resultados do projeto feito para o ambiente do templo e da sala de ornamentação.

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1 Dados de luminária

1.1 Lumicenter Lighting Group, EF35-E11100840 (EF35-E11100840.ies)

1.1.1 Ficha de dados

Fabricante: Lumicenter Lighting Group

EF35-E11100840.ies

EF35-E11100840

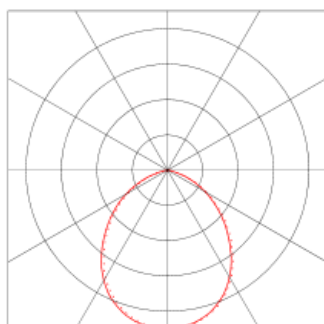
Dados de luminária

Grau de rendimento : 99.9%
 Eficácia luminosa das luminárias : 95.7 lm/W
 Classificação : A50 ↓100.0% ↑0.0%
 CIE Flux Codes : 57 88 99 100 100
 UGR 4H 8H : 18.4 / 18.6
 Potência : 10 W
 Fluxo luminoso : 957 lm

Equipado com

Quantidade : 1
 Designação : LED
 Cor :
 Fluxo luminoso : 958 lm

Medidas : 260 mm x 260 mm x 1 mm



Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.1 Lumicenter Lighting Group, EF35-E11100840 (EF35-E11100840.ies)

1.1.2 Classificação de encandeamento segundo UGR

Graus de reflectância										
Tecto	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3
Paredes	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
Chão	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Dimensões do espaço			Vista no sentido C0					Vista no sentido C90				
x	y											
2H	2H	17.0	18.5	17.3	18.8	19.1	17.1	18.6	17.5	18.9	19.2	
	3H	17.8	19.1	18.1	19.4	19.8	17.9	19.3	18.3	19.6	19.9	
	4H	17.9	19.1	18.3	19.5	19.9	18.0	19.3	18.4	19.6	20.0	
	6H	17.9	19.0	18.3	19.4	19.8	18.0	19.2	18.4	19.6	20.0	
	8H	17.8	18.9	18.2	19.3	19.7	18.0	19.1	18.4	19.5	19.9	
	12H	17.8	18.8	18.2	19.2	19.6	17.9	19.0	18.3	19.4	19.8	
4H	2H	17.4	18.7	17.8	19.0	19.4	17.6	18.8	17.9	19.2	19.5	
	3H	18.3	19.3	18.7	19.7	20.1	18.4	19.5	18.9	19.9	20.3	
	4H	18.5	19.4	18.9	19.8	20.3	18.6	19.6	19.1	20.0	20.4	
	6H	18.4	19.3	18.9	19.7	20.1	18.6	19.4	19.1	19.9	20.3	
	8H	18.4	19.2	18.9	19.6	20.1	18.6	19.3	19.1	19.8	20.2	
	12H	18.4	19.1	18.9	19.5	20.0	18.6	19.3	19.0	19.7	20.2	
8H	4H	18.5	19.2	18.9	19.7	20.1	18.6	19.4	19.1	19.8	20.3	
	6H	18.4	19.1	18.9	19.5	20.0	18.6	19.2	19.1	19.7	20.2	
	8H	18.4	19.0	19.0	19.5	20.0	18.6	19.2	19.1	19.7	20.2	
	12H	18.4	18.9	18.9	19.4	19.9	18.6	19.0	19.1	19.6	20.1	
12H	4H	18.4	19.1	18.9	19.6	20.1	18.6	19.3	19.1	19.8	20.3	
	6H	18.4	19.0	19.0	19.5	20.0	18.6	19.2	19.1	19.7	20.2	
	8H	18.4	18.9	18.9	19.4	19.9	18.6	19.0	19.1	19.6	20.1	

Distância das luminárias: 0.25

Devido a falta de características de simetria, os valores apenas se aplicam para a linha de visão indicada.

Modelo : Lumicenter Lighting Group
 Número de artigo : EF35-E11100840.ies
 Nome/designação : EF35-E11100840
 Equipado com : 1 x LED 10 W / 958 lm
 Medidas : C 260 mm x L 260 mm x A 1 mm
 Nome de ficheiro : rlx_20180112213150.ltd

Eficiência : 99.9%
 Eficácia luminosa das luminárias : 95.7 lm/W (A50)
 Distribuição de luz : assimétrico
 Ângulo de iluminação : 46.3° C0
 47.6° C90
 48.2° C180
 46.9° C270

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1 Dados de luminária

1.2 Lumicenter Lighting Group, LHT03-E4000840 (LHT03-E4000840.IES)

1.2.1 Ficha de dados

Fabricante: Lumicenter Lighting Group

LHT03-E4000840.IES LHT03-E4000840

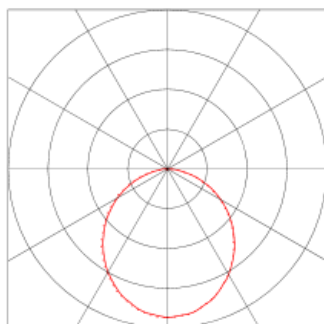
Dados de luminária

Grau de rendimento : 100%
 Eficácia luminosa das luminárias : 76.92 lm/W
 Classificação : A40 ↓ 100.0% ↑ 0.0%
 CIE Flux Codes : 48 80 96 100 100
 UGR 4H 8H : 20.7 / 20.3
 Potência : 52 W
 Fluxo luminoso : 4000 lm

Equipado com

Quantidade : 1
 Designação : LED
 Cor :
 Fluxo luminoso : 4000 lm

Medidas : 617 mm x 617 mm x 1 mm



Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.2 Lumicenter Lighting Group, LHT03-E4000840 (LHT03-E4000840.IES)

1.2.2 Classificação de encandeamento segundo UGR

Graus de reflectância											
Tecto	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	
Paredes	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	
Chão	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Dimensões do espaço		Vista no sentido C0					Vista no sentido C90				
x	y										
2H	2H	16.7	18.3	17.0	18.6	18.9	16.5	18.1	16.9	18.5	18.8
	3H	18.3	19.7	18.6	20.1	20.4	18.1	19.5	18.4	19.9	20.2
	4H	18.9	20.3	19.3	20.7	21.0	18.7	20.1	19.1	20.4	20.8
	6H	19.4	20.7	19.8	21.0	21.4	19.1	20.4	19.5	20.7	21.1
	8H	19.5	20.7	19.9	21.1	21.5	19.2	20.4	19.6	20.8	21.2
	12H	19.6	20.8	20.0	21.2	21.6	19.2	20.4	19.6	20.8	21.2
4H	2H	17.4	18.8	17.8	19.1	19.5	17.2	18.6	17.6	19.0	19.3
	3H	19.2	20.4	19.6	20.7	21.1	18.9	20.1	19.4	20.5	20.9
	4H	20.0	21.0	20.4	21.4	21.9	19.7	20.8	20.1	21.2	21.6
	6H	20.5	21.4	21.0	21.9	22.3	20.2	21.1	20.6	21.6	22.0
	8H	20.7	21.6	21.2	22.0	22.5	20.3	21.2	20.8	21.6	22.1
	12H	20.9	21.7	21.4	22.1	22.6	20.4	21.2	20.9	21.6	22.1
8H	4H	20.2	21.1	20.7	21.6	22.0	20.0	20.8	20.4	21.3	21.7
	6H	20.9	21.6	21.4	22.1	22.6	20.5	21.3	21.0	21.8	22.2
	8H	21.2	21.9	21.7	22.4	22.8	20.8	21.4	21.3	21.9	22.4
	12H	21.5	22.0	22.0	22.5	23.0	20.9	21.4	21.4	21.9	22.4
12H	4H	20.3	21.1	20.8	21.5	22.0	20.0	20.8	20.5	21.2	21.7
	6H	21.0	21.6	21.5	22.1	22.6	20.7	21.3	21.2	21.8	22.3
	8H	21.3	21.9	21.8	22.4	22.9	20.9	21.4	21.4	21.9	22.4

Distância das luminárias: 0.25

Devido a falta de características de simetria, os valores apenas se aplicam para a linha de visão indicada.

Modelo : Lumicenter Lighting Group
 Número de artigo : LHT03-E4000840.IES
 Nome/designação : LHT03-E4000840
 Equipado com : 1 x LED 52 W / 4000 lm
 Medidas : C 617 mm x L 617 mm x A 1 mm
 Nome de ficheiro : rlx_20180113004831.ltd

Eficiência : 100%
 Eficácia luminosa das luminárias : 76.92 lm/W (A40)
 Distribuição de luz : assimétrico
 Ângulo de iluminação : 54.2° C0
 53.7° C90
 52.5° C180
 53.6° C270

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1 Dados de luminária

1.3 Lumicenter, (LAA02-E3500840)

1.3.1 Ficha de dados

Fabricante: Lumicenter

LAA02-E3500840

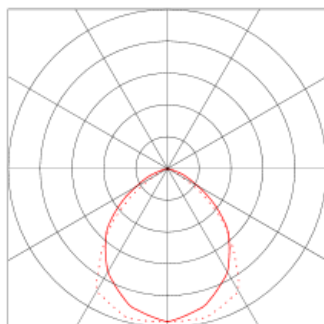
Dados de luminária

Grau de rendimento : 100.1%
 Eficácia luminosa das luminárias : 91.98 lm/W
 Classificação : A50 ↓99.9% ↑0.1%
 CIE Flux Codes : 63 94 100 100 100
 UGR 4H 8H : 16.3 / 14.3
 Potência : 37 W
 Fluxo luminoso : 3403.4 lm

Equipado com

Quantidade : 1
 Designação :
 Cor :
 Fluxo luminoso : 3400 lm

Medidas : 292 mm x 1243 mm x 1 mm



Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.3 Lumicenter, (LAA02-E3500840)

1.3.2 Classificação de encandeamento segundo UGR

Graus de reflectância											
Tecto	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	
Paredes	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	
Chão	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Dimensões do espaço		Vista no sentido C0					Vista no sentido C90				
x	y										
2H	2H	15.8	17.2	16.1	17.5	17.8	14.2	15.6	14.5	15.9	16.2
	3H	16.2	17.5	16.6	17.8	18.2	14.2	15.4	14.6	15.8	16.1
	4H	16.2	17.4	16.6	17.7	18.1	14.1	15.3	14.5	15.6	16.0
	6H	16.2	17.2	16.6	17.6	18.0	14.1	15.1	14.5	15.5	15.9
	8H	16.1	17.1	16.5	17.5	17.9	14.0	15.0	14.4	15.4	15.8
	12H	16.0	17.0	16.5	17.4	17.8	14.0	14.9	14.4	15.3	15.7
4H	2H	15.9	17.1	16.3	17.4	17.8	14.5	15.7	14.9	16.0	16.4
	3H	16.4	17.4	16.8	17.8	18.2	14.5	15.5	14.9	15.9	16.3
	4H	16.4	17.3	16.9	17.7	18.1	14.5	15.3	14.9	15.8	16.2
	6H	16.3	17.1	16.8	17.5	18.0	14.4	15.1	14.9	15.6	16.0
	8H	16.3	17.0	16.8	17.4	17.9	14.3	15.0	14.8	15.5	16.0
	12H	16.3	16.9	16.7	17.3	17.9	14.3	14.9	14.8	15.4	15.9
8H	4H	16.3	17.0	16.8	17.4	17.9	14.4	15.1	14.9	15.5	16.0
	6H	16.2	16.7	16.7	17.2	17.7	14.3	14.8	14.8	15.3	15.8
	8H	16.2	16.7	16.7	17.2	17.7	14.3	14.8	14.8	15.3	15.8
	12H	16.1	16.5	16.7	17.1	17.6	14.2	14.6	14.8	15.2	15.7
12H	4H	16.3	16.9	16.7	17.3	17.9	14.4	15.0	14.9	15.5	16.0
	6H	16.2	16.7	16.7	17.2	17.7	14.3	14.8	14.8	15.3	15.8
	8H	16.1	16.5	16.7	17.1	17.6	14.2	14.6	14.8	15.2	15.7

Distância das luminárias: 0.25

Devido a falta de características de simetria, os valores apenas se aplicam para a linha de visão indicada.

Modelo : Lumicenter
 Número de artigo : LAA02-E3500840
 Nome/designação :
 Equipado com : 1 x 37 W / 3400 lm
 Medidas : C 292 mm x L 1243 mm x A 1 mm
 Nome de ficheiro : rlx_20180113014950.ltd

Eficiência : 100.1%
 Eficácia luminosa das luminárias : 95.98 lm/W (A50)
 Distribuição de luz : assimétrico
 Ângulo de iluminação : 47.1° C0
 45.8° C90
 47.5° C180
 45.4° C270

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1 Dados de luminária

1.4 OSRAM, Silhouette® LED (2MJ2237LQ44)

1.4.1 Ficha de dados

Fabricante: OSRAM

OSRAM

2MJ2237LQ44 diffuser luminaire-ceiling pendant Silhouette® LED

Silhouette® LED, diffuser luminaire, primary light control with specular reflector, of aluminium, highly specular, primary anti-glare with High Definition Prismatics (HDP®), primary optical cover: enclosure, of PMMA, transparent, light emission: direct distribution, primary light characteristic: symmetric, installation type: suspended mounting, surface-mounted, LED, luminous flux: 5.130 lm, luminous efficacy: 140lm/W, light colour: 840, colour temperature: 4000K, control gear: ECG, with terminal, 3-pole, max. 2.5mm², mains connection: 230V, AC, 50Hz, rated input power: 37W, luminaire housing, of sheet steel, coil coated, metallic grey (RAL 9006), length: 1.500 mm, width: 214 mm, height: 76mm, mounting bracket, of diecast aluminium, coated, metallic grey (RAL 9006), end cap, of PS, graphite (RAL 7037), protection rating (complete): IP50, insulation class (complete): insulation class I (protective earthing), certification: CE, protection symbol: D / F, standard: EN 50419, packaging unit: 1 piece

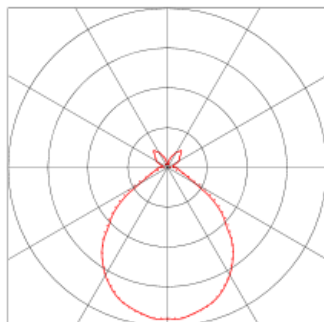
Dados de luminária

Grau de rendimento : 100%
 Eficácia luminosa das luminárias : 140.16 lm/W
 Classificação : B52 ↓ 87.3% ↑ 12.7%
 CIE Flux Codes : 57 86 96 87 100
 UGR 4H 8H : 16.9 / 16.8
 Lâmpada : ECG
 Potência : 36.6 W
 Fluxo luminoso : 5130 lm

Equipado com

Quantidade : 1
 Designação : LED 4000K / CRI
 >= 80
 Potência : 36 W
 Cor : 4000K
 Fluxo luminoso : 5130 lm
 Restituição cromática : 80

Medidas : 1492 mm x 214 mm x 76 mm



Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.4 OSRAM, Silhouette® LED (2MJ2237LQ44)

1.4.2 Classificação de encandeamento segundo UGR

Graus de reflectância											
Tecto	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	
Paredes	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	
Chão	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Dimensões do espaço		Vista no sentido C0					Vista no sentido C90				
x	y										
2H	2H	14.8	16.1	15.3	16.6	17.2	15.4	16.7	15.9	17.2	17.8
	3H	15.3	16.4	15.8	17.0	17.6	15.9	17.0	16.5	17.6	18.2
	4H	15.5	16.6	16.1	17.2	17.8	16.0	17.1	16.6	17.7	18.3
	6H	15.8	16.8	16.4	17.4	18.1	16.1	17.1	16.7	17.7	18.4
	8H	16.0	16.9	16.6	17.5	18.2	16.1	17.1	16.7	17.7	18.4
	12H	16.1	17.0	16.7	17.7	18.4	16.1	17.1	16.8	17.7	18.4
4H	2H	15.1	16.2	15.7	16.8	17.5	15.6	16.7	16.2	17.3	18.0
	3H	15.8	16.7	16.4	17.3	18.0	16.3	17.2	16.9	17.8	18.5
	4H	16.2	17.0	16.8	17.7	18.4	16.6	17.4	17.2	18.0	18.7
	6H	16.6	17.3	17.3	18.0	18.7	16.7	17.4	17.4	18.1	18.8
	8H	16.9	17.5	17.5	18.2	18.9	16.8	17.4	17.4	18.1	18.8
	12H	17.2	17.8	17.8	18.4	19.2	16.8	17.5	17.5	18.1	18.9
8H	4H	16.4	17.1	17.1	17.7	18.5	16.7	17.4	17.4	18.1	18.8
	6H	16.9	17.5	17.6	18.2	18.9	17.0	17.6	17.7	18.3	19.0
	8H	17.4	17.8	18.1	18.5	19.3	17.2	17.7	17.9	18.4	19.2
	12H	17.8	18.2	18.5	18.9	19.7	17.3	17.7	18.0	18.4	19.2
12H	4H	16.4	17.1	17.1	17.7	18.5	16.8	17.4	17.4	18.0	18.8
	6H	17.1	17.6	17.8	18.3	19.0	17.2	17.6	17.8	18.3	19.1
	8H	17.5	17.9	18.2	18.6	19.4	17.3	17.7	18.0	18.4	19.2

Distância das luminárias: 0.25

Modelo	: OSRAM	Eficiência	: 100%
Número de artigo	: 2MJ2237LQ44	Eficácia luminosa das luminárias	: 140 lm/W (B52)
Nome/designação	: Silhouette® LED	Distribuição de luz	: simetr. c/C0-C180 / C90-C270
Equipado com	: 1 x LED 4000K / CRI >= 80 36 W / 5'	Ângulo de iluminação	: -- C0-C180
Medidas	: C 1492 mm x L 214 mm x A 76 mm		: -- C90-C270
Nome de ficheiro	: rlx139480805.ltd		

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1 Dados de luminária

1.5 Lumicenter, (LAA02-S3500840)

1.5.1 Ficha de dados

Fabricante: Lumicenter

LAA02-S3500840

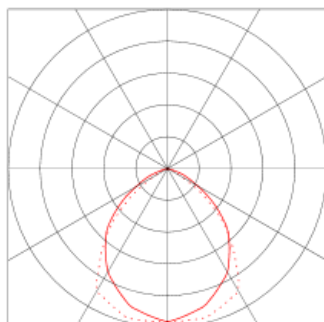
Dados de luminária

Grau de rendimento : 100.1%
 Eficácia luminosa das luminárias : 91.98 lm/W
 Classificação : A50 ↓99.9% ↑0.1%
 CIE Flux Codes : 63 94 100 100 100
 UGR 4H 8H : 16.8 / 15.0
 Potência : 37 W
 Fluxo luminoso : 3403.4 lm

Equipado com

Quantidade : 1
 Designação :
 Cor :
 Fluxo luminoso : 3400 lm

Medidas : 250 mm x 1190 mm x 41 mm



Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.5 Lumicenter, (LAA02-S3500840)

1.5.2 Classificação de encandeamento segundo UGR

Graus de reflectância										
Tecto	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3
Paredes	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
Chão	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Dimensões do espaço			Vista no sentido C0					Vista no sentido C90				
x	y											
2H	2H	16.3	17.7	16.7	18.1	18.4	14.8	16.2	15.2	16.5	16.8	
	3H	16.8	18.0	17.2	18.4	18.7	14.8	16.1	15.2	16.4	16.8	
	4H	16.7	17.9	17.1	18.3	18.6	14.8	15.9	15.2	16.3	16.7	
	6H	16.7	17.8	17.1	18.1	18.5	14.7	15.8	15.1	16.2	16.6	
	8H	16.6	17.7	17.0	18.0	18.4	14.6	15.7	15.1	16.1	16.5	
	12H	16.6	17.6	17.0	17.9	18.4	14.6	15.6	15.0	16.0	16.4	
4H	2H	16.5	17.6	16.9	18.0	18.3	15.1	16.3	15.5	16.6	17.0	
	3H	16.9	17.9	17.4	18.3	18.7	15.1	16.1	15.6	16.5	16.9	
	4H	17.0	17.8	17.4	18.2	18.7	15.1	16.0	15.6	16.4	16.8	
	6H	16.8	17.6	17.3	18.0	18.5	15.0	15.8	15.5	16.2	16.7	
	8H	16.8	17.5	17.3	17.9	18.4	15.0	15.7	15.4	16.1	16.6	
	12H	16.8	17.4	17.3	17.9	18.4	14.9	15.6	15.4	16.0	16.5	
8H	4H	16.8	17.5	17.3	18.0	18.4	15.0	15.7	15.5	16.2	16.6	
	6H	16.7	17.3	17.2	17.7	18.2	14.9	15.5	15.4	15.9	16.4	
	8H	16.7	17.2	17.2	17.7	18.2	14.9	15.4	15.4	15.9	16.4	
	12H	16.7	17.1	17.2	17.6	18.1	14.9	15.3	15.4	15.8	16.3	
12H	4H	16.8	17.4	17.3	17.9	18.4	15.0	15.6	15.5	16.1	16.6	
	6H	16.7	17.2	17.2	17.7	18.2	14.9	15.4	15.4	15.9	16.4	
	8H	16.7	17.1	17.2	17.6	18.1	14.9	15.3	15.4	15.8	16.3	

Distância das luminárias: 0.25

Devido a falta de características de simetria, os valores apenas se aplicam para a linha de visão indicada.

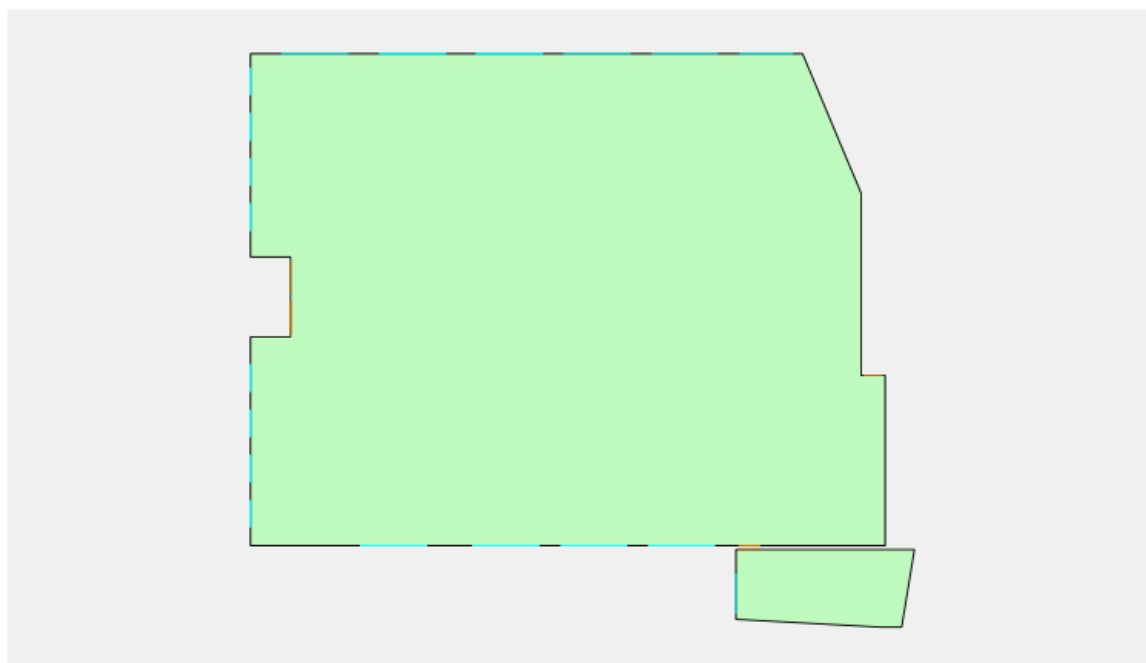
Modelo	: Lumicenter	Eficiência	: 100.1%
Número de artigo	: LAA02-S3500840	Eficácia luminosa das luminárias	: 95.98 lm/W (A50)
Nome/designação	:	Distribuição de luz	: assimétrico
Equipado com	: 1 x 37 W / 3400 lm	Ângulo de iluminação	: 47.1° C0
Medidas	: C 250 mm x L 1190 mm x A 41 mm		: 45.8° C90
Nome de ficheiro	: rlx_20180119132003.ltd		: 47.5° C180
			: 45.4° C270

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

Resumo, Piso 2

.1 Vista geral do piso

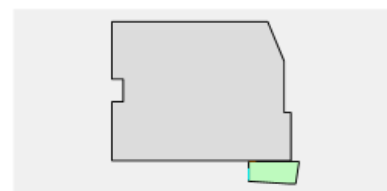


Número de divisões 2
 Área total 438 m²
 Quantidade de luminárias 62
 Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas 259638 lm
 Potência total 2147.6 W
 Potência total por área 4.90 W/m²

Valores nominais satisfeitos

Divisões

Sala Ornamentação 2 x Luminárias
 Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas 10000 lm
 Potência total 104 W
 Potência total por área (18 m²) 5.77 W/m²
 Em 217 lx (≥ 200 lx)
 Emín 166 lx
 Emín/Em (Uo) 0.77 (≥ 0.40)
 UGR ≤ 18.3 (< 25.00)



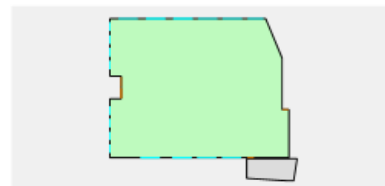
Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

Resumo, Piso 2

.1 Vista geral do piso

Templo Total	60 x Luminárias
Fluxo luminoso total de todas as lâmp.	251628 lm
Potência total	2043.6 W
Potência total por área (420 m²)	4.87 W/m²
Em	303 lx (≥ 300 lx)
Emín	203 lx
Emín/Em (Uo)	0.67 (≥ 0.40)
UGR	---



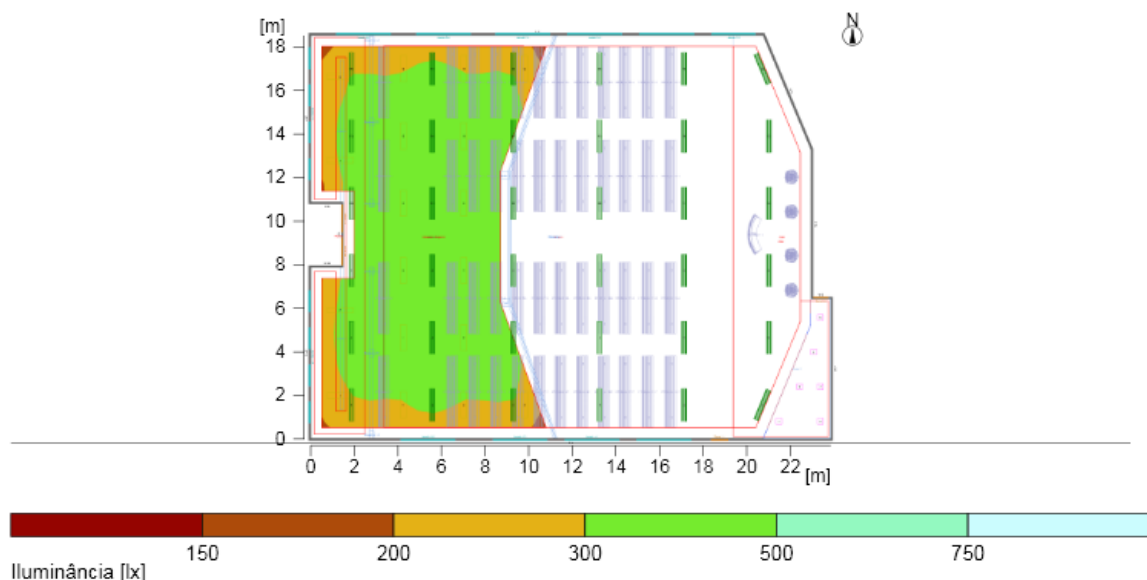
Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1 Templo Total

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.1 Resumo dos resultados, Mezanino Superior



Geral

Algoritmo utilizado	Componente indirecta elevada
Altura da superfície de avaliação	3.75 m
Factor de manutenção	0.80
Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas	251628 lm
Potência total	2043.6 W
Potência total por área (420.06 m²)	4.87 W/m²

Iluminâncias

Iluminância média	Em	312 lx
Iluminância mínima	Emin	227 lx
Iluminância máxima	Emax	368 lx
Uniformidade Uo	Emin/Em	1:1.38 (0.73)
Uniformidade Ud	Emin/Emax	1:1.63 (0.62)

Tipo Qnt. Modelo

1	6	Lumicenter Lighting Group
		Nº de artigo : EF35-E11100840.ies
		Nome/designação : EF35-E11100840
		Equipado com : 1 x LED 10 W / 958 lm

5	18	Lumicenter
		Nº de artigo : LAA02-S3500840
		Nome/designação :
		Equipado com : 1 x 37 W / 3400 lm

Objecto : Mezanino Superior
Instalação : Igreja Metodista
Número do projecto: 01
Data : 05.01.2018

RELUX®

1 Templo Total

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.1 Resumo dos resultados, Mezanino Superior

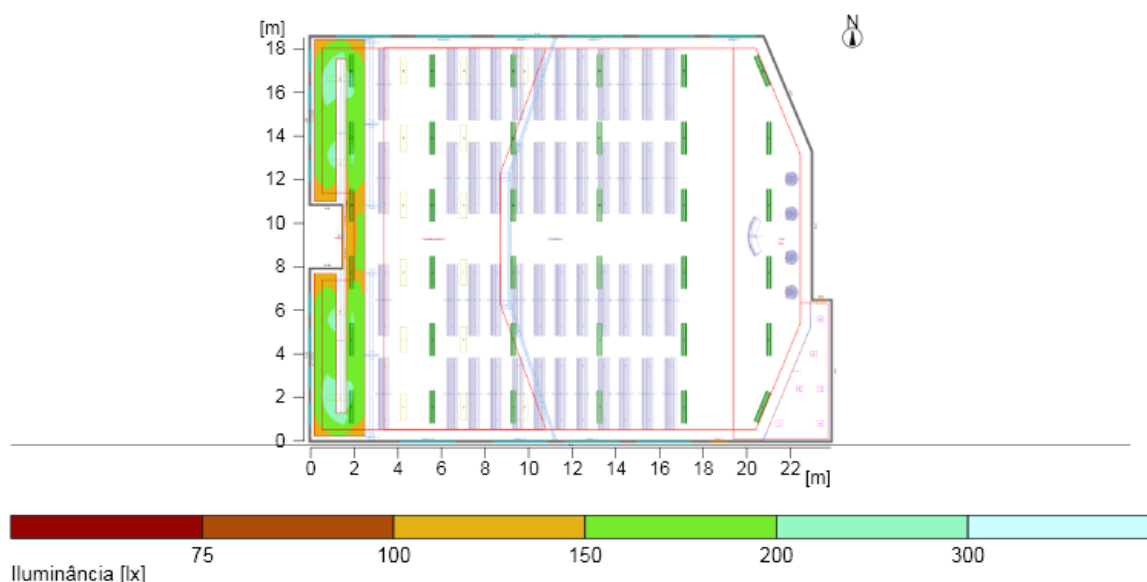
		OSRAM	
4	36	Nº de artigo	: 2MJ2237LQ44
		Nome/designação	: Silhouette® LED
		Equipado com	: 1 x LED 4000K / CRI >= 80 36 W / 5130 lm

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.2 Resumo dos resultados, Rampa



Geral

Algoritmo utilizado : Componente indirecta elevada
 Altura da superfície de avaliação : 0.00 m
 Factor de manutenção : 0.80

Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas : 251628 lm
 Potência total : 2043.6 W
 Potência total por área (420.06 m²) : 4.87 W/m²

Iluminâncias

Iluminância média	Em	168 lx
Iluminância mínima	Emin	111 lx
Iluminância máxima	Emax	229 lx
Uniformidade Uo	Emin/Em	1:1.51 (0.66)
Uniformidade Ud	Emin/Emax	1:2.05 (0.49)

Tipo Qnt. Modelo

1	6	Lumicenter Lighting Group
		Nº de artigo : EF35-E11100840.ies
		Nome/designação : EF35-E11100840
		Equipado com : 1 x LED 10 W / 958 lm

5	18	Lumicenter
		Nº de artigo : LAA02-S3500840
		Nome/designação :
		Equipado com : 1 x 37 W / 3400 lm

Objecto : Mezanino Superior
Instalação : Igreja Metodista
Número do projecto: 01
Data : 05.01.2018

RELUX®

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.2 Resumo dos resultados, Rampa

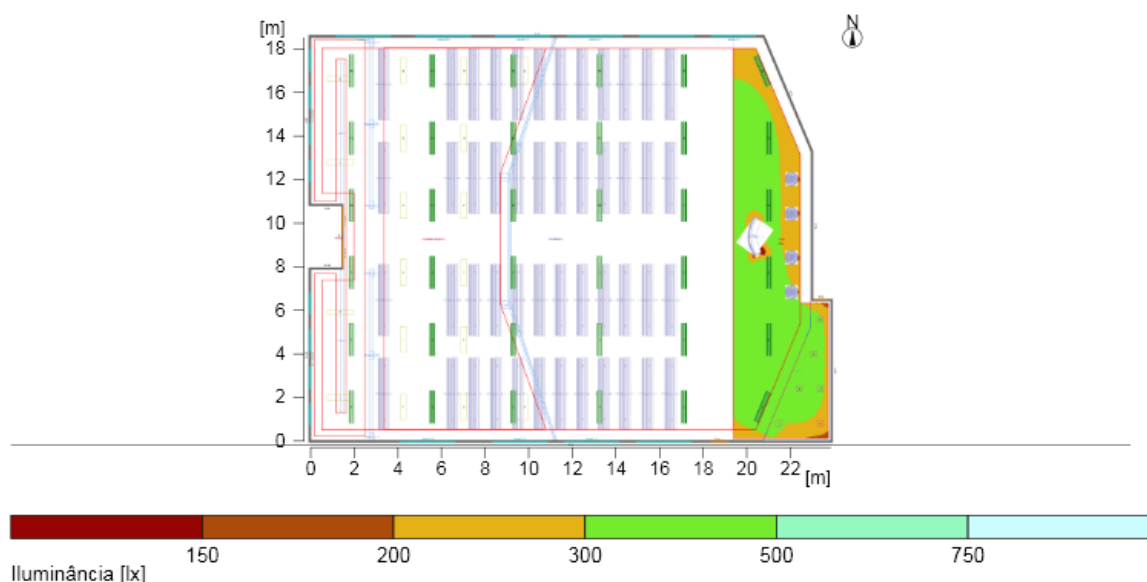
4	36	OSRAM	
		Nº de artigo	: 2MJ2237LQ44
		Nome/designação	: Silhouette® LED
		Equipado com	: 1 x LED 4000K / CRI >= 80 36 W / 5130 lm

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.3 Resumo dos resultados, Altar



Geral

Algoritmo utilizado : Componente indirecta elevada
 Altura da superfície de avaliação : 1.35 m
 Factor de manutenção : 0.80

Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas : 251628 lm
 Potência total : 2043.6 W
 Potência total por área (420.06 m²) : 4.87 W/m²

Iluminâncias

Iluminância média	Em	308 lx
Iluminância mínima	Emin	115 lx
Iluminância máxima	Emax	420 lx
Uniformidade Uo	Emin/Em	1:2.68 (0.37)
Uniformidade Ud	Emin/Emax	1:3.66 (0.27)

Tipo Qnt. Modelo

1 6 **Lumicenter Lighting Group**
 Nº de artigo : EF35-E11100840.ies
 Nome/designação : EF35-E11100840
 Equipado com : 1 x LED 10 W / 958 lm

5 18 **Lumicenter**
 Nº de artigo : LAA02-S3500840
 Nome/designação :
 Equipado com : 1 x 37 W / 3400 lm

Objecto : Mezanino Superior
Instalação : Igreja Metodista
Número do projecto: 01
Data : 05.01.2018

RELUX®

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.3 Resumo dos resultados, Altar

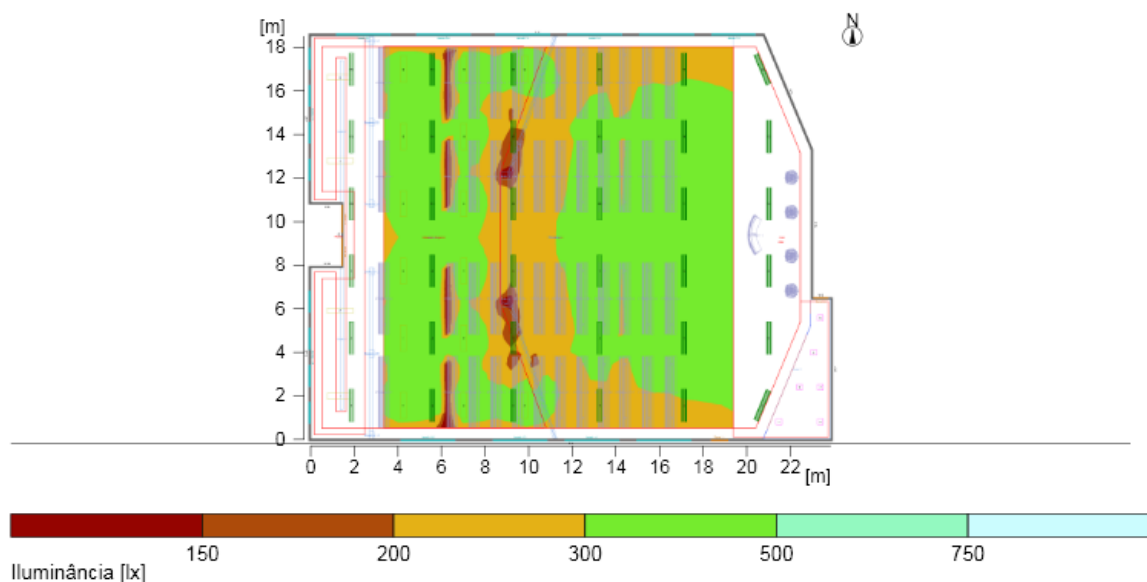
4	36	OSRAM	
		Nº de artigo	: 2MJ2237LQ44
		Nome/designação	: Silhouette® LED
		Equipado com	: 1 x LED 4000K / CRI >= 80 36 W / 5130 lm

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.4 Resumo dos resultados, Templo



Geral

Algoritmo utilizado : Componente indirecta elevada
 Factor de manutenção : 0.80

Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas : 245880.00 lm
 Potência total : 1983.6 W
 Potência total por área (408.53 m²) : 4.86 W/m² (1.60 W/m²/100lx)

Templo

Perfil de utilização

Templo

áreas gerais no interior de edifícios - parques de estacionamento
 5.2.3 (EN 12464-1, 8.2011) Recintos para exercícios físicos de compensação (Ra >80.00)
 horizontal
 Em : 303 lx (≥ 300 lx)
 Emín : 203 lx
 Emín/Em (Uo) : 0.67 (≥ 0.40)
 Emín/Emáx (Ud) : 0.54
 Posição : 0.70 m

Superfície principal

	Em		Uo	
M 1.11 (Tecto)	90 lx	(≥ 30 lx)	0.65	(≥ 0.10)
M 1.1 (Parede)	142 lx	(≥ 50 lx)	0.25	(≥ 0.10)
M 1.2 (Parede)	198 lx	(≥ 50 lx)	0.47	(≥ 0.10)
M 1.3 (Parede)	153 lx	(≥ 50 lx)	0.59	(≥ 0.10)
M 1.4 (Parede)	191 lx	(≥ 50 lx)	0.49	(≥ 0.10)
M 1.5 (Parede)	135 lx	(≥ 50 lx)	0.25	(≥ 0.10)
M 1.6 (Parede)	136 lx	(≥ 50 lx)	0.46	(≥ 0.10)
M 1.7 (Parede)	89.1 lx	(≥ 50 lx)	0.36	(≥ 0.10)
M 1.8 (Parede)	141 lx	(≥ 50 lx)	0.25	(≥ 0.10)

Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto: 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

1.2 Resumo, Templo Total

1.2.4 Resumo dos resultados, Templo

M 1.9 (Parede)	95 lx	(>= 50 lx)	0.33	(>= 0.10)
M 1.10 (Parede)	139 lx	(>= 50 lx)	0.41	(>= 0.10)

Tipo Qnt. Modelo

Lumicenter
 5 18 Nº de artigo : LAA02-S3500840
 Nome/designação :
 Equipado com : 1 x 37 W / 3400 lm

OSRAM
 4 36 Nº de artigo : 2MJ2237LQ44
 Nome/designação : Silhouette® LED
 Equipado com : 1 x LED 4000K / CRI >= 80 36 W / 5130 lm

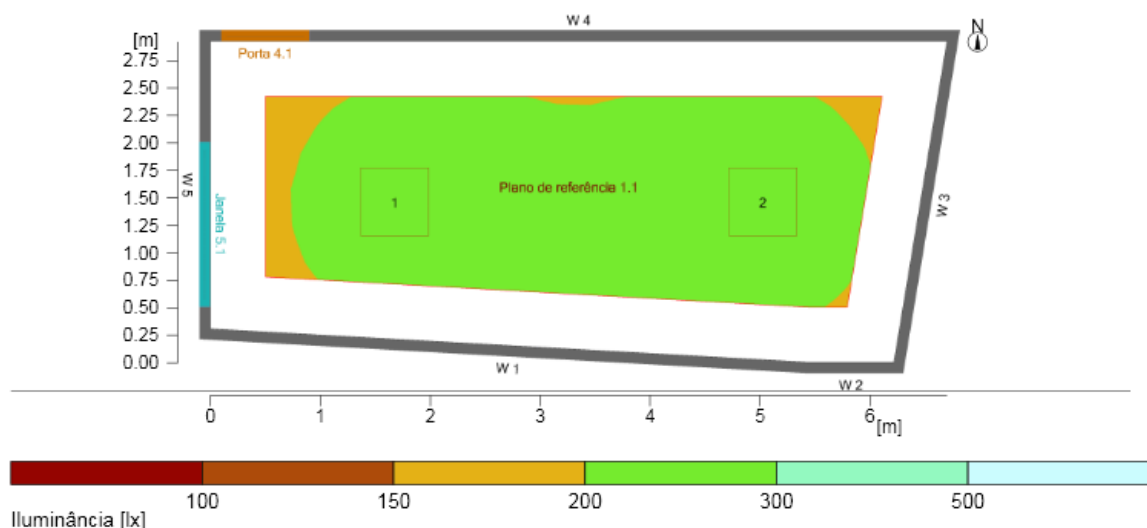
Objecto : Mezanino Superior
 Instalação : Igreja Metodista
 Número do projecto : 01
 Data : 05.01.2018

RELUX®

2 Sala Ornamentação

2.2 Resumo, Sala Ornamentação

2.2.1 Resumo dos resultados, Superfície de avaliação 1



Geral

Algoritmo utilizado
 Altura do plano das luminárias
 Factor de manutenção

Componente indirecta elevada
 3.40 m
 0.80

Superfície de avaliação 1

Perfil de utilização

Plano de referência 1.1

áreas gerais no interior de edifícios - parques de estacionamento
 5.2.4 (EN 12464-1, 8.2011) Roupeiros, casas de banho, balneários, casas de banho (Ra >80.00)

	horizontal		cilíndrico	
Em	217 lx	(≥ 200 lx)	82 lx	(≥ 50 lx)
Emín	166 lx		67 lx	
Emín/Em (Uo)	0.77	(≥ 0.40)	0.82	(≥ 0.10)
Emín/Emáx (Ud)	0.67			
UGR (1.3H 3.0H)	<=18.3	(< 25.00)		
Posição	0.75 m		1.20 m	

Superfície principal

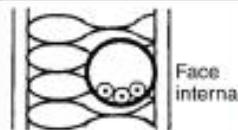

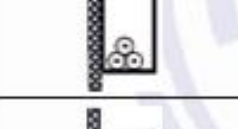
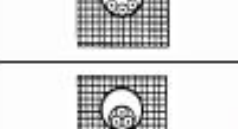
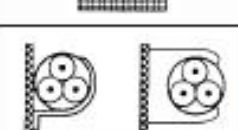


	Em		Uo	
M 1.5 (Tecto)	54 lx	(≥ 30 lx)	0.90	(≥ 0.10)
M 1.1 (Parede)	137 lx	(≥ 50 lx)	0.63	(≥ 0.10)
M 1.2 (Parede)	140 lx	(≥ 50 lx)	0.67	(≥ 0.10)
M 1.3 (Parede)	132 lx	(≥ 50 lx)	0.66	(≥ 0.10)
M 1.4 (Parede)	132 lx	(≥ 50 lx)	0.73	(≥ 0.10)

ANEXO A

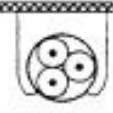
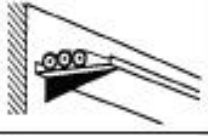


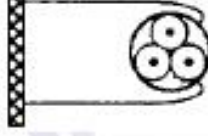

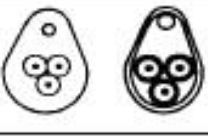

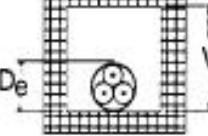
Este anexo apresenta os quadros e tabelas necessários para o dimensionamento de condutores, os quais foram retirados da NBR 5410:2004.

Quadro 34 – Métodos de referência para instalação de condutores

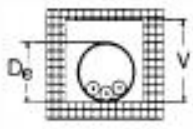
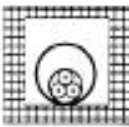
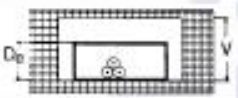
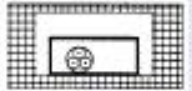
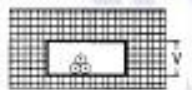
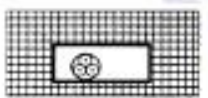

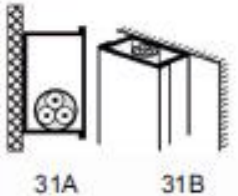
(Continua)

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

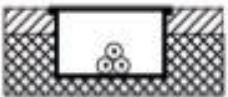
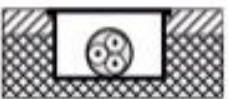
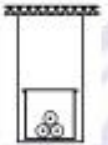

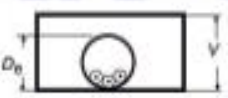
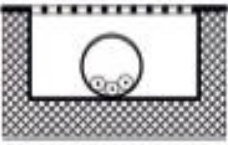
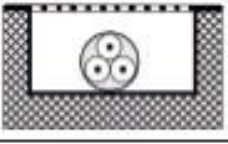
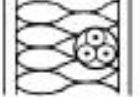
Quadro 34 – Métodos de referência para instalação de condutores
(Continuação)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira ³⁾	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical ⁴⁾	E (multipolar) F (unipolares)
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	E (multipolar) F (unipolares)
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito	E (multipolar) F (unipolares)
17		Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não	E (multipolar) F (unipolares)
18		Condutores nus ou isolados sobre isoladores	G
21		Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção ⁵⁾ , sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção ^{5) 8)}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1

Quadro 34 – Métodos de referência para instalação de condutores
(Continuação)

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

Quadro 34 – Métodos de referência para instalação de condutores
(Conclusão)

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

Fonte: ABNT, 2004.

Tabela 57 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D, com condutores em cobre ou alumínio, isolamento em PVC, Temperatura no condutor em 70°C e Temperatura no ambiente a 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

Fonte: ABNT, 2004.

Tabela 58 - 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

Fonte: ABNT, 2004.

Tabela 59 - 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	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Fonte: ABNT, 2004.

ANEXO B

Este anexo contém o quadro que apresenta os requisitos para a produção do projeto luminotécnico em diversos ambientes.

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continua)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
1. Áreas gerais da edificação				
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.
2. Edificações na agricultura				
Carregamento e operação de mercadorias, equipamentos de manuseio e máquinas	200	25	80	
Estábulo	50	28	40	

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Cercado para animais doentes, baias para parto de animais	200	25	80	
Preparação dos alimentos, leiteira, lavagem de utensílios	200	25	80	
3. Padarias				
Preparação e fofada	300	22	80	
Acabamento, decoração	500	22	80	
4. Cimento, concreto e indústria de tijolos				
Secagem	50	28	20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Preparação dos materiais, trabalhos nos fornos e misturadores	200	28	40	
Trabalhos em máquinas em geral	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Formas brutas	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
5. Indústria de cerâmica e vidro				
Secagem	50	28	20	
Preparação, trabalhos em máquinas em geral	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Esmaltagem, laminação, compressão, moldagem de peças simples, vitrificação, sopragem do vidro	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Polimento, moagem, gravação, polimento do vidro, moldagem de peças de precisão, fabricação de instrumentos de vidro	750	19	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Trabalho decorativo	500	19	80	
Polimento de vidro ótico, polimento manual e gravação de cristais, trabalhos em mercadorias comuns	750	16	80	
Trabalho de precisão, por exemplo: polimento decorativo, pintura à mão	1 000	16	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Fabricação de pedras preciosas sintéticas	1 500	16	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
6. Indústria de borracha, indústria plástica e química				
Instalações de processamento operadas remotamente	50		20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Instalações de processamento com intervenção manual limitada	150	28	40	

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Instalações de processamento com trabalho manual constante	300	25	80	
Metrologias, laboratórios	500	19	80	
Produção farmacêutica	500	22	80	
Produção de pneus	500	22	80	
Inspeção de cor	1 000	16	90	T_{cp} no mínimo 6 500 K.
Corte, acabamento, inspeção	750	19	80	
7. Indústria elétrica				
Fabricação de cabos e fios	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Bobinagem:				
— bobinas grandes	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
— bobinas médias	500	22	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
— bobinas pequenas	750	19	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Impregnação das bobinas	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Galvanoplastia	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Montagem:				
— bruta, por exemplo, grandes transformadores	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
— média, por exemplo, quadros de distribuição	500	22	80	
— fina, por exemplo, telefone	750	19	80	
— de precisão, por exemplo, equipamentos de medição	1 000	16	80	
Oficinas eletrônicas, ensaios, ajustes	1 500	16	80	
8. Indústria de alimentos				
Locais de trabalho e zonas em cervejarias, maltagem, lavagem, enchimento de barris, limpeza, peneiração, descascamento, alimentos em conserva, fábrica de chocolate, locais de trabalho e zonas em fábricas de açúcar, para secagem e fermentação de tabaco cru, câmara de fermentação	200	25	80	
Triagem e lavagem de produtos, moagem, mistura, embalagem	300	25	80	
Locais de trabalho e zonas para abatedouros, açougues, leiteiras, área de filtragem, em refinarias de açúcar	500	25	80	
Corte e triagem de frutas e vegetais	300	25	80	

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Fabricação de alimentos finos, cozinha	500	22	80	
Fabricação de charutos e cigarros	500	22	80	
Inspeção de vidros e garrafas, controle do produto, ornamentação, triagem na decoração	500	22	80	
Laboratórios	500	19	80	
Inspeção de cor	1 000	16	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
9. Fundições e plantas de fundição de metal				
Túneis do tamanho de um homem sob o piso, porão etc.	50	28	20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Plataformas	100	25	40	
Preparação da areia	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Vestiários	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Trabalhos nos cadinhos e misturadores	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Baia da fundição	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Área dos vibradores	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Máquinas de moldagem	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Moldagem central e auxiliar	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Fundição	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Construção de modelos	500	22	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
10. Cabeleireiros				
Cabeleireiro	500	19	90	
11. Fabricação de joias				
Trabalho com pedras preciosas	1 500	16	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Fabricação de joias	1 000	16	90	
Relojoaria (manual)	1 500	16	80	
Relojoaria (automática)	500	19	80	
12. Lavanderias e limpeza a seco				
Entrada de mercadorias, marcação e distribuição	300	25	80	
Lavagem e limpeza a seco	300	25	80	
Passar roupas	300	25	80	
Inspeção e reparos	750	19	80	
13. Indústria de couro				
Trabalho em cubas, barris, tanques	200	25	40	

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Descarnar, aparar, esfregar, tombar peles	300	25	80	
Trabalho em selas, fábrica de sapatos, costura, polimento, modelagem, corte, punção	500	22	80	
Triagem	500	22	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Tingimento de couro (máquina)	500	22	80	
Controle de qualidade	1 000	19	80	
Inspeção de cor	1 000	16	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Fabricação de sapato	500	22	80	
Fabricação de luva	500	22	80	
14. Trabalho e processamento em metal				
Forjamento de molde aberto	200	25	60	
Forjamento por derramamento, soldagem, moldagem a frio	300	25	60	
Usinagem grosseira e média Tolerâncias > 0,1 mm	300	22	60	
Usinagem de precisão: retificação Tolerâncias < 0,1 mm	500	19	60	
Gravação: inspeção	750	19	60	
Desenho de formas de fio e tubo	300	25	60	
Usinagem de placa ≥ 5 mm	200	25	60	
Trabalho em folha de metal < 5 mm	300	22	60	
Ferramentaria; fabricação de equipamento de corte	750	19	60	
Montagem:				
— bruta	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
— média	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
— fina	500	22	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
— de precisão	750	19	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Galvanoplastia	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Pintura e preparação de superfícies	750	25	80	
Confeção de ferramenta, modelo e dispositivo, mecânica de precisão, micromecânica	1 000	19	80	
15. Indústria de papel				

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Processamento da madeira ou fibra, moagem	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Processo e fabricação de papel, máquinas de papel, papel canelado, fábrica de papelão	300	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Trabalho de encadernação de livros padrões, por exemplo: dobra, triagem, colagem, corte, gravação em relevo, costura	500	22	60	
16. Subestações				
Instalação de abastecimento de combustíveis	50	28	20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Casa da caldeira	100	28	40	
Salas de máquinas	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Salas auxiliares, por exemplo: sala das bombas, sala dos capacitores, quadro de chave de distribuição etc.	200	25	60	
Salas de controle	500	16	80	Os painéis de controle frequentemente estão na vertical. Dimerização pode ser necessária. Para trabalho com VDT, ver 4.10.
17. Gráficas				
Corte, douração, gravação em relevo, gravura em bloco, trabalhos em pedras e placas, impressoras, matriciais	500	19	80	
Triagem de papel e impressão manual	500	19	80	
Configuração de tipo, retoque, litografia	1 000	19	80	
Inspeção de cor em impressão multicolorida	1 500	16	90	Tcp 5 000 K.
Gravação em aço e cobre	2 000	16	80	Para iluminação direcional, ver 4.5.2.
18. Trabalhos em ferro e aço				
Instalações de produção sem intervenção manual	50	28	20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Instalações de produção com operação manual ocasional	150	28	40	
Instalações de produção com operação manual contínua	200	25	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Depósito de chapas	50	28	20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Fornos	200	25	20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Usinagem, bobinadeira, linha de corte	300	25	40	
Plataformas de controle, painéis de controle	300	22	80	
Ensaio, medição e inspeção	500	22	80	
Túneis do tamanho de um homem sob o piso, porões etc.	50	28	20	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
19. Indústria têxtil				
Locais de trabalho e zonas de banhos, abertura de fardos	200	25	60	
Cardar, lavar, passar, extrair, pentear, dimensionar, cortar a carda, pré-fiação, juta, fiação de linho	300	22	80	
Fiação, encordoar, bobinar, enrolar, urdir, tecer, trançar, trabalhar em malha	500	22	80	Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Costurar, trabalho fino em malha, prendendo os pontos	750	22	90	
Projeto manual, desenhos de padrões	750	22	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Acabamento, tingimento	500	22	80	
Sala de secagem	100	28	60	
Estampagem automática	500	25	80	
Extrair, selecionar, aparar	1 000	19	80	
Inspeção de cor, controle do tecido	1 000	16	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Reparo invisível	1 500	19	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Fabricação de chapéu	500	22	80	
20. Construção de veículos				
Trabalhos no chassi e montagem	500	22	80	
Pintura, câmara de pulverização, câmara de polimento	750	22	80	
Pintura: retoque, inspeção	1 000	16	90	T_{cp} no mínimo 4 000 K.
Fabricação de estofamento (manuseamento)	1 000	19	80	
Inspeção final	1 000	19	80	
21. Marcenaria e indústria de móveis				
Processo automático, por exemplo: secagem na fabricação de madeira compensada	50	28	40	

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Poços de vapor	150	28	40	
Sistema de serras	300	25	60	Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Trabalho de marceneiro em bancos de carpintaria, colagem, montagem	300	25	80	
Polimento, pintura, marcenaria de acabamento	750	22	80	
Trabalho em máquinas de marcenaria, por exemplo: tomar, acanelar, desempenar, rebaixar, chanfrar, cortar, serrar afundar	500	19	80	Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Seleção de madeira folheada, marchetaria, trabalhos de embutir	750	22	90	Tcp no mínimo 4 000 K.
Controle de qualidade	1 000	19	90	Tcp no mínimo 4 000 K.
22. Escritórios				
Arquivamento, cópia, circulação etc.	300	19	80	
Escrever, teclar, ler, processar dados	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Desenho técnico	750	16	80	
Estações de projeto assistido por computador	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Salas de reunião e conferência	500	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Recepção	300	22	80	
Arquivos	200	25	80	
23. Varejo				
Área de vendas pequena	300	22	80	
Área de vendas grande	500	22	80	
Área da caixa registradora	500	19	80	
Mesa do empacotador	500	19	80	
24. Restaurantes e hotéis				
Recepção/caixa/portaria	300	22	80	
Cozinha	500	22	80	
Restaurante, sala de jantar, sala de eventos	200	22	80	Recomenda-se que a iluminação seja projetada para criar um ambiente íntimo.
Restaurante self-service	200	22	80	
Bufê	300	22	80	
Salas de conferência	500	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Corredores	100	25	80	Durante o período da noite são aceitáveis baixos níveis de iluminação.
25. Locais de entretenimento				
Teatros e salas de concerto	200	22	80	
Salas com multiuso	300	22	80	
Salas de ensaio, camarins	300	22	80	É necessário que a iluminação do espelho seja isenta de ofuscamento para a maquiagem.
Museus (em geral)	300	19	80	Iluminação adequada para atender aos requisitos de exibição, proteção contra os efeitos de radiação.
26. Bibliotecas				
Estantes	200	19	80	
Área de leitura	500	19	80	
Bibliotecárias	500	19	80	
27. Estacionamentos públicos (internos)				
Rampas de entrada e saída (durante o dia)	300	25	40	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Rampas de entrada e saída (durante a noite)	75	25	40	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Pistas de tráfego	75	25	40	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Estacionamento	75	28	40	Uma iluminância vertical elevada aumenta o reconhecimento das faces das pessoas e, por esta razão, a sensação de segurança.
Guichê	300	19	80	1) Evitar reflexões nas janelas. 2) Prevenir ofuscamento oriundo do lado externo.
28. Construções educacionais				
Brinquedoteca	300	19	80	
Berçário	300	19	80	
Sala dos profissionais do berçário	300	19	80	
Salas de aula, salas de aulas particulares	300	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Salas de aulas noturnas, classes e educação de adultos	500	19	80	

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Sala de leitura	500	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Quadro negro	500	19	80	Prevenir reflexões especulares.
Mesa de demonstração	500	19	80	Em salas de leitura 750 lux.
Salas de arte e artesanato	500	19	80	
Salas de arte em escolas de arte	750	19	90	$T_{cp} > 5\,000\text{ K}$.
Salas de desenho técnico	750	16	80	
Salas de aplicação e laboratórios	500	19	80	
Oficina de ensino	500	19	80	
Salas de ensino de música	300	19	80	
Salas de ensino de computador	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Laboratório linguístico	300	19	80	
Salas de preparação e oficinas	500	22	80	
Salas comuns de estudantes e salas de reunião	200	22	80	
Salas dos professores	300	22	80	
Salas de esportes, ginásios e piscinas	300	22	80	Para as instalações de acesso público, ver CIE 58 – 1983 e CIE 62 – 1984.
29. Locais de assistência médica				
Salas de espera	200	22	80	Iluminância ao nível do piso.
Corredores: durante o dia	200	22	80	Iluminância ao nível do piso.
Corredores: durante a noite	50	2	80	Iluminância ao nível do piso.
Quartos com claridade	200	22	80	Iluminância ao nível do piso.
Escritório dos funcionários	500	19	80	
Sala dos funcionários	300	19	80	
Enfermarias				
— iluminação em geral	100	19	80	Iluminância ao nível do piso.
— iluminação de leitura	300	19	80	
— exame simples	300	19	80	
Exames e tratamento	1 000	19	90	
Iluminação noturna, iluminação de observação	5	19	80	
Banheiros e toaletes para os pacientes	200	22	80	
Sala de exames em geral	500	19	90	
Exames do ouvido e olhos	1 000		90	Luminária para exame local.
Leitura e teste da visão colorida com gráficos de visão	500	16	90	

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Continuação)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Escâner com intensificadores de imagem e sistemas de televisão	50	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Salas de diálise	500	19	80	
Salas de dermatologia	500	19	90	
Salas de endoscopia	300	19	80	
Salas de gesso	500	19	80	
Banhos medicinais	300	19	80	
Massagem e radioterapia	300	19	80	
Salas pré-operatórias e salas de recuperação	500	19	90	
Sala de cirurgia	1 000	19	90	
Cavidade cirúrgica	Especial			$\overline{E}_m = 10\,000\text{ lux} - 100\,000\text{ lux}$.
UTI				
— iluminação em geral	100	19	90	No nível do piso.
— exame simples	300	19	90	No nível do leito.
— exame e tratamento	1 000	19	90	No nível do leito.
— observação noturna	20	19	90	
— Dentistas				
— Iluminação em geral	500	19	90	Convém que a iluminação seja isenta de ofuscamento para o paciente.
— No paciente	1 000		90	Luminária para exame local.
— Cavidade cirúrgica	5 000		90	Valores maiores que 5 000 lux podem ser necessários.
— Branqueamento dos dentes	5 000		90	$T_{cp} \geq 6\,000\text{ K}$.
Inspeção de cor (laboratórios)	1 000	19	90	$T_{cp} \geq 5\,000\text{ K}$.
Salas de esterilização	300	22	80	
Salas de desinfecção	300	22	80	
Salas de autópsia e necrotérios	500	19	90	
Mesa de autópsia e mesa de dissecação	5 000		90	Valores maiores que 5 000 lux podem ser necessários.
30. Aeroportos				
Saguões de embarque e desembarque, áreas de entrega da bagagem	200	22	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Áreas de conexão, escadas rolantes, esteiras rolantes	150	22	80	
Balcão de informações, <i>check-in</i>	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Alfândega e balcão de controle do passaporte	500	19	80	É importante a iluminância vertical.

Quadro 35 - Requisitos mínimos de iluminância, limite de ofuscamento e reprodução de cor para diversos tipos de ambientes

(Conclusão)

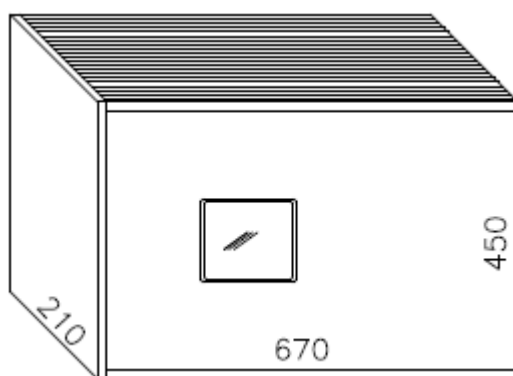
Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\overline{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
Salas de espera	200	22	80	
Local de armazenamento das bagagens	200	22	80	
Áreas da verificação de segurança	300	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Torre de controle do tráfego aéreo	500	16	80	1) Recomenda-se que a iluminação seja dimerizável. 2) Para trabalho com VDT, ver 4.10. 3) Recomenda-se que seja evitado o ofuscamento oriundo da luz natural.
Salas de tráfego aéreo	500	16	80	1) Recomenda-se que a iluminação seja dimerizável. 2) Para trabalho com VDT, ver 4.10.
Hangares de reparos e testes	500	22	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Áreas de testes dos motores	500	22	88	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Áreas de medição em hangares	500	22	80	Para montagem alta: ver também 4.6.2.
Plataformas e passagens subterrâneas para passageiros	50	28	40	
Saguão de compra de passagens e grandes espaços abertos para circulação de multidões	200	28	40	
Escritórios das bagagens e passagens e contadores	300	19	80	
Salas de espera	200	22	80	
3.1 Locais para celebrações e cultos religiosos (Igrejas, mosteiros, sinagogas, templos, etc)				
Corpo do local	100	25	80	
Cadeira, altar, púlpito.	300	22	80	

Fonte: ABNT, 2013b.

ANEXO C

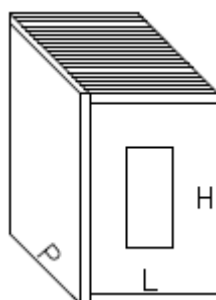
Este anexo contém os desenhos e a lista de material, indicados pela EDP, necessários para a instalação do padrão de entrada.

Figura 20 - Caixa para medidor polifásico



Fonte: EDP, 2016.

Figura 21 - Caixa para disjuntor polifásico



Fonte: EDP, 2016

Figura 22 - Ramal de entrada subterrâneo em baixa tensão

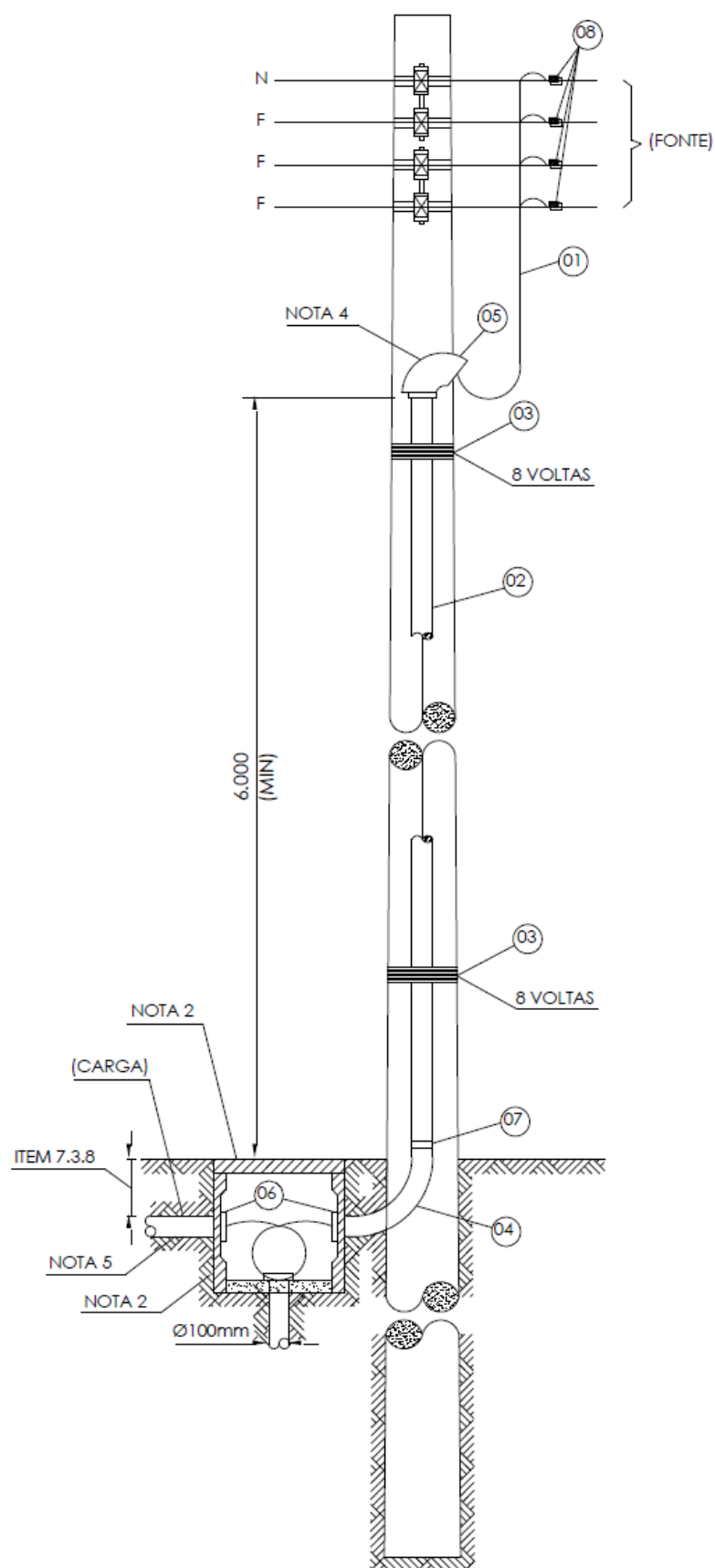


Figura 23 - Lista de material e notas para instalação do ramal de entrada subterrâneo

Item	Descrição de Material	Un.	Quant.	Obs
01	Condutor unipolar de cobre classes 2, isolados com EPR ou XLPE, 90°C para 0,6/1,0 kV	m	v	C
02	Eletroduto de aço galvanizado	m	v	C
03	Arame de aço galvanizado Nº 12 BWG	pç	01	C
04	Curva longa de aço galvanizado	pç	01	C
05	Cabeçote de entrada (nota 4)	pç	01	C
06	Bucha de alumínio para eletroduto	pç	01	C
07	Luva de emenda para eletroduto	pç	01	C
08	Conector apropriado	PC	01	E

v = Quantidade variável

C = Material fornecido pelo consumidor

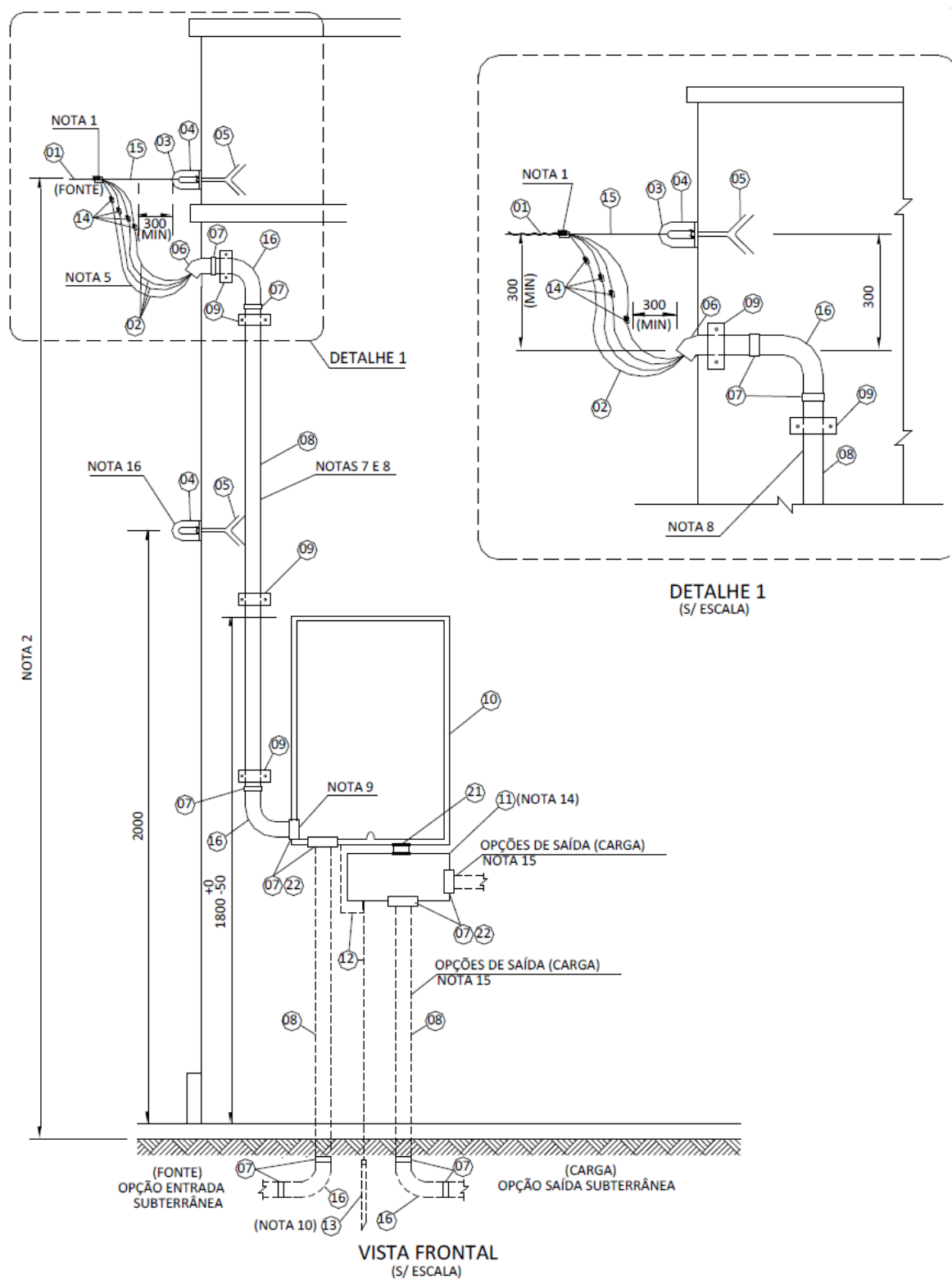
E = Material fornecido pela EDP ESCELSA

Notas:

1. O neutro deverá ser isolado e identificado na cor azul-claro;
2. As dimensões da caixa de passagem são 50x50x50cm, com tampa de concreto armado com espessura mínima de 5 cm, ou de ferro fundido;
3. Não serão permitidos mais de três ramais de entrada subterrânea em um mesmo poste;
4. No caso de edificação em que o ramal de entrada, partir direto da bucha secundária do transformador de distribuição, poderá ser eliminado o cabeçote, devendo a boca do eletroduto ser vedada com massa plástica;
5. O eletroduto de saída da caixa de passagem, poderá ser em aço galvanizado, KANAFLEX ou PVC rígido; quando em KANAFLEX ou PVC rígido, deverá ser envelopado em concreto, conforme desenho 19 deste Padrão;
6. As cotas são dadas em milímetros;
7. Os números dentro dos círculos referem-se aos itens da lista de material em anexo;
8. Deverá ser deixada uma ponta mínima de 1,5 m para confecção do pingadouro.

Fonte: EDP, 2016

Figura 24 - Medição direta a 4 fios em parede



Fonte: EDP, 2016

Figura 25 - Lista de material e notas para medição direta a 4 fios em parede

Item	Descrição de Material	Un.	Quant.	Obs
01	Condutor de alumínio multiplex, conforme tabela 1	m	v	E
02	Condutor de cobre PVC 70°, conforme tabela 1	m	v	C
03	Sapatilha	pç	01	C
04	Olhal de aço galvanizado para parafuso de ϕ 16 mm	pç	02	C
05	Chumbador de aço de ϕ 16 mm x 150mm	pç	02	C
06	Curva de entrada de 45° ou cabeçote	pç	01	C
07	Luva em aço galvanizado ou PVC	pç	01	C
08	Eletroduto de aço galvanizado ou PVC rígido	m	v	C
09	Abraçadeira metálica tipo copo	pç	04	C
10	Caixa para medidor polifásico padrão EDP ESCELSA (notas 11 e 12)	pç	01	C
11	Caixa para disjuntor tripolar termomagnético padrão EDP ESCELSA (notas 11, 12 e 14)	pç	01	C
12	Condutor de cobre nu, conforme tabela 1	m	v	C
13	Haste de terra comprimento mínimo 2000 mm e diâmetro 16 mm	pç	01	C
14	Conector apropriado	pç	04	E
15	Alça pré-formada	pç	01	E
16	Curva de aço galvanizado ou PVC rígido de 90°	pç	03	C
17	Conector Terminal de Latão p/ cabo de cobre conforme carga instalada	pç	08	C
18	Parafuso de latão ϕ 3/8" ou 5/16" x 1. 1/2" com porca	pç	08	C
19	Arruela lisa de latão para parafuso de ϕ 3/8" ou 5/16"	pç	16	C
20	Conector parafuso fendido p/ cabo de cobre conforme carga instalada	pç	01	C
21	Niple de aço galvanizado ou PVC rígido	pç	01	C
22	Bucha e arruela para eletroduto	pç	04	C

v = Quantidade variável

E = Material fornecido pela ESCELSA

C= Material fornecido pelo consumidor

Notas:

1. 5 voltas com fita isolante;
2. As distâncias mínimas da baixa tensão ao piso estão indicadas no item 6.3.3;
3. Os números dentro dos círculos referem-se aos itens da lista de material em anexo;
4. As cotas são dadas em milímetros;
5. Deverá ser deixada uma ponta mínima de 1,5m em cada condutor para a confecção do pingadouro;
6. Quando o ramal de entrada for subterrâneo o cabo deverá ser de dupla camada, isolado para 1000 V.
7. O eletroduto deverá ficar aparente até a entrada da caixa de medição e distante 1 cm da parede;
8. Não será permitida a cobertura do eletroduto após a ligação do consumidor;
9. Deverá ser aplicado silicone ou material similar para a vedação;
10. Para aterramento, ver desenho 16 deste Padrão;
11. Conforme desenho 01 deste Padrão.
12. Poderão ser utilizadas ainda caixas em policarbonato do tipo modular, desde que as mesmas sejam de fabricantes que possuam protótipos específicos homologados pela EDP ESCELSA;
13. O Código de Postura Municipal deve ser observado quando da construção do padrão de entrada, visando preservar o passeio público (Calçada Cidadã) garantindo ao mesmo, desobstrução de possíveis obstáculos;
14. Alternativamente, ao indicado neste desenho, a caixa do disjuntor também poderá ser posicionada ao lado, ou acima da caixa do medidor;
15. Além das opções de saídas apresentadas neste desenho, também é permitida a saída pelo fundo da caixa do disjuntor;
16. Deve ser instalado um segundo olhal, a 2,00 m do nível do solo.

Fonte: EDP, 2016