

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Gabriel Andrighetto Teixeira**

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO EM EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Porto Alegre  
Outubro de 2022

**GABRIEL ANDRIGHETTO TEIXEIRA**

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO EM EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Prof. Sérgio Luiz Cardoso da Silva**

Porto Alegre  
Outubro de 2022

**GABRIEL ANDRIGHETTO TEIXEIRA**

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO EM EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, outubro de 2022

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Esp. Sérgio Luiz Cardoso da Silva**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador

**Prof. Dr. Igor Pasa Wiltuschnig**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Profa. Dra. Lais Zucchetti**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho à nossa querida UFRGS, que, mesmo com tantas dificuldades, consegue se manter ensinando com excelência a todos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais. Meu pai, Claudio, por sempre me cobrar e incentivar na busca pela melhora. À minha mãe, Carla, por sempre fazer tudo ao seu alcance em prol do meu bem-estar.

Agradeço ao meu irmão, Guilherme, por todos os anos de competição que me fizeram evoluir e, também, pela parceria que desenvolvemos.

À minha amada Isa, agradeço por me incentivar, escutar minhas reclamações e me mostrar o melhor caminho diariamente, sempre me mantendo firme em qualquer circunstância.

Agradeço ao professor Sérgio por ter confiado em meu trabalho mesmo quando ele não parecia deslanchar. Também sou grato por ter me auxiliado ao longo de toda a caminhada com tranquilidade e sensatez.

À UFRGS agradeço por todas as experiências vividas e adquiridas, pelo ensino de alta qualidade proporcionado e por toda a vida universitária que tive ao longo do curso.

Aos professores, agradeço por todo o empenho e dedicação para garantir a formação de um bom engenheiro civil.

À banca avaliadora, agradeço à disponibilidade e disposição para julgar o trabalho desenvolvido e contribuir com meu aperfeiçoamento.

Aos meus avós e toda minha família, minha profunda gratidão por terem contribuído, cada um de sua maneira, para que eu chegasse nesse momento de minha vida e tivesse as condições que possuo hoje.

Agradeço às amizades feitas ao longo da faculdade. Marcelo, meu eterno freguês, e Richard, companheiro de violão. Impossível esquecer de todos os churrascos e reuniões.

Por fim, agradeço também ao meu amigo/companheiro de apartamento, Mariano. Lá se vão 19 anos de amizade e histórias.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

*Albert Einstein*

## **RESUMO**

Este trabalho visa definir, descrever e aplicar procedimentos para a execução de projeto de instalações elétricas prediais de baixa tensão com qualidade, funcionalidade e segurança. A construção civil é um dos grandes pilares econômicos brasileiros e, também por isso, é crescente a preocupação com obras de maior qualidade e durabilidade, algo que se reflete na necessidade de projetos e análises bem-feitos. Dentro do acervo de projetos de uma edificação, encontra-se o projeto de instalações elétricas, o qual é responsável por definir e dimensionar os materiais e métodos utilizados para conduzir a energia fornecida pela concessionária até o ponto de utilização final do usuário. Por mais que as edificações difiram em suas características, o processo de elaboração de projeto elétrico é semelhante e exige atenção aos detalhes. É dever do projetista garantir o nível de detalhamento e minúcia de forma a disponibilizar condições para a correta e segura execução da instalação. Levando isso em conta, foi realizado o lançamento e dimensionamento, baseado na NBR 5410 (ABNT, 2004) e RIC/BT-2017, das instalações elétricas de um prédio residencial localizado na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. O edifício contém 20 apartamentos, divididos em 4 pavimentos de moradia e, ainda, 2 pavimentos de estacionamento e outros 2 de serviço. São apresentadas as considerações, cálculos e tabelas para a obtenção dos elementos. Também são mostrados memorial descritivo, memória de cálculo, levantamento de quantitativos, orçamentação através do SINAPI e solução gráfica do projeto. Realizou-se, também, comparação para os cálculos de demanda predial conforme os 2 regulamentos da concessionária responsável pelo fornecimento de energia no local de implantação, RIC/BT e sua substituta, NT.004. Foi demonstrado que as alterações presentes no novo regulamento da concessionária impactam brevemente na solução encontrada para um projeto, sem alterar o procedimento básico.

Palavras-chave: NBR 5410:2004; Projeto de Instalações Elétricas Prediais de Baixa Tensão; RIC/BT;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de elaboração de projeto de IE de baixa tensão .....	19
Figura 2 – Tabela 47 da ABNT NBR 5410:2004 .....	27
Figura 3 – Tabela 48 da ABNT NBR 5410:2004 .....	28
Figura 4 – Tabela 58 da ABNT NBR 5410:2004 .....	28
Figura 5 – Trecho da tabela 33 da ABNT NBR 5410:2004.....	30
Figura 6 – Tabela 36 da ABNT NBR 5410:2004 .....	31
Figura 7 – Tabela 37 da ABNT NBR 5410:2004 .....	32
Figura 8 – Tabela 38 da ABNT NBR 5410:2004 .....	34
Figura 9 – Continuação da tabela 38 e trecho da tabela 39 da ABNT NBR 5410:2004 ..	35
Figura 10 – Continuação da tabela 39 da ABNT NBR 5410:2004 .....	36
Figura 11 – Tabela 40 da ABNT NBR 5410:2004 .....	37
Figura 12 – Destaque da tabela 42 da ABNT NBR 5410:2004 .....	38
Figura 13 – Tabela 43 da ABNT NBR 5410:2004 .....	39
Figura 14 – Tabela 44 da ABNT NBR 5410:2004 .....	39
Figura 15 – Tabela 45 da ABNT NBR 5410:2004 .....	40
Figura 16 – Definição de corrente nominal de dispositivo DR .....	48
Figura 17 – Anexo D do RIC/BT CEEE .....	54
Figura 18 – Anexo E do RIC/BT CEEE .....	55
Figura 19 – Anexo F do RIC/BT CEEE .....	55
Figura 20 – Anexo G do RIC/BT CEEE .....	55
Figura 21 – Anexo H do RIC/BT CEEE .....	56
Figura 22 – Anexo I do RIC/BT CEEE .....	56
Figura 23 – Anexo T do RIC/BT CEEE .....	58
Figura 24 – Anexo U do RIC/BT CEEE .....	59
Figura 25 – Recorte do Anexo J do RIC/BT CEEE .....	60
Figura 26 – Item 9.5 do RIC/BT .....	63
Figura 27 – Anexo Z – Figura J do RIC/BT CEEE .....	64
Figura 28 – Figura 25 do RIC/BT CEEE .....	65
Figura 29 – Esquema de aterramento TN-S NBR 5410:2004 .....	66
Figura 30 – Anexo A do RIC/BT CEEE .....	68
Figura 31 – Figura 37 do RIC/BT CEEE .....	69
Figura 32 – Tabela 3 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	71
Figura 33 – Tabela 4 da NT.004 – CEEE/Equatorial.....	72



Figura 34 – Tabela 5 da NT.004 – CEEE/Equatorial.....	72
Figura 35 – Tabela 6 da NT.004 – CEEE/Equatorial.....	73
Figura 36 – Tabela 7 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	73
Figura 37 – Tabela 8 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	74
Figura 38 – Tabela 9 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	74
Figura 39 – Tabela 10 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	74
Figura 40 – Tabela 12 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	75
Figura 41 – Comparativo entre métodos para cálculo de demanda na UC .....	75
Figura 42 – Tabela 22 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	76
Figura 43 – Tabela 23 da NT.004 – CEEE/Equatorial .....	77
Figura 44 – Tabela 2 da NT.001 – CEEE/Equatorial .....	78

## **LISTA DE SIGLAS**

CED – Caixa de Entrada e Distribuição

CEEE – Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica

CD – Centro de Distribuição

DPS – Dispositivo de Proteção Contra Surtos

DR – Dispositivo Diferencial-Residual

EPR – Etileno-Propileno

NBR – Norma Brasileira

NT.001 – Norma Técnica 001 – CEEE/Equatorial

NT.004 – Norma Técnica 004 – CEEE/Equatorial

PVC – Policloreto de Vinila

RIC/BT – Regulamento de Instalações Consumidoras de Baixa Tensão

## LISTA DE SÍMBOLOS

A – unidade de corrente elétrica (ampere)

Al – metal alumínio

Cu – metal cobre

kVA – unidade de potência utilizada para potência aparente (quilovolt-ampere)

kV – unidade de tensão (quilovolt)

mA – unidade de corrente elétrica (miliampere)

mm – unidade de comprimento (milímetro)

V – unidade de tensão (volt)

VA – unidade de potência utilizada para potência aparente (volt-ampere)

$V_{ca}$  – tensão para sistema com corrente alternada

$V_{cc}$  – tensão para sistema com corrente contínua

$V_{FF}$  – Tensão Fase-Fase

$V_{FN}$  – Tensão Fase-Neutro

W – unidade de potência utilizada para potência ativa (watts)

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>ESCOPO.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO .....</b>	<b>20</b>
4.1	Potências mínimas segundo a NBR 5410 – Localização de pontos.....	20
<b>4.1.1</b>	<b>Potências e quantidades mínimas em pontos de tomadas.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Potências e quantidades mínimas em pontos de iluminação .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Localização dos Pontos .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Previsão de cargas especiais .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Posicionamento do CD .....</b>	<b>23</b>
4.2	Divisão dos pontos de consumo em circuitos .....	24
4.3	Dimensionamento de condutores .....	25
<b>4.3.1</b>	<b>Método da Seção Mínima .....</b>	<b>26</b>
4.3.1.1	Condutores fase .....	26
4.3.1.2	Condutores neutro .....	27
4.3.1.3	Condutores de proteção .....	28
<b>4.3.2</b>	<b>Método da capacidade de corrente .....</b>	<b>28</b>
4.3.2.1	Cálculo da corrente de projeto.....	29
4.3.2.2	Determinação da capacidade máxima de corrente .....	29
4.3.2.3	Definição de fatores de correção de capacidade de corrente.....	37
4.3.2.4	Definição da capacidade de corrente máxima corrigida .....	40
<b>4.3.3</b>	<b>Método da queda de tensão .....</b>	<b>41</b>
4.3.3.1	Determinação da queda de tensão .....	42
4.3.3.2	Definição da seção do condutor fase .....	43
4.4	Dispositivos de proteção .....	43
<b>4.4.1</b>	<b>Dispositivos de proteção contra sobrecorrentes .....</b>	<b>43</b>
4.4.1.1	Tensão de operação .....	44
4.4.1.2	Corrente nominal .....	44
4.4.1.3	Características de abertura.....	45
4.4.1.4	Capacidade de ruptura .....	45
<b>4.4.2</b>	<b>Dispositivos de proteção contra choques elétricos.....</b>	<b>46</b>
4.4.2.1	Circuitos com necessidade de instalação de dispositivo diferencial residual.....	46
4.4.2.2	Distribuição de DRs em quadros.....	47
4.4.2.3	Dimensionamento de DRs.....	48

<b>4.4.3 Dispositivos de proteção contra sobretensões .....</b>	<b>49</b>
4.5 Proteções mecânicas .....	49
<b>4.5.1 Determinação do material utilizado .....</b>	<b>50</b>
<b>4.5.2 Dimensionamento dos eletrodutos .....</b>	<b>50</b>
4.6 Fornecimento de energia .....	52
<b>4.6.1 Cálculo da demanda da edificação.....</b>	<b>53</b>
<b>4.6.2 Dimensionamento da entrada de serviço.....</b>	<b>60</b>
<b>4.6.3 Caixa de entrada e distribuição – CED .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6.4 Distribuição entre medidores .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6.5 Painel de medidores.....</b>	<b>62</b>
4.7 Aterramento.....	67
<b>4.7.1 Esquema de aterramento.....</b>	<b>67</b>
<b>4.7.2 Ligação ao BEP.....</b>	<b>68</b>
<b>4.7.3 Eletrodo de aterramento.....</b>	<b>68</b>
<b>4.7.4 Condutor de aterramento .....</b>	<b>69</b>
<b>5 REGULAMENTAÇÃO DA CONCESSIONÁRIA .....</b>	<b>71</b>
5.1 Comparativo do cálculo de demanda .....	71
5.2 Novo dimensionamento da entrada de serviço.....	79
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>80</b>
REFERÊNCIAS .....	81
ANEXO A – Anexo F da NBR 5410:2004 .....	83
ANEXO B – Tabela 33 da NBR 5410:2004 .....	86
APÊNDICE A – Memorial Descritivo .....	93
APÊNDICE B – Memória de Cálculo.....	107
APÊNDICE C – Levantamento de Quantitativos e Orçamentação .....	133
APÊNDICE D – Solução Gráfica .....	136

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos grandes pilares econômicos brasileiros, contribuindo com cerca de 6,2% do PIB nacional de 2017, conforme a Federação das Indústrias do Distrito Federal (FIBRA, 2017). O setor desempenha o papel de uma catapulta para as demais atividades econômicas, seja diretamente, através de obras de infraestrutura, ou indiretamente, pela criação de polos populacionais, por exemplo. Dessa forma, é crescente a preocupação com obras de maior qualidade e durabilidade, algo que se reflete na necessidade de projetos e análises bem-feitos. Dentro do acervo de projetos de uma edificação, encontra-se o projeto de instalações elétricas, o qual é responsável por definir e dimensionar os materiais e métodos utilizados na execução do sistema.

Ainda relacionado a questões econômicas, Campo e Sarmiento (2013) demonstram que se estabelece relação de causalidade bilateral entre o consumo energético e o produto interno bruto total de uma nação. Dados compilados pela organização Our World in Data (2022), referentes aos anos de 1990 a 2015, explicitam que o consumo energético per capita é superior em países desenvolvidos em relação aos países mais pobres. Essa relação de produção de riqueza versus consumo energético evidencia a necessidade do uso racional de tal recurso, ou seja, a eficiência energética. Para isso, é essencial planejar e executar com domínio técnico.

As instalações elétricas prediais são uma fonte potencial de desastres, exigindo muita atenção por parte de quem as projeta ou executa. Segundo dados da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL, 2020), somente no ano de 2019, pelo menos 821 pessoas morreram em decorrência de acidentes relacionados à energia elétrica e destes, 697 óbitos causados por choque elétrico diretamente. Apenas observando os impactos à vida humana, sem considerar prejuízos materiais e das edificações, já fica visível a necessidade da correta execução das instalações elétricas, bem como sua posterior manutenção.

Além da questão de segurança, outro benefício na elaboração de um projeto de instalações elétricas normatizado e bem dimensionado está na economia de materiais, tanto durante a execução primária quanto em manutenções futuras. Componentes bem dimensionados e trabalhando dentro do seu potencial máximo tem sua vida útil estendida, mantendo o sistema com funcionamento adequado por mais tempo. Analisando condições de instalação, manutenção

e consumo de energia elétrica, um correto dimensionamento de elementos das instalações elétricas de uma edificação predial pode reduzir o custo total de longo prazo em até 17% (BORNE, 2010).

Considerando todos os pontos levantados é essencial que o engenheiro civil, habilitado legalmente para atuar em obras na área elétrica de baixa tensão (tensões até 1000 V<sub>CA</sub>), possua bom domínio sobre o tema e tenha um olhar crítico no momento da implantação das instalações sob sua responsabilidade, tanto na fase de projeto quanto nas fases de execução, fiscalização e manutenção.

## **2 OBJETIVOS**

Este trabalho visa demonstrar de forma sequencial as etapas para elaboração de um projeto de instalações elétricas para um edifício residencial multifamiliar na cidade de Porto Alegre. Assim, serão descritos métodos e procedimentos que se destinam a dimensionar e representar graficamente os traçados em planta. Como demonstrativo de aplicação do procedimento, será realizado estudo de caso a partir de pré-projeto arquitetônico existente para, então, idealizar as instalações elétricas de baixa tensão. Desta forma, busca-se desenvolver um projeto personalizado, eficaz, seguro e funcional para a edificação, sob o ponto de vista da distribuição e utilização da energia elétrica.



### 3 ESCOPO

Durante a elaboração de um projeto de qualquer natureza, o projetista deve providenciar uma série de documentos que sejam claros e passem a informação sem deixar dúvidas ao interlocutor. Por mais que o meio da construção civil exija mão de obra técnica e qualificada, o profissional executor do projeto pode não possuir total domínio das nomenclaturas e padrões utilizados, sendo de responsabilidade do projetista a exibição, de forma simples e objetiva, do que foi pensado. Dessa forma, o projeto consiste em uma sequência básica, demonstrada através do fluxograma da figura 1:

a) Estudo preliminar do projeto arquitetônico

Antes da concepção do projeto elétrico, deve-se analisar o projeto arquitetônico, buscando referências quanto às características, localização e viabilidade. Também é necessário levantar as condições de utilização e anseios do cliente, elencando prioridades para não haver complicação ou quebra de expectativa no futuro.

b) Estimativa de carga de projeto

Com o projeto arquitetônico avaliado, pode-se realizar a previsão mínima de carga instalada e demanda para o edifício a partir das dimensões das unidades privativas e dos componentes como elevadores, bombas e motores que serão instalados. Particularmente para o engenheiro civil que realiza projeto de instalações elétricas, é importante estimar a carga instalada e a demanda, conforme regulamento da concessionária, para confirmar se a entrada de energia poderá ser executada em baixa tensão (tensões até 1000 V<sub>CA</sub>).

c) Lançamento de pontos em planta

Norteados pelos limites mínimos de potência de iluminação e de pontos de tomadas em ambientes residenciais, realiza-se o lançamento dos pontos em planta, seguindo também as necessidades do cliente.

d) Entrada de energia e alimentadores das unidades

Na sequência é realizado o dimensionamento prévio da entrada de energia e como se dará a distribuição interna das linhas até às unidades consumidoras. São determinadas as condições do painel de medidores e dos condutores que farão a distribuição interna do painel, desde a CED (caixa de entrada e distribuição).

e) Dimensionamento dos condutores e componentes

O dimensionamento dos condutores e componentes é feito a partir da potência dos circuitos. Define-se, assim, o tipo de condutor, sua seção, tipo de isolamento, tensão de isolamento, entre outras características. Na sequência são determinados disjuntores, DRs e proteções mecânicas para os condutores, de forma a finalizar o cálculo das instalações internas aos apartamentos e áreas comuns.

f) Planejamento gráfico

Na sequência é feito o planejamento gráfico do projeto, onde são ajustados os detalhes e desenhadas pranchas complementares, contendo diagramas unifilares, coluna montante, detalhamento de medidores, entre outros elementos gráficos.

g) Memorial descritivo

É de responsabilidade do projetista garantir as condições para o executor seguir exatamente o que foi pensado para o projeto. Para tal, se faz necessária a entrega de memorial descritivo, o qual especifica materiais e métodos, elucida alguns pontos que possam ser dúbios na representação gráfica e indica sugestões de boas práticas para a mão de obra executora.

h) Memorial de cálculos

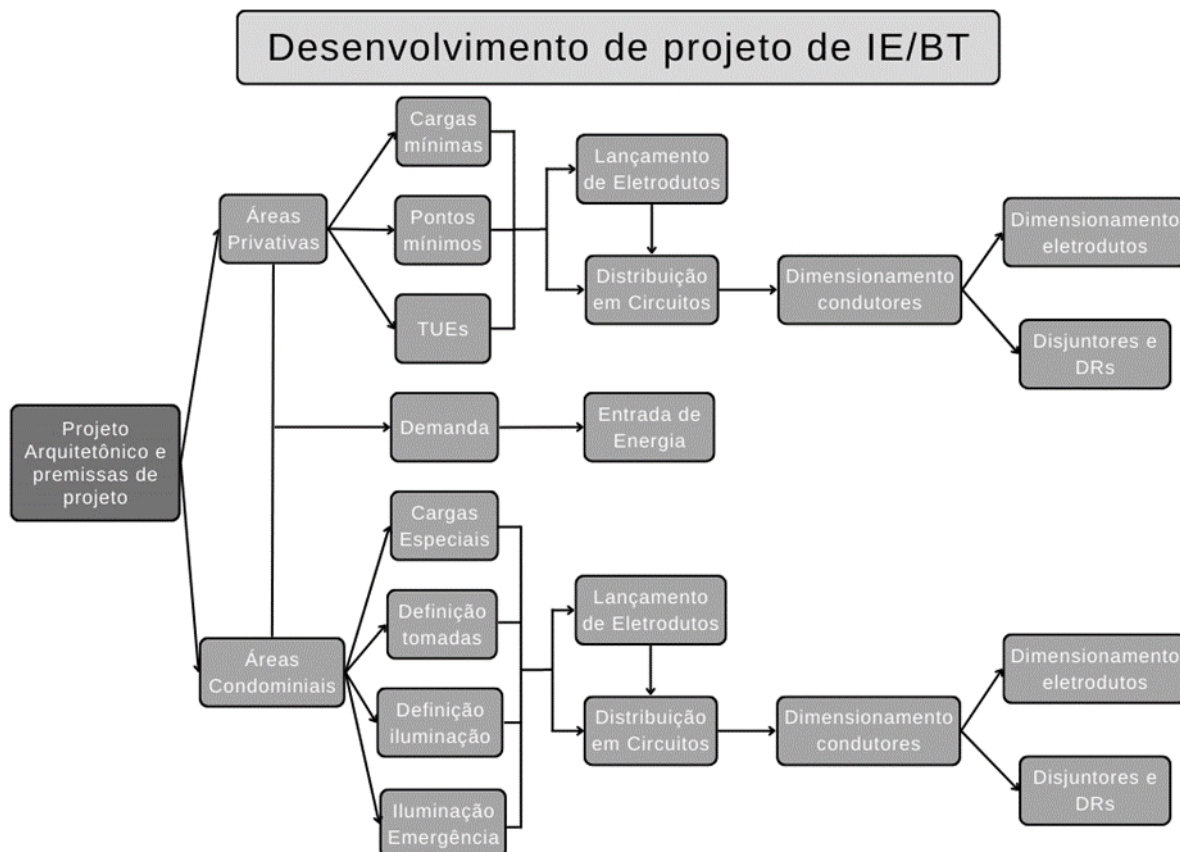
É importante o projetista manter, de forma organizada, arquivo contento os cálculos utilizados nas soluções de projeto. Tal documento, dá segurança ao projetista em caso de contestação das decisões do projeto.

i) Lista de materiais e orçamento

O levantamento de materiais é etapa importante na elaboração do projeto, exigindo do projetista muita atenção, pois eventuais erros impactam fortemente na execução das instalações, seja no

aspecto financeiro ou de prazo. É importante utilizar uma base de dados sólida para obtenção dos preços e explicitar a referência de data e local para o orçamento.

Figura 01 – Fluxograma de elaboração de projeto de IE de baixa tensão



(Fonte: o autor, 2022)

## 4 ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO

As instalações elétricas são o conjunto de componentes físicos responsáveis por viabilizar o fornecimento de energia desde a rede pública até o ponto de consumo do usuário final de forma segura, confiável e econômica. Para tal são empregados procedimentos e materiais normatizados. No Brasil, todos os projetos de instalações elétricas de baixa tensão são regidos pela ABNT NBR 5410 (ABNT, 2004) - Instalações elétricas de baixa tensão. Além disso, na região de Porto Alegre, deve-se seguir o regulamento vigente da concessionária de energia (CEEE-Equatorial) para instalações de baixa tensão.

Considerando que o local de implantação do edifício encontra-se na cidade de Porto Alegre, têm-se como premissa que o fornecimento de energia em tensão secundária se dá em 220/127 V (FF/FN).

### 4.1 Potências mínimas segundo a NBR 5410 – Localização de pontos

Ao iniciar o processo de dimensionamento das instalações elétricas de uma edificação residencial, é necessário verificar os limites e condições estabelecidos pela norma brasileira para potências mínimas, tanto para ambientes particulares e domiciliares quanto para ambientes comuns condominiais. A NBR 5410 (ABNT, 2004) possui limites mínimos de potência aparente de iluminação e tomadas que precisam ser considerados no momento do projeto. Com isso, a norma objetiva que as instalações possam atender minimamente às demandas básicas do usuário.

Antes de adentrar no dimensionamento propriamente dito, se faz necessário esclarecer alguns conceitos importantes da eletricidade, que são: potência aparente, potência útil e fator de potência. Cargas indutivas, como motores, transformadores, reatores e aparelhos que contém enrolamentos, precisam de campos magnéticos para funcionar. Para gerar esses campos, é necessário separar uma parcela da potência total retirada da fonte (rede). Essa potência total demandada pelo aparelho se chama potência aparente e é medida na unidade de VA (Volt Ampère). Descontada a potência de geração dos campos, a parcela restante é chamada de potência ativa e tem a unidade W (Watt). A relação Watt/VA é chamada Fator de Potência (FP). Portanto, para determinar a potência aparente (VA), basta realizar o quociente entre a potência ativa ou de trabalho do equipamento (W) pelo fator de potência. Apenas para exemplificação,

cargas resistivas como chuveiros, torneiras elétricas, entre outros, possuem fator de potência igual a 1, visto que apenas oferecem resistência à passagem da corrente elétrica, gerando calor (watts = VA). Não precisam de campos magnéticos para seu funcionamento. Já equipamentos como aparelhos de ar-condicionado, devido à natureza indutiva, terão fator de potência menor do que 1.

#### **4.1.1 Potências e quantidades mínimas em pontos de tomadas**

A NBR 5410 (ABNT, 2004) trata da previsão de potência para pontos de tomadas em 2 itens distintos. O primeiro deles, item 4.2.1.2.3, repassa alguns parâmetros a considerar no momento da definição dos pontos de consumo e de suas respectivas potências, como retratado abaixo.

##### 4.2.1.2.3 Pontos de tomada:

- a) em locais de habitação, os pontos de tomada devem ser determinados e dimensionados de acordo com 9.5.2.2;
- b) em halls de serviço, salas de manutenção e salas de equipamentos, tais como casas de máquinas, salas de bombas, barriletes e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada de uso geral. Aos circuitos terminais respectivos deve ser atribuída uma potência de no mínimo 1000 VA;
- c) quando um ponto de tomada for previsto para uso específico, deve ser a ele atribuída uma potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado ou à soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados. Quando valores precisos não forem conhecidos, a potência atribuída ao ponto de tomada deve seguir um dos dois seguintes critérios:
  - potência ou soma das potências dos equipamentos mais potentes que o ponto pode vir a alimentar;
  - potência calculada com base na corrente de projeto e na tensão do circuito respectivo.
- d) os pontos de tomada de uso específico devem ser localizados no máximo a 1,5 m do ponto previsto para a localização do equipamento a ser alimentado;
- e) os pontos de tomada destinados a alimentar mais de um equipamento devem ser providos com a quantidade adequada de tomadas.

Para áreas privativas residenciais, por sua vez, utiliza-se o item 9.5.2.2 da mesma norma. Nele, são descritos os métodos para definição do número de tomadas a adotar em cada um dos cômodos da residência, bem como suas respectivas potências.

Assim, são realizadas as seguintes considerações:

- a) Para áreas molháveis ou molhadas, tais como cozinhas, lavanderias e banheiros, deve-se prever a instalação de um ponto de tomada para cada 3,5 metros ou fração de perímetro do ambiente. Para exemplificar, uma cozinha com 6 metros de perímetro exige minimamente a instalação de 2 pontos de tomada. Para banheiros, deve-se considerar a instalação de uma tomada junto ao lavatório, enquanto para cozinhas e semelhantes, o mínimo de 2 pontos de tomada sobre bancada de pia;
- b) Em relação à potência dos pontos previstos nos ambientes molháveis, deve-se considerar potência aparente de 600 VA nos 3 primeiros pontos, e, a partir do 4º ponto, 100 VA;
- c) Para os demais cômodos da residência, tais quais dormitórios, sala de estar e jantar e circulação, deve-se adotar um ponto de tomada para cada 5 metros ou fração de perímetro do ambiente, considerando potência aparente de 100 VA para cada ponto. Exemplificando, para uma sala de estar de 12 metros de perímetro, a quantidade mínima exigida pela norma seria de 3 pontos de tomada.

#### **4.1.2 Potências e quantidades mínimas em pontos de iluminação**

A determinação da quantidade e potência dos pontos de iluminação de uma residência se dá através de norma específica que avalia as condições ambientais, tarefas que serão executadas no ambiente, características da edificação, entre outros fatores. A NBR 5413, que tratava do assunto, foi extinta, sendo hoje utilizada a NBR ISO 8995-1:2013. Como alternativa, a NBR 5410 (ABNT, 2004) possibilita no seu item 9.5.2.1 que o dimensionamento seja realizado diretamente através da adoção de critérios mínimos. São eles:

- a) Todos os ambientes da residência demandam a presença de um ponto de iluminação em teto comandado por interruptor;
- b) Para todos os ambientes deve ser prevista uma carga de, pelo menos, 100 VA para iluminação;
- c) Para o cálculo assertivo da potência a considerar em cada ambiente, analisa-se a área do ambiente em questão. Para os primeiros 6 m<sup>2</sup> de cada ambiente, deve-se considerar os 100 VA citados anteriormente, acrescentando 40 VA a cada 4 m<sup>2</sup> inteiros. Para exemplificar, se um cômodo possui 10,5 m<sup>2</sup>, a potência aparente de iluminação prevista deverá ser de 140 VA.

Cabe aqui ressaltar que a potência mínima de iluminação (100 VA) não significa potência de lâmpada, conforme nota do item 9.5.2.1.2 da NBR 5410 (ABNT, 2004). Esse é um valor mínimo necessário para efeito de dimensionamentos.

### 4.1.3 Localização dos Pontos

Calculada a quantidade e potência mínima de pontos de tomada e potência mínima da iluminação de cada ambiente, define-se a localização dos pontos. Para o posicionamento das tomadas, é necessário estar atento no sentido de entregar conforto, segurança e qualidade ao usuário. Algumas questões a considerar:

- a) A primeira questão é a presença de tomadas em todas as paredes de dormitórios e salas. Dessa forma, por mais que haja uma alteração no layout proposto pela arquitetura, o morador ainda pode contar com o atendimento das instalações elétricas existentes;
- b) É de boa prática a previsão de mais de um ponto de tomada em locais que normalmente possuem muitos aparelhos instalados. Em salas de estar, por exemplo, onde tem-se aparelho de televisão, home theater, modem de internet, entre outros aparelhos, o que acaba demandando a previsão de vários pontos de tomadas para evitar uma sobrecarga posterior com a utilização de extensões;
- c) Visando reduzir a necessidade de infraestrutura e garantir um aspecto simétrico à instalação, busca-se aproveitar os alinhamentos entre tomadas e interruptores.

Por fim, realiza-se o estudo de tomadas de uso específico. Estas tomadas são designadas, em geral, para aparelhos de localização fixa ou com potências de operação maiores (corrente acima de 10 A). Deve-se, juntamente com o cliente, analisar o custo x benefício da previsão de pontos de consumo específicos pela residência, de forma a suprir as necessidades e garantir o conforto do usuário final sem onerar desnecessariamente a instalação.

### 4.1.4 Previsão de cargas especiais

Para projetos prediais de instalações elétricas, é particularmente importante a avaliação quanto à utilização de alguns equipamentos de alta demanda. Aparelhos como elevadores, bombas e grandes motores impactam de maneira elevada nas condições de alimentação da edificação e no modo como ela será projetada. Dessa forma, é importante definir previamente na concepção do projeto, quais serão as cargas especiais do edifício e onde ficarão instaladas.

### 4.1.5 Posicionamento do CD

Após o lançamento dos pontos de consumo, deve-se definir o posicionamento do centro de distribuição (CD) dentro da unidade.

Com esse intuito, observa-se alguns critérios importantes, conforme NBR 5410 (ABNT,2004):

- a) Evitar ambientes de ocupação longa, como dormitórios ou locais de lazer;
- b) Evitar ambientes úmidos, como cozinhas, banheiros e áreas de serviço;
- c) É conveniente seguir o critério técnico para definir o local do CD, posicionando-o próximo às cargas de maior potência sempre que possível.

## 4.2 Divisão dos pontos de consumo em circuitos

Com a potência definida, parte-se para a divisão e configuração dos circuitos. Para tal, há uma série de regras e boas práticas dispostas na NBR 5410 (ABNT, 2004), dentre as quais, destacam-se:

### a) Item 4.2.5.2:

A divisão da instalação em circuitos deve ser de modo a atender, entre outras, às seguintes exigências:

- a) Segurança — por exemplo, evitando que a falha em um circuito prive de alimentação toda uma área;
- b) Conservação de energia — por exemplo, possibilitando que cargas de iluminação e/ou de climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades;
- c) Funcionais — por exemplo, viabilizando a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer etc.;
- d) De produção — por exemplo, minimizando as paralisações resultantes de uma ocorrência;
- e) De manutenção — por exemplo, facilitando ou possibilitando ações de inspeção e de reparo.

### b) Item 4.2.5.5:

Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.

### c) Item 9.5.3.2:

Os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais.

Dessa forma, ao projetar a instalação elétrica de hotéis, motéis e residências, realiza-se a separação dos pontos de consumo procurando manter um equilíbrio na potência estimada para cada circuito. Busca-se, assim, que a corrente de projeto fique em torno de 10 A, ou seja, cerca



de 1200 VA para um circuito monofásico 127 V. Cabe ressaltar que, para ambientes industriais, é interessante seguir o mesmo critério visando a desoneração e facilidade da instalação, caso seja possível.

A alimentação de tomadas de uso específico, por sua vez, se dá através de circuitos exclusivos, conforme o item 9.5.3.1 da NBR 5410 (ABNT, 2004). Por se tratar de equipamentos que normalmente possuem uma potência maior, se fazem necessários alguns cuidados no sentido de diminuição da corrente, como por exemplo, a adoção de circuito em duas fases (FFT), com tensão de operação em 220 V. Através dessa escolha, todos os componentes do circuito podem ser dimensionados para suportar correntes menores do que no caso destes circuitos trabalharem com apenas uma fase. Assim, gera-se economia e maior segurança para a instalação.

### 4.3 Dimensionamento de condutores

Divididos os pontos de consumo entre os diferentes circuitos propostos e interligados por eletrodutos (já contendo os condutores), inicia-se o dimensionamento das linhas elétricas (compostas por condutores fase, neutro e terra ou fase, fase e terra).

Existem diversas opções de condutores no mercado, divergindo na parte metálica, no material de isolamento/proteção e no formato.

Em relação à parte metálica, existem duas opções de destaque que podem ser analisadas: cobre e alumínio. O alumínio é um material cerca de 75% mais barato que o cobre, porém, sua maior resistividade, faz com que, em instalações residenciais, seja indicado o uso do cobre.

Tratando-se do material de isolamento, usualmente são avaliadas duas opções: condutores com isolamento em PVC (regidos pela NBR NM-247-3:2002) e condutores com isolamento em EPR/XLPE (regidos pela NBR-15977:2011). Os condutores em PVC normatizados chegam a uma temperatura de trabalho em serviço contínuo de até 70°C, enquanto em EPR a temperatura suportada chega aos 90°C. A maior capacidade de suportar elevações de temperatura faz com que os cabos isolados com EPR consigam transmitir maior corrente e, conseqüentemente, sejam dimensionados com seções menores (para a mesma potência). Porém, por questões de custo, normalmente opta-se pela utilização de cabos com isolamento PVC para instalações elétricas residenciais.

Por fim, os condutores podem ser utilizados, na parte metálica, em formato maciço (fio) ou em formato flexível (cabos), compostos por inúmeros condutores mais finos. A maior diferença gerada pelo número de fios que compõem um cabo está na flexibilidade. Fios ou cabos maciços são rígidos, condição que acaba restringindo seu uso em instalações embutidas em que os circuitos precisam passar por curvas para chegar ao destino. Por isso, para instalações residenciais, comumente são adotados cabos de cobre de classe II à IV de encordoamento, os quais possuem a flexibilidade adequada para o trabalho elétrico.

Definindo o tipo do condutor, inicia-se o dimensionamento. Para tal, serão abordados 3 métodos distintos: seção mínima, capacidade de corrente e queda de tensão. A seção a ser adotada para cada circuito será a maior entre os 3 métodos.

### **4.3.1 Método da Seção Mínima**

A NBR 5410 (ABNT, 2004) delimita a seção mínima passível de utilização em instalações elétricas de baixa tensão, independentemente do tipo de edificação.

#### **4.3.1.1 Condutores fase**

A tabela 47 da NBR 5410 (ABNT, 2004) limita a seção mínima dos condutores fase, dependendo de suas características e das características do circuito alimentado. Pode-se observar pela figura 2 que, para as condições de contorno adotadas, é estipulada a seção mínima de 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de iluminação e 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de tomadas;

Figura 02 – Tabela 47 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 47 — Seção mínima dos condutores<sup>1)</sup>**

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm <sup>2</sup> - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força <sup>2)</sup>	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu <sup>3)</sup>
	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 <sup>4)</sup>	
Circuitos a extra-baixa tensão para aplicações especiais		0,75 Cu	

<sup>1)</sup> Seções mínimas ditadas por razões mecânicas  
<sup>2)</sup> Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.  
<sup>3)</sup> Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.  
<sup>4)</sup> Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.

(ABNT NBR 5410:2004, p.113)

#### 4.3.1.2 Condutores neutro

Para o condutor neutro, a NBR 5410 (ABNT, 2004) dispõe do item 6.2.6.2.6., onde são dadas as condições básicas de dimensionamento e é indicada a tabela 48, a qual é reproduzida abaixo, para o dimensionamento do condutor neutro em casos gerais de circuitos alimentadores trifásicos. Dentre as condições para utilização da tabela, consta que a corrente das fases não pode conter uma taxa de terceira harmônica e múltiplos superior a 15%, algo que é ocasionado normalmente pela utilização de muitos equipamentos eletrônicos na instalação elétrica, como é usual nos dias de hoje. Caso essa condição se confirme, o dimensionamento do condutor neutro para o circuito se dá através do anexo F da NBR 5410 (ABNT, 2004), reproduzido no anexo A do presente trabalho.

Figura 03 – Tabela 48 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 48 — Seção reduzida do condutor neutro<sup>1)</sup>**

Seção dos condutores de fase mm <sup>2</sup>	Seção reduzida do condutor neutro mm <sup>2</sup>
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

<sup>1)</sup> As condições de utilização desta tabela são dadas em 6.2.6.2.6.

(ABNT NBR 5410:2004, p.115)

#### 4.3.1.3 Condutores de proteção

Para condutores de proteção, a determinação da seção mínima é guiada pela tabela 58 da NBR 5410 (ABNT, 2004), a qual pode ser acompanhada abaixo.

Figura 04 – Tabela 58 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 58 — Seção mínima do condutor de proteção**

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

(ABNT NBR 5410:2004, p.150)

#### 4.3.2 Método da capacidade de corrente

O dimensionamento baseado na capacidade de condução de corrente é o método que considera mais variáveis. Nele são levados em conta, entre outros, fatores de correção impactados pela temperatura ambiente, a qual varia entre diferentes cidades, e a quantidade de circuitos que dividem o mesmo eletroduto.

#### 4.3.2.1 Cálculo da corrente de projeto

Inicialmente, é necessário calcular a corrente de projeto para cada um dos circuitos analisados. Para tal, utiliza-se a equação 1, proveniente dos conceitos básicos de eletricidade.

$$I_b = S / U \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

$I_b$  = Corrente de projeto calculada para o circuito (A);

$S$  = Potência aparente, resultante da soma, em VA, da potência de todos os pontos de consumo do circuito;

$U$  = Tensão de operação do circuito, que corresponde à tensão fase/neutro em circuitos monofásicos, tensão de linha para circuitos bifásicos e tensão de linha para circuitos trifásicos (nesse caso multiplicada pelo fator  $\sqrt{3}$ )

#### 4.3.2.2 Determinação da capacidade máxima de corrente

A capacidade de corrente dos condutores de diferentes seções é obtida através das tabelas 36, 37, 38 e 39 da NBR 5410 (ABNT, 2004) e consiste na corrente máxima em serviço contínuo e nas condições padrão de compartilhamento de tubulações e temperatura (conforme item 6.2.5.2.1). Para a análise das tabelas supracitadas, é preciso, primeiramente, consultar a tabela 33 da norma (representada em parte na figura 5, e que delimita o tipo de linha elétrica). Ela pode ser consultada na íntegra no anexo B e trata dos diferentes métodos de instalação das linhas elétricas.

Figura 05 – Trecho da tabela 33 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 33 — Tipos de linhas elétricas**

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular 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

(ABNT NBR 5410:2004, p. 90)

Figura 06 – Tabela 36 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D**

Condutores: cobre e alumínio  
 Isolação: PVC  
 Temperatura no condutor: 70°C  
 Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	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

(ABNT NBR 5410:2004, p. 101)

Figura 07 – Tabela 37 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D****Condutores: cobre e alumínio****Isolação: EPR ou XLPE****Temperatura no condutor: 90°C****Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)**

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

(ABNT NBR 5410:2004, p. 102)

Nas figuras 6 e 7 acima (tabelas de condução 36 para isolação PVC e 37 para isolação EPR ou XLPE) aparecem várias colunas, sendo a primeira a que contém a seção dos condutores (cobre



ou alumínio) e as demais para indicar as capacidades de corrente em cada método de instalação das linhas elétricas (A1, A2, B1, ...). Além disso, cada coluna se subdivide em duas subcolunas, sendo uma para 2 condutores carregados (circuitos FN ou FF) e outra para 3 condutores carregados (circuitos trifásicos – FFFN, em que se supõe que a corrente de neutro seja zero ou mínima). No caso de instalações contendo cargas não lineares (eletrônicos, por exemplo), nas quais a corrente de neutro pode ser significativa em relação às correntes de fase, a configuração fica com quatro condutores carregados (coluna não existente). Uma das alternativas para solucionar é usar os valores da coluna de dois condutores carregados, porém aplicando um fator de correção, como se fossem dois circuitos agrupados (vide item 4.3.2.3.2 à frente).

Os métodos de referência E, F e G das figuras 8, 9 e 10 (tabelas 38 e 39 da norma) são utilizados para linhas aéreas.

Figura 08 – Tabela 38 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 38 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G****Condutores: cobre e alumínio****Isolação: PVC****Temperatura no condutor: 70°C****Temperatura ambiente de referência: 30°C**

Seções nominais dos condutores mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares <sup>1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	715	597	754	656	689	852	795
500	826	689	868	749	789	982	920
630	958	798	1005	855	905	1138	1070
800	1118	930	1169	971	1119	1325	1251
1 000	1 292	1 073	1 346	1 079	1 296	1 528	1 448
Alumínio							
16	73	61	73	62	65	84	73
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	198
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447

(ABNT NBR 5410:2004, p. 103)

Figura 09 – Continuação da tabela 38 e trecho da tabela 39 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 38 (conclusão)**

Seções nominais dos condutores mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares <sup>1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Horizontal Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Alumínio							
300	439	381	497	434	455	557	519
400	528	458	600	526	552	671	629
500	608	528	694	610	640	775	730
630	705	613	808	711	640	775	730
800	822	714	944	832	875	1050	1000
1 000	948	823	1 092	965	1 015	1 213	1 161

<sup>1)</sup> Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

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

**Condutores: cobre e alumínio**

**Isolação: EPR ou XLPE**

**Temperatura no condutor: 90°C**

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

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

(ABNT NBR 5410:2004, p. 104)

Figura 10 – Continuação da tabela 39 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 39 (conclusão)**

Seções nominais dos condutores mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares <sup>1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Horizontal Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	464
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	892	745	940	823	868	1 085	1 008
500	1 030	859	1 083	946	998	1 253	1 169
630	1 196	995	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362
800	1 396	1 159	1 460	1 252	1 328	1 696	1 595
1 000	1 613	1 336	1 683	1 420	1 511	1 958	1 849
Alumínio							
16	91	77	90	76	79	103	90
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	654	566	740	663	694	856	792
500	756	652	856	770	806	991	921
630	879	755	996	899	942	1 154	1 077
800	1 026	879	1 164	1 056	1 106	1 351	1 266
1 000	1 186	1 012	1 347	1 226	1 285	1 565	1 472

<sup>1)</sup> Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

(ABNT NBR 5410:2004, p. 105)

#### 4.3.2.3 Definição de fatores de correção de capacidade de corrente

Seguindo as recomendações da NBR 5410 (ABNT, 2004), é necessário aplicar fatores de correção para a capacidade de corrente máxima de um condutor considerando questões ambientais e definições de projeto.

O fator de correção pela temperatura é geral para a instalação, visto que toda a edificação está sujeita à temperatura ambiente, excetuando-se situações previstas de aumento de temperatura localizada (como locais que deverão resistir por maior tempo a incêndios). Para sua determinação compara-se a temperatura ambiente com o tipo de isolamento dos condutores através da tabela 40 da NBR 5410 (ABNT, 2004) (a qual é parcialmente visível abaixo).

Figura 11 – Tabela 40 da ABNT NBR 5410:2004

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

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41

(ABNT NBR 5410:2004, p. 106)

O segundo fator está apresentado no item 6.2.5.5 da NBR 5410 (ABNT, 2004). Trata-se do agrupamento de circuitos dentro do mesmo conduto, seja ele composto por eletrodutos, eletrocalhas ou afins. Diferente do coeficiente anterior, o coeficiente de compartilhamento é particular para cada circuito. Observa-se os percursos pré-determinados dos circuitos e avalia-se o trecho crítico (pior caso) em relação ao número de circuitos que compartilham o mesmo

conduto. Feito isso, usa-se as tabelas 42, 43, 44 e 45 da NBR 5410 (ABNT, 2004), as quais podem ser observadas abaixo (figuras 12, 13, 14 e 15, respectivamente), para determinar o coeficiente. No caso de ambiente residencial, circuitos instalados em eletrodutos embutidos em alvenaria/concreto, deve-se utilizar a primeira linha da tabela 42, com até 4 circuitos no eletroduto (sinalizada no retângulo vermelho). Com isso, pode-se manter os diâmetros da tubulação dentro de um intervalo de 25 mm ( $3/4''$ ) à 32 mm (1'')

Figura 12 – Destaque da tabela 42 da ABNT NBR 5410:2004

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

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

NOTAS

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

(ABNT NBR 5410:2004, p. 108)

Figura 13 – Tabela 43 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 43 — Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo em mais de uma camada de condutores – Métodos de referência C (tabelas 36 e 37), E e F (tabelas 38 e 39)**

		Quantidade de circuitos trifásicos ou de cabos multipolares por camada				
		2	3	4 ou 5	6 a 8	9 e mais
Quantidade de camadas	2	0,68	0,62	0,60	0,58	0,56
	3	0,62	0,57	0,55	0,53	0,51
	4 ou 5	0,60	0,55	0,52	0,51	0,49
	6 a 8	0,58	0,53	0,51	0,49	0,48
	9 e mais	0,56	0,51	0,49	0,48	0,46

NOTAS

1 Os fatores são válidos independentemente da disposição da camada, se horizontal ou vertical.

2 Sobre condutores agrupados em uma única camada, ver tabela 42 (linhas 2 a 5 da tabela).

3 Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

(ABNT NBR 5410:2004, p. 109)

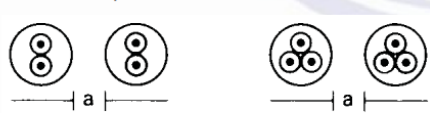
Figura 14 – Tabela 44 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 44 — Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados**


Número de circuitos	Distâncias entre cabos <sup>1)</sup> (a)				
	Nula	Um diâmetro de cabo	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

<sup>1)</sup>

Cabos multipolares



Cabos unipolares



NOTA Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7 m e uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. São valores médios para as dimensões de cabos abrangidas nas tabelas 36 e 37. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de até ± 10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

(ABNT NBR 5410:2004, p. 109)

Figura 15 – Tabela 45 da ABNT NBR 5410:2004

**Tabela 45 — Fatores de agrupamento para linhas em eletrodutos enterrados<sup>1)</sup>**

Cabos multipolares em eletrodutos – Um cabo por eletroduto				
Número de circuitos	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,80
Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos <sup>2)</sup> – Um condutor por eletroduto				
Número de circuitos (grupos de dois ou três condutores)	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

(a)

Cabos multipolares

Cabos unipolares

<sup>1)</sup> Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7 m e uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. São valores médios para as seções de condutores constantes nas tabelas 36 e 37. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de até ±10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

<sup>2)</sup> Deve-se atentar para as restrições e problemas que envolvem o uso de condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos metálicos quando se tem um único condutor por eletroduto.

(ABNT NBR 5410:2004, p. 110)

#### 4.3.2.4 Definição da capacidade de corrente máxima corrigida

A determinação da seção do condutor para cada circuito através do método da capacidade de corrente é feita através da seguinte forma: a capacidade de condução de corrente encontrada nas tabelas da norma (item 4.3.2.2) se refere às condições chamadas “padrão”, ou seja, temperatura ambiente em 30°C (fator de correção de temperatura,  $FCT = 1$ ) e agrupamento unitário, ou seja, um circuito somente no eletroduto (fator de correção por agrupamento,  $FCA = 1$ ). As correntes das tabelas da norma nas condições padrão, definem a chamada corrente  $I_z$ . Aplicadas correções considerando a situação real de instalação do circuito, obtém-se as correntes  $I_z$  corrigidas, que podem ser chamadas de  $I_{zc}$  (nomenclatura usual, não normativa). Adota-se, então, a seção de



condutor que possua capacidade de corrente corrigida ( $I_{zc}$ ) superior à corrente de projeto calculada ( $I_b$ ). Ou seja,  $I_b$  deve ser sempre menor (ou, no máximo igual) à  $I_{zc}$ .

Nos casos em que haja aumento anormal da corrente de projeto no circuito (sobrecorrente), é necessária sua interrupção antes que chegue ao limite  $I_{zc}$ . Para isso são adotados elementos de seccionamento. Para isso, normalmente são utilizados nas instalações residenciais os disjuntores\*, que são conectados em série no circuito, provocando a abertura caso sua corrente nominal ( $I_d$ ) é ultrapassada. Assim a equação  $I_b < I_d < I_{zc}$  deve sempre ser atendida.

*\* Esse assunto será novamente retomado quando da especificação dos disjuntores.*

### 4.3.3 Método da queda de tensão

A queda de tensão consiste em um processo de diminuição da tensão de alimentação ao longo do condutor devido a sua impedância (combinação de resistência e reatância). Segundo Haro (2015), a utilização de equipamentos fora da sua tensão nominal acaba, ao longo do tempo, por reduzir sua vida útil e prejudicar seu funcionamento. Dessa forma, por ser um processo que acaba gerando perdas energéticas e diminuindo a vida útil da instalação e seus componentes, a NBR 5410 (ABNT, 2004) prevê limites máximos de queda de tensão para trechos específicos e para a instalação como um todo. Conforme NBR 5410 (ABNT, 2004), são eles:

- a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- b) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- c) 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;

Item 6.2.7.2:

Em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%.

Já o regulamento da concessionária de distribuição reforça alguns limites em relação à entrada de energia da edificação:

- a) 2% para centro de medição alimentado diretamente por um ramal de baixa tensão, desde a rede de distribuição secundária até o disjuntor geral;
- b) 2% para centro de medição alimentado por subestação de transformação ou transformador, desde a derivação secundária destes, até o disjuntor geral do painel de medidor;
- c) 2% para mais de um centro de medição, a partir da derivação da rede de distribuição ou secundário do transformador até o disjuntor geral de cada centro.

#### 4.3.3.1 Determinação da queda de tensão

A determinação da queda de tensão em cada um dos circuitos ocorre a partir de uma dedução da lei de Ohm combinada com a equação da resistência apresentada ao longo de um condutor, as quais são:

Lei de Ohm:

$$\Delta V = RI \quad (\text{equação 2})$$

Sendo:

$\Delta V$  = Tensão elétrica (V);

R = Resistência elétrica do condutor ( $\Omega$ ); \*

I = Corrente elétrica (A).

*\* Para as seções de condutores mais usuais em instalações residenciais (1,5mm<sup>2</sup> a 6mm<sup>2</sup>), as reatâncias dos cabos podem ser desconsideradas.*

Resistência ao longo de um condutor:

$$R = (\rho L)/A \quad (\text{equação 3})$$

Sendo:

R = Resistência elétrica ( $\Omega$ );

$\rho$  = Resistividade do material ( $\Omega.m$ );

L = Distância total entre a fonte e a carga (m);

A = Seção do condutor (mm<sup>2</sup>).

Igualando as duas expressões e transformando para termos percentuais da tensão total do sistema, têm-se:

$$\Delta V / I = (\rho L)/A \quad (\text{equação 4})$$

$$\Delta V_{\%} = (\Delta V / V) \times 100$$

$$\Delta V\% = (100 \rho 2L I) / (VA)$$

(equação 5)

Onde:

$\Delta V\%$  = Queda de tensão ao longo do condutor (%);

L = Distância entre o disjuntor e o ponto de consumo \*

\* Nota: a distância "L" é multiplicada por 2, visto que se trata de um percurso de ida e volta.

#### 4.3.3.2 Definição da seção do condutor fase

Com a equação 5 em mãos, basta aplicá-la para as particularidades de cada um dos circuitos analisados. Dessa forma, se obtém a área de condutor (seção) necessária para manter o sistema abaixo dos limites máximos estabelecidos pela norma e concessionária.

### 4.4 Dispositivos de proteção

Todas as instalações elétricas estão sujeitas sobrecorrentes (sobrecarga e/ou curto-circuitos) e/ou sobretensões. Além disso, também podem ocorrer acidentes com choque elétrico. Assim, se faz necessária a atuação de mecanismos de proteção para evitar que essas variações venham a danificar os componentes do sistema ou causar riscos à integridade física e financeira do usuário. Com esse intuito, são empregados dispositivos de proteção contra sobrecorrentes (disjuntores), dispositivos de proteção contra choques elétricos (DR) e dispositivos de proteção contra surtos (DPS).

#### 4.4.1 Dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são dispositivos que provocam a abertura do sistema elétrico em caso de anormalidade na corrente nominal prevista. Para essa finalidade, nas instalações em ambientes residenciais, são utilizados os disjuntores em caixa moldada, do tipo termomagnéticos, cuja atuação está descrita abaixo.

Nas sobrecorrentes ocasionadas por sobrecargas (acréscimo de carga, além do que foi previsto em projeto) atua um mecanismo de desligamento térmico. Ao ultrapassar a corrente de alavanca

do disjuntor, inicia o aquecimento de um par bimetálico. Passado algum tempo (calculado), os metais se separam, abrindo o circuito.

Nas sobrecorrentes ocasionadas por curtos-circuitos, situação em que a corrente aumenta abruptamente, atingindo várias vezes a corrente nominal (que passa no disjuntor), atua o relé eletromagnético, cujo mecanismo é acionado por um enrolamento por onde passa a corrente anormal.

Devido a essas duas formas de atuação, o disjuntor é chamado termomagnético.

O dimensionamento desse dispositivo se dá a partir da definição de 4 fatores: tensão de trabalho do circuito, corrente nominal, característica de abertura do disjuntor (curva do disjuntor) e capacidade de ruptura.

#### 4.4.1.1 Tensão de operação

A tensão de trabalho é definida no momento da proposição dos circuitos. Como retratado no item 4.2, circuitos gerais com baixa potência demandada operam em fase e neutro. Já para circuitos com potência mais elevada é melhor utilizar duas fases, visando reduzir a corrente, para maior segurança da instalação

#### 4.4.1.2 Corrente nominal

Para a determinação da corrente nominal do disjuntor, realiza-se, primeiramente, o cálculo da corrente de projeto, chamada  $I_b$ , a partir da potência prevista para o circuito. A corrente nominal (de alavanca) do disjuntor deve ser maior do que a corrente de projeto, com uma folga para evitar aberturas indevidas.

A corrente nominal do disjuntor também deve ser menor do que a máxima corrente que o condutor suporta sem que a temperatura para serviço contínuo seja ultrapassada. Essa corrente máxima, chamada  $I_z$  está indicada em tabelas da norma NBR 5410 (ABNT, 2004) para condições padrão de instalação dos condutores (por exemplo, temperatura ambiente em 30°C, compartilhamento de eletrodutos unitário, ou seja, somente um circuito no eletroduto...). Em outras condições que não sejam as padrão, deve-se aplicar alguns fatores de correção, conforme item 4.3.2.4 do presente trabalho, que levam em conta as condições reais de instalação dos circuitos, originando uma corrente máxima corrigida, chamada de  $I_z$  corrigida (ou  $I_{zc}$ ).

Assim o disjuntor deve ter sua corrente nominal indicada observando a equação 6:

$$I_b < I_d < I_{zc} \quad (\text{equação 6})$$

Sendo:

$I_b$  = Corrente de projeto (A);

$I_d$  = Corrente nominal do disjuntor (A);

$I_{zc}$  = Corrente máxima corrigida para o condutor (A).

#### 4.4.1.3 Características de abertura

A característica de abertura, ou curva de atuação de um disjuntor, relaciona o valor da sobrecorrente detectada no circuito e seu tempo de duração (para causar o desarme do disjuntor). Alguns aparelhos demandam uma corrente maior para iniciar o seu funcionamento, como a partida de um motor. Essa é uma situação normal e não deve ser interpretada como curto-circuito. Dessa forma, nesse caso, o disjuntor deve suportar a oscilação na intensidade da corrente, sem abrir e sem deixar de proteger o condutor. Considerando o que foi exposto, existem diferentes curvas de atuação de disjuntores, cada qual com melhor desempenho para tipos distintos de carga. Para equipamentos resistivos, por exemplo, o disjuntor mais recomendado é o de curva B, o qual suporta, sem abrir, uma corrente instantânea de curto-circuito de 3 a 5 vezes a corrente nominal do disjuntor. Para exemplificar, um disjuntor de 10 A suportaria brevemente uma corrente de até 50 A sem ocorrer o desarme. Já disjuntores de curva C suportam correntes instantâneas entre 5 e 10 vezes a corrente nominal. Estes são indicados para circuitos que alimentam equipamentos de uso geral (iluminação, pequenos motores etc.). Para instalações com muitas cargas indutivas (motores de maior potência, reatores etc.) costuma-se optar por disjuntores de curva D, que tem menor sensibilidade às correntes de partida desse tipo de carga. Cabe ao projetista avaliar a utilização de cada disjuntor e julgar a possibilidade de padronização do sistema, de forma a facilitar a compra e controle de instalação.

#### 4.4.1.4 Capacidade de ruptura

Delimita a corrente de curto-circuito (cc) simétrico que o disjuntor é capaz de deixar passar, por um tempo determinado, sem que sofra danos em sua estrutura física. É um dado de fabricante, simbolizado por  $I_{cc}$ , com unidade em kA (kilo ampéres). O valor da corrente de cc na entrada da instalação é, normalmente, fornecida pela concessionária. Para instalações residenciais

alimentadas em linha de baixa tensão, normalmente esse valor fica em torno de 10kA (220V). Adentrando na instalação, ela vai diminuindo, dependendo das impedâncias ao longo do caminho elétrico, podendo ser determinada no ponto exato de instalação do disjuntor.

#### **4.4.2 Dispositivos de proteção contra choques elétricos**

Segundo a NBR 5410 (ABNT, 2004), o dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual, ou simplesmente DR, consiste em um dispositivo ou associação de dispositivos de acionamento mecânico destinada a provocar a abertura de contatos quando a corrente de fuga (diferencial-residual) atinge um valor dado em condições especificadas. Ou seja, de maneira geral, quando há uma fuga de corrente devida a um contato acidental do usuário com uma parte energizada de um equipamento, por exemplo, o DR realiza a abertura do contato elétrico de acordo com a sua sensibilidade diferencial, protegendo a instalação e, principalmente, o usuário. De acordo com Cervelin e Cavalin (2018), a proteção adicional provida pelo uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade visa casos como os de descuido ou imprudência do usuário.

##### **4.4.2.1 Circuitos com necessidade de instalação de dispositivo diferencial residual**

A NBR 5410 (ABNT, 2004) prevê, em seu item 5.1.3.2.2, em quais ocasiões se faz obrigatória a instalação de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade, ou seja, com corrente de fuga para desarme menor ou igual a 30 mA.

- 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) 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.

É válido ressaltar que podem ser excluídos da necessidade de instalação de DR os circuitos para alimentação do sistema de iluminação instalado acima de 2,5 m de piso, ou seja, que possua difícil contato com o usuário. Ainda nesse aspecto, é interessante considerar o equipamento que será instalado. Luminárias em corpo metálico, por exemplo, estão mais suscetíveis à fuga de

corrente e conseqüente choque elétrico. Dessa forma, mesmo acima dos 2,5 m de altura, cabe ao projetista o julgamento quanto à necessidade do dispositivo.

#### 4.4.2.2 Distribuição de DRs em quadros

Em relação à distribuição dos circuitos e dos DRs, existem 3 formas variantes de instalação e de proteção de um sistema.

A primeira disposição da instalação é a utilização de um DR único para todos os circuitos. Para tal, instala-se o DR à jusante do disjuntor geral da unidade, em série, de forma que todos os circuitos sejam protegidos em conjunto. Em disposição semelhante, englobando todos os circuitos da instalação, existe a possibilidade da substituição de um disjuntor termomagnético simples por disjuntor diferencial residual (DDR), o qual assume papel tanto de proteção contra sobrecorrente quanto contra fugas e choques elétricos. Tal forma de instalação gera economia com o número de componentes adquiridos e facilita a instalação. Porém, no momento de funcionamento do dispositivo e abertura do contato elétrico, toda a instalação deixará de funcionar em conjunto, dificultando a localização do defeito e causando desconforto para o usuário. Ademais, o DDR possui um preço elevado em relação às alternativas e pouca disponibilidade no mercado comum.

A segunda composição para instalação de um dispositivo DR é a aplicação individual para cada circuito em que o dispositivo seja necessário. Dessa forma, não há interferência entre diferentes circuitos, o desarme do dispositivo gera uma falta de alimentação pontual e torna muito mais fácil a identificação da origem da irregularidade. Ao mesmo tempo, o uso de DRs individuais acaba por exigir a instalação de um centro de distribuição consideravelmente maior, visto que o espaço ocupado no CD por cada um dos circuitos protegidos individualmente será duplicado, pois o condutor neutro também deve ser conectado ao DR (juntamente com o condutor de fase). Além disso, a grande quantidade de dispositivos a instalar acaba por ocasionar em aumento de custos e dificuldade para a instalação.

A terceira formatação de aplicação de DR em uma instalação é a proteção de apenas um grupo de circuitos presentes no CD. Para tal, o DR deve ser posicionado à jusante do disjuntor geral. Ainda assim, haverá dificuldade para rastrear a origem da fuga na instalação, bem como o desconforto para o usuário no desarme em conjunto dos circuitos que necessitam DR.

#### 4.4.2.3 Dimensionamento de DRs

O dimensionamento do dispositivo DR a ser aplicado em cada um dos centros consiste na definição da corrente nominal de operação e corrente máxima diferencial-residual para desarme do dispositivo.

A corrente nominal de um DR é definida pelo disjuntor à montante, de acordo com a figura 16:

Figura 16 – Definição de corrente nominal de dispositivo DR

<b>INTERRUPTORES DR (IDR)</b>	
<b>Corrente nominal do Disjuntor (A)</b>	<b>Corrente nominal mínima do DR (A)</b>
10 a 25	25
30, 40	40
50, 60	63
70	80
90, 100	100

(SILVA, 2022)

Conforme Cervelin e Cavalin (2018), a sensibilidade de resposta de um dispositivo DR varia entre 30 mA e 500 mA, e seu dimensionamento demanda cuidado visto que existem perdas para a terra inerentes à instalação.

Ainda de acordo com os autores, existem 3 zonas de sensibilidade e consequente proteção para DRs:

- a) Proteção básica (alta sensibilidade): 30mA. Contato direto com partes energizadas pode ocasionar fuga de corrente elétrica, através do corpo humano, para terra;
- b) Proteção supletiva: 100mA a 300mA. No caso de uma falha interna em algum equipamento ou falha de isolamento, peças de metal podem tornar-se "vivas" (energizadas);
- c) Proteção contra incêndio: 500mA. Correntes para terra com este valor podem gerar arcos/faíscas e provocar incêndio.

Para instalações elétricas residenciais de baixa tensão, o objetivo principal da instalação de DRs é realmente a proteção da integridade física de pessoas e animais. Dessa forma, conforme Cervelin e Cavalin (2018), o uso de dispositivos DR com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30mA (alta sensibilidade) é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos.



### 4.4.3 Dispositivos de proteção contra sobretensões

Além dos disjuntores, que realizam a proteção contra sobrecorrentes, e dos DRs, que realizam a proteção contra choques elétricos e fugas de corrente em geral, existem os dispositivos criados para proteger a instalação e seus componentes contra sobretensões. Dentre estes, estão os dispositivos de proteção contra surtos (DPS). Por definição da NBR 5410 (ABNT, 2004), os DPSs são destinados a prover proteção contra sobretensões transitórias nas instalações de edificações, cobrindo tanto as linhas de energia quanto as linhas de sinal. Essas sobretensões podem ser ocasionadas por enlace eletromagnético ocasionado por descargas atmosféricas que caem próximas do local da instalação e de linhas elétricas (ou de sinal) e que adentram na edificação. Também podem ser geradas por manobras elétricas em dispositivos da rede de distribuição/transmissão (ou nas subestações).

### 4.5 Proteções mecânicas

De acordo com Cervelin e Cavalin (2018), as proteções mecânicas são os elementos da linha elétrica destinados a conter os condutores elétricos e protegê-los contra determinadas ações externas, ou seja:

- a) Proteção contra ações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas;
- b) Proteção contra perigos de incêndio, resultantes do superaquecimento dos condutores ou de arcos voltaicos;
- c) Proporcionar aos condutores um revestimento metálico aterrado (no caso de eletrodutos metálicos), a fim de evitar o perigo de choque;
- d) Proporcionar um percurso para a terra (no caso de eletrodutos metálicos), funcionando como condutor de proteção e garantindo a equipotencialização da instalação.

Existem diversas opções no mercado brasileiro, variando em tipo, material, resistência e acabamento. Majoritariamente, nos edifícios residenciais, são utilizados eletrodutos de PVC, sejam corrugados ou rígidos, embutidos em estruturas de concreto para realizar a ligação entre caixas de passagem e alimentação de todos os pontos do sistema. A opção por lançamento dos condutores em eletrocalhas ocorre de forma mais frequente em instalações comerciais ou em pontos específicos dos edifícios, como as colunas montantes.

Proteções mecânicas mal dimensionadas acabam por dificultar a execução da instalação, prejudicam a qualidade do produto entregue, diminuem a durabilidade da instalação e causam riscos à segurança da instalação e do usuário.

### **4.5.1 Determinação do material utilizado**

As opções de eletrodutos mais comuns no mercado brasileiro são 3: rígidos metálicos, rígidos em PVC e flexíveis em PVC.

Eletrodutos rígidos metálicos consistem em solução mais cara. São eletrodutos que tem maior durabilidade, possuem a capacidade de resistência à fogo, e normalmente são utilizados em instalação aparente por ter maior qualidade estética. Em contrapartida, trata-se de material de maior dificuldade de trabalho e adequação. São normatizados pelas NBR 5597, NBR 5598 e NBR 5624 de acordo com suas características.

Eletrodutos rígidos em PVC constituem-se em uma solução intermediária de proteção mecânica. São eletrodutos de bom desempenho para embutimento em estruturas de concreto armado devido à resistência mecânica apresentada e à garantia de trajeto retilíneo que a presença de barras garante. Também podem ser utilizados em instalações aparentes, por mais que sofram com o processo de deformação ao longo do tempo e necessitem de análise quanto à resistência ao fogo. São normatizados pela NBR 15465:2007.

Eletrodutos flexíveis em PVC caracterizam a solução mais econômica. Garantem facilidade de instalação e adaptação, porém trata-se de material mais suscetível a problemas de interrupções, obstruções e amassamentos que dificultem ou impossibilitem a passagem dos condutores. Como citado, o grande diferencial desta solução é a questão econômica. Por isso, são muito utilizados, tanto em colunas de descida desde as caixas de passagem em tetos por alvenaria até os pontos de tomada e interruptor em paredes quanto embutidos nas estruturas. São normatizados pela NBR 15465:2007.

### **4.5.2 Dimensionamento dos eletrodutos**

Em seu item 6.2.11.1, a NBR 5410 (ABNT, 2004) trata de condições e predefinições que devem ser consideradas no momento do projeto e dimensionamento dos eletrodutos da instalação. Entre elas, destacam-se as seguintes:

- a) As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto:
  - 1) A taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no

diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

- i. 53% no caso de um condutor;
  - ii. 31% no caso de dois condutores;
  - iii. 40% no caso de três ou mais condutores.
- 2) Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m de comprimento para linhas internas às edificações e 30 m para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 m e o de 30 m devem ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°.
  - 3) Em cada trecho de tubulação delimitado, de um lado e de outro, por caixa ou extremidade de linha, qualquer que seja essa combinação (caixa-caixa, caixa-extremidade ou extremidade-extremidade), podem ser instaladas no máximo três curvas de 90° ou seu equivalente até no máximo 270°. Em nenhuma hipótese devem ser instaladas curvas com deflexão superior a 90°;
- b) Em seu item 6.2.10.2, a NBR 5410 (ABNT, 2004) estabelece que os condutos fechados podem conter condutores de mais de um circuito quando quatro condições forem simultaneamente atendidas:
- 1) os circuitos pertençam à mesma instalação, ou seja, se originem no mesmo dispositivo geral de manobra e proteção;
  - 2) as seções nominais dos condutores de fase estejam contidas dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos. Ou seja, por exemplo, caso exista um circuito condutor de 2,5 mm<sup>2</sup> previsto para passagem em certo trecho de eletroduto, a seção máxima de outro circuito a trafegar no mesmo trecho será de 6 mm<sup>2</sup> (2,5 mm<sup>2</sup>, 4 mm<sup>2</sup> e 6 mm<sup>2</sup>);
  - 3) todos os condutores tiverem a mesma temperatura máxima para serviço contínuo;
  - 4) todos os condutores forem isolados para a mais alta tensão nominal presente.

Considerando o disposto, é necessário realizar o dimensionamento de eletrodutos para cada um dos trechos da instalação, visto que a quantidade de condutores que percorrem cada trecho é variável. É necessário levar em consideração que a NBR 5410 (ABNT, 2004) determina o diâmetro mínimo de 20 mm para eletrodutos utilizados em instalações elétricas. Paralelamente, o projetista pode determinar um limite mínimo de diâmetro acima da norma em busca da padronização e simplificação da instalação em detrimento do aumento do custo, se assim julgar cabível. É usual, para as seções mais utilizadas nos circuitos de distribuição, a escolha de eletrodutos de ¾".

O procedimento de cálculo da área interna mínima do eletroduto varia com o tipo de isolamento do condutor. Cabe ao projetista determinar o diâmetro externo dos condutores utilizados, seja através de tabelas provenientes das normas que regem a produção de condutores elétricos no

Brasil ou diretamente das informações emitidas pelas próprias fornecedoras de condutores normatizados. Chega-se então, na equação 7, a qual deverá ser empregada para cada um dos trechos da instalação.

$$D_{\text{eletroduto}} = \sqrt{((4 \times N_i \times A_i) / (K \times \pi))} \quad (\text{equação 7})$$

Sendo:

$D_{\text{eletroduto}}$  = Diâmetro interno do eletroduto calculado (mm);

$N_i$  = Número de condutores de cada seção passantes pelo trecho da instalação;

$A_i$  = Área ocupada por cada um dos condutores de diferentes seções, considerando camada de isolamento (mm<sup>2</sup>);

$K$  = Constante de compartilhamento do eletroduto – 53% para 1 condutor, 31% para 2 condutores e 40% para 3 condutores ou mais.

#### 4.6 Fornecimento de energia

Tão importante quanto o dimensionamento e definição das soluções internas da instalação é a correta determinação das condições de ligação entre a rede da concessionária e a edificação. Tais condições são bem determinadas e devem seguir padrões rígidos estabelecidos no manual da concessionária em questão. Por simples verificação, constata-se que mais de metade de todo o volume do regulamento de instalações consumidoras de baixa tensão trata somente de formas distintas de entrada de energia e a composição necessária para levar a energia da rede até o medidor da unidade consumidora.

Segundo as normas técnicas da concessionária, a entrada de energia consiste na conexão com a rede externa, dispositivos de proteção, sistema de aterramento e ferragens, preparada de forma a permitir a ligação de uma ou mais unidades consumidoras.

A determinação das condições de alimentação da edificação depende primeiramente da tensão de operação da rede da concessionária e da demanda calculada para a edificação. Com esses valores em mãos, determina-se as especificações dos componentes que serão necessários para o ramal de entrada de energia, seja ela aérea ou subterrânea e individual ou coletiva.

### 4.6.1 Cálculo da demanda da edificação

O processo para definição da demanda em uma edificação residencial consiste em duas etapas distintas.

A primeira das etapas se dá no cálculo da demanda dos circuitos terminais do condomínio, os quais funcionarão independente de toda a edificação estar ocupada. É o caso de circuitos de iluminação e tomadas condominiais, bombas hidráulicas, motores de elevadores e todas as cargas instaladas em um CD de serviço ou emergência que independem da ocupação dos apartamentos e da quantidade de moradores para funcionar.

O cálculo da demanda de CDs terminais, no caso da distribuidora CEEE, é contemplado no item 7.2 do seu Regulamento de Instalações Consumidoras de Baixa Tensão (RIC/BT), que será utilizado para base dos dimensionamentos. Outras concessionárias poderão ter formas diferentes de cálculo. No RIC/BT considerado está descrito que a demanda total para uma unidade consumidora consiste na composição de 6 itens, cada qual analisado individualmente e separados de acordo com a natureza da carga prevista.

$$D(\text{kVA}) = (a + b + c + d + e + f) \quad (\text{equação 8})$$

Sendo:

a = Demanda de iluminação e tomadas, calculada conforme ANEXO D do RIC/BT;

b = Demanda dos aparelhos para aquecimento (chuveiros, aquecedores, fornos, fogões etc.), calculada conforme ANEXO I do RIC/BT;

c = Demanda dos aparelhos de condicionador de ar, tipo “janela”, calculada conforme ANEXOS E e F do RIC/BT;

d = Demanda das unidades centrais de condicionadores de ar, calculadas a partir das respectivas correntes máximas totais (valores fornecidos pelos fabricantes), considerando o fator de demanda de 100%;

e = Demanda dos motores elétricos e máquinas de solda a motor, calculada conforme ANEXO G do RIC/BT;

f = Demanda das máquinas de solda a transformador, aparelhos de eletro galvanização e de raios-X, calculada conforme ANEXO H do RIC/BT.

Nos anexos supracitados, são definidos os fatores de demanda a considerar para a instalação. Para seus cálculos, são levados em consideração a quantidade de equipamentos previstos e potência total dos diferentes tipos de cargas.

Figura 17 – Anexo D do RIC/BT CEEE

### ANEXO D – Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas

DESCRIÇÃO	CARGA NIMA (W/m <sup>2</sup> )	FATOR DE DEMANDA%																											
Bancos	50	86																											
Clubes e semelhantes	20	86																											
Igrejas e semelhantes	15	86																											
Lojas e semelhantes	30	86																											
Restaurantes e semelhantes	20	86																											
Auditórios, salões para exposições e semelhantes	15	86																											
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	30	86																											
Garagens, depósitos, áreas de serviço e semelhantes	5	86																											
Oficinas	30	100 para os primeiros 20kW 35 para o que exceder de 20kW																											
Posto de abastecimento	20	100 para os primeiros 40kW 40 para o que exceder de 40kW																											
Escolas e semelhantes	30	86 para os primeiros 12kW 50 para o que exceder de 12kW																											
Escritórios e salas	50	86 para os primeiros 20kW 70 para o que exceder de 20kW																											
Hospitais e semelhantes	20	40 para os primeiros 50kW 20 para o que exceder de 50kW																											
Hotéis e semelhantes	20	50 para os primeiros 20kW 40 para os seguintes 80kW 30 para o que exceder de 100kW																											
Residências	30	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Potência P (kW)</th> <th>Fator de Demanda (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 &lt; P ≤ 1</td> <td>86</td> <td>8 &lt; P ≤ 9 40</td> </tr> <tr> <td>1 &lt; P ≤ 2</td> <td>80</td> <td>9 &lt; P ≤ 10 37</td> </tr> <tr> <td>2 &lt; P ≤ 3</td> <td>74</td> <td>10 &lt; P ≤ 11 35</td> </tr> <tr> <td>3 &lt; P ≤ 4</td> <td>66</td> <td>11 &lt; P ≤ 12 33</td> </tr> <tr> <td>4 &lt; P ≤ 5</td> <td>58</td> <td>12 &lt; P ≤ 13 31</td> </tr> <tr> <td>5 &lt; P ≤ 6</td> <td>52</td> <td>13 &lt; P ≤ 14 30</td> </tr> <tr> <td>6 &lt; P ≤ 7</td> <td>47</td> <td>14 &lt; P ≤ 15 29</td> </tr> <tr> <td>7 &lt; P ≤ 8</td> <td>43</td> <td>15 &lt; P 28</td> </tr> </tbody> </table>	Potência P (kW)		Fator de Demanda (%)	0 < P ≤ 1	86	8 < P ≤ 9 40	1 < P ≤ 2	80	9 < P ≤ 10 37	2 < P ≤ 3	74	10 < P ≤ 11 35	3 < P ≤ 4	66	11 < P ≤ 12 33	4 < P ≤ 5	58	12 < P ≤ 13 31	5 < P ≤ 6	52	13 < P ≤ 14 30	6 < P ≤ 7	47	14 < P ≤ 15 29	7 < P ≤ 8	43	15 < P 28
Potência P (kW)		Fator de Demanda (%)																											
0 < P ≤ 1	86	8 < P ≤ 9 40																											
1 < P ≤ 2	80	9 < P ≤ 10 37																											
2 < P ≤ 3	74	10 < P ≤ 11 35																											
3 < P ≤ 4	66	11 < P ≤ 12 33																											
4 < P ≤ 5	58	12 < P ≤ 13 31																											
5 < P ≤ 6	52	13 < P ≤ 14 30																											
6 < P ≤ 7	47	14 < P ≤ 15 29																											
7 < P ≤ 8	43	15 < P 28																											

#### Notas:

- 1 Instalações em que, por sua natureza, a carga seja utilizada simultaneamente, devem ser consideradas com o fator de demanda de 100%;
- 2 Os letreiros luminosos e a iluminação de vitrinas não estão considerados nesta tabela;
- 3 O valor da carga para iluminação e tomadas de unidades residenciais, além de satisfazer a condição mínima de 30W/m<sup>2</sup> de área construída, nunca deve ser inferior a 2,2kW por unidade.
- 4 Para fins de cálculo de demanda do item 7.2.1 utilizar fator de potência=1.

(RIC/BT, 2017, p.72)

Figura 18 – Anexo E do RIC/BT CEEE

### ANEXO E - Fatores de Demanda para Condicionador de Ar Residencial

POTÊNCIA INSTALADA EM APARELHOS (kVA)	FATOR DE DEMANDA (%)
1 a 10	100
11 a 20	85
21 a 30	80
31 a 40	75
41 a 50	70
51 a 75	65
Acima de 75	60

(RIC/BT, 2017, p.73)

Figura 19 – Anexo F do RIC/BT CEEE

### ANEXO F - Fatores de Demanda para Condicionador de Ar Comercial

POTÊNCIA INSTALADA EM APARELHOS (kVA)	FATOR DE DEMANDA (%)
1 a 25	100
26 a 50	90
51 a 100	80
Acima de 100	70

**Nota:**

Quando se tratar de unidade central, deve ser considerado um fator igual a 100% e a demanda em kVA, determinada através dos dados fornecidos pelo fabricante.

(RIC/BT, 2017, p.73)

Figura 20 – Anexo G do RIC/BT CEEE

### ANEXO G - Fatores de Demanda para Motores

#### Cargas individuais de motores

POTÊNCIA (cv)	1/6	1/4	1/3	1/2	¾	1	1 ½	2	3
CARGA (kVA)	0,45	0,63	0,76	1,01	1,24	1,43	2,00	2,60	3,80
POTÊNCIA (cv)	5	7 ½	10	15	20	25	30	40	50
CARGA (kVA)	5,40	7,40	9,20	12,70	16,40	20,30	24,00	30,60	40,80

#### Fatores de demanda

NÚMERO TOTAL DE MOTORES	1	2	3 a 5	Mais de 5
FATOR DE DEMANDA (%)	100	90	80	70

**Nota:**

A demanda de um conjunto de motores é o produto do somatório das cargas individuais pelo fator de demanda correspondente ao número total de motores.

(RIC/BT, 2017, p.73)

Figura 21– Anexo H do RIC/BT CEEE

**ANEXO H - Fatores de Demanda para Aparelhos Especiais**

APARELHO	POTÊNCIA	FATOR DE DEMANDA (%)
Solda a arco e galvanização	1º Maior	100
	2º Maior	70
	3º Maior	40
	Soma dos demais	30
Solda a resistência	Maior	100
	Soma dos demais	60
Raios-X	Maior	100
	Soma dos demais	70

**Nota:**

Máquinas de solda tipo motor-gerador devem ser consideradas como motores.

(RIC/BT, 2017, p.74)

Figura 22 – Anexo I do RIC/BT CEEE

**ANEXO I - Fatores de Demanda Aparelhos de Aquecimento**

NÚMERO DE APARELHOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
FATOR DE DEMANDA (%)	100	75	70	66	62	59	56	53	51	49	47	45	43
NÚMERO DE APARELHOS	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 ou mais	
FATOR DE DEMANDA (%)	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	

**Nota:**

Para o dimensionamento de ramais de entrada destinados a atender a mais de uma unidade consumidora, devem ser aplicados fatores de demanda para cada tipo de aparelho, separadamente, sendo a demanda total de aquecimento o somatório das demandas obtidas:

**b = chuveiros + aquecedores + torneiras +...**

(RIC/BT, 2017, p.74)

Com os fatores de demanda definidos, realiza-se o produto de cada fator pela potência total do tipo de carga relacionado, encontrando-se a demanda total da unidade.

A segunda parcela da demanda total da edificação é relacionada aos apartamentos. Realizar o dimensionamento da entrada de energia considerando todas as unidades consumidoras operando com sua carga instalada máxima, e simultaneamente, seria uma situação estatisticamente improvável de ocorrer. Dessa forma, através de uma análise histórica das unidades atendidas pelas concessionárias, foram definidos coeficientes que reduzem a carga instalada das unidades terminais para determinação da demanda de entrada de energia. Ainda, realiza-se a majoração da demanda final encontrada para os apartamentos, visando garantir o atendimento da instalação ao possível crescimento de demanda predial futura.



Dessa forma, têm-se a equação 9:

$$D_{\text{entrada}} = D_{\text{condomínial}} + D_{\text{aptos}} \times 1,2 \quad (\text{equação 9})$$

Sendo:

$D_{\text{entrada}}$  = Demanda total da edificação (kVA);

$D_{\text{condomínial}}$  = Demanda proveniente dos circuitos de serviço e de emergência da edificação (kVA);

$D_{\text{aptos}}$  = Demanda proveniente dos apartamentos ou unidades consumidoras privativas da edificação (kVA);

Nota: Destaca-se que a demanda dos apartamentos é majorada em 20% prevendo crescimento vegetativo.

Conforme o anexo T do RIC/BT, a demanda média estimada para cada apartamento dependerá de sua área privativa, partindo de demanda mínima de 1,76 kVA para unidades com até 80 m<sup>2</sup>.

Figura 23 – Anexo T do RIC/BT CEEE

**ANEXO T - Demanda de Unidade Consumidora Residencial em Função da Área**

Área Útil m <sup>2</sup>	kVA	Área Útil m <sup>2</sup>	kVA	Área Útil m <sup>2</sup>	kVA	Área Útil m <sup>2</sup>	kVA	Área Útil m <sup>2</sup>	kVA	Área Útil m <sup>2</sup>	kVA	Área Útil m <sup>2</sup>	kVA
Até 80	1,76	120	2,54	160	3,28	200	4,01	240	4,72	280	5,42	320	6,10
81	1,78	121	2,56	161	3,30	201	4,03	241	4,74	281	5,43	321	6,12
82	1,80	122	2,57	162	3,32	202	4,04	242	4,75	282	5,45	322	6,14
83	1,82	123	2,59	163	3,34	203	4,06	243	4,77	283	5,47	323	6,16
84	1,84	124	2,61	164	3,36	204	4,08	244	4,79	284	5,49	324	6,17
85	1,86	125	2,63	165	3,37	205	4,10	245	4,81	285	5,50	325	6,19
86	1,88	126	2,65	166	3,39	206	4,12	246	4,82	286	5,52	326	6,21
87	1,90	127	2,67	167	3,41	207	4,13	247	4,84	287	5,54	327	6,22
88	1,92	128	2,69	168	3,43	208	4,15	248	4,85	288	5,55	328	6,24
89	1,94	129	2,71	169	3,45	209	4,17	249	4,86	289	5,57	329	6,26
90	1,96	130	2,73	170	3,47	210	4,19	250	4,89	290	5,59	330	6,27
91	1,98	131	2,74	171	3,48	211	4,20	251	4,91	291	5,61	331	6,29
92	2,00	132	2,76	172	3,50	212	4,22	252	4,93	292	5,62	332	6,31
93	2,02	133	2,78	173	3,52	213	4,24	253	4,95	293	5,64	333	6,33
94	2,04	134	2,80	174	3,54	214	4,26	254	4,96	294	5,66	334	6,34
95	2,06	135	2,82	175	3,56	215	4,28	255	4,98	295	5,68	335	6,36
96	2,09	136	2,84	176	3,57	216	4,29	256	5,00	296	5,69	336	6,38
97	2,10	137	2,86	177	3,59	217	4,31	257	5,02	297	5,71	337	6,39
98	2,12	138	2,88	178	3,61	218	4,33	258	5,03	298	5,73	338	6,41
99	2,14	139	2,89	179	3,63	219	4,35	259	5,05	299	5,74	339	6,43
100	2,15	140	2,91	180	3,65	220	4,36	260	5,07	300	5,76	340	6,44
101	2,17	141	2,93	181	3,67	221	4,38	261	5,09	301	5,78	341	6,46
102	2,19	142	2,95	182	3,68	222	4,40	262	5,10	302	5,80	342	6,48
103	2,21	143	2,97	183	3,70	223	4,42	263	5,12	303	5,81	343	6,50
104	2,23	144	2,99	184	3,72	224	4,44	264	5,14	304	5,83	344	6,51
105	2,25	145	3,01	185	3,74	225	4,45	265	5,16	305	5,85	345	6,53
106	2,27	146	3,02	186	3,76	226	4,47	266	5,17	306	5,86	346	6,55
107	2,29	147	3,04	187	3,77	227	4,49	267	5,19	307	5,88	347	6,56
108	2,31	148	3,06	188	3,79	228	4,51	268	5,21	308	5,90	348	6,58
109	2,33	149	3,08	189	3,81	229	4,52	269	5,23	309	5,92	349	6,60
110	2,35	150	3,10	190	3,83	230	4,54	270	5,24	310	5,93	350	6,61
111	2,37	151	3,12	191	3,85	231	4,56	271	5,26	311	5,95	400	7,45
112	2,39	152	3,13	192	3,86	232	4,58	272	5,28	312	5,97	450	8,28
113	2,40	153	3,15	193	3,88	233	4,59	273	5,29	313	5,98	500	9,14
114	2,42	154	3,17	194	3,90	234	4,61	274	5,31	314	6,00	550	9,91
115	2,44	155	3,19	195	3,92	235	4,63	275	5,33	315	6,02	600	10,71
116	2,46	156	3,21	196	3,94	236	4,65	276	5,35	316	6,04	700	12,3
117	2,48	157	3,23	197	3,95	237	4,67	277	5,36	317	6,05	800	13,86
118	2,50	158	3,25	198	3,97	238	4,68	278	5,38	318	6,07	900	15,4
119	2,52	159	3,26	199	3,99	239	4,70	279	5,40	319	6,09	1000	16,93

**Notas:**

- 1 Para apartamentos com área intermediária entre as faixas da tabela pode ser aplicado o incremento de 0,02kVA/m<sup>2</sup> sobre a demanda da faixa anterior.
- 2 Para apartamentos com área inferior a 80m<sup>2</sup> a demanda a ser considerada é 1,76kVA.
- 3 A tabela acima se destina a edificações de múltiplas unidades consumidoras.

(RIC/BT, 2017, p.89)

Em seu anexo U, o RIC/BT ainda possibilita a redução da demanda média prevista para cada apartamento em razão da quantidade de unidades.

Figura 24 – Anexo U do RIC/BT CEEE

**ANEXO U – Fator De Diversidade Em Função do Nº de Unidades Consumidora**

Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator	Nº Apto.	Fator
1	1	31	24,08	62	42,06	93	59,42	124	69,34	155	75,34	186	79,44	217	81,69	248	82,67
2	2	32	24,69	63	42,62	94	59,98	125	69,59	156	75,49	187	79,54	218	81,74	249	82,69
3	3	33	25,29	64	43,18	95	60,54	126	69,79	157	75,64	188	79,64	219	81,79	250	82,72
4	4	34	25,90	65	43,74	96	61,1	127	69,99	158	75,79	189	79,74	220	81,84	251	82,73
5	5	35	26,50	66	44,30	97	61,66	128	70,19	159	75,94	190	79,84	221	81,89	252	82,74
5	5	36	27,10	67	44,86	98	62,22	129	70,39	160	76,09	191	79,94	222	81,94	253	82,75
6	6	37	27,71	68	45,42	99	62,78	130	70,59	161	76,24	192	80,04	223	81,99	254	82,76
7	7	38	28,31	69	45,98	100	63,34	131	70,79	162	76,39	193	80,14	224	82,04	255	82,77
8	8	39	28,92	70	46,54	101	63,59	132	70,99	163	76,54	194	80,24	225	82,09	256	82,78
9	9	40	29,52	71	47,10	102	63,84	133	71,19	164	76,69	195	80,34	226	82,12	257	82,79
10	9,64	41	30,12	72	47,66	103	64,09	134	71,39	165	76,84	196	80,44	227	82,14	258	82,80
11	10,42	42	30,73	73	48,22	104	64,34	135	71,59	166	76,99	197	80,54	228	82,17	259	82,81
12	11,20	43	31,33	74	48,78	105	64,59	136	71,79	167	77,14	198	80,64	229	82,19	260	82,82
13	11,98	44	31,94	75	49,34	106	64,84	137	71,99	168	77,29	199	80,74	230	82,22	261	82,83
14	12,76	45	32,54	76	49,90	107	65,09	138	72,19	169	77,44	200	80,84	231	82,24	262	82,84
15	13,54	46	33,10	77	50,46	108	65,34	139	72,39	170	77,59	201	80,89	232	82,27	263	82,85
16	14,32	47	33,66	78	51,02	109	65,59	140	72,59	171	77,74	202	80,94	233	82,29	264	82,86
17	15,10	48	34,22	79	51,58	110	65,84	141	72,79	172	77,89	203	80,99	234	82,32	265	82,87
18	15,88	49	34,78	80	52,14	111	66,09	142	72,99	173	78,04	204	81,04	235	82,34	266	82,88
19	16,66	50	35,34	81	52,70	112	66,34	143	73,19	174	78,19	205	81,09	236	82,37	267	82,89
20	17,44	51	35,90	82	53,26	113	66,59	144	73,39	175	78,34	206	81,14	237	82,39	268	82,90
21	18,04	52	36,46	83	53,82	114	66,84	145	73,59	176	78,44	207	81,19	238	82,42	269	82,91
22	18,65	53	37,02	84	54,38	115	67,09	146	73,79	177	78,54	208	81,24	239	82,44	270	82,92
23	19,25	54	37,58	85	54,94	116	67,34	147	73,99	178	78,64	209	81,29	240	82,47	271	82,93
24	19,86	55	38,14	86	55,50	117	67,59	148	74,19	179	78,74	210	81,34	241	82,49	272	82,94
25	20,46	56	38,70	87	56,06	118	67,84	149	74,39	180	78,84	211	81,39	242	82,52	273	82,95
26	21,06	57	39,26	88	56,62	119	68,09	150	74,59	181	78,94	212	81,44	243	82,54	274	82,96
27	21,67	58	39,82	89	57,18	120	68,34	151	74,74	182	79,04	213	81,49	244	82,57	275	82,97
28	22,27	59	40,38	90	57,74	121	68,59	152	74,89	183	79,14	214	81,54	245	82,59	276	83,00
29	22,88	60	40,94	91	58,30	122	68,84	153	75,04	184	79,24	215	81,59	246	82,62	277	83,00
30	23,48	61	41,50	92	58,86	123	69,09	154	75,19	185	79,34	216	81,64	247	82,64	280	83,00
300	83,00	350	84,32	360	84,32	370	84,32	380	85,64	390	85,64	400	85,64	420	86,93	450	86,93

(RIC/BT, 2017, p.90)

Assim, a demanda dos apartamentos será o produto da potência estatística, estabelecida em função da área (anexo T) pelo “fator de diversidade”, relacionado com o número de apartamentos (Anexo U). A parcela referente à demanda do serviço é calculada de forma convencional (com o uso da equação 8).

## 4.6.2 Dimensionamento da entrada de serviço

Obtida a demanda conforme equação 9, lança-se mão do anexo J do RIC/BT para definir os componentes da entrada de serviço. Nota-se que são dispostas duas tabelas distintas nesse anexo, uma voltada para entradas de serviço individuais e outra para entradas de serviço para centro de medição, caso no qual se enquadra um edifício residencial multifamiliar.

Figura 25 – Recorte do Anexo J do RIC/BT CEEE

### Entrada de serviço para Centro de Medição

FORNECIMENTO		DEMANDA CALCULADA D (KVA)	PROTEÇÃO	CONDUTOR (mm <sup>2</sup> )					ELETRODUTO DN (mm)			BARRAMENTO GERAL -SEÇÃO MÍNIMA (mm)	
				DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO	RAMAL DE ENTRADA			ATERRAMENTO/PROTEÇÃO
					COBRE	ALUMÍNIO				COBRE ISOLADO			
TENSÃO (V)	TIPO												
220/127	D1	27 < D < 38	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	19,0 x 1,59	
	D2	38 < D < 47	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	19,0 x 1,59	
	D3	47 < D < 57	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	25,4 x 1,59	
	D4	57 < D < 66	175	ENTRADA SUBTERRÂNEA		95	25	50	50	60	32	19,0 x 3,18	
	D5	66 < D < 76	200			120	35	70	65	75	40	25,4 x 3,18	
	D6	76 < D < 86	225			150	50	95	100	100	40	25,4 x 3,18	
	D7	86 < D < 95	250			185	50	95	100	100	40	38,1 x 3,18	
	D8	95 < D < 115	300			240	70	120	100	100	50	38,1 x 3,18	
380/220	D9	32 < D < 46	70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	12,7 x 1,59	
	D10	46 < D < 66	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	19,0 x 1,59	
	D11	66 < D < 82	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	19,0 x 1,59	
	D12	82 < D < 99	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	25,4 x 1,59	
	D13	99 < D < 115	175	ENTRADA SUBTERRÂNEA		95	35	50	65	75	32	19,0 x 3,18	

#### Notas:

- 1 O valor de "D (kVA)" refere-se à demanda calculada conforme o item 7.2.
- 2 Os disjuntores foram dimensionados com base na sua capacidade nominal definida para a temperatura de operação de 40°C.
- 3 Para determinar o tipo de disjuntor a ser empregado, consultar o item 10.
- 4 Os condutores foram dimensionados para uma temperatura ambiente de 30°C.
- 5 A especificação dos condutores para cada finalidade, consta nos itens 8.1.3 e 8.2.2..
- 6 As dimensões dos eletrodutos de aço referem-se ao tipo leve I (NBR 5624).
- 7 Quando se tratar de circuito de interligação, eletrodutos e disjuntor(es), utilizar respectivamente as tabelas ANEXO N, ANEXO O ou ANEXO P e item 10.

(RIC/BT, 2017, p.76)

A partir da tensão e demanda, a análise do anexo J retorna as seguintes caracterizações para o projetista: tipo de fornecimento (codificado pela concessionária), corrente nominal do disjuntor termomagnético a utilizar na entrada de serviço, definição entre entrada aérea e subterrânea,

seção de condutor para o ramal de entrada, seção de condutor para aterramento, seção de condutor de proteção, diâmetro nominal do eletroduto utilizado para entrada de energia, diâmetro nominal do eletroduto utilizado para aterramento e proteção e seção mínima dos barramentos gerais do sistema (fases, neutro e proteção).

É necessário especial cuidado para a nota 4 do item 10.3 do RIC/BT. Nela estão dispostas as condições para determinação da necessidade de instalação de dispositivo de desarme à distância (DDD) para o disjuntor. Normalmente, em casos em que a entrada de energia está localizada a uma distância maior da entrada do edifício, a instalação deste dispositivo é solicitada pela concessionária.

Deve-se atentar que todas as especificações necessárias para os materiais componentes da entrada de serviço da edificação são discriminadas no item 8 do RIC/BT.

#### **4.6.3 Caixa de entrada e distribuição – CED**

A caixa de entrada e distribuição, ou CED, consiste em uma caixa metálica, caracterizada pelo regulamento da concessionária na sua figura 31, por onde os condutores provenientes da rede da concessionária chegam e alimentam a edificação. Nela estão posicionados os barramentos das fases e neutro dos quais sairão os condutores de distribuição entre os medidores das unidades consumidoras e o disjuntor geral da edificação. Tanto barramentos quanto disjuntor dimensionados a partir do anexo J do RIC/BT.

#### **4.6.4 Distribuição entre medidores**

Visando realizar a ligação entre os barramentos instalados na CED e os medidores das unidades consumidoras localizados dentro das caixas de proteção, deve-se realizar o dimensionamento dos condutores que farão a distribuição interna ao painel de medidores. Alguns aspectos gerais podem ser observados no item 9.5 do RIC/BT. Dentre eles, cabe ressaltar:

- a) Os condutores dos circuitos de distribuição, devem ter a classe de encordoamento 2 (cabo) e seção mínima de 16 mm<sup>2</sup> em 380/220 V e 25 mm<sup>2</sup> para 220/127 V;
- b) Os condutores destinados a ligação dos medidores, devem ter a classe de encordoamento 2 (cabo) e seção mínima de 10mm<sup>2</sup>;
- c) Os condutores destinados à ligação dos medidores devem ter seção máxima de 35mm<sup>2</sup>;
- d) Os condutores poderão abastecer até 5 unidades consumidoras residenciais em sequência;
- e) Os medidores condominiais de serviço e emergência deverão ser abastecidos por condutores individuais.

O item 7.2.3 do RIC/BT trata do método de cálculo do circuito de distribuição. Existem duas opções para o cálculo da demanda de cada um dos circuitos. A primeira delas consiste em tratar as unidades consumidoras como uma unidade única e calcular a demanda total de acordo com os agrupamentos de tipo de carga, processo semelhante ao descrito no item 4.4.1.2.2 deste documento. A segunda hipótese de cálculo é a simples soma das demandas das unidades consumidoras multiplicada por um fator de correção o qual será:

- a) 0,75 em circuitos que alimentam 2 ou 3 CPs;
- b) 0,7 em circuitos que alimentam 4 CPs;
- c) 0,65 em circuitos que alimentam 5 CPs;

O processo de dimensionamento dos condutores é o mesmo demonstrado no item 4.3.2 do presente documento, respeitando, porém, os limites mínimos e máximos de seção previstos no RIC/BT.

#### **4.6.5 Painel de medidores**

Conforme o RIC/BT, o painel de medidores consiste em painel destinado à instalação dos medidores, seus acessórios e dispositivos de proteção. Em outras palavras, consiste em uma estrutura na qual os componentes do sistema de entrada de energia são fixados e realizam a distribuição da energia à edificação. A montagem do painel é detalhada de forma minuciosa no item 9.5 do RIC/BT e, ao menos na cidade de Porto Alegre, é o principal foco dos vistoriadores da concessionária para aprovação das instalações elétricas.

O RIC/BT também traz uma série de exemplos de como deverá ser realizada a instalação do centro de medição em casos que variam desde uma até várias UCs. A disposição dos componentes do centro de medição projetado deverá seguir padrão semelhante, inclusive com representação gráfica no mesmo padrão para entrega à concessionária.

Na figura 26, a seguir, está reproduzido um recorte do item 9.5 do RIC/BT CEEE.

Na sequência (figuras 27 e 28) estão exemplos de Agrupamento e de Centros de Medição.

Figura 26 – Item 9.5 do RIC/BT CEEE

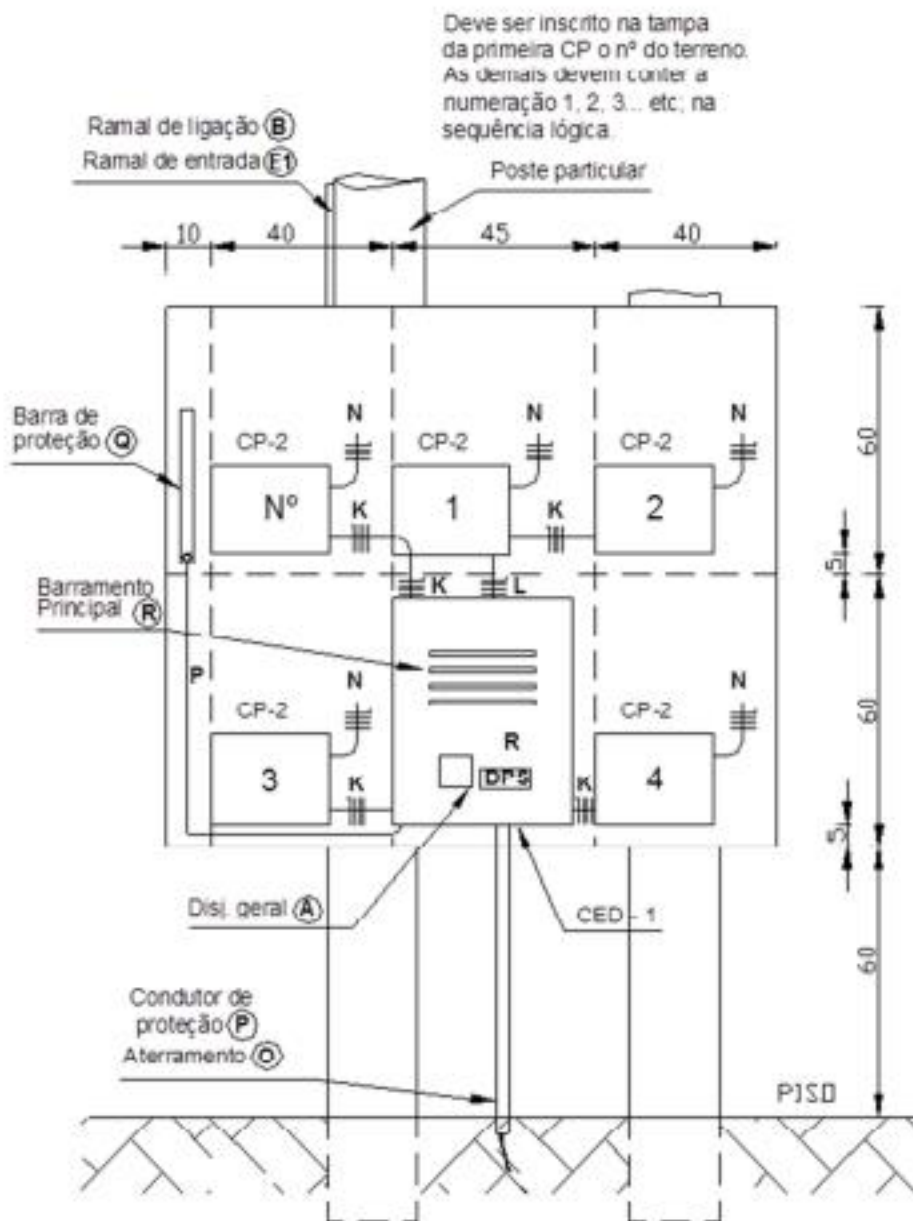
### 9.5 Aspectos construtivos para montagem do centro de medição

- a) Os condutores dos circuitos de distribuição, devem ter a classe de encordoamento 2 (cabo) e seção mínima de 16mm<sup>2</sup> em 380/220V e 25mm<sup>2</sup> para 220/127V;
- b) Os condutores destinados a ligação dos medidores, devem ter a classe de encordoamento 2 (cabo) e seção mínima de 10mm<sup>2</sup>;
- c) Os condutores destinados a ligação dos medidores devem ter seção máxima de 35mm<sup>2</sup>, comprimento mínimo de 30cm e extremidades isoladas. A conexão destes ao circuito de distribuição deve ser realizada com conector tipo parafuso fendido, de cobre ou cobreado, isolados com fita de auto fusão e protegidos por fita isolante. Os condutores com seção de 10mm<sup>2</sup> devem ser espiralados (enrolados) aos condutores de distribuição antes da utilização do conector;
- d) Os condutores que compõem o circuito de distribuição, e as derivações para a ligação do medidor, devem ser identificados nas mesmas cores utilizadas no ramal de entrada;
- e) Os condutores do circuito alimentador devem ser identificados após a curva de saída da caixa de proteção (CP), antes do disjuntor geral da unidade consumidora;
- f) O circuito de distribuição e as derivações para ligação do medidor devem ser a quatro condutores, independentemente do tipo de fornecimento projetado excetuando-se os agrupamentos do **ANEXO Z**;
- g) Cada circuito de distribuição deve atender, no máximo, cinco unidades consumidoras residenciais ou quatro comerciais e mistos. O diâmetro mínimo do eletroduto de PVC deve ser 32mm e o diâmetro máximo 40mm. A seção dos condutores deve ser no máximo 50mm<sup>2</sup>, obedecendo também o descrito na alínea “c” deste item;
- h) A CP do serviço deve ser identificada com o número da edificação. Cada unidade consumidora deve ter identificação na tampa da respectiva caixa de proteção (CP), com seu número pintado em cor contrastante com a mesma. Aptos, lojas e salas não podem ter numeração repetida nem ser identificadas com letras ou outros códigos (ver **figura 25**) e nas CPs galvanizadas a identificação deve ser com chapas rebitadas;
- i) Quando houver mais de um centro de medição, deve ser indicada na tampa da CED e CD junto ao disjuntor correspondente, a localização (andar, bloco, etc.) dos demais centros;
- j) No quadro ou painel de medição deve ser instalado no mínimo um ponto de iluminação. Quando superior a 3m deve ser instalado 2 pontos de iluminação. Em painéis com mais de uma face deve-se adotar no mínimo 1 ponto de iluminação por face. O interruptor deve localizar-se junto ao quadro ou painel, energizado através da medição do serviço, para facilitar a leitura e serviços internos;
- k) As portas devem possuir venezianas, sem visores, dotadas de fechadura ou cadeado padrão das distribuidoras. Podem ser correções ou com dobradiças de forma a permitir o livre acesso a todos os componentes (CED, CDs e CPs). As portas com dobradiças devem ter largura máxima de 0,80m. Painéis sujeitos a intempérie não devem utilizar portas correções. Quando o Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios - PPCI da edificação determinar a instalação de portas tipo corta-fogo, a exigência de venezianas pode ser dispensada mediante adoção de outra forma de ventilação e consulta à distribuidora local;
- l) O fundo do quadro ou painel deve ter espessura mínima de 2cm, ser envernizado ou pintado com tinta a óleo na cor cinza e constituído dos seguintes materiais:
  - Compensado resinado;
  - Painel de tiras orientadas - "OSB" - pinos reflorestados;
  - Madeira de cerne, macho e fêmea, lisa, largura entre 5 e 15cm.
- m) O espaço mínimo para montagem de caixas e painéis deve ser de 40x60cm para instalação de CP2, 70x60cm para CP4, 40x60cm para CD, 50x60cm para CED/CD-1 e 70x120cm para CED/CD-2;
- n) A junção entre os eletroduto e a caixa (CED - CD - CP) deve ser executada por meio de bucha de proteção e arruela (ver detalhe da **figura 22**);
- o) Em painéis com mais de uma face, a distância mínima entre as dobras e as CPs deve ser 20cm. Quando utilizadas CEDs ou CDs, a distância mínima na face adjacente deve ser igual à profundidade destas.
- p) Em painéis fixados em paredes deve ser previsto distância mínima de 50cm em seu perímetro e não deve conter tubulação estranha a instalação;
- q) Em painéis de medidores não abrigados deve-se prever uma pingadeira, com avanço frontal mínimo de 10cm, observando-se os códigos de postura dos Municípios;
- r) Os centros de medição devem possuir espaço livre frontal de 1,20m. Nos centros de medição com mais de uma face deve ser previsto espaço livre mínimo de 1,20m entre as faces;
- s) Os centros de medição tipo “armário” localizados em garagens e/ou estacionamento de veículos devem possuir espaço livre frontal de 1,20m com barreira de proteção neste limite.

(RIC/BT, 2017, p.26-27)



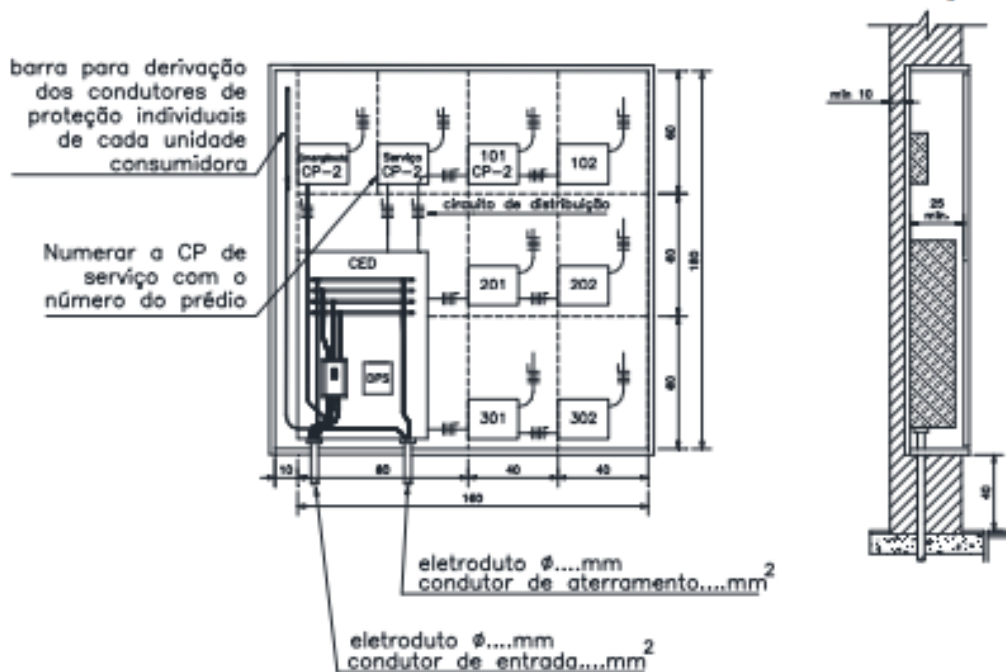
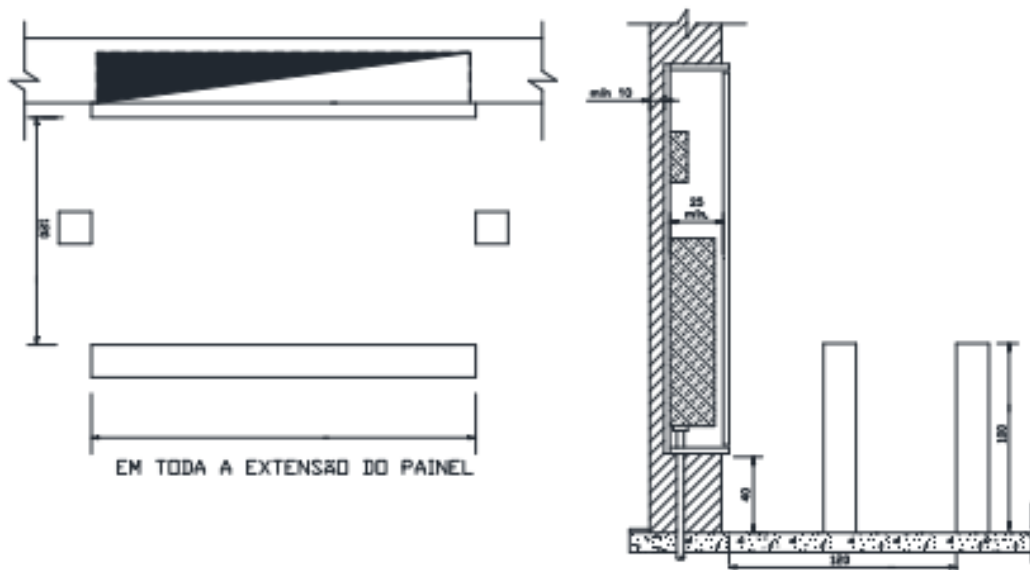
Figura 27 – Anexo Z – Figura J do RIC/BT CEEE

**ANEXO Z – Figura J****AGRUPAMENTO DE 5 MEDIDORES****Notas:**

- 1 Legenda conforme TABELA 2.
- 2 Cada unidade consumidora deve ser atendida por circuito de distribuição independente e devidamente identificado por unidade, podendo esta identificação ser mediante a utilização de cores distintas por circuito, anilhas, fita isolante colorida, etc.
- 3 Medidas em centímetros.

(RIC/BT, 2017, p. 116)

Figura 28 – Figura 25 do RIC/BT CEEE

**FIGURA 25 – MODELO DE CAIXA PARA UM CENTRO DE MEDIÇÃO****PAINEL COM BARREIRA FÍSICA****Notas:**

- 1 Aspectos construtivos, conforme **item 9.5**.
- 2 Instrução para a montagem da CED conforme **item 9.4.1**.
- 3 Numerar a CP de serviço com o número da edificação.
- 4 O circuito de emergência deve ser independente.
- 5 Medidas em centímetros.

(RIC/BT, 2017, p. 161)

## 4.7 Aterramento

Segundo Cervelin e Cavalin (2018), aterramento significa colocar instalações de estruturas metálicas e equipamentos elétricos no mesmo potencial ou estabelecer um referencial, de modo que a diferença de potencial entre a terra e o equipamento (ou a estrutura) seja zero.

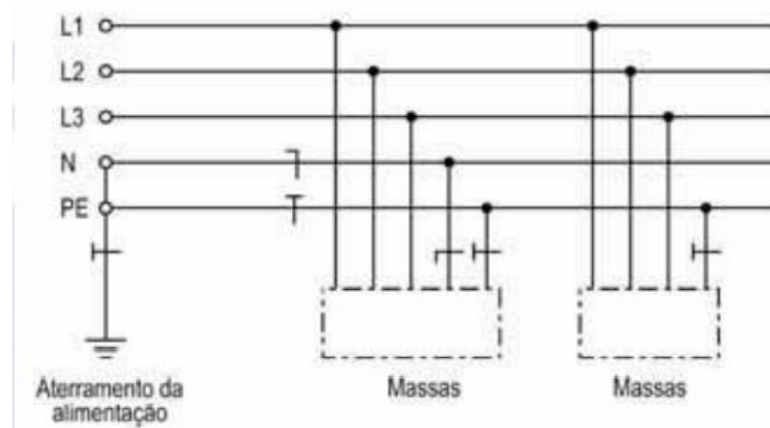
Nas palavras de Moreno e Costa (2018):

Aterrar o sistema, ou seja, ligar intencionalmente um condutor fase ou, o que é mais comum, o neutro à terra, tem por objetivo controlar a tensão em relação à terra dentro de limites previsíveis. Esse aterramento também fornece um caminho para a circulação de corrente que irá permitir a detecção de uma ligação indesejada entre os condutores vivos e a terra. Isso provocará a operação de dispositivos automáticos que removerão a tensão nesses condutores. O controle dessas tensões em relação à terra limita o esforço elétrico na isolação dos condutores, diminui as interferências eletromagnéticas e permite a redução dos perigos de choque para as pessoas que poderiam entrar em contato com os condutores vivos.

### 4.7.1 Esquema de aterramento

Dentre as opções de sistema de aterramento, o RIC/BT acaba por direcionar o projetista para o aterramento TN-S, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção são diferentes ao longo de toda a instalação, unindo-se apenas à montante da CED, próximo ou ligado diretamente ao barramento de equipotencialização (BEP). Dessa forma, as fases de alimentação abastecem os pontos consumidores, que por sua vez são aterrados através de condutor específico para este fim. A disposição final do sistema pode ser observada na figura 29.

Figura 29 – Esquema de aterramento TN-S NBR 5410:2004



(ABNT NBR 5410:2004, p. 15)

### **4.7.2 Ligação ao BEP**

O ponto inicial dos condutores de aterramento de alimentação representados no esquema se dá no barramento de equipotencialização da edificação (BEP – Barramento de Equipotencialização Principal). O BEP, segundo NBR 5410 (ABNT, 2004), é um elemento destinado a servir de via de interligação de todos os elementos incluíveis na equipotencialização principal da edificação. Localizado em caixa de passagem metálica protegida, devidamente identificada e fechada de forma a impedir o acesso de pessoas desautorizadas. Visando ao aterramento, são ligados ao BEP condutores de aterramento geral provenientes do centro de medição, aterramento de SPDA, DPSs, estruturas metálicas externas cujo corpo necessite de aterramento e outros itens previstos em 6.5.4.2 da NBR 5410 (ABNT, 2004). O BEP, por sua vez, deverá ser interligado com a malha de aterramento da edificação, através de condutor de seção mínima igual a 16 mm<sup>2</sup> em ligação mais curta possível. A NBR 5410 (ABNT, 2004) ainda instrui o posicionamento prioritário do BEP junto à entrada de energia, de forma a possibilitar a ligação direta ou indireta, via DPS.

### **4.7.3 Eletrodo de aterramento**

Para a distribuição das cargas provenientes da instalação à terra, o BEP precisa, ainda, ser ligado à malha de aterramento da edificação. Tal malha pode ser composta por diversos elementos, alguns dispostos no anexo A do RIC/BT.

Figura 30 – Anexo A do RIC/BT CEEE

### ANEXO A – Eletrodos de Aterramento Convencionais

Tipo de Eletrodo	Dimensões Mínimas	Observações
Tubo de aço zincado	2,4m de comprimento e diâmetro nominal de 25mm	Enterramento totalmente vertical
Perfil de aço zincado	Cantoneira de 20mm x 20mm x 3mm com 2,40m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Haste de aço zincado	Diâmetro de 15mm com 2,00m ou 2,40m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Haste de aço revestida de cobre	Diâmetro de 15mm com 2,00m ou 2,40m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Haste de cobre	Diâmetro de 15mm com 2,00m ou 2,40m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Fita de cobre	25mm <sup>2</sup> de seção, 2mm de espessura e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Largura na posição vertical
Fita de aço galvanizado	100mm <sup>2</sup> de seção, 3mm de espessura e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Largura na posição vertical
Cabo de cobre	25mm <sup>2</sup> de seção e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal
Cabo de aço zincado	95mm <sup>2</sup> de seção e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal
Cabo de aço cobreado	50mm <sup>2</sup> de seção e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal

(RIC/BT, 2017, p. 34)

Visando o aterramento da edificação, parte-se da presença de haste/eletrodo de aterramento próximo à CED, devidamente protegida por tubo de aterramento e interligado ao BEP. A malha de aterramento deverá garantir, conforme o item 10.5 do RIC/BT, que a resistência de aterramento não seja superior à 25  $\Omega$  em qualquer época do ano. Tal condição dependerá das características do solo local. Dessa forma, o sistema de aterramento necessitará passar por teste de resistência e, em caso de não atingir o limite mínimo, mais hastes devem ser instaladas, distanciadas em 2 metros no mínimo.

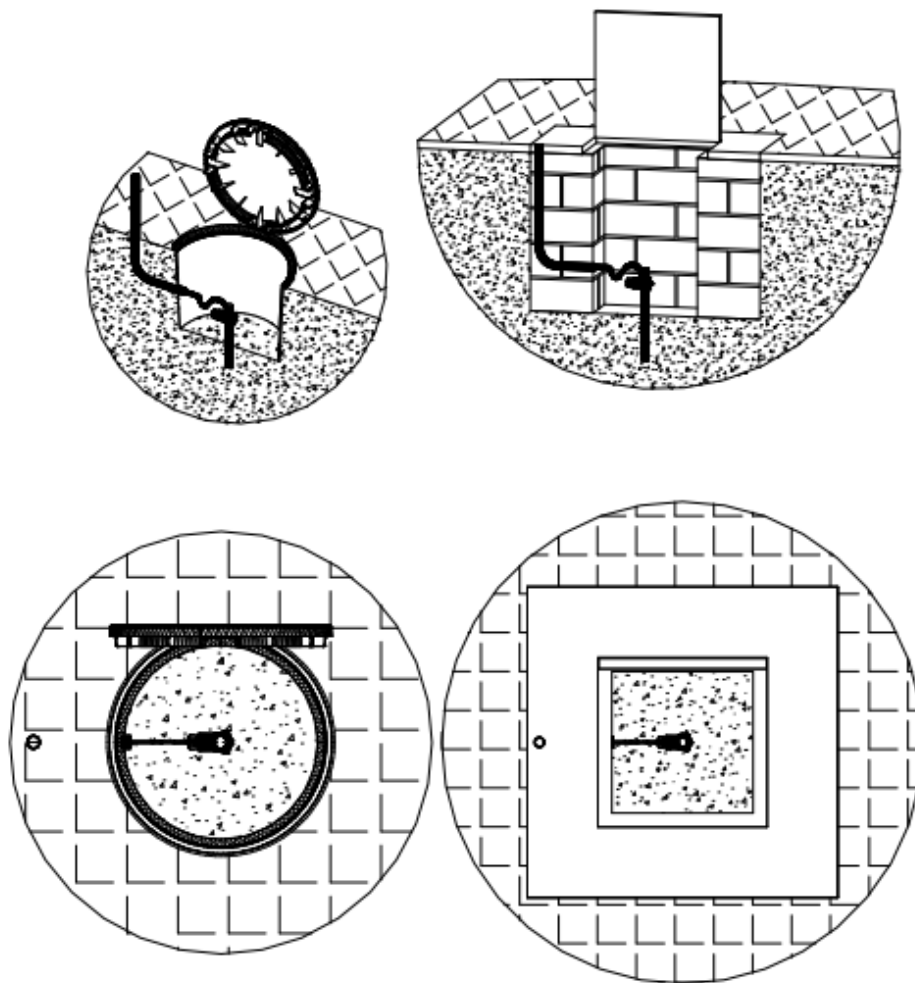
#### 4.7.4 Condutor de aterramento

Conforme o RIC/BT, o condutor de aterramento, o qual realiza a ligação entre o BEP e a malha de aterramento, será: condutor de cobre, com isolamento para as tensões de 450/750V e que atenda às exigências das NBR 6148 e NBR 5410 (ABNT, 2004), tão curto e retilíneo quanto possível, sem emendas ou dispositivos que possam causar sua interrupção. O condutor deve ser

protegido por eletroduto de PVC rígido conforme dimensionado no item 4.6.2 do presente texto. A conexão entre o eletrodo e condutor deve ser realizada através de conector adequado conforme NBR 5410 (ABNT, 2004), realizada dentro de tubo de aterramento que possibilite acesso e vistoria localizado a menos de 5 m da medição. O eletroduto do condutor de aterramento deve ser fixado a cada metro e ter sua extremidade superior (dentro da CED, CD, CPO ou CP) vedada com massa de calafetar, silicone, espuma de poliuretano expansível.

Figura 31 – Figura 37 do RIC/BT CEEE

**FIGURA 37 – DETALHE DE ATERRAMENTO**



**Nota:**

A cavidade de inspeção pode ser confeccionada em alvenaria, concreto armado, policarbonato, plástico ou produto similar, nos formatos quadrado ou circular, provido de tampa adequada com resistência mecânica capaz de suportar trânsito de veículos e/ou passagem de pedestres, quando localizado no passeio público.

(RIC/BT, 2017, p. 176)

## 5 REGULAMENTAÇÃO DA CONCESSIONÁRIA

Ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, a concessionária de fornecimento de energia elétrica que assumiu o município de Porto Alegre, Grupo CEEE – Equatorial, emitiu a sua regulamentação para os padrões de entrada de energia. Especificamente para Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras (chamadas nessa norma, sinteticamente, de EMUC) foi emitida a Norma Técnica NT-004.

À luz dessa Norma, algumas premissas adotadas no presente trabalho, terão algumas alterações. No entanto, muda o formato, mas a base técnica é semelhante. Por isso será feito aqui breve comparativo entre as soluções via RIC/BT e via NT-004, no que se refere, por exemplo, ao cálculo da demanda de uma edificação de múltiplas unidades consumidoras (EMUC).

### 5.1 Comparativo do cálculo de demanda

Em relação ao cálculo da demanda de cada uma das unidades consumidoras a NT.004 adicionou nova forma de cálculo, também de acordo com o tipo de equipamento, porém chegando a 7 componentes na sua composição. São eles:

- a) Demanda referente a iluminação e tomadas, determinadas a partir dos fatores de demanda obtidos nas tabelas 3 e 4 (figura 32);
- b) Demanda referente aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento. Item foi dividido em outros 5 subitens, separados da seguinte forma:
  - b1) Chuveiros, torneiras e cafeteiras elétricas;
  - b2) Aquecedores de água por acumulação ou passagem;
  - b3) Fornos, fogões e aparelhos tipo “Grill”;
  - b4) Máquinas de lavar e secar roupa, máquina de lavar louças e ferro elétrico;
  - b5) Demais aparelhos (TV, conjunto de som, ventilador, geladeira, freezer, torradeira, liquidificador, batedeira, exaustor, ebulidor etc.).
- c) Demanda dos aparelhos condicionadores de ar, determinadas a partir dos fatores de demanda provenientes das tabelas 7 e 8 (figuras 36 e 37). Aparelhos de ar-

condicionado do tipo central não são considerados nas tabelas e devem ter seu fator de demanda igual a 1;

- d) Demanda relativa a motores elétricos, cujos fatores de demanda provêm da tabela 12 (figura 40);
- e) Demanda de máquinas de solda a transformador, determinada pela soma dos seguintes fatores:
  - i. 100% da potência do maior aparelho;
  - ii. 70% da potência do segundo maior aparelho;
  - iii. 40% da potência do terceiro maior aparelho e 30% da potência dos demais aparelhos;
- f) Demanda dos aparelhos de raio X, determinada pela soma dos seguintes fatores:
  - i. 100 % da potência do maior aparelho;
  - ii. 10 % da potência do segundo maior aparelho.
- g) Motobomba de hidromassagem, com fator de demanda obtido na tabela 9 (figura 38).

Ainda, destaca-se que, para cálculos condominiais, é necessária a utilização da tabela 10 (figura 39) da mesma norma técnica visando determinar os fatores de demanda para elevadores.

Figura 32 – Tabela 3 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 3 – Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral para unidades consumidoras não residenciais**

DESCRIÇÃO	CARGA MÍNIMA (W/m <sup>2</sup> )	FATOR DE DEMANDA (%)
Auditório, Salões para Exposição e Semelhantes	15	100
Bancos, Lojas e Semelhantes	40	100
Barbearias, Salões de Beleza e Semelhantes	30	100
Clubes e Semelhantes	30	100
Escolas e Semelhantes	30	100 para os primeiros 12 kW 50 para o que exceder de 12 kW
Escritórios	30	100 para os primeiros 20 kW 70 para o que exceder de 20 kW
Garagens Comerciais, corredores e passagens, bem como almoxarifados, rouparias a depósito de material em geral e Semelhantes	5	100
Hospitais e Semelhantes	20	40 para os primeiros 50 kW 20 para o que exceder de 50 kW
Hotéis e Semelhantes	20	50 para os primeiros 20 kW 40 para os seguintes 80 kW 30 para o que exceder de 100 kW
Igrejas e Semelhantes	15	100
Residências e Edifícios de Apartamentos	30	100 para os primeiros 10 kW 35 para os seguintes 110 kW 25 para o que exceder de 120 kW
Restaurantes e Semelhantes	20	100

(NT.004, 2022, p. 97)



Figura 33 – Tabela 4 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 4 – Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral para unidades consumidoras residenciais**

Descrição	Fator de Demanda (%)			
	C.I.	F.D	C.I.	F.D
Unidades Consumidores Residenciais	0<P(kW) ≤1	(86)	6<P(kW) ≤7	(60)
	1<P(kW) ≤2	(81)	7<P(kW) ≤8	(57)
	2<P(kW) ≤3	(76)	8<P(kW) ≤9	(54)
	3<P(kW) ≤4	(72)	9<P(kW) ≤10	(52)
	4<P(kW) ≤5	(68)	Cl>10	(45)
	5<P(kW) ≤6	(64)		
Prédios Residenciais	100 para os primeiros 10 kW			
	20 para os seguintes 110 kW			
	10 para o que exceder de 120 kW			

(NT.004, 2022, p. 99)

Figura 34 – Tabela 5 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 5 – Fator de demanda de equipamentos de utilização específica**

Número de Aparelhos	Fator de Demanda			
	Chuveiro Elétrico	Torneira Elétrica, Aquecedor, Ferro Elétrico	Fogão Elétrico	Máq. Sec. Roupa, Máq. Lav. Louça, Forno Elét., Microondas
01	1,00	0,96	1,00	1,00
02	0,80	0,72	0,60	1,00
03	0,67	0,62	0,48	1,00
04	0,55	0,57	0,40	1,00
05	0,50	0,54	0,37	0,80
06	0,39	0,52	0,35	0,70
07	0,36	0,50	0,33	0,62
08	0,33	0,49	0,32	0,60
09	0,31	0,48	0,31	0,54
10 a 11	0,30	0,46	0,30	0,50
12 a 15	0,29	0,44	0,28	0,46
16 a 20	0,28	0,42	0,26	0,40
21 a 25	0,27	0,40	0,26	0,38
26 a 35	0,26	0,38	0,25	0,32
36 a 40	0,26	0,36	0,25	0,26
41 a 45	0,25	0,35	0,24	0,25
46 a 55	0,25	0,34	0,24	0,25
56 a 65	0,24	0,33	0,24	0,25
65 a 75	0,24	0,32	0,24	0,25
76 a 80	0,24	0,31	0,23	0,25
81 a 90	0,23	0,31	0,23	0,25
91 a 100	0,23	0,30	0,23	0,25
101 a 120	0,22	0,30	0,23	0,25
121 a 150	0,22	0,29	0,23	0,25
151 a 200	0,21	0,28	0,23	0,25
201 a 250	0,21	0,27	0,23	0,25
251 a 350	0,20	0,26	0,23	0,25
351 a 450	0,20	0,25	0,23	0,25
451 a 800	0,20	0,24	0,23	0,25
801 a 1000	0,20	0,23	0,23	0,25

(NT.004, 2022, p. 100-101)

Figura 35 – Tabela 6 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 6 –** Fatores de demanda de aparelhos de aquecimento e eletrodomésticos em geral

NÚMERO DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA	
	POTÊNCIA INDIVIDUAL ATÉ 3,5kW	POTÊNCIA INDIVIDUAL MAIOR QUE 3,5kW
1	0,80	0,80
2	0,75	0,65
3	0,70	0,55
4	0,66	0,50
5	0,62	0,45
6	0,59	0,43
7	0,56	0,40
8	0,53	0,36
9	0,51	0,35
10	0,49	0,34
11	0,47	0,32
12	0,45	0,32
13	0,43	0,32
14	0,41	0,32
15	0,40	0,32
16	0,39	0,28
17	0,38	0,28
18	0,37	0,28
19	0,36	0,28
20	0,35	0,28
21	0,34	0,26
22	0,33	0,26
23	0,31	0,26
24	0,30	0,26
25	0,30	0,26
26-30	0,30	0,24
31-40	0,30	0,22
41-50	0,30	0,20
51-60	0,30	0,18
Acima de 61	0,30	0,16

(NT.004, 2022, p. 101-102)

Figura 36 – Tabela 7 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 7 –** Fatores de demanda de aparelhos de ar condicionado tipo janela, split e chiller para edifícios

NÚMEROS DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA %	
	EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	EDIFÍCIOS COMERCIAIS
1 a 05	1,00	1,00
06 a 10	0,90	1,00
11 a 15	0,85	1,00
16 a 20	0,80	1,00
21 a 25	0,70	1,00
26 a 30	0,65	1,00
31 a 40	0,60	0,80
41 a 50	0,52	0,80
NÚMEROS DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA %	
	EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	EDIFÍCIOS COMERCIAIS
51 a 75	0,45	0,80
76 a 100	0,38	0,80
Acima de 100	0,33	0,70

(NT.004, 2022, p. 103)

Figura 37 – Tabela 8 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 8** – Fatores de demanda de condicionadores de tipo janela, split, chiller para residências individuais

NÚMERO DE APARELHOS	FD
01	1,00
02	
03	0,88
04	0,82
05	0,78
06	0,76
07	0,74
08	0,72
09	0,71
10	0,70

(NT.004, 2022, p. 103-104)

Figura 38 – Tabela 9 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 9** – Fatores de demanda de motor-bomba hidromassagem

Números de Aparelhos	Fator de Demanda %
1	100
2	56
3	47
4	39
5	35
6 A 10	25
11 A 20	20
21 A 30	18
ACIMA DE 30	15

(NT.004, 2022, p. 104)

Figura 39 – Tabela 10 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 10** – Fatores de demanda para elevadores

NÚMERO DE ELEVADORES POR BLOCO	FATOR DE DEMANDA %
1	100
2	95
3	90
4	85
5	82
Acima de 5	75

(NT.004, 2022, p. 105)

Figura 40 – Tabela 12 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 12 – Fator de demanda de motores**

MOTORES	FD
Maior motor	100%
Soma dos Restantes	70%

(NT.004, 2022, p. 105)

A tendência, com a adoção dos novos cálculos dos fatores de demanda, é que a demanda total das unidades consumidoras tenha algumas variações, conforme abaixo exemplificadas (figura 41), na comparação RIC/BT e NT-004.

Figura 41 – Comparativo entre métodos para cálculo de demanda na UC

Cálculo de Demanda							
RIC/BT				NT.004			
Natureza da Carga	Potência (VA)	FD	Demanda (VA)	Natureza da Carga	Potência (VA)	FD	Demanda (VA)
Iluminação	2000	0,52	1040	Iluminação	2000	0,64	1280,00
Tomadas Gerais	3500	0,52	1820	Tomadas Gerais	3500	0,64	2240,00
2 Chuveiros (7500VA)	15000	0,75	11250	2 Chuveiros (7500VA)	15000	0,8	12000,00
<b>Demanda Total (VA)</b>			<b>14110</b>	<b>Demanda Total (VA)</b>			<b>15520</b>

(Fonte: o autor, 2022)

A NT.004 ainda prevê outro critério para a definição da demanda total da edificação, o critério da área útil. Esse método se assemelha ao previsto no RIC/BT, quando utiliza os anexos T e U, porém, com a diferença de aumentar a demanda encontrada para os apartamentos e áreas condominiais em 40% (ao invés do aumento de 20% conforme prevê o RICBT para o crescimento vegetativo no consumo dos apartamentos). Dessa forma, o cálculo da demanda predial pelo critério de área útil é dado pelas equações 10 e 11.

$$D = (D_1 + D_2) 1,4 \quad (\text{equação 10})$$

$$D_1 = S f \quad (\text{equação 11})$$

Sendo:

D = Demanda total para a edificação (kVA);

$D_1$  = Demanda dos apartamentos tipo definida pelo critério de área útil (kVA);

$D_2$  = Demanda do condomínio pelo critério de carga instalada (kVA);

S = Demanda diversificada dos apartamentos, conforme figura 42 (kVA);

f = Fator para diversificação da demanda, conforme figura 43.

Figura 42 – Tabela 22 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 22** – Demanda por apartamento residencial em função da área útil

ÁREA ÚTIL m <sup>2</sup>	DEMANDA (S) kVA	ÁREA ÚTIL m <sup>2</sup>	DEMANDA (S) kVA
até 40	1,00	171 - 180	3,65
41 – 45	1,05	181 – 190	3,84
46 – 50	1,16	191 – 200	4,01
51 – 55	1,26	201 – 220	4,36
56 – 60	1,36	221 – 240	4,72
61 – 65	1,47	241 – 260	5,07
66 – 70	1,57	261 – 280	5,42
71 – 75	1,67	281 – 300	5,76
76 – 80	1,76	301 – 350	6,61
81 – 85	1,86	351 – 400	7,45
86 – 90	1,96	401 – 450	8,28
91 – 95	2,06	451 – 500	9,10
96 – 100	2,16	501 – 550	9,91
101 – 110	2,35	551 – 600	10,71
111 – 120	2,54	601 – 650	11,51
121 – 130	2,73	651 – 700	12,30
131 – 140	2,91	701 – 800	13,86
141 – 150	3,10	801 – 900	15,40
151 – 160	3,28	901 - 1000	16,93
161 - 170	3,47		

(NT.004, 2022, p. 122)

Figura 43 – Trecho da tabela 23 da NT.004 – CEEE/Equatorial

**TABELA 23** – Fator para diversificação da demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação

N.º APTº	F. DIV. (F)	N.º APTº	F. DIV. (F)	N.º APTº	F. DIV. (F)
1	1	28	22,27	55	38,14
2	1,96	29	22,88	56	38,7
3	2,92	30	23,48	57	39,26
4	3,88	31	24,08	58	39,82
5	4,84	32	24,69	59	40,38
6	5,8	33	25,29	60	40,94
7	6,76	34	25,9	61	41,5
8	7,72	35	26,5	62	42,06
9	8,69	36	27,1	63	42,62
10	9,64	37	27,71	64	43,18
11	10,42	38	28,31	65	43,74
12	11,2	39	28,92	66	44,3
13	11,96	40	29,52	67	44,86
14	12,76	41	30,12	68	45,42
15	13,54	42	30,73	69	45,98
16	14,32	43	31,33	70	46,54
17	15,1	44	31,94	71	47,1
18	15,88	45	32,54	72	47,66
19	16,66	46	33,1	73	48,22
20	17,44	47	33,66	74	48,78
21	18,04	48	34,22	75	49,34
22	18,65	49	34,78	76	49,9
23	19,25	50	35,34	77	50,46
24	19,86	51	35,9	78	51,02
25	20,46	52	36,46	79	51,58
26	21,06	53	37,02	80	52,14
27	21,67	54	37,58	81	52,7
82	53,26	110	65,84	138	72,19
83	53,82	111	66,09	139	72,39
84	54,38	112	66,34	140	72,59
85	54,94	113	66,59	141	72,79
86	55,5	114	66,84	142	72,99
87	56,06	115	67,09	143	73,19
88	56,62	116	67,34	144	73,39
89	57,18	117	67,59	145	73,59
90	57,74	118	67,84	146	73,79
91	58,3	119	68,09	147	73,99
92	58,86	120	68,34	148	74,19
93	59,42	121	68,59	149	74,39

(NT.004, 2022, p. 123-124)

## 5.2 Novo dimensionamento da entrada de serviço

Para determinação da entrada de serviço e seus componentes, a CEEE/Equatorial emitiu também a Norma Técnica NT-001. Enquanto a NT.004 é destinada à instalação nas edificações com múltiplas unidades consumidoras de maneira geral, a NT.001 possui enfoque no fornecimento de energia em baixa tensão. Para edificações operantes em locais com fornecimento de energia nas tensões 220/127 V, a NT.001 fornece os dados para dimensionamento da entrada de serviço através da tabela 2, representada na figura 44 abaixo (nos mesmos moldes do Anexo J do RIC/BT).

Figura 44 – Tabela 2 da NT.001 – CEEE/Equatorial

TABELA 2 – Dimensionamento do Ramal de Ligação e Entrada das Instalações em 127/220 V

METODO DE CÁLCULO	TIPOS DE FORNECIMENTO	CARGA A kW	DISJUNTOR TERMO-MAGNÉTICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO					DIÂMETRO NOMINAL Ø ELETRODUTO DE AÇO	CONDUTOR COBRE ISOLADO MÍNIMO DO CLIENTE FASE (NEUTRO) (mm <sup>2</sup> )	CONDUTOR DE ATERRAMENTO (AÇO COBREADO)	DIÂMETRO NOMINAL Ø ELETRODUTO ATERRAMENTO (pol)
				Distância até 2 km da orla marítima		Distância a partir de 2 km da orla marítima						
				CABO DE COBRE CONCENTRICO OU DUPLEX (mm <sup>2</sup> )	CABO DE COBRE MULTIPLEXADO (mm <sup>2</sup> )	CABO DE ALUMINIO MULTIPLEXADO (mm <sup>2</sup> )						
						DUPLEX/ CONCENTRICO	TRIPLEX	QUA- DRUPLEX				
CARGA INSTALADA	MONOFÁSICO	Até 4	30 ou 32 (MON O)	-	-	10	-	-	3/4	6(6)	6	1/2
		4,1 até 8	60 ou 63 (MON O)	-	-	10	-	-	3/4	10(1 0)	10	1/2
		8,1 até 10	70 (MON O)	-	-	16	-	-	3/4	10(1 0)	10	1/2
	BIFÁSICO	10,1 até 13	60 ou 63 (BI)	-	-	-	16	-	1	10(1 0)	10	1/2
		13,1 até 15	70 (BI)	-	-	-	16	-	1	10(1 0)	10	1/2
DEMANDA	TRIFÁSICO	15,1 até 27	70 (TRI)	-	-	-	-	25	2	16(1 6)	16	1
		27,1 até 38	100 (TRI)	-	-	-	-	35	2	25(2 5)	25	1
		38,1 até 47	125 (TRI)	-	-	-	-	50	2.1/2	35(2 5)	25	1
		47,1 até 57	150 (TRI)	-	-	-	-	70	3	50(2 5)	25	1
		57,1 até 66	175 (TRI)	-	-	-	-	95	3	70(3 5)	35	1
		66,1 até 75	200 (TRI)	-	-	-	-	95	3	70(3 5)	35	1

(NT.001, 2022, p. 28)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projetista de instalações elétricas prediais de baixa tensão possui duas ferramentas elucidativas de grande valia para a elaboração de seus projetos: a NBR 5410 (ABNT, 2004) e o regulamento da concessionária local (no caso, RIC/BT). Tais documentos norteiam e delimitam de forma completa os passos de cálculo e as definições que são tomadas pelo projetista. Porém, mesmo com a existência desses documentos, cabe ao projetista a tomada de decisão final quanto a inúmeras variáveis presentes na instalação, desde o traçado pelo qual seguirão os condutores até sua isolamento. A expertise que garante segurança e perícia técnica para justificar cada decisão é algo que se constrói com experiência e, principalmente estudo.

Durante a concepção deste trabalho, o grupo CEEE/Equatorial iniciou a troca da sua regulamentação. Dessa forma, o RIC/BT, utilizado como uma das bases de informação, acabou por perder sua validade. Sendo assim, parte das medidas tomadas deixam de valer para novos projetos. É necessário ressaltar, porém, que as alterações das novas regulamentações vigentes não impactam em nada o procedimento para elaboração de projeto de instalações elétricas de baixa tensão aqui descrito, influenciando somente nos valores adotados e na solução final proposta. Particularmente, a demanda predial e calculada para cada uma das unidades chegaria a valores diferentes em caso de cálculo seguindo os moldes das novas normas técnicas do grupo CEEE/Equatorial. Outras alterações são encontradas no detalhamento executivo do painel de medição, por exemplo.

Ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, foi elaborado o projeto de instalações elétricas para um edifício residencial localizado na cidade de Porto Alegre. Todos os documentos resultantes da elaboração são apresentados nos anexos abaixo.



## REFERÊNCIAS

ABRACOPEL, (2020). Fonte: **Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica (Ano base 2019)**. Disponível em: [https://abracopel.org/wp-content/uploads/2020/02/Anu%C3%83%C2%A1rio\\_2020-Site.pdf](https://abracopel.org/wp-content/uploads/2020/02/Anu%C3%83%C2%A1rio_2020-Site.pdf). Acesso em: agosto de 2022.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro. 2004.**

BORNE, L. S. (2010). **Eficiência Energética em Instalações Elétricas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CAMPO, J.; SARMIENTO, V. (2013). **The relationship between energy consumption and GDP: evidence from a panel of 10 latin american countries**. Lat. Am. J. Econ., Santiago, v. 50, n. 2, p. 233-255.

CEEE-D/Grupo Equatorial de Energia, (2017). **Regulamento de instalações consumidoras. Fornecimento em tensão secundária. Rede de distribuição aérea**: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/normas-de-fornecimento/ric-bt/view>

CEEE-D/Grupo Equatorial de Energia, (2022). **NT.001.EQTL Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão**: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/normas-de-fornecimento/nt-001-eqtl-normas-e-padrees-05-fornecimento-de-ee-em-baixa-tensao.pdf>

CEEE-D/Grupo Equatorial de Energia, (2022). **NT.004.EQTL Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações em Múltiplas Unidades Consumidoras**: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/normas-de-fornecimento/nt-004-eqtl-fornecimento-de-energia-eletrica-a-edificacoes-em-multiplas-unidades-consumidoras-rev-05/nt-004-eqtl-fornecimento-de-energia-eletrica-a-edificacoes-em-multiplas-unidades-consumidoras-rev-05>

CERVELIN, S.; CAVALIN, G. (2018). **Curso técnico em eletrotécnica, módulo 1, livro 5: Instalações elétricas prediais: teoria & prática**. Curitiba: Base Livros Didáticos.

CPFL, (2020). Fonte: **Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição**: <http://sites.cpfl.com.br/documentos-tecnicos/GED-13.pdf>

FIBRA – Federação das Indústrias do Distrito Federal, (2017). Fonte: **Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil**: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>

**GDP per capita vs. energy use, 1990 to 2015**. Our World in Data, 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/energy-use-per-capita-vs-gdp-per-capita?time=1990.2015>. Acesso em: 12 de out. de 2022.

GOMES, E. F. (2019). **Elaboração do projeto de instalações elétricas de baixa tensão de uma edificação de múltiplas unidades consumidoras residenciais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HARO, M. A. (2015). **Responsabilidade técnica: consequências da falta de um profissional habilitado no projeto e execução de uma edificação residencial unifamiliar**. São Carlos: Universidade de São Paulo.

LOPES, W. N. (2019). **Responsabilidade técnica: consequências da falta de um profissional habilitado no projeto e execução de uma edificação residencial unifamiliar**. Barra dos Garças: Universidade Federal do Mato Grosso.

MORENO, H.; COSTA, P. F. (2018). **Aterramento Elétrico**. 2ª Edição. [s.l.]: Potência Educação. E-book.

SILVA, SÉRGIO LUIZ CARDOSO DA. **Instalações Elétricas Prediais. 2022. Notas de aula** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SINAENCO, (2016). Fonte: **Eficiência começa na contratação de bons projetos**: <https://sinaenco.com.br/noticias/eficiencia-comeca-na-contratacao-de-bons-projetos/>. Acesso em agosto de 2022.

**ANEXO A – Anexo F da NBR 5410:2004**

ABNT NBR 5410:2004

## Anexo F (informativo)

### Seção do condutor neutro quando o conteúdo de terceira harmônica das correntes de fase for superior a 33%

#### F.1 Determinação da corrente de neutro

Quando, num circuito trifásico com neutro ou num circuito com duas fases e neutro, a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%, a corrente que circula pelo neutro, em serviço normal, é superior à corrente das fases. A seção do condutor neutro pode ser determinada calculando-se a corrente no neutro sob a forma:

$$I_N = f_h I_B$$

onde:

$I_B$  é a corrente de projeto do circuito, valor eficaz total:

$$I_B = \sqrt{I_1^2 + I_j^2 + I_j^2 + \dots + I_n^2}$$

sendo

$I_1$  o valor eficaz da componente fundamental, ou componente de 60 Hz;

$I_j, I_j, \dots, I_n$  os valores eficazes das componentes harmônicas de ordem  $i, j, \dots, n$  presentes na corrente de fase; e

$f_h$  é o fator pertinente dado na tabela F.1, em função da taxa de terceira harmônica e do tipo de circuito (circuito trifásico com neutro ou circuito com duas fases e neutro). Na falta de uma estimativa mais precisa da taxa de terceira harmônica esperada, recomenda-se a adoção de um  $f_h$  igual a 1,73 no caso de circuito trifásico com neutro e igual a 1,41 no caso de circuito com duas fases e neutro.

Tabela F.1 — Fator  $f_h$  para a determinação da corrente de neutro

Taxa de terceira harmônica	$f_h$	
	Circuito trifásico com neutro	Circuito com duas fases e neutro
33% a 35%	1,15	1,15
36% a 40%	1,19	1,19
41% a 45%	1,24	1,23
46% a 50%	1,35	1,27
51% a 55%	1,45	1,30
56% a 60%	1,55	1,34
61% a 65%	1,64	1,38
≥ 66%	1,73	1,41

© ABNT 2004 — Todos os direitos reservados

## 2. Caso de condutores isolados ou cabos unipolares

Quando o circuito for constituído de condutores isolados ou de cabos unipolares, a determinação da corrente de neutro conforme F.1 pode significar, em muitos casos, uma seção de neutro maior que a das fases. As seções do neutro e das fases ocasionalmente serão iguais quando, na determinação da capacidade de condução de corrente, a menor seção de condutor que atende a corrente de fase atender também a corrente de neutro; ou, ainda, quando se quiser, por algum motivo, igualar a seção dos condutores de fase à do neutro, que é a prevalecente. Neste último caso (sobredimensionamento dos condutores de fase), a aplicação do fator de correção devido ao carregamento do neutro (ver 6.2.5.6.1), num circuito trifásico com neutro, torna-se dispensável quando o cálculo tiver sido feito considerando uma taxa de terceira harmônica superior a 45%.

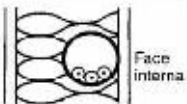
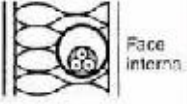
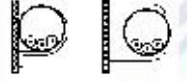



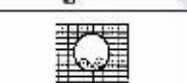
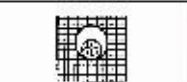
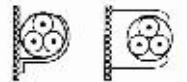

## 3. Caso de cabos tetra e pentapolares

Quando um circuito trifásico com neutro for constituído de cabo multipolar, cujos condutores, por razões construtivas, geralmente são todos de mesma seção nominal, a corrente de neutro conforme F.1 pode, em muitos casos, ser determinante na definição da seção dos condutores e, por isso mesmo, do próprio cabo tetra ou pentapolar. Quando a definição do cabo multipolar, com todos os condutores de mesma seção, tiver sido baseada numa taxa de terceira harmônica superior a 45%, torna-se dispensável a aplicação do fator de correção (devido ao carregamento do neutro) especificado em 6.2.5.6.1.

**ANEXO B – Tabela 33 da NBR 5410:2004**





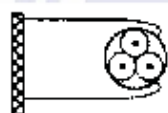
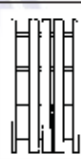

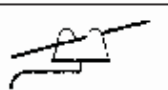
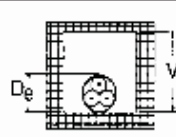
ABNT NBR 5410:2004

Tabela 33 — Tipos de linhas elétricas

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular 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

© ABNT 2004 — Todos os direitos reservados


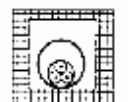

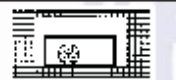

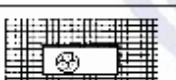
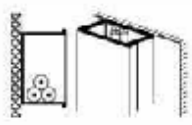

Tabela 33 (continuação)

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



ABNT NBR 5410:2004

Tabela 33 (continuação)

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

© ABNT 2004 — Todos os direitos reservados

Tabela 33 (continuação)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
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 suspensa(o)	B1
36		Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B2
41		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical <sup>7)</sup>	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ 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 <sup>2)</sup>	A1



ABNT NBR 5410:2004

Tabela 33 (continuação)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
52		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional	C
53		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica adicional	C
61		Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)	D
61A		Cabos unipolares em eletroduto (de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a) <sup>8)</sup>	D
63		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional <sup>9)</sup>	D
71		Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura	A1
72 72A		72 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede 72A - Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede	B1 B2
73		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de porta	A1

© ABNT 2004 — Todos os direitos reservados

Tabela 33 (continuação)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
74		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de janela	A1
75 75A		75 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta embutida em parede 75A - Cabo multipolar em canaleta embutida em parede	B1 B2

1) Método de referência a ser utilizado na determinação da capacidade de condução de corrente. Ver 6.2.5.1.2.

2) Assume-se que a face interna da parede apresenta uma condutância térmica não inferior a 10 W/m<sup>2</sup>.K.

3) Admitem-se também condutores isolados em perfilado, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.4.1.

4) A capacidade de condução de corrente para bandeja perfurada foi determinada considerando-se que os furos ocupassem no mínimo 30% da área da bandeja. Se os furos ocuparem menos de 30% da área da bandeja, ela deve ser considerada como "não-perfurada".

5) Conforme a ABNT NBR IEC 60050 (826), os poços, as galerias, os pisos técnicos, os condutos formados por blocos alveolados, os forros falsos, os pisos elevados e os espaços internos existentes em certos tipos de divisórias (como, por exemplo, as paredes de gesso acartonado) são considerados espaços de construção.

6) De é o diâmetro externo do cabo, no caso de cabo multipolar. No caso de cabos unipolares ou condutores isolados, distinguem-se duas situações:

- três cabos unipolares (ou condutores isolados) dispostos em trifólio: De deve ser tomado igual a 2,2 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado;
- três cabos unipolares (ou condutores isolados) agrupados num mesmo plano: De deve ser tomado igual a 3 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado.

7) De é o diâmetro externo do eletroduto, quando de seção circular, ou altura/profundidade do eletroduto de seção não-circular ou da eletrocalha.

8) Admite-se também o uso de condutores isolados, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.8.1.

9) Admitem-se cabos diretamente enterrados sem proteção mecânica adicional, desde que esses cabos sejam providos de armação (ver 6.2.11.6). Deve-se notar, porém, que esta Norma não fornece valores de capacidade de condução de corrente para cabos armados. Tais capacidades devem ser determinadas como indicado na ABNT NBR 11301.

NOTA Em linhas ou trechos verticais, quando a ventilação for restrita, deve-se atentar para risco de aumento considerável da temperatura ambiente no topo do trecho vertical.

## APÊNDICE A – Memorial Descritivo

## **Introdução**

O presente memorial visa caracterizar e especificar todos os componentes e processos a serem adotados para a correta e segura execução das instalações elétricas do edifício residencial Vista do Mar, localizado na Rua Banco da Província, 163, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

## **Contextualização**

O edifício em questão conta com 20 apartamentos, cada qual com 97,74 m<sup>2</sup> de área privativa. Além disso, conta com 1.462,08 m<sup>2</sup> de estacionamento divididos entre 2 pavimentos, 612,63 m<sup>2</sup> de áreas condominiais comuns e 425,6 m<sup>2</sup> de áreas condominiais não transitáveis, chegando a 2.500,23 m<sup>2</sup> de áreas comuns e 4.455,03 m<sup>2</sup> de área total construída.

## **Composição do projeto**

O presente projeto é composto pelos seguintes documentos, os quais possuem informações complementares e consistentes entre si:

- Memorial descritivo com especificação de materiais a utilizar, recomendações de execução dos serviços e cuidados na aplicação do projeto;
- Relação de quantitativos de materiais para utilização na execução dos serviços;
- Memorial de cálculo demonstrando as opções adotadas para cada um dos sistemas definidos;
- Representação gráfica de toda a instalação. Dentre as pranchas fornecidas estão: representação em planta baixa dos pavimentos térreo, 2º, tipo, 8º, 9º e cobertura, detalhamento da coluna montante, especificação de armário de medidores, diagrama multifilar de cada um dos centros de distribuição da edificação, diagrama unifilar da instalação e planta baixa específica da infraestrutura para o sistema de sinais.

## **Embasamento**

Todos os cálculos e processos adotados no presente projeto possuem embasamento na norma brasileira atual para instalações elétricas de baixa tensão, NBR 5410 (ABNT, 2004), e no regulamento de instalações consumidoras de baixa tensão da concessionária de energia local, RIC-BT/2017 fornecido pela CEEE/Equatorial.

## **Edificação**

Conforme disposto em memorial, a potência instalada da edificação é de 674,57 kW, com uma demanda de 67,04 kVA.

## **Entrada de energia**

O fornecimento de energia para a edificação em questão é proveniente da rede da concessionária, localizada à frente do edifício. O fornecimento se dá em tensão secundária, ou seja, em Porto Alegre, tensão de 220/127 V (Tensão entre fases/Tensão entre fase e neutro).

### **Ramal de entrada**

A ligação entre a rede de fornecimento da concessionária e a edificação se dará por via subterrânea, através de 4 (quatro) condutores de cobre de 120 mm<sup>2</sup> de seção, com isolamento de EPR e tensão de isolamento de 0,6/1 kV. Será utilizado eletroduto rígido de PVC roscável com diâmetro nominal de 75 mm, equivalente a 2.1/2", como proteção mecânica dos condutores. Rede protegida com disjuntor caixa moldada de 200 A, curva C, o qual possuirá dispositivo de desarme à distância. O dispositivo de desarme à distância (DDD) está localizado no acesso sul do edifício, conforme retratado na planta VMR-ELE-03-R00.

### **Painel de medição**

O painel de medição será instalado em sala própria, localizada no hall do pavimento térreo da edificação. Todas as características de montagem do painel estão detalhadas no item 9.5 do RIC BT, disponibilizado pela concessionária de energia de Porto Alegre. Vale destacar:

- Todos os condutores de interligação interna do painel serão de encordoamento classe II;
- As esperas para medidores de cada uma das unidades consumidoras possuirão comprimento mínimo de 30 cm, visando possibilitar a ligação da concessionária. A aprovação da ligação por parte da concessionária é de total responsabilidade da instaladora contratada;
- Os condutores serão identificados com as mesmas cores utilizadas no ramal de entrada;
- Todas as tampas das caixas de proteção deverão ser identificadas com o número da unidade consumidora, inclusive a caixa do medidor de serviço e do medidor de emergência, a qual será marcada na cor vermelha;
- O armário de medidor será dotado de porta venezianada metálica aterrada com pintura antiferrugem e fechadura ou cadeado padrão da concessionária;

É de obrigação do instalador a conferência dos requisitos presentes no RIC BT.

Ainda internamente ao painel de medição, deverá ser instalado barramento para ligação de todos os condutores de proteção. Seu posicionamento deverá seguir o projeto. Tal barramento será conectado com o barramento de equipotencialização principal (BEP) e ramificará um condutor para proteção de cada uma das unidades consumidoras.

## CED

Será centralizado no painel de medidores e compartilhará o mesmo fundo. Suas laterais serão em chapa metálica com pintura antiferrugem, provido de porta com dobradiças, dispositivo para lacre e venezianas de ventilação nas laterais. A alavanca de manobra do disjuntor geral será visível através da tampa e devidamente identificada, de forma a facilitar o desarme do sistema. Deve seguir as medidas de projeto, as quais são previstas também RIC BT.

Os condutores dos circuitos de distribuição internos ao painel, que ligarão cada uma das unidades consumidoras aos barramentos da CED, terão seção de 50 mm<sup>2</sup> para os casos em que alimentam 4 (quatro) unidades, 35 mm<sup>2</sup> para os casos em que alimentam 3 (três) unidades e 25 mm<sup>2</sup> para os casos em que alimentem 2 (duas) ou 1 (uma) unidade, encordoamento classe 2, isolamento em EPR com tensão de isolamento de 0,6/1 kV, trafegarão dentro de eletrodutos de PVC rígido roscável de DN 50. A conexão com os barramentos será individual. Os barramentos para neutro e fase



serão em cobre sem pintura, chatos, seção 1" x 1/8" e possuirão 48 cm (quarenta e oito centímetros) de comprimento, centralizados na CED. Serão fixos no fundo do painel através de isoladores epóxi.

Grupos de condutores internos:

- Alimentação de 4 (quatro) unidades:
  - Apartamentos 501, 502, 503 e 504;
  - Apartamentos 601, 602, 603 e 604;
  - Apartamentos 701, 702, 703 e 704;
- Alimentação de 3 (três) unidades:
  - Apartamentos 303, 304 e 401;
  - Apartamentos 402, 403 e 404;
- Alimentação de 2 (duas) unidades:
  - Apartamentos 301 e 302;
- Alimentação de 1 (uma) unidade:
  - Serviço;
  - Serviço de Emergência;

### Ramais internos para alimentação das unidades

De cada um dos medidores localizados no armário, sairão 4 (quatro) condutores, sendo 3 (três) fases e 1 (um) neutro, juntando-se ao condutor de proteção proveniente do barramento de proteção e seguirão para alimentar o respectivo CD. São 20 (vinte) medidores de apartamentos, 1 (um) medidor de serviço e 1 (um) medidor de emergência. Os condutores que seguirão até os CDs dos apartamentos deverão possuir seção de 25 mm<sup>2</sup>. Tais condutores possuirão isolação em EPR e tensão de isolamento de 450/750 V.

Os circuitos alimentadores de cada 2 (dois) apartamentos serão agrupados no mesmo eletroduto para deslocamento desde o armário de medidor até a caixa de passagem localizada no shaft do

pavimento de destino. Para tal, serão protegidos por eletroduto de PVC rígido roscável de DN 60. Ao chegar na caixa de passagem do pavimento de destino, serão separados novamente para alimentar seus respectivos CDs, dessa vez através de eletroduto de PVC rígido roscável de DN 50.

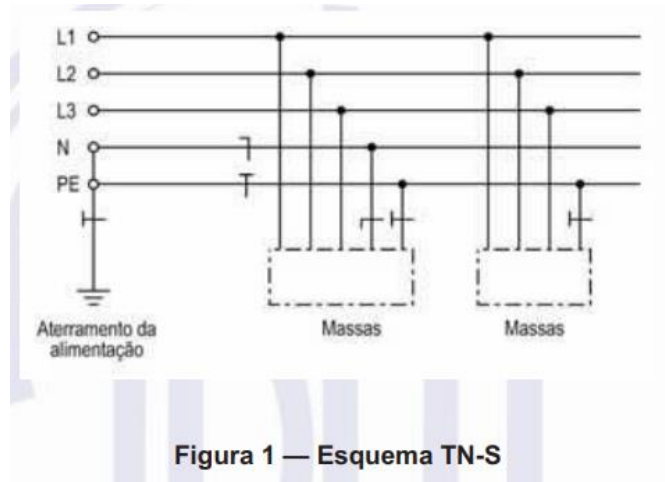
Grupos de alimentadores:

- Apartamentos 301 e 302;
- Apartamentos 303 e 304;
- Apartamentos 401 e 404;
- Apartamentos 402 e 403;
- Apartamentos 501 e 502;
- Apartamentos 503 e 504;
- Apartamentos 601 e 602;
- Apartamentos 603 e 604;
- Apartamentos 701 e 702;
- Apartamentos 703 e 704;

## **Aterramento**

Dentre as diferentes opções fornecidas pela NBR 5410 (ABNT, 2004), para o projeto em questão será utilizado o esquema TN-S, que prevê separação entre os condutores terra e neutro a partir do painel de medidores. Assim, todos os circuitos e CDs tratarão o condutor neutro e o condutor de proteção de forma separada, visto que desempenham papéis distintos.

Dessa forma, a ligação do barramento neutro dentro da CED será disposta conforme a imagem abaixo.



No barramento de equipotencialização principal deverão ser conectados todos os elementos listados abaixo, conforme retratado no item 6.4.2.1.1 da NBR 5410 (ABNT, 2004):

- Armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação;
- 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;
- Conduitos metálicos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- Blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- Condutores de proteção das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- Condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previstos no entorno da edificação;
- Condutor neutro da alimentação elétrica;
- Condutor de proteção principal da instalação elétrica (interna) da edificação – Conectado em barramento no painel de medidores;

O barramento de proteção a ser posicionado no painel de medidores terá seção de 1" x 1/8", com 48 cm de comprimento e será fixo no fundo do painel através de isoladores epóxi, posicionado conforme detalhamento do armário de medidores.

Complementando o sistema de aterramento e proteção da instalação, deverão ser cravadas 3 (três) hastes de aço com seção circular de  $\frac{3}{4}$ " e 3 (três) metros de comprimento, revestidas por capa de cobre de 2000  $\mu\text{m}$ . A primeira deve ser posicionada junto à caixa de passagem imediatamente abaixo da CED, enquanto às demais espaçadas, em linha, em 3 metros.

Por fim, conforme previsto na NBR 5410 (ABNT, 2004), a CED contém dispositivos de proteção contra surtos incorporados, de forma a evitar danos em caso de sobretensões transitórias na instalação. Serão 4 (quatro) DPS, ligados a cada uma das fases e ao neutro do sistema trifásico de alimentação geral. Todos serão conectados ao barramento de equipotencialização do edifício. Os DPS possuirão nível de proteção máximo de 1,5 kV e tensão de operação máxima de 140 V.

### Utilização de DRs

Tanto o quadro de serviço quanto os quadros de distribuição dos apartamentos preveem a utilização de dispositivo diferencial residual (DR). Os circuitos protegidos por tal dispositivo estão especificados no detalhamento de cada um dos quadros.

### Especificação de materiais

Todos os materiais utilizados na instalação precisam atender aos padrões de qualidade previstos nas respectivas normas. Abaixo, são explicitados alguns dos materiais previstos para o projeto em questão, suas características e requisitos mínimos que o fornecedor terá de atender.

### Tubulações

Todas as tubulações internas dos apartamentos serão em PVC flexível corrugado reforçado (laranja). As tubulações aparentes ou enterradas serão em eletroduto de PVC rígido roscável classe B.

### Tomadas

Todas as tomadas deverão seguir o padrão brasileiro vigente, universal 2P+T, 250 V, modular, 20 A para área de serviço privativa e 10 A para o restante. Deverão respeitar a NBR 14136:2021

– Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização. Indicação de linha Liz, da Tramontina, ou semelhante.

## Interruptores

Os interruptores serão dos tipos simples, duplo ou paralelo, modulares.

## Balizador aéreo

O projeto prevê instalação de balizador aéreo, fixo em haste metálica aterrada, posicionado ao menos 2 metros acima do ponto mais alto da cobertura. O desligamento diurno da iluminação deve ser controlado por fotocélula.

## Quadros Elétricos

Todos os quadros elétricos serão metálicos, de embutir, pintados com tinta antiferrugem e providos de tampa. A ligação entre disjuntores se dá através de barramento pente trifásico. Também estão previstos 2 (dois) barramentos de cobre, um para o condutor de proteção (terra) e outro para o neutro.

## Caixas de Passagem

As caixas de passagem possuem diferentes características que variam conforme sua utilização. Devem ser normatizadas pelas NBR 5431:2008, NBR 15701:2016, NBR IEC 60670-1:2014 e, em caso de comportarem energia não medida, seguir os padrões da concessionária CEEE.

- Caixas de passagem embutidas em laje: Caixas metálicas octogonais pintadas com tinta antiferrugem dimensões 100 x 100 mm, com fundo móvel;
- Caixas de passagem em parede para tomadas e interruptores: Caixas plásticas retangulares dimensões 100 x 50 mm;
- Caixas de passagem em parede para ponto de luz: Caixas metálicas sextavadas pintadas com tinta antiferrugem dimensões 75 x 75 mm;

- Caixas de passagem para entrada de energia: Caixas executadas em alvenaria regularizada ou concreto, com fundo drenante, tampa em concreto com dispositivo para lacre, dimensões 500 x 500 x 600 mm (C x L x H);

## Condutores

Os condutores deverão ser de cobre, com isolamento em PVC/70° para os circuitos terminais e EPR para os alimentadores, resistentes à propagação de chama (BWF) e possuir tensão de isolamento de 1/0,6 kV para condutores passantes em eletrodutos enterrados e de distribuição no painel de medidor e 750/450 V para os demais. Deverão atender às normas NM 280 e NBR 247.

### **Temperaturas máximas dos condutores com isolamento em PVC**

- 70°C em regime permanente;
- 100°C em regime de sobrecarga;
- 160°C em regime de curto-circuito.

### **Temperaturas máximas dos condutores com isolamento em EPR**

- 90°C em regime permanente;
- 130°C em regime de sobrecarga;
- 250°C em regime de curto-circuito.

### **Código de cores conforme NBR 5410:2004**

- Fase R: Branco;
- Fase S: Vermelho;
- Fase T: Preto;
- Neutro: Azul;

- Terra: Verde;
- Retorno: Amarelo;

## Disjuntores

O disjuntor de entrada de energia será automático, caixa moldada, termomagnético, curva C, capacidade de interrupção de curto-circuito igual ou maior que 10 kA, atendendo aos padrões da NBR NM IEC-60947-2.

Os demais disjuntores deverão ser automáticos, DIN/minidisjuntores, termomagnéticos, curva C, atendendo aos padrões da NBR NM 60898:2004.

## Recomendações para instalação

Para a execução das instalações descritas no presente projeto, se faz necessária a contratação de empresa qualificada, com responsabilidade técnica, domínio total em relação ao campo das instalações elétricas e com segurança para fornecer todos os materiais conforme especificações e mão de obra competente.

### Instalação de tubulações e caixas

As tubulações deverão seguir precisamente a disposição prevista em projeto, sendo bem-posicionadas e fixas para não haver desprendimento no momento da passagem dos condutores. Deve-se tomar cuidado especial durante concretagem de lajes que possuam tubulações embutidas para não haver interrupções e esmagamentos delas com a movimentação de trabalhadores. Recomenda-se que sempre haja algum profissional responsável pela infraestrutura elétrica durante concretagens e atividades que possam impactar nos percursos de circuitos definidos em projeto.

Tanto para eletrodutos embutidos em alvenaria quanto em laje de concreto, deve-se atentar para não haver nenhuma curva que altere a trajetória da tubulação em mais do que 90°.

As caixas de passagem em lajes deverão ser bem fixas nas formas e preenchidas com serragem afim de evitar entrada de concreto e posterior inutilização. Deverão ser limpas após a desforma, antes da passagem do cabeamento pela infraestrutura.

As tubulações aparentes deverão ser fixadas em laje através de sistema com barra roscada e abraçadeira, de forma a garantir a rigidez na fixação e aceitação estética. Em caso de utilização de eletrocalhas ou perfilados, a fixação deverá ser realizada através do conjunto formado pelo suporte próprio para o material e barra roscada.

A chegada de eletrodutos em caixas de passagem necessitará sempre a utilização do conjunto bucha e arruela de alumínio, de forma a manter bom acabamento e fixação. Da mesma forma, eletrodutos provenientes de eletrocalhas ou perfilados possuirão conector box reto ou semelhante para a perfeita conexão.

### Montagem de quadros

Os quadros deverão ser montados de forma organizada, realizando o agrupamento de condutores e fixação com abraçadeira plástica. Preferencialmente, a conexão dos condutores com os disjuntores deverá ser realizada através de terminal elétrico, visando garantir melhor contato entre as partes.

Todos os disjuntores deverão ser bem alinhados e fixos, juntamente com os barramentos e demais componentes dos quadros. Condutores que atravessem sem emendas pelas caixas de passagem localizadas nos shafts dos pavimentos deverão ser fixados no fundo do quadro de forma a facilitar a passagem dos demais condutores. Após a finalização completa da montagem de cada um dos quadros, deve-se realizar a verificação do aperto em disjuntores e componentes.

A empresa contratada para realização das instalações elétricas deverá realizar a identificação de todos os circuitos em cada um dos CDs, de forma clara, que possibilite a operação simples do usuário posterior. A empresa também terá o compromisso de posicionar lacres nos parafusos de fixação do CD, de forma a evidenciar a garantia da mão de obra. Por fim, garantirá a fixação da placa abaixo na região do verso da tampa de cada CD.



### ADVERTÊNCIA

1. Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos freqüentes são sinal de sobrecarga. Por isso, NUNCA troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem) simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).
2. Da mesma forma, NUNCA desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (*dispositivo DR*), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

### Passagem dos condutores

Os condutores deverão seguir a regra de coloração especificada no presente memorial, bem como a disposição prevista em projeto. Alterações de percurso, comprimento e trajetos geram graves riscos à instalação e não são aceitos em nenhuma hipótese. É necessário cuidado por parte do instalador para evitar danos ao cabeamento utilizado na instalação, recorrendo à guias de puxamento, talco, parafina ou outro lubrificante que não prejudique a isolação dos condutores.

Todas as emendas serão obrigatoriamente realizadas em caixas de passagem, sendo que é vetada a presença de emendas desnecessárias ou realizadas diretamente no CD. É necessário que as emendas sejam estanhadas e isoladas com o auxílio de fita isolante.

### Acabamento de caixas e quadros

Todas as caixas de passagem, quadros elétricos, quadros dos sistemas de sinais e afins deverão ser entregues em perfeitas condições de limpeza e fixação. Os acabamentos elétricos (tomadas, interruptores e luminárias) precisam estar nivelados e firmes, sem frestas entre o respectivo acabamento e a superfície à qual está fixado.

O cabeamento necessita estar fixo e devidamente organizado dentro do shaft e em quaisquer caixas de passagem. As infraestruturas secas, de espera para outros sistemas ou futuras instalações elétricas serão identificadas e entregues com fio-guia para garantia da integridade da tubulação.

## **Testes e verificações nas instalações**

O sistema deve ser inspecionado antes da entrega por parte da instaladora e utilização das instalações, de forma a analisar visualmente se todas as medidas previstas no presente memorial e na NBR 5410 (ABNT, 2004) foram cumpridas. É importante que o avaliador possua experiência na área, julgue de forma crítica e verifique se todos os pontos da instalação atendem às características de desempenho e segurança. Ao fim da inspeção, deverá ser gerado relatório com possíveis alterações e documentação de conformidades.

Além da inspeção visual, deverão ser realizados os testes previstos no item 7.3 da NBR 5410 (ABNT, 2004), garantindo a segurança, correta instalação e funcionalidade total do sistema.

## **APÊNDICE B – Memória de Cálculo**

## Previsão de pontos de consumo e cargas estabelecidas

Abaixo são apresentadas as planilhas contendo os cálculos realizados para determinação da quantidade e potência mínima dos pontos de iluminação e tomadas, conforme balizado pela NBR 5410 (ABNT, 2004). As planilhas são separadas em apartamento tipo, áreas comuns do térreo e áreas comuns dos demais pavimentos.

### Apartamento Tipo

Cargas Apartamento Tipo														
Ambiente	Dimensões		Critério	Iluminação			TUGs			TUEs				
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)		Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)		
Sala de Estar	26,40	21,20	Mínimo	-	-	400	6	100	600	1	1600	1600		
			Adotado	2	200	400	7	100	700					
Cozinha	8,29	11,70	Mínimo	-	-	100	2	600	1200	2	2700+1300	4000		
			Adotado	1	100	100	4	475	1900					
Área de Serviço	4,78	9,65	Mínimo	-	-	100	1	600	600	2	2500+1500	5000		
			Adotado	1	100	100	1	600	600					
Circulação	3,40	9,20	Mínimo	-	-	100	1	100	100	0	0	0		
			Adotado	1	100	100	1	100	100					
Despensa	6,13	10,25	Mínimo	-	-	100	2	100	200	0	0	0		
			Adotado	1	100	100	2	100	200					
Dormitório	14,51	15,45	Mínimo	-	-	220	3	100	300	1	1600	1600		
			Adotado	1	220	220	6	100	600					
Suíte	12,18	14,30	Mínimo	-	-	160	3	100	300	1	1600	1600		
			Adotado	1	160	160	6	100	600					
Sanitário Suíte	5,08	9,65	Mínimo	-	-	100	1	600	600	1	7000	7000		
			Adotado	2	100+60	160	1	1300	1300					
Sanitário Social	5,08	9,65	Mínimo	-	-	100	1	600	600	1	7000	7000		
			Adotado	2	100+60	160	1	1300	1300					
<b>TOTAL ADOTADO</b>				<b>Potência Iluminação</b>			<b>1500</b>	<b>Potência TUGs</b>			<b>7300</b>	<b>Potência TUEs</b>		<b>27800</b>
<b>Carga Total da Instalação</b>														
Iluminação (VA)		1500,00												
TUGs (VA)		7300,00												
TUEs (VA)		27800,00												
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>36600,00</b>												

Carga instalada:

Iluminação:  $1,5 \text{ kVA} \times 0,92 = 1,38 \text{ kW}$ ;

TUG's:  $7,30 \text{ kVA} \times 0,80 = 5,84 \text{ kW}$ ;

TUE's:  $13,80 \text{ kVA} \times 0,80 + 14,00 \text{ kVA} \times 1,0 = 25,04 \text{ kW}$ ;

Total =  $1,38 \text{ kW} + 5,84 \text{ kW} + 25,04 \text{ kW} = 32,26 \text{ kW}$ ;

## Áreas Comuns Térreo

Cargas Térreo												
Ambiente	Iluminação			TUGs			TUEs			Iluminação Emergência		
	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)
Estacionamento térreo	17	60	1020	2	100	200	0	0	0	9	50	450
Acesso frontal	7	5x200VA + 2x60VA	1120	0	0	0	5	2x1010VA + 1x500VA + 2x200VA	2920	0	50	0
Acesso sul	3	60	180	2	100	200	0	0	0	2	50	100
Acesso norte	3	60	180	2	100	200	0	0	0	2	50	100
Hall térreo	8	60	480	4	100	400	0	0	0	4	50	200
Antecâmara serviço	1	60	60	1	100	100	0	0	0	1	50	50
Sala de quadros	2	60	120	1	100	100	0	0	0	1	50	50
Sala de bombas	2	60	120	1	100	100	2*	8400	8400	1	50	50
Sala telefonia	1	60	60	1	100	100	0	0	0	1	50	50
Shaft escadaria	1	60	60	0	0	0	0	0	0	1	50	50
Escadaria	3	60	180	0	0	0	0	0	0	2	50	100
<b>TOTAL ADOTADO</b>	<b>Potência Iluminação</b>		<b>3580</b>	<b>Potência TUGs</b>		<b>1400</b>	<b>Potência TUEs</b>		<b>11320</b>	<b>Potência Iluminação Emergência</b>		<b>1200</b>
<b>Carga Total da Instalação</b>												
Iluminação (VA)		3580										
TUGs (VA)		1400										
TUEs (VA)		11320										
Iluminação Emergência (VA)		1200										
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>17500</b>										

Carga instalada:

Iluminação:  $3,58 \text{ kVA} \times 0,92 = 3,29 \text{ kW}$ ;

TUG's:  $1,40 \text{ kVA} \times 0,80 = 1,12 \text{ kW}$ ;

TUE's:  $11,32 \text{ kVA} \times 0,80 = 9,06 \text{ kW}$ ;

Total =  $3,29 \text{ kW} + 1,12 \text{ kW} + 9,06 \text{ kW} = 13,47 \text{ kW}$ ;

## Demais Áreas Comuns

Cargas áreas comuns 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8°, 9° e cobertura												
Ambiente	Iluminação			TUGs			TUEs			Iluminação Emergência		
	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)	Quantidade	Pot. unitária (VA)	Pot. total (VA)
Estacionamento - 2° Pav.	27	60	1620	2	100	200	0	0	0	9	50	450
Escadaria - 2° Pa	3	60	180	0	100	0	0	0	0	2	50	100
Hall - 2° Pav.	2	60	120	0	100	0	0	0	0	2	50	100
Shaft escadaria -	1	60	60	1	100	100	0	0	0	1	50	50
Escadaria - Tipo	3	60	180	0	100	0	0	0	0	2	50	100
Hall - Tipo	1	60	60	1	100	100	0	0	0	1	50	50
Shaft escadaria -	1	60	60	1	100	100	0	0	0	1	50	50
Hall - 8° Pav.	5	60	300	1	100	100	1*	15800	15800	1	50	50
Shaft escadaria -	1	60	60	1	100	100	0	0	0	1	50	50
9° Pav.	2	60	120	1	100	100	0	0	0	1	50	50
Cobertura	0	60	0	0	100	0	1	100	100	0	0	0
<b>TOTAL ADOTADO</b>		<b>Potência Iluminação</b>	<b>2760</b>		<b>Potência TUGs</b>	<b>800</b>		<b>Potência TUEs</b>	<b>15900</b>		<b>Potência Iluminação Emergência</b>	<b>1050</b>

Carga Total da Instalação	
Iluminação (VA)	2760
TUGs (VA)	800
TUEs (VA)	15900
Iluminação Emergência (VA)	1050
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>20510</b>

Carga instalada:

Iluminação:  $2,76 \text{ kVA} \times 0,92 = 2,54 \text{ kW}$ ;

TUG's:  $0,80 \text{ kVA} \times 0,80 = 0,64 \text{ kW}$ ;

TUE's:  $15,90 \text{ kVA} \times 0,80 = 12,70 \text{ kW}$ ;

Total =  $2,54 \text{ kW} + 0,64 \text{ kW} + 12,70 \text{ kW} = 15,90 \text{ kW}$ ;

## Divisão da Instalação em Circuitos

Abaixo são apresentadas as planilhas contendo a divisão de circuitos projetada para cada um dos centros de distribuição do edifício. Tais circuitos foram definidos com base na similaridade de suas funções, proximidade dos pontos e tensões máximas para segurança da edificação.

## Apartamento Tipo

Circuitos Apartamento Tipo				
Número do circuito	Tipo	Localização	Tensão (V)	Potência (VA)
1	Iluminação	Sala, cozinha e área de serviço	127	630
2	Iluminação	Dormitórios, circulação, despensa e sanitários	127	930
3	TUG	Sala, despensa e circulação	127	1000
4	TUG	TUGs cozinha	127	1200
5	TUG	TUG Área de serviço e TUGs cozinha	127	1300
6	TUG	Dormitório e suíte	127	1200
7	TUG	Sanitário Social	127	1300
8	TUG	Sanitário Suíte	127	1300
9	TUE	AC Sala de estar	220	1600
10	TUE	AC Dormitório	220	1600
11	TUE	AC Suíte	220	1600
12	TUE	Microondas	220	1300
13	TUE	Máquina de lavar louças	220	2700
14	TUE	Máquina de lavar roupas	220	1500
15	TUE	Secadora de roupas	220	3500
16	TUE	Chuveiro social	220	7000
17	TUE	Chuveiro suíte	220	7000

## CD Serviço

Circuitos Serviço				
Número do circuito	Tipo	Localização	Tensão (V)	Potência (VA)
1	Iluminação	Postes externos	127	1000
2	Iluminação	Térreo interno centro e sul	127	840
3	Iluminação	Térreo serviço + Térreo norte interno e externo	127	960
4	Iluminação	Térreo externo sul	127	540
5	Iluminação	2° Pavimento sul	127	960
6	Iluminação	2° Pavimento centro e norte	127	780
7	Iluminação	Iluminação shaft escadaria + hall 8° e 9° Pavs.	127	720
8	Iluminação	Iluminação escadaria e Hall do térreo até 4° pav.	127	840
9	Iluminação	Iluminação escadaria e Hall do 5° ao 7° pav.	127	720
10	TUG	Térreo Sul	127	700
11	TUG	Térreo norte	127	700
12	TUG	Tomadas 2° ao 9° pav.	127	900
13	TUE	Portão veículos norte - 0,5 CV	127	1010
14	TUE	Portão veículos sul - 0,5 CV	127	1010
15	TUE	Portão de pedestres	127	200
16	TUE	Quadro de bombas	220	2600
17	TUE	Cerca elétrica	127	200
18	TUE	CFTV	127	500
19	Iluminação	Balizador aéreo	127	100
20	Aclaramento	Iluminação de emergência térreo	127	1200
21	Aclaramento	Iluminação de emergência 2° pavimento	127	1200
22	Aclaramento	Iluminação de emergência 3° ao 9° pav.	127	850

## CD Emergência

Circuitos Emergência				
Número do circuito	Tipo	Localização	Tensão (V)	Potência (VA)
1	Emergência	Quadro do Elevador	220 - 3FNT	15800
2	Emergência	Bomba Incêndio	220 - 3FNT	5800

## Cálculo da Demanda do Edifício

A seguir estão dispostos todos os cálculos realizados para o encontro das demandas do edifício, conforme item 7.2 do RIC/BT e descrito no corpo do documento principal deste projeto. Nota-se que, para o apartamento tipo, são calculadas duas demandas distintas, uma para determinação dos alimentadores e outra para definição da entrada de energia da edificação.

### Demandas Individuais

#### Apartamento Tipo:

#### Definição dos Fatores de Demanda

Fator de demanda dos circuitos			
Tipo	Circuito	FD	Potência Somada (VA)
Iluminação e tomadas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 13 e 14	0,35	10460
Aquecedores	7, 8, 12, 15, 16 e 17	0,59	21400
ACs	9, 10 e 11	1	4800

#### Cálculo da Demanda

$$D = (a + b + c + d + e + f)$$



$$D = (10,46 \times 0,35 + 21,40 \times 0,59 + 4,8 \times 1 + 0 + 0 + 0)$$

$$D = 21,087 \text{ kVA}$$

### **Demanda CD Serviço:**

Definição dos Fatores de Demanda

Fator de demanda do CD Serviço			
Tipo	Circuito	FD	Potência Somada (VA)
Iluminação e tomadas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21 e 22	0,31	13910
Motores	13, 14 e 16	0,8	4620

Cálculo da Demanda

$$D = (a + b + c + d + e + f)$$

$$D = (13,91 \times 0,31 + 0 + 0 + 0 + 4,62 \times 0,8 + 0)$$

$$D = 8,01 \text{ kVA}$$

### **Demanda CD Emergência:**

Definição dos Fatores de Demanda

Fator de demanda do CD Emergência			
Tipo	Circuito	FD	Potência Somada (VA)
Motores	EM 1 e EM 2	0,8	21600

## Cálculo da Demanda

$$D = (a + b + c + d + e + f)$$

$$D = (0 + 0 + 0 + 0 + 21,60 \times 0,8 + 0)$$

$$D = 17,28 \text{ kVA}$$

## Demanda Predial

**Demanda Proveniente das Áreas Privativas:**

Áreas Privativas		
Área do apartamento	97,74	m <sup>2</sup>
Demanda por apartamento	2,12	kVA
Número de apartamentos	20	
Fator Diversidade	17,44	
Demanda apartamentos total	36,97	kVA
Crescimento Vegetativo	1,20	
Demanda aptos com crescimento	44,37	kVA

## Áreas Comuns:

Definição dos Fatores de Demanda

Fator de demanda dos circuitos condominiais			
Tipo	Circuito	FD	Potência Somada (VA)
Iluminação e tomadas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21 e 22	0,31	13910
Motores	13, 14, 16, EM 1 e EM 2	0,7	26220

Cálculo da Demanda

$$D = (a + b + c + d + e + f)$$

$$D = (13,91 \times 0,31 + 0 + 0 + 0 + 26,22 \times 0,7 + 0)$$

$$D = 22,67 \text{ kVA}$$

## Demanda Predial Total:

$$D \text{ (kVA)} = D_{\text{apartamentos}} + D_{\text{Áreas Comuns}}$$

$$D \text{ (kVA)} = 44,37 + 22,67 = 67,04 \text{ kVA}$$

## Entrada de Energia

A seguir é detalhado o cálculo realizado para determinar as condições de entrada de energia da edificação. Todo o procedimento segue as premissas do RIC/BT, bem como o anexo J do mesmo documento.

## Definição dos Componentes da Entrada de Energia

Para a demanda predial calculada, 67,04 kVA, e tensão de alimentação em 220/127 V (FF/FN), têm-se:

**Entrada de serviço para Centro de Medição**

FORNECIMENTO		DEMANDA CALCULADA D (kVA)	PROTEÇÃO		CONDUTOR (mm <sup>2</sup> )				ELETRODUTO DN (mm)			BARRAMENTO GERAL -SEÇÃO MÍNIMA (mm)
TENSÃO (V)	TIPO		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO	RAMAL DE ENTRADA		ATERRAMENTO/PROTEÇÃO	
				COBRE	ALUMÍNIO				COBRE ISOLADO			
220/127	D1	27 < D < 38	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	19,0 x 1,59
	D2	38 < D < 47	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	19,0 x 1,59
	D3	47 < D < 57	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	25,4 x 1,59
	D4	57 < D < 66	175			95	25	50	50	60	32	19,0 x 3,18
	D5	66 < D < 76	200	ENTRADA SUBTERRÂNEA		120	35	70	65	75	40	25,4 x 3,18
	D6	76 < D < 86	225			150	50	95	100	100	40	25,4 x 3,18
	D7	86 < D < 95	250			185	50	95	100	100	40	38,1 x 3,18
	D8	95 < D < 115	300			240	70	120	100	100	50	38,1 x 3,18
380/220	D9	32 < D < 46	70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	12,7 x 1,59
	D10	46 < D < 66	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	19,0 x 1,59
	D11	66 < D < 82	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	19,0 x 1,59
	D12	82 < D < 99	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	25,4 x 1,59
	D13	99 < D < 115	175	ENTRADA SUBTERRÂNEA		95	35	50	65	75	32	19,0 x 3,18

### Notas:

- 1 O valor de "D (kVA)" refere-se à demanda calculada conforme o **item 7.2**.
- 2 Os disjuntores foram dimensionados com base na sua capacidade nominal definida para a temperatura de operação de 40°C.
- 3 Para determinar o tipo de disjuntor a ser empregado, consultar o **item 10**.
- 4 Os condutores foram dimensionados para uma temperatura ambiente de 30°C.
- 5 A especificação dos condutores para cada finalidade, consta nos **itens 8.1.3 e 8.2.2**.
- 6 As dimensões dos eletrodutos de aço referem-se ao tipo leve I (NBR 5624).
- 7 Quando se tratar de circuito de interligação, eletrodutos e disjuntor(es), utilizar respectivamente as tabelas **ANEXO N**, **ANEXO O** ou **ANEXO P** e item 10.

Sendo assim, conclui-se que:

- Tipo de fornecimento – D5;
- Tipo de medição – Agrupada;
- Disjuntor geral termomagnético - 3 x 200 A;
- Condutores do ramal de ligação – não há (entrada subterrânea);
- Condutores do ramal de entrada – 4 x 120 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 0,6/1 kV)\*;

- Condutor de aterramento – 1 x 35 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 0,6/1 kV)\*;
- Condutor de proteção – 1 x 70 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 0,6/1 kV)\*;
- Eletroduto do ramal de entrada – DN75 (2.1/2”) PVC rígido;
- Eletroduto de aterramento/proteção – DN40 (1.1/4”) PVC rígido;

\* Condutores definidos em EPR para manter a concordância com os alimentadores à jusante.

## Dimensionamento dos Circuito de Distribuição Interna do Painel de Medidores

Abaixo é possível verificar os cálculos, de acordo com o RIC/BT, para determinação das seções dos condutores de distribuição e das respectivas proteções mecânicas para abastecimento dos medidores das unidades consumidoras no painel.

Distribuição Painel de Medidores										
UCs atendidas	Cálculo Demanda	Tensão (V)	Potência corrigida (VA)	Corrente Projeto (A) - Ib	Fator de correção agrupamento	Fator de correção temperatura	Corrente de projeto corrigida (A)	Seção Mínima RIC/BT (mm <sup>2</sup> )	Método da corrente (mm <sup>2</sup> )	Seção adotada (mm <sup>2</sup> )
Aps. 301 e 302	Demanda ap. x 0,75	380	31631	83,24	1	0,96	86,71	25	16	25
Aps. 303, 304 e 401	Demanda ap. x 0,75	380	47446	124,86	1	0,96	130,06	25	35	35
Aps. 402, 403 e 404	Demanda ap. x 0,75	380	47446	124,86	1	0,96	130,06	25	35	35
Aps. 501, 502, 503 e 504	Demanda ap. x 0,70	380	63261	166,48	1	0,96	173,41	25	50	50
Aps. 601, 602, 603 e 604	Demanda ap. x 0,70	380	63261	166,48	1	0,96	173,41	25	50	50
Aps. 701, 702, 703 e 704	Demanda ap. x 0,70	380	63261	166,48	1	0,96	173,41	25	50	50
CD Serviço	Demanda CD Serviço	380	8010	21,08	1	0,96	21,96	25	2,5	25
CD Emergência	Demanda CD Emergência	380	17280	45,47	1	0,96	47,37	25	6	25

Portanto, ficam assim dispostos os ramais internos do painel:

- Aps. 301 e 302: 4 x 25 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;
- Aps. 303, 304 e 401: 4 x 35 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;
- Aps. 402, 403 e 404: 4 x 35 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;
- Aps. 501, 502, 503 e 504: 4 x 50 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;

- Aps. 601, 602, 603 e 604: 4 x 50 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;
- Aps. 701, 702, 703 e 704: 4 x 50 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;
- CD de Serviço: 4 x 25 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;
- CD de Emergência: 4 x 25 mm<sup>2</sup> (EPR/90°C 450/750 V) – Encordoamento classe II;

## **Dimensionamento dos Condutores e Proteções**

A seguir estão dispostos os cálculos para dimensionamento dos condutores dos circuitos terminais e alimentadores.

### **Circuitos do Apartamento Tipo**

Para o apartamento tipo foi definida a utilização de cabos com isolamento PVC/70°C, isolamento de 450/750 V e encordoamento classe IV. Para circuitos distribuídos em eletrodutos embutidos, define-se a referência B1. Além disso, os circuitos terminais do apartamento tipo possuem apenas 2 condutores carregados, seja ele as duas fases ou fase e neutro. Por fim, considerou-se temperatura ambiente de 35°C, gerando coeficiente de correção de capacidade de carga igual a 0,94. Dessa forma, têm-se:

## Capacidade de corrente de condutores

**Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D**

**Condutores: cobre e alumínio**

**Isolação: PVC**

**Temperatura no condutor: 70°C**

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

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	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

## Métodos de Dimensionamento dos Condutores

Condutores Apartamento Tipo											
Número do circuito	Tipo	Tensão (V)	Potência (VA)	Corrente Projeto (A) - Ib	N máx circuitos / eletroduto	Fator de correção agrupamento	Fator de correção temperatura	Seção mínima (NBR5410)	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Comprimento circuito (km)	Seção queda tensão < 2% (mm <sup>2</sup> )
1	Iluminação	127	630	4,96	3	0,7	0,94	1,5	1,5	0,010	1,5
2	Iluminação	127	930	7,32	4	0,65	0,94	1,5	1,5	0,014	1,5
3	TUG	127	1000	7,87	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,012	1,5
4	TUG	127	1200	9,45	3	0,7	0,94	2,5	1,5	0,009	1,5
5	TUG	127	1300	10,24	3	0,7	0,94	2,5	1,5	0,009	1,5
6	TUG	127	1200	9,45	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,013	2,5
7	TUG	127	1300	10,24	2	0,8	0,94	2,5	1,5	0,007	1,5
8	TUG	127	1300	10,24	2	0,8	0,94	2,5	1,5	0,008	1,5
9	TUE	220	1600	7,27	3	0,7	0,94	2,5	1,5	0,011	1,5
10	TUE	220	1600	7,27	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,010	1,5
11	TUE	220	1600	7,27	3	0,7	0,94	2,5	1,5	0,010	1,5
12	TUE	220	1300	5,91	3	0,7	0,94	2,5	1,5	0,009	1,5
13	TUE	220	2700	12,27	3	0,7	0,94	2,5	2,5	0,009	1,5
14	TUE	220	1500	6,82	3	0,7	0,94	2,5	1,5	0,007	1,5
15	TUE	220	3500	15,91	3	0,7	0,94	2,5	4	0,008	1,5
16	TUE	220	7000	31,82	1	1	0,94	2,5	6	0,006	2,5
17	TUE	220	7000	31,82	1	1	0,94	2,5	6	0,007	2,5

## Definição das Seções dos Condutores

Condutores Apartamento Tipo							
Número do circuito	Tensão (V)	Seção mínima (NBR5410) (mm <sup>2</sup> )	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Seção queda tensão < 2% (mm <sup>2</sup> )	Seção fase adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção neutro adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção proteção adotada (mm <sup>2</sup> )
1	127	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2	127	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
4	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
5	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
6	127	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
7	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
8	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
9	220	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
10	220	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
11	220	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
12	220	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
13	220	2,5	2,5	1,5	4,0	4,0	4,0
14	220	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
15	220	2,5	4	1,5	4,0	4,0	4,0
16	220	2,5	6	2,5	10,0	10,0	10,0
17	220	2,5	6	2,5	10,0	10,0	10,0

## Disjuntores

Disjuntores Apartamento Tipo										
Número do circuito	Tensão (V)	Seção adotada (mm <sup>2</sup> )	Corrente Projeto (A) - Ib	Capacidade corrente (A)	Disjuntor adotado	Fases de alimentação	Potência Fase R (VA)	Potência Fase S (VA)	Potência Fase T (VA)	Recebe DR?
1	127	1,5	4,96	11,5	1x10A	R	630,0	0,0	0,0	Sim
2	127	1,5	7,32	10,7	1x10A	R	930,0	0,0	0,0	Sim
3	127	2,5	7,87	14,7	1x10A	R	1000,0	0,0	0,0	Não
4	127	2,5	9,45	15,8	1x13A	R	1200,0	0,0	0,0	Sim
5	127	2,5	10,24	15,8	1x13A	R	1300,0	0,0	0,0	Sim
6	127	2,5	9,45	14,7	1x13A	R	1200,0	0,0	0,0	Não
7	127	2,5	10,24	18,0	1x13A	S	0,0	1300,0	0,0	Sim
8	127	2,5	10,24	18,0	1x13A	T	0,0	0,0	1300,0	Sim
9	220	2,5	7,27	15,8	2x10A	R+S	800,0	800,0	0,0	Não
10	220	2,5	7,27	14,7	2x10A	R+S	800,0	800,0	0,0	Não
11	220	2,5	7,27	15,8	2x10A	R+S	800,0	800,0	0,0	Não
12	220	2,5	5,91	15,8	2x10A	R+S	650,0	650,0	0,0	Sim
13	220	4,0	12,27	21,1	2x16A	S+T	0,0	1350,0	1350,0	Sim
14	220	2,5	6,82	15,8	2x10A	R+T	750,0	0,0	750,0	Sim
15	220	4,0	15,91	21,1	2x20A	R+T	1750,0	0,0	1750,0	Sim
16	220	10,0	31,82	53,6	2x40A	S+T	0,0	3500,0	3500,0	Sim
17	220	10,0	31,82	53,6	2x40A	S+T	0,0	3500,0	3500,0	Sim



## Definição de Dispositivo DR

Adotou-se DR de mesma corrente nominal do disjuntor geral do apartamento, visto que a corrente de operação em condições normais incidente sobre o DR nunca superará a corrente incidente no disjuntor geral considerando que o DR está à jusante do disjuntor geral.

<b>DR Apartamento Tipo</b>	
Disjuntor Geral	3x63A
<b>DR adotado</b>	<b>4x63A 30mA</b>

## Dimensionamento de Proteções Mecânicas

Adotou-se o uso de eletroduto flexível reforçado para instalações embutidas em concreto e colunas em alvenaria dos circuitos terminais. A partir disso, foram determinadas as dimensões das proteções mecânicas. Apenas os trechos críticos foram dimensionados, adotando certo DN para o restante da instalação conforme os resultados encontrados para estes. Para o apartamento tipo, será utilizado apenas eletroduto flexível reforçado DN25.

Proteções Mecânicas Apartamento Tipo									
Trecho	Quantidade de condutores					Área ocupada condutores (mm <sup>2</sup> )	Área necessária (mm <sup>2</sup> )	DN mínimo necessário	DN adotado
	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>				
CD - Sala de Estar	2	3	0	0	0	46,4	116,0	1/2"	3/4"
CD - Cozinha	0	4	3	0	0	84,6	211,4	3/4"	3/4"
CD - Serviço	0	4	3	0	0	84,6	211,4	3/4"	3/4"
CD - Despensa	2	7	0	0	0	89,4	223,5	3/4"	3/4"
CD - Circulação	0	3	0	0	0	32,3	80,6	1/2"	3/4"
CD - Chuveiro Social	0	0	0	0	3	82,0	205,0	3/4"	3/4"
CD - Chuveiro Suíte	0	0	0	0	3	82,0	205,0	3/4"	3/4"
CD - Sanitário Social	0	5	0	0	0	53,8	134,4	1/2"	3/4"
Luminárias sala estar	5	5	0	0	0	89,1	222,8	3/4"	3/4"
Luminária sala - Tomada AC	3	5	0	0	0	67,9	169,7	3/4"	3/4"
Luminária cozinha - MLL	0	2	3	0	0	63,1	157,7	3/4"	3/4"
Luminária serviço - Secadora	0	0	3	0	0	41,6	103,9	1/2"	3/4"
Despensa - Dormitório	2	5	0	0	0	67,9	169,7	3/4"	3/4"
Despensa - Circulação	2	5	0	0	0	67,9	169,7	3/4"	3/4"
Circulação - Suíte	2	5	0	0	0	67,9	169,7	3/4"	3/4"

Dados para Dimensionamento					
Ocupação de cabos - Isolação PVC 450/750 V		Eletroduto flexível reforçado (laranja)			
A (mm <sup>2</sup> )	D externo (mm)	DN	DN polegadas	DI (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
1,5	3	20	1/2"	14	153,94
2,5	3,7	25	3/4"	18	254,47
4	4,2	32	1"	24	452,39
6	4,8				
10	5,9				
16	6,9				
25	8,8				

## Circuitos do CD Serviço

Para o CD de serviço foi definida a utilização de cabos com isolamento PVC/70°C, isolamento de 450/750 V e encordoamento classe IV. Para os circuitos enterrados, porém, o isolamento foi alterado para 0,6/1 kV. Para circuitos distribuídos em eletrodutos embutidos, define-se a referência B1. Além disso, os circuitos terminais do CD de serviço possuem apenas 2 condutores carregados, seja ele as duas fases ou fase e neutro. Por fim, considerou-se temperatura ambiente

de 35°C, gerando coeficiente de correção de capacidade de carga igual a 0,94. Dessa forma, têm-se:

## Métodos de Dimensionamento dos Condutores

Condutores Serviço											
Número do circuito	Tipo	Tensão (V)	Potência (VA)	Corrente Projeto (A) - Ib	N máx circuitos/eletroduto	Fator de correção agrupamento	Fator de correção temperatura	Seção mínima (NBR5410) (mm <sup>2</sup> )	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Comprimento circuito (km)	Seção queda tensão < 4% (mm <sup>2</sup> )
1	Iluminação	127	1000	7,87	6	0,57	0,94	1,5	1,5	0,025	1,5
2	Iluminação	127	840	6,61	4	0,65	0,94	1,5	1,5	0,022	1,5
3	Iluminação	127	960	7,56	4	0,65	0,94	1,5	1,5	0,031	2,5
4	Iluminação	127	540	4,25	4	0,65	0,94	1,5	1,5	0,042	1,5
5	Iluminação	127	960	7,56	3	0,7	0,94	1,5	1,5	0,041	2,5
6	Iluminação	127	780	6,14	3	0,7	0,94	1,5	1,5	0,047	2,5
7	Iluminação	127	720	5,67	3	0,7	0,94	1,5	1,5	0,045	2,5
8	Iluminação	127	840	6,61	3	0,7	0,94	1,5	1,5	0,032	1,5
9	Iluminação	127	720	5,67	3	0,7	0,94	1,5	1,5	0,038	1,5
10	TUG	127	700	5,51	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,022	1,5
11	TUG	127	700	5,51	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,021	1,5
12	TUG	127	900	7,09	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,046	2,5
13	TUE	127	1010	7,95	6	0,57	0,94	2,5	1,5	0,024	1,5
14	TUE	127	1010	7,95	6	0,57	0,94	2,5	1,5	0,023	1,5
15	TUE	127	200	1,57	6	0,57	0,94	2,5	1,5	0,012	1,5
16	TUE	220	2600	11,82	4	0,65	0,94	2,5	2,5	0,009	1,5
17	TUE	127	200	1,57	6	0,57	0,94	2,5	1,5	0,011	1,5
18	TUE	127	500	3,94	6	0,57	0,94	2,5	1,5	0,012	1,5
19	Iluminação	127	100	0,79	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,046	1,5
20	Aclaramento	127	1200	9,45	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,037	2,5
21	Aclaramento	127	1200	9,45	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,038	2,5
22	Aclaramento	127	850	6,69	4	0,65	0,94	2,5	1,5	0,046	2,5

## Definição das Seções dos Condutores

Condutores CD Serviço							
Número do circuito	Tensão (V)	Seção mínima (NBR5410) (mm <sup>2</sup> )	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Seção queda tensão < 4% (mm <sup>2</sup> )	Seção fase adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção neutro adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção proteção adotada (mm <sup>2</sup> )
1	127	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
2	127	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
3	127	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
4	127	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
5	127	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
6	127	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
7	127	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
8	127	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
9	127	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
10	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
11	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
12	127	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
13	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
14	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
15	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
16	220	2,5	2,5	1,5	4,0	4,0	4,0
17	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
18	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
19	127	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
20	127	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
21	127	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
22	127	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5

## Disjuntores

Disjuntores CD Serviço										
Número do circuito	io (V)	Seção adotada (mm <sup>2</sup> )	Corrente Projeto (A) - Ib	Capacidade corrente (A)	Disjuntor adotado	Fases de alimentação	Potência Fase R (VA)	Potência Fase S (VA)	Potência Fase T (VA)	Recebe DR?
1	127	2,5	7,87	12,9	1x10	R	1000,0	0,0	0,0	Sim
2	127	2,5	6,61	14,7	1x13	S	0,0	840,0	0,0	Não
3	127	2,5	7,56	14,7	1x13	T	0,0	0,0	960,0	Sim
4	127	2,5	4,25	14,7	1x10	R	540,0	0,0	0,0	Sim
5	127	2,5	7,56	15,8	1x13	T	0,0	0,0	960,0	Sim
6	127	2,5	6,14	15,8	1x10	S	0,0	780,0	0,0	Sim
7	127	2,5	5,67	15,8	1x10	T	0,0	0,0	720,0	Não
8	127	2,5	6,61	15,8	1x10	T	0,0	0,0	840,0	Não
9	127	2,5	5,67	15,8	1x10	S	0,0	720,0	0,0	Não
10	127	2,5	5,51	14,7	1x10	R	700,0	0,0	0,0	Sim
11	127	2,5	5,51	14,7	1x10	S	0,0	700,0	0,0	Sim
12	127	2,5	7,09	14,7	1x10	T	0,0	0,0	900,0	Não
13	127	2,5	7,95	12,9	1x10	R	1010,0	0,0	0,0	Sim
14	127	2,5	7,95	12,9	1x10	S	0,0	1010,0	0,0	Sim
15	127	2,5	1,57	12,9	1x10	T	0,0	0,0	200,0	Sim
16	220	4,0	11,82	19,6	2x16	R+S	1300,0	1300,0	0,0	Não
17	127	2,5	1,57	12,9	1x10	R	200,0	0,0	0,0	Não
18	127	2,5	3,94	12,9	1x10	T	0,0	0,0	500,0	Não
19	127	2,5	0,79	14,7	1x10	S	0,0	100,0	0,0	Sim
20	127	2,5	9,45	14,7	1x13	T	0,0	0,0	1200,0	Não
21	127	2,5	9,45	14,7	1x13	R	1200,0	0,0	0,0	Não
22	127	2,5	6,69	14,7	1x10	S	0,0	850,0	0,0	Não

### Definição de Dispositivo DR

Adotou-se DR de mesma corrente nominal do disjuntor geral do apartamento, visto que a corrente de operação em condições normais incidente sobre o DR nunca superará a corrente incidente no disjuntor geral considerando que o DR está à jusante do disjuntor geral.

DR CD Serviço	
Disjuntor Geral	3x32A
<b>DR adotado</b>	<b>4x40A 30mA</b>

## Dimensionamento de Proteções Mecânicas

Adotou-se o uso de eletroduto flexível reforçado para instalações embutidas em concreto e colunas em alvenaria dos circuitos terminais. A partir disso, foram determinadas as dimensões das proteções mecânicas. Apenas os trechos críticos foram dimensionados, adotando certo DN para o restante da instalação conforme os resultados encontrados para estes. Para as áreas condominiais internas alimentadas pelo CD de serviço, será utilizado apenas eletroduto flexível reforçado DN32. Eletrodutos aparentes serão em PVC rígido classe B.

Proteções Mecânicas Condominiais									
Trecho	Quantidade de condutores					Área ocupada condutores (mm <sup>2</sup> )	Área necessária (mm <sup>2</sup> )	DN mínimo necessário	DN adotado
	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>				
CD Serviço - Shaft Térreo	0	7	0	0	0	75,3	188,2	3/4"	1"
Sala quadros - Sala bombas	0	6	4	0	0	119,9	299,8	1"	1"
Hall serviço até hall	0	7	2	0	0	103,0	257,4	1"	1"
Alimentação CP até shaft	0	7	2	0	0	103,0	257,4	1"	1"
CD Serviço - Acesso sul	0	9	0	0	0	96,8	241,9	3/4"	1"
CD - Postes (1kV)	0	13	0	0	0	320,2	800,5	1 1/4"	1 1/4"*
Poste 1 - Demais pontos	0	6	0	0	0	147,8	369,5	1"	1"*

\*Eletrodutos enterrados, PVC rígido classe B protegendo cabos de isolamento 0,6/1 kV

Dados para Dimensionamento							
Ocupação de cabos - Isolação PVC		Ocupação de cabos - Isolação PVC - 0,6/1 kV		Eletroduto flexível reforçado (laranja)			
m <sup>2</sup> )	D externo	A (mm <sup>2</sup> )	D externo	DN	DN polegadas	DI (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
1,5	3	1,5	5,1	20	1/2"	14,0	153,94
2,5	3,7	2,5	5,6	25	3/4"	18,0	254,47
4	4,2	4	6,6	32	1"	24,0	452,39
6	4,8	6	7,2	Eletroduto PVC Rígido			
10	5,9	10	8,2	DN	DN polegadas	DI (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
16	6,9	16	9,4	20	1/2"	16,1	203,58
25	8,8	25	11,1	25	3/4"	21,0	346,36
				32	1"	26,8	564,10
				40	1 1/4"	35,0	962,11

## Circuitos do CD Emergência

Para o CD de Emergência foi definida a utilização de cabos com isolamento PVC/70°C, isolamento de 450/750 V e encordoamento classe IV. Para circuitos distribuídos em eletrodutos embutidos, define-se a referência B1. Além disso, os circuitos terminais do CD de emergência possuem 3 condutores carregados, duas fases e um neutro. Por fim, considerou-se temperatura ambiente de 35°C, gerando coeficiente de correção de capacidade de carga igual a 0,94. Dessa forma, têm-se:

## Capacidade de corrente de condutores

**Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D**

**Condutores: cobre e alumínio**

**Isolação: PVC**

**Temperatura no condutor: 70°C**

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

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	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

## Métodos de Dimensionamento dos Condutores

Condutores Emergência											
Número do circuito		Potência (VA)	Corrente Projeto (A) - Ib	N máx circuitos / eletroduto	Fator de correção agrupamento	Fator de correção temperatura	Seção mínima (NBR5410) (mm <sup>2</sup> )	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Comprimento circuito (km)	Seção queda tensão < 2% (mm <sup>2</sup> )	
1	Tomada	380	15800	41,58	1	0,94	2,5	10	0,048	10,0	
2	Tomada	380	5800	15,26	1	0,94	2,5	1,5	0,011	1,5	

## Definição das Seções dos Condutores

Condutores CD Emergência							
Número do circuito	Tensão (V)	Seção mínima (NBR5410) (mm <sup>2</sup> )	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Seção queda tensão < 2% (mm <sup>2</sup> )	Seção fase adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção neutro adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção proteção adotada (mm <sup>2</sup> )
1	380	2,5	10	10,0	16,0	16,0	16,0
2	380	2,5	1,5	1,5	4,0	4,0	4,0

## Disjuntores

Disjuntores CD Emergência										
Número do circuito	Tensão (V)	Seção adotada (mm <sup>2</sup> )	Corrente Projeto (A) - Ib	Capacidade corrente (A)	Disjuntor adotado	Fases de alimentação	Potência Fase R (VA)	Potência Fase S (VA)	Potência Fase T (VA)	Recebe DR?
1	380	16,0	41,58	63,9	3x50	R+S+T	5266,7	5266,7	5266,7	Não
2	380	4,0	15,26	30,1	3x25	R+S+T	1933,3	1933,3	1933,3	Não

## Alimentadores dos Apartamentos

Para os alimentadores provenientes do painel de medição que serão ligados nos CDs dos apartamentos, foi definida a utilização de cabos com isolamento EPR/90°C, isolamento de 450/750 V e encordoamento classe IV. Para o deslocamento dos medidores até os CDs, os alimentadores trafegarão por eletroduto de PVC rígido classe B aparente, então define-se a referência B1. Além disso, os circuitos terminais do CD de emergência possuem 3 condutores carregados, sendo todas as fases. O neutro não é considerado como condutor carregado devido ao equilíbrio do sistema. Por fim, considerou-se temperatura ambiente de 35°C, gerando coeficiente de correção de capacidade de carga igual a 0,96. Dessa forma, têm-se:



## Capacidade de corrente de condutores

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

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

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

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178

## Métodos de Dimensionamento dos Condutores

Condutores Alimentadores Apartamentos									
Número do apartamento	Tensão (V)	Potência Demandada (VA)	Corrente Projeto (A) - Ib	N máx circuitos / eletroduto	Fator de correção agrupamento	Fator de correção temperatura	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Comprimento circuito (km)	Seção queda tensão < 3% (mm <sup>2</sup> )
301	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,078	25
302	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,076	25
303	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,076	25
304	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,078	25
401	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,084	25
402	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,082	25
403	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,082	25
404	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,084	25
501	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,090	25
502	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,088	25
503	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,088	25
504	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,090	25
601	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,096	25
602	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,094	25
603	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,094	25
604	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,096	25
701	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,102	25
702	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,100	25
703	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,100	25
704	380	21087	55,49	2	0,8	0,96	16	0,102	25

## Definição das Seções dos Condutores

<b>Condutores Alimentação Apartamentos</b>						
Número do apartamento	Tensão (V)	Seção calculada capacidade corrente (mm <sup>2</sup> )	Seção queda tensão < 3% (mm <sup>2</sup> )	Seção fase adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção neutro adotada (mm <sup>2</sup> )	Seção proteção adotada (mm <sup>2</sup> )
301	380	16	25	25	25	25
302	380	16	25	25	25	25
303	380	16	25	25	25	25
304	380	16	25	25	25	25
401	380	16	25	25	25	25
402	380	16	25	25	25	25
403	380	16	25	25	25	25
404	380	16	25	25	25	25
501	380	16	25	25	25	25
502	380	16	25	25	25	25
503	380	16	25	25	25	25
504	380	16	25	25	25	25
601	380	16	25	25	25	25
602	380	16	25	25	25	25
603	380	16	25	25	25	25
604	380	16	25	25	25	25
701	380	16	25	25	25	25
702	380	16	25	25	25	25
703	380	16	25	25	25	25
704	380	16	25	25	25	25

## Disjuntores

Disjuntores Alimentadores Apartamentos									
Número do apartamento	Tensão (V)	Seção adotada (mm <sup>2</sup> )	Corrente Projeto (A) - Ib	Capacidade corrente (A)	Disjuntor adotado	Fases de alimentação	Potência Fase R (VA)	Potência Fase S (VA)	Potência Fase T (VA)
301	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
302	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
303	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
304	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
401	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
402	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
403	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
404	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
501	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
502	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
503	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
504	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
601	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
602	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
603	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
604	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
701	380	25	55,49	89,9	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
702	380	25	55,49	89,86	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
703	380	25	55,49	89,86	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0
704	380	25	55	90	3x63A	R+S+T	7029,0	7029,0	7029,0

## Dimensionamento de Proteções Mecânicas

Proteções Mecânicas Alimentadores Apartamentos					
Trecho	Quantidade de condutores	Área ocupada condutores (mm <sup>2</sup> )	Área necessária (mm <sup>2</sup> )	DN mínimo necessário	DN adotado
	25 mm <sup>2</sup>				
Grupo de 2 apartamentos (Coluna)	10	817,1	2042,8	2"	2"
Individual apartamento (Distribuição no pavimento)	5	408,6	1021,4	1 1/4"	1 1/4"

<b>Dados para Dimensionamento</b>					
Ocupação de cabos - Isolação EPR		Eletroduto Rígido PVC Classe B			
(mm <sup>2</sup> )	D externo (mm)	DN	DN polegadas	DI (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
1,5	3,8	16	3/8"	13,1	134,78
2,5	4,3	20	1/2"	17,5	240,53
4	4,9	25	3/4"	21,6	366,44
6	6,0	32	1"	27,8	606,99
10	7,6	40	1 1/4"	36,4	1040,62
16	8,7	50	1 1/2"	41,8	1372,28
25	10,2	60	2"	53,2	2222,87
35	11,0				
50	12,0				
70	14,2				

## **APÊNDICE C – Levantamento de Quantitativos e Orçamentação**

Visando estimar o custo de investimento da implantação do projeto de instalações elétricas elaborado, foi realizado levantamento de quantitativos e orçamento dos principais serviços a executar. Para tal, foi utilizada a fonte de dados do SINAPI (Sistema nacional de pesquisa de custos e índices), atualizada mensalmente para cada um dos estados brasileiros pela Caixa Econômica Federal mensalmente. A publicação de setembro de 2022 para o estado do Rio Grande do Sul serviu como referência para os valores.

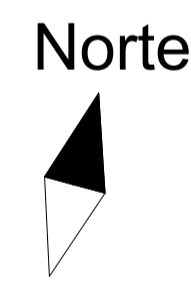
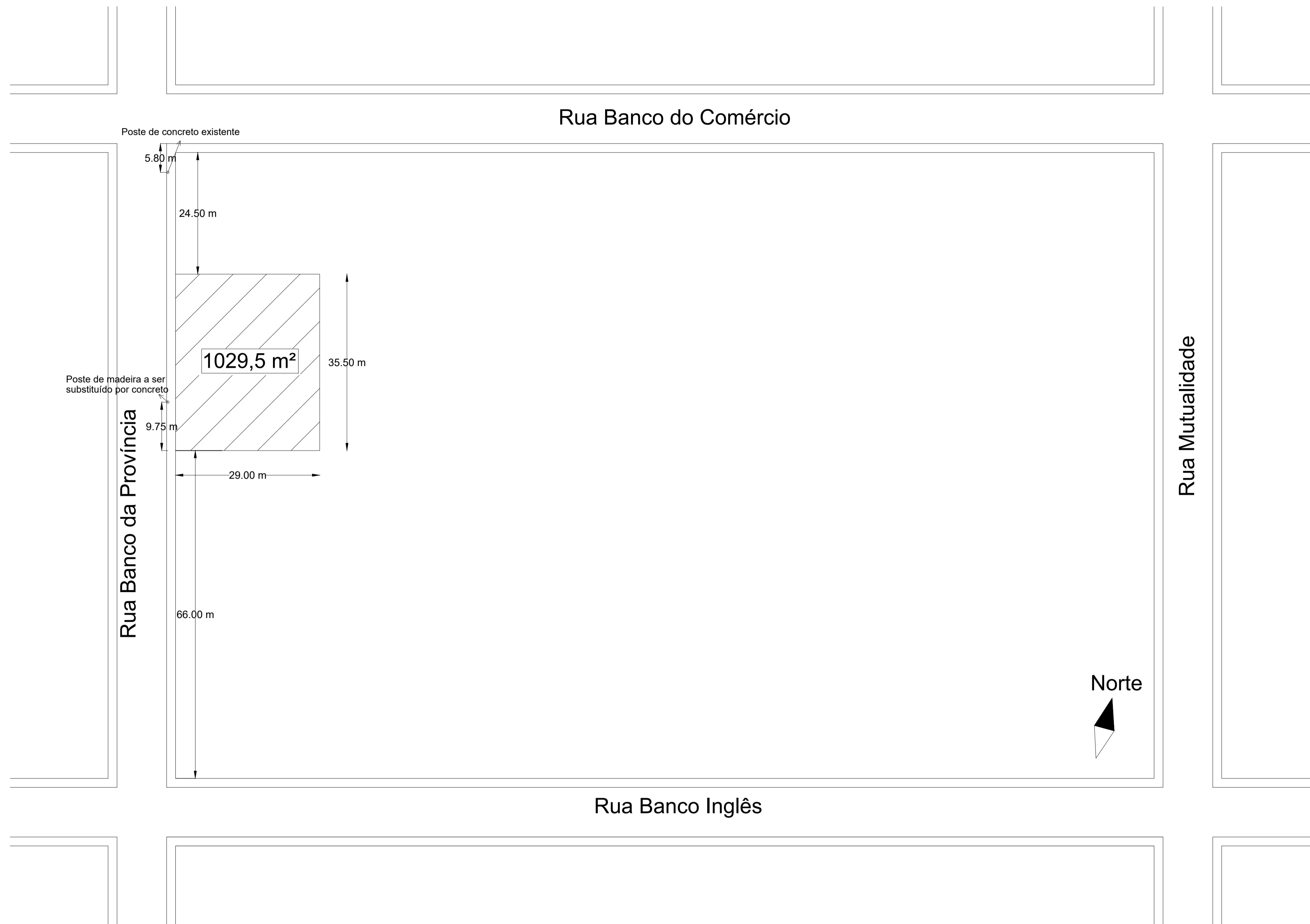
Orçamento Material e Mão de Obra Instalações Elétricas (SINAPI 15/09/2022)						
Item	Composição SINAPI	Descrição	Unidade	Unitário Total	Quantidade	Preço Total Geral (R\$)
<b>1</b>	-	<b>DISJUNTORES DIN</b>	-		-	<b>R\$ 17.103,34</b>
1.1	93653	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 11,26	76	R\$ 855,76
1.2	93654	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 16A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 11,84	105	R\$ 1.243,20
1.3	93660	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 54,12	100	R\$ 5.412,00
1.4	93661	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 16A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 55,28	21	R\$ 1.160,88
1.5	93662	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 20A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 57,71	20	R\$ 1.154,20
1.6	93665	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 40A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 64,27	40	R\$ 2.570,80
1.7	93670	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 25A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 73,24	1	R\$ 73,24
1.8	93671	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 32A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 77,59	2	R\$ 155,18
1.9	93673	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 50A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 92,86	1	R\$ 92,86
1.10	Composição Criada	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 63A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$ 104,41	42	R\$ 4.385,22
<b>2</b>	-	<b>DISJUNTORES CAIXA MOLDADA</b>	-		-	<b>R\$ 606,76</b>
2.1	101896	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE 200A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 606,76	1	R\$ 606,76
<b>3</b>	-	<b>DISPOSITIVOS DR</b>	-		-	<b>R\$ 4.089,79</b>
3.1	Composição Criada	DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA, CORRENTE DE 40 A, TIPO AC	UN	181,99	1	R\$ 181,99
3.2	Composição Criada	DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA, CORRENTE DE 63 A, TIPO AC	UN	195,39	20	R\$ 3.907,80
<b>4</b>	-	<b>CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO E CAIXAS DE PASSAGEM</b>	-		-	<b>R\$ 53.615,55</b>
4.1	101881	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO, DE EMBUTIR, COM BARRAMENTO TRIFÁSICO, PARA 40 DISJUNTORES DIN 100A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 1.121,36	21	R\$ 23.548,56
4.2	101878	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO, DE SOBREPOR, COM BARRAMENTO TRIFÁSICO, PARA 18 DISJUNTORES DIN 100A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	R\$ 636,19	1	R\$ 636,19
4.3	100557	CAIXA DE PASSAGEM PARA TELEFONE 80X80X15CM (SOBREPOR) FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_11/2019	UN	R\$ 560,19	13	R\$ 7.282,47
4.4	Composição Criada	CAIXA DE PASSAGEM METALICA DE SOBREPOR COM TAMPA PARAFUSADA, DIMENSOES 60 X 60 X 20 CM	UN	R\$ 294,65	2	R\$ 589,30
4.5	Composição Criada	CAIXA DE PASSAGEM METALICA DE SOBREPOR COM TAMPA PARAFUSADA, DIMENSOES 40 X 40 X 15 CM	UN	R\$ 171,64	1	R\$ 171,64
4.6	Composição Criada	CAIXA DE PASSAGEM METALICA DE SOBREPOR COM TAMPA PARAFUSADA, DIMENSOES 30 X 30 X 10 CM	UN	R\$ 124,99	2	R\$ 249,98
4.7	Composição Criada	CAIXA DE PASSAGEM METALICA DE SOBREPOR COM TAMPA PARAFUSADA, DIMENSOES 20 X 20 X 10 CM	UN	R\$ 87,25	5	R\$ 436,25
4.8	97888	CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,6X0,6X0,6 M. AF_12/2020	UN	R\$ 476,32	3	R\$ 1.428,96
4.9	100557	CAIXA DE PASSAGEM PARA TELEFONE 80X80X15CM (SOBREPOR) FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_11/2019	UN	R\$ 560,19	1	R\$ 560,19
4.10	91940	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" MÉDIA (1,30 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 15,01	981	R\$ 14.724,81
4.12	91936	CAIXA OCTOGONAL 4" X 4", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 14,24	280	R\$ 3.987,20
<b>5</b>	-	<b>ACABAMENTOS ELÉTRICOS</b>	-		-	<b>R\$ 90.134,63</b>
5.1	91996	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 30,89	299	R\$ 9.236,11
5.2	92004	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 51,01	140	R\$ 7.141,40
5.3	91953	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 25,98	108	R\$ 2.805,84

Orçamento Material e Mão de Obra Instalações Elétricas (SINAPI 15/09/2022)						
Item	Composição SINAPI	Descrição	Unidade	Unitário Total	Quantidade	Preço Total Geral (R\$)
5.4	91955	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 32,14	40	R\$ 1.285,60
5.5	91997	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 33,30	160	R\$ 5.328,00
5.6	91945	SUPORTE PARAFUSADO COM PLACA DE ENCAIXE 4" X 2" ALTO (2,00 M DO PISO) PARA PONTO ELÉTRICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 9,38	40	R\$ 375,20
5.7	91959	INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 41,24	20	R\$ 824,80
5.8	91985	INTERRUPTOR PULSADOR CAMPAINHA (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2017	UN	R\$ 24,75	20	R\$ 495,00
5.9	91987	CAMPAINHA CIGARRA (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2017	UN	R\$ 44,57	20	R\$ 891,40
5.10	92029	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 52,26	40	R\$ 2.090,40
5.11	97598	SENSOR DE PRESENÇA SEM FOTOCÉLULA, FIXAÇÃO EM TETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	R\$ 69,66	48	R\$ 3.343,68
5.12	97595	SENSOR DE PRESENÇA COM FOTOCÉLULA, FIXAÇÃO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	R\$ 107,08	3	R\$ 321,24
5.13	92023	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	R\$ 46,10	5	R\$ 230,50
5.14	100619	POSTE DECORATIVO PARA JARDIM EM AÇO TUBULAR, H = *2,5* M, SEM LUMINÁRIA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2019	UN	R\$ 708,58	5	R\$ 3.542,90
5.15	12366	POSTE DE CONCRETO ARMADO DE SECAO CIRCULAR, EXTENSAO DE 10,00 M, RESISTENCIA	UN	R\$ 1.447,45	1	R\$ 1.447,45
5.16	100578	ASSENTAMENTO DE POSTE DE CONCRETO COM COMPRIMENTO NOMINAL DE 9 M, CARGA NOMINAL MENOR OU IGUAL A 1000 DAN, ENGASTAMENTO SIMPLES COM 1,5 M DE SOLO (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2019	UN	R\$ 449,35	1	R\$ 449,35
5.17	97586	LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS TUBULARES FLUORESCENTES DE 36 W, COM REATOR DE PARTIDA RÁPIDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	R\$ 167,53	43	R\$ 7.203,79
5.18	103782	LUMINÁRIA TIPO PLAFON CIRCULAR, DE SOBREPOR, COM LED DE 12/13 W - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_03/2022	UN	R\$ 36,34	13	R\$ 472,42
5.19	97593	LUMINÁRIA TIPO SPOT, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA FLUORESCENTE DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	R\$ 149,91	224	R\$ 33.579,84
5.20	97607	LUMINÁRIA ARANDELA TIPO TARTARUGA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA LED DE 6 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	R\$ 116,64	14	R\$ 1.632,96
5.21	97606	LUMINÁRIA ARANDELA TIPO MEIA LUA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA FLUORESCENTE DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	R\$ 103,34	55	R\$ 5.683,70
5.22	97599	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA, COM 30 LÂMPADAS LED DE 2 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	R\$ 26,97	65	R\$ 1.753,05
6	-	<b>CONDUTORES</b>	-	-	-	<b>R\$ 227.483,20</b>
6.1	91924	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 2,71	3792,6	R\$ 10.277,95
6.2	91926	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 3,93	12705,1	R\$ 49.931,04
6.3	91928	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 6,39	1067,48	R\$ 6.821,20
6.4	91932	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 14,38	679,2	R\$ 9.766,90
6.5	91934	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 16 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 21,98	178,1	R\$ 3.914,64
6.6	91927	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 5,15	340,12	R\$ 1.751,62
6.7	Composição Criada	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 25 MM², ISOLAÇÃO EPR, ANTI-CHAMA 450/750 KV, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	R\$ 27,85	4437,50	R\$ 123.582,60
6.8	Composição Criada	CABO DE COBRE ISOLADO, 25 MM² ENCORDOAMENTO CLASSE 2, ISOLAÇÃO EPR, ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV - DISTRIBUIÇÃO.	M	R\$ 29,66	24,00	R\$ 711,92
6.9	Composição Criada	CABO DE COBRE ISOLADO, 35 MM² ENCORDOAMENTO CLASSE 2, ISOLAÇÃO EPR, ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV - DISTRIBUIÇÃO.	M	R\$ 39,69	23,20	R\$ 920,84
6.10	Composição Criada	CABO DE COBRE ISOLADO, 50 MM² ENCORDOAMENTO CLASSE 2, ISOLAÇÃO EPR, ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV - DISTRIBUIÇÃO.	M	R\$ 54,54	34,80	R\$ 1.897,91
6.11	Composição Criada	CABO DE COBRE ISOLADO, 70 MM² ENCORDOAMENTO CLASSE 2, ISOLAÇÃO EPR, ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV - DISTRIBUIÇÃO.	M	R\$ 74,25	4,20	R\$ 311,86
6.12	Composição Criada	CABO DE COBRE ISOLADO, 120 MM² ENCORDOAMENTO CLASSE 2, ISOLAÇÃO EPR, ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV - DISTRIBUIÇÃO.	M	R\$ 125,86	139,80	R\$ 17.594,74
7	-	<b>ELETRODUTOS</b>	-	-	-	<b>R\$ 56.763,57</b>
7.1	91845	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 9,00	3344,4	R\$ 30.099,60
7.2	91847	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, PVC, DN 32 MM (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 14,50	507,59	R\$ 7.360,06
7.3	91850	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PEAD, DN 40 MM (1 1/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 13,83	8,92	R\$ 123,36
7.4	91864	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 32 MM (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 16,67	145,96	R\$ 2.433,15
7.5	91865	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 40 MM (1 1/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	R\$ 20,91	343,83	R\$ 7.189,49
7.6	Composição Criada	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 50 MM (1 1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	R\$ 23,29	9	R\$ 209,59
7.7	Composição Criada	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 60 MM (2"), PARA DISTRIBUIÇÃO, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	R\$ 30,34	280	R\$ 8.493,84
7.8	93010	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 75 MM (2 1/2"), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M	R\$ 40,69	21	R\$ 854,49
<b>TOTAL ORÇADO PARA MATERIAL E MÃO DE OBRA</b>						<b>R\$ 449.796,84</b>

**APÊNDICE D – Solução Gráfica**



# Planta de Situação



Esc. 1/1000

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
R00	EMISSÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR  
**EDIFÍCIO VISTA DO MAR**

PROPRIETÁRIO: Incorporadora UFRGS

PROJETO: Gabriel Andrighetto Teixeira – Estudante UFRGS

EXECUÇÃO:

PLANTA DE SITUAÇÃO

DATA: 25/09/2022

PROJETISTA: Gabriel Teixeira

ESCALA: 1/1000

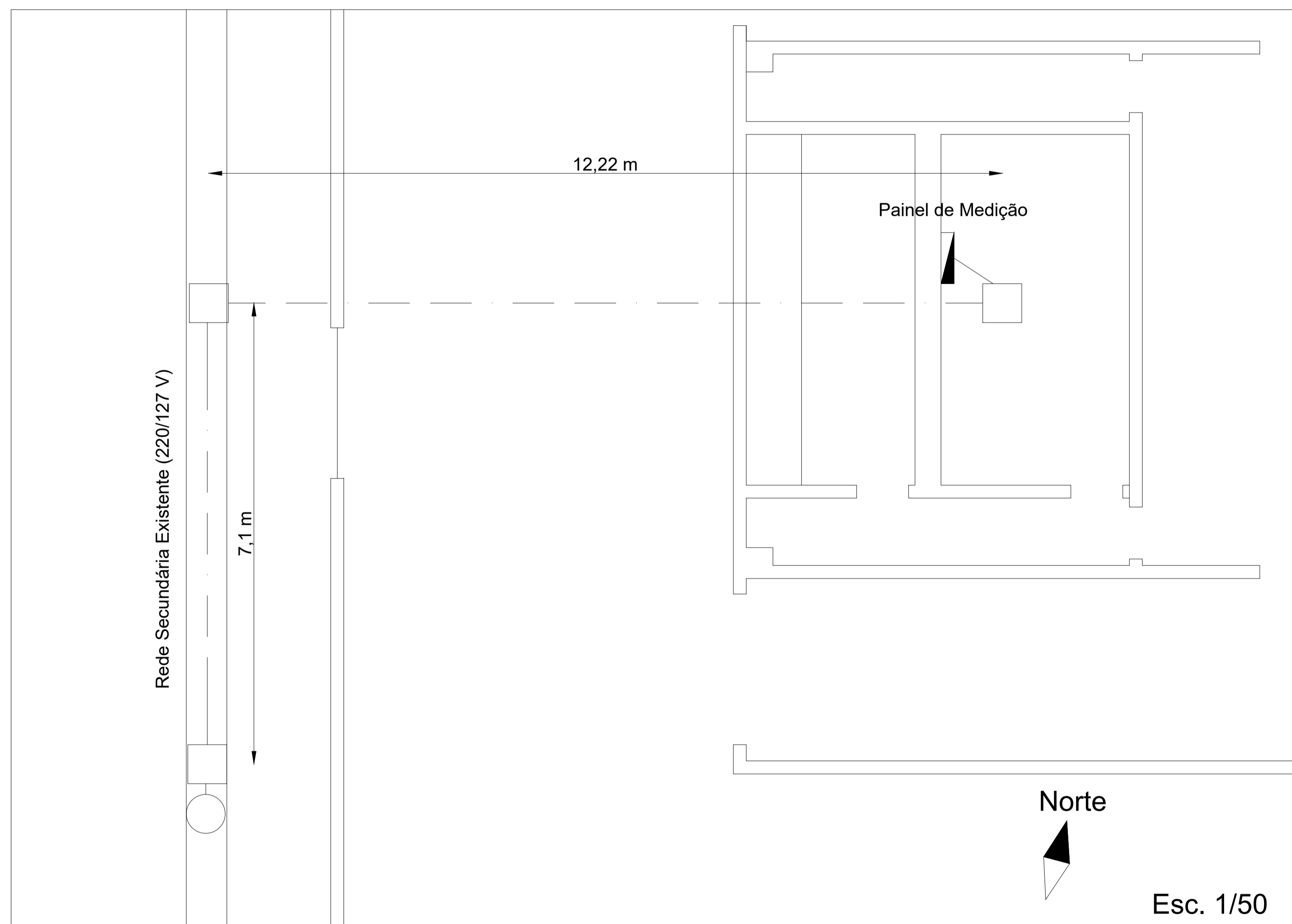
ARQUIVO ELETRÔNICO: VMR-ELE-01-R00

Nº DA REVISÃO: R00

NÚMERO DA PRANCHA: 01/R00

A. TEIXEIRA – SOLUÇÕES EM ENGENHARIA  
 Rua fictícia, 165 – Porto Alegre/ RS – F.(054) 99998.0461  
 e-mail: goteixeira98@gmail.com

# Planta de Localização



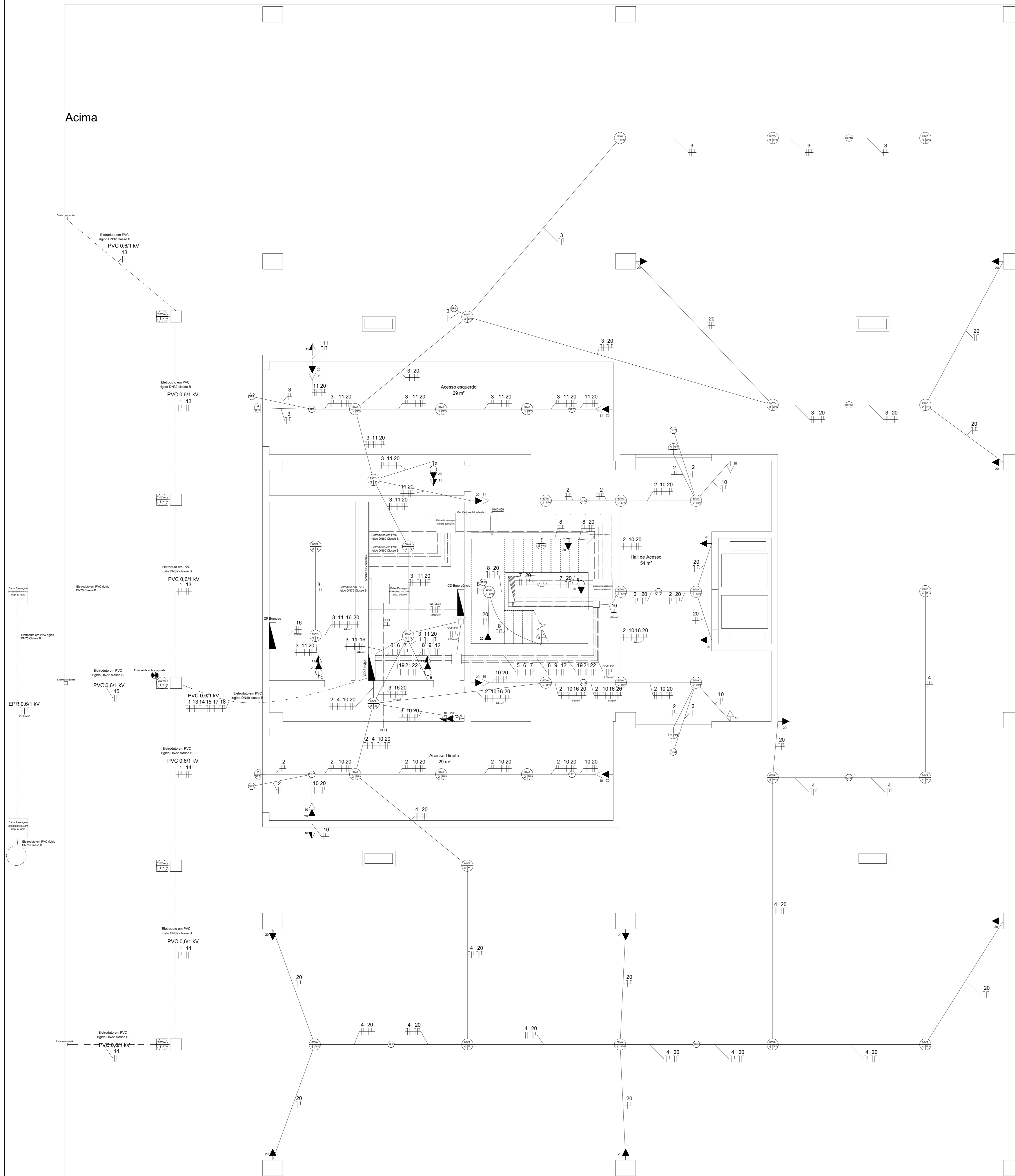
REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
R00	EMISSÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EDIFÍCIO VISTA DO MAR

PROPRIETÁRIO:	Incorporadora UFRGS	DATA:	25/09/2022
PROJETO:	Gabriel Andrighetto Teixeira - Estudante UFRGS	PROJETISTA:	Gabriel Teixeira
EXECUÇÃO:		ESCALA:	1/50
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO		ARQUIVO ELETRÔNICO:	VMR-ELE-02-R00
		Nº DA REVISÃO:	R00

 A. TEIXEIRA - SOLUÇÕES EM ENGENHARIA Rua fictícia, 165 - Porto Alegre/ RS - F.(054) 99998.0461 e-mail: gateixeiro98@gmail.com	NÚMERO DA PRANCHA: 02/R00
---	------------------------------

# Pavimento Térreo



Escala 1:50

Circuito	Tensão (V)	Potência (VA)	Fases			Corrente (A)	Disjuntor (A)	Dispositivo DR	Condutor (mm²)			Localização do Circuito
			R	S	T				F	N	T	
1	127	1000	0	0	7,67	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Iluminação postes externos	
2	127	840	0	840	6,61	1x13	-	2,5	2,5	2,5	Iluminação térreo interno centro e sul	
3	127	960	0	960	7,56	1x13	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Iluminação térreo serviço + Térreo norte interno e externo	
4	127	540	0	540	4,25	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Iluminação térreo externo sul	
5	127	960	0	960	7,56	1x13	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Iluminação 2º Pavimento sul	
6	127	780	0	780	6,14	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Iluminação 2º Pavimento centro e norte	
7	127	720	0	720	5,67	1x10	-	2,5	2,5	2,5	Iluminação shufi escadaria + hall 8º e 9º Pav.	
8	127	840	0	840	6,61	1x10	-	2,5	2,5	2,5	Iluminação escadaria e Hall do térreo até 4º pav.	
9	127	720	0	720	5,67	1x10	-	2,5	2,5	2,5	Iluminação escadaria e Hall do 5º ao 7º pav.	
10	127	700	0	0	5,51	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Tomada térreo Sul	
11	127	700	0	0	5,51	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Tomada térreo norte	
12	127	900	0	0	7,09	1x10	-	2,5	2,5	2,5	Tomadas 2º ao 9º pav.	
13	127	1010	0	0	7,95	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Portão veículos norte - 0,5 CV	
14	127	1010	0	0	7,95	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Portão veículos sul - 0,5 CV	
15	127	200	0	0	1,57	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Portão de pedestres	
16	230	2600	1300	1300	11,82	3x16	-	4	4	4	Quadro de bombas	
17	127	200	0	0	1,57	1x10	-	2,5	2,5	2,5	Cerca elétrica	
18	127	500	0	0	3,94	1x10	-	2,5	2,5	2,5	CTV	
19	127	100	0	0	0,79	1x10	Genral 4x40A 30mA	2,5	2,5	2,5	Balzador síncro	
20	127	1200	0	0	9,45	1x13	-	2,5	2,5	2,5	Iluminação de emergência térreo	
21	127	1200	0	0	9,45	1x13	-	2,5	2,5	2,5	Iluminação de emergência 2º pavimento	
22	127	850	0	0	6,69	1x10	-	2,5	2,5	2,5	Iluminação de emergência 2º ao 9º pav.	
Genl	380	8008,1	5950	6300	6280	21,07	3x32	-	-	-	Disjuntor de manobra localizado no CD de Serviço	
Carga		18530	5950	6300	6280	21,07	3x32	-	3x10	10	10	Disjuntor localizado junto ao medidor. Alimentação medidor em CD de Serviço
Demanda		8008,1	Equilíbrio %	5,88								

Circuito	Tensão (V)	Potência (VA)	Fases			Corrente (A)	Disjuntor (A)	Dispositivo DR	Condutor (mm²)			Localização do Circuito
			R	S	T				F	N	T	
1	380	15800	5267	5267	5267	41,58	3x50	-	3x16	16	16	Quadro do Elevador
2	380	5800	1933	1933	1933	15,26	3x25	-	3x4	4	4	Bomba Incêndio
Genl	380	17280	7200	7200	7200	46,47	3x63	-	-	-	-	Disjuntor de manobra localizado no CD de Emergência
Carga		21600	14400	14400	14400	46,47	3x63	-	3x16	16	16	Disjuntor localizado junto ao medidor. Alimentação medidor no CD de Emergência
Demanda		17280	Equilíbrio %	0,00								

## LEGENDA

	Tomada 2P+T baixa (0,3 m)
	Tomada 2P+T média (1,1 m)
	Tomada 2P+T alta (2,1 m)
	Luminária fixa em laje (potência prevista/Circuito/Interruptor)
	Arandela fixa em parede (h = 2,2 m) (potência prevista/Circuito)
	Eletroduto PVC flexível rosçável aparente
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em concreto
	Eletroduto PVC rígido rosçável enterrado
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em alvenaria
	Sensor de Presença
	Interruptor simples
	Relé fotocélula 127 V (circuito/luminária)
	Luminária em poste (potência/circuito/interruptor)
	Caixa de passagem metálica (ver coluna montante)
	CD - Centro de distribuição metálico

### Notas:

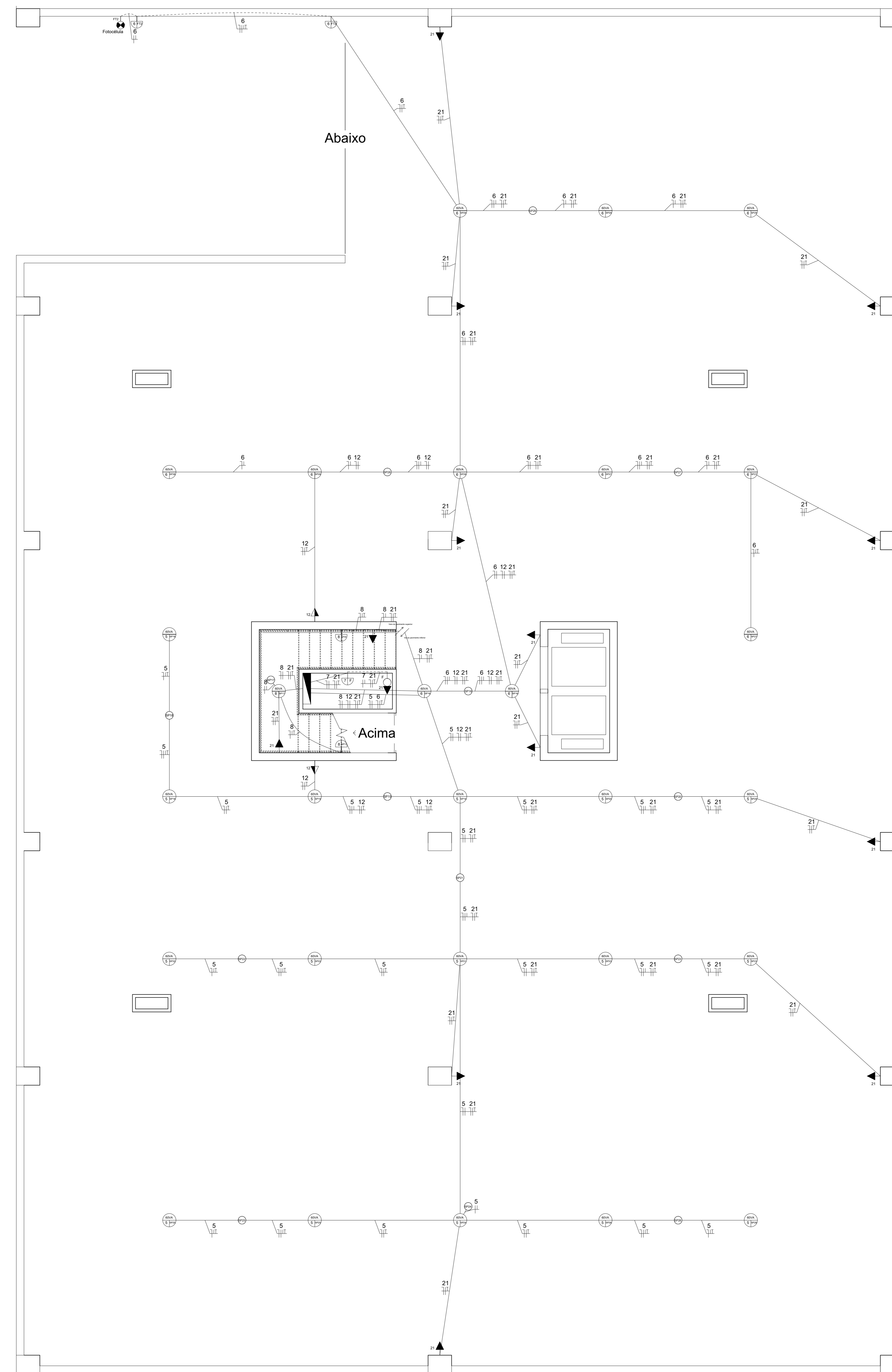
- I - Condutores cuja seção não esteja especificada em desenho possuirão seção de 2,5 mm²;
- II - Eletrodutos embutidos concreto terão DN32;
- III - Eletrodutos aparentes e enterrados serão em PVC rígido rosçável classe B;
- IV - Eletrodutos embutidos serão em PVC flexível reforçado (laranja);
- V - Alimentadores serão em EPR 450/750 V;
- VI - Circuitos terminais serão em PVC 450/750 V;
- VII - Circuitos enterrados possuem isolamento de 0,6/1 kV;

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
R00	EMISSÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR		EDIFÍCIO VISTA DO MAR	
PROPRIETÁRIO:	Incorporadora UFRGS	DATA:	25/09/2022
PROJETO:	Gabriel Antognetto Teixeira	PROJETA:	Gabriel Teixeira
EXECUÇÃO:		ESCALA:	1/50
		TIPO DE PROJETO:	VMR-ELE-03-R00
		1ª DE REVISÃO:	R00

A. TEIXEIRA - SOLUÇÕES EM ENGENHARIA	NÚMERO DA FRANCA:
03/R00	

# 2º Pavimento



Escala 1:50

## LEGENDA

	Tomada 2P+T baixa (0,3 m)
	Tomada 2P+T média (1,1 m)
	Tomada 2P+T alta (2,1 m)
	Luminária fixa em tecto (potência prevista/Circuito/Interruptor)
	Arandela fixa em parede (h = 2,2 m) (potência prevista/Circuito)
	Eletroduto PVC rígido rosçável aparente
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em concreto
	Eletroduto PVC rígido rosçável enterrado
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em alvenaria
	Sensor de Presença
	Interruptor simples
	Relé fotocélula 127 V (circuito/luminária)
	Luminária em poste (potência prevista/Circuito/Interruptor)
	Caixa de passagem metálica (ver coluna montante)
	CD - Centro de distribuição metálico

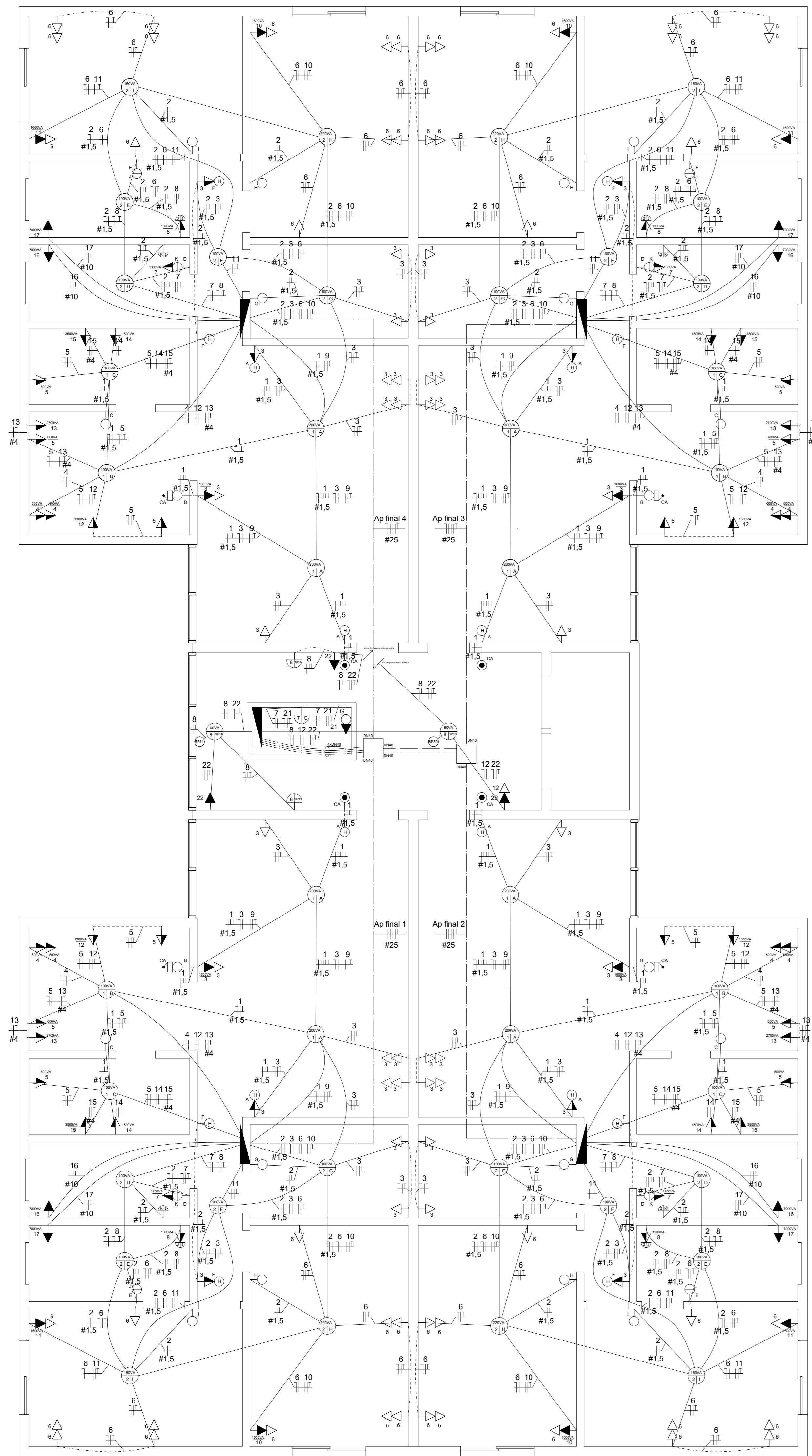
### Notas:

- I - Condutores cuja seção não esteja especificada em desenho possuirão seção de 2,5 mm<sup>2</sup>.
- II - Eletrodutos embutidos concreto terão DN32;
- III - Eletrodutos aparentes e enterrados serão em PVC rígido rosçável classe B;
- IV - Eletrodutos embutidos serão em PVC flexível reforçado (laranja);
- V - Alimentadores serão em EPR 450/750 V;
- VI - Circuitos terminais serão em PVC 450/750 V;
- VII - Circuitos enterrados possuem isolamento de 0,6/1 kV;

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
ROD	EMISSÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

RESIDENCIAL MULTIFAMULAR		DATA:
EDIFÍCIO VISTA DO MAR		25/09/2022
PROPRIETÁRIO:	Incorporadora UFRCS	PROJETISTA:
PROJETO:	Gabriel Anagnetha Teixeira	ENGENHEIRO:
EXECUÇÃO:		1/50
		ARQUIVO ELETRÔNICO:
		VMR-ELE-04-ROD
		Nº DA REVISÃO:
		ROD
		NÚMERO DA FRANQUIA:
		04/ROO

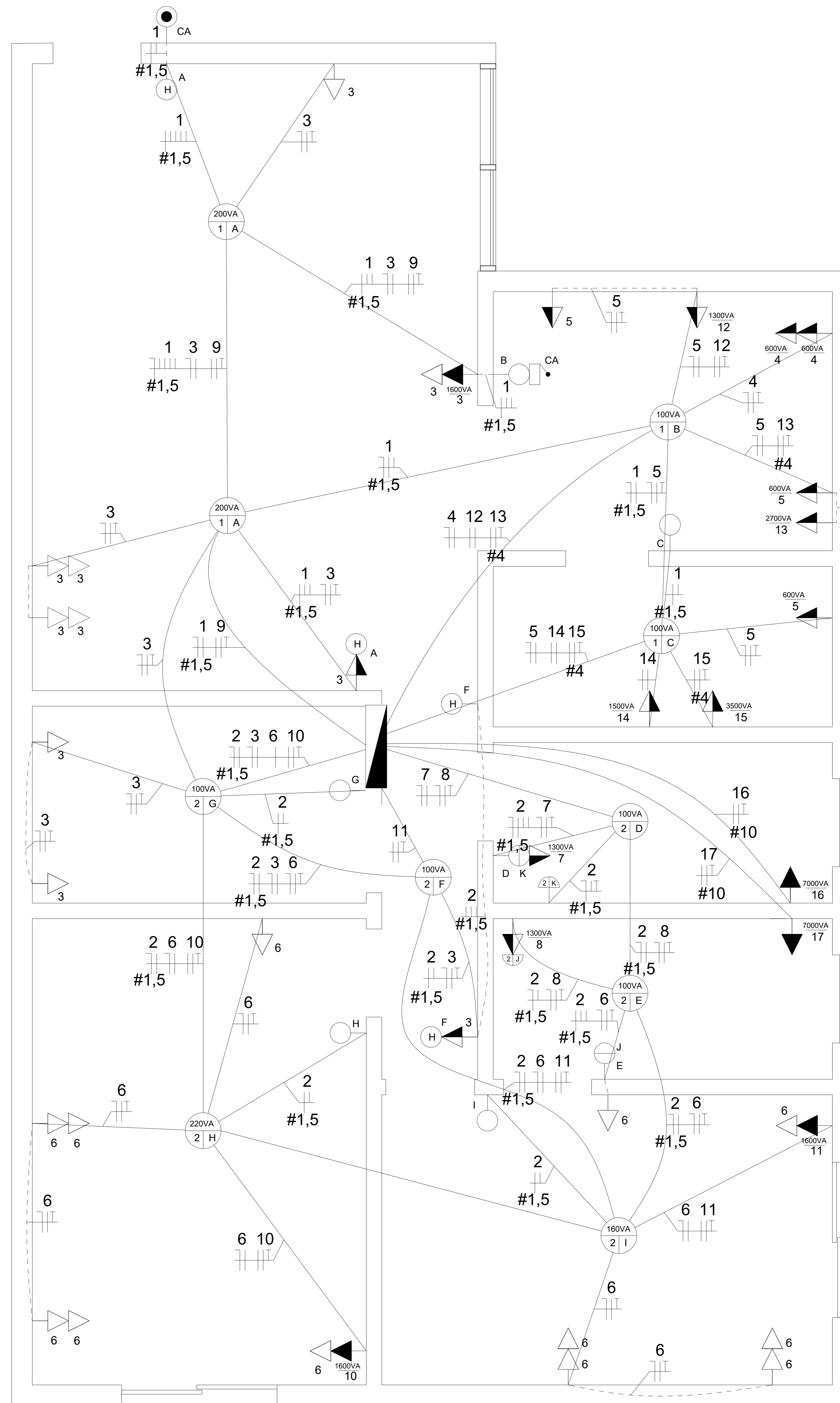
# Pavimento Tipo



Escala 1:50

Quadro de Cargas Ap. Tipo													
Circuito	Tensão (V)	Potência (VA)	n	Fase	S	T	Corrente (A)	Disjuntor (A)	Dispositivo DR	Condutor (mm²)			Localização do Circuito
										F	N	T	
1	127	630	630	0	0	0	4,96	1x10A	Genl 4x43A 30mA	1,5	1,5	1,5	Iluminação sala, cozinha e área de serviço
2	127	930	930	0	0	0	7,32	1x10A	Genl 4x43A 30mA	1,5	1,5	1,5	Iluminação dormitórios, circulação, despensa e sanitários
3	127	1000	1000	0	0	0	7,87	1x10A	-	2,5	2,5	2,5	Sala, despensa e circulação
4	127	1200	1200	0	0	0	9,45	1x13A	Genl 4x43A 30mA	2,5	2,5	2,5	Tudo cozinha
5	127	1300	1300	0	0	0	10,24	1x13A	Genl 4x43A 30mA	2,5	2,5	2,5	TUG Área de serviço e TUGs cozinha
6	127	1200	1200	0	0	0	9,45	1x13A	-	2,5	2,5	2,5	Dormitório e suite
7	127	1300	0	1300	0	0	10,24	1x13A	Genl 4x43A 30mA	2,5	2,5	2,5	Sanitário Social
8	127	1300	0	0	1300	0	10,24	1x13A	Genl 4x43A 30mA	2,5	2,5	2,5	Sanitário Suite
9	220	1600	800	800	0	0	7,27	2x10A	AC Sala de estar	2,5	2,5	2,5	AC Domestica
10	220	1600	800	800	0	0	7,27	2x10A	-	2,5	2,5	2,5	AC Suite
11	220	1600	800	800	0	0	7,27	2x10A	-	2,5	2,5	2,5	Microondas
12	220	1300	650	650	0	0	5,91	2x10A	Genl 4x43A 30mA	2,5	2,5	2,5	Máquina de lavar louças
13	220	2700	0	1350	1350	0	12,27	2x16A	Genl 4x43A 30mA	4	4	4	Máquina de lavar roupas
14	220	1500	750	0	750	0	6,82	2x10A	Genl 4x43A 30mA	2,5	2,5	2,5	Secadora de roupas
15	220	3500	1750	0	1750	0	15,91	2x20A	Genl 4x43A 30mA	4	4	4	Chuveiro social
16	220	7000	0	3500	3500	0	31,82	2x40A	Genl 4x43A 30mA	10	10	10	Chuveiro suite
17	220	7000	0	3500	3500	0	31,82	2x40A	Genl 4x43A 30mA	10	10	10	Disjuntor de manobra localizado no apartamento
Genl	380	21087	11810	12700	12150	0	55,49	3x63A	-	-	-	-	Disjuntor de manobra localizado no apartamento
Carga	36660	11810	12700	12150			55,49	3x63A	-	3x25A	25A	25A	Disjuntor junto ao medidor. Alimentação medidor ao apartamento
Demanda	21087	Equilíbrio %	7,54										

# Detalhamento apto tipo



Escala 1:20

## LEGENDA

	Tomada 2P+T baixa (0,3 m)
	Tomada 2P+T média (1,1 m)
	Tomada 2P+T alta (2,1 m)
	Luminária fixa em laje (potência prevista/Circuito/Interruptor)
	Arandela fixa em parede (h = 2,2 m) (potência prevista/Circuito)
	Eletroduto PVC rígido roscável aparente
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em concreto
	Eletroduto PVC rígido roscável enterrado
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em alvenaria
	Sensor de Presença
	Interruptor simples
	Relé fotocélula 127 V (circuito/luminária)
	Luminária em poste (potência prevista/Circuito/Interruptor)
	Caixa de passagem metálica (ver coluna montante)
	CD - Centro de distribuição metálico

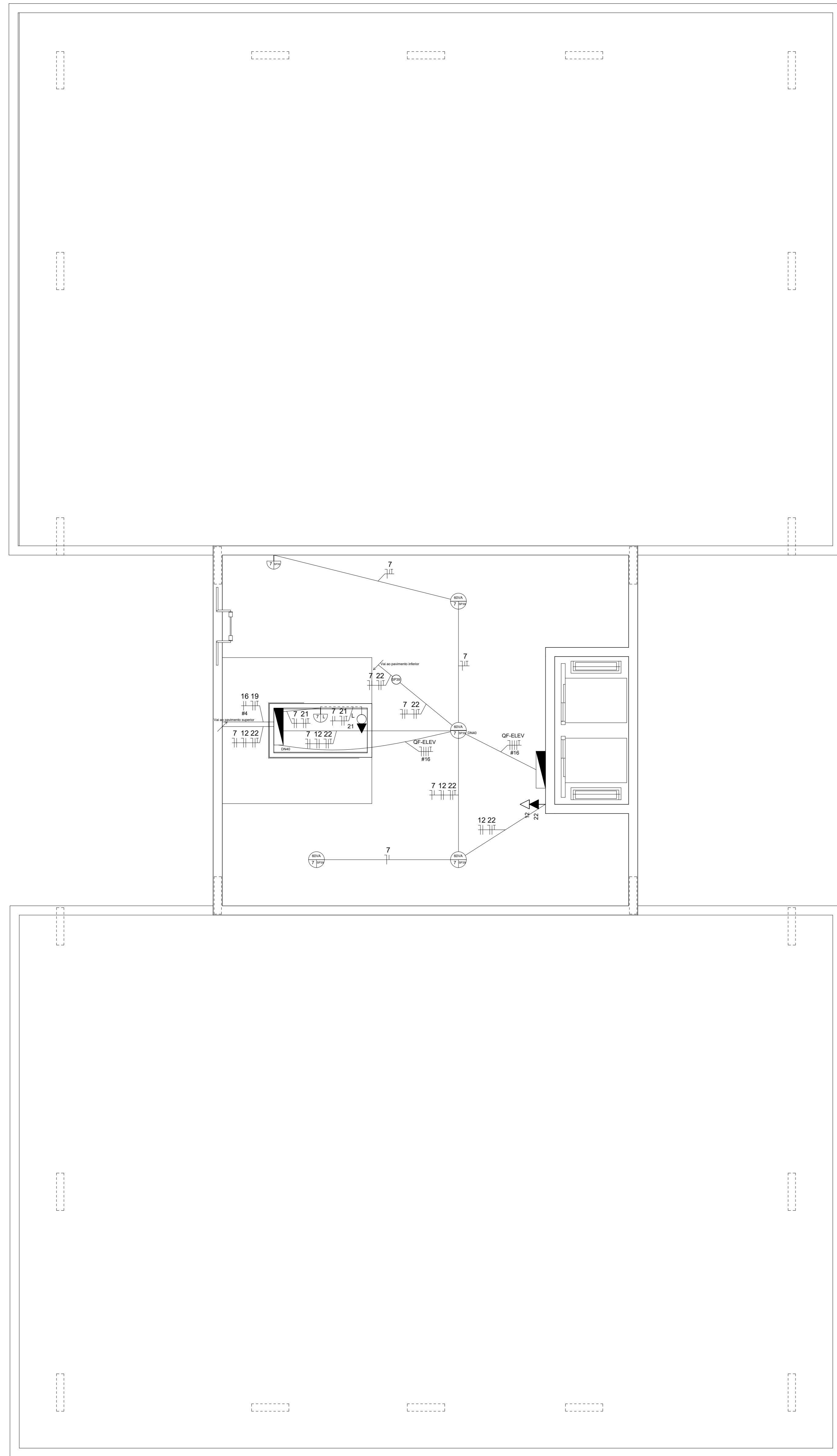
### Notas:

- I - Condutores cuja seção não esteja especificada em desenho possuirão seção de 2,5 mm<sup>2</sup>;
- II - Eletrodutos embutidos concreto terão DN32;
- III - Eletrodutos aparentes e enterrados serão em PVC rígido roscável classe B;
- IV - Eletrodutos embutidos serão em PVC flexível reforçado (laranja);
- V - Alimentadores serão em EPR 450/750 V;
- VI - Circuitos terminais serão em PVC 450/750 V;
- VII - Circuitos enterrados possuem isolamento de 0,6/1 kV;

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
ROO	EMISSÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

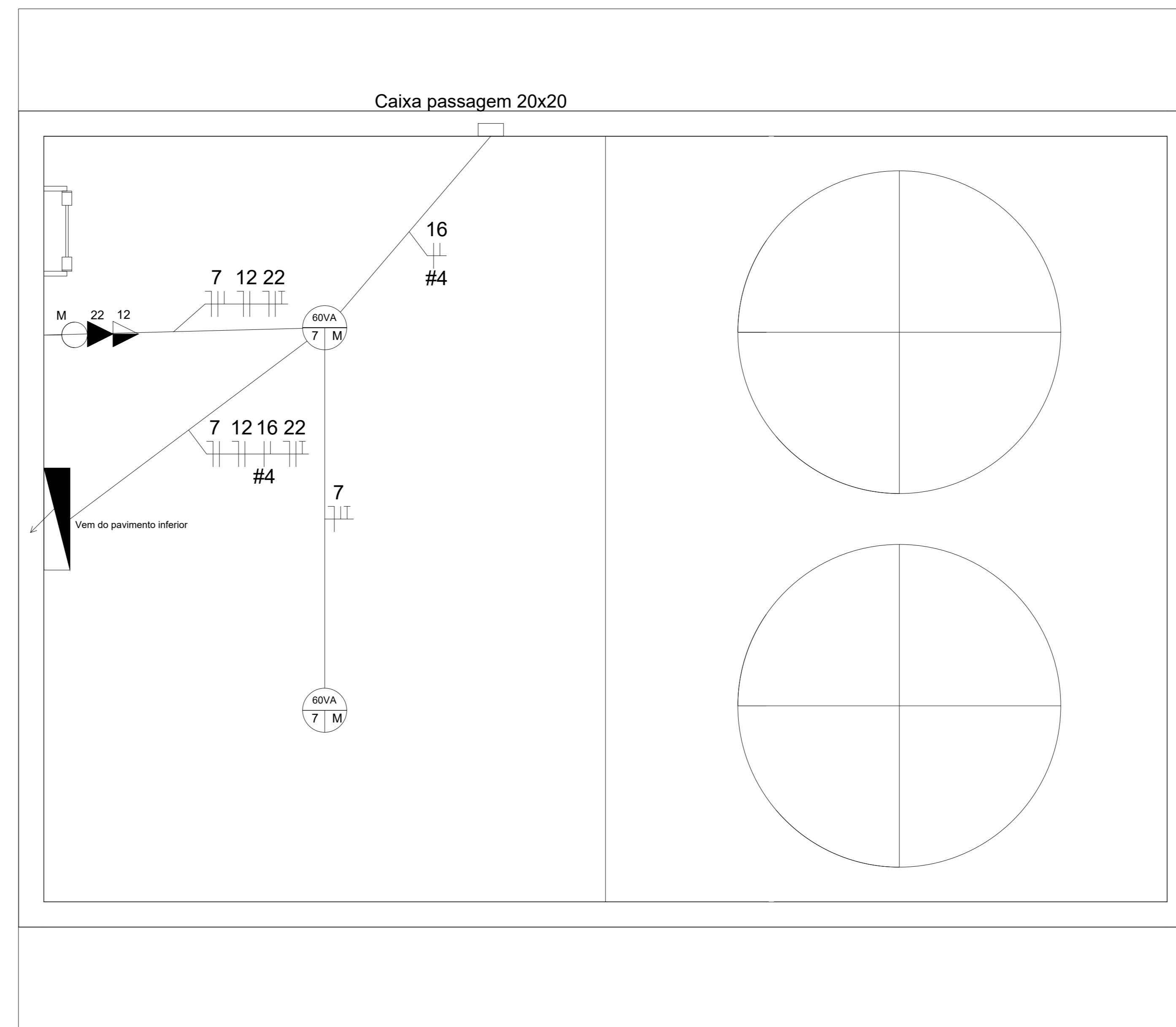
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR		EDIFÍCIO VISTA DO MAR	
PROPRIETÁRIO:	Incorporadora UFRGS	DATA:	25/09/2022
PROJETO:	Gabriel Andrighetto Teixeira	PROJETISTA:	Gabriel Teixeira
EXECUÇÃO:		ESCALA:	Variável
		ARQUIVO ELETRÔNICO:	VMR-ELE-05-ROO
		Nº DA REVISÃO:	ROO
PAVIMENTO TIPO (3°, 4°, 5°, 6° e 7° PAVIMENTOS)		NÚMERO DA PRANCHA: 05/ROO	
A. TEIXEIRA - SOLUÇÕES EM ENGENHARIA Rua Nelson, 165 - Vila Regeneração - Fone: (51) 9998-0461 e-mail: goteixeira@geen.com.br			

# 8° Pavimento



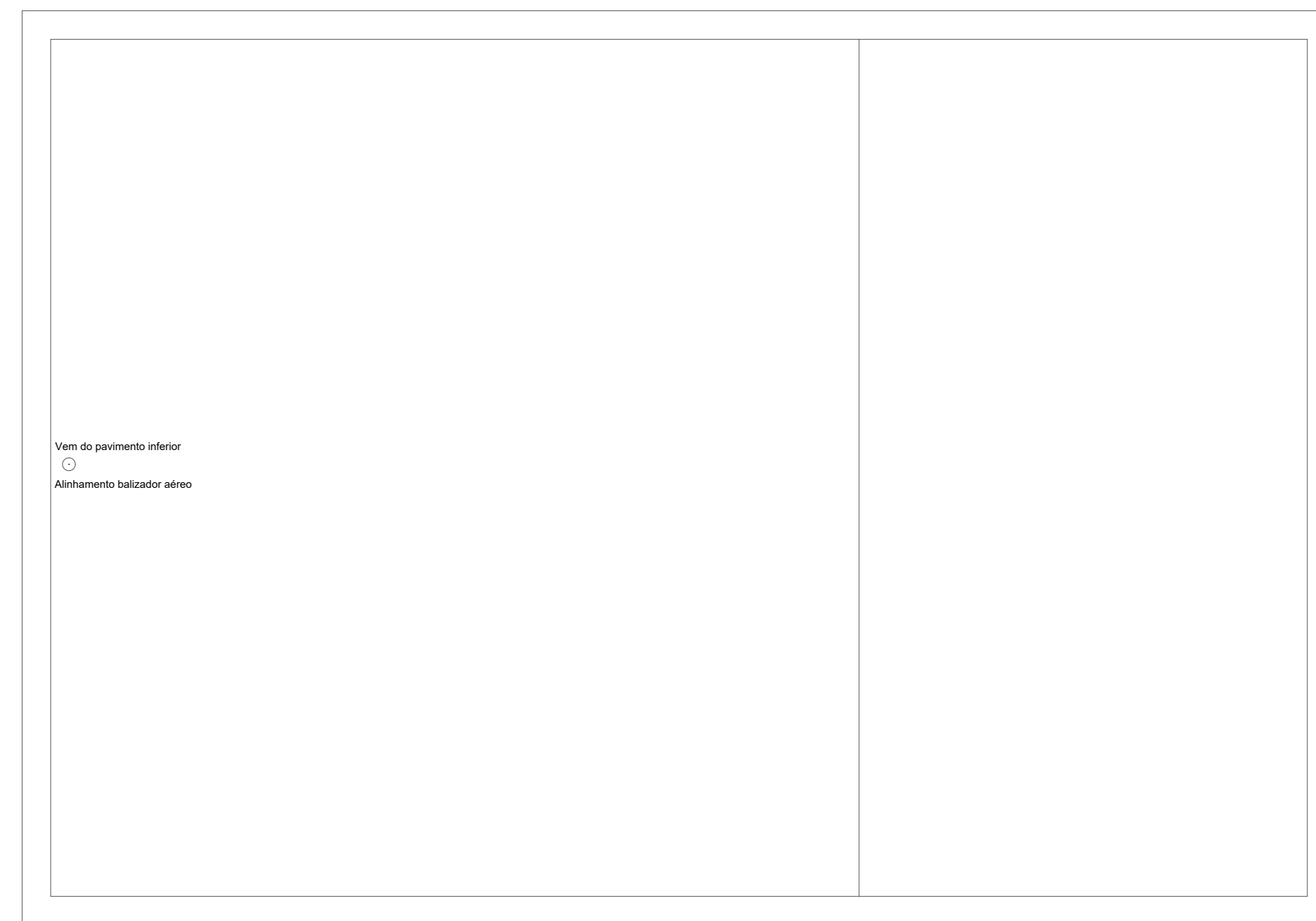
Escala 1:50

# 9° Pavimento



Escala 1:25

# Cobertura



Escala 1:25

LEGENDA			
	Tomada 2P+T baixa (0,3 m)		
	Tomada 2P+T média (1,1 m)		
	Tomada 2P+T alta (2,1 m)		
	Luminária fixa em laje (potência prevista/Circuito/Interruptor)		
	Arandela fixa em parede (h = 2,2 m) (potência prevista/Circuito)		
	Eletroduto PVC rígido roscável aparente		
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em concreto		
	Eletroduto PVC rígido roscável enterrado		
	Eletroduto PVC flexível reforçado embutido em alvenaria		
	Sensor de Presença		
	Interruptor simples		
	Relé fotocélula 127 V (circuito/luminária)		
	Luminária em poste (potência/circuito/interruptor)		
	Caixa de passagem metálica (ver coluna montante)		
	CD - Centro de distribuição metálico		

Notas:

I - Condutores cuja seção não esteja especificada em desenho possuirão seção de 2,5 mm<sup>2</sup>;

II - Eletrodutos embutidos concreto terão DN32;

III - Eletrodutos aparentes e enterrados serão em PVC rígido roscável classe B;

IV - Eletrodutos embutidos serão em PVC flexível reforçado (laranja);

V - Alimentadores serão em EPR 450/750 V;

VI - Circuitos terminais serão em PVC 450/750 V;

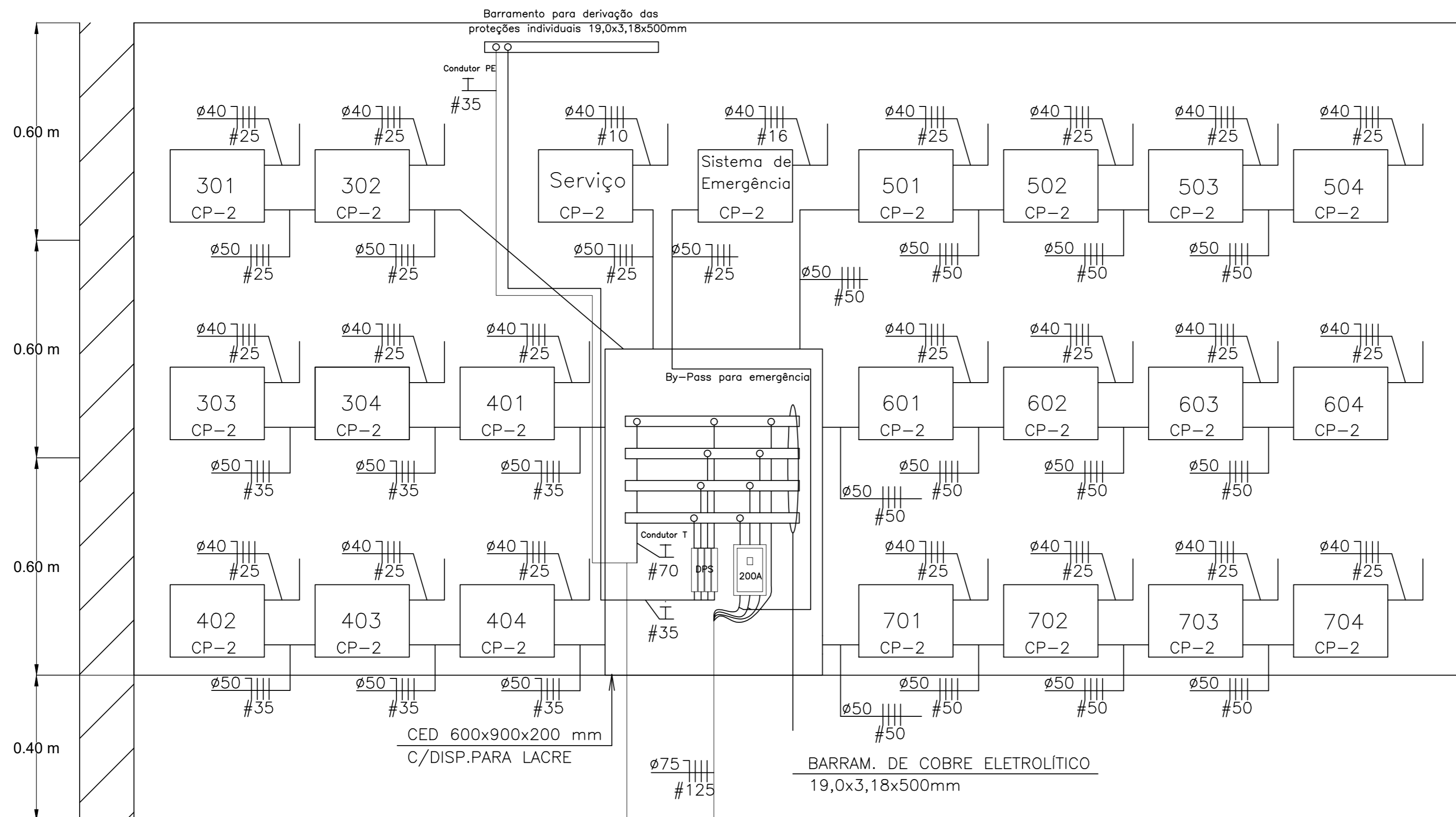
VII - Circuitos enterrados possuem isolamento de 0,6/1 kV;

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
ROO	EMIÇÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR		EDIFÍCIO VISTA DO MAR	
PROPRIETÁRIO:	Incorporadora UFRGS	DATA:	25/09/2022
PROJETO:	Gabriel Andriagotto Teixeira	PROJETISTA:	Gabriel Teixeira
EXECUÇÃO:		ESCALA:	Variável
		ARQUIVO ELETRÔNICO:	VMR-ELE-06-ROO
		Nº DA REVISÃO:	ROO

	A. TEIXEIRA - SOLUÇÕES EM ENGENHARIA Rua Torres, 18 - Faria Lacerda, 91 - 91050-000 e-mail: gteixeira@ateng.com.br	NÚMERO DA PRANCHA:	06/ROO
--	--	--------------------	--------

# Armário de Medidores



Caixa para aterramento tipo tubo N1 (20 x 20 cm)

Malha de aterramento Hastes aço cobreado 3/4" x 3 m

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
R00	EMIÇÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR  
EDIFÍCIO VISTA DO MAR

PROPRIETÁRIO: Incorporadora UFRGS

PROJETO: Gabriel Andrighetto Teixeira - Estudante UFRGS

EXECUÇÃO:

DATA:

25/09/2022

PROJETISTA:

Gabriel Teixeira

ESCALA:

1/10

ARQUIVO ELETRÔNICO:

VMR-ELE-07-R00

Nº DA REVISÃO:

R00



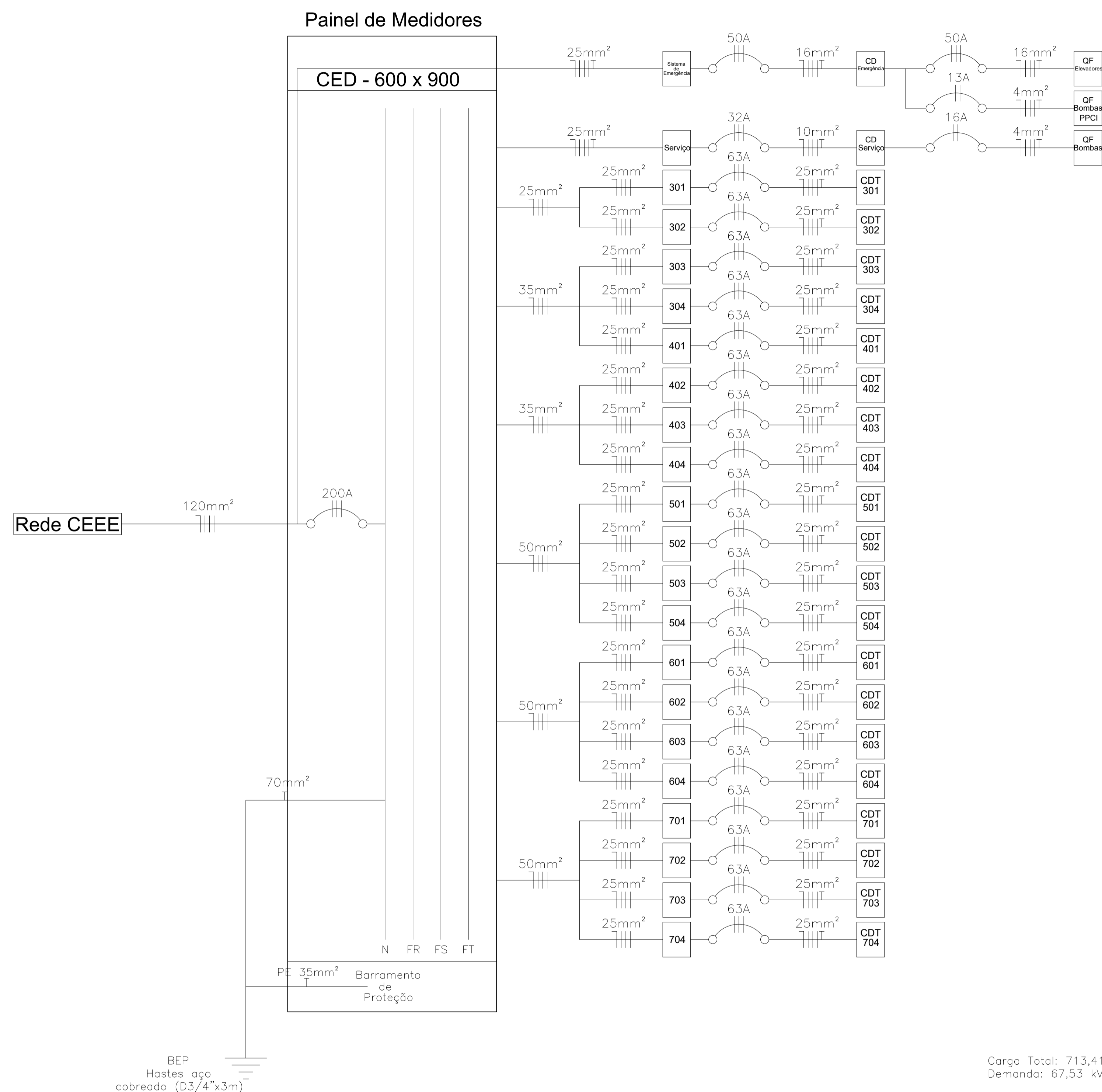
A. TEIXEIRA - SOLUÇÕES EM ENGENHARIA  
Rua fictícia, 165 - Porto Alegre/ RS - F.(054) 99998.0461  
e-mail: gateixeira98@gmail.com

NÚMERO DA PRANCHA:

07/R00

ARMÁRIO DE MEDIDORES

# Diagrama Unifilar



Carga Total: 713,41 kW  
Demanda: 67,53 kVA

Escala 1:20

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
R00	EMISSÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EDIFÍCIO VISTA DO MAR

PROPRIETÁRIO: Incorporadora UFRGS

PROJETO: Gabriel Andrighetto Teixeira - Estudante UFRGS

EXECUÇÃO:

DIAGRAMA UNIFILAR

DATA:	25/09/2022
PROJETISTA:	Gabriel Teixeira
ESCALA:	1/20
ARQUIVO ELETRÔNICO:	VMR-ELE-08-R00
Nº DA REVISÃO:	R00

**A. TEIXEIRA - SOLUÇÕES EM ENGENHARIA**  
Rua fictícia, 165 - Porto Alegre/ RS - F.(054) 99998.0461  
e-mail: gateixeira98@gmail.com

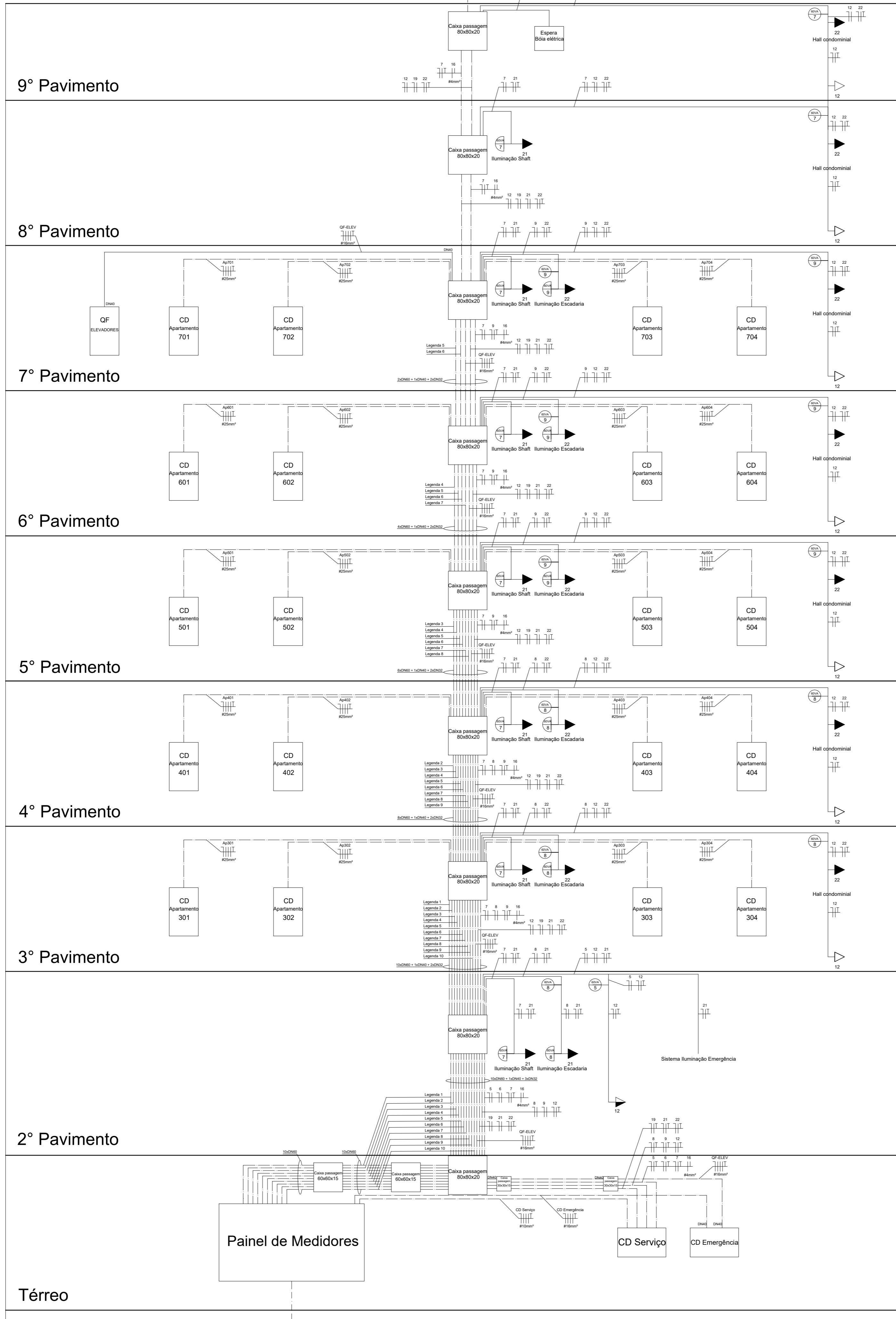
NÚMERO DA PRANCHA:  
08/R00





# Coluna Montante

Cobertura



Proveniente da rede da concessionária  
PVC rígido roscável classe B Ø75  
4 x #120 mm<sup>2</sup> - 0,6 / 1 kV

Escala 1:50

## LEGENDA

	Tomada 2P+T baixa (0,3 m)
	Tomada 2P+T média (1,1 m)
	Tomada 2P+T alta (2,1 m)
	Luminária fixa em laje (potência prevista/Circuito)
	Arandela fixa em parede (h = 2,2 m) (potência prevista/Circuito)
	Eletroduto PVC rígido roscável aparente
	Eletroduto PVC rígido roscável embutido em concreto
	Eletroduto PVC rígido roscável enterrado
<b>Legenda 1</b>	Ap301 Ap302 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 2</b>	Ap401 Ap402 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 3</b>	Ap501 Ap502 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 4</b>	Ap601 Ap602 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 5</b>	Ap701 Ap702 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 6</b>	Ap703 Ap704 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 7</b>	Ap603 Ap604 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 8</b>	Ap503 Ap504 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 9</b>	Ap403 Ap404 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>
<b>Legenda 10</b>	Ap303 Ap304 #25mm <sup>2</sup> #25mm <sup>2</sup>

Notas:

I - Condutores cuja seção não esteja especificada em desenho possuirão seção de 2,5 mm<sup>2</sup>;

II - Eletrodutos cujo DN não esteja especificado em desenho possuirão DN32;

III - Eletrodutos aparentes e enterrados serão em PVC rígido roscável classe B;

IV - Eletrodutos embutidos serão em PVC flexível reforçado (laranja);

REVISÃO:	ASSUNTO:	DATA:	DESENHO:
R00	EMIÇÃO INICIAL	25/09/2022	Gabriel

RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

EDIFÍCIO VISTA DO MAR

PROPRIETÁRIO:	Incorporadora UFRGS	DATA:	25/09/2022
PROJETO:	Gabriel Andrighetto Teixeira	PROJETISTA:	Gabriel Teixeira
EXECUÇÃO:		ESCALA:	1/50
		ARQUIVO ELETRÔNICO:	VMR-ELE-10-R00
		Nº DA REVISÃO:	R00
		NÚMERO DA PRANCHA:	10/R00

A. TEIXEIRA - SOLUÇÕES EM ENGENHARIA  
Rua Fátima, 165 - Porto Alegre/RS - F. (51) 99998.0461  
e-mail: gteixeira98@gmail.com