

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

Eduardo Farias Gomes

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DE UMA EDIFICAÇÃO DE
MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS RESIDENCIAIS**

Porto Alegre
Julho de 2019

Eduardo Farias Gomes

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DE UMA EDIFICAÇÃO DE
MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS RESIDENCIAIS**

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
Julho de 2019

Eduardo Farias Gomes

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DE UMA EDIFICAÇÃO DE
MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS RESIDENCIAIS**

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, julho de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Sérgio Luiz Cardoso da Silva (UFRGS)
Eng. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

Prof. Igor Pasa Wiltuschnig (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Fausto Bastos Líbano (UFRGS)
Dr. Pela Universidade Politécnica de Madri

Dedico este trabalho a minha família, pelo incentivo e apoio que manifestaram a favor dessa graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao estimado Prof. Sérgio Luiz Cardoso da Silva / UFRGS, pela paciência e cordialidade na orientação do presente trabalho.

Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.

Leonardo da Vinci

RESUMO

Este trabalho versa sobre conjunto de conhecimentos, métodos e procedimentos aplicados na elaboração do projeto de instalações elétricas de baixa tensão de uma edificação de múltiplas unidades consumidoras residenciais. Para que a energia elétrica possa ser utilizada em edificações residenciais, comerciais, industriais e institucionais é necessário a montagem de um conjunto de elementos, tais como, condutores elétricos, proteções, controles e acessórios especialmente instalados para tal finalidade, atendendo a requisitos contidos em normas e regulamentos específicos. Seja na construção civil, ou em qualquer serviço que envolva aplicação de métodos e tecnologia de engenharia, é preciso que haja um projeto. O objetivo de um projeto de instalações elétricas de uma edificação é garantir que, por tais instalações, verifique-se a transferência de energia desde uma fonte, em geral a rede de distribuição da concessionária ou geradores particulares, até os pontos de utilização da edificação de maneira segura, funcional e viável. O projeto elétrico é, então, um planejamento criterioso e minucioso das instalações elétricas que permite a execução das mesmas com segurança e qualidade.

Palavras-chave: Edificações Multifamiliares. NBR 5410.
Projeto de Instalações Elétricas. RIC – BT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Formulas para obtenção do valor da carga absorvida	10
Figura 2 – Expressão para cálculo da demanda da unidade consumidora.....	15
Figura 3 – Imagem do anexo D do RIC - BT (2017)	16
Figura 4 – Imagem do anexo I do RIC - BT (2017)	17
Figura 5 – Imagem do anexo E do RIC - BT (2017).....	17
Figura 6 – Imagem do anexo F do RIC - BT (2017)	18
Figura 7 – Imagem do anexo G do RIC - BT (2017)	18
Figura 8 – Imagem do anexo H do RIC - BT (2017)	19
Figura 9 – Imagem do anexo T do RIC - BT (2017).....	20
Figura 10 – Imagem do anexo U do RIC - BT (2017)	21
Figura 11 – Imagem da primeira parte do anexo U do RIC - BT (2017)	23
Figura 12 – Imagem da segunda parte do anexo U do RIC - BT (2017).....	24
Figura 13 – Modelo de caixa para centro de medição com ramal de ligação aéreo	28
Figura 14 – Modelo de caixa para centro de medição com ramal de ligação subterrâneo	29
Figura 15 – Divisões de uma instalação elétrica em circuitos.....	31
Figura 16 – Exemplo de lançamentos em planta	33
Figura 17 – Exemplo de legenda	34
Figura 18 – Equações utilizadas para determinação da corrente de projeto.....	39
Figura 19 – Imagem do começo tabela 33 da NBR 5410 (2004)	42
Figura 20 – Imagem da primeira tabela de continuação da tabela 33 da NBR 5410 (2004)....	43
Figura 21 – Imagem da segunda tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004).....	44
Figura 22 – Imagem da terceira tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004).....	45
Figura 23 – Imagem da quarta tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004).....	46
Figura 24 – Imagem da última tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004).....	47
Figura 25 – Imagem da tabela 47 da NBR 5410 (2004).....	48
Figura 26 – Imagem do anexo F da NBR 5410 (2004)	50
Figura 27 – Imagem da tabela 35 da NBR 5410 (2004).....	51
Figura 28 – Imagem da tabela 36 da NBR 5410 (2004).....	52
Figura 29 – Imagem da tabela 37 da NBR 5410 (2004).....	53
Figura 30 – Imagem do começo da tabela 38 da NBR 5410 (2004)	54
Figura 31 – Imagem da tabela de conclusão da tabela 38 da NBR 5410 (2004).....	55
Figura 32 – Imagem do começo da tabela 39 da NBR 5410 (2004)	56
Figura 33 – Imagem da tabela de conclusão da tabela 39 da NBR 5410 (2004).....	57

Figura 34 – Imagem da tabela 40 da NBR 5410 (2004).....	58
Figura 35 – Imagem da tabela 41 da NBR 5410 (2004).....	59
Figura 36 – Imagem da tabela 42 da NBR 5410 (2004).....	59
Figura 37 – Imagem da tabela 43 da NBR 5410 (2004).....	60
Figura 38 – Imagem da tabela 44 da NBR 5410 (2004).....	60
Figura 39 – Imagem da tabela 45 da NBR 5410 (2004).....	61
Figura 40 – Imagem do começo do anexo X do RIC – BT (2017)	63
Figura 41 – Imagem do fim anexo X do RIC – BT (2017)	64
Figura 42 – Imagem do anexo O do RIC - BT (2017)	65
Figura 43 – Imagem do anexo P do RIC - BT (2017)	66
Figura 44 – Imagem do anexo Q do RIC - BT (2017)	67
Figura 45 – Imagem do anexo R do RIC - BT (2017).....	67
Figura 46 – Imagem do esquema TN-S de aterramento	70
Figura 47 – Imagem do anexo A do RIC - BT (2017)	70
Figura 48 – Imagem do detalhe de aterramento	72

LISTA DE SIGLAS

CD – quadro de distribuição

CED – caixa de entrada e distribuição

CP – caixa de proteção

DPS – dispositivos de proteção contra surtos

DR – dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual

EPR – Etileno-propileno

NBR – Norma Brasileira

PVC – Policloreto de vinila

RIC - BT – Regulamento das Instalações Consumidoras de Baixa Tensão

XLPE – Polietileno reticulado

LISTA DE SÍMBOLOS

A – unidade ampère

Al – metal alumínio

Cu – metal cobre

kV – unidade kilovolt

kW – unidade kilowatt

m – unidade metro

mA – unidade miliampère

mm – unidade milímetro

V – unidade volt

VA – unidade volt-ampère

W – unidade watt

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. DIRETRIZES DO TRABALHO.....	7
2.1. QUESTÃO DE TRABALHO	7
2.2. OBJETIVOS	7
2.3. DELINEAMENTO.....	7
3. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO	9
3.1. REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES EM LOCAIS DE HABITAÇÃO	9
3.1.1. Previsão mínima de pontos de iluminação	11
3.1.2. Previsão mínima de pontos de tomada	11
3.1.2.1. Tomadas de uso geral	12
3.1.2.2. Tomadas de uso específico	13
3.1.3. Previsão de pontos de cargas especiais	13
3.2. DEMANDA DE ENERGIA	14
3.2.1. Demanda das unidades consumidoras	14
3.2.2. Demanda total da edificação.....	19
3.3. PADRÃO DE ATENDIMENTO E FORNECIMENTO DE ENERGIA.....	22
3.3.1. Dimensionamento da entrada de serviço e circuito de interligação.....	23
3.3.2. Localização e instalação da medição.....	24
3.4. DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS	30
3.4.1. Divisões de uma instalação elétrica	30
3.4.2. Critérios para a divisão da instalação em circuitos.....	31
3.5. DIRETIVAS PARA OS LANÇAMENTOS EM PLANTA	32
3.5.1. Locação dos pontos de utilização de energia elétrica	35
3.5.2. Locação dos quadros de distribuição e quadros terminais.....	35
3.5.3. Traçado dos eletrodutos e representação dos condutores	36
3.6. DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS	37
3.6.1. Determinação da corrente de projeto do circuito.....	38
3.6.2. Definição da capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecorrentes.....	39
3.6.3. Definição da seção dos condutores	41
3.6.3.1. Definição dos métodos de instalação.....	41
3.6.3.2. Seção mínima dos condutores elétricos.....	48
3.6.3.2.1. <i>Seção mínima dos condutores fase.....</i>	<i>48</i>
3.6.3.2.2. <i>Seção mínima dos condutores neutro.....</i>	<i>49</i>

3.6.3.2.3. <i>Seção mínima dos condutores de proteção</i>	51
3.6.3.3. Limite de temperatura.....	51
3.6.3.4. Limite de queda de tensão	62
3.7. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS	65
3.8. ATERRAMENTO E PROTEÇÕES CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS.....	68
3.8.1. Sistema de aterramento	69
3.8.2. Proteção adicional por dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual.....	73
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS	75
ANEXO A	76
ANEXO B	87
ANEXO C	90
ANEXO D	106

1. INTRODUÇÃO

Para que a energia elétrica possa ser utilizada em edificações residenciais, comerciais, industriais e institucionais é necessário a montagem de um conjunto de elementos, tais como, condutores elétricos, proteções, controles e acessórios especialmente instalados para tal finalidade, atendendo a requisitos contidos em normas e regulamentos específicos. Seja na construção civil, ou em qualquer serviço que envolva aplicação de métodos e tecnologia de engenharia, é preciso que haja um projeto.

Segundo a NBR 16636 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos (2017), o termo projeto é definido como a representação do conjunto dos elementos conceituais, desenvolvida e elaborada por profissional legalmente habilitado, necessária à materialização de uma ideia, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão. Em sentido mais abrangente, “Projetar” significa apresentar soluções possíveis de serem implementadas para a resolução de determinados problemas visando um objetivo comum.

O objetivo de um projeto de instalações elétricas de uma edificação é garantir que, por tais instalações, verifique-se a transferência de energia desde uma fonte, em geral a rede de distribuição da concessionária ou geradores particulares, até os pontos de utilização da edificação de maneira segura, funcional e viável. Nesse contexto, o presente trabalho apresentará a elaboração do projeto de instalações elétricas de baixa tensão de uma edificação de múltiplas unidades consumidoras residenciais.

2. DIRETRIZES DO TRABALHO

2.1. QUESTÃO DE TRABALHO

Como elaborar um projeto de instalações elétricas de baixa tensão de uma edificação de múltiplas unidades consumidoras residenciais dentro dos padrões técnicos necessários?

2.2. OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho é demonstrar a capacidade técnica necessária para elaboração do projeto de instalações elétricas de uma edificação, de múltiplas unidades consumidoras residenciais, conectada em baixa tensão. O objetivo secundário é de apresentar de forma clara a aplicação dos fundamentos de engenharia na elaboração de tal projeto, a fim de garantir o funcionamento adequado da instalação, a segurança de pessoas e animais, e a conservação dos bens.

2.3. DELINEAMENTO

Um projeto de instalações elétricas consiste basicamente na sua representação em forma de desenhos e documentos. Dessa forma, o projeto desenvolve-se a partir das etapas dadas a seguir:

- a) compilação de informações preliminares;
- b) quantificação do sistema;
- c) determinação do padrão de atendimento;
- d) desenho das plantas;
- e) dimensionamentos;
- f) elaboração dos quadros de carga e diagramas de energia;
- g) elaboração do memorial descritivo;
- h) elaboração do memorial de cálculo;
- i) elaboração da lista de materiais.

Inicialmente serão **compiladas as informações preliminares** visando obter as informações necessárias para a concepção geral do projeto. Tal pesquisa seguirá sendo realizada ao longo das diversas etapas do trabalho, buscando sempre aprimorar a elaboração do projeto.

Com os dados obtidos nas informações preliminares e de posse das documentações técnicas aplicáveis será feita a **quantificação do sistema**. Essa etapa será realizada por meio da previsão de cargas do projeto.

Concluída a etapa anterior e tendo às mãos o regulamento da concessionária local será feita a **determinação do padrão de atendimento** mediante ao cálculo da demanda total da edificação e a sua respectiva categoria de atendimento. Será determinado também o padrão da sua entrada de serviço e o padrão de medição.

Em seguida, será feito o **desenho das plantas**. Essa etapa compreende basicamente na localização dos pontos de utilização, na localização dos quadros de distribuição, no traçado dos eletrodutos e representação dos condutores.

Na etapa seguinte serão realizados os **dimensionamentos** do projeto, calculados com base nos dados registrados nas etapas anteriores, e nas documentações técnicas aplicáveis a cada caso. Essa etapa compreende o dimensionamento dos componentes aplicados no projeto.

Na sequência, serão **elaborados os quadros de carga e diagramas de energia** para facilitar a interpretação do projeto. Vale lembrar que quanto melhor detalhado estiver um projeto, mais fácil será feita sua execução.

Na próxima etapa será **elaborado o memorial descritivo** com objetivo de fazer uma descrição sucinta do projeto, justificando quando necessário, as soluções adotadas. Esse é composto das descrições gerais, documentações e dados do projeto.

Na penúltima etapa será concluída a **memória de cálculo**. Nesse documento é apresentado o resumo dos principais cálculos e dimensionamentos do projeto

Por fim, será **elaborada a lista de materiais**. Nessa etapa listam-se todos os materiais que serão empregados na execução do projeto, com as suas respectivas especificações e quantidades.

3. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

O objetivo de um projeto de instalações elétricas de uma edificação é garantir que, por tais instalações, verifique-se a transferência de energia desde uma fonte, em geral a rede de distribuição da concessionária ou geradores particulares, até os pontos de utilização da edificação. Este capítulo visa descrever o embasamento teórico para a elaboração do projeto de instalações elétricas de baixa tensão de uma edificação de múltiplas unidades consumidoras residenciais.

Para que instalações elétricas sejam executadas de maneira segura e eficaz é necessário que seu projeto seja elaborado observando as prescrições das diversas normas técnicas aplicáveis. Para instalações elétricas de baixa tensão, o projeto deve obedecer à Norma Brasileira (NBR) 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

O projetista também deverá atentar para o regulamento da concessionária do local em que será executado o projeto. No caso da região estudada neste trabalho, temos o Regulamento de Instalações Consumidoras de Baixa Tensão (RIC - BT), versão 1.5 (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017).

3.1. REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES EM LOCAIS DE HABITAÇÃO

A NBR 5410 (2004) estabelece prescrições específicas aplicáveis a locais utilizados como habitação, compreendendo as unidades residenciais como um todo. Tais prescrições estabelecem o valor de potência aparente mínima, para efeito de dimensionamento, a ser considerada em cada circuito, sendo ele de iluminação ou de tomadas uso geral. Para os circuitos de tomadas de uso específico e de cargas especiais, a potência a ser considerada dependerá da potência nominal do equipamento.

A determinação da potência de alimentação é essencial para a concepção econômica e segura de uma instalação, dentro de limites adequados de elevação de temperatura e de queda de tensão. Segundo o item 4.2.1.1 da NBR 5410 (2004), a previsão de carga de uma instalação deve ser feita observando-se que na determinação da potência de alimentação de uma instalação ou de parte de uma instalação devem ser computados os equipamentos de utilização a serem alimentados, com suas respectivas potências nominais e, em seguida, consideradas as possibilidades de não-simultaneidade de funcionamento destes equipamentos, bem como capacidade de reserva para futuras ampliações.

A carga absorvida por um equipamento de utilização é calculada a partir da potência nominal por ele absorvida, dada pelo fabricante, considerando seu respectivo fator de potência. Nos casos em que for dada a potência nominal fornecida pelo equipamento (potência de saída), e não a absorvida, devem ser considerados seu respectivo rendimento e o fator de potência. A figura 1 apresenta as formulas para a obtenção do valor da carga absorvida a considerar.

Figura 1 – Formulas para obtenção do valor da carga absorvida

$$S = \frac{Pna}{\cos \varphi} \qquad Pna = \frac{Pnf}{\eta}$$

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

S = carga absorvida, em volt-ampère (VA);

Pna = potencia nominal absorvida, em watt (W);

$\cos \varphi$ = fator de potencia;

Pnf = potencia nominal fornecida, em watt (W);

η = rendimento.

3.1.1. Previsão mínima de pontos de iluminação

Em seu item 9.5.2.1, a NBR 5410 (2004) determina que em cada cômodo ou dependência deva ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor. Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da NBR 5413 (Iluminância de interiores, cancelada em 21/03/2013 e substituída pela NBR ISO/CIE 8995 - Iluminação de ambientes de trabalho), pode ser adotado o seguinte critério:

- a) em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- b) em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

3.1.2. Previsão mínima de pontos de tomada

A previsão de pontos tomada leva em conta as tomadas de uso geral e tomadas de uso específico. As do primeiro tipo mencionado são destinadas à ligação de um ou mais de um equipamento de corrente inferior a 10 ampères. As do segundo tipo mencionado são destinadas à alimentação exclusiva de equipamentos de corrente possivelmente superior a 10 ampères e são localizadas no máximo a 1,5 metros de tais equipamentos.

3.1.2.1. Tomadas de uso geral

Conforme o item 9.5.2.2 da NBR 5410 (2004), o número de pontos de tomada de uso geral deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados em tais locais, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1;
- b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
- d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;
- e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:
 - um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m². Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;
 - um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m²;
 - um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada de uso geral é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

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

3.1.2.2. Tomadas de uso específico

Tomadas de uso específico são aquelas destinadas à ligação de equipamentos fixos ou estacionários, como, por exemplo, chuveiros elétricos, aparelhos de ar-condicionado, lavadoras de roupa etc. A quantidade de tomadas de uso específico é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização conveniente a cada caso, pois não há exigência de previsão mínima.

De acordo com a norma supracitada, os pontos de tomada de uso específico devem ser localizados no máximo a 1,5 metros do ponto previsto para a localização do equipamento a ser alimentado. 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.

3.1.3. Previsão de pontos de cargas especiais

É necessário fazer a previsão das diversas cargas especiais que atendem aos sistemas de utilidades das edificações. Lima Filho (2011) cita como exemplos os motores para elevadores, as bombas para recalque d'água, bombas para combate a incêndio etc. Em geral, essas cargas são de uso comum e, portanto são chamadas de cargas do condomínio.

A determinação do número de pontos e da potência dessas cargas depende de cada caso específico, pois não há exigência de previsão mínima. Geralmente, a definição dessas cargas é feita pelos fornecedores especializados dos diversos sistemas, cabendo ao projetista prever a potência solicitada por eles.

3.2. DEMANDA DE ENERGIA

Se observarmos o funcionamento de uma instalação elétrica podemos constatar que a potência elétrica consumida por ela é variável a cada instante. Tal fato ocorre porque as diversas cargas que compõem essa instalação não estão todas em funcionamento simultâneo. (LIMA FILHO, 2011).

A potência total solicitada pela instalação à rede a cada instante será, portanto, função da quantidade de cargas em operação e da potência elétrica absorvida por cada uma delas. Sendo assim, para a análise das instalações não seria razoável, do ponto de vista técnico e econômico, que se considerasse a carga total. Tal consideração causaria um superdimensionamento do sistema.

Conforme o item 4.2.1.1.2 da NBR 5410 (2004), devem ser consideradas as possibilidades de não-simultaneidade de funcionamento dos equipamentos de utilização. No item 3.18 do RIC - BT (2017), o termo demanda é definido como sendo a soma das potências elétricas instantâneas solicitadas ao sistema elétrico, expressa em quilowatts (kW) ou quilovolt-ampère (kVA).

Lima Filho (2011) adverte que o cálculo da demanda é um processo de aproximação e como tal, tem as suas limitações, posto que é baseado em probabilidade e estatísticas locais, regionais ou nacionais. O fundamental é que os componentes da entrada de serviço estejam corretamente dimensionados para suportar a provável demanda máxima. Dessa forma, é importante que a adoção de um método de cálculo de tal demanda esteja em conformidade com a realidade da região e com os regulamentos e normas da concessionária local.

3.2.1. Demanda das unidades consumidoras

Segundo o item 7.2 do RIC - BT (2017), na unidade consumidora com carga instalada superior a 15 kW (220/127 V) ou 25 kW (380/220 V), deve ser calculada a demanda para dimensionar os alimentadores. De acordo com o item 7.2.1 do referido regulamento, a demanda da unidade consumidora pode ser calculada a partir da carga declarada e compatibilizada com as previsões mínimas do mesmo regulamento, através da expressão apresentada na figura 2 a seguir.

Figura 2 – Expressão para cálculo da demanda da unidade consumidora

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

Sendo:

- a** = Demanda de iluminação e tomadas, calculada conforme **ANEXO D**;
- b** = Demanda dos aparelhos para aquecimento (chuveiros, aquecedores, fornos, fogões, etc.), calculada conforme **ANEXO I**;
- c** = Demanda dos aparelhos de condicionador de ar, tipo “janela”, calculada conforme **ANEXOS E e F**, (unidade em kVA);
- 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**;
- f** = Demanda das máquinas de solda a transformador, aparelhos de eletrogalvanização e de raios-X, calculada conforme **ANEXO H**.

(RIC – BT, 2017, p. 17)

Para a utilização da expressão apresentada na figura anterior, faz-se necessário a consulta nos anexos D, I, E, F, G e H do regulamento supracitado. As imagens de tais anexos são apresentadas respectivamente a partir da figura 3 até a figura 8 a seguir.

Figura 3 – Imagem do anexo D do RIC - BT (2017)

ANEXO D – Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas					
DESCRIÇÃO	CARGA NIMA (W/m²)	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 35 para o que exceder de	20kW 20kW		
Posto de abastecimento	20	100 para os primeiros 40 para o que exceder de	40kW 40kW		
Escolas e semelhantes	30	86 para os primeiros 50 para o que exceder de	12kW 12kW		
Escritórios e salas	50	86 para os primeiros 70 para o que exceder de	20kW 20kW		
Hospitais e semelhantes	20	40 para os primeiros 20 para o que exceder de	50kW 50kW		
Hotéis e semelhantes	20	50 para os primeiros 40 para os seguintes 30 para o que exceder de	20kW 80kW 100kW		
Residências	30	Potência P (kW)			
		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/m² 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 4 – Imagem do anexo I do RIC - BT (2017)

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)

Figura 5 – Imagem do anexo E do RIC - BT (2017)

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 6 – Imagem do anexo F do RIC - BT (2017)

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 7 – Imagem do anexo G do RIC - BT (2017)

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 8 – Imagem do anexo H do RIC - BT (2017)

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)

3.2.2. Demanda total da edificação

O cálculo da demanda total da edificação de múltiplas unidades consumidoras residenciais tem um procedimento diferenciado. Para tal, deve-se seguir o procedimento como é citado no item 7.2.4.1 do RIC – BT (2017):

Para o cálculo da demanda total, dimensionamento da entrada de serviço e circuito de interligação, deve-se:

- a) Considerar a demanda de cada unidade consumidora em função da área, conforme ANEXO T. No caso de unidades consumidoras com áreas diferentes, utilizar a média aritmética das mesmas;
- b) Considerar o Fator de Diversidade, em função do número de unidades consumidoras da edificação, conforme ANEXO U;
- c) Multiplicar os valores obtidos nas alíneas “a” e “b” por 1,2 (fator de crescimento vegetativo), para aumento de cargas futuras;
- d) Adicionar, ao valor do produto obtido na alínea “c” a demanda de serviço do condomínio, calculada conforme item 7.2.1.

Nota:

Na utilização deste critério, deve ser observada a seletividade da proteção.

Conforme expresso no item citado, para o cálculo da demanda total da edificação faz-se necessário a consulta nos anexos T e U do mesmo regulamento. As imagens de tais anexos são apresentadas respectivamente na figura 9 e figura 10 a seguir.

Figura 9 – Imagem do anexo T do RIC - BT (2017)

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

Área Útil m ²	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/m² sobre a demanda da faixa anterior.
- 2 Para apartamentos com área inferior a 80m² 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)

Figura 10 – Imagem do anexo U do RIC - BT (2017)

ANEXO U – Fator De Diversidade Em Função do N° de Unidades Consumidora																	
N° Apto.	Fator	N° Apto.	Fator	N° Apto.	Fator	N° Apto.	Fator	N° Apto.	Fator	N° Apto.	Fator	N° Apto.	Fator	N° Apto.	Fator	N° 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)

3.3. PADRÃO DE ATENDIMENTO E FORNECIMENTO DE ENERGIA

As companhias concessionárias de energia estabelecem os limites, tipos e padrões de fornecimento para edificações coletivas em função de sua carga instalada e demanda máxima prevista. Segundo o item 4.6 do RIC – BT (2017), o fornecimento para instalações elétricas deve ser efetuado em tensão secundária (baixa tensão) nas ligações de unidades consumidoras individuais com carga instalada até 75 kW e edificações de múltiplas unidades consumidoras com demanda calculada inferior ou igual a 115 kVA. Para o atendimento de edificações de múltiplas unidades consumidoras com demanda calculada superior a 115 kVA, deve ser prevista em projeto uma área do condomínio para o(s) posto(s) de transformação de uso exclusivo, conforme RIC de MT – Regulamento de Instalações Consumidoras em Média Tensão.

Segundo o item 4.7 do RIC – BT (2017), os tipos de fornecimento podem ser classificados, conforme o número de fases, como monofásico (tipo A), bifásico (tipo B) ou trifásico (tipos C e D). O fornecimento monofásico utiliza um condutor fase e um condutor neutro. O fornecimento bifásico utiliza dois condutores fase e um condutor neutro. O fornecimento trifásico utiliza três condutores fase e um condutor neutro.

Na edificação de unidade consumidora individual, quando essa possuir carga instalada inferior ou igual a 10 kW, o fornecimento deverá ser do tipo A. Quando possuir carga instalada superior a 10 kW e inferior ou igual a 15 kW, o fornecimento deverá ser do tipo B. Quando possuir carga instalada superior a 15 kW e inferior ou igual a 75 kW, deverá ser calculada a demanda de tal edificação e o fornecimento deverá ser do tipo C referente a tal demanda.

Na edificação de múltiplas unidades consumidoras, a determinação do tipo de fornecimento independe de sua carga instalada e depende apenas de sua demanda total calculada. Dessa forma, deverá ser calculada a demanda total de tal edificação e o fornecimento, para demanda total calculada inferior ou igual a 115 kVA, deverá ser do tipo D referente a tal demanda.

3.3.1. Dimensionamento da entrada de serviço

Determinadas a carga instalada e demanda máxima prevista da edificação, para dimensionamento da entrada de serviço, segundo os itens 8.1 e 8.2 do RIC – BT (2017), deve-se consultar o anexo J do referido regulamento. As imagens de tal anexo são apresentadas na figura 11 e figura 12 a seguir.

Figura 11 – Imagem da primeira parte do anexo U do RIC - BT (2017)

ANEXO J – Dimensionamento da Entrada de Serviço																								
Entrada de Serviço Individual																								
FORNECIMENTO	TENSÃO (V)	TIPO	CARGA INSTALADA C (KW)	DEMANDA CALCULADA D (KVA)	TIPO DE MEDIÇÃO	PROTEÇÃO		CONDUTOR (mm ²)				ELETRODUTO DN (mm)		LIMITE MÁXIMO DE POTÊNCIA										
						DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO	RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO PROTEÇÃO	MAIOR MOTOR OU SOLDA A MOTOR (CV)		CARGA INDIVIDUAL RESISTIVA (KW)								
							COBRE	ALUMÍNIO						COBRE ISOLADO	AÇO	PVC	FN	FF	FFF	FN	FF			
220/127	A1	C ≤ 10	-	-	DIRETA	50	10	D-10	10	10	10	20	25	20	1	-	-	5,4	-					
						B1	10 < C ≤ 15	-	50	10	T-10	10	10	10	20	25	20	2	3	-	5,4	8,8		
						C1	C > 15	Ver nota 9	D ≤ 19	50	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	2	3	15	5,4	8,8	
						C2			19 < D ≤ 27	70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	2	5	20	7,5	13	
						C3			27 < D ≤ 38	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	3	7,5	25			
						C4			38 < D ≤ 47	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	5	7,5	30			
						C5			47 < D ≤ 57	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	7,5	10	30			
						C6			57 < D ≤ 66	175			95	25	50	50	60	32	7,5	12	30			
						C7			66 < D ≤ 76	200			120	35	70	65	75	40	7,5	15	30			
						C8			76 < D ≤ 86	225			150	50	95	100	100	40	7,5	15	30			
						C9			86 < D ≤ 95	250			185	50	95	100	100	40	7,5	15	30			
						C10			95 < D ≤ 115	300			240	70	120	100	100	50	7,5	20	30			
C11	115 < D ≤ 150	400			Ver nota 10	2X150			50	150	2x65	2x75	50	7,5	25	30								
C12	150 < D ≤ 225	600				2x300			70	300	2x85	2x100	75	7,5	30	30								
380/220	A2	C ≤ 15	-	-	DIRETA	50	10	D-10	10	10	10	20	25	20	3	-	-	8,8	-					
						B2	15 < C ≤ 25	-	50	10	T-10	10	10	10	20	25	20	3	5	-	8,8	-		
						C13	C > 25	Ver nota 9	D ≤ 32	50	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	3	5	25	8,8	-	
						C14			32 < D ≤ 46	70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	5	10	30			
						C15			46 < D ≤ 66	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	7,5	12	40			
						C16			66 < D ≤ 82	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	7,5	12	50			
						C17			82 < D ≤ 99	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	7,5	15	50			
						C18			99 < D ≤ 132	200			120	35	70	65	75	40	7,5	20	50			
						C19			132 < D ≤ 200	300			240	70	120	100	100	50	7,5	20	50			
						C20			200 < D ≤ 300	450			Ver nota 10	2x185	70	185	2x75	2x85	50	7,5	30	50		

(RIC – BT, 2017, p. 75)

Figura 12 – Imagem da segunda parte do anexo U do RIC - BT (2017)

Entrada de serviço para Centro de Medição												
FORNECIMENTO		DEMANDA CALCULADA D (KVA)	PROTEÇÃO	CONDUTOR (mm ²)					ELETRODUTO DN (mm)			BARRAMENTO GERAL -SEÇÃO MÍNIMA (mm)
			DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO	RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO/PROTEÇÃO		
TENSÃO (V)	TIPO				COBRE	ALUMÍNIO	COBRE ISOLADO	AÇO	PVC			
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	

(RIC – BT, 2017, p. 76)

3.3.2. Localização e instalação da medição

Segundo o item 3.10 do RIC – BT (2017), centro de medição é o local onde está situada a medição de duas ou mais unidades consumidoras. Segundo o item 3.30 do referido regulamento, medidor é o aparelho instalado pela distribuidora, com o objetivo de medir e registrar grandezas elétricas. Segundo o item 3.38 do mesmo regulamento, quadro ou painel de medidores é um quadro destinado à instalação dos medidores, seus acessórios e dispositivos de proteção, localizado em centro de medição.

Segundo o item 6.1.1 do RIC – BT (2017), para edificações de múltiplas unidades consumidoras, o quadro ou painel de medição deve estar localizado em área de uso comum, com acesso independente e, sempre que possível tecnicamente, o mais próximo do limite da propriedade com a via pública. Segundo o item 6.2 do referido regulamento, os medidores e equipamentos destinados à medição são propriedades da distribuidora e são instalados, pela distribuidora, após vistoria e aprovação da entrada de serviço, ficando a seu critério a instalação daqueles que julgar necessários, bem como sua substituição quando considerada conveniente.

Ainda segundo o item 6.2 do referido regulamento, em edificações de múltiplas unidades consumidoras, as instalações elétricas internas devem ser adaptadas de forma a permitir uma medição para cada unidade. A área de uso comum deve ter medição própria e ser de responsabilidade do condomínio, da administração ou de um dos proprietários da edificação.

Segundo o item 9.1 do RIC – BT (2017), a medição pode ser do tipo medição direta ou indireta. A medição direta é destinada a unidades consumidoras atendidas a dois, três ou quatro condutores, com demanda igual ou inferior a 38 kVA em 220/127 V e 66 kVA em 380/220 V. A medição indireta é destinada a unidades consumidoras atendidas a quatro condutores com demanda superior aos limites estabelecidos na medição direta.

Segundo o item 9.4 do RIC – BT (2017), em edificações de múltiplas unidades consumidoras é necessária a instalação da caixa de entrada e distribuição (CED). As dimensões da CED devem ser compatíveis com a necessidade dos circuitos de distribuição e componentes nela alocados (disjuntores, seccionadoras, transformadores de corrente, etc).

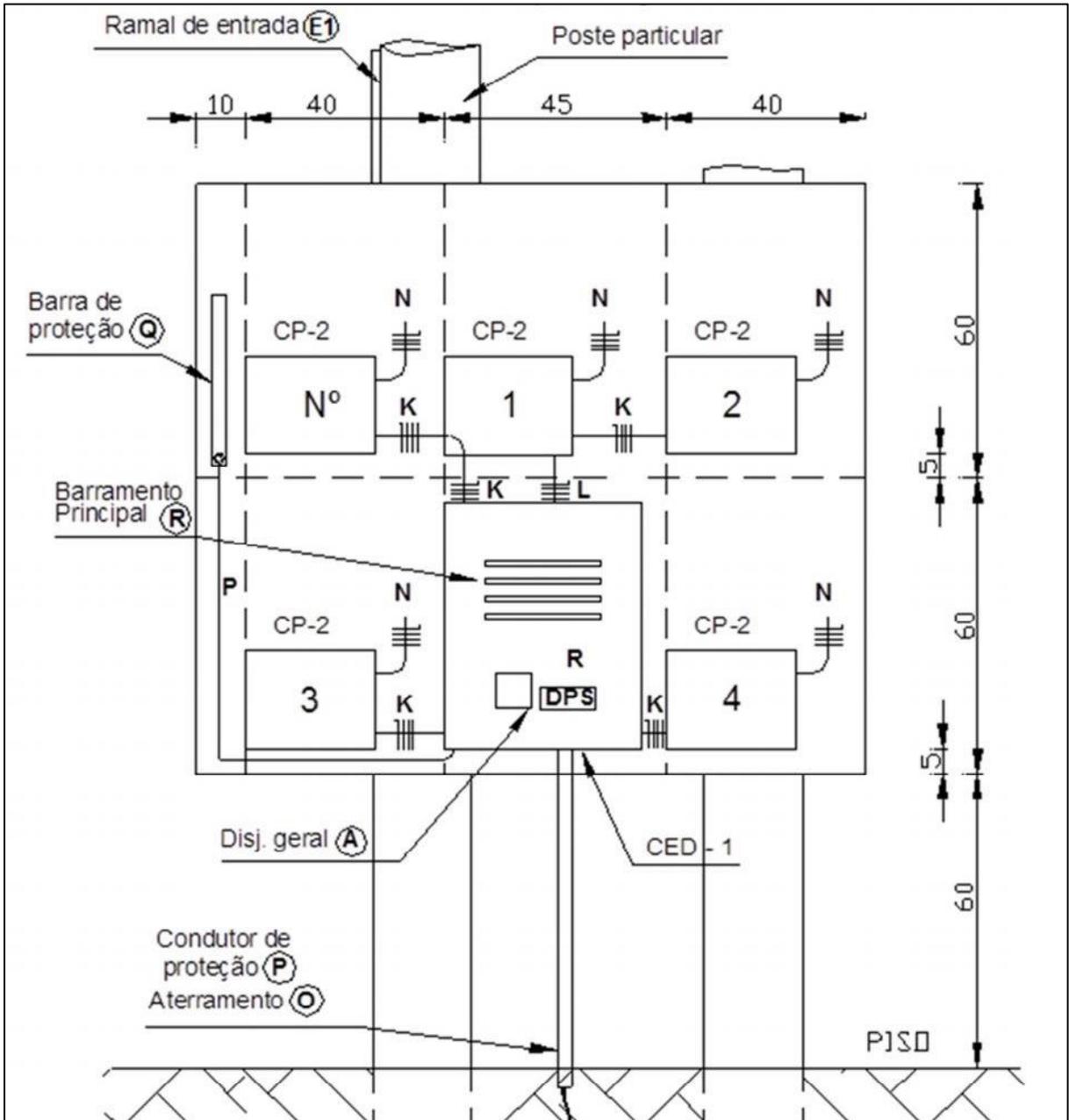
As figura 13 e figura 14 a seguir apresentam modelos de caixa para centro de medição. A montagem do centro de medição deve seguir os aspectos como citado no item 9.5 do RIC – BT (2017):

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 16mm² em 380/220V e 25mm² para 220/127V;
- b) Os condutores destinados a ligação dos medidores, devem ter a classe de encordoamento 2 (cabo) e seção mínima de 10mm²;
- c) Os condutores destinados a ligação dos medidores devem ter seção máxima de 35mm², 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 10mm² 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 50mm², 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;

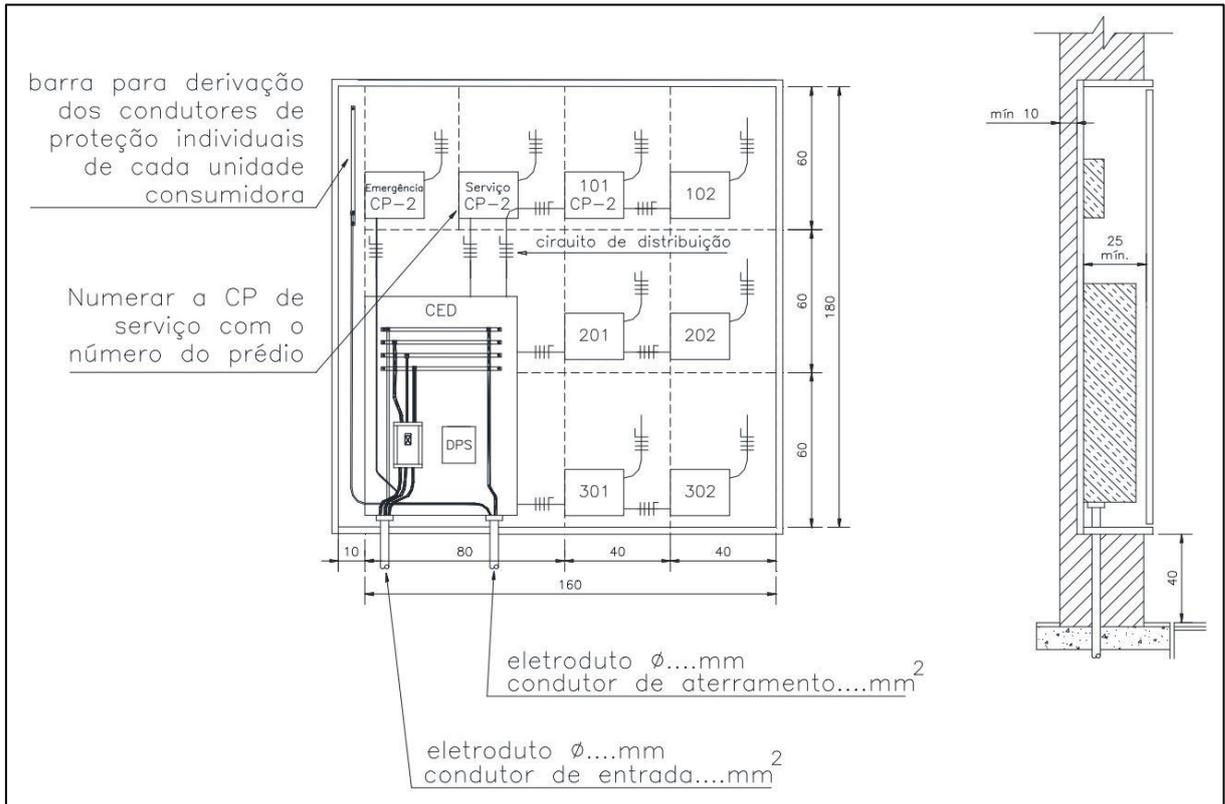
- k) As portas devem possuir venezianas, sem visores, dotadas de fechadura ou cadeado padrão das distribuidoras. Podem ser corrediças ou com dobradiças de forma a permitir o livre acesso a todos os componentes (CED, CDs e CPs). As portas com dobradiças devem ter largura máxima de 0,80m. Painéis sujeitos a intempérie não devem utilizar portas corrediças. 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.

Figura 13 – Modelo de caixa para centro de medição com entrada aérea



(RIC – BT, 2017, p. 116)

Figura 14 – Modelo de caixa para centro de medição com entrada subterrânea



(RIC – BT, 2017, p. 161)

Como pode ser observado nos modelos de caixa para centro de medição apresentados nas figuras anteriores, o RIC – BT (2017) solicita o emprego dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS). Segundo o item 6.3.5 da NBR 5410 (2004), o emprego de tais dispositivos objetiva a proteção contra sobretensões de origem atmosférica, transmitidas pela linha externa de alimentação ou provocadas por descargas diretas sobre a edificação ou sobre suas proximidades, bem como a proteção contra sobretensões de manobra. Para tanto, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação.

3.4. DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

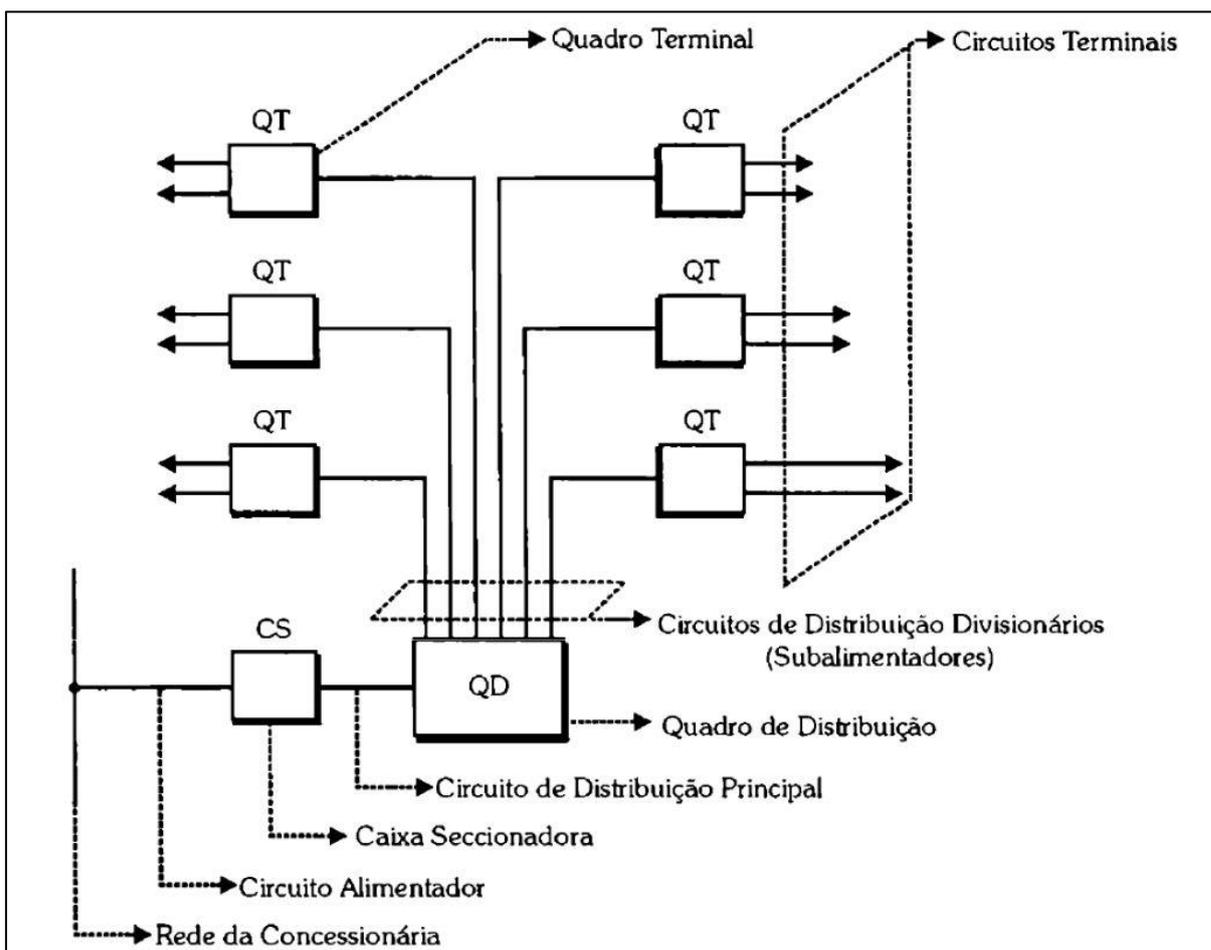
Um circuito elétrico é o conjunto de equipamentos e condutores elétricos, ligados a um mesmo dispositivo de proteção, dispostos de maneira a formar pelo menos um caminho fechado que possibilite a passagem de corrente elétrica, estabelecendo, assim, a alimentação de energia elétrica a todos os equipamentos conectados ao mesmo. No item 4.2.5.1 da NBR 5410 (2004) é dito que a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.

3.4.1. Divisões de uma instalação elétrica

Um quadro de distribuição é um equipamento elétrico destinado a receber energia elétrica de uma ou mais fontes de alimentação e distribuí-la a um ou mais circuitos. Os quadros abrigam um ou mais dispositivos de proteção e/ou manobra e a conexão de condutores elétricos interligados a eles, a fim de distribuir a energia elétrica aos diversos circuitos. Os quadros que alimentam exclusivamente circuitos terminais são denominados quadros terminais.

Quando os circuitos elétricos alimentam quadros de distribuição e/ou quadros terminais, os circuitos são denominados circuitos de distribuição. Já os circuitos que alimentam os equipamentos de utilização, conectados diretamente por plugues específicos e/ou tomadas, são denominados circuitos terminais. A imagem de um desenho esquemático que exemplifica as diversas divisões de uma instalação elétrica é apresentada na figura 15 a seguir.

Figura 15 – Divisões de uma instalação elétrica em circuitos



(LIMA FILHO, 2011, p. 65)

3.4.2. Critérios para a divisão da instalação em circuitos

A divisão da instalação em circuitos facilita a operação e manutenção da instalação, evita que falha de um determinado circuito comprometa a alimentação de outras partes da instalação e reduz a interferência entre cargas. Ainda, como consequência dessa divisão, a corrente que alimenta os circuitos individualizados são reduzidas, o que possibilita o dimensionamento de dispositivos de proteção de menor capacidade e condutores de menor seção.

Sendo assim, deve-se evitar projetar circuitos terminais muito carregados, pois isto resulta em condutores de seção nominal muito grande, o que dificulta a execução da instalação dos condutores nos eletrodutos e as ligações dos mesmos aos terminais dos equipamentos. A NBR 5410 (2004) apresenta os balizadores mencionados a seguir para a divisão da instalação em circuitos:

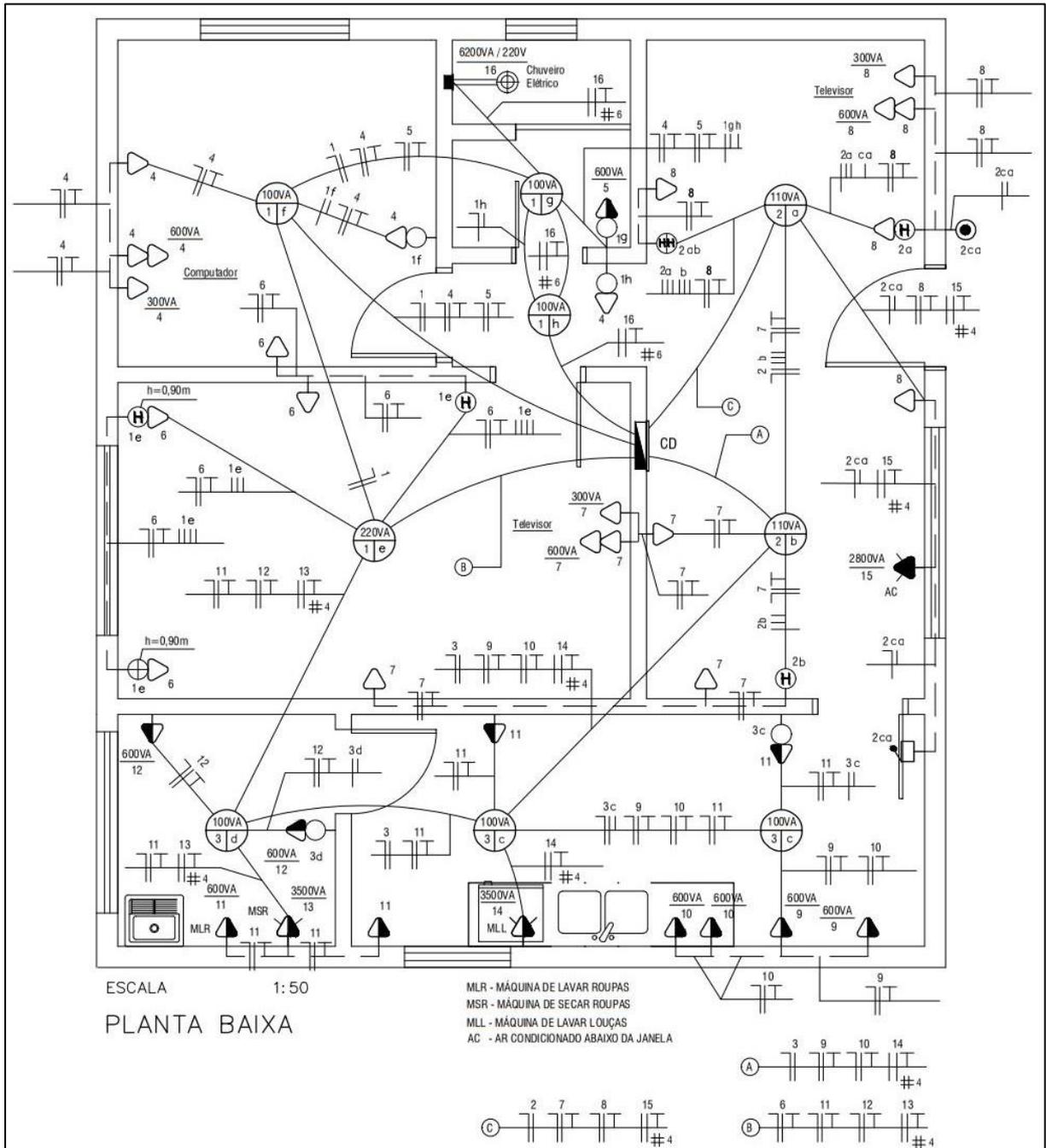
- a) os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada;
- b) deve ser previsto circuito independente para as tomadas de uso geral da cozinha, copa e área de serviço;
- c) quando a instalação comportar mais de uma alimentação (rede pública, geração local, etc.), a distribuição associada especificamente a cada uma delas deve ser disposta separadamente e de forma claramente diferenciada das demais;
- d) em instalações com duas ou três fases, as cargas devem ser distribuídas uniformemente entre as fases de modo a obter-se o maior equilíbrio possível;
- e) equipamentos que absorvam corrente igual ou superior a 10 ampères (como aquecedores de água, máquinas de lavar, aparelhos de ar-condicionado etc.) devem possuir circuitos específicos.

3.5. DIRETIVAS PARA OS LANÇAMENTOS EM PLANTA

A fim de facilitar a compreensão geral do projeto, os diversos equipamentos e dispositivos empregues nas instalações são apresentados nas plantas do projeto, e nessas, esses equipamentos e dispositivos são representados por símbolos gráficos. No Brasil, as normas até então referência para essas representações foram canceladas.

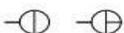
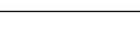
Sendo assim, é permitido o uso de qualquer tipo de simbologia desde que todas as representações gráficas utilizadas no projeto sejam bem definidas e indicadas de forma clara e lógica em legenda. A ABNT sugere a utilização das simbologias apresentadas na IEC 60417 (*Graphical symbols for use on equipment*) e IEC 60617 (*Graphical symbols for diagrams*). Um exemplo de lançamentos em planta e um exemplo de legenda são apresentados respectivamente na figura 16 e figura 17 a seguir.

Figura 16 – Exemplo de lançamentos em planta



(fonte: fornecida pelo orientador do trabalho)

Figura 17 – Exemplo de legenda

LEGENDA	
	INTERRUPTOR SIMPLES 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=1,10m
	INT DUPLO/TRIPLO 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=1,10m
	INT HOTEL/INTERM. 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=1,10m
	TOMADA MONOFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=0,30m
	TOMADA MONOFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=1,10m
	TOMADA MONOFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=2,10m
	TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=0,30m
	TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=1,10m
	TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=2,10m
	PULSADOR PARA CAMPAINHA EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=1,10m
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NO CONTRAPISO (TRAÇO PONTO) OU ENTERRADO (TRAÇO 2 PONTOS)
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA ALVENARIA
	CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM AÇO, COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR
	CAIXA ESMALTADA OCTOGONAL 100x100mm COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO
	CAMPAINHA RESIDENCIAL EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA, h=2,10m

NOTAS	
1	– ELETRODUTOS DE PVC NÃO COTADOS TERÃO TAMANHO NOMINAL DN25 (3/4")
2	– CONDUTORES NÃO DIMENSIONADOS SERÃO DE 1,5mm ² PARA CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO E 2,5mm ² PARA CIRCUITOS DE TOMADAS
3	– SEÇÃO DOS CONDUTORES INDICADOS NA PLANTA EM mm ² E DIÂMETRO DOS ELETRODUTOS EM mm
4	– CADA CIRCUITO DEVERÁ TER SEU PRÓPRIO CONDUTOR TERRA
5	– PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR) É NECESSÁRIO QUE O CHUVEIRO TENHA RESISTÊNCIA BLINDADA

(fonte: fornecida pelo orientador do trabalho)

3.5.1. Locação dos pontos de utilização de energia elétrica

Com todas as cargas da edificação definidas, os primeiros lançamentos em planta são os dos pontos de utilização de energia elétrica da instalação. Segundo Lima Filho (2011), ao fazer a locação desses pontos em planta o projetista deve estar atento às seguintes recomendações:

- a) fazer o desenho com gabaritos ou softwares gráficos específicos para desenhos técnicos, utilizar simbologia compatível para cada ponto de utilização e colocar ao lado de cada ponto a sua respectiva potência (salvo os pontos de tomada com carga comum de 100va);
- b) observar os demais projetos da edificação evitando localizar pontos elétricos em interferência com elementos estruturais ou com outras instalações (por exemplo, com pontos dos projetos de instalações telefônicas, hidráulicas, sanitárias, de combate a incêndio etc.);
- c) distribuir uniformemente os pontos de iluminação e os pontos de tomadas de uso geral;
- d) prever a localização de tomadas a meia altura, sobre as eventuais bancadas existentes, em copas, cozinhas, áreas de serviço e banheiros;
- e) prever a localização de tomadas de uso específico a no máximo 1,50 metros dos aparelhos de utilização;
- f) localizar de maneira apropriada os comandos dos pontos de iluminação, prevendo interruptores simples, duplos, paralelos ou intermediários onde se fizer necessário;
- g) prever a localização dos pontos dos motores para elevadores, bombas de recalque d'água, bombas do sistema de combate a incêndio etc., bem como a localização dos seus respectivos quadros de comando, observando as áreas específicas destinadas a estes fins e as recomendações dos fabricantes desses equipamentos;
- h) prever a utilização de interruptores por sensor de presença, quando conveniente, para o comando dos pontos de iluminação de escadas halls e circulações.

3.5.2. Locação dos quadros de distribuição e quadros terminais

Após o lançamento todos os pontos de utilização de energia elétrica da instalação, fazem-se os lançamentos em planta dos quadros de distribuição e quadros terminais. Esses devem ser localizados, preferencialmente, próximo ao ponto ou região em que se concentram as maiores cargas. Segundo Lima Filho (2011), essa afirmação é válida considerando-se apenas o aspecto do dimensionamento elétrico dos circuitos.

Se o quadro for situado em um ponto centralizado em relação às cargas as quais atende, pode-se obter uma razoável economia no dimensionamento dos condutores, haja vista que serão reduzidos os comprimentos dos circuitos terminais, reduzindo-se, possivelmente, a seção dos condutores. Por outro lado, a localização dos quadros deve também atender a outros critérios, tais como a facilidade de acesso, funcionalidade e segurança, que devem ser considerados conjuntamente para obter-se a melhor solução (LIMA FILHO, 2011).

3.5.3. Traçado dos eletrodutos e representação dos condutores

Concluída a locação dos pontos de utilização de energia elétrica, assim como o lançamento dos quadros de distribuição e quadros terminais em planta, é hora de interligá-los, ou seja, traçar os eletrodutos e representar os condutores correspondentes. Para isso, segundo Lima Filho (2011), deve-se seguir às seguintes recomendações:

- a) a partir dos quadros de distribuição e quadros terminais, iniciar o traçado dos eletrodutos, procurando os caminhamentos mais curtos e evitando o cruzamento dos mesmos;
- b) procurar interligar inicialmente os pontos de luz (tubulações embutidas no teto), percorrendo e interligando todos os recintos;
- c) interligar os interruptores e tomadas ao(s) ponto(s) de luz de cada recinto (tubulações embutidas nas paredes);
- d) evitar que as caixas embutidas no teto estejam interligadas a mais de seis eletrodutos, e que as caixas embutidas nas paredes se conectem a mais de quatro eletrodutos, pois um número maior de conexões poderia causar uma grande ocupação das referidas caixas com emendas ou passagem de condutores;
- e) procurar evitar que em cada trecho de eletroduto passe uma quantidade elevada de circuitos (limitar até um máximo de quatro circuitos preferencialmente), pois, do contrário, podemos ter diâmetros elevados para os eletrodutos, além da influência de elevação da seção nominal dos condutores, devido ao fator de correção de agrupamentos (FCA). Essa recomendação é válida principalmente para o trecho inicial das tubulações (saídas dos quadros), onde devemos prever uma certa quantidade de saídas de eletrodutos, conforme o número de circuitos existentes no projeto;
- f) indicar os respectivos diâmetros nominais dos eletrodutos;
- g) representar os condutores que passam em cada trecho de eletroduto, utilizando simbologia gráfica apropriada;
- h) identificar a que circuitos pertencem os condutores representados.

Segundo o item 6.2.10 da NBR 5410 (2004), os condutores de um mesmo circuito, incluindo o condutor de proteção, devem estar nas proximidades imediatas uns dos outros. Admite-se que os eletrodutos contenham condutores de mais de um circuito no caso dos circuitos de força, de comando e/ou sinalização de um mesmo equipamento ou quando forem simultaneamente atendidas as quatro condições seguintes:

- a) os circuitos pertencerem à mesma instalação, isto é, se originarem do mesmo dispositivo geral de manobra e proteção;
- b) as seções nominais dos condutores de fase estiverem contidas dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos;
- c) todos os condutores tiverem à mesma temperatura máxima para serviço contínuo;
- d) todos os condutores forem isolados para a mais alta tensão nominal presente.

3.6. DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

Como mencionado anteriormente, no primeiro parágrafo do item 3.3 do presente trabalho, o circuito elétrico utilizado nas instalações elétricas prediais é essencialmente composto por um dispositivo de proteção e condutores elétricos. Um dispositivo de proteção é um equipamento elétrico que atua automaticamente, pela ação de dispositivos sensíveis, seccionando o caminho do circuito elétrico ao qual está conectado quando esse circuito se encontra submetido a determinadas condições anormais. Tal dispositivo tem como objetivo evitar ou limitar danos causados por essas condições anormais.

Condutor elétrico pode ser considerado todo material que possui a propriedade de conduzir energia elétrica. A NBR 5410 (2004) admite a utilização de condutores em forma de fios, cabos unipolares ou cabos multipolares de cobre (Cu) ou alumínio (Al), com isolamento de PVC (Policloreto de vinila), EPR (Etileno-propileno) ou XLPE (Polietileno reticulado) ou ainda, quando em casos raros expressamente permitidos na referida norma, condutores nus ou providos apenas de cobertura.

Um circuito elétrico de corrente alternada, utilizado em instalações de baixa tensão, pode ser classificado conforme o número de fases como monofásico, bifásico ou trifásico. Um circuito monofásico utiliza um condutor fase, um condutor neutro e um condutor de proteção. Um circuito bifásico utiliza dois condutores fase e um condutor de proteção. Um circuito trifásico utiliza três condutores fase, um condutor neutro e um condutor de proteção.

Em um circuito elétrico, quando em caminho fechado, acontece a passagem de corrente elétrica proporcional à carga absorvida pelo conjunto de dispositivos sendo alimentados por esse circuito em tal momento. Segundo Lima Filho (2011), dimensionar um circuito elétrico é definir a capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecargas e a seção de seus condutores de forma a garantir que os mesmos sejam capazes de permitir satisfatoriamente tal passagem de corrente, suportando simultaneamente as condições de limite de temperatura e limite de queda de tensão.

3.6.1. Determinação da corrente de projeto do circuito

A corrente de projeto do circuito é a corrente elétrica efetiva que passará por seus condutores carregados quando tal circuito, em caminho fechado, estiver alimentando o conjunto de dispositivos conectados ao mesmo. Essa corrente pode ser calculada por uma das equações apresentadas na figura 18 a seguir.

Figura 18 – Equações utilizadas para determinação da corrente de projeto

<i>Circuito monofásico</i>	$I_B = \frac{S}{v}$
<i>Circuito bifásico</i>	$I_B = \frac{S}{V}$
<i>Circuito trifásico</i>	$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

I_B = corrente de projeto do circuito, em ampère (A);

S = carga absorvida, em volt-ampère (VA);

v = tensão entre fase e neutro, em volt (V);

V = tensão entre fases, em volt (V).

3.6.2. Definição da capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

O item 4.1.3 da NBR 5410 (2004) determina que as pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra os efeitos negativos, de temperaturas ou solicitações eletromecânicas excessivas, resultantes de sobrecorrentes a que os condutores vivos possam ser submetidos. Segundo Lima Filho (2011), sobrecorrentes são correntes elétricas cujos valores excedem o valor da corrente que um circuito é capaz de conduzir. Tais sobrecorrentes podem ser originadas pela solicitação do circuito acima de suas características de projeto (sobrecarga) ou ser originadas pela redução súbita da carga resistiva total do circuito (curto-circuito).

Um dispositivo de proteção contra sobrecorrente é um dispositivo capaz de interromper automaticamente o caminho de um circuito quando esse se encontra em condição de sobrecorrente. Segundo o item 5.3.4 da NBR 5410 (2004), para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais como aparecem na equação 1.

$$I_B \leq I_D \leq I_Z \quad (\text{equação 1})$$

Sendo:

I_B = corrente de projeto do circuito, em ampère (A);

I_D = corrente nominal do dispositivo de proteção, em ampère (A);

I_Z = capacidade de condução corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação, em ampère (A).

Segundo o item 5.3.6.1 da NBR 5410 (2004), o dispositivo destinado a prover proteção contra sobrecargas pode prover também proteção contra curtos-circuitos da linha situada a jusante do ponto em que for instalado se o dispositivo possuir uma capacidade de interrupção pelo menos igual à corrente de curto-circuito presumida nesse ponto e atender ao disposto no item 5.3.5.5.2 da mesma norma. Em seu item 5.3.5.5.2 a norma destaca que a energia que o dispositivo de proteção deixa passar, deve ser menor que a energia capaz de elevar a temperatura do condutor desde a temperatura máxima para serviço contínuo até a temperatura limite de curto-circuito.

Em instalações de baixa tensão os dispositivos comumente empregados para proteção contra sobrecorrente são os disjuntores termomagnéticos. Tais dispositivos devem ter seus polos conectados dentro do caminho dos condutores fase do circuito. Dessa forma, em um circuito monofásico, bifásico ou trifásico deve-se conectar respectivamente um disjuntor monopolar, bipolar ou tripolar.

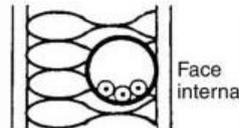
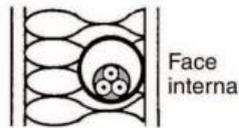
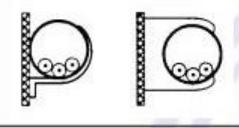
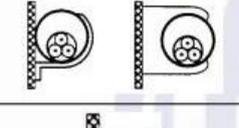
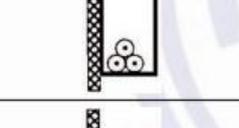
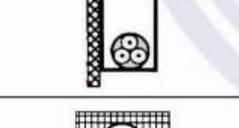
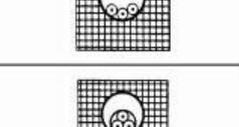
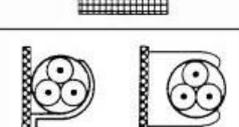
3.6.3. Definição da seção dos condutores

Como já mencionado anteriormente, a seção dos condutores deve ser definida de forma a garantir que os mesmos sejam capazes de permitir satisfatoriamente a passagem da corrente de projeto do circuito em que serão instalados. Para tanto é necessário que se defina a forma como circuitos serão instalados e, a partir dessa definição, é necessário que se determine as capacidades de condução de corrente de seus condutores. Ainda, é necessário também que se verifique a queda de tensão nos condutores.

3.6.3.1. Definição dos métodos de instalação

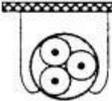
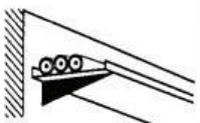
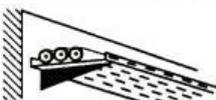
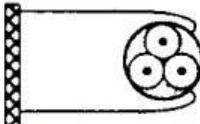
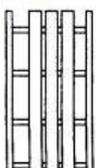
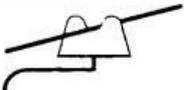
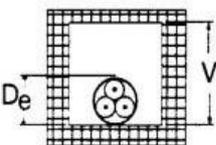
A tabela 33 da NBR 5410 (2004) apresenta tipos de linhas elétricas que podem ser utilizados. Para cada método de instalação dado na tabela 33 da referida norma é indicado o método de referência no qual esse se enquadra. As imagens de tal tabela e suas tabelas de continuação são apresentadas a partir da figura 19 até a figura 24 a seguir.

Figura 19 – Imagem do começo tabela 33 da NBR 5410 (2004)

Tabela 33 — Tipos de linhas elétricas			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C

(NBR 5410, 2004, p. 90)

Figura 20 – Imagem da primeira tabela de continuação da tabela 33 da NBR 5410 (2004)

Tabela 33 (continuação)			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira ³⁾	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical ⁴⁾	E (multipolar) F (unipolares)
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	E (multipolar) F (unipolares)
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito	E (multipolar) F (unipolares)
17		Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não	E (multipolar) F (unipolares)
18		Condutores nus ou isolados sobre isoladores	G
21		Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção ⁵⁾ , sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção ⁵⁾⁶⁾	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1

(NBR 5410, 2004, p. 91)

Figura 21 – Imagem da segunda tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004)

Tabela 33 (continuação)			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
22		Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção ^{5) 7)}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
23		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção ^{5) 7)}	B2
24		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção ⁵⁾	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
25		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção ⁵⁾	B2
26		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria ⁶⁾	$1,5 \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
27		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria	B2
31 32		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B1
31 ^a 32 ^a		Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B2

(NBR 5410, 2004, p. 92)

Figura 22 – Imagem da terceira tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004)

Tabela 33 (continuação)			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso	B1
34		Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso	B2
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspenso(o)	B1
36		Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspenso(o)	B2
41		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical ⁷⁾	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
42		Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso	B1
43		Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso	B1
51		Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante ²⁾	A1

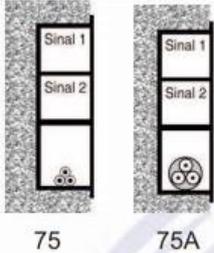
(NBR 5410, 2004, p. 93)

Figura 23 – Imagem da quarta tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004)

Tabela 33 (continuação)			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
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) ⁸⁾	D
63		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional ⁹⁾	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

(NBR 5410, 2004, p. 94)

Figura 24 – Imagem da última tabela de continuação tabela 33 da NBR 5410 (2004)

Tabela 33 (continuação)			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
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
<p>1) Método de referência a ser utilizado na determinação da capacidade de condução de corrente. Ver 6.2.5.1.2.</p> <p>2) Assume-se que a face interna da parede apresenta uma condutância térmica não inferior a 10 W/m².K.</p> <p>3) Admitem-se também condutores isolados em perfilado, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.4.1.</p> <p>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".</p> <p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>7) De é o diâmetro externo do eletroduto, quando de seção circular, ou altura/profundidade do eletroduto de seção não-circular ou da eletrocalha.</p> <p>8) Admite-se também o uso de condutores isolados, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.6.1.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			

(NBR 5410, 2004, p. 95)

3.6.3.2. Seção mínima dos condutores elétricos

A NBR 5410 (2004) define valores mínimos das seções dos condutores. Tais valores mínimos devem ser respeitados na definição da seção dos condutores.

3.6.3.2.1. Seção mínima dos condutores fase

Segundo o item 6.2.6.1.1 da NBR 5410 (2004), a seção dos condutores fase não deve ser inferior aos respectivos valores indicados na tabela 47 da mesma. A imagem de tal tabela é apresentada no figura 25 a seguir.

Figura 25 – Imagem da tabela 47 da NBR 5410 (2004)

Tabela 47 — Seção mínima dos condutores ¹⁾			
Tipo de linha	Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material	
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento	
	Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾	
	Circuitos a extraalta tensão para aplicações especiais	0,75 Cu	

¹⁾ Seções mínimas ditadas por razões mecânicas
²⁾ Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.
³⁾ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².
⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

(NBR 5410, 2004, p. 113)

3.6.3.2.2. *Seção mínima dos condutores neutro*

Segundo o item 6.2.6.2 da NBR 5410 (2004), em circuitos monofásicos, o condutor neutro deve ter a mesma seção do condutor fase. Em circuitos trifásicos com neutro, excepcionalmente, quando a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33% (como por exemplo, em circuitos que alimentam principalmente computadores ou outros equipamentos de tecnologia de informação), pode ser necessário um condutor neutro com seção superior à dos condutores fase. Para tais casos, subsídios para o dimensionamento do condutor neutro são fornecidos no anexo F da referida norma. A imagem de tal anexo é apresentada na figura 26 a seguir.

Figura 26 – Imagem do anexo F da 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		
<p>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:</p>		
$I_N = f_h I_B$		
<p>onde:</p>		
<p>I_B é a corrente de projeto do circuito, valor eficaz total:</p>		
$I_B = \sqrt{I_1^2 + I_i^2 + I_j^2 + \dots + I_n^2}$		
<p>sendo</p>		
<p>I_1 o valor eficaz da componente fundamental, ou componente de 60 Hz;</p>		
<p>I_i, I_j, \dots, I_n os valores eficazes das componentes harmônicas de ordem i, j, \dots, n presentes na corrente de fase; e</p>		
<p>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.</p>		
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

(NBR 5410, 2004, p. 196)

3.6.3.2.3. Seção mínima dos condutores de proteção

Segundo o item 10.5.4 do RIC – BT (2017), a seção mínima dos condutores de proteção é determinada em função da seção do condutor neutro conforme:

- a) condutor neutro 6 a 10mm² - seção mínima igual ao neutro;
- b) condutor neutro 16 a 35mm²- condutor mínimo 16mm²;
- c) condutor neutro acima de 35mm² - seção mínima 50% do neutro.

3.6.3.3. Limite de temperatura

Segundo o item 6.2.5.2.1 da NBR 5410 (2004), a corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima para serviço contínuo, dada na tabela 35 da referida norma, não seja ultrapassada. A imagem de tal tabela é apresentada na figura 27 a seguir.

Figura 27 – Imagem da tabela 35 da NBR 5410 (2004)

Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

(NBR 5410, 2004, p. 100)

Segundo o item 6.2.5.2.2 da NBR 5410 (2004), a temperatura máxima para serviço contínuo, não será ultrapassada se a corrente nos condutores não for superior às capacidades de condução de corrente adequadamente obtidas das tabelas 36 a 39 da referida norma e corrigidas, se for o caso, pelos fatores indicados nas tabelas 40 a 45 da mesma norma. As imagens de tais tabelas e suas tabelas de continuação são apresentadas respectivamente a partir da figura 28 até a figura 39 a seguir.

Figura 28 – Imagem da tabela 36 da 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 ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

(NBR 5410, 2004, p. 101)

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

(NBR 5410, 2004, p. 102)

Figura 30 – Imagem do começo da tabela 38 da 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 ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos Método F	Espaçados	
						Horizontal Método G	Vertical 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	196
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

(NBR 5410, 2004, p. 103)

Figura 31 – Imagem da tabela de conclusão da tabela 38 da NBR 5410 (2004)

Tabela 38 (conclusão)							
Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos	Espaçados	
					Método F	Horizontal	Vertical
Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
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

¹⁾ Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

(NBR 5410, 2004, p. 104)

Figura 32 – Imagem do começo da tabela 39 da NBR 5410 (2004)

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 ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	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	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

(NBR 5410, 2004, p. 104)

Figura 33 – Imagem da tabela de conclusão da tabela 39 da NBR 5410 (2004)

Tabela 39 (conclusão)							
Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	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	454
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

¹⁾ Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

(NBR 5410, 2004, p. 105)

Figura 34 – Imagem da tabela 40 da 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
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

(NBR 5410, 2004, p. 106)

Figura 35 – Imagem da tabela 41 da NBR 5410 (2004)

Tabela 41— Fatores de correção para linhas subterrâneas em solo com resistividade térmica diferente de 2,5 K.m/W				
Resistividade térmica K.m/W	1	1,5	2	3
Fator de correção	1,18	1,1	1,05	0,96
NOTAS				
1 Os fatores de correção dados são valores médios para as seções nominais abrangidas nas tabelas 36 e 37, com uma dispersão geralmente inferior a 5%.				
2 Os fatores de correção são aplicáveis a cabos em eletrodutos enterrados a uma profundidade de até 0,8 m.				
3 Os fatores de correção para cabos diretamente enterrados são mais elevados para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K.m/W e podem ser calculados pelos métodos indicados na ABNT NBR 11301.				

(NBR 5410, 2004, p. 107)

Figura 36 – Imagem da tabela 42 da 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														
1 Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.														
2 Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.														
3 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).														
4 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.														
5 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.														
6 Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.														

(NBR 5410, 2004, p. 108)

Figura 37 – Imagem da tabela 43 da NBR 5410 (2004)

		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
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.

(NBR 5410, 2004, p. 109)

Figura 38 – Imagem da tabela 44 da NBR 5410 (2004)

Tabela 44 — Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados					
Número de circuitos	Distâncias entre cabos ¹⁾ (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

1)

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 $\pm 10\%$ em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

(NBR 5410, 2004, p. 109)

Figura 39 – Imagem da tabela 45 da NBR 5410 (2004)

Tabela 45 — Fatores de agrupamento para linhas em eletrodutos enterrados ¹⁾				
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 ²⁾ – 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

¹⁾ 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 $\pm 10\%$ em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

²⁾ 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.

(NBR 5410, 2004, p. 110)

3.6.3.4. Limite de queda de tensão

Segundo Niskier e Macintyre (2016), a queda de tensão nos condutores dos circuitos das instalações deve estar dentro de determinados limites máximos, a fim de não prejudicar o funcionamento dos equipamentos de utilização ligados aos circuitos terminais. Essa queda é prejudicial ao desempenho dos equipamentos que, além de não funcionarem satisfatoriamente, podem ter a vida útil reduzida. Segundo o item 6.2.7 da NBR 5410 (2004), em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4% e em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada, em relação ao valor da tensão nominal da instalação, não deve ser superior aos seguintes valores:

- a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- b) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador 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.

Subsídios para o cálculo da queda de tensão são fornecidos no anexo X do RIC – BT (2017). As imagens de tal anexo são apresentadas na figura 40 e figura 41 a seguir.

Figura 40 – Imagem do começo do anexo X do RIC – BT (2017)

ANEXO X - Cálculo De Queda De Tensão

Para liberação de centro de medição é necessário apresentar o cálculo de queda de tensão desde o ponto de derivação até o disjuntor geral, quando a distância for superior a 20 (vinte) metros. O limite de queda de tensão deve obedecer à NBR 5410 e os critérios abaixo:

- a) 2% para centro de medição alimentado diretamente por um ramal de baixa tensão, desde a rede de distribuição secundária da distribuidora 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.

Para cálculo de queda de tensão em circuito trifásico com carga concentrada no centro de medição admite-se utilizar a seguinte fórmula:

$$D_v(\%) = \frac{\sqrt{3} \times I \times \ell \times Z}{V_n} \times 100$$

sendo:

D_v = queda de tensão em %

V_n = tensão de linha do circuito em Volt

I = corrente da carga, neste caso adotar corrente nominal do disjuntor em Ampère

ℓ = comprimento do circuito em km

Z = impedância do condutor em Ω

Os valores de resistências elétricas e reatâncias indutivas indicados na tabela a seguir são valores médios e destinam-se a cálculos aproximados de circuitos elétricos, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Z = R \cos \phi + X \sin \phi$$

ou

$$Z = R + jX$$

Z = impedância do condutor em Ω

R = resistência do condutor em Ω/km (ver tabela)

X = reatância do condutor em Ω/km (ver tabela)

ϕ = ângulo de fase

Nota:

No caso de utilização de cabos em paralelo nos circuitos de interligação, a impedância deve ser dividida pelo número de circuitos.

(RIC - BT, 2017, p. 92)

Figura 41 – Imagem do fim anexo X do RIC – BT (2017)

Resistência Elétrica e Reatância Indutiva de Fios e Cabos Isolados em PVC, EPR e XLPE em Condutos Fechados (Valores em Ω/km)

Seção (mm ²)	Rcc ^(A)	Condutos não-magnéticos ^(B) Circuitos FN / FF / 3F	
		Rca ^(C)	XL ^(D)
1,5	12,1	14,48	0,16
2,5	7,41	8,87	0,15
4	4,61	5,52	0,14
6	3,08	3,69	0,13
10	1,83	2,19	0,13
16	1,15	1,38	0,12
25	0,73	0,87	0,12
35	0,52	0,63	0,11
50	0,39	0,47	0,11
70	0,27	0,32	0,10
95	0,19	0,23	0,10
120	0,15	0,19	0,10
150	0,12	0,15	0,10
185	0,099	0,12	0,094
240	0,075	0,094	0,098
300	0,060	0,078	0,097
400	0,047	0,063	0,096
500	0,037	0,052	0,095
630	0,028	0,043	0,093
800	0,022	0,037	0,089
1000	0,018	0,033	0,088

(A) Resistência elétrica em corrente contínua calculada a 70 °C no condutor;

(B) Válido para condutores isolados, cabos unipolares e multipolares instalados em condutos fechados não magnéticos;

(C) Resistência elétrica em corrente alternada (60Hz) a temperatura de 20°C;

(D) Reatância indutiva.

(RIC - BT, 2017, p. 93)

3.7. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Os eletrodutos são os componentes das instalações elétricas que propiciam uma proteção mecânica aos condutores elétricos. Segundo o item 6.2.11.1 da NBR 5410 (2004), é vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal. Nas instalações elétricas abrangidas pela norma referida só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama.

Segundo Lima Filho (2011), os eletrodutos têm as funções de proteger os condutores contra ações mecânicas, contra perigos de incêndio, resultantes de eventuais superaquecimentos dos condutores ou arcos voltaicos, e contra eventuais intempéries que possam prejudicar as instalações. Segundo o item 6.2.11.1.4 da NBR 5410 (2004), em qualquer situação, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação.

Atualmente, os eletrodutos mais utilizados são os de PVC rígido roscáveis e eletrodutos rígidos de aço carbono. As características nominais dos respectivos eletrodutos são apresentadas nos anexos O e P do RIC – BT (2017). As imagens de tais anexos são apresentadas respectivamente na figura 42 e figura 43 a seguir.

Figura 42 – Imagem do anexo O do RIC - BT (2017)

ANEXO O - Eletroduto de PVC Rígido Tipo Rosqueável								
Diâmetro Nominal	Referência de Rosca	Diâmetro Externo	CLASSE A		CLASSE B		TOLERÂNCIA	
			Espessura da Parede	Diâmetro Interno	Espessura Da Parede	Diâmetro Interno	Diâmetro Externo	Espessura da Parede
16	3/8"	16,7	2,0	12,7	1,8	13,1	±0,3	+0,4
20	1/2"	21,1	2,5	16,1	1,8	17,5		
25	3/4"	26,2	2,6	21,0	2,3	21,6		
32	1"	33,2	3,2	26,8	2,7	27,8		
40	1 1/4"	42,2	3,6	35,0	2,9	36,4	±0,4	+0,5
50	1 1/2"	47,8	4,0	39,8	3,0	41,8		
60	2"	59,4	4,6	50,2	3,1	53,2		
75	2 1/2"	75,1	5,5	64,1	3,8	67,5		
85	3"	88,0	6,2	75,6	4,0	80,0		

(RIC – BT, 2017, p. 80)

Figura 43 – Imagem do anexo P do RIC - BT (2017)

ANEXO P - Eletroduto Rígido de Aço-Carbono																
Diâmetro Nominal	Referência de Rosca	TIPO PESADO									TIPO LEVE – LI					
		NBR 5597			NBR 5598			NBR 5624			NBR 5624					
		Diâmetro Externo		Espessura da Parede		Diâmetro Interno	Diâmetro Externo		Espessura da Parede		Diâmetro Interno	Diâmetro Externo		Espessura da Parede		Diâmetro Interno
		Ø	T	(mm)	T		Ø	T	(mm)	T		Ø	T	(mm)	T	
10	3/8"	17,1	±0,38	2,00	-0,25	13,1	17,2	±0,40	2,00	-0,25	13,2	16,40	±0,10	1,50	-0,18	13,40
15	1/2"	21,3		2,25	-0,28	16,8	21,3		2,25	-0,28	16,8	20,20	±0,20		17,20	
20	3/4"	26,7		2,25	-0,28	22,2	26,9		2,25	-0,28	22,4	25,40	±0,20		22,40	
25	1"	33,4		2,65	-0,33	28,1	33,7		2,65	-0,33	28,4	31,70	±0,20		28,70	
32	1 1/8"	42,2		3,00	-0,37	36,2	42,4		±0,42	3,00	-0,37	36,4	40,75		±0,25	2,00
40	1 1/2"	48,3	±0,64	3,00	-0,37	42,3	48,3	±0,48	3,00	-0,37	42,3	46,85	±0,25	2,25	-0,28	42,35
50	2"	60,3		3,35	-0,41	53,6	60,3	±0,60	3,35	-0,41	53,6	58,70	±0,30	2,25	-0,28	54,20
65	2 1/2"	73,0		3,75	-0,46	65,5	76,1	±0,76	3,75	-0,41	69,4	74,50	±0,40	2,65	-0,33	69,20
80	3"	88,9		3,75	-0,46	81,4	88,9	±0,88	3,75	-0,46	81,4	87,20	±0,40		81,90	
90	3 1/2"	101,6		4,25	-0,53	93,1	101,6	±1,01	4,25	-0,53	93,1	99,50	±0,50		94,20	
100	4"	114,3	4,25	-0,53	105,8	114,3	±1,14	4,25	-0,53	105,8	112,15	±0,55	106,85			
125	5"	141,3	±1,41	5,00	-0,62	131,3	139,7	±1,39	5,00	-0,62	129,7	—	—		—	—
150	6"	168,3	±1,68	5,30	-0,66	157,7	165,1	±1,65	5,30	-0,66	154,5	—	—	—	—	

T = Tolerância

(RIC – BT, 2017, p. 80)

Segundo Cavalin e Cervelin (2006), dimensionar um eletroduto é determinar seu diâmetro nominal para cada trecho da instalação. Conforme o item 6.2.11.1.6 da NBR 5410 (2004), 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, 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:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Para eletrodutos ocupados por condutores de cobre isolados com PVC, as condições citadas no paragrafo anterior serão atendidas se o diâmetro nominal do trecho de eletroduto em questão for obtido, adequadamente, do anexo Q ou anexo R do RIC – BT (2017) considerando como se a seção nominal do condutor de maior seção, presente nesse trecho, fosse também a seção dos demais condutores presentes no mesmo trecho. As imagens de tais anexos são respectivamente apresentadas na figura 44 e figura 45 a seguir.

Figura 44 – Imagem do anexo Q do RIC - BT (2017)

ANEXO Q - Ocupação Máxima dos Eletrodutos de PVC									
Ocupação máxima dos eletrodutos de PVC por condutores de cobre isolados com PVC									
SEÇÃO NOMINAL (mm ²)	NÚMERO DE CONDUTORES NO ELETRODUTO								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	DIÂMETRO NOMINAL DO ELETRODUTO (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	50	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	—
150	50	60	75	75	85	85	—	—	—
185	50	75	75	85	85	—	—	—	—
240	60	75	85	—	—	—	—	—	—

(RIC – BT, 2017, p. 81)

Figura 45 – Imagem do anexo R do RIC - BT (2017)

ANEXO R - Ocupação Máxima dos Eletrodutos de Aço									
Ocupação máxima dos eletrodutos de aço por condutores de cobre isolados com PVC									
SEÇÃO NOMINAL (mm ²)	NÚMERO DE CONDUTORES NO ELETRODUTO								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	DIÂMETRO NOMINAL DO ELETRODUTO (mm)								
1,5	10	10	10	10	10	10	15	15	15
2,5	10	10	10	15	15	15	15	20	20
4	10	10	15	15	15	20	20	20	20
6	10	15	15	20	20	20	20	25	25
10	15	15	20	20	25	25	25	25	32
16	15	20	20	25	25	32	32	32	32
25	20	25	25	32	32	32	40	40	40
35	20	25	32	32	32	40	50	50	50
50	25	32	32	40	50	50	50	65	65
70	32	32	40	50	50	50	65	65	65
95	32	40	50	50	65	65	65	80	80
120	32	50	50	65	65	65	80	80	80
150	40	50	65	65	80	80	90	90	90
185	50	65	65	80	80	90	90	100	100
240	50	65	80	90	90	100	100	—	—

(RIC – BT, 2017, p. 81)

Podemos perceber que o dimensionamento mencionado no paragrafo anterior, apesar de atender as condições de taxa de ocupação definidas no item 6.2.11.1.6 da NBR 5410 (2004), pode resultar, em alguns casos, em um superdimensionamento dos eletrodutos. Para um dimensionamento mais aprimorado, o diâmetro interno do eletroduto deve ser tal como aparece na equação 2.

$$D_{ie} \geq 2 \cdot \sqrt{[(\sum A_{sc}) / (k \cdot \pi)]} \quad (\text{equação 2})$$

Sendo:

D_{ie} = diâmetro interno do eletroduto, em milímetros (mm);

A_{sc} = área da seção do condutor, em milímetros quadrados (mm²);

k = taxa de ocupação do eletroduto.

3.8. ATERRAMENTO E PROTEÇÕES CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

Inúmeros tipos de equipamentos, cada qual com sua própria característica, podem ser conectados aos pontos de utilização das instalações elétricas. Segundo Lima Filho (2011), esses equipamentos estão sujeitos a defeitos, como falhas no isolamento de condutores ou de outras partes energizadas. Falhas de isolamento, quando em contato com uma superfície condutora não destinada a ser energizada, podem colocar tal superfície sob potencial elétrico diferente do da Terra, tornando-a, assim, indevidamente energizada. Tal superfície é denominada massa e seu contato com falhas de isolação é denominado falta fase-massa.

Uma pessoa ou animal, em contato direto ou indireto com a Terra, ao entrar em contato, de forma despercebida, com uma superfície indevidamente energizada, estabelece, pelo próprio corpo, um caminho condutor fechado entre dois pontos de diferentes potenciais elétricos. Quando isso acontece, pelo corpo de tal pessoa ou animal, pode ocorrer a passagem de corrente elétrica (corrente de fuga para Terra). Esse fenômeno é conhecido como choque elétrico.

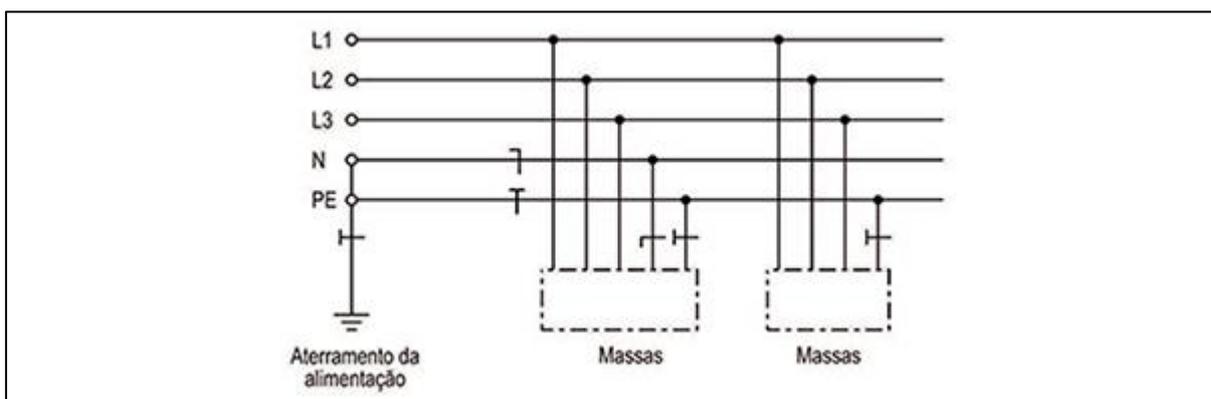
Segundo o item 4.1.1 da NBR 5410 (2004), as pessoas e os animais devem ser protegidos contra choques elétricos, seja o risco associado a contato acidental com parte viva perigosa, seja a falhas que possam colocar uma massa acidentalmente sob tensão. Segundo Lima Filho (2011), as medidas de proteção contra os choques elétricos podem ser classificadas como passivas ou ativas.

3.8.1. Sistema de aterramento

Segundo Lima Filho (2011), o sistema de aterramento é uma medida de proteção passiva contra os choques elétricos e contra todos os demais riscos associados às correntes de fuga ou de falta para a Terra. Esse sistema consiste basicamente na conexão das massas a Terra e fornece, assim, um caminho fechado, favorável, seguro e de exígua resistência, para a passagem das correntes ocasionadas das faltas fase-massa. Segundo o item 6.4.1 da NBR 5410 (2004), toda edificação deve dispor de um sistema de aterramento.

Segundo o item 10.5 do RIC – BT (2017), os sistemas de aterramento para edificações de uso coletivo e residenciais devem seguir o esquema TN-S. Segundo o item 4.2.2.2.1 da NBR 5410 (2004), o esquema TN-S possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção e o condutor neutro ligado a esse ponto de forma independente. A imagem do esquema TN-S é apresentado na figura 46 a seguir.

Figura 46 – Imagem do esquema TN-S de aterramento



(NBR 5410, 2004, p. 15)

Ainda segundo o item 10.5 do RIC – BT (2017), o aterramento da alimentação deve ser feito por eletrodo de aterramento conforme o anexo A do referido regulamento. A imagem de tal anexo é apresentada na figura 47 a seguir.

Figura 47 – Imagem do anexo A do RIC - BT (2017)

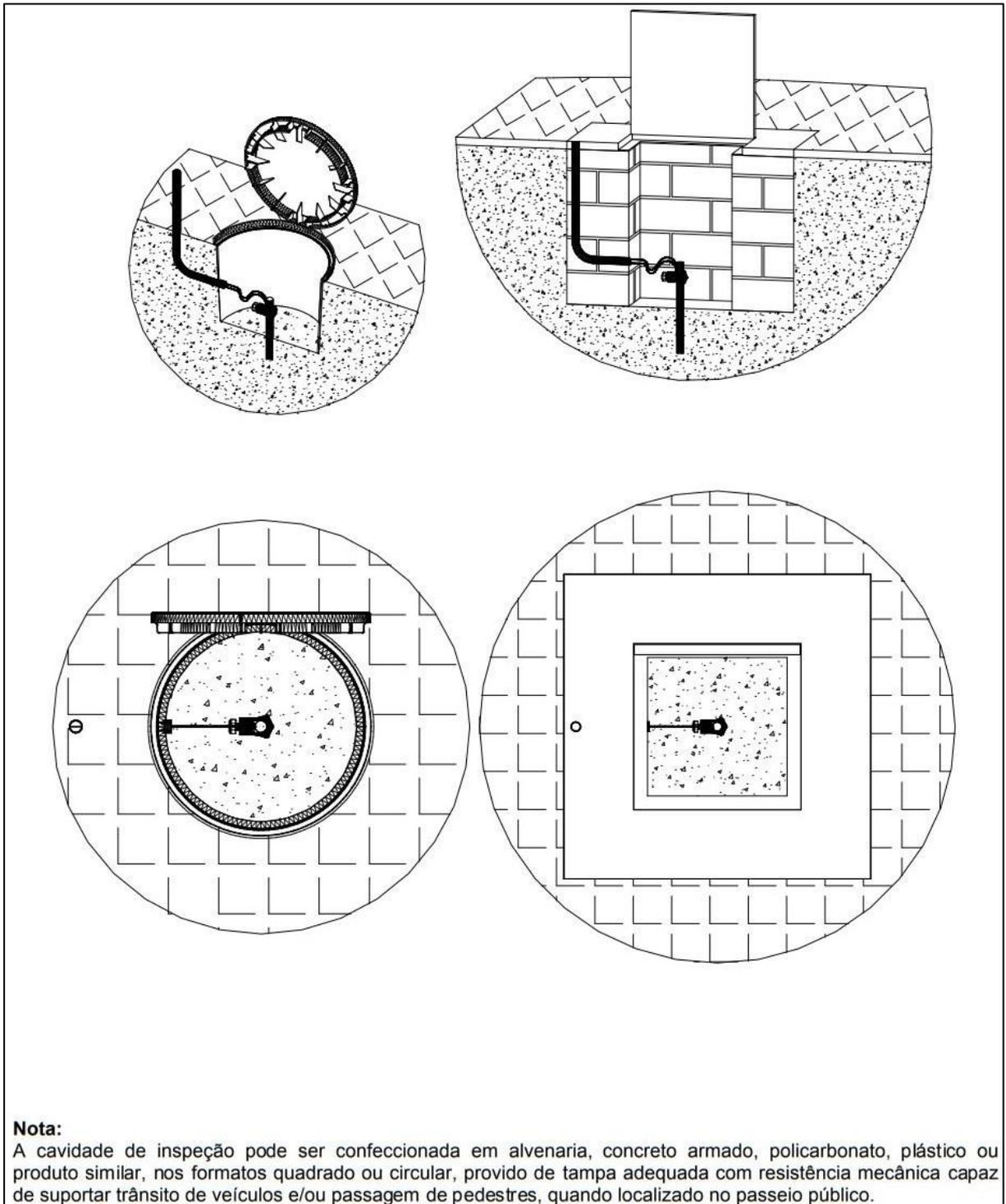
ANEXO A – Eletrodos de Aterramento Convencionais		
Tipo de Eletrodo	Dimensões Mínimas	Observações
Tubo de aço zincado	2,4m de comprimento e diâmetro nominal de 25mm	Enterramento totalmente vertical
Perfil de aço zincado	Cantoneira de 20mm x 20mm x 3mm com 2,40m de comprimento	Enterramento totalmente 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 ² de seção, 2mm de espessura e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Largura na posição vertical
Fita de aço galvanizado	100mm ² de seção, 3mm de espessura e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Largura na posição vertical
Cabo de cobre	25mm ² de seção e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal
Cabo de aço zincado	95mm ² de seção e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal
Cabo de aço cobreado	50mm ² de seção e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal

(RIC – BT, 2017, p. 34)

O valor da resistência de aterramento não deve ser superior a 25 ohms, em qualquer época do ano. No caso de não ser atingido esse limite com eletrodo único, deve-se utilizar quantos forem necessários, distanciados dois metros, no mínimo, e interligados através de condutor com seção mínima de 16mm².

O condutor de aterramento deve ser de cobre, com isolamento para as tensões de 450/750V e deve ser tão curto e retilíneo quanto possível, sem emendas ou dispositivos que possam causar sua interrupção. O ponto de conexão do condutor de aterramento ao eletrodo, com conector adequado, deve estar acessível por ocasião da vistoria da entrada de energia, podendo o eletrodo distar até 5m da medição, se houver dificuldades para a cravação (cavidade de inspeção). O eletroduto do condutor de aterramento deve ser fixado a cada metro e ter sua extremidade superior (dentro da CED) vedada com massa de calafetar, silicone ou espuma de poliuretano expansível. A imagem do detalhe de aterramento é apresentada na figura 48 a seguir.

Figura 48 – Imagem do detalhe de aterramento



(RIC – BT, 2017, p. 176)

3.8.2. Proteção adicional por dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual

Segundo Lima Filho (2011), a utilização de dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual (dispositivo DR) é uma medida de proteção ativa contra os choques elétricos e contra todos os demais riscos associados às correntes de fuga ou de falta para a Terra. Esse dispositivo supervisiona, de forma indireta, a ocorrência de corrente de fuga ou de falta para a Terra no circuito ao qual está conectado e, provoca o seccionamento automático de todos os condutores vivos desse circuito, caso detecte tal ocorrência.

A utilização de dispositivos DR não é reconhecida como constituindo em si uma medida de proteção completa e não dispensa, em absoluto, o emprego dos condutores, dispositivos e medidas de proteção citados anteriormente. Os dispositivos DR devem ser capazes de permitir satisfatoriamente a passagem de corrente de valor pelo menos igual capacidades de condução de corrente dos condutores a qual forem conectados. Segundo o item 3.1.3.2 da NBR 5410 (2004), o uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade (com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 miliampère) como proteção adicional é obrigatório nos seguintes circuitos:

- 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.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As noções apresentadas no capítulo anterior foram extensivamente utilizadas para a elaboração do projeto de instalações elétricas de baixa tensão de uma edificação de múltiplas unidades consumidoras residenciais. Tal projeto é apresentado, em forma de documentos e desenhos técnicos, nos anexos a seguir.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, foi possível perceber a existência de diversas maneiras para a configuração das instalações elétricas, cabendo ao projetista fazê-las da forma que lhe parecer mais conveniente, desde que em conformidade com as normas e regulamentos pertinentes. Cada etapa do processo apresentou situações diversas que levaram o autor a considerar e optar por diferentes soluções. Na elaboração do presente trabalho, buscou-se utilizar soluções para as instalações de maneira concisa e eficiente seguindo as recomendações de autores e profissionais experientes no ramo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- CAVALIN, GERALDO.; CERVELIN, SEVERINO. **Instalações Elétricas Prediais**. São Paulo: Érica, 2006.
- COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Regulamento de Instalações Consumidoras de Baixa Tensão**. RIC – BT, versão 1.5. Porto Alegre, 2017.
- LIMA FILHO, DOMINGOS LEITE. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. São Paulo: Érica, 2011.
- NISKIER, JULIO.; MACINTYRE, ARCHIBALD JOSEPH. **Instalações Elétricas**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- SILVA, SÉRGIO LUIZ CARDOSO DA. **Instalações Elétricas Prediais**. 2019. Notas de aula - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ANEXO A – Memorial Descritivo

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

O presente memorial visa descrever o projeto das instalações elétricas da edificação, de múltiplas unidades consumidoras residenciais, localizada na Rua Upamaroti, nº 928, Porto Alegre/RS.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Trata-se das instalações elétricas de uma edificação de área total de 453,29 m² que contem 4 apartamentos tipo kitnet (tipo 1), com área privativa de 33,58 m², 2 apartamentos tipo duplex (tipo 2), com área privativa de 64,47 m², e condomínio com área de uso comum de 190,03 m².

COMPOSIÇÃO DO PROJETO

Além do presente **Memorial Descritivo**, os seguintes elementos técnicos compõem o projeto:

Orçamento de Materiais: Lista de materiais devidamente quantificada e precificada.

Memória de Cálculo: Memória dos cálculos efetuados na elaboração do projeto.

Soluções Gráficas: 04 (quatro) pranchas em formato A1 contendo a solução adotada no projeto em forma gráfica.

2. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ADOTADA

CONCEPÇÃO DO PROJETO

Este projeto foi concebido de acordo com as prescrições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no que tange às instalações elétricas de baixa tensão (NBR-5410/2004).

Igualmente quanto à regulamentação da concessionária local no referente a serviços dessa natureza (RIC-BT/2017), além dos demais entendimentos havidos com o cliente.

CARACTERÍSTICAS E REQUISITOS DA INSTALAÇÃO

A carga total prevista para a edificação é de 119,83 kW e a demanda total calculada da edificação é de 32,25 kVA, conforme memória de cálculo apresentada no projeto.

SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA (ENTRADA DE ENERGIA)

O suprimento de eletricidade para essa edificação será a partir da rede de distribuição de energia elétrica da concessionária local, a qual é existente na calçada em frente à edificação. O sistema que foi previsto para ser utilizado é o do tipo trifásico em baixa tensão, nas tensões de 220/127 V (FF/FN).

Ramal de entrada: A interligação elétrica do poste particular até o painel de medição será subterrânea, feita através de 04 (quatro) condutores de cobre, isolamento em PVC/70°C, tensões de isolamento 1/0,6 kV, com seções nominais de 50 mm², protegidos mecanicamente por eletroduto de PVC do tipo rígido com diâmetro nominal DN 50.

Painel de medição: Foi prevista a instalação do painel de medidores situado a 0,50 m do limite do terreno, no muro existente. Será de aço zincado tipo CE, padrão RIC/BT, deverá ser pintado com tinta antiferruginosa na cor cinza e ter fundo revestido, internamente, de compensado resinado com espessura mínima 1,4 cm.

No interior do painel deverão ser instalados os medidores, protegidos por caixas tipo CP-2 (padrão RIC/BT) e também, a caixa de entrada e distribuição (CED). A instalação deverá ser protegida por um disjuntor termomagnético tripolar de 100 A – 10 kA, instalado no interior da CED.

Caixa de entrada e distribuição (CED): Deverá ser instalada de forma centralizada em relação aos medidores, será de mesmo material, terá a mesma pintura e revestimento de fundo do painel de medição. Os condutores destinados a ligação dos medidores (três fases e neutro) serão de cobre com isolamento PVC/70°C, tensões de isolamento 750/450 V, seção 25 mm², protegidos por eletroduto de PVC rígido de DN 32 e devem ser conectados aos barramentos da CED de forma independente e individual. Os barramentos serão de cobre eletrolítico chato e deverão ser fixados na CED através de isoladores de epóxi para 10 kA, sendo que o barramento de proteção deverá ser fixado diretamente na carcaça do painel de medição. O afastamento mínimo de 60 mm deve ser observado entre barras e entre barras e laterais da CED.

Ramais internos: de cada medidor partirão 05 (cinco) condutores de cobre, isolamento PVC/70°C (três fases, neutro e proteção), tensões de isolamento 1/0,6 kV, seção 25 mm², até os respectivos quadros elétricos, localizados na edificação. Esses condutores deverão ser protegidos por eletrodutos de PVC rígido de DN especificados nas pranchas do projeto.

ATERRAMENTO

O sistema de aterramento previsto é o TN-S, conforme NBR-5410, ou seja, distribuição de neutro e terra separados a partir da origem e em todos os pontos terminais.

Os quadros conterão barramento específico de neutro e de proteção, independentes, fixados firmemente na carcaça através de parafusos e acessórios de contato. Cada circuito terá seu condutor neutro e de proteção, independente, com origem nos barramentos dos respectivos quadros.

Junto ou próximo do ponto de entrada da alimentação elétrica deve ser provido um barramento, denominado “barramento de equipotencialização principal” (BEP), ao qual devem ser conectados direta ou indiretamente os elementos relacionados a seguir:

- as armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação;
- as tubulações metálicas de água, de gás combustível, de esgoto, de sistemas de ar-condicionado, de gases industriais, de ar comprimido, de vapor etc., bem como os elementos estruturais metálicos a elas associados;
- os condutos metálicos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- as blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- os condutores de proteção das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- os condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previstos no entorno da edificação;
- os condutores de interligação provenientes de eletrodos de aterramento de edificações vizinhas, nos casos em que essa interligação for necessária ou recomendável;
- o condutor neutro da alimentação elétrica;
- os condutores de proteção principais da instalação elétrica (interna) da edificação.

Para o aterramento e a ligação do condutor de proteção geral de todo o sistema elétrico da edificação, foi projetada a instalação de haste(s) (utilizar quantas forem necessárias a fim de atingir resistência igual ou inferior a 25Ω) de aço cobreado junto à entrada de energia, com 03 (três) metros de comprimento, que deverá(ão) ser totalmente enterrada(s) verticalmente no solo; na haste mais próxima serão feitas as conexões dos condutores de aterramento e proteção.

O condutor para o aterramento será de cobre com seção de 25 mm^2 e o condutor de proteção será também de cobre com seção de 25 mm^2 , ambos isolados em PVC/70°C conforme detalhes nas pranchas do projeto.

CIRCUITOS, QUADROS E PROTEÇÕES ELÉTRICAS

A distribuição interna de energia, a partir dos quadros, é feita através de circuitos. Cada um desses circuitos possuirá uma proteção individual através de disjuntor único e dispositivo DR (caso necessário). Essas proteções estarão instaladas nos quadros que conterão também um disjuntor geral. O número de circuitos, suas cargas, disjuntores e DR's, bem como a seção dos condutores a serem utilizados, estão indicados nos quadros de cargas.

3. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

Apresentam-se a seguir as principais observações referentes aos materiais que deverão ser utilizados nas instalações mencionadas e serviços correspondentes.

TOMADAS

Universais, tipo 2P+T, 10 A/250 V, NBR 14.136, espelho de cor branca.

INTERRUPTORES

Os interruptores a serem instalados serão do tipo simples, duplo ou triplo com teclas de acionamento modular de forma a permitirem acoplamentos conforme desejado.

QUADROS ELÉTRICOS

Fabricado em chapa de aço, espessura mínima da porta 1,5 mm (16 USG) e do corpo 1,9 mm (14 USG), pintura com tinta antiferruginosa na cor cinza.

Deverão possuir porta com trinco e sobretampa vazada para passagem das alavancas dos disjuntores.

Os circuitos deverão ser todos identificados conforme item 4 constante nesse Memorial.

Deverá haver espaço para conter, além do número de disjuntores/DR's especificados, também, uma reserva técnica mínima de 30%.

Deverão possuir barramento em cobre eletrolítico chato para as fases, neutro e de proteção, independentes.

A fixação dos barramentos deverá ser feita através de isoladores de epóxi para 10 kA, sendo que o neutro deverá ter isolador e o de proteção deverá ser fixado diretamente na carcaça dos quadros.

CAIXAS DE PASSAGEM

Serão em ferro, com chapa esmaltada, de dimensões internas mínimas 50x100 mm.

Quando instaladas no solo, deverão ser em alvenaria, com dimensões internas mínimas de 0,60 x 0,60 x 0,70 m.

ELETRODUTOS

Deverão ser do tipo rígido, fabricados em PVC, de classe B (espessura mínima de parede de 2,3 mm).

As luvas e curvas deverão ser do mesmo material do eletroduto correspondente.

CONDUTORES

Deverão ser em cobre eletrolítico, pureza mínima 99,9 %.

A isolação deverá ser constituída de composto termoplástico de PVC, com características para não-propagação e auto-extinção do fogo, tipo BWF.

As tensões de isolamento deverão ser 1/0,6 kV para instalações em eletroduto enterrado no solo e 750/450 V, nos demais casos.

Temperaturas máximas admissíveis nos condutores:

- em serviço contínuo - isolação PVC 70°C;
- em sobrecarga - isolação PVC 100°C;
- em curto-circuito - isolação PVC 160°C.

Código de cores a observar (no caso dos circuitos terminais):

- fase: vermelho;
- neutro: azul-claro;
- retorno: preto;
- terra: verde.

DISJUNTORES

Deverão ser em caixa moldada, tipo termomagnéticos, contendo dois sistemas de proteção independentes:

- contra sobrecarga, por elemento de disparo térmico;
- contra curto-circuito, por elemento de disparo eletromagnético.

Deverão ser tropicalizados e próprios para utilização a uma temperatura máxima de 45 °C.

Deverão ter uma vida média de, pelo menos, 20 mil manobras mecânicas e/ou elétricas com corrente nominal.

Deverão atender à norma NBR-5361.

O disparo, em caso de curto-circuito, deverá se dar entre 7 e 10 x I_n .

A fixação deverá ser pela base, por engate rápido sobre trilhos.

Os disparadores térmicos deverão ser calibrados para a temperatura de 20°C.

No caso de dispositivo DR, o mesmo deverá ter sensibilidade diferencial de 30 mA (alta sensibilidade).

4. RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO

Deverão ser obedecidas rigorosamente as maneiras de instalação recomendadas pelos fabricantes dos materiais. Particularmente deverá ser observado o seguinte:

QUANTO À INSTALAÇÃO DE CAIXAS E ELETRODUTOS

As tubulações deverão ser fixadas rigidamente, sempre de maneira a não interferir na estética ou funcionalidade do local.

A conexão dos eletrodutos com as caixas deverá ser feita com buchas e arruelas, com acabamento absolutamente sem saliências ou rebarbas.

A mudança de alinhamento dos dutos deverá ser feita preferencialmente com caixas; será admitida, entretanto, a utilização de curvas, desde que, no máximo, duas no mesmo plano e não reversas, em cada trecho entre caixas.

Deverá ser observada rigorosamente a continuidade do sistema de tubulação e caixas.

QUANTO À MONTAGEM DOS QUADROS ELÉTRICOS

A montagem dos quadros elétricos deverá ser feita de maneira organizada, com os condutores unidos através de braçadeiras plásticas.

Os quadros elétricos deverão ser identificados com etiquetas em acrílico preto com letras brancas gravadas por trás da placa, em baixo relevo.

Os circuitos deverão ser todos identificados através de etiquetas, de modo a se ter uma indicação inequívoca da localização das cargas vinculadas.

No lado interno da porta dos quadros elétricos deve ser fixada a placa de advertência abaixo, para evitar possíveis usos inadequados da instalação.

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). 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.

QUANTO AOS CONDUTORES ELÉTRICOS

Deverão apresentar, após a enfição, perfeita integridade da isolação.

Para facilitar a enfição, poderá ser utilizado parafina ou talco industrial apropriado.

Não serão admitidas emendas desnecessárias, bem como fora das caixas de passagem.

As emendas necessárias deverão ser soldadas e isoladas com fita auto-fusão de boa qualidade sendo que as pontas deverão ser estanhadas.

A conexão dos condutores com barramentos e disjuntores deverá ser feita com terminais pré-isolados, tipo garfo, olhal ou pino, aparafusados.

QUANTO AO ACABAMENTO

O interior das caixas e quadros deve ser deixado perfeitamente limpo, sem restos de barramentos, parafusos ou qualquer outro material.

O padrão geral de qualidade da obra deve ser irrepreensível, devendo ser seguidas, além do aqui exposto, as recomendações das normas técnicas pertinentes, especialmente a Norma NBR-5410.

5. VERIFICAÇÃO FINAL DAS INSTALAÇÕES

Deverá ser feita a verificação final nas instalações, após a conclusão dos trabalhos, presente a fiscalização, com a realização de inspeções, ensaios e apresentação de relatório, no que se aplicar ao presente escopo técnico, conforme NBR 5410 - cap. 7, observando o que segue:

Inspeção visual, incluindo: medidas de proteção contra choques elétricos; medidas de proteção contra efeitos térmicos; seleção das linhas elétricas; escolha, ajuste, localização e seletividade dos dispositivos de proteção; escolha e localização dos dispositivos de seccionamento e comando; identificação dos componentes; execução das conexões; acessibilidade.

Ensaio, incluindo: continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principais e suplementares; resistência de isolamento da instalação elétrica; verificação das medidas de proteção por seccionamento automático da alimentação (para esquema TN); ensaio de tensão aplicada (somente para equipamentos construídos ou montados no local de instalação); ensaios de funcionamento (para quadros e dispositivos); proteção por separação elétrica dos circuitos (quando esta medida de proteção tiver sido empregada); e resistência elétrica de pisos e paredes (somente quando for necessário cumprir os requisitos de proteção em locais não condutores).

6. RECOMENDAÇÕES À EMPRESA CONTRATADA

A empresa contratada para execução dos serviços deverá, no mínimo, atender ao seguinte:

Fornecimento de materiais e mão-de-obra para a perfeita conclusão do proposto, conforme a melhor técnica e dentro das recomendações estritas das Normas Técnicas da ABNT.

Emissão de ART referente à execução, antes do início das obras, configurando a corresponsabilidade solidária pelo objeto projetado e à executar.

Ao final da obra, a empresa contratada deverá entregar um certificado de garantia das instalações e serviços executados por um período mínimo de 12 meses, a contar do recebimento dos serviços, comprometendo-se ainda a atender chamados para correção de problemas detectados de sua responsabilidade, em um prazo máximo de 72 horas.

ANEXO B – Orçamento de Materiais

Orçamento do projeto elétrico						
Item	Código Sinapi	Descrição	Unid.	Preço unitário	Quant.	Preço total
1		Tomadas				
1.1	7528	TOMADA 2P+T 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	UN	R\$ 8,25	120	R\$990,00
2		Interruptores				
2.1	38062	INTERRUPTOR SIMPLES 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	UN	R\$ 6,33	26	R\$164,58
2.2	38070	INTERRUPTORES PARALELOS (2 MODULOS) 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS)	UN	R\$ 15,01	5	R\$75,05
2.3	38074	INTERRUPTORES PARALELOS (3 MODULOS) 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	UN	R\$ 22,83	6	R\$136,98
2.4	39396	SENSOR DE PRESENÇA BIVOLT COM FOTOCELULA PARA QUALQUER TIPO DE LAMPADA, POTENCIA MAXIMA *1000* W, USO EXTERNO	UN	R\$ 33,07	11	R\$363,77
3		Quadros elétricos				
3.1	39805	QUADRO DE DISTRIBUICAO, COM BARRAMENTO TERRA / NEUTRO, DE EMBUTIR, PARA 16 DISJUNTORES DIN	UN	R\$ 111,87	10	R\$1.118,70
4		Caixas de passagem				
4.1	2556	CAIXA DE LUZ "4 X 2" EM ACO ESMALTADA	UN	R\$ 1,38	63	R\$86,94
4.2	10569	CAIXA DE PASSAGEM OCTOGONAL 4 X4, EM ACO ESMALTADA, COM FUNDO MOVEL SIMPLES	UN	R\$ 2,89	76	R\$219,64
5		Eletrodutos				
5.1	2680	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 1 1/2 ", SEM LUVA	M	R\$ 6,40	25	R\$160,00
5.2	1893	LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN DN 50 MM (1 1/2")	UN	R\$ 2,12	5	R\$10,60
5.3	2684	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 1 1/4 ", SEM LUVA	M	R\$ 5,83	85	R\$495,55
5.4	1902	LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 40 MM (1 1/4")	UN	R\$ 1,54	17	R\$26,18
5.5	2685	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 1 ", SEM LUVA	M	R\$ 4,37	36	R\$157,32
5.6	1892	LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 32 MM (1")	UN	R\$ 0,99	7,2	R\$7,13
5.7	2674	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 3/4 ", SEM LUVA	M	R\$ 2,80	645	R\$1.806,00
5.8	1891	LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 25 MM (3/4")	UN	R\$ 0,71	129	R\$91,59

Item	Código Sinapi	Descrição	Unid.	Preço unitário	Quant.	Preço total
6		Condutores				
6.1	938	FIO DE COBRE, SOLIDO, CLASSE 1, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 450/750V, SECAO NOMINAL 1,5 MM2	M	R\$ 0,82	108	R\$88,56
6.2	937	FIO DE COBRE, SOLIDO, CLASSE 1, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 450/750V, SECAO NOMINAL 10 MM2	M	R\$ 5,12	120	R\$614,40
6.3	939	FIO DE COBRE, SOLIDO, CLASSE 1, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 450/750V, SECAO NOMINAL 2,5 MM2	M	R\$ 1,32	1756	R\$2.317,92
6.4	944	FIO DE COBRE, SOLIDO, CLASSE 1, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 450/750V, SECAO NOMINAL 4 MM2	M	R\$ 2,26	588	R\$1.328,88
6.5	940	FIO DE COBRE, SOLIDO, CLASSE 1, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 450/750V, SECAO NOMINAL 6 MM2	M	R\$ 3,13	134	R\$419,42
6.6	995	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 16 MM2	M	R\$ 9,21	575	R\$5.295,75
6.7	996	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 25 MM2	M	R\$ 14,02	745	R\$10.444,90
6.8	1018	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 50 MM2	M	R\$ 27,55	210	R\$5.785,50
7		Disjuntores				
7.1		Disjuntor IEC				
7.2	34616	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, BIPOLAR DE 6 ATE 32A	UN	R\$ 36,95	11	R\$406,45
7.3	34653	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	UN	R\$ 6,44	22	R\$141,68
7.5	34709	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, TRIPOLAR DE 10 ATE 50A	UN	R\$ 45,28	23	R\$1.041,44
7.6	*	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, TRIPOLAR DE 100 A	UN	R\$ 202,90	1	R\$202,90
8		Dispositivos DR				
8.1	39445	DISPOSITIVO DR, 2 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA, CORRENTE DE 25 A, TIPO AC	UN	R\$ 99,27	6	R\$595,62
8.2	39446	DISPOSITIVO DR, 2 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA, CORRENTE DE 40 A, TIPO AC	UN	R\$ 101,03	6	R\$606,18
8.3	39447	DISPOSITIVO DR, 2 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA, CORRENTE DE 63 A, TIPO AC	UN	R\$ 108,04	3	R\$324,12
Valor total						R\$35.523,75

ANEXO C – Memória de Cálculo

1. PREVISÃO DE PONTOS DE UTILIZAÇÃO E CARGAS

Apresentam-se a seguir as planilhas de cálculo da previsão mínima de pontos de utilização e cargas conforme as determinações da NBR-5410. Nessas planilhas, além do cálculo da previsão mínima, encontram-se as quantidades, efetivamente adotadas, de pontos de utilização e cargas.

CONDOMÍNIO

PREVISÕES DE CARGAS DO CONDOMÍNIO																
AMBIENTE	DIMENSÕES		POT. (VA)	ILUMINAÇÃO		TUG's				TUE's						
	ÁREA (m²)	PERÍMETRO (m)		QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	
Térreo	Jardim	22,70	19,56	MÍNIMA	3	x	113,33	340,00	0	x			0	x		
				ADOTADA	4	x	105,00	420,00	1	x	100,00	100,00	1	x	1500,00	1500,00
	Estac. Coberto	82,80	56,08	MÍNIMA	12	x	103,33	1240,00	0	x			0	x		
				ADOTADA	12	x	105,00	1260,00	2	x	100,00	200,00	1	x	3800,00	3800,00
	Quintal	20,81	19,26	MÍNIMA	2	x	140,00	280,00	0	x			0	x		
				ADOTADA	2	x	140,00	280,00	0	x			0	x		
	Lavabo	1,23	4,43	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x		
	Hall	4,62	9,48	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
	Escada	6,49	14,00	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	0	x			0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00		x		
Circulação	6,78	14,00	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	0	x			0	x			
			ADOTADA	2	x	100,00	200,00	1	x	100,00	100,00		x			
Pav. 5 Casa de Máq./ Reserv. Sup.	18,06	17,52	MÍNIMA	2	x	140,00	280,00	1	x	1000,00	1000,00	0	x			
			ADOTADA	2	x	140,00	280,00	1	x	1000,00	1000,00	2	→	3800; 9200	13000,00	
TOTAIS	190,03					POT. TOTAL ADOT. ILUM. (VA)	3340,00			POT. TOTAL ADOT. TUG's (VA)	2600,00			POT. TOTAL ADOT. TUE's (VA)	18300,00	
CARGA TOTAL DA INSTALAÇÃO																
ILUMINAÇÃO		3340,00	VA													
TUG's		2600,00	VA													
TUE's		18300,00	VA													
TOTAL		24240,00	VA													

Carga instalada:

Iluminação: $3,34\text{kVA} \times 0,92 = 3,07\text{kW}$

TUG's: $2,6\text{kVA} \times 0,80 = 2,08\text{kW}$

TUE's: $18,3\text{kVA} \times 0,80 = 14,64\text{kW}$

Total = $3,07\text{kW} + 2,08\text{kW} + 14,64\text{kW} = 19,79\text{kW} > 15\text{kW} \rightarrow$ Demanda será calculada

APARTAMENTOS TIPO 1 (KITNET)

PREVISÕES DE CARGAS DOS APARTAMENTOS TIPO 1															
AMBIENTE	DIMENSÕES			ILUMINAÇÃO				TUG's				TUE's			
	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)		QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)
Circulação	3,10	7,94	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
			ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
Estar/Jantar	10,43	13,06	MÍNIMA	1	x	160,00	160,00	3	x	100,00	300,00	0	x		
			ADOTADA	2	x	100,00	200,00	3	→	100; 300; 600	1000,00	0	x		
Dormitório	5,94	9,85	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
			ADOTADA	1	x	100,00	100,00	3	x	100,00	300,00	1	x	2100,00	2100,00
Banheiro	3,72	9,43	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x		
			ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	1	x	6400,00	6400,00
Cozinha	7,69	11,10	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	4	x	475,00	1900,00	0	x		
			ADOTADA	1	x	100,00	100,00	4	→	100; 3x600	1900,00	0	x		
Area de Serviço	2,70	6,58	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x		
			ADOTADA	2	x	100,00	200,00	1	x	600,00	600,00	1	x	1500,00	1500,00
TOTAIS	33,58					POT. TOTAL ADOT. ILUM. (VA)	800,00			POT. TOTAL ADOT. TUG's (VA)	4500,00			POT. TOTAL ADOT. TUE's (VA)	10000,00
CARGA TOTAL DA INSTALAÇÃO															
ILUMINAÇÃO	800,00	VA													
TUG's	4500,00	VA													
TUE's	10000,00	VA													
TOTAL	15300,00	VA													

Carga instalada:

Iluminação: $0,8\text{kVA} \times 0,92 = 0,74\text{kW}$

TUG's: $4,50\text{kVA} \times 0,80 = 3,60\text{kW}$

TUE's: $2,10\text{kVA} \times 0,80 + 12,80\text{kVA} \times 1,0 = 8,08\text{kW}$

Total = $0,74\text{kW} + 3,60\text{kW} + 8,08\text{kW} = 12,42\text{kW} < 15\text{kW}$

→ Demanda será considerada como a soma das cargas

APARTAMENTOS TIPO 2 (DUPLEX)

PREVISÕES DE CARGAS DOS APARTAMENTOS TIPO 2																
AMBIENTE	DIMENSÕES		CARGA	ILUMINAÇÃO				TUG's				TUE's				
	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)		QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	QT.	X	POT. (VA)	POT. TOTAL (VA)	
1º Piso	Circulação	3,11	7,93	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
	Estar/Jantar	20,54	19,82	MÍNIMA	2	x	140,00	280,00	4	x	100,00	400,00	0	x		
				ADOTADA	3	x	100,00	300,00	7	→	4x100; 300; 600	1400,00	1	x	2100,00	2100,00
	Cozinha	4,08	8,61	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	3	x	600,00	1800,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	4	→	100; 3x600	1900,00	0	x		
Area de Serviço	2,70	6,58	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x			
			ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	1	x	1500,00	1500,00	
Lavabo	1,29	4,55	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x			
			ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x			
Escada	2,10	5,82	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	0	x			0	x			
			ADOTADA	1	x	100,00	100,00	0	x			0	x			
2º Piso	Circulação	2,40	6,60	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	100,00	100,00	0	x		
	Suíte1	11,35	17,74	MÍNIMA	1	x	160,00	160,00	4	x	100,00	400,00	0	x		
				ADOTADA	2	x	100,00	200,00	5	x	100,00	500,00	1	x	1650,00	1650,00
	Banheiro1	3,13	7,74	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	1	x	6400,00	6400,00
	Suíte2	10,05	14,26	MÍNIMA	1	x	160,00	160,00	3	x	100,00	300,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	160,00	160,00	5	x	100,00	500,00	1	x	1650,00	1650,00
	Banheiro2	3,72	9,44	MÍNIMA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	0	x		
				ADOTADA	1	x	100,00	100,00	1	x	600,00	600,00	1	x	6400,00	6400,00
	TOTAIS	64,47					POT. TOTAL ADOT. ILUM. (VA)	1460,00			POT. TOTAL ADOT. TUG's (VA)	6900,00			POT. TOTAL ADOT. TUE's (VA)	19700,00
	CARGA TOTAL DA INSTALAÇÃO															
ILUMINAÇÃO	1460,00	VA														
TUG's	6900,00	VA														
TUE's	19700,00	VA														
TOTAL	28060,00	VA														

Carga instalada:

Iluminação: $1,46\text{kVA} \times 0,92 = 1,34\text{kW}$

TUG's: $6,9\text{kVA} \times 0,8 = 5,52\text{kW}$

TUE's: $(2,1\text{kVA} + 1,5\text{kVA} + 2 \times 1,65\text{kVA}) \times 0,8 + 2 \times 6,4\text{kVA} \times 1,0 = 18,32\text{kW}$

Total = $1,34\text{kW} + 5,52\text{kW} + 18,32\text{kW} = 25,18\text{kW} > 15\text{kW} \rightarrow$ Demanda será calculada

2. DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

Apresentam-se a seguir as divisões da instalação em circuitos.

CIRCUITOS DE SERVIÇO (CONDOMÍNIO)

Quadro terminal do condomínio (CDC):

CDC	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
C1	Iluminação		Cond. - Térreo	Frente	127	1150,00
C2	Iluminação		Cond. - Térreo	Fundos	127	1010,00
C3	TUG		Cond. - Térreo	Todos Ambientes	127	1000,00
C4	TUE	Portão	Cond. - Térreo	Próximo ao portão	220	1500,00
C5	Iluminação		Cond. - Pav. 2-4	Circulação e escada	127	900,00
C6	TUG		Cond. - Pav. 2-4	Circulação	127	300,00
C7	Iluminação		Cond. - Pav. 5	Casa de máq./Res. Sup.	127	280,00
C8	TUG		Cond. - Pav. 5	Casa de máq./Res. Sup.	220	1000,00
IE	TUG	Blocos autônomos	Cond. - Pav. 2-4	Escada	127	300,00

Quadro terminal de força das bombas de recalque (QFB):

QFB	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
B1	TUE	Bomba recalque de água	Cond. - Térreo	Fundos	220	3800,00

Quadro terminal de força do elevador (QFE):

QFE	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
E1	TUE	Elevador	Cond. - Térreo/Pav. 5	Casa de máq./Res. Sup.	220	9200,00

Quadro de distribuição geral de serviço (QGS):

QGS	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
S1	Distribuição	CDC	Cond. - Térreo	Frente	220	7440,00
S2	Distribuição	QFB	Cond. - Térreo	Frente	220	3800,00
S3	Distribuição	QFE	Cond. - Térreo	Frente	220	9200,00

Quadro terminal de força das bombas de incêndio (QFI):

QFI	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
I1	TUE	Bomba de incêndio	Cond. - Pav. 5	Casa de máq./Res. Sup.	220	3800,00

CIRCUITOS DOS APARTAMENTOS TIPO 1 (KITNET)**Quadro terminal dos apartamentos tipo 1 (CDT1):**

CDT1	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
1	Iluminação		Tipo 1	Todos Ambientes	127	800,00
2	TUG		Tipo 1	Estar/Jantar	127	1000,00
3	TUG		Tipo 1	Dormitório e circulação	127	400,00
4	TUG		Tipo 1	Cozinha	127	1900,00
5	TUG		Tipo 1	Banheiro e area de serviço	127	1200,00
6	TUE	Máquina de lavar roupa	Tipo 1	Area de serviço	220	1500,00
7	TUE	Chuveiro	Tipo 1	Banheiro	220	6400,00
8	TUE	Ar condicionado	Tipo 1	Dormitório	220	2100,00

CIRCUITOS DOS APARTAMENTOS TIPO 2 (DUPLEX)**Quadro terminal dos apartamentos tipo 2 no primeiro piso (CDT21):**

CDT21	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
1	Iluminação		Tipo 2	Primeiro piso	127	700,00
2	TUG		Tipo 2	Estar e circulação	127	1200,00
3	TUG		Tipo 2	Jantar	127	200,00
4	TUG		Tipo 2	Cozinha	127	1900,00
5	TUG		Tipo 2	Lavabo e area de serviço	127	1200,00
6	TUE	Máquina de lavar roupa	Tipo 2	Area de serviço	220	1500,00
7	TUE	Ar condicionado	Tipo 2	Estar	220	2100,00

Quadro terminal dos apartamentos tipo 2 no segundo piso (CDT22):

CDT22	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
8	Iluminação		Tipo 2	Segundo piso	127	760,00
9	TUG		Tipo 2	Circulação e suite 1	127	600,00
10	TUG		Tipo 2	Circulação e suite 2	127	600,00
11	TUG		Tipo 2	Banheiro 1	127	600,00
12	TUG		Tipo 2	Banheiro 2	127	600,00
13	TUE	Chuveiro	Tipo 2	Banheiro 1	220	6400,00
14	TUE	Chuveiro	Tipo 2	Banheiro 2	220	6400,00
15	TUE	Ar condicionado	Tipo 2	Suite 1	220	1650,00
16	TUE	Ar condicionado	Tipo 2	Suite 2	220	1650,00

Quadro de distribuição geral dos apartamentos tipo 2 (QGT2):

QGT2	Tipo	Descrição	Localização	Ambiente	Tensão (V)	Potência (VA)
T21	Distribuição	CDT21	Tipo 2	Primeiro piso	220	8800,00
T22	Distribuição	CDT22	Tipo 2	Segundo piso	220	14985,60

3. CÁLCULO DA DEMANDA DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

Apresentam-se a seguir o cálculo da demanda das unidades consumidoras conforme item 7.2.1 do RIC–BT.

DEMANDA DE SERVIÇO (CONDOMÍNIO)

Quadro terminal do condomínio (CDC):

Demanda considerada como a soma das cargas do CDC:

$$D = 1150VA + 1010VA + 1000VA + 1500VA + 900VA + 300VA + 280VA + 1000VA + 300VA = 7440VA$$

Quadro terminal de força das bombas de recalque (QFB):

Demanda considerada como a soma das cargas do QFB:

$$D = 3800VA$$

Quadro terminal de força do elevador (QFE):

Demanda considerada como a soma das cargas do QFE:

$$D = 9200VA$$

Quadro de distribuição geral de serviço (QGS):

Iluminação e tomadas (conforme ANEXO D do RIC–BT):

$$a = 7,44kVA \times 0,86 \times 1 = 6,40kVA$$

Motores (conforme ANEXO G do RIC–BT):

$$e = (3,8kVA + 9,2kVA) \times 0,9 \times 1 = 11,70kVA$$

Demanda do QGS:

$$D = 6,40kVA + 11,70kVA = 18,10kVA$$

Quadro terminal de força das bombas de incêndio (QFI):

Demanda considerada como a soma das cargas do QFI:

$$D = 3800VA$$

DEMANDA DOS APARTAMENTOS TIPO 1 (KITNET)

Quadro terminal dos apartamentos tipo 1 (CDT1):

Demanda considerada como a soma das cargas do CDT1:

$$D = 800\text{VA} + 1000\text{VA} + 400\text{VA} + 1900\text{VA} + 1200\text{VA} + 1500\text{VA} + 6400\text{VA} + 2100\text{VA} = 15300\text{VA}$$

DEMANDA DOS APARTAMENTOS TIPO 2 (DUPLEX)

Quadro terminal dos apartamentos tipo 2 no primeiro piso (CDT21):

Demanda considerada como a soma das cargas do CDT21:

$$D = 700\text{VA} + 1200\text{VA} + 200\text{VA} + 1900\text{VA} + 1200\text{VA} + 1500\text{VA} + 2100\text{VA} = 8800\text{VA}$$

Quadro terminal dos apartamentos tipo 2 no segundo piso (CDT22):

Iluminação e tomadas (conforme ANEXO D do RIC-BT):

$$a = 3,16\text{kVA} \times 0,66 \times 1 = 2,09\text{kVA}$$

Aparelhos de aquecimento (conforme ANEXO I do RIC-BT):

$$b = 2 \times 6,40\text{kVA} \times 0,75 \times 1 = 9,60\text{kVA}$$

Aparelhos de condicionador de ar (conforme ANEXO E do RIC-BT):

$$c = 2 \times 1,65\text{kVA} \times 1 \times 1 = 3,30\text{kVA}$$

Demanda do CDT22:

$$D = 2,09\text{kVA} + 9,60\text{kVA} + 3,30\text{kVA} = 14,99\text{kVA}$$

Quadro de distribuição geral dos apartamentos tipo 2 (QGT2):

Iluminação e tomadas (conforme ANEXO D do RIC–BT):

$$a = 9,86\text{kVA} \times 0,37 \times 1 = 3,65\text{kVA}$$

Aparelhos de aquecimento (conforme ANEXO I do RIC–BT):

$$b = 2 \times 6,40\text{kVA} \times 0,75 \times 1 = 9,60\text{kVA}$$

Aparelhos de condicionador de ar (conforme ANEXO E do RIC–BT):

$$c = (2 \times 1,65\text{kVA} + 2,10\text{kVA}) \times 1 \times 1 = 5,40\text{kVA}$$

Demanda do QGT2:

$$D = 3,65\text{kVA} + 9,60\text{kVA} + 5,40\text{kVA} = 18,65\text{kVA}$$

4. DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS

Apresentam-se a seguir os cálculos do dimensionamento dos circuitos. As determinações provenientes dos seguintes dimensionamentos (disjuntores e seção dos condutores a serem utilizados) encontram-se, nas pranchas do projeto em forma de indicações gráficas e nos quadros de carga.

I_B	CORRENTE DE PROJETO DO CIRCUITO
I_D	CORRENTE NOMINAL DO DISJUNTOR
I_{ZC}	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE DO CONDUTOR CORRIGIDA
$I_B < I_D < I_{ZC}$	VERIFICAÇÃO DA EQUAÇÃO DE DIMENSIONAMENTO
$\Delta V\% < 3\%$	QUEDA DE TENSÃO CALCULADA MENOR QUE 3%

CIRCUITOS DE SERVIÇO (CONDOMÍNIO)

Quadro terminal do condomínio (CDC):

CDC	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
C1	1150VA / 127V = 9,06A	13A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	9,06A < 13A < 14,66A	1,48% < 3%
C2	1010VA / 127V = 7,95A	10A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	7,95A < 10A < 14,66A	2,16% < 3%
C3	1000VA / 127V = 7,87A	10A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	7,87A < 10A < 14,66A	2,31% < 3%
C4	1500VA / 220V = 6,82A	10A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	6,82A < 10A < 14,66A	0,6% < 3%
C5	900VA / 127V = 7,09A	10A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	7,09A < 10A < 14,66A	2,54% < 3%
C6	300VA / 127V = 2,36A	10A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	2,36A < 10A < 14,66A	0,44% < 3%
C7	280VA / 127V = 2,2A	10A	1,5mm ²	17,5A x 0,65 x 0,94 = 10,69A	2,2A < 10A < 10,69A	0,96% < 3%
C8	1000VA / 220V = 4,55A	10A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	4,55A < 10A < 14,66A	0,77% < 3%
IE	300VA / 127V = 2,36A	10A	2,5mm ²	24A x 0,65 x 0,94 = 14,66A	2,36A < 10A < 14,66A	0,85% < 3%

Quadro terminal de força das bombas de recalque (QFB):

QFB	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
B1	3800VA / ($\sqrt{3} \times 220V$) = 9,97A	13A	2,5mm ²	20A x 1 x 0,94 = 18,8A	9,97A < 13A < 18,8A	1,55% < 3%

Quadro terminal de força do elevador (QFE):

QFE	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
E1	9200VA / ($\sqrt{3} \times 220V$) = 24,14A	32A	6mm ²	36A x 1 x 0,94 = 33,84A	24,14A < 32A < 33,84A	1,5% < 3%

Quadro de distribuição geral de serviço (QGS):

QGS	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
S1	$7440VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 19,52A$	25A	4mm ²	$28A \times 1 \times 0,94 = 26,32A$	$19,52A < 25A < 26,32A$	$0,36\% < 3\%$
S2	$3800VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 9,97A$	13A	2,5mm ²	$21A \times 1 \times 0,94 = 19,74A$	$9,97A < 13A < 19,74A$	$0,37\% < 3\%$
S3	$9200VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 24,14A$	32A	6mm ²	$36A \times 1 \times 0,94 = 33,84A$	$24,14A < 32A < 33,84A$	$0,07\% < 3\%$

Quadro terminal de força das bombas de incêndio (QFI):

QFI	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
I1	$3800VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 9,97A$	13A	2,5mm ²	$21A \times 1 \times 0,94 = 19,74A$	$9,97A < 13A < 19,74A$	$2,47\% < 3\%$

CIRCUITOS DOS APARTAMENTOS TIPO 1 (KITNET)**Quadro terminal dos apartamentos tipo 1 (CDT1):**

CDT1	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
1	$800VA / 127V = 6,3A$	10A	2,5mm ²	$24A \times 0,65 \times 0,94 = 14,66A$	$6,3A < 10A < 14,66A$	$0,9\% < 3\%$
2	$1000VA / 127V = 7,87A$	10A	2,5mm ²	$24A \times 0,65 \times 0,94 = 14,66A$	$7,87A < 10A < 14,66A$	$1,18\% < 3\%$
3	$400VA / 127V = 3,15A$	10A	2,5mm ²	$24A \times 0,65 \times 0,94 = 14,66A$	$3,15A < 10A < 14,66A$	$0,51\% < 3\%$
4	$1900VA / 127V = 14,96A$	16A	4mm ²	$32A \times 0,65 \times 0,94 = 19,55A$	$14,96A < 16A < 19,55A$	$0,97\% < 3\%$
5	$1200VA / 127V = 9,45A$	13A	2,5mm ²	$24A \times 0,7 \times 0,94 = 15,79A$	$9,45A < 13A < 15,79A$	$1,44\% < 3\%$
6	$1500VA / 220V = 6,82A$	10A	2,5mm ²	$24A \times 0,7 \times 0,94 = 15,79A$	$6,82A < 10A < 15,79A$	$0,36\% < 3\%$
7	$6400VA / 220V = 29,09A$	32A	10mm ²	$57A \times 0,7 \times 0,94 = 37,51A$	$29,09A < 32A < 37,51A$	$0,28\% < 3\%$
8	$2100VA / 220V = 9,55A$	13A	2,5mm ²	$24A \times 0,7 \times 0,94 = 15,79A$	$9,55A < 13A < 15,79A$	$0,34\% < 3\%$

CIRCUITOS DOS APARTAMENTOS TIPO 2 (DUPLEX)

Quadro terminal dos apartamentos tipo 2 no primeiro piso (CDT21):

CDT21	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
1	700VA / 127V = 5,51A	10A	2,5mm ²	24A x 0,7 x 0,94 = 15,79A	5,51A < 10A < 15,79A	0,77% < 3%
2	1200VA / 127V = 9,45A	13A	2,5mm ²	24A x 0,7 x 0,94 = 15,79A	9,45A < 13A < 15,79A	1,18% < 3%
3	200VA / 127V = 1,57A	10A	2,5mm ²	24A x 0,7 x 0,94 = 15,79A	1,57A < 10A < 15,79A	0,23% < 3%
4	1900VA / 127V = 14,96A	16A	4mm ²	32A x 0,7 x 0,94 = 21,06A	14,96A < 16A < 21,06A	1% < 3%
5	1200VA / 127V = 9,45A	13A	2,5mm ²	24A x 0,7 x 0,94 = 15,79A	9,45A < 13A < 15,79A	1,43% < 3%
6	1500VA / 220V = 6,82A	10A	2,5mm ²	24A x 0,7 x 0,94 = 15,79A	6,82A < 10A < 15,79A	0,33% < 3%
7	2100VA / 220V = 9,55A	13A	2,5mm ²	24A x 0,7 x 0,94 = 15,79A	9,55A < 13A < 15,79A	0,33% < 3%

Quadro terminal dos apartamentos tipo 2 no segundo piso (CDT22):

CDT22	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
8	760VA / 127V = 5,98A	10A	4mm ²	32A x 0,65 x 0,94 = 19,55A	5,98A < 10A < 19,55A	0,52% < 3%
9	600VA / 127V = 4,72A	10A	4mm ²	32A x 0,65 x 0,94 = 19,55A	4,72A < 10A < 19,55A	0,61% < 3%
10	600VA / 127V = 4,72A	10A	4mm ²	32A x 0,65 x 0,94 = 19,55A	4,72A < 10A < 19,55A	0,46% < 3%
11	600VA / 127V = 4,72A	10A	4mm ²	32A x 0,65 x 0,94 = 19,55A	4,72A < 10A < 19,55A	0,33% < 3%
12	600VA / 127V = 4,72A	10A	4mm ²	32A x 0,65 x 0,94 = 19,55A	4,72A < 10A < 19,55A	0,3% < 3%
13	6400VA / 220V = 29,09A	32A	10mm ²	57A x 0,65 x 0,94 = 34,83A	29,09A < 32A < 34,83A	0,5% < 3%
14	6400VA / 220V = 29,09A	32A	10mm ²	57A x 0,65 x 0,94 = 34,83A	29,09A < 32A < 34,83A	0,44% < 3%
15	1650VA / 220V = 7,5A	10A	4mm ²	32A x 0,7 x 0,94 = 21,06A	7,5A < 10A < 21,06A	0,29% < 3%
16	1650VA / 220V = 7,5A	10A	4mm ²	32A x 0,65 x 0,94 = 19,55A	7,5A < 10A < 19,55A	0,27% < 3%

Quadro de distribuição geral dos apartamentos tipo 2 (QGT2):

QGT2	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
T21	8800VA / ($\sqrt{3} \times 220V$) = 23,09A	25A	4mm ²	28A x 1 x 0,94 = 26,32A	23,09A < 25A < 26,32A	0,1% < 3%
T22	14985,6VA / ($\sqrt{3} \times 220V$) = 39,33A	50A	16mm ²	68A x 1 x 0,94 = 63,92A	39,33A < 50A < 63,92A	0,15% < 3%

5. ENTRADA DE ENERGIA

Apresentam-se a seguir, conforme as determinações do RIC–BT, o cálculo da demanda total da edificação, a determinação do padrão de atendimento, o cálculo do dimensionamento da entrada de serviço e os cálculos do dimensionamento dos ramais internos.

CÁLCULO DA DEMANDA TOTAL DA EDIFICAÇÃO

Dados:

- edificação com 6 unidades consumidoras, 4 Kitnets (tipo 1) e 2 Duplex (tipo 2);
- tensão de fornecimento: 220/127V;
- área construída por apartamento: 33,58m² (tipo 1), 64,47m² (tipo 2);
- área construída destinada ao serviço (condomínio): 190,03m².

Parcela das unidades consumidoras (conforme item 7.2.4.1 do RIC–BT):

6 Apto. => fator de diversidade = 6, conforme ANEXO U do RIC–BT

Área equivalente das unidades consumidoras = $(33,58\text{m}^2 + 64,47\text{m}^2)/2 = 49,03\text{m}^2$

49,03m² => demanda 1,76kVA, conforme ANEXO T do RIC–BT

$D = 1,76 \times 6 = 10,56\text{kVA}$

Parcela do serviço (conforme item 7.2.1 do RIC–BT):

Iluminação e tomadas (conforme ANEXO D do RIC–BT):

$a = 7,44\text{kVA} \times 0,86 \times 1 = 6,40\text{kVA}$

Motores (conforme ANEXO G do RIC–BT):

$e = (2 \times 3,8\text{kVA} + 9,2\text{kVA}) \times 0,8 \times 1 = 13,44\text{kVA}$

Demanda do serviço:

$D = 6,40\text{kVA} + 13,44\text{kVA} = 19,84\text{kVA}$

Demanda total da edificação:

$D = (10,56\text{kVA} \times 1,2) + 19,84\text{kVA} = 32,51\text{kVA}$

DETERMINAÇÃO DO PADRÃO DE ATENDIMENTO

Apresenta-se a seguir a determinação do padrão de atendimento através da consulta do ANEXO J do RIC–BT.

Entrada de serviço para Centro de Medição												
FORNECIMENTO		DEMANDA CALCULADA D (KVA)	PROTEÇÃO	CONDUTOR (mm ²)					ELETRODUTO DN (mm)			BARRAMENTO GERAL -SEÇÃO MINIMA (mm)
TENSÃO (V)	TIPO		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO	RAMAL DE ENTRADA		ATERRAMENTO/PROTEÇÃO	
				COBRE	ALUMÍNIO	COBRE ISOLADO		AÇO	PVC			
	D1	27 < D < 38	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	19,0 x 1,59
220/127	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
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

Dimensionamento da entrada de serviço:

ENTRADA	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 2\%$
0	$32510,4VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 85,32A$	100A	50mm ²	$122A \times 1 \times 0,94 = 114,68A$	$85,32A < 100A < 114,68A$	$1,13\% < 2\%$

Tipo de fornecimento - D1

Tipo de medição - Agrupada

Disjuntor geral termomagnético - 3 x 100A

Condutores do ramal de ligação - não há (opta-se por entrada subterrânea)

Condutores do ramal de entrada - 4 x 50 mm² (PVC/70°C 0,6/1kV)

Condutor de aterramento - 1 x 25 mm² (PVC/70°C 0,6/1kV)

Condutor de proteção - 1 x 25 mm² (PVC/70°C 0,6/1kV)

Eletroduto do ramal de entrada - DN 50 (1 ½") PVC rígido

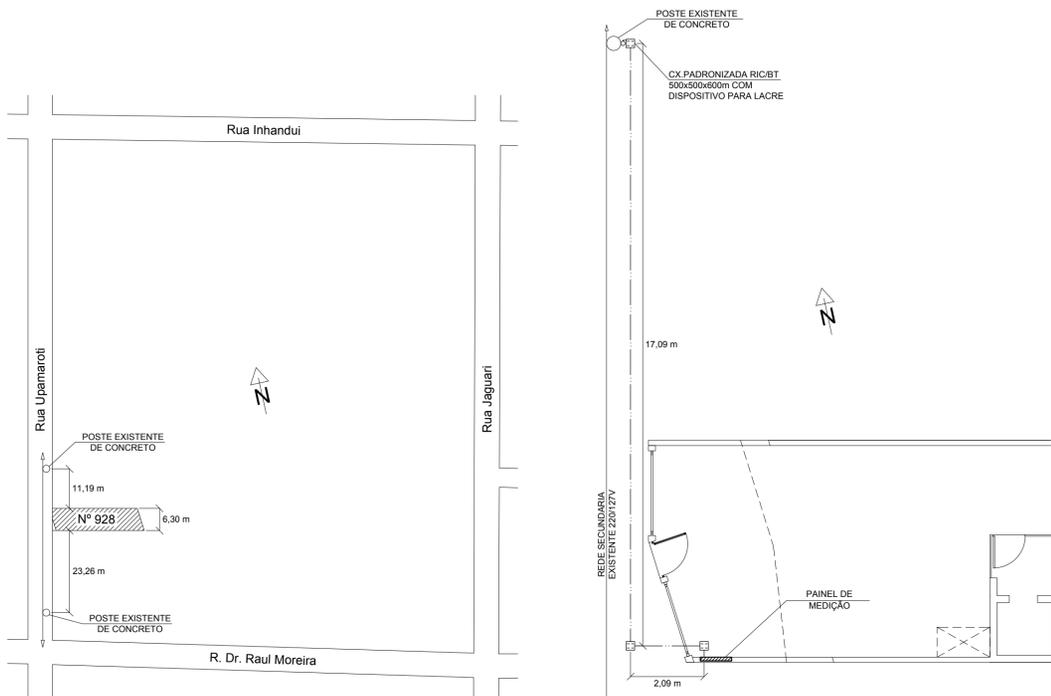
Eletroduto de aterramento/proteção - DN 25 (¾") PVC rígido

Dimensionamento dos ramais internos:

QM	I_B	I_D	CONDUTOR	I_{ZC}	$I_B < I_D < I_{ZC}$	$\Delta V\% < 3\%$
GS	$18098,4VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 47,5A$	50A	25mm ²	$89A \times 1 \times 0,94 = 83,66A$	$47,5A < 50A < 83,66A$	$0,29\% < 3\%$
EM	$3800VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 9,97A$	50A	25mm ²	$89A \times 1 \times 0,94 = 83,66A$	$9,97A < 50A < 83,66A$	$0,25\% < 3\%$
201	$15300VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 40,15A$	50A	25mm ²	$89A \times 0,8 \times 0,94 = 66,93A$	$40,15A < 50A < 66,93A$	$0,62\% < 3\%$
202	$15300VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 40,15A$	50A	25mm ²	$80A \times 0,8 \times 0,94 = 60,16A$	$40,15A < 50A < 60,16A$	$0,81\% < 3\%$
301	$15300VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 40,15A$	50A	25mm ²	$89A \times 0,8 \times 0,94 = 66,93A$	$40,15A < 50A < 66,93A$	$0,7\% < 3\%$
302	$15300VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 40,15A$	50A	25mm ²	$80A \times 0,8 \times 0,94 = 60,16A$	$40,15A < 50A < 60,16A$	$0,89\% < 3\%$
401	$18648,2VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 48,94A$	50A	25mm ²	$89A \times 0,8 \times 0,94 = 66,93A$	$48,94A < 50A < 66,93A$	$0,96\% < 3\%$
402	$18648,2VA / (\sqrt{3} \times 220V) = 48,94A$	50A	25mm ²	$80A \times 0,8 \times 0,94 = 60,16A$	$48,94A < 50A < 60,16A$	$1,18\% < 3\%$

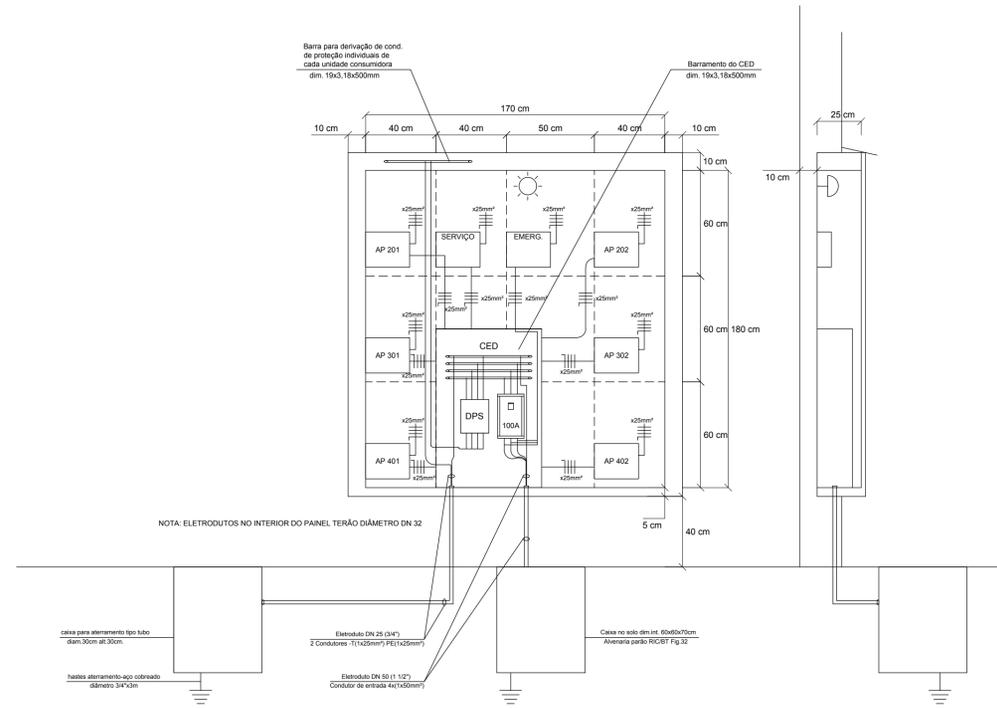
Condutores destinados a ligação dos medidores - 4 x 25 mm² (PVC/70°C 750/450 V)

ANEXO D – Solução Gráfica



PLANTA DE SITUAÇÃO
ESC. 1/1000

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESC. 1/100



PAINEL DE MEDIDORES
ESC. 1/20

LEGENDA	
	CAIXA ESMALTADA OCTOGONAL 100x100mm COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO
	CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,00m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=1,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=0,30m
	QUADRO GERAL, QUADRO DE FORÇA E QUADRO TERMINAL EM AÇO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	PAINEL DE MEDIÇÃO EM AÇO ZINCADO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	CAIXA DE PASSAGEM ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NO CONTRAPISO E/OU ENTERRADO
	CONDUTOR NEUTRO, FASE, RETORNO E DE PROTEÇÃO
	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO EM CAIXA MOLDADA

CDC = QUADRO TERMINAL DO CONDOMÍNIO
 CDT1 = QUADRO TERMINAL DOS APARTAMENTOS TIPO 1
 CDT21 = QUADRO TERMINAL DOS APARTAMENTOS TIPO 2 NO PRIMEIRO PISO
 CDT22 = QUADRO TERMINAL DOS APARTAMENTOS TIPO 2 NO SEGUNDO PISO
 QFB = QUADRO TERMINAL DE FORÇA DAS BOMBAS DE RECALQUE
 QFI = QUADRO TERMINAL DE FORÇA DO ELEVADOR
 QGS = QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DE SERVIÇO
 QGT2 = QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DOS APARTAMENTOS TIPO 2
 QM = QUADRO DE MEDIÇÃO

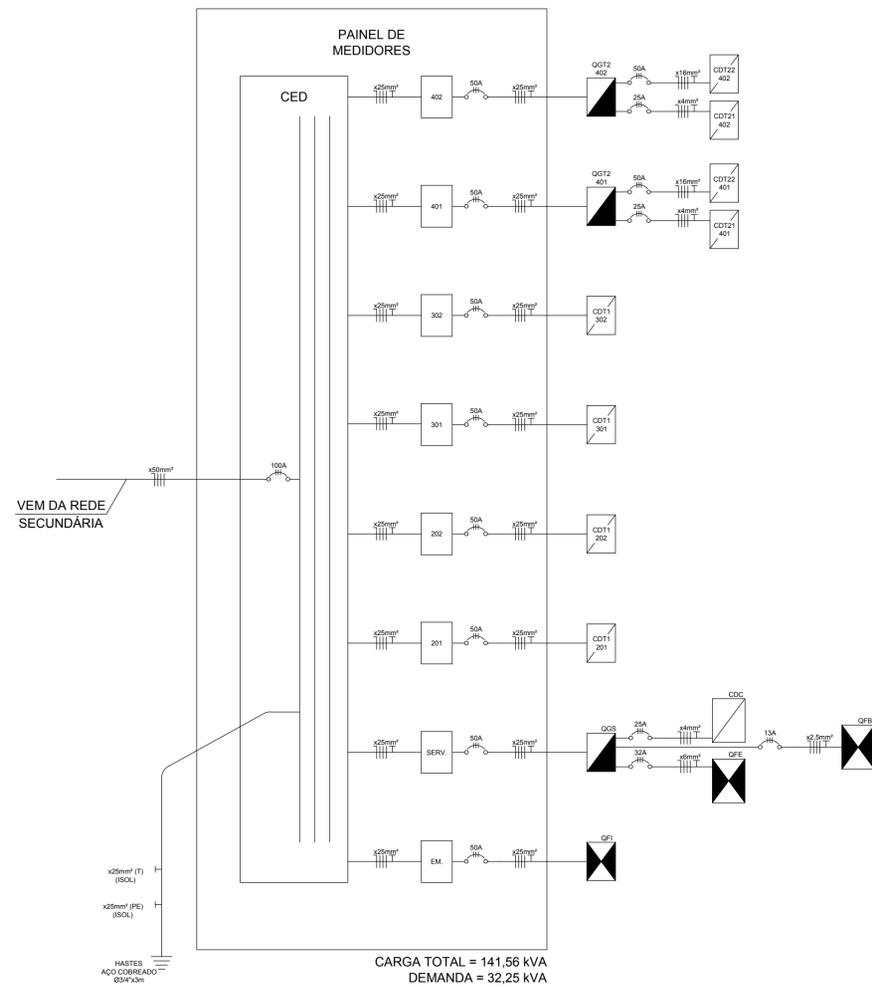


DIAGRAMA UNIFILAR GERAL
SEM ESCALA

QUADRO DE CARGAS DO PAINEL DE MEDIÇÃO												
CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
GS	220,00	20140,00	6713,33	6713,33	6713,33	47,50	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição SERV Cond. - Térreo Frente
EM	220,00	3800,00	1286,67	1286,67	1286,67	9,97	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição EMERG Cond. - Térreo Frente
201	220,00	15300,00	5100,00	5100,00	5100,00	40,15	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição AP 201 Pav. 2 Frente
202	220,00	15300,00	5100,00	5100,00	5100,00	40,15	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição AP 202 Pav. 2 Fundos
301	220,00	15300,00	5100,00	5100,00	5100,00	40,15	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição AP 301 Pav. 3 Frente
302	220,00	15300,00	5100,00	5100,00	5100,00	40,15	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição AP 302 Pav. 3 Fundos
401	220,00	28060,00	9353,33	9353,33	9353,33	48,94	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição AP 401 Pav. 4 Frente
402	220,00	28060,00	9353,33	9353,33	9353,33	48,94	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	Distribuição AP 402 Pav. 4 Fundos
CARGA			141280,00	47086,67	47086,67	47086,67	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (Vmaior-Vmenor)/Vmaior x 100 < 15%
DEMANDA			32510,40			85,32	3 x 100	X	3 x 50	50,00	50,00	

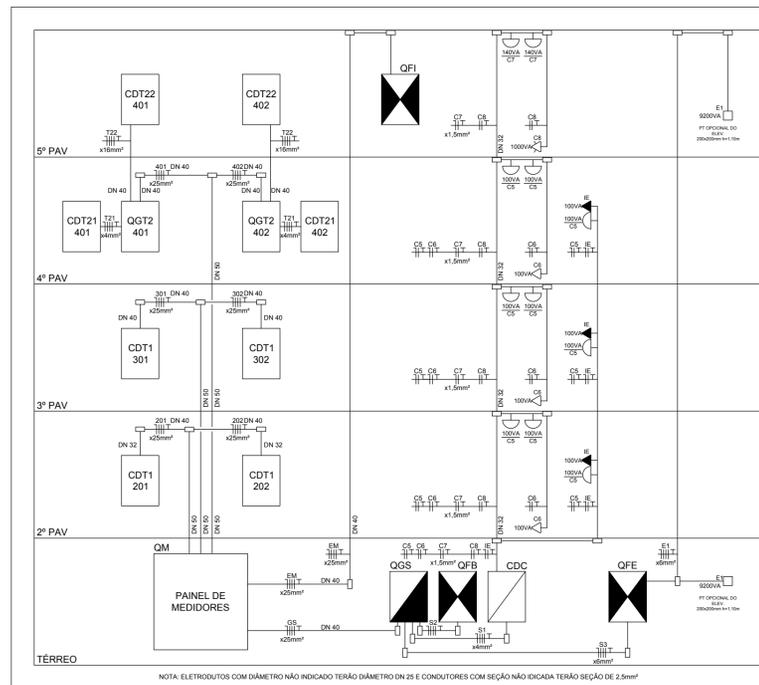


DIAGRAMA VERTICAL DE ENERGIA
SEM ESCALA

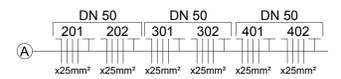
0	PRIMEIRA ENTREGA	JUN/2019	
REVISÃO Nº	ALTERAÇÃO	DATA	DESENHO

Obra	EDIFICAÇÃO DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS		
Endereço	RUA UPAMAROTI, 928		
Disciplina	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		
Professor	SÉRGIO LUIZ CARDOSO DA SILVA		
Aluno	EDUARDO FARIAS GOMES		
Prancha:	01/04		

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS			
ENGENHARIA CIVIL - 2019/1			
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL			
Autor:	Data:	Escala:	Unid. Medidas:
ALUNO	07/07/19	INDICADAS	INDICADAS
Conceito:			

LEGENDA

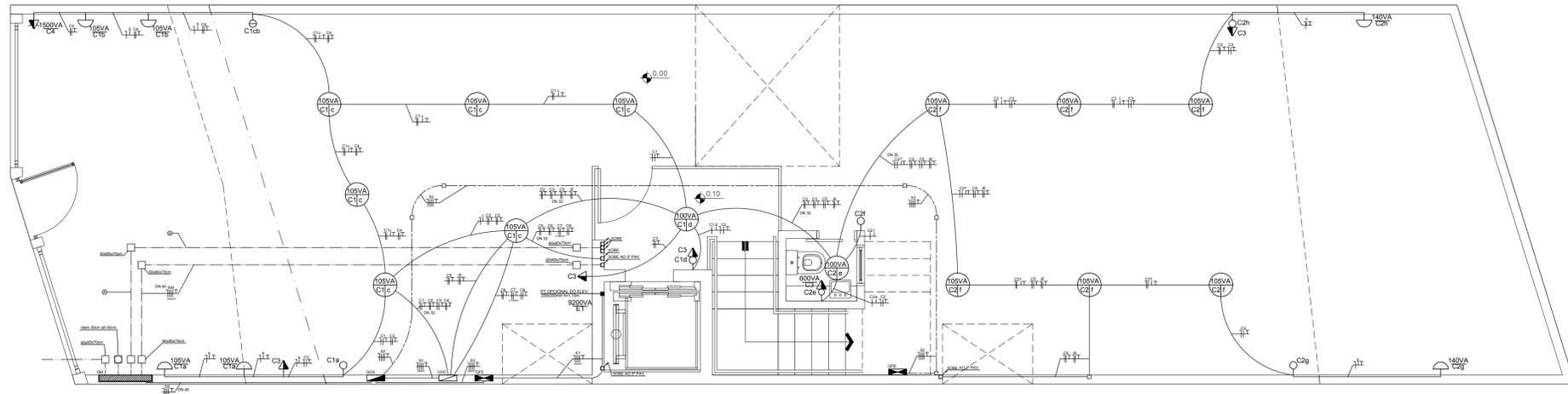
	CAIXA ESMALTADA OCTOGONAL 100x100mm COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO PT= POTÊNCIA, C = CIRCUITO, I = INTERRUPTOR
	CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,00m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=1,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=0,30m
	QUADRO GERAL, QUADRO DE FORÇA E QUADRO TERMINAL EM AÇO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	ELETRODUTO QUE DESCE, ELETRODUTO QUE PASSA SUBINDO E ELETRODUTO QUE SOBE PASSANDO POR CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	INTERRUPTOR SIMPLES, DUPLO E TRIPLO EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=1,10m
	INTERRUPTOR COM SENSOR DE PRESEÇA COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA
	PAINEL DE MEDIÇÃO EM AÇO ZINCADO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	CAIXA DE PASSAGEM ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO APARENTE, ANCORADO SOB A LAJE DO TETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDO NO CONTRAPISO E/OU ENTERRADO
	CONDUTOR NEUTRO, FASE, RETORNO E DE PROTEÇÃO



CDC = QUADRO TERMINAL DO CONDOMÍNIO
QFB = QUADRO TERMINAL DE FORÇA DAS BOMBAS DE RECALQUE
QFE = QUADRO TERMINAL DE FORÇA DO ELEVADOR
QGS = QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DE SERVIÇO
QM = QUADRO DE MEDIÇÃO

NOTAS

- 1- ELETRODUTOS COM DIÂMETRO NÃO INDICADO TERÃO DIÂMETRO DN 25
- 2- CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA TERÃO SEÇÃO DE 2,5 mm²
- 3- CADA CIRCUITO DEVERÁ TER SEU PRÓPRIO CONDUTOR TERRA



PLANTA BAIXA TÉRREO
ESC. 1/50

CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
B1	220,00	3800,00	1266,67	1266,67	1266,67	9,97	3 x 13	X	3 x 2,5	2,50	2,50	TUE Bomba recalque de água Cond. - Térreo Fundos
CARGA			3800,00	1266,67	1266,67	X	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (V _{maior} -V _{menor})/V _{maior} x 100 < 15%
DEMANDA			3800,00	EQUILIBRIO %	0,00	9,97	3 x 13	X	3 x 2,5	2,50	2,50	

CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
C1	127,00	1150,00			1150,00	9,06	13,00	X	2,50	2,50	2,50	Iluminação Cond. - Térreo Frente
C2	127,00	1010,00			1010,00	7,95	10,00	X	2,50	2,50	2,50	Iluminação Cond. - Térreo Fundos
C3	127,00	1000,00			1000,00	7,87	10,00	25A - 30mA	2,50	2,50	2,50	TUG Cond. - Térreo Todos Ambientes
C4	220,00	1500,00	750,00	750,00		6,82	2 x 10	25A - 30mA	2 x 2,5	X	2,50	TUE Portão Cond. - Térreo Próximo ao portão
C5	127,00	900,00			900,00	7,09	10,00	X	2,50	2,50	2,50	Iluminação Cond. - Pav. 2-4 Circulação e escada
C6	127,00	300,00	300,00			2,36	10,00	X	2,50	2,50	2,50	TUG Cond. - Pav. 2-4 Circulação
C7	127,00	280,00	280,00			2,20	10,00	X	1,50	1,50	1,50	Iluminação Cond. - Pav. 5 Casa de máq./Res. Sup.
C8	220,00	1000,00			1000,00	4,55	2 x 10	25A - 30mA	2 x 2,5	X	2,50	TUG Cond. - Pav. 5 Casa de máq./Res. Sup.
IE	127,00	300,00			300,00	2,36	10,00	X	2,50	2,50	2,50	TUG Blocos autônomos Cond. - Pav. 2-4 Escada
CARGA			7140,00	2340,00	2250,00	2550,00	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (V _{maior} -V _{menor})/V _{maior} x 100 < 15%
DEMANDA			7140,00	EQUILIBRIO %	11,76	18,74	3 x 25	X	3 x 4	4,00	4,00	

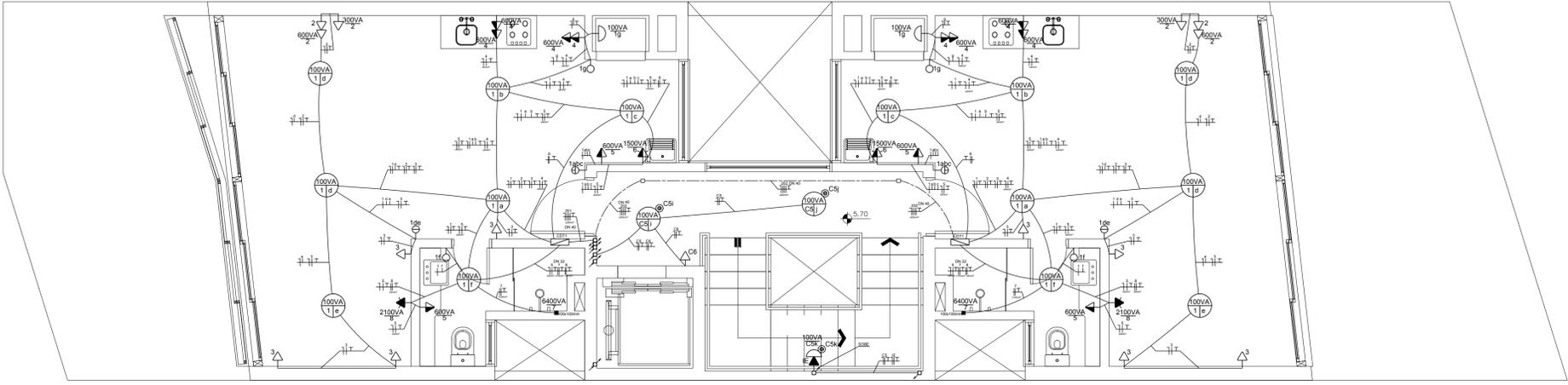
CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
S1	220,00	7140,00	2380,00	2380,00	2380,00	19,52	3 x 25	X	3 x 4	4,00	4,00	Distribuição CDC Cond. - Térreo Frente
S2	220,00	3800,00	1266,67	1266,67	1266,67	9,97	3 x 13	X	3 x 2,5	2,50	2,50	Distribuição QFB Cond. - Térreo Frente
S3	220,00	9200,00	3066,67	3066,67	3066,67	24,14	3 x 32	X	3 x 6	6,00	6,00	Distribuição QFE Cond. - Térreo Frente
CARGA			20140,00	6713,33	6713,33	6713,33	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (V _{maior} -V _{menor})/V _{maior} x 100 < 15%
DEMANDA			18098,40	EQUILIBRIO %	0,00	47,50	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	

CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
E1	220,00	9200,00	3066,67	3066,67	3066,67	24,14	3 x 32	X	3 x 6	6,00	6,00	TUE Elevador Cond. - Térreo/Pav. 5 Casa de máq./Res. Sup.
CARGA			9200,00	3066,67	3066,67	3066,67	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (V _{maior} -V _{menor})/V _{maior} x 100 < 15%
DEMANDA			9200,00	EQUILIBRIO %	0,00	24,14	3 x 32	X	3 x 6	6,00	6,00	

0	PRIMEIRA ENTREGA	JUN/2019
REVISÃO Nº	ALTERAÇÃO	DATA
		DESENHO

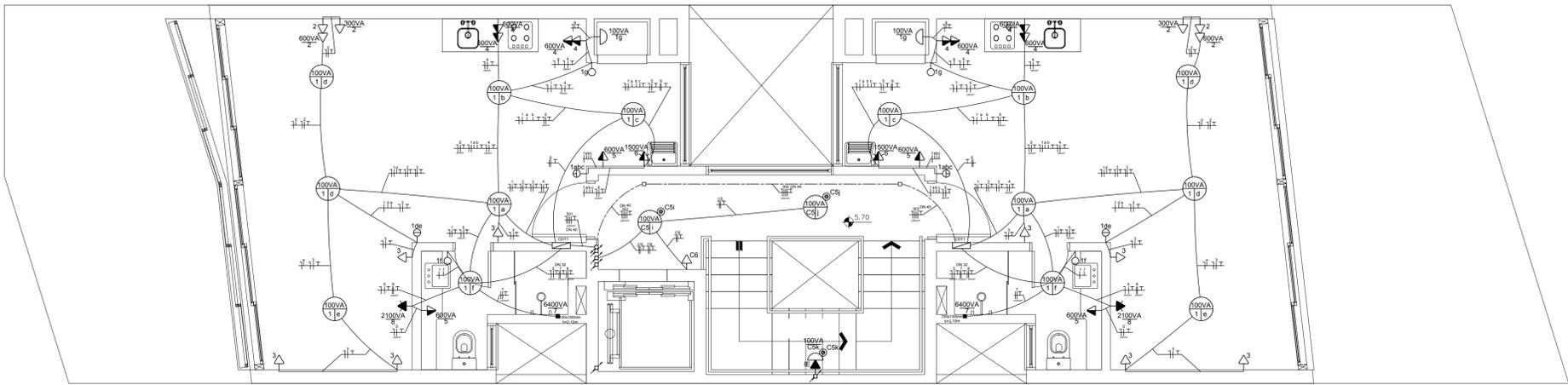
Obra	EDIFICAÇÃO DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS		
Endereço	RUA UPAMAROTI, 928		
Disciplina	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	Prancha:	02/04
Professor	SÉRGIO LUIZ CARDOSO DA SILVA		
Aluno	EDUARDO FARIAS GOMES		

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS			
ENGENHARIA CIVIL - 2019/1			
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL			
Autor:	Data:	Escalas:	Unid. Medidas:
ALUNO	07/07/19	INDICADAS	INDICADAS
Conceito:			



PLANTA BAIXA 2º PAV.
ESC. 1/50

QUADRO DE CARGAS CDT1												
CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
1	127,00	800,00			800,00	6,30	10,00	X	2,50	2,50	2,50	Iluminação Tipo 1 Todos Ambientes
2	127,00	1000,00			1000,00	7,87	10,00	X	2,50	2,50	2,50	TUG Tipo 1 Estar/Sala
3	127,00	400,00	400,00			3,15	10,00	X	2,50	2,50	2,50	TUG Tipo 1 Dormitório e circulação
4	127,00	1900,00	1900,00			14,96	16,00	40A - 30mA	4,00	4,00	4,00	TUG Tipo 1 Cozinha
5	127,00	1200,00	1200,00			9,45	13,00	40A - 30mA	4,00	4,00	4,00	TUG Tipo 1 Banheiro e área de serviço
6	220,00	1500,00	750,00	750,00		6,82	2 x 10	25A - 30mA	2 x 2,5	X	2,50	TUE Máquina de lavar roupa Tipo 1 Área de serviço
7	220,00	6400,00	3200,00	3200,00		29,09	2 x 32	63A - 30mA	2 x 10	X	10,00	TUE Chuveiro Tipo 1 Banheiro
8	220,00	2100,00	1050,00	1050,00		9,55	2 x 13	40A - 30mA	2 x 4	X	4,00	TUE Ar condicionado Tipo 1 Dormitório
CARGA	15300,00	5300,00	4950,00	5050,00		X	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases (Vmax/Vmin)/Vmax x 100 = 15%
DEMANDA	15300,00	EQUILÍBRIO %	6,60	40,15	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00			



PLANTA BAIXA 3º PAV
ESC. 1/50

LEGENDA

	CAIXA ESMALTADA OCTOGONAL 100x100mm COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO PT= POTÊNCIA. C = CIRCUITO. I = INTERRUPTOR
	CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,00m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=1,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=0,30m
	QUADRO GERAL, QUADRO DE FORÇA E QUADRO TERMINAL EM AÇO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	ELETRODUTO QUE DESCE, ELETRODUTO QUE PASSA SUBINDO E ELETRODUTO QUE SOBE PASSANDO POR CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	INTERRUPTOR SIMPLES, DUPLO E TRIPLO EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=1,10m
	INTERRUPTOR COM SENSOR DE PRESENÇA COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA
	PAINEL DE MEDIÇÃO EM AÇO ZINCADO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	CAIXA DE PASSAGEM ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO APARENTE, ANCORADO SOB A LAJE DO TETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDO NO CONTRAPISO E/OU ENTERRADO
	CONDUTOR NEUTRO, FASE, RETORNO E DE PROTEÇÃO

CDT1 = QUADRO TERMINAL DOS APARTAMENTOS TIPO 1

NOTAS

- 1 - ELETRODUTOS COM DIÂMETRO NÃO INDICADO TERÃO DIÂMETRO DN 25
- 2 - CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA TERÃO SEÇÃO DE 2,5 mm²
- 3 - CADA CIRCUITO DEVERÁ TER SEU PRÓPRIO CONDUTOR TERRA
- 4 - PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR) É NECESSÁRIO QUE OS CHUVEIROS TENHAM RESISTÊNCIA BLINDADA

0	PRIMEIRA ENTREGA	JUN/2019	
REVISÃO Nº	ALTERAÇÃO	DATA	DESENHO

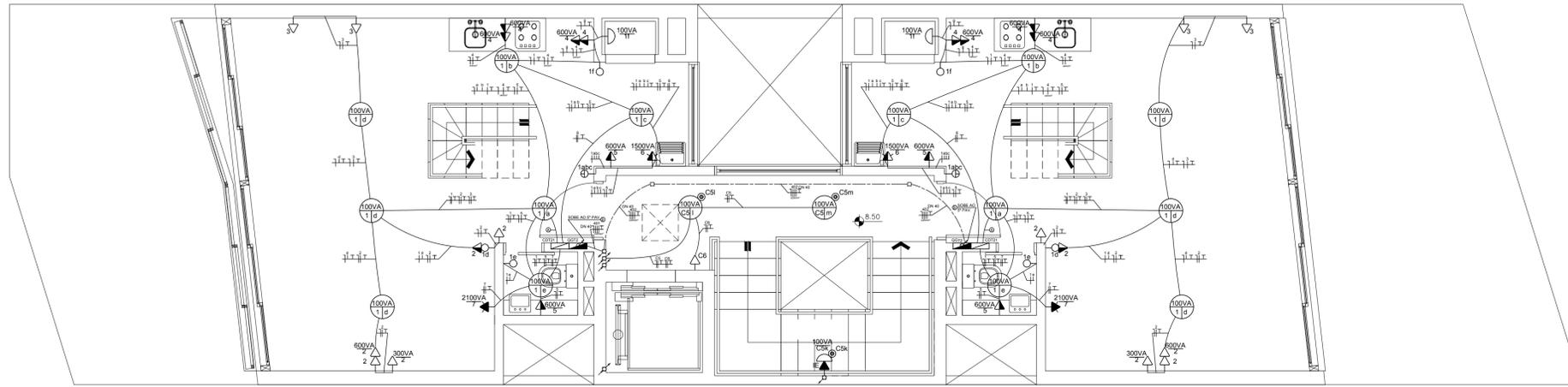
Obra	EDIFICAÇÃO DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS		
Endereço	RUA UPAMAROTI, 928		
Disciplina	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	Prancha:	03/04
Professor	SÉRGIO LUIZ CARDOSO DA SILVA		
Aluno	EDUARDO FARIAS GOMES		

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

ENGENHARIA CIVIL - 2019/1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Autor:	Data:	Escalas:	Unid. Medidas:	Conceito:
ALUNO	07/07/19	INDICADAS	INDICADAS	



PLANTA BAIXA 4º PAV.
ESC. 1/50

QUADRO DE CARGAS QGT2												
CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
T21	220,00	8800,00	2933,33	2933,33	2933,33	23,09	3 x 25	X	3 x 4	4,00	4,00	Distribuição CDT21 Tipo 2 Primeiro piso
T22	220,00	19260,00	6420,00	6420,00	6420,00	39,33	3 x 50	X	3 x 16	16,00	16,00	Distribuição CDT22 Tipo 2 Segundo piso
CARGA			28060,00	9353,33	9353,33	9353,33	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases (Vmaior-Vmenor/Vmaior)x100 < 15%
DEMANDA			18648,20	EQUILIBRIO %	0,00	48,94	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	

QUADRO DE CARGAS CDT21												
CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
1	127,00	700,00				5,51	10,00	X	2,50	2,50	2,50	Iluminação Tipo 2 Primeiro piso
2	127,00	1200,00				9,45	13,00	X	2,50	2,50	2,50	TUG Tipo 2 Estar e circulação
3	127,00	200,00	200,00			1,57	10,00	X	2,50	2,50	2,50	TUG Tipo 2 Banheiro
4	127,00	1900,00	1900,00			14,96	15,00	40A - 30mA	4,00	4,00	4,00	TUG Tipo 2 Cozinha
5	127,00	1200,00				9,45	13,00	25A - 30mA	2,50	2,50	2,50	TUG Tipo 2 Lavabo e área de serviço
6	220,00	1500,00	750,00	750,00		6,82	2 x 10	25A - 30mA	2 x 2,5	X	2,50	TUE Máquina de lavar roupa Tipo 2 Área de serviço
7	220,00	2100,00				9,55	2 x 13	X	2 x 2,5	X	2,50	TUE Ar condicionado Tipo 2 Estar
CARGA			8800,00	2850,00	3000,00	2950,00	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (Vmaior-Vmenor/Vmaior)x100 < 15%
DEMANDA			8800,00	EQUILIBRIO %	5,00	23,09	3 x 25	X	3 x 4	4,00	4,00	

LEGENDA

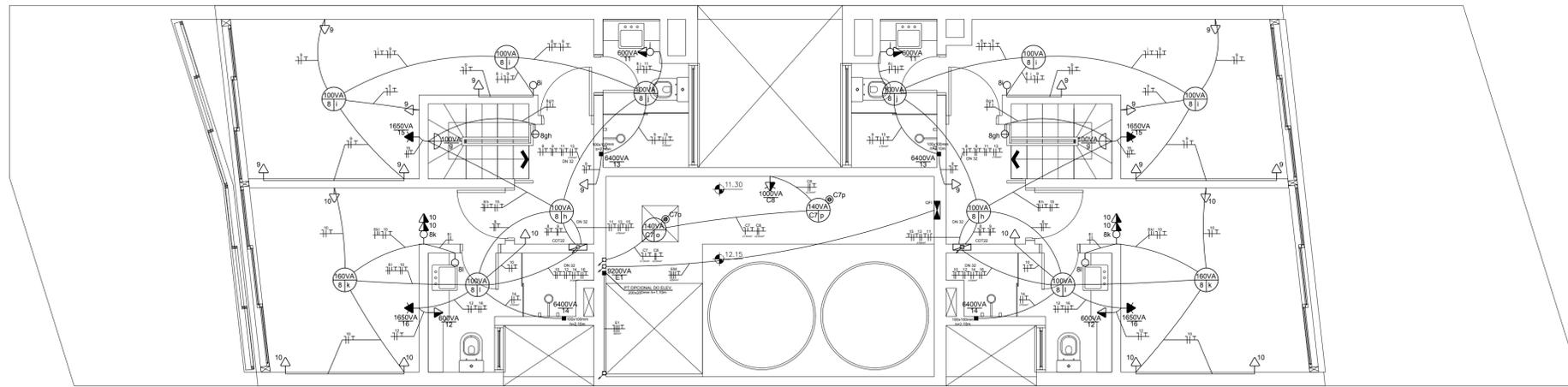
	CAIXA ESMALTADA OCTOGONAL 100x100mm COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO PT= POTÊNCIA. C = CIRCUITO. I = INTERRUPTOR
	CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,00m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=2,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=1,10m
	TOMADA MONOFÁSICA E TOMADA BIFÁSICA UNIVERSAL 2P+T 10A/250V EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=0,30m
	QUADRO GERAL, QUADRO DE FORÇA E QUADRO TERMINAL EM AÇO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	ELETRODUTO QUE DESCE, ELETRODUTO QUE PASSA SUBINDO E ELETRODUTO QUE SOBE PASSANDO POR CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	INTERRUPTOR SIMPLES, DUPLO E TRIPLO EM CAIXA ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA h=1,10m
	INTERRUPTOR COM SENSOR DE PRESEÇA COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA
	PAINEL DE MEDIÇÃO EM AÇO ZINCADO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	CAIXA DE PASSAGEM ESMALTADA 50x100mm, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO DE EMBUTIR NA LAJE DO TETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO APARENTE, ANCORADO SOB A LAJE DO TETO
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO, PRETO, COM INSTALAÇÃO EMBUTIDO NO CONTRAPISO E/OU ENTERRADO
	CONDUTOR NEUTRO, FASE, RETORNO E DE PROTEÇÃO

DN 40
T22
x4mm²
x16mm²

CDT21 = QUADRO TERMINAL DOS APARTAMENTOS TIPO 2 NO PRIMEIRO PISO
CDT22 = QUADRO TERMINAL DOS APARTAMENTOS TIPO 2 NO SEGUNDO PISO
GFI = QUADRO TERMINAL DE FORÇA DAS BOMBAS DE INCÊNDIO
QGT2 = QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DOS APARTAMENTOS TIPO 2

NOTAS

- ELETRODUTOS COM DIÂMETRO NÃO INDICADO TERÃO DIÂMETRO DN 25
- CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA TERÃO SEÇÃO DE 2,5 mm² NO 4º PAVIMENTO E 4 mm² NO 5º PAVIMENTO
- CADA CIRCUITO DEVERÁ TER SEU PRÓPRIO CONDUTOR TERRA
- PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR) É NECESSÁRIO QUE OS CHUVEIROS TENHAM RESISTÊNCIA BLINDADA



PLANTA BAIXA 5º PAV.
ESC. 1/50

QUADRO DE CARGAS CDT22												
CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
8	127,00	760,00	760,00			5,98	10,00	X	4,00	4,00	4,00	Iluminação Tipo 2 Segundo piso
9	127,00	600,00			600,00	4,72	10,00	X	4,00	4,00	4,00	TUG Tipo 2 Circulação e suite 1
10	127,00	600,00	600,00			4,72	10,00	X	4,00	4,00	4,00	TUG Tipo 2 Circulação e suite 2
11	127,00	600,00			600,00	4,72	10,00	40A - 30mA	4,00	4,00	4,00	TUG Tipo 2 Banheiro 1
12	127,00	600,00	600,00			4,72	10,00	40A - 30mA	4,00	4,00	4,00	TUG Tipo 2 Banheiro 2
13	220,00	6400,00	3200,00	3200,00		29,09	2 x 32	63A - 30mA	2 x 10	X	10,00	TUE Chuveiro Tipo 2 Banheiro 1
14	220,00	6400,00	3200,00	3200,00		29,09	2 x 32	63A - 30mA	2 x 10	X	10,00	TUE Chuveiro Tipo 2 Banheiro 2
15	220,00	1650,00	825,00	825,00		7,50	2 x 10	X	2 x 4	X	4,00	TUE Ar condicionado Tipo 2 Suite 1
16	220,00	1650,00	825,00	825,00		7,50	2 x 10	X	2 x 4	X	4,00	TUE Ar condicionado Tipo 2 Suite 2
CARGA			19260,00	6810,00	6400,00	6050,00	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (Vmaior-Vmenor/Vmaior)x100 < 15%
DEMANDA			14985,60	EQUILIBRIO %	11,16	39,33	3 x 50	X	3 x 16	16,00	16,00	

QUADRO DE CARGAS GFI												
CIRCUITO Nº	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	FASES			CORRENTE (A)	DISJUNTOR (A)	DISPOSITIVO DR	CONDUTOR (mm²)			LOCALIZAÇÃO DO CIRCUITO
			R	S	T				F	N	T	
11	220,00	3800,00	1266,67	1266,67	1266,67	9,97	3 x 13	X	3 x 2,5	2,50	2,50	TUE Bomba de incêndio Cond. - Pav. 5 Casa de máq./Res. Sup.
CARGA			3800,00	1266,67	1266,67	1266,67	X	X	X	X	X	Equilíbrio de carga entre fases: (Vmaior-Vmenor/Vmaior)x100 < 15%
DEMANDA			3800,00	EQUILIBRIO %	0,00	9,97	3 x 50	X	3 x 25	25,00	25,00	

0	PRIMEIRA ENTREGA	JUN/2019	
REVISÃO Nº	ALTERAÇÃO	DATA	DESENHO

Obra	EDIFICAÇÃO DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS		
Endereço	RUA UPAMAROTI, 928		
Disciplina	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	Prancha:	
Professor	SÉRGIO LUIZ CARDOSO DA SILVA		04/04
Aluno	EDUARDO FARIAS GOMES		
PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ENGENHARIA CIVIL - 2019/1 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL			
Autor:	Data:	Escalas:	Conceito:
ALUNO	07/07/19	INDICADAS	INDICADAS