

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

PROJETO RESIDENCIAL

MÓDULO I

Introdução

LEGISLAÇÃO

CÓDIGO DE PROTEÇÃO E DEFESA DO CONSUMIDOR

LEI N° 8.078, DE 11 DE SETEMBRO DE 1990

Art. 10. O fornecedor não poderá colocar no mercado de consumo produto ou serviço que sabe ou deveria saber apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança.

Art. 14. O fornecedor de serviços responde, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos relativos à prestação dos serviços, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua fruição e riscos.

Art. 39. É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços dentre outras práticas abusivas:

VIII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro);

NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

10.1.2 Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010

Art. 27. Efetivada a solicitação de fornecimento, a distribuidora deve cientificar o interessado quanto à:

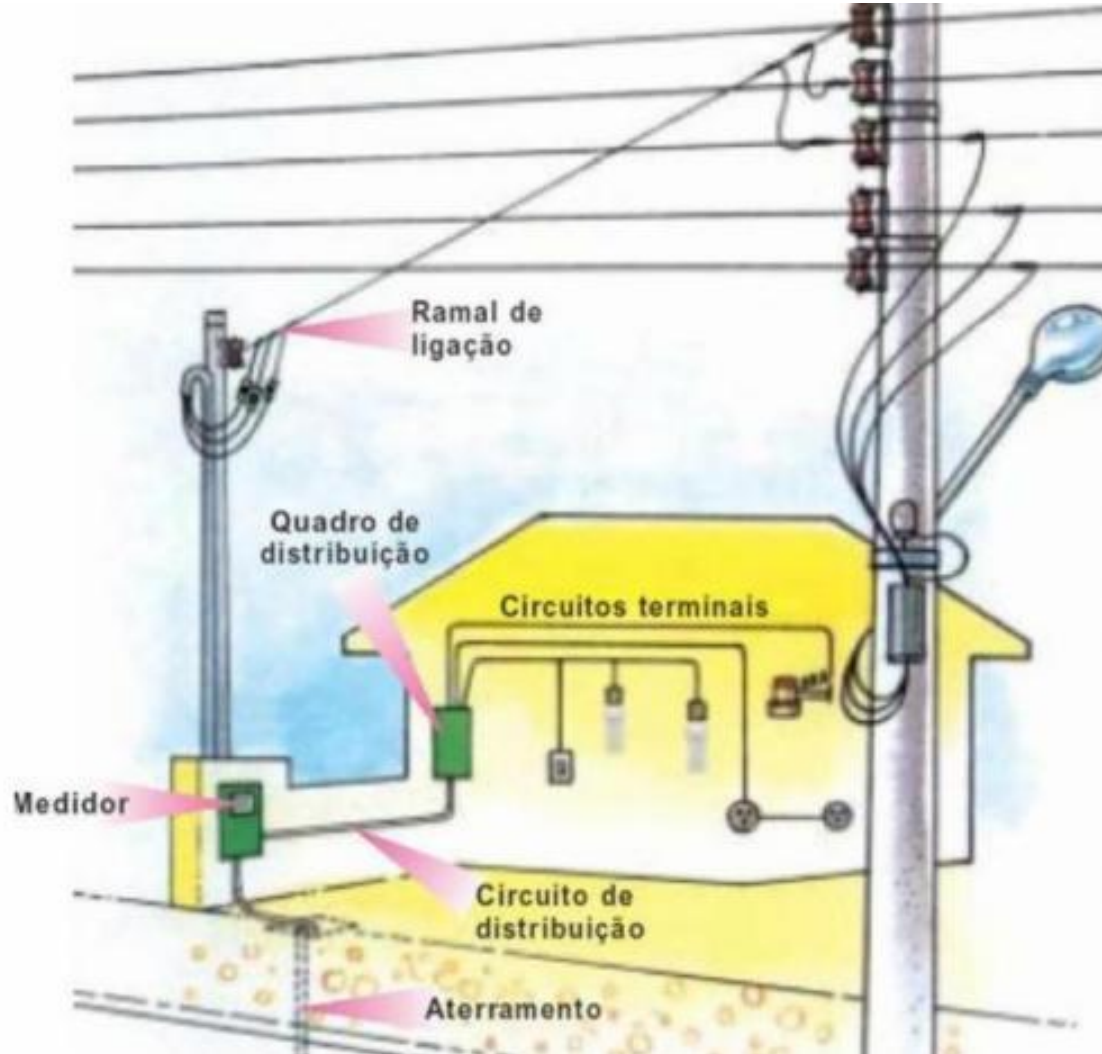
I – obrigatoriedade de:

a) observância, na unidade consumidora, das normas e padrões disponibilizados pela distribuidora, assim como daquelas expedidas pelos órgãos oficiais competentes, naquilo que couber e não dispuser contrariamente à regulamentação da ANEEL;

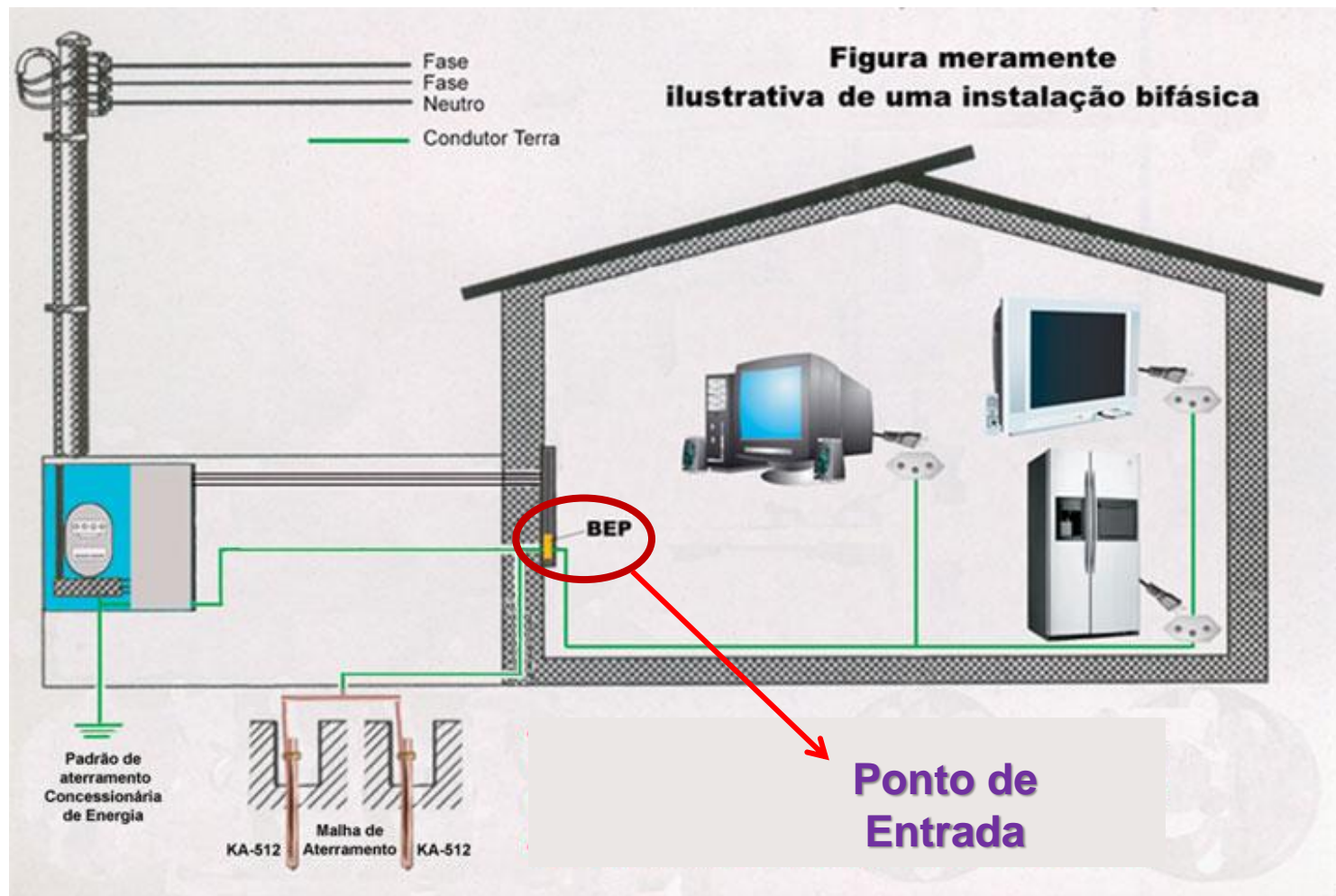
PARTES COMPONENTES DE UM PROJETO ELÉTRICO

- **ART**
- **CONSULTA PRÉVIA PARA FORNECIMENTO DE ENERGIA**
- **MEMORIAL DESCRITIVO**
- **MEMORIAL DE CÁLCULO:**
 - **LEVANTAMENTO DE CARGA**
 - **CÁLCULO DA DEMANDA**
 - **DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO**
 - **DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO**
 - **DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTOS (ELETRODUTOS)**
- **PLANTAS:**
 - **SITUAÇÃO**
 - **PAVIMENTOS**
- **QUADROS:**
 - **DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS**
 - **DIAGRAMA UNIFILAR**
- **ESQUEMAS VERTICAIS:**
 - **ELÉTRICA**
 - **TELEFONIA**
 - **COMPLEMENTARES (ALARME, TV A CABO, ILUM. EMERGÊNCIA, ...)**
- **DETALHES:**
 - **ENTRADA DE SERVIÇO**
 - **CENTRO DE MEDIÇÃO**
 - **PÁRA-RAIOS**
 - **ATERRAMENTO**
 - **CAIXA DE PASSAGEM**
- **CONVENÇÕES**
- **ESPECIFICAÇÕES**
- **LISTA DE MATERIAIS**

CONSUMIDOR (antes de 2004)



Consumidor (Após 2004)



INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO

NBR5410/2004

➤ OBJETIVO

Estabelecer as condições que as instalações elétricas de baixa tensão devem satisfazer para garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

➤ APLICAÇÕES (CIVIL)

- Instalações elétricas de edificações, independente do objetivo de uso (residencial, comercial, público, industrial, serviços e outros), mesmo as pré-fabricadas;
- Áreas descobertas, externas às edificações (jardins);
- *Trailers* (reboques), *campings*, marinas e instalações análogas;
- Instalações temporárias como canteiros de obras, feiras e exposições;
- Às instalações novas e a reformas em instalações existentes;

OBS.: A norma prevê, por exemplo, que acomodar novos equipamentos e/ou substituir existentes, necessariamente não caracterizam uma reforma geral da instalação.

➤ APLICAÇÕES (ELÉTRICA)

- Circuitos elétricos alimentado em tensão $\leq 1000\text{V}$ (CA em frequência $\leq 400\text{Hz}$), ou, tensão $\leq 1500\text{V}$ (CC);
- Circuitos elétricos, não os internos a equipamentos, que funcionem em tensão $> 1000\text{V}$ e que sejam alimentados por uma instalação de tensão $\leq 1000\text{V}$ (CA). Exemplos: circuitos de lâmpadas a descarga e precipitadores eletroestáticos;
- Fiação e linha elétrica que não sejam cobertas por normas relativas aos equipamentos;
- Linhas elétricas fixas de sinal (menos circuitos internos de equipamentos) visando segurança contra choque elétrico, contra incêndios e efeitos térmicos, além da compatibilidade eletromagnética.

➤ NÃO SE APLICA

- Instalação de tração elétrica e em minas;
- Instalação elétrica de veículos automotores; embarcações e/ou aeronaves;
- Instalação de redes públicas de distribuição de energia, bem como de iluminação pública;
- A equipamentos para supressão de surtos radioelétricos;
- Instalações de proteção contra queda direta de raios (considera as consequências sobre a instalação → seleção de dispositivos de proteção);
- Instalação de cercas eletrificadas (IEC 60335-2-76).

➤ RECOMENDAÇÕES GERAIS

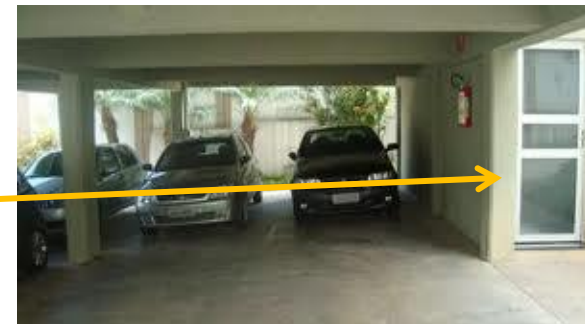
- Para os componentes da instalação (fiação, eletrodutos, dispositivos de proteção, dentre outros), a norma considera apenas a seleção e condições de instalações;
- Devem ser observadas as normas complementares (NBR5413, NBR5419, NBR5418...) , os regulamentos de órgão público (bombeiros) e os regulamentos das autoridades reguladoras (ANEEL) e empresas distribuidoras de eletricidade (CELESC, COPEL...)

➤ DEFINIÇÕES

- ❖ Linha de Energia: linha (cabo) que alimenta uma instalação elétrica ou um circuito elétrico, provendo energia elétrica em níveis nominal de tensão e corrente necessários para colocar em operação os equipamentos de utilização;
- ❖ Linha (elétrica) de Sinal: linha em que trafegam sinais eletrônicos (baixa potência), podendo ser sinais de telecomunicações, dados, controle, automação ou análogo;
- ❖ Linha Externa: linha que entra ou sai de uma edificação, podendo ser de energia, sinal, água, gás ou qualquer outra **UTILIDADE**;
- ❖ Ponto de Entrega: local da instalação elétrica em que há a conexão do sistema de distribuição da concessionária com a instalação elétrica do consumidor(es). Ai se dá a a delimitação de responsabilidade da concessionária, segundo a autoridade reguladora (ANEEL);
- ❖ Ponto de Entrada: ponto em que se dá a penetração da linha externa na edificação. A referência para este ponto é a edificação e não o limite de propriedade (divisa).

Local de instalação do **Barramento de Equipotencialização Principal - BEP**.

Em edificações com o pavimento térreo em **PILOTIS** e, sendo que a entrada da linha externa se dá neste nível (térreo), deve-se considerar o ponto de entrada como o ponto em que a linha adentra no compartimento de acesso à edificação, ou seja, o **hall de entrada**.



- ❖ Ponto de Utilização: ponto de uma linha elétrica destinado à conexão de equipamento de utilização.
 - O ponto pode ser classificado segundo:
 - a sua tensão de alimentação,;
 - sua natureza de utilização (ponto de luz, ponto para chuveiro, ponto para torneira elétrica) ,e;
 - tipo de conexão (direta ou tomada).
 - Uma linha elétrica pode ter um ou mais pontos de utilização, o que gera os circuitos elétricos;
 - Um mesmo ponto de utilização pode alimentar um ou mais equipamentos de utilização;
- ❖ Ponto de Tomada: ponto de utilização no qual o equipamento a ser alimentado tem a conexão feita através de tomada de corrente;
 - Um ponto de tomada pode conter uma ou mais tomadas de corrente
 - O ponto pode ser classificado segundo:
 - a sua tensão de alimentação,;
 - Número de tomadas de correntes nele previsto;
 - Tipo de equipamento a ser alimentado (uso específico)
 - A corrente nominal da ou das tomadas de corrente nele utilizadas.

De uma forma definitiva, em uma instalação elétrica, um ponto de utilização pode assumir umas das situações:

- ❖ Ponto de Iluminação: ponto destinado à instalação da Iluminação, podendo o mesmo ser posicionado no teto ou na parede (arandela);
- ❖ Ponto de Tomada de Uso Geral (TUG): ponto destinado a ligação de equipamentos portáteis (eletrodomésticos) ou equipamentos móveis (TV) ou, ainda, servir para instalação de iluminação decorativa/auxiliar (abajur/luminária;)
- ❖ Ponto de Tomada de Uso Específico (TUE): ponto destinado a ligação de equipamentos fixos (chuveiro) ou estacionários (lavadora de roupa/secadoras), ou seja, são pontos para alimentação de equipamentos bem determinados

Para uma boa concepção de um projeto elétrico, devem ser analisados os seguintes aspectos: utilização prevista e demanda (previsão de carga) ; esquema de distribuição; alimentações disponíveis; serviços de segurança e fontes adequadas; exigências para a divisão da instalação (circuitos); influências externas (queda de raio); interferência e incompatibilidade eletromagnética; e, requisitos de manutenção.

Na sequência, serão desenvolvidas as considerações sobre cada um dos aspectos supracitados.

PREVISÃO DE CARGA

O objetivo da previsão de carga é a obtenção da quantidade de pontos de utilização (Iluminação/TUG/TUE), a potência elétrica respectiva de cada ponto e, finalmente, a potência elétrica total da instalação.

Para a obtenção da quantidade de pontos e das respectivas potências, a NBR5410/04 define as regras, sendo que, à partir desta versão da norma, foi introduzido o item 9.5, o qual trata, em específico, dos locais de habitação (unidades residenciais e análogos), diferenciando-o dos demais ambientes.

Primeiramente, se tratará das regras gerais e, posteriormente, se dará a devida atenção às especificidades dos locais de habitação.

1 - Geral

- Deve-se considerar como carga de um equipamento de utilização a potência nominal absorvida pelo mesmo, a qual é indicada pelo fabricante ou calculada a partir da tensão e corrente nominais, além do fator de potência;
- Sendo fornecida a potência nominal ou potência de saída do equipamento, e não a absorvida, então, há de se considerar o rendimento e fator de potência do equipamento.

1.2 – Ponto de Iluminação

- A carga de iluminação deve ser determinada segundo a aplicação da NBR8995-1/2013;
- Para equipamentos de iluminação a descarga, deve-se incluir a potências das lâmpadas, as perdas e fator de potências dos equipamentos auxiliares, quando da determinação da potência nominal.

1.3 – Tomadas de Uso Geral (TUG)

- Para Salas de manutenção, halls de serviço e salas de equipamentos (casa de máquinas/salas de bombas/barriletes e análogos) deve haver, no mínimo, um ponto de tomada;
- Os pontos de tomadas que possam vir a alimentar mais de um equipamento devem ser providos com quantidade adequada de tomadas elétricas;
- Os circuitos terminais devem ter atribuída uma potência mínima de 1000VA.

1.4 – Tomadas de Uso Específicos (TUE)

- O ponto de TUE deve ter potência atribuída igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado ou à soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados;
- Quando os valores não forem bem conhecidos ou precisos, deve-se adotar um dos seguintes critérios:
 - Potência ou soma das potências dos equipamentos mais potentes que o ponto possa vir alimentar;
 - Potência determinada tendo como base a corrente de projeto e a tensão nominal de alimentação.
- As TUE's devem estar localizadas a no máximo 1,5m do ponto indicado para a localização do equipamento a ser alimentado;

1.5 – Divisão da Instalação

- Os circuitos devem ser tanto quantos os necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito;
- Para a divisão dos circuitos, deve se atentar para as seguintes exigências:
 - Segurança: falhas em um circuito prive de alimentação toda uma área;
 - Conservação de energia: cargas sejam acionadas mediante necessidade;
 - Produção: minimizar paralisações devido a uma ocorrência;
 - Manutenção: facilitar ações de inspeção e de reparo.
- Circuitos distintos devem ser previstos para as partes da instalação que requeiram controle específico (alarmes e CFTV);
- Buscar prever as necessidades futuras, projetando instalação com reserva de potência de alimentação, folga nas taxas de ocupação de condutos e quadros de distribuição;
- Os circuitos devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização, sendo que devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomadas;
- As cargas devem ser distribuídas, o mais uniforme possível, entre as fases;
- Para instalações que possuem mais de uma alimentação (concessionária e geração própria), a distribuição deve ser disposta separadamente e de forma bem diferenciada. Pode ser conjunto, no interior de quadros, circuitos de sinalização e comando, além de conjuntos de manobra que efetuem o intercâmbio das fontes.

2 – Locais de Habitação

A NBR 5410/04 define locais de habitação (fixas ou temporárias) como sendo as unidades residenciais (casas ou apartamento) como um todo e, no caso de hotéis, motéis, flats, apart-hotel, casas de repouso, condomínios, alojamentos e análogos, as acomodações destinadas aos hóspedes, aos internos e a servir de moradia a trabalhadores do estabelecimento.

2.1 - Iluminação

- Deve haver pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor, em cada cômodo ou dependência;
- Em hotéis, motéis ou similares o ponto de luz fixo pode ser substituído por tomada de corrente, comandada por interruptor;
- O ponto fixo no teto pode ser substituído por ponto na parede em espaço sob escada, depósitos, despensas, lavabos e varandas, onde a colocação no teto seja de difícil execução ou não conveniente;
- A determinação da potência do ponto deve considerar o seguinte critério:
 - Cômodo ou dependência com área $\leq 6\text{m}^2$ prever um mínimo de 100VA;
 - Cômodo ou dependência com área $> 6\text{m}^2$ prever um mínimo de 100VA para os primeiros 6m^2 , acrescida de 60VA para cada 4m^2 inteiros.

2.2 – Quantidade de Tomadas de Uso Geral - TUG

- O número de pontos de tomada é determinado levando-se em consideração a destinação do local e dos equipamentos elétricos a serem utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:
 - Em banheiros, deve ser previsto ao menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendendo-se as restrições do item 9.1 da NBR5410/04;
 - Em cozinha, copas, áreas de serviço, lavanderias, churrasqueiras e locais análogos (presença de água ou umidade), deve ser previsto uma tomada para cada 3,5m, ou fração, de perímetro. Sendo que, sobre bancada de pia devem ser previstas, no mínimo, duas tomadas de corrente, podendo ser no mesmo ponto ou em pontos distintos;
 - Em varandas é necessário a previsão de no mínimo um ponto de tomada. É admissível que o ponto de tomada seja instalado não na varanda, mas, próximo ao seu acesso, quando, por razões construtivas a área seja inferior a 2m^2 , ou, se a profundidade da varanda for inferior a 0,80m;
 - Para salas e dormitórios devem ser previstos ao menos um ponto ma cada 5m, ou fração, do perímetro, buscando o melhor espaçamento espacial possível;
 - Para os demais cômodos ou dependência, observar:
 - ✓ Área $\leq 2,25\text{m}^2$ → um ponto interno ao local ou até 0,80m do acesso;
 - ✓ $2,25\text{m}^2 \leq \text{Área} \leq 6\text{m}^2$ → um ponto interno ao local;
 - ✓ Área $> 6\text{m}^2$ → um ponto a cada 5m, ou fração, do perímetro.

2.3 – Atribuição de Potências às TUGs

Os valores devem ser determinados conforme segue:

- Para banheiros, cozinhas, copas, lavanderias, churrasqueiras, áreas de serviço e análogos, prever, no mínimo, 600VA por ponto de tomada, até 3 pontos, e 100VA por ponto excedente. Considerar cada ambiente separadamente. Se a quantidade de pontos de tomada for superior a seis, é admissível se atribuir, no mínimo, 600VA para até dois pontos, e 100VA para as excedentes;
- Nos demais cômodos ou dependências deve-se estimar, no mínimo, 100VA por ponto de tomada.

2.4 – Aquecimento Elétrico de Água (Item 9.5.2.3 da NBR5410/04)

Os sistemas de aquecimento elétrico de água (chuveiro, torneira elétrica) devem ter suas conexões realizadas de forma direta,

sem a utilização de tomadas de corrente

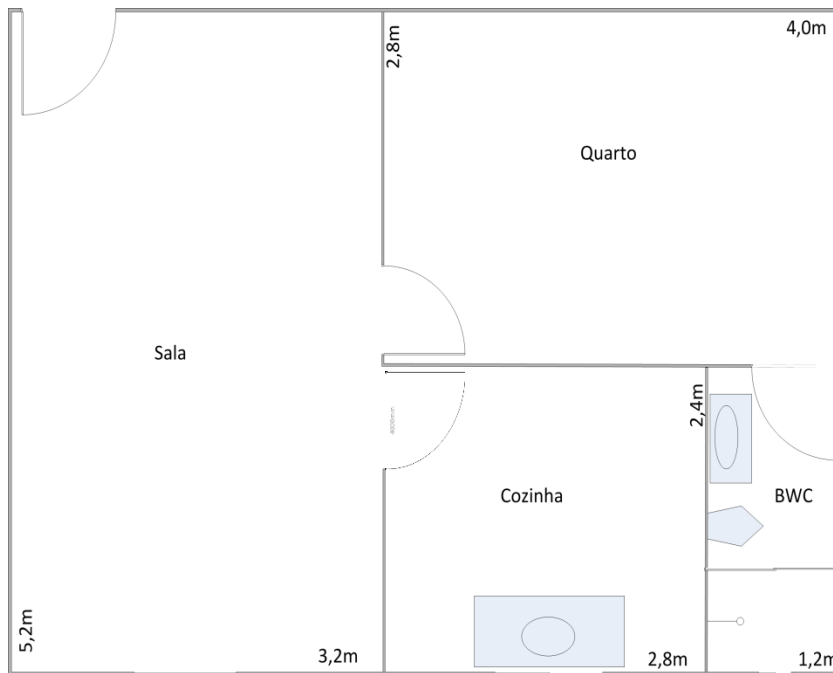


2.5 – Divisão da Instalação

- Deve ser previsto circuito independente para todo ponto de utilização previsto para alimentar de modo exclusivo, ou virtualmente dedicado, equipamento de utilização que possua corrente nominal superior a 10A (TUE);
- As tomadas (TUG ou TUE) de cozinha, copas, áreas de serviços, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivos para alimentar as tomadas desses locais (segundo item 9.5.3.2/NBR5410/04));
- O item 4.2.5.5, da NBR5410/04, determina circuitos distintos de iluminação e tomadas. Porém, o item 9.5.3.3 determina uma exceção para locais de habitação. Assim, excluindo as tomadas do item 9.5.3.2, tomadas e iluminação podem ser alimentados por circuito comum, desde que satisfaçam simultaneamente as seguintes condições:
 - A corrente de projeto (I_B) do circuito comum não deve ultrapassar 16A, e;
 - Os pontos de tomadas (excluídas as do item 9.5.3.2) não estejam, em sua totalidade, sendo alimentados pelo circuito comum, e;
 - Os pontos de iluminação não sejam alimentados, na totalidade, pelo circuito comum.

2.6 – Proteção contra Sobrecorrente

- Todo e qualquer circuito terminal deve ser protegido por dispositivo à sobrecorrente que assegure o seccionamento simultâneo de todos os condutores fase. Os dispositivos devem ser multipolar para circuitos com mais de uma fase.



Planta Baixa – Apartamento Básico

Fonte: do Autor (2015)

Quadro de Previsão de Carga

Dependência	Dimensões		Iluminação			T.U.G			T.U.E	
	Área(m ²)	Perim. (m)	No. de Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	No. De Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Aparelho	Potência (W)
Sala	16,6	16,8	2	150	300	5	100	500	-	-
Quarto	11,2	13,6	1	200	200	3	100	300	Ar Cond.	1.200
BWC	2,9	7,2	2	100/60	160	1	600	600	Chuveiro	6.500
Cozinha	6,7	10,4	1	100	100	3/3	600/100	2.100	TOE Fogão	4.000 300
TOTAL	37,4	24,8	6	-	760	15	-	3.500	-	12.000

$$P_{Itum} = 760 \times 0,92 = 700W$$

$$P_{TUG} = 3.500 \times 1,0 = 3.500W$$

$$P_{TUE} = 12.000W$$

$$P_{Instal} = 16.200W$$

N - 3 2 1 . 0 0 0 1 - PADRONIZAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA DE UNIDADES CONSUMIDORAS DE BAIXA TENSÃO.(12/2025)

5.2. Campo de Aplicação

Esta Norma aplica-se à instalação nova ou reforma em padrão permanente ou temporário de entrada de energia elétrica de unidade consumidora individual; limitando-se ao agrupamento de até 3 ou duas unidades consumidoras que não compartilhem fase da rede de distribuição (Ex.: 3 consumidores monofásicos ou 1 monofásico e 1 bifásico).

Instalação acima desses limites deve ser atendida com medição coletiva, conforme Norma N-321.0003.

5.2.1. Condições não Permitidas

São condições não permitidas:

- a) extensão ou interligação, ainda que momentânea, de qualquer parte das instalações elétricas de uma unidade consumidora às áreas ou instalações de outra unidade consumidora;
- b) alteração da proteção ou condutores da entrada de energia sem liberação da Celesc D;
- c) existência de mais de um ramal de conexão ou mais de um ramal de entrada para uma mesma edificação de uso coletivo;
- d) ligação de qualquer circuito elétrico antes da medição para faturamento, inclusive sistemas contra incêndio e geradores particulares;
- e) inexistência de fonte de segurança (gerador particular) em unidade consumidora de estabelecimento assistencial de saúde, tal como: hospital, centro de saúde, posto de saúde, clínica ou outro local previsto na ABNT NBR 13534;

f) utilização na unidade consumidora conectada em baixa tensão de carga susceptível a provocar distúrbios ou danos no sistema elétrico ou nas instalações e/ou equipamentos elétricos de outros consumidores, tais como:

- motor monofásico a dois fios, alimentado em 220 V, com potência superior a 3 cv;
- motor monofásico, alimentado em 440 V, com potência superior a 10 cv;
- motor de indução trifásico ou solda a motor com potência superior a 30 cv;
- máquina de solda a transformador monofásico, com potência superior a 5 kVA, ou corrente de saída superior a 150 A;
- máquina de solda à transformador, alimentada em 380 V, 2 fases, com potência superior a 8,7 kVA, ou corrente de saída superior a 250 A;
- máquina de solda à transformador, alimentada em 380 V, 3 fases, ligação delta-aberto invertido, com potência superior a 15 kVA;
- máquina de solda a transformador, alimentada em 380 V, 3 fases, retificação em ponte trifásica, com potência superior a 30 kVA;
- aparelhos de Raio-X (exceto odontológico);
- fornos elétricos de indução para fundição;
- máquinas injetoras e extrusoras de plástico.

Notas:

1. Para o atendimento das cargas descritas acima, devem ser observados os critérios e padrões de fornecimento da Norma N-321.0002 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição até 25kV.
2. Para conexão de unidade consumidora com carga indicada como potencialmente perturbadora, devem ser atendidos os requisitos apresentados na Instrução Normativa I-332.0028 - Requisitos para Conexão de Unidade Consumidora com Carga Indicada como Potencialmente Perturbadora ao Sistema Elétrico da Celesc D.
3. As instalações das unidades consumidoras que causarem à rede da Celesc D perturbações indesejáveis (flutuação de tensão, etc.) deverão ser corrigidas a expensas do consumidor. Em casos nos quais o consumidor não efetuar a devida correção, terá seu fornecimento de energia elétrica suspenso, conforme legislação vigente.

5.2.2. Condições Especiais

5.2.2.1. Atendimento a Casas Geminadas

Para os casos de atendimento a unidades consumidoras construídas em único terreno ou terrenos contíguos, tipo casas geminadas, é permitido o atendimento com entradas de energia distintas, por ramal de conexão aéreo ou ramal de entrada subterrâneo, desde que a testada de cada fração do terreno siga as respectivas posturas municipais.

5.2.2.3. Conexão de Gerador Particular Instrução Normativa I-321.0028.

5.2.2.4. Conexão de Geração Distribuída Instrução Normativa I-432.0004.

5.2.2.5. Conexão Elétrica de Instalações para Sistemas de Segurança Contra Incêndio (SCI) Instrução Normativa I-321.0032.

5.2.2.6. Partida de Motores Trifásicos

Os motores trifásicos com potência de 5 cv até 30 cv devem possuir dispositivo que reduza a corrente de partida a um **valor inferior a 2,25 vezes a corrente de plena carga**, tal como soft-starter, inversor de frequência ou **chave compensadora**.

No item 5.2.2.6 faltou a indicação de chaves Estrela/Triângulo como método de redução de corrente de partida de motores.

Ainda, tanto a chave compensadora quanto a chave Estrela/Triângulo não atendem a exigência de valor inferior a 2,25 para a corrente de partida.

Com efeito, a relação I_p/I_N fica entre 7 e 9, para motores acima de 5cv. Assim, se teria para um motor de 5cv, no melhor caso de partida, com relação de 7 vezes (não usual) as seguintes situações:

$$\text{CH. Y}/\Delta \Rightarrow I_{NP} = \frac{1}{3} \times I_N \times \frac{I_p}{I_N} \Rightarrow I_{NP} = \frac{1}{3} \times 8 \times 7 = 18,7A \Rightarrow \frac{18,7}{8} = 2,34 > 2,25$$

$$\text{CH. Compensadora} \Rightarrow I_{NP} = 0,42 \times I_N \times \frac{I_p}{I_N} \Rightarrow I_{NP} = 0,42 \times 8 \times 7 = 23,5A \Rightarrow \frac{23,5}{8} = 2,94 > 2,25$$

A CELESC foi questionada quando da emissão da N-321.0003, mas, não houve retorno, e replicaram o mesmo erro na nova versão da N-321.0001 em dezembro/2025

5.2.2.8. Carga Instalada Superior a 75 kW

A unidade consumidora com carga instalada superior a 75 kW pode ser atendida em baixa tensão, desde que satisfeitas as condições:

- o valor de corrente da proteção geral não ultrapasse 175 A;
- quando houver conveniência técnica para a Celesc D;
- desde que haja solicitação ou anuência do interessado.

Demais condições especiais, vide item 5.2 da norma N-321.0001(12/25)

Nota: devem ser preenchidos os documentos previstos na Instrução Normativa I-321.0027. Nesse caso, o interessado deve apresentar o estudo do cálculo da demanda por profissional habilitado, acompanhado de Documento de Responsabilidade Técnica.

Dimensionamento da Entrada de Energia

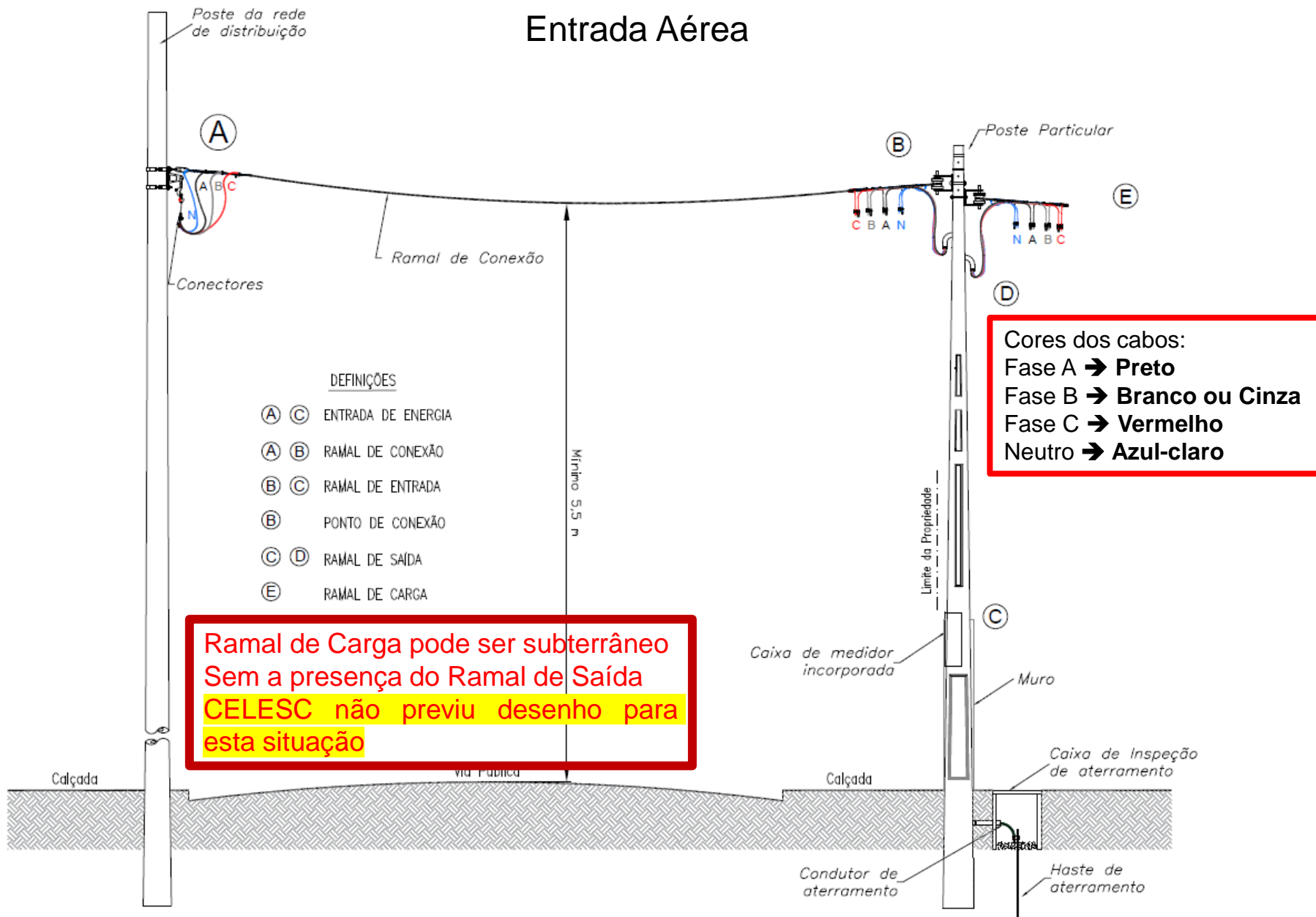
Toda instalação elétrica deve ser ligada à rede da concessionária de energia. Esta ligação é feita através de uma infraestrutura denominada Entrada de Energia. Esta infraestrutura é padronizada pelas concessionárias, dependendo da potência instalada na edificação projetada. Para projetos residenciais, cuja potência não exceder 75kW, há duas formas básicas de se implementar a Entrada de Energia, conforme segue:

- ✓ Entrada Aérea;
- ✓ Entrada Subterrânea

Todos os materiais necessários para a montagem da entrada de energia são padronizados pela concessionária, que disponibiliza a lista de materiais em suas normas. No caso de projetos residenciais, em Santa Catarina, a norma da CELESC é a **N - 3 2 1 . 0 0 0 1 - PADRONIZAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA DE UNIDADES CONSUMIDORAS DE BAIXA TENSÃO.(12/2025)**

As duas formas de Entrada se subdividem em Ramal de Conexão, Ramal de Entrada, Ramal de Saída e Ramal de Carga. As formas construtivas serão estudadas na sequência.

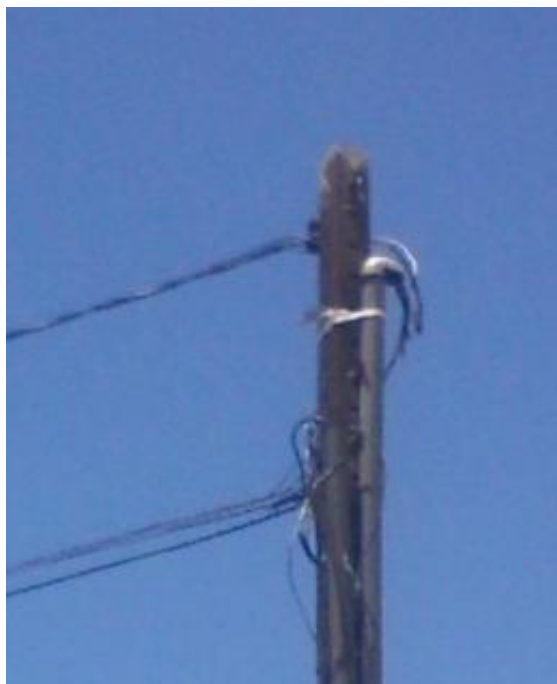
Entrada Aérea



NOTAS

1. O poste pode ser instalado engastado no alinhamento do muro ou encostado neste internamente;
2. Medidas em centímetros, quando não indicada a unidade de medida.

Entrada Aérea para 2 Consumidores



No mesmo poste, com caixa incorporada, e em mureta, muro ou parede se pode ter até três consumidores monofásicos ou um monofásico e um bifásico.

Item 5.2/N-321.0001(12/2025)

Entrada Subterrânea

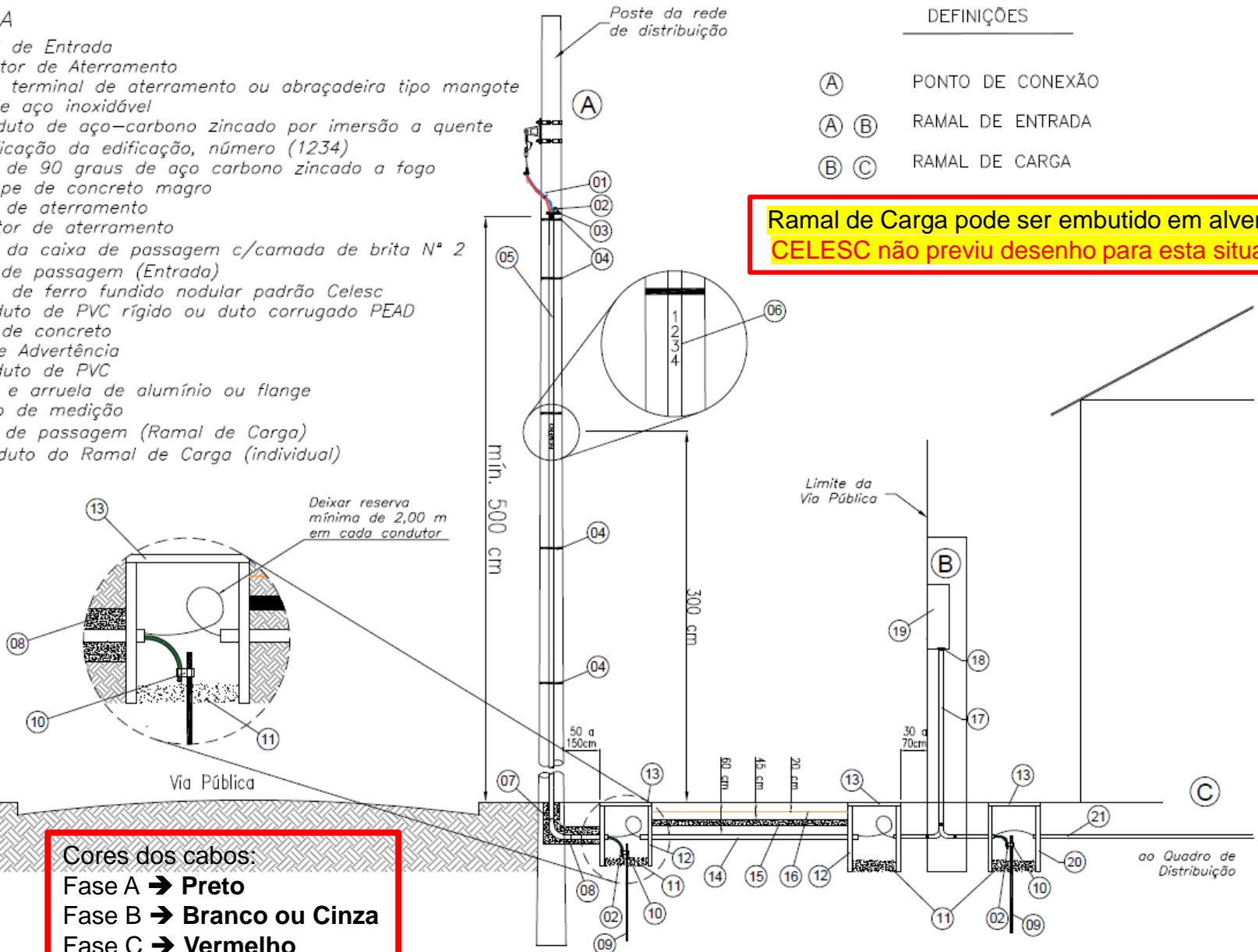
LEGENDA

- 01 – Ramal de Entrada
- 02 – Condutor de Aterramento
- 03 – Bucha terminal de aterramento ou abraçadeira tipo mangote
- 04 – Fita de aço inoxidável
- 05 – Eletroduto de aço-carbono zincado por imersão a quente
- 06 – Identificação da edificação, número (1234)
- 07 – Curva de 90 graus de aço carbono zincado a fogo
- 08 – Envelope de concreto magro
- 09 – Haste de aterramento
- 10 – Conector de aterramento
- 11 – Fundo da caixa de passagem c/camada de brita N° 2
- 12 – Caixa de passagem (Entrada)
- 13 – Tampa de ferro fundido nodular padrão Celesc
- 14 – Eletroduto de PVC rígido ou duto corrugado PEAD
- 15 – Placa de concreto
- 16 – Fita de Advertência
- 17 – Eletroduto de PVC
- 18 – Bucha e arruela de alumínio ou flange
- 19 – Quadro de medição
- 20 – Caixa de passagem (Ramal de Carga)
- 21 – Eletroduto do Ramal de Carga (individual)

DEFINIÇÕES

- (A) PONTO DE CONEXÃO
- (A) (B) RAMAL DE ENTRADA
- (B) (C) RAMAL DE CARGA

Ramal de Carga pode ser embutido em alvenaria
CELESC não previu desenho para esta situação



Cores dos cabos:

Fase A → Preto

Fase B → Branco ou Cinza

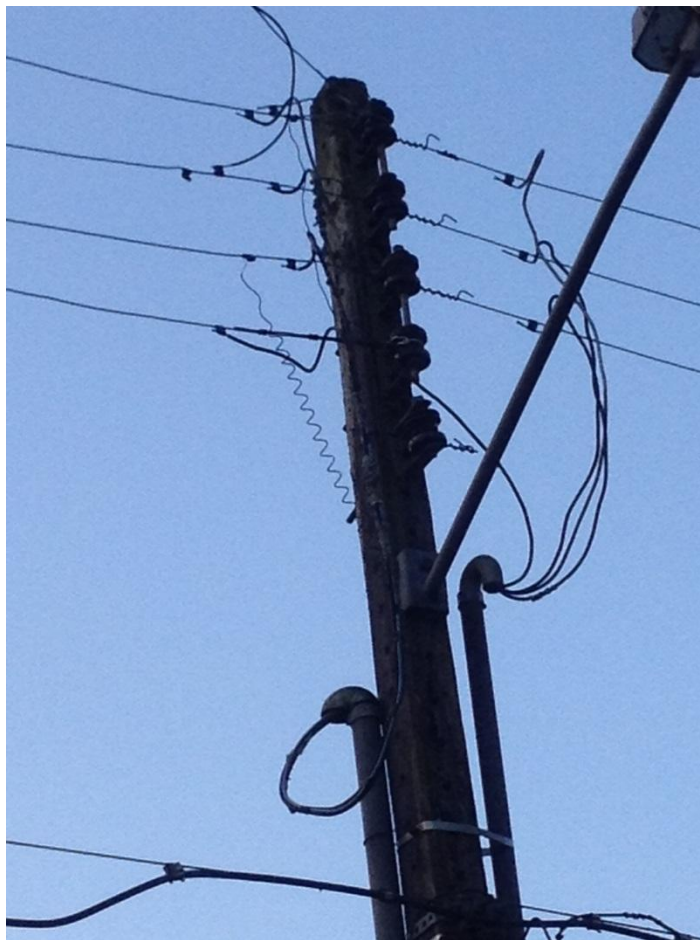
Fase C → Vermelho

Neutro → Azul-claro

- Entrada Subterrânea



Vista Geral



Detalhe de conexão à Rede



Caixa de Passagem
junto ao Poste

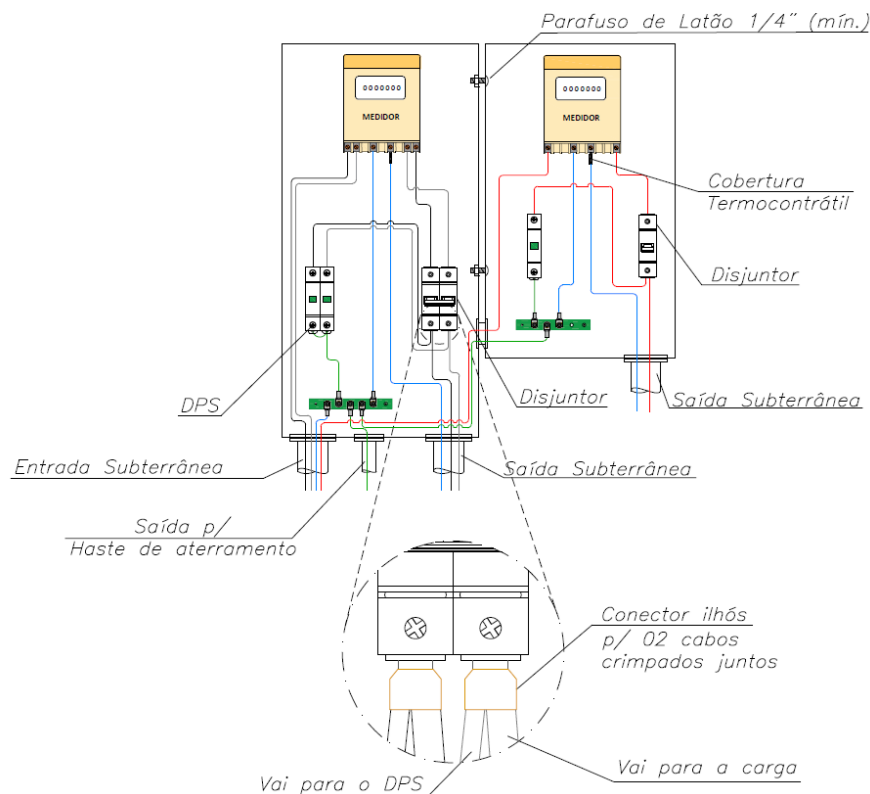
KIT POSTINHO



Fonte: manual simplificado padrão de entrada de energia elétrica – CELESC (2020)

Limitado a disjuntor de até 63A, conforme item 5.4.4.2, alínea a da N-321.0001 (12/25)

Desenho 39 – Esquema de Conexão para Caixas Monofásica e Bifásica Agrupadas



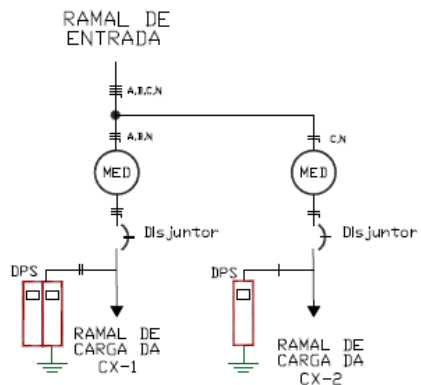
Para edificação sem Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), o DPS deverá ser classe II, com corrente nominal de descarga mínima de 20 kA, condutor de ligação mínimo de 6mm² e **tensão máxima de operação de 275V**, instalado conforme NBR5410;

Para edificação com Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), o DPS deverá ser classe I, com corrente nominal de descarga mínima de 12.5 kA, condutor de ligação mínimo de 16mm² e **tensão máxima de operação de 275V**, instalado conforme NBR5410;

Erro de especificação por parte da CELESC. Pela NRB5410/04 o **mínimo** deve ser 242V!!!

Há fabricantes que oferecem tensão igual ou superior a 300V

DIAGRAMA UNIFILAR



Instalação de DPS



Polícarbonato

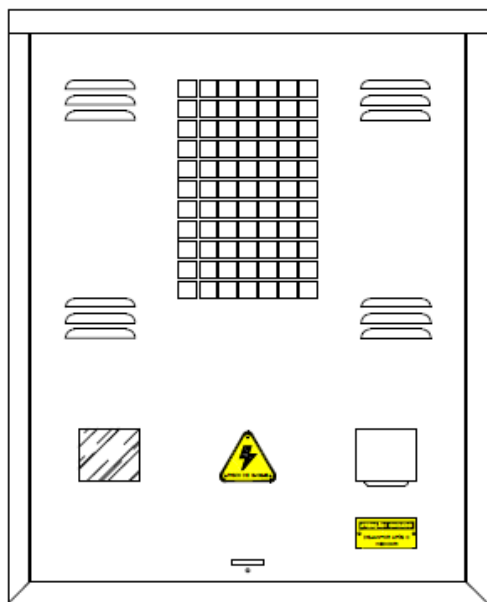
Fonte: www.google.com.br/imagem



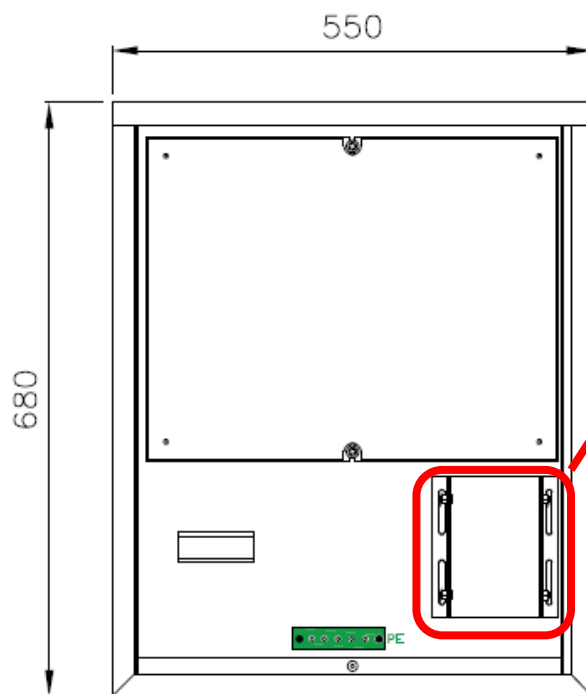
Alumínio

Especificação 06 (continuação) – Caixa de Medição em Alumínio

Tipo Medição Especial – MEE (Medidor Eletrônico Especial)



Nota: dimensões em milímetros (mm).



Disjuntor Caixa Moldada



Fonte:www.weg.net

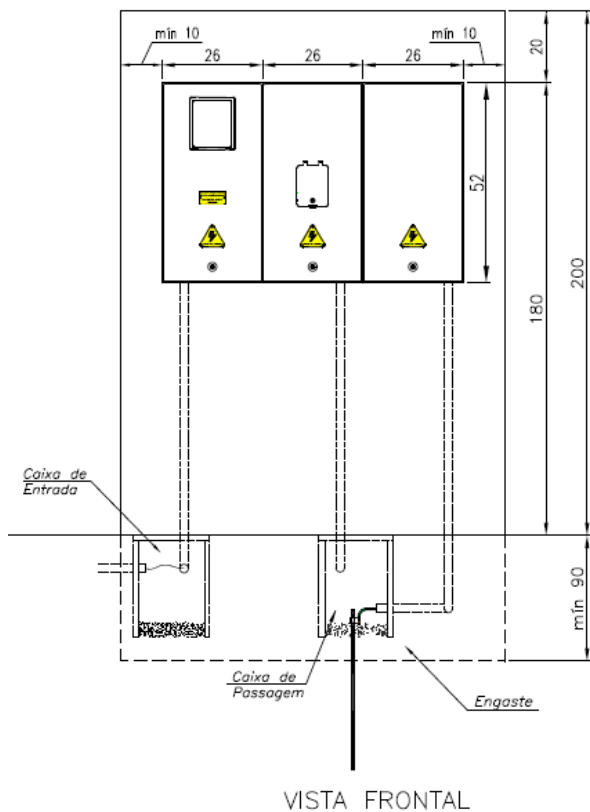


Fonte:www.renatec.ind.br

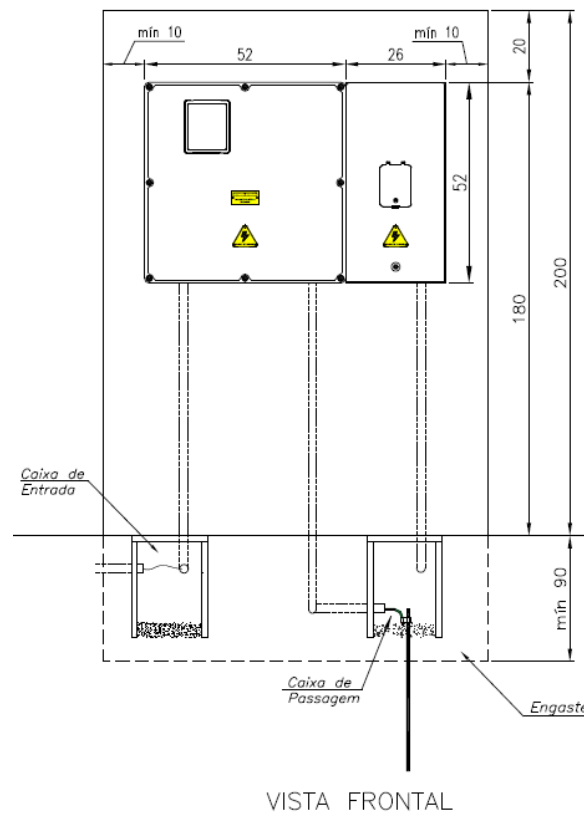
4.23. Montagem de Medição Direta (MMD)

Disposição de caixas de medição de policarbonato no posto de medição de forma a permitir a utilização de disjuntor de caixa moldada com corrente superior a 70 A e do medidor 30 (200) A.

Desenho 31 – Posto de Medição com MMD Embutida em Muro ou Mureta para Disjuntor de 80 e 100 A em 220/380 V e em 220 V (Sem Neutro) e Disjuntor de 90 a 100 A em 220/440 V – Ramal de Entrada Subterrâneo



Desenho 32 – Posto de Medição com MMD Embutida em Muro ou Mureta para Disjuntor de 125 A em 220/380 V e de 125 a 175 A em 220 V (Sem Neutro) – Ramal de Entrada Subterrâneo



5.3.3. Considerações sobre o Fornecimento às Unidades Consumidoras

5.3.3.1. A classificação do tipo de fornecimento às unidades consumidoras é avaliada na etapa de solicitação de conexão nova, conforme carga instalada declarada, em kW.

5.3.3.2. Caso o consumidor solicite conexão bifásica ou trifásica sem possuir carga ou equipamento que comprove tal necessidade, este deve arcar com a diferença do custo do medidor e eventual custo de adequação da rede de distribuição.

5.3.3.3. O consumidor deve arcar com os custos de adaptação da rede de distribuição caso solicite conexão bifásica ou trifásica, em local em que a rede de distribuição de média tensão seja monofásica, ainda que a unidade consumidora possua carga instalada maior que 13 kW ou possua equipamento que necessite conexão bifásica (220/380 V) ou trifásica (220/380 V), conforme art. 24 e art. 99 da REN 1000/2021 da ANEEL.

5.3.3.5. A seção transversal dos condutores foi dimensionada de acordo com a capacidade de corrente do disjuntor de proteção geral e nível de tensão nos limites admissíveis no ponto de conexão, conforme a legislação em vigor, considerando a **soma dos ramais de conexão (1) e carga de até 70 m**. Após o ponto de conexão, a queda de tensão deve obedecer à NBR 5410, sob total responsabilidade do interessado.

5.3.3.6. Para ser considerado um padrão de entrada de energia elétrica, os materiais e equipamentos devem seguir as especificações e as dimensões definidas nesta Norma. Em função da queda de tensão, o dimensionamento do ramal de carga pode ser distinto do valor tabelado, desde que devidamente justificado.

5.3.3.7. A conexão de unidade consumidora com carga instalada acima de 65 kW, com **disjuntor a partir (2) de 125 A**, deve ser justificada através da apresentação de projeto com o cálculo da demanda, por profissional habilitado e do Documento de Responsabilidade Técnica de projeto, via Agência WEB.

NOTAS do Professor:

1- A CELESC desconsiderou o ramal de entrada, que sempre está presente na entrada aérea, além da eventual existência do ramal de saída, quando o ramal de carga for aéreo.

2- O texto não deixa claro, mas, esta opção deve incluir o atendimento especial para carga superior a 75kW, conforme item 5.2.2.8 com limite do disjuntor em 175A. Muito embora, a Tabela 01 para dimensionamento da entrada de energia esteja limitada a disjuntor de 125A, como será visto mais à frente neste material.

Desenho 01 – Condições Gerais para os Ramais de Conexão e Entrada

ÁREA URBANA

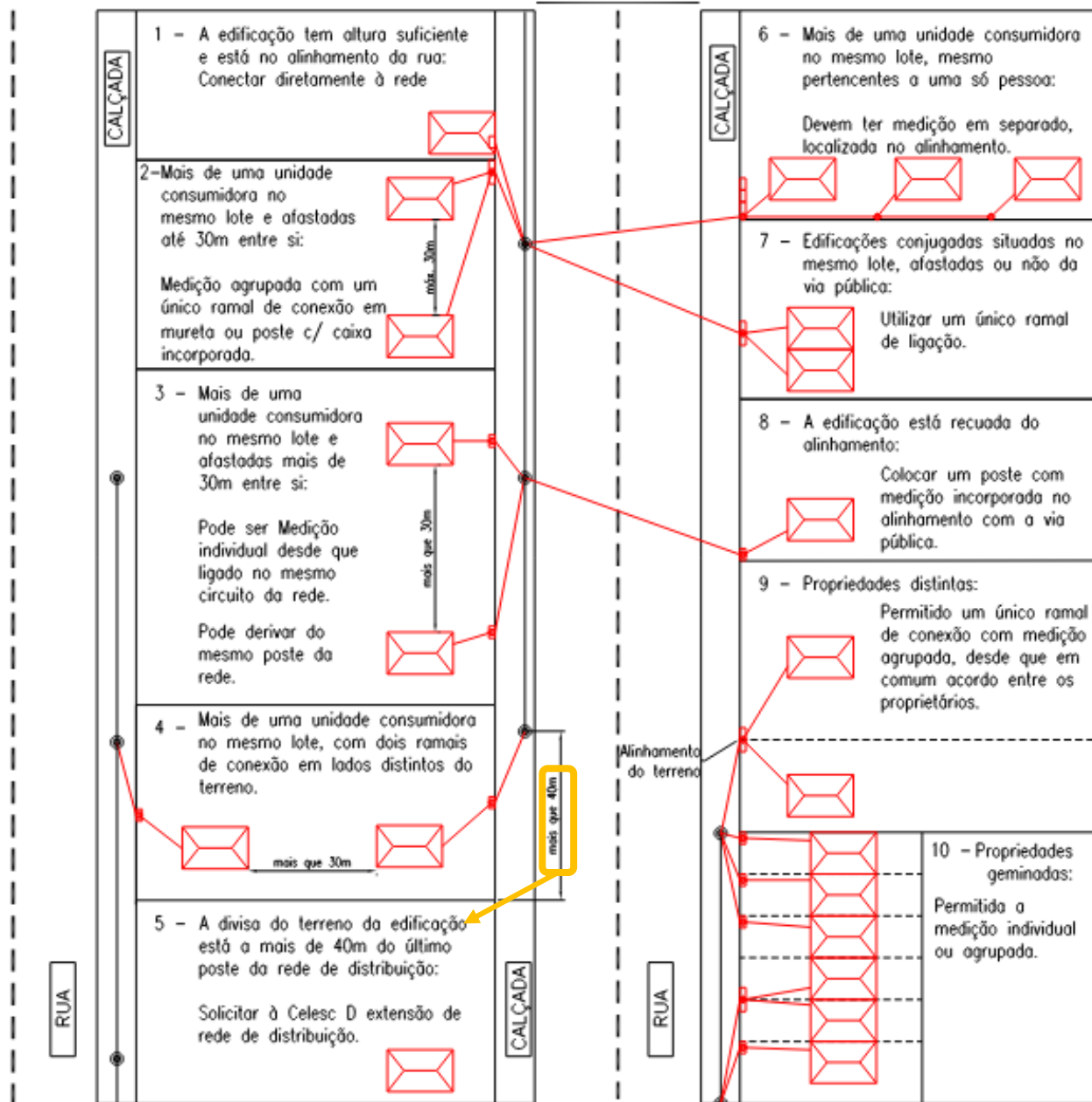


Tabela 01 – Dimensionamento Unidade Consumidora – Tensão de Fornecimento 220/380 V E 220/440 V

$$P_{instal} = 16.200W$$

Tipo e Tensão	Categoria	Carga Total Instalada na Unidade Consumidora (kW)	Demanda (kVA)	Proteção Geral da Unidade Consumidora Disjuntor (A)	Número de		Condutor Ramal de Conexão		Condutor Ramal de Entrada, Saída e Carga		Eletroduto Ramal de Entrada, Saída e Carga		Condutor Ramal de Carga			Condutor de Aterramento		Pontaleta de Aço Galvanizado
					Fases	Fios	Aéreo ⁽²⁾		Método de instalação embutido (B1) ou subterrâneo (D) ⁽²⁾		Aparente ou embutido em alvenaria	Subterrâneo	Aéreo ⁽²⁾			Unipolar HEPR / EPR / XLPE 90°C (mm ²)	Unipolar HEPR / EPR / XLPE 90°C (mm ²)	Diâmetro Nominal (pol)
							Multiplexado XLPE 90°C (mm ²)	Unipolar HEPR / EPR / XLPE 90°C (mm ²)	Diâmetro Nominal (pol)	Diâmetro Nominal ⁽³⁾ (pol)	Multiplexado XLPE 90°C (mm ²)		Unipolar HEPR / EPR / XLPE 90°C (mm ²)					
											Cobre	Alumínio		Cobre	Aço Cobre			
Monofásico 220 V	A1	$C \leq 11$		50	1	2	10	10	10	16	1	1	10	10	10	10	16	1 1/2
	A2	$11 < C \leq 13$		63	1	2	10	10	10	25	1 1/4	1 1/4	10	10	10	10	16	2
Monofásico 220/440 V	M1	$C \leq 22$		50	2	3	10	10	10	16	1 1/4	1 1/4	10	10	10	10	16	2
	M2	$22 < C \leq 28$		63	2	3	10	10	10	25	1 1/4	1 1/4	10	10	10	10	16	Não
	M3	$28 < C \leq 37$		90	2	3	16	25	16	35	1 1/2	1 1/2	16	25	16	16	16	Não
	M4	$37 < C \leq 50$		100	2	3	16	25	25	50	1 1/2	1 1/2	25	25	25	16	25	Não
Bifásico 220/380 V	B1	$13 < C \leq 20$		50	2	3	10	10	10	16	1 1/4	1 1/4	10	10	10	10	16	2
	B2	$20 < C \leq 25$		63	2	3	10	10	10	25	1 1/4	1 1/4	10	10	10	10	16	2
Trifásico 220/380 V	C1	$25 < C \leq 30$	$D \leq 30$	50	3	4	10	10	10	25	1 1/2	1 1/2	10	10	10	10	16	2
	C2	$30 < C \leq 42$	$30 < D \leq 40$	63	3	4	10	25	16	25	1 1/2	1 1/2	16	25	16	16	16	Não
	C3	$42 < C \leq 50$	$40 < D \leq 45$	80	3	4	16	25	16	35	1 1/2	2	16	25	16	16	16	Não
	C4	$50 < C \leq 65$	$45 < D \leq 60$	100	3	4	25	35	25	50	2	2	25	35	25	16	25	Não
	C5	$65 < C \leq 75$	$60 < D \leq 75$	125 ⁽¹⁾	3	4	35	50	50	70	2	3	35	50	35	16	35	Não

NOTAS:

- 1- Para a conexão trifásica com proteção de 125 A deve ser calculada a demanda para o dimensionamento do padrão de entrada da unidade consumidora a critério do projetista.
- 2- Temperatura de referência do ambiente: 30°C (ar).
- 3- No caso de eletroduto PEAD o diâmetro de referência é o interno.

Tabela 12 – Equivalência do Diâmetro Nominal (DN) e Polegada para Eletrodutos

Eletroduto de Aço-carbono (NBR 5597 e NBR 5598)								
Designação da Rosca	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Diâmetro Nominal (DN)	20	25	32	40	50	65	80	100

Eletroduto de PVC (NBR 15465)								
Polegada (aprox.)	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Diâmetro Nominal (DN)	25	32	40	50	60	75	85	110

Duto Corrugado de Polietileno PEAD (NBR 15715)								
Polegada (aprox.)	1 1/4	1 1/2	2	3	4	5	6	8
Diâmetro Externo Nominal (DE)	50	55	63	90	125	155	190	250
Diâmetro Interno Médio	37	40	49	72	103	125	150	200

PROJETOS ELÉTRICOS

SÍMBOLOS GRÁFICOS

DESIGNAÇÃO	ANTIGA	ATUAL (NBR-5444)	DESIGNAÇÃO	ANTIGA	ATUAL (NBR-5444)	DESIGNAÇÃO	ANTIGA	ATUAL (NBR-5444)	DESIGNAÇÃO	ANTIGA	ATUAL (NBR-5444)
a) Luminárias, refletores e lâmpadas			b.8) Condutor de retorno no duto			a.4) Quadro geral embutido (luz e força)			e.2) Tomada média (1300mm do piso)		
a.1) Luz incandescente no teto			b.9) Condutor terra no duto			a.5) Caixa de telefone			e.3) Tomada alta (2000mm do piso)		
a.2) Luz incandescente na parede (arandela)			b.10) Cordoalha de terra			a.6) Caixa para medidor			e.4) Tomada de luz no piso		
a.3) Luz incandescente no teto (embutida)			b.11) Leite de cabos			d) Interruptores			e.5) Tomada para rádio e tv		
a.4) Luz fluorescente no teto			b.12) Caixa de passagem no piso			d.1) Uma seção	S		e.6) Relógio elétrico no teto		
a.5) Luz fluorescente na parede			b.13) Caixa de passagem no teto			d.2) Duas seções	S ₂		e.7) Idem na parede		
a.6) Luz fluorescente no teto (embutida)			b.14) Caixa de passagem na parede			d.3) Três seções	S ₃		e.8) Saída de som no teto		
a.7) Luz incandescente no teto (vigia/emergência)			b.15) Eletroduto que sobe			d.4) Paralelo ou three-way	S _{3W}		e.9) Idem na parede		
a.8) Luz fluorescente no teto (vigia/emergência)			b.16) Eletroduto que desce			d.5) Intermediária ou four-way	S _{4W}		e.10) Cigarra		
a.9) Sinalização de tráfego (rampas, entradas, etc.)			b.17) Eletroduto que passa descendo			d.6) Botão de minuteria			e.11) Campanha		
a.10) Sinalização			b.18) Eletroduto que passa subindo			d.7) Botão com campanha na parede			e.12) Quadro anunciador (4 chamadas)		
a.11) Refletor			b.19) Sistema de calhas no piso			d.8) Botão de campanha no piso			e.13) Tomada de telefone na parede (externa)		
a.12) Poste com duas luminárias (externo)			I- Luz e força			d.9) Fusível			e.14) Tomada de telefone na parede (interna)		
a.13) Lâmpada obstáculo			II- Telefone (TELEBRASI)			d.10) Chave seccionadora com fusível (abertura sem carga)			e.15) Tomada de telefone no piso (externo)		
a.14) Minuteria			III- Telefone (PABX, KS, ramais)			d.11) Chave seccionadora com fusível (abertura em carga)			e.16) Tomada de telefone no piso (interna)		
a.15) Luz de emergência na parede (independente)			IV- Especiais (COMUNICAÇÕES)			d.12) Chave seccionadora (abertura sem carga)			f) Motores e transformadores		
a.16) Exaustor			b.20) Condutor de 1,0mm ² fase para campanha			d.13) Chave seccionadora (abertura em carga)			f.1) Gerador (indicar as características)		
b) Dutos e distribuição			b.21) Condutor de 1,0mm ² neutro para campanha			d.14) Disjuntor a óleo			f.2) Motor		
b.1) Embutido no teto ou parede			b.22) Condutor de 1,0mm ² retorno para campanha			a.15) Disjuntor a seco			f.3) Transformador de potência		
b.2) Embutido no piso			c) Quadros de distribuição			d.16) Chave reversora			f.4) Transformador de corrente		
b.3) Telefone no teto			e.1) Quadro parcial aparente (luz e força)			e) Tomadas			f.5) Transformador de potencial		
b.4) Telefone no piso			c.2) Quadro parcial embutido (luz e força)			e.1) Tomada de luz na parede, caixa (300mm do piso acabada)			OBSERVAÇÕES		
b.5) Campanha, tom, anunciador			c.3) Quadro geral aparente (luz e força)						(*) a, é o indagação do ponto de comando; -4- e o circuito correspondente.		
b.6) Condutor fase no duto									(***) Significa 3 condutores de 2 vezes de 25mm ² por fase.		
b.7) Condutor neutro no duto											

Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

1 Escopo

Esta Norma estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade.

No estabelecimento desses critérios e parâmetros técnicos foram consideradas diversas condições de mobilidade e de percepção do ambiente, com ou sem a ajuda de aparelhos específicos, como próteses, aparelhos de apoio, cadeiras de rodas, bengalas de rastreamento, sistemas assistivos de audição ou qualquer outro que venha a complementar necessidades individuais.

Esta Norma visa proporcionar a utilização de maneira autônoma, independente e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção.

As áreas técnicas de serviço ou de acesso restrito, como casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico, e outros similares, não precisam ser acessíveis.

As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais necessitam ser acessíveis em suas áreas de uso comum. As unidades autônomas acessíveis são localizadas em rota acessível.

NOTA Para serem considerados acessíveis, todos os espaços, edificações, mobiliários e equipamentos urbanos que vierem a ser projetados, construídos, montados ou implantados, bem como as reformas e ampliações de edificações e equipamentos urbanos, atendem ao disposto nesta Norma.

4.6.9 Altura para comandos e controles

A Figura 26 mostra as alturas recomendadas para o posicionamento de diferentes tipos de comandos e controles.

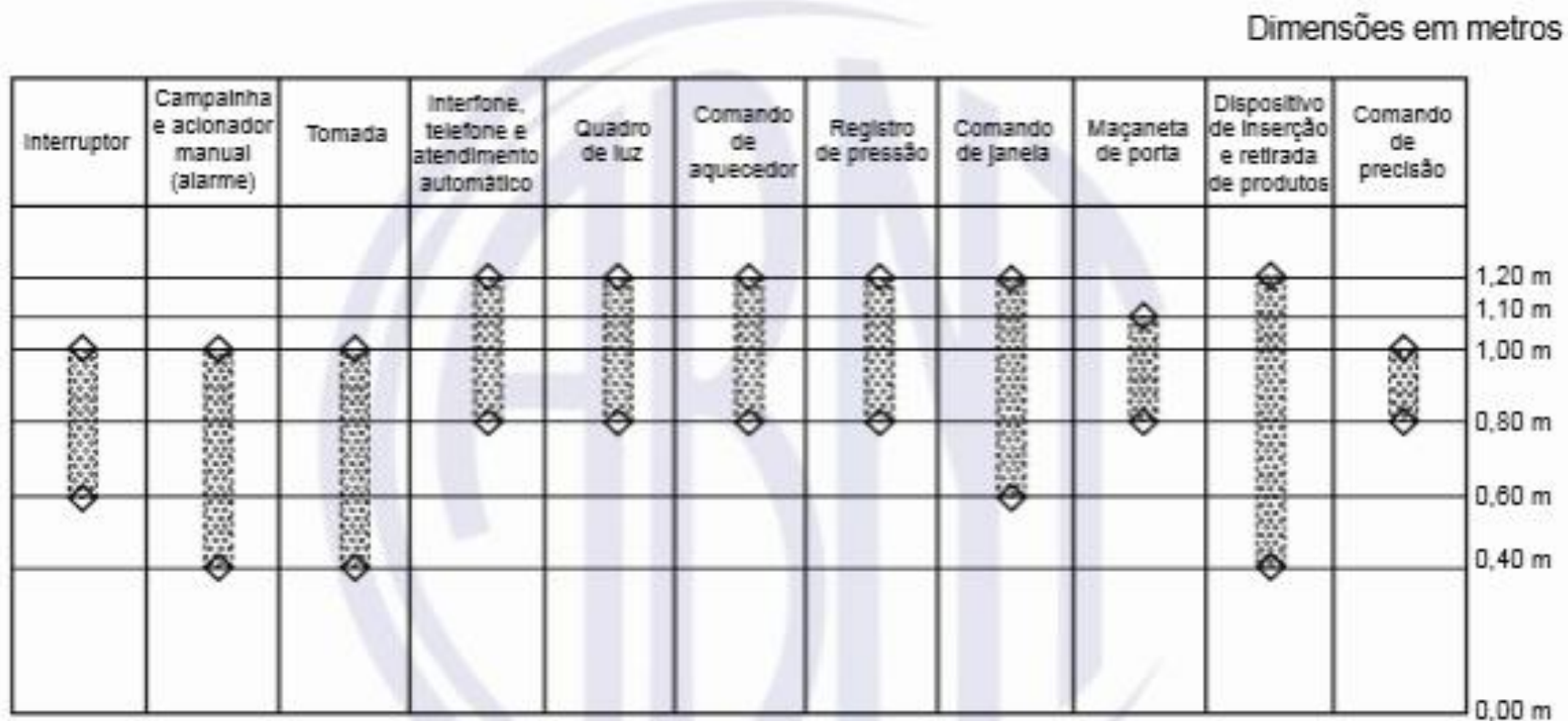
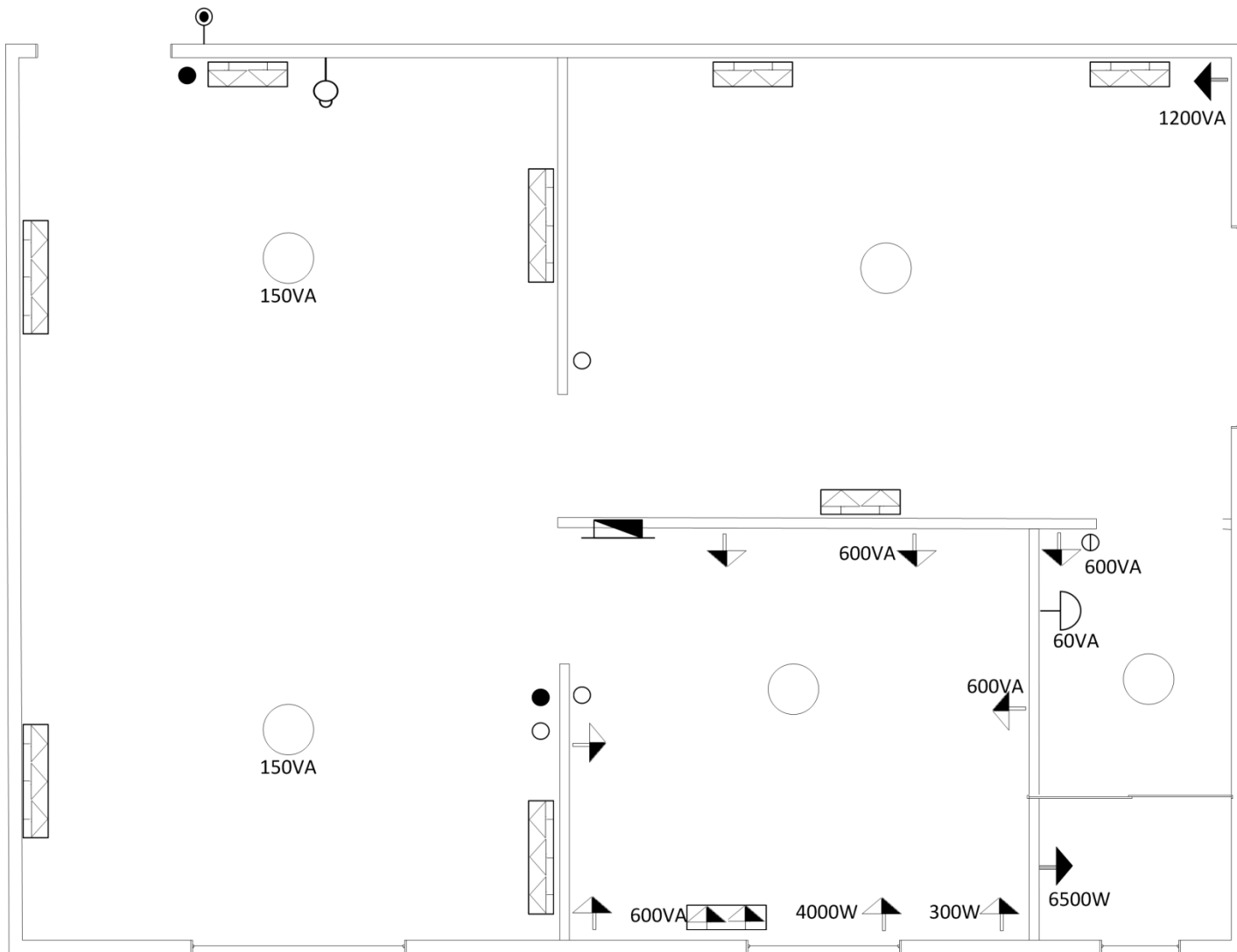















Figura 26 – Altura para comandos e controles



Fonte: do Autor (2015)

Legenda

-  Quadro Geral (h=1,5m do piso)
-  Ponto de Luz no teto
-  Arandela na parede h=2,0m
-  Interruptor simples (h=1,0m do piso)
-  Interruptor simples 2 teclas (h=1,0m do piso)
-  Interruptor paralelo (h=1,0m do piso)
-  Tomada Alta (h=2,2m do piso)
-  Tomada Média (h=1,0m do piso)
-  Tomada Baixa com 2 Tomadas de corrente (h=0,4m do piso)
-  Tomada Baixa com 3 Tomadas de corrente (h=0,4m do piso)
-  Tomada Média com 2 Tomadas de corrente (h=1,0m do piso)
-  Interruptor Campainha (h=1,0m do piso)
-  Ponto de Campainha (h=2,2m do piso)

Nota:

1 – Os pontos não cotados são de 100VA;

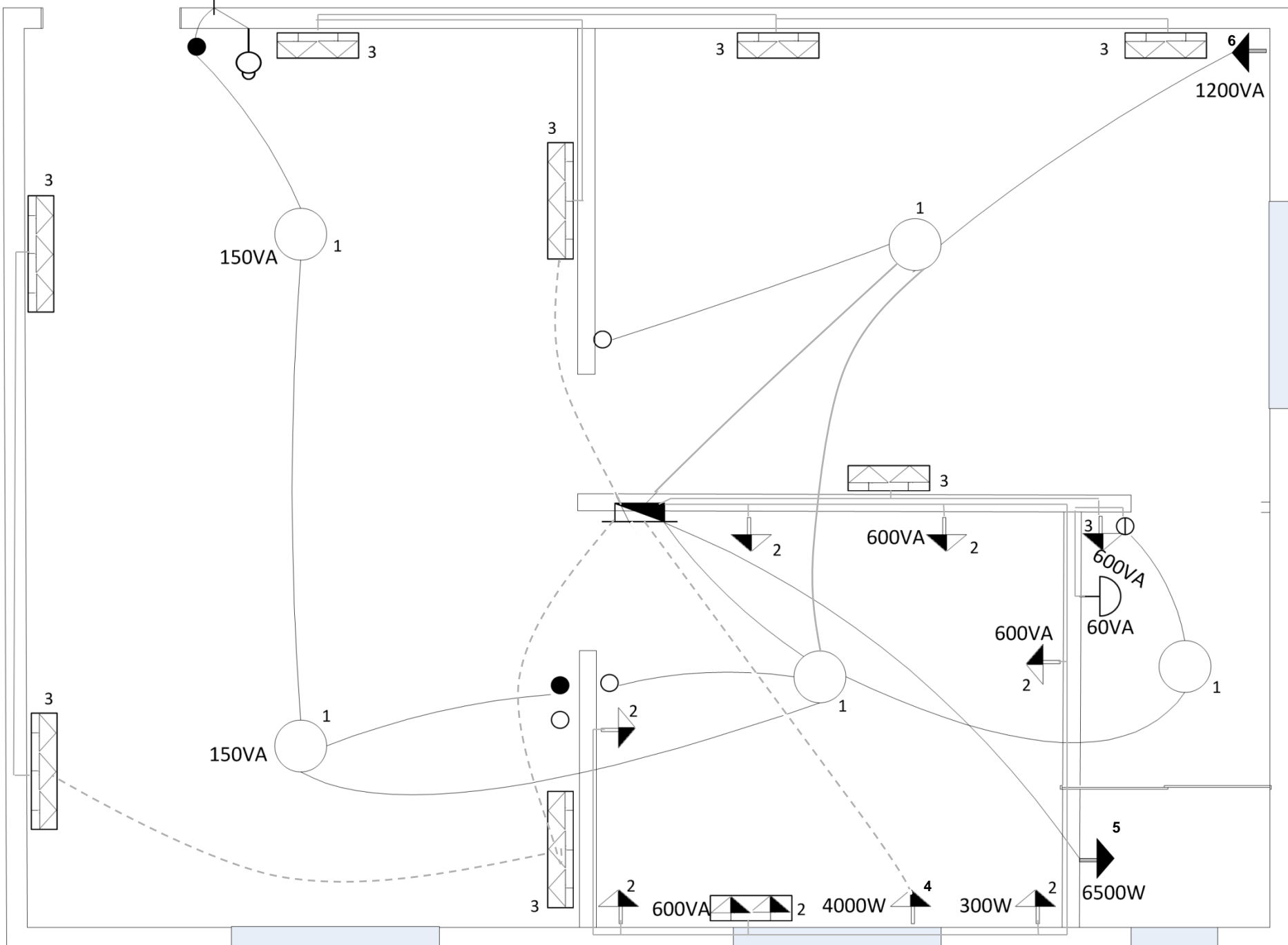
Dependência	Dimensões		Iluminação			T.U.G			T.U.E	
	Área(m ²)	Perim. (m)	No. de Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	No. De Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Aparelho	Potência (W)
Sala	16,6	16,8	2	150	300	5	100	500	-	-
Quarto	11,2	13,6	1	200	200	3	100	300	Ar Cond.	1.200
BWC	2,9	7,2	2	100/60	160	1	600	600	Chuveiro	6.500
Cozinha	6,7	10,4	1	100	100	3/3	600/100	2.100	TOE Fogão	4.000 300
TOTAL	37,4	24,8	6	-	760	15	-	3.500	-	12.000

Distribuição de Circuitos

Circuito	Descrição	Potência (VA)
1	Iluminação Geral	760
2	TUG´s da Cozinha + TUE Fogão	2.400
3	TUG´s da Sala, Quarto e Banheiro	1.400
4	Torneira Elétrica (TOE)	4.000
5	Chuveiro	6.500
6	Ar Condicionado	1.200
7	RESERVA	
8	RESERVA	

Circuitos Reserva:
Tabela 59, item 6.5.4.7,
NBR5410/04

Circuitos Projetados (N)	Reserva
$N \leq 6$	2
$7 \leq N \leq 12$	3
$13 \leq N \leq 30$	4
$N > 30$	0,15xN



Para definir a ocupação dos eletrodutos, mister se faz o conhecimento dos materiais elétricos envolvidos em uma instalação residencial.

Assim, deste assunto se tratará no Módulo II, destinado à apresentação dos materiais, suas aplicações e formas de instalação.

FIM
MÓDULO I

Como se pode observar na tabela anterior, se a carga instalada for superior a 25kW, então, há a necessidade do cálculo da demanda da instalação. Para projetos residenciais, procede-se conforme segue:

$$PD = g \cdot P_1 + P_{TUE}$$

Onde,

PD – Provável Demanda

g – Fator de Demanda (vide tabela abaixo)

P₁ – Soma das Potências de Iluminação e TUG's

Fatores de Demanda para Potência de Alimentação de Residências Individuais (Casas e Apartamentos) (Fonte: CT-64/COBEI)

Potencia de Iluminação e Tomadas de Uso Geral P1 (kW)	Fator de Demanda (g)
0 < P1 ≤ 1	0,88
1 < P1 ≤ 2	0,75
2 < P1 ≤ 3	0,66
3 < P1 ≤ 4	0,59
4 < P1 ≤ 5	0,52
5 < P1 ≤ 6	0,45
6 < P1 ≤ 7	0,40
7 < P1 ≤ 8	0,35
8 < P1 ≤ 9	0,31
9 < P1 ≤ 10	0,27
10 < P1	0,24

Exemplo:

$$P_{Ilum} = 1.500W$$

$$P_{TUG} = 5.300W$$

$$P_{TUE} = 20.700W$$

$$P_{Instal} = 27.500W$$

$$P_1 = 1500 + 5300 = 6.800W \quad \text{então,}$$

$$g = 0,40$$

Portanto,

$$PD = 0,40 \times 6.800 + 20700 = 23.420VA$$



Fonte: do Autor (2015)



Fonte: <https://cimentec.com.br>



OFF= Trocar ↗

EMBRAS
TEC
DPS

U_c 275 V ac

I_{max} 20 kA (8/20 μ s)

I_x 10 kA (8/20 μ s)

U_p < 0,9 kV

Classe II / C T2

OFF= Trocar ↗

EMBRAS
TEC
DPS

U_c 275 V ac

I_{max} 20 kA (8/20 μ s)

I_x 10 kA (8/20 μ s)

U_p < 0,9 kV

Classe II / C T2

OFF= Trocar ↗

EMBRAS
TEC
DPS

U_c 275 V ac

I_{max} 20 kA (8/20 μ s)

I_x 10 kA (8/20 μ s)

U_p < 0,9 kV

Classe II / C T2

