

11

Entrada de Energia Elétrica nos Prédios em Baixa Tensão

11.1 Disposições Gerais do Fornecimento em BT para Algumas Concessionárias

Este capítulo, apresentado como orientação para o projeto de entrada de energia elétrica nas edificações em BT, está baseado nos padrões utilizados pela Light, uma das empresas de distribuição de energia elétrica do Estado do Rio de Janeiro, por meio do RECON-BT, bem como na resolução nº 414/2010 da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, que dispõe sobre as condições gerais de fornecimento de energia elétrica no país.

Para realização de qualquer projeto, é imprescindível a consulta aos padrões da Concessionária do local em que ele será implantado.

O limite de demanda para o atendimento de entradas de serviços coletivas, em baixa tensão, deverá ser obtido previamente pelo responsável técnico pela instalação, junto à Concessionária, que determinará a configuração elétrica mais otimizada para o fornecimento, em função das características da carga e da rede de distribuição local (aérea ou subterrânea).

A alimentação geral das entradas coletivas será sempre trifásica, através de ramal aéreo ou subterrâneo.

Em condições específicas de projeto, o fornecimento em baixa tensão será efetivado a partir de unidade transformadora, instalada pela Concessionária na parte interna ao limite de propriedade com a via pública, em local cedido pelo cliente para essa finalidade.

11.1.1 Tensões de fornecimento

O fornecimento de energia elétrica em BT será feito em corrente alternada, à tensão de distribuição secundária e frequência de 60 Hz. As tensões mais usuais no Brasil são 220/127 V, 230/115 V e 380/220 V, valores esses utilizados pela Light.

11.1.2 Limite das ligações em BT

De acordo com a resolução nº 414 da ANEEL, compete à distribuidora informar ao interessado a tensão de fornecimento para a unidade consumidora, com observância dos seguintes critérios: **291**

I – tensão secundária em rede aérea: quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW;

II – tensão secundária em sistema subterrâneo: até o limite de carga instalada, conforme padrão de atendimento da distribuidora;

Em relação ao tipo de medição, o limite de demanda adotado pela Light para o fornecimento em entrada de energia elétrica individual com medição direta em baixa tensão é de 66,3 kVA (220/127 V) ou 114,5 kVA (380/220 V). Para demandas superiores, a medição será indireta, por meio de transformadores de corrente (TC).

11.1.3 Tipos de atendimento

São três os tipos de atendimento, conforme o número de fases, usualmente designados:

- monofásico: uma fase e neutro (2 fios);
- bifásico: duas fases e neutro (3 fios), também designado por monofásico a 3 fios;
- trifásico: três fases e neutro (4 fios).

O número de fases depende do tipo de Consumidor e da demanda. A categoria de atendimento depende da Concessionária local. Por exemplo, a Light prescreve as seguintes categorias de atendimento:

Tabela 11.1 Categorias de atendimento das entradas de energia elétrica individual e coletiva

Tensão de fornecimento (Volt)	Categoria de atendimento	Demanda (kVA) (1)
220/127 (urbano)	UM1 (1) (3) (4)	$D \leq 3,3$
	UM2 (1) (3) (4)	$D \leq 4,4$
	UM3 (1) (4)	$4,4 < D \leq 6,6$
	UM4 (1) (2) (4)	$6,6 < D \leq 8,0$
	UB1 (1) (2)	$D \leq 8,0$
	T (4)	$D > 8,0$
380/220 (urbano especial)	UM1 (1) (4)	$D \leq 5,7$
	UM2 (1) (4)	$D \leq 7,7$
	UM3 (1) (4)	$7,7 < D \leq 11,5$
	UM4 (1) (4)	$6,6 < D \leq 8,0$
	TE (4)	$D > 13,4$

em que:

D – Demanda avaliada a partir da carga instalada;

UM – Urbano monofásico;

T – Trifásico;

UB – Urbano bifásico;

UME – Urbano monofásico especial;

TE – Trifásico especial.

Notas:

1) Valores determinados a partir da demanda calculada conforme critério descrito no item 11.12.

2) A categoria Urbano Bifásica (UB1) é opcional, podendo ser aplicada em casos especiais onde ocorra a presença comprovada de equipamentos que operem na tensão 220 V.

3) Categoria recomendada somente para instalações que não utilizem equipamentos monofásicos especiais para aquecimento d'água (chuveiro, torneira, aquecedor etc.) com potência superior a 4,4 kVA.

4) As diversas subdivisões das categorias de atendimento monofásico e trifásico, para efeito de dimensionamento dos componentes do sistema de medição e proteção geral, estão definidas nas Tabelas 11.1, 11.2 e 11.3, em função da demanda calculada.

11.2 Terminologia e Definições

11.2.1 Consumidor

Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicite o fornecimento, a contratação de energia ou o uso do sistema elétrico à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes desse atendimento à(s) sua(s) unidade(s) consumidora(s), segundo disposto nas normas e nos contratos.

11.2.2 Unidade consumidora

Instalação de apenas um Consumidor, caracterizada pelo fornecimento de energia elétrica em um único ponto, com medição individualizada.

11.2.3 Edificação

Construção constituída por uma ou mais unidades consumidoras.

11.2.4 Entrada individual

Conjunto de equipamento e materiais, medidor e disjuntor de proteção etc. destinados ao fornecimento de energia elétrica a uma edificação composta por uma única unidade consumidora.

11.2.5 Entrada coletiva

Conjunto de equipamentos e materiais destinados ao fornecimento de energia a uma edificação composta por mais de uma unidade consumidora.

11.2.6 Ponto de entrega

- a) O ponto de entrega de energia elétrica situa-se no limite de propriedade com a via pública em que se localiza a unidade consumidora. É o ponto até o qual a Light deve adotar todas as providências técnicas de modo a viabilizar o fornecimento de energia elétrica, observadas as condições estabelecidas na legislação, as resoluções e os regulamentos aplicáveis, em especial nas definições das responsabilidades financeiras da Light e do Consumidor no custeio da infraestrutura de fornecimento até o ponto de entrega.
- b) Quando o atendimento se der por meio de ramal de ligação aéreo, o ponto de entrega é no ponto de ancoramento do ramal fixado, na fachada, no pontalete ou no poste instalado na propriedade particular, situado no limite da propriedade com a via pública.
- c) No atendimento com ramal de ligação subterrâneo derivado de rede aérea com descida no poste da Light, por conveniência do Consumidor, o ponto de entrega é na conexão entre o ramal de ligação e a rede secundária de distribuição.
- d) No caso de atendimento com ramal de ligação subterrâneo derivado de rede subterrânea, o ponto de entrega é fixado no limite da propriedade com a via pública no que se refere ao cumprimento das responsabilidades estabelecidas na Resolução 414 da ANEEL. Entretanto, considerando a necessidade técnica de evitar a realização de emendas entre os ramos de ligação e de entrada junto ao limite de propriedade, apenas sob o aspecto estritamente técnico e operacional, a Light realiza a instalação contínua do ramal de ligação até o primeiro ponto de conexão interno ao consumidor (caixa de seccionamento ou caixa de proteção geral). O trecho interno do ramal, a partir do limite de propriedade, deve ser considerado como o “ramal de entrada”.
- e) Em se tratando de atendimento através de unidade de transformação interna ao imóvel, o ponto de entrega é na entrada do barramento secundário junto da unidade de transformação.

11.2.7 Ramal de ligação

Conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da Concessionária e o ponto de entrega.

11.2.8 Ramal de entrada

Conjunto de equipamentos, condutores e acessórios, instalados pelo consumidor entre o ponto de entrega e a medição ou proteção de suas instalações.

11.2.9 Limite de propriedade

Linha que separa a propriedade de um consumidor das propriedades vizinhas ou da via pública, no alinhamento determinado pelos poderes públicos.

11.2.10 Recuo técnico

Local situado junto ao muro ou à fachada da edificação, onde é construído um gabinete de alvenaria com acesso pela parte externa, para instalação das caixas destinadas ao seccionamento, a medição bem como a proteção geral voltada para a parte

interna da edificação, além dos materiais complementares da instalação de entrada de energia elétrica.

11.2.11 Carga instalada

Somatório das potências nominais de todos os equipamentos elétricos e dos pontos de luz instalados na unidade consumidora, expressa em kW.

11.2.12 Demanda da instalação

Valor máximo de potência absorvida em um dado intervalo de tempo por um conjunto de cargas existentes em uma instalação. É obtido a partir da diversificação dessas cargas por tipo de utilização, definida em múltiplos de VA ou kVA para efeito de dimensionamento de condutores, disjuntores, níveis de queda de tensão ou ainda qualquer outra condição assemelhada, devendo também ser expressa em kW a fim de atender às condições definidas na Resolução nº 414 da ANEEL e demais resoluções e legislação atinentes.

11.3 Solicitação de Fornecimento

A solicitação de fornecimento de energia elétrica deve ser sempre precedida por prévia consulta à Light, a fim de que sejam informadas ao interessado as condições do atendimento. Dependendo do tipo de sistema de distribuição na área do atendimento, as características da configuração elétrica e do ramal de ligação a serem empregados podem ser diferentes. A prévia consulta definirá as características elétricas padronizadas para o atendimento (ramal aéreo, ramal subterrâneo, nível de tensão, tipo de padrão de ligação etc.) antes da elaboração do projeto e/ou da execução das instalações.

11.3.1 Dados fornecidos à Light

Para tanto, deve ser apresentada à Concessionária carta com solicitação de estudo de viabilidade de fornecimento, constando detalhadamente a carga instalada e a demanda avaliada conforme estabelecido no item 11.12, o endereço completo do local, croquis de localização, tipo de atividade (residencial, comercial, industrial etc.), bem como demais documentações e exigências cabíveis.

11.3.2 Dados fornecidos pela Light

A Light fornecerá os seguintes elementos:

- Cópia dos padrões de ligação, para as modalidades relacionadas nos subitens “a” e “b” a seguir;
 - Formulários padronizados, conforme o caso;
 - Condições estabelecidas para o atendimento;
 - Tipo de atendimento;
 - Tensão de fornecimento;
 - Níveis de curto-circuito no ponto de entrega (valores padronizados), quando necessário;
 - Valor da participação financeira a ser pago pelo consumidor, quando existente. Modalidades de fornecimento e responsabilidade técnica:
- a) Ligações novas e aumentos de carga de entradas individuais, exclusivamente residenciais, monofásicas e polifásicas ligadas em sistema 220/127 V, com carga instalada até 15,0 kW (demanda avaliada até 13,3 kVA), localizadas em regiões de redes de distribuição urbanas, aérea e subterrânea e que não necessitam de apresentação de ART por responsável técnico habilitado pelo CREA/RJ.
 - b) Ligações novas e aumentos de carga de entradas individuais, com obrigatoriedade de apresentação de ART por responsável técnico habilitado pelo CREA/RJ, para pequenas unidades consumidoras (barracas, boxes etc.) monofásicas em 127 V ou 115 V, com demanda avaliada até 4,4 kVA, situadas em via pública, em região de rede de distribuição aérea ou subterrânea.
 - c) Ligações novas e aumentos de carga de entradas individuais, bem como ligações temporárias ou provisórias de obra, com demanda avaliada superior a 13,3 kVA, exclusivamente em 220/127 V, com obrigatoriedade de apresentação de projeto elétrico.
 - d) Ligações novas e aumentos de carga de entradas coletivas em 220/127 V e em 380/220 V, conforme nota da Tabela 11.1, executadas a partir de projeto elaborado por responsável técnico ou firma habilitada pelo CREA/RJ, devidamente

autorizados pelo consumidor por meio de “carta de credenciamento”.

11.3.3 Apresentação de projeto da instalação de entrada de energia elétrica

Formulários padronizados serão fornecidos pela Light, que devem ser preenchidos pelo responsável técnico, contendo todos os dados da instalação a serem apresentados à Light, juntamente com diagrama unifilar, desenhos de detalhes técnicos, memoriais técnicos descritivos e demais exigências cabíveis.

Nos casos de ligações novas e aumentos de carga, previstos anteriormente, deve ser apresentada cópia (3 vias no formato A3) do projeto elétrico da instalação, contendo:

- Diagrama unifilar;
- Planta de localização;
- Planta baixa e cortes com detalhes dos agrupamentos de medição, da proteção geral de entrada, dos trajetos de linhas de dutos e circuitos de energia elétrica não medida;
- Quadro de cargas;
- Avaliação da demanda;
- Tensão de atendimento;
- Características técnicas dos equipamentos e materiais.

11.3.4 Ligações temporárias

São estabelecidas para o atendimento de cargas com prazo relativamente curto de funcionamento (ligações festivas, parques, circos, feiras, exposições etc.). Deve ser feita prévia consulta, a fim de que seja definido o padrão de ligação a ser empregado na área do atendimento.

11.3.5 Ligações provisórias

São estabelecidas a título precário e visam possibilitar o fornecimento de energia a instalações que, não podendo ser construídas de acordo com os requisitos das entradas definitivas, destinam-se a finalidades transitórias (construções de prédios, viadutos, edificações etc.).

Deverá ser feita prévia consulta à Concessionária, a fim de que seja definido o padrão de medição a ser empregado na área de atendimento.

11.4 Limites de Fornecimento em Relação a Demanda e Tipo de Atendimento

De acordo com a configuração da rede existente na área de atendimento e da demanda avaliada da entrada de serviço, a unidade transformadora poderá ser instalada conforme os seguintes subitens.

11.4.1 Atendimento por meio de unidade transformadora externa dedicada

Três possibilidades se apresentam:

- (1) **Rede aérea sem previsão de conversão para subterrânea.** O limite de demanda da edificação, para atendimento por meio de transformador de distribuição instalado no poste da Light, é de 300 kVA. O ramal de ligação, dependendo da conveniência técnica, poderá ser aéreo ou subterrâneo.
- (2) **Rede aérea com previsão de conversão para subterrânea.** O limite de demanda da edificação, para atendimento por meio de transformador de distribuição instalado no poste da Light, é de 150 kVA. O ramal de ligação, dependendo da conveniência técnica, poderá ser aéreo ou subterrâneo.
- (3) **Rede subterrânea.** Quando existe rede subterrânea local, o atendimento será efetivado diretamente por meio de ramal subterrâneo.

O atendimento mediante ramal de ligação subterrâneo derivado diretamente da rede reticulada generalizada (malha) está limitado para demandas até 300 kVA. Unidades consumidoras com demanda superior a 300 kVA deverão ser submetidas previamente a estudo de viabilidade.

No sistema de distribuição subterrâneo radial, o atendimento será por meio de ramal de ligação subterrâneo derivado diretamente da rede sempre que a demanda for igual ou inferior a 150 kVA.

11.4.2 Atendimento por meio de unidade transformadora interna ao limite de propriedade

Sempre que os limites estabelecidos em 11.4.1 relativos à demanda avaliada da entrada coletiva forem extrapolados, será necessária a instalação de unidade transformadora na parte interna ao limite da propriedade com a via pública.

Nesse caso, em comum acordo com a Concessionária, e conforme disposto na resolução 414 da ANEEL, artigo 27º, inciso II, alínea “b”, o cliente deverá prover a cessão de espaço interno ao limite de propriedade nas dimensões fixadas pela Concessionária para a instalação do transformador, de equipamentos e acessórios complementares.

11.4.3 Padrão de ligação de entradas de energia elétrica individuais – localização do padrão de entrada

Para unidades consumidoras sem viabilidade técnica de instalação do padrão de entrada no recuo técnico, em muro ou fachada, a instalação do respectivo padrão deve ser em gabinete interno de alvenaria, empregando caixa CSMD semiembutida, à distância máxima de 3 (três) m do limite de propriedade com a via pública ou da porta de acesso principal da edificação. Essas condições devem ser previamente autorizadas pela Light, a partir de projeto apresentado para validação.

11.4.4 Padrão de ligação de entrada de energia elétrica coletiva – localização da proteção geral

O disjuntor de proteção geral deve ser instalado em caixa específica, localizada a uma distância máxima de 3 m da porta principal da edificação (sempre no pavimento térreo).

11.5 Caixas e Painéis Padronizados para as Entradas de Energia

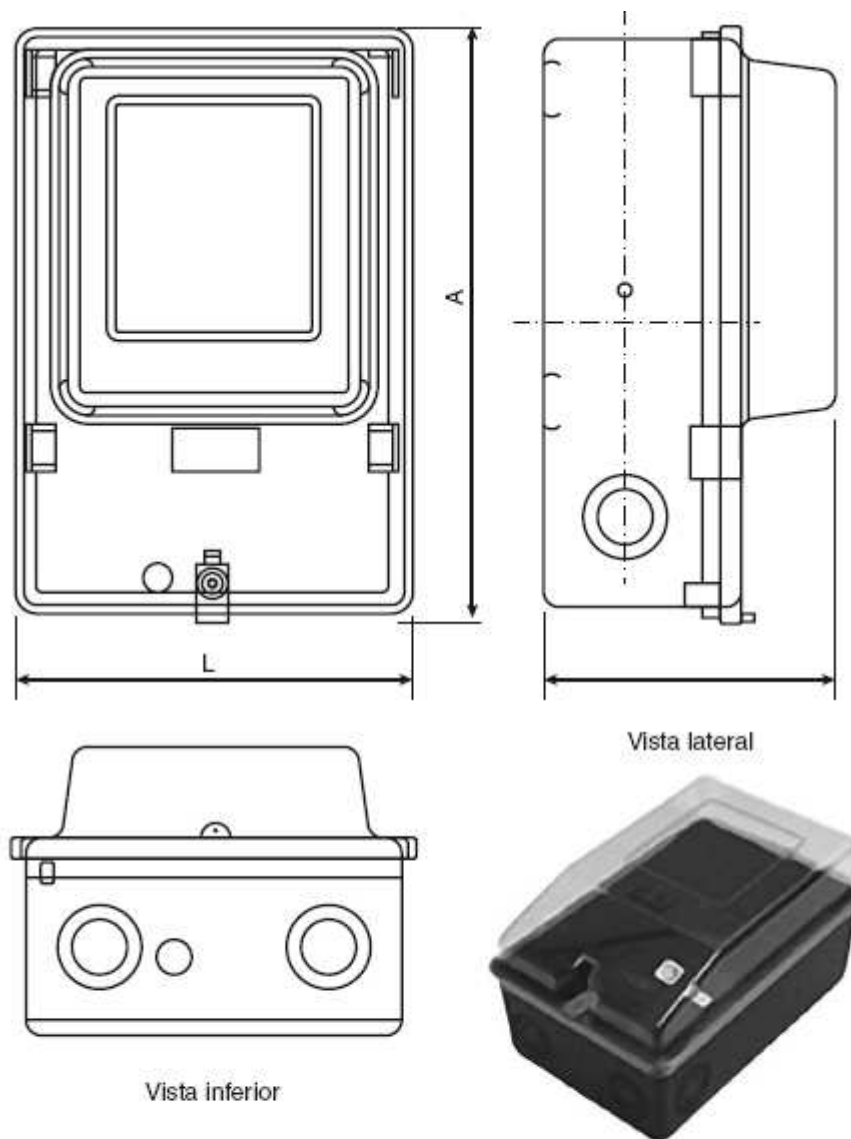
11.5.1 Caixas para medição

São destinadas para abrigar o equipamento de medição monofásico ou polifásico para medição direta ou indireta, além de outros acessórios. As caixas podem ser metálicas ou em policarbonato, com os seguintes tipos:

- CTM** – caixa transparente monofásica;
- CTP** – caixa transparente polifásica (Figura 11.1);
- CM 200** – caixa para medição direta até 200 A;
- CSM 200** – caixa para seccionamento e medição direta até 200 A;
- CSM** – caixa para seccionamento e medição indireta;
- CSMD** – caixa para seccionamento, medição indireta e proteção.

11.5.2 Caixas para medição direta – CTM, CTP, CM 200 e CSM 200

Devem ser utilizadas para abrigar o equipamento de medição monofásico ou polifásico para medição direta, nos casos de atendimento por meio de ramal de ligação aéreo ou subterrâneo.



Caixas de medição transparente	Dimensões (mm)		
	A	L	P
Caixa transparente polifásica - CTP	350	230	186

Caixa transparente polifásica – CTP.

Figura 11.1

11.5.3 Caixas para seccionamento e medição indireta – CSM

As caixas do tipo CSM para seccionamento e medição indireta destinam-se aos casos de entradas individuais isoladas com ramal de ligação independente. Devem ser instaladas em gabinete de alvenaria em recuo técnico no muro ou na fachada.

Devem conter o dispositivo de seccionamento, os barramentos de neutro e terra independentes, o sistema de medição indireta (medidor trifásico, transformadores de corrente, chave de aferição etc.). O seccionamento pode ser por meio de chave seccionadora tripolar, base com barras de seccionamento ou barras desligadoras.

11.5.4 Caixas para seccionamento, medição indireta e proteção – CSMD

As caixas CSMD permitem abrigar em ambiente selado um dispositivo para seccionamento, sistema de medição indireta e disjuntor de proteção geral. Destinam-se aos casos de entradas individuais com ramal de ligação independente em que o sistema de medição necessite estar situado totalmente dentro da propriedade/edificação (lojas, unidades em entradas coletivas e outros). Também se aplicam em unidades consumidoras situadas em entradas coletivas (serviços e unidades consumidoras de grande porte).

Devem conter um dispositivo de seccionamento, barramentos de neutro e terra independentes, barras para TC, sistema de medição indireta (medidor trifásico, transformadores de corrente, chave de aferição etc.).

Podem ser instaladas em gabinete de alvenaria internamente, a até 3 m do limite da propriedade/edificação com a via pública ou em gabinete junto ao limite nos casos de edificações com recuo frontal.

11.5.5 Caixas para disjuntor – CDJ

Devem abrigar o disjuntor de proteção geral em entradas de energia elétrica individuais, quando utilizada caixa de medição do tipo CTM, CTP. Devem ser instaladas no muro ou na parede, na parte interna da propriedade do Consumidor (não disponíveis ao acesso externo pela via pública).

- Caixa para disjuntor monopolar – CDJ 1 (Figura 11.2)

Utilizada em ligação nova ou aumento de carga em entrada de energia elétrica individual monofásica, com demanda de até 8,0 kVA na tensão 127 V nas regiões urbanas e até 14,0 kVA na tensão 230 V nas regiões rurais.

- Caixa para disjuntor tripolar – CDJ 3 (Figura 11.2)

Utilizada em ligação nova ou aumento de carga em entrada de energia elétrica individual trifásica, com demanda de até 33,1 kVA na classe de tensão (220/127 V).

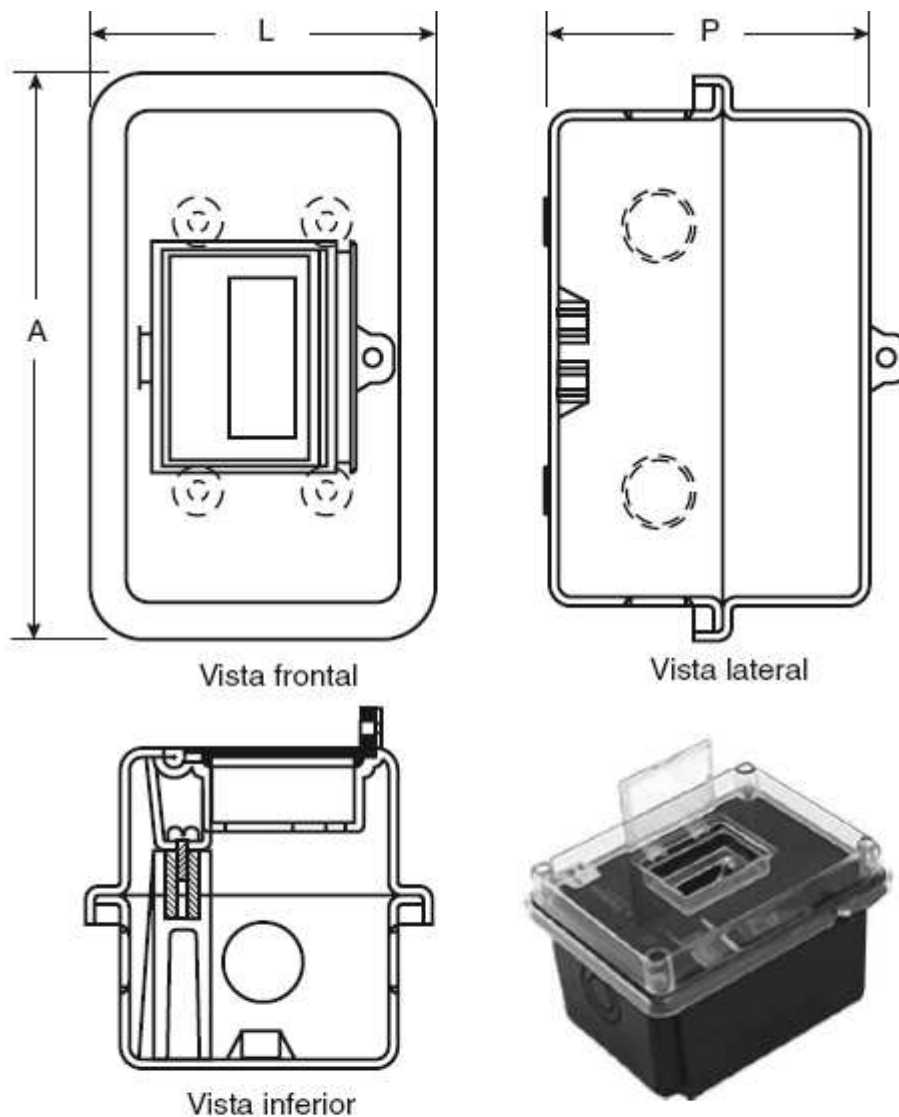
11.5.6 Caixas para seccionador – CS (Figura 11.3)

Devem abrigar, em ambiente selado, um dispositivo para o seccionamento geral da instalação, podendo ser um seccionador tripolar em caixa moldada ou bases fusíveis tipo NH com barras de continuidade (sem fusíveis). De acordo com a carga, pode ser utilizada uma chave seccionadora tripolar ou ainda um sistema de barras desligadoras formadas por seções de barras de junção parafusadas, articuláveis ou removíveis.

A utilização de caixa para seccionador está obrigatoriamente associada ao atendimento de entradas individuais, devendo ser montada eletricamente antes e junto das caixas para medição direta (CTM, CTP, CM 200) que não dispõem de seccionamento próprio, cujo atendimento seja mediante ramal de ligação subterrâneo, mesmo quando derivado da rede aérea.

11.5.7 Caixa para proteção geral – CPG (Figura 11.4)

Deve abrigar o disjuntor de proteção geral da instalação de entrada de energia elétrica e dispositivos adicionais associados (barras de “neutro” e de “proteção” independentes). Ao Consumidor é permitido somente o acesso à alavanca de acionamento do disjuntor, através de janela com travamento por cadeado particular.



Caixas para disjuntor	Dimensões (mm)		
	A	L	P
Caixa para disjuntor monopolar - CDJ1	208	124	111
Caixa para disjuntor tripolar - CDJ3	476	377	222

Caixas para disjuntor – CDJ 1 e CDJ 3.

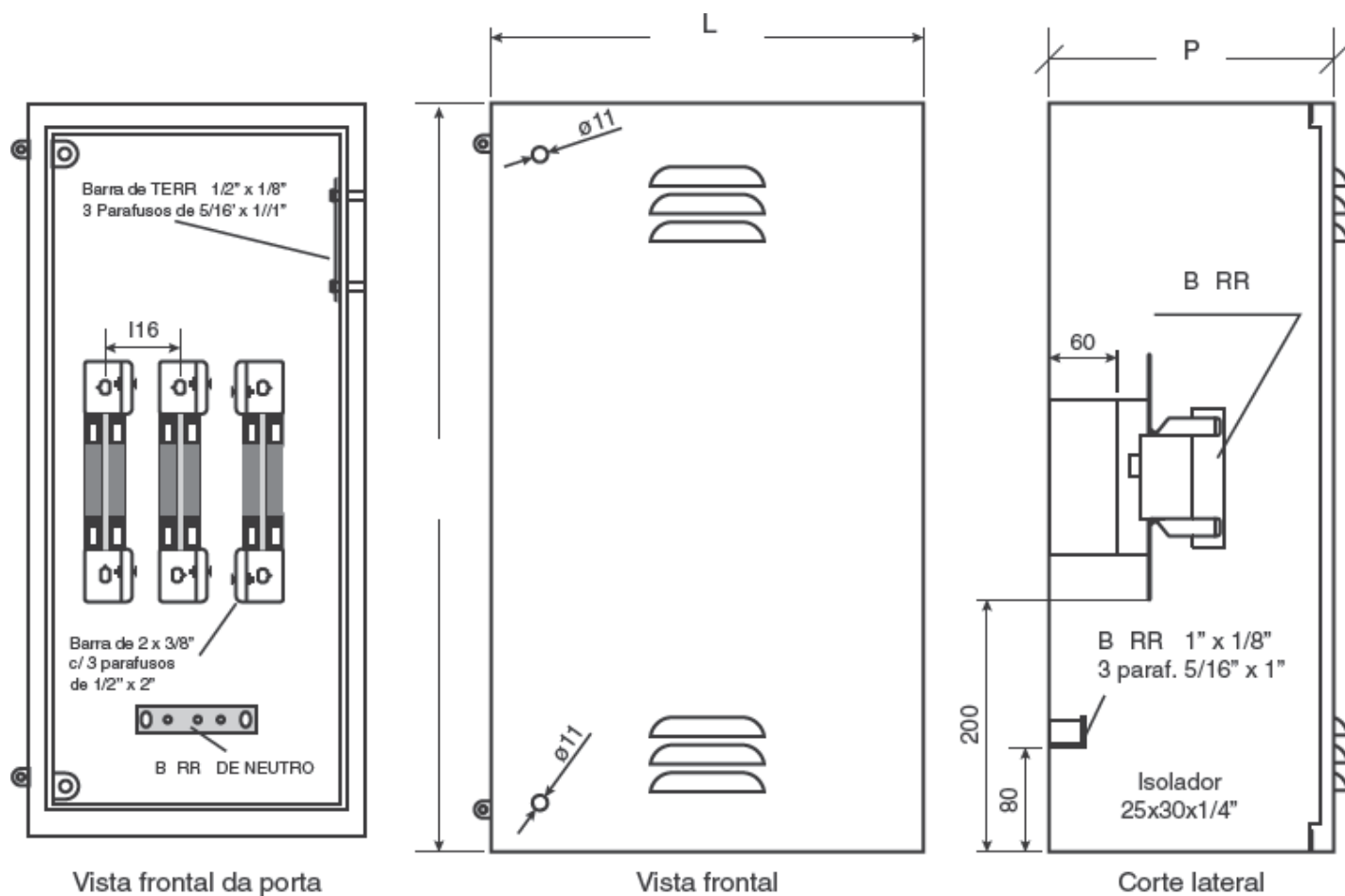
Figura 11.2

Deve ser utilizada em ligação nova ou aumento de carga em entrada de energia elétrica individual ou ainda em entrada coletiva como proteção geral, bem como proteção das unidades de medição direta e indireta (serviços e unidades consumidoras de grande porte).

As caixas CPG devem possuir dimensões adequadas ao dispositivo de proteção utilizado, às barras de neutro e de proteção, quando for o caso, além das barras auxiliares de cobre, tipos “L” e “Z”, com a finalidade de permitir a derivação, antes do borne/terminal de entrada do disjuntor de proteção geral, do circuito para o medidor de serviço quando de sua necessidade, a fim de atender a uma exigência do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro.

11.5.8 Caixa de passagem

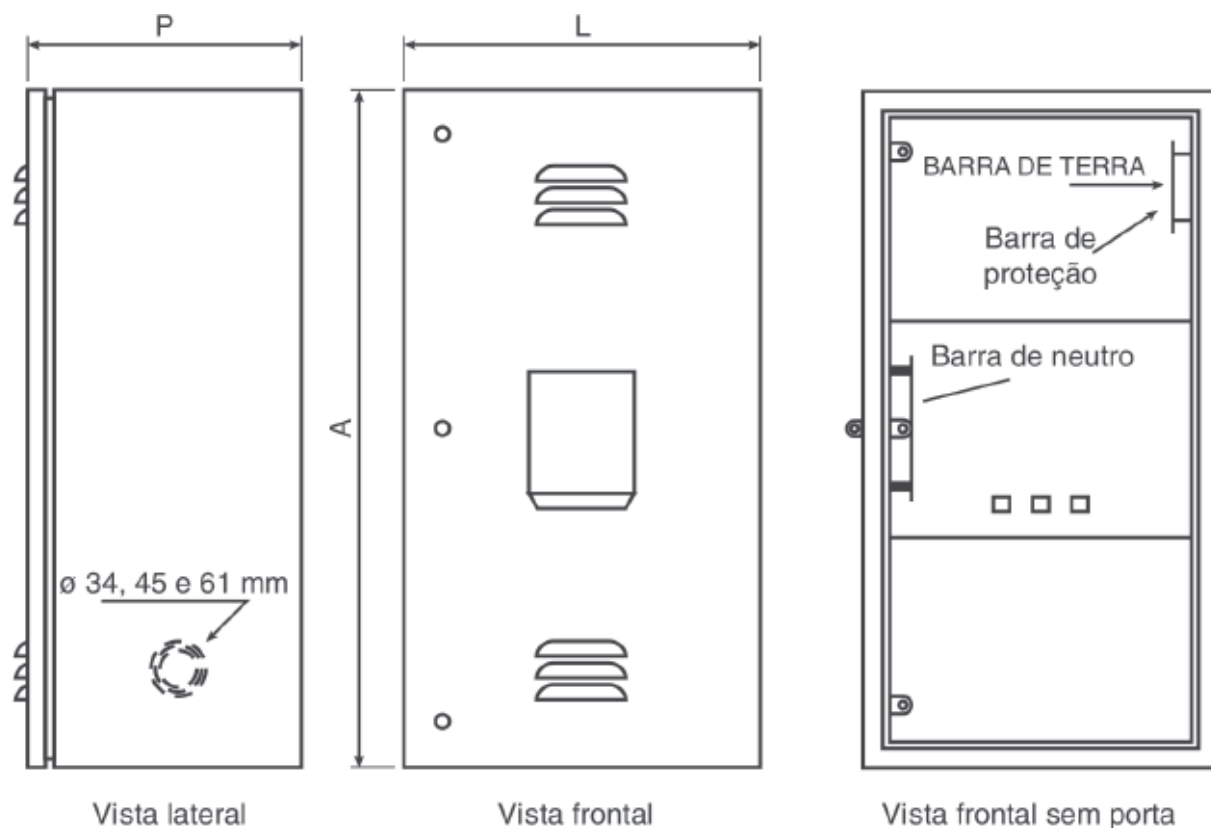
A caixa de passagem, em alvenaria, deve ser construída pelo Consumidor sempre que necessária e exigida pela Light. No atendimento através de ramal de ligação subterrâneo, deve ser construída junto ao limite externo da propriedade, permitindo a terminação do banco de dutos, de modo a possibilitar ponto acessível para instalação do ramal de ligação no interior da propriedade. Com as dimensões mínimas de 0,80 × 0,80 × 0,80 m.



Caixas para seccionamento	A	L	P
CS 100	500	250	250
CS 200	600	350	250

Caixas para seccionamento – CS.

Figura 11.3



Caixa de proteção geral - CPG	A	L	P	Corrente (A)
CPG 225	650	260	190	200
CPG 600	800	400	270	600
CPG 1000	1000	600	280	1000

Dimensões máximas em milímetros

Caixas de proteção geral – CPG.

Figura 11.4

11.5.9 Caixa de inspeção de aterramento

As caixas para inspeção do aterramento podem ser de alvenaria ou material polimérico; devem ser obrigatoriamente empregadas de maneira a permitir um ponto acessível para conexão de instrumentos para ensaios e verificações das condições elétricas do sistema de aterramento. É necessária apenas uma caixa por sistema de aterramento, na qual deve estar contida a primeira haste da malha de terra e a conexão do condutor de interligação do neutro à malha de aterramento. As de alvenaria devem ter as dimensões internas mínimas de $0,250 \times 0,250 \times 0,250$ mm.

11.5.10 Painel de proteção, distribuição e medição

Tipos de painéis de medição padronizados:

PMD: Painel de medição direta e proteção individual;

PSMD: Painel de seccionamento, medição direta e proteção individual;

PDMD: Painel de proteção geral, medição direta e proteção individual (Figura 11.5).

11.6 Exemplos de Configurações de Instalações com Entradas de Energia Elétrica Individual e “Coletivas”

A seguir, são apresentados exemplos de arranjos de atendimento de entrada individual e “coletiva”, com ramal de ligação aéreo e subterrâneo.

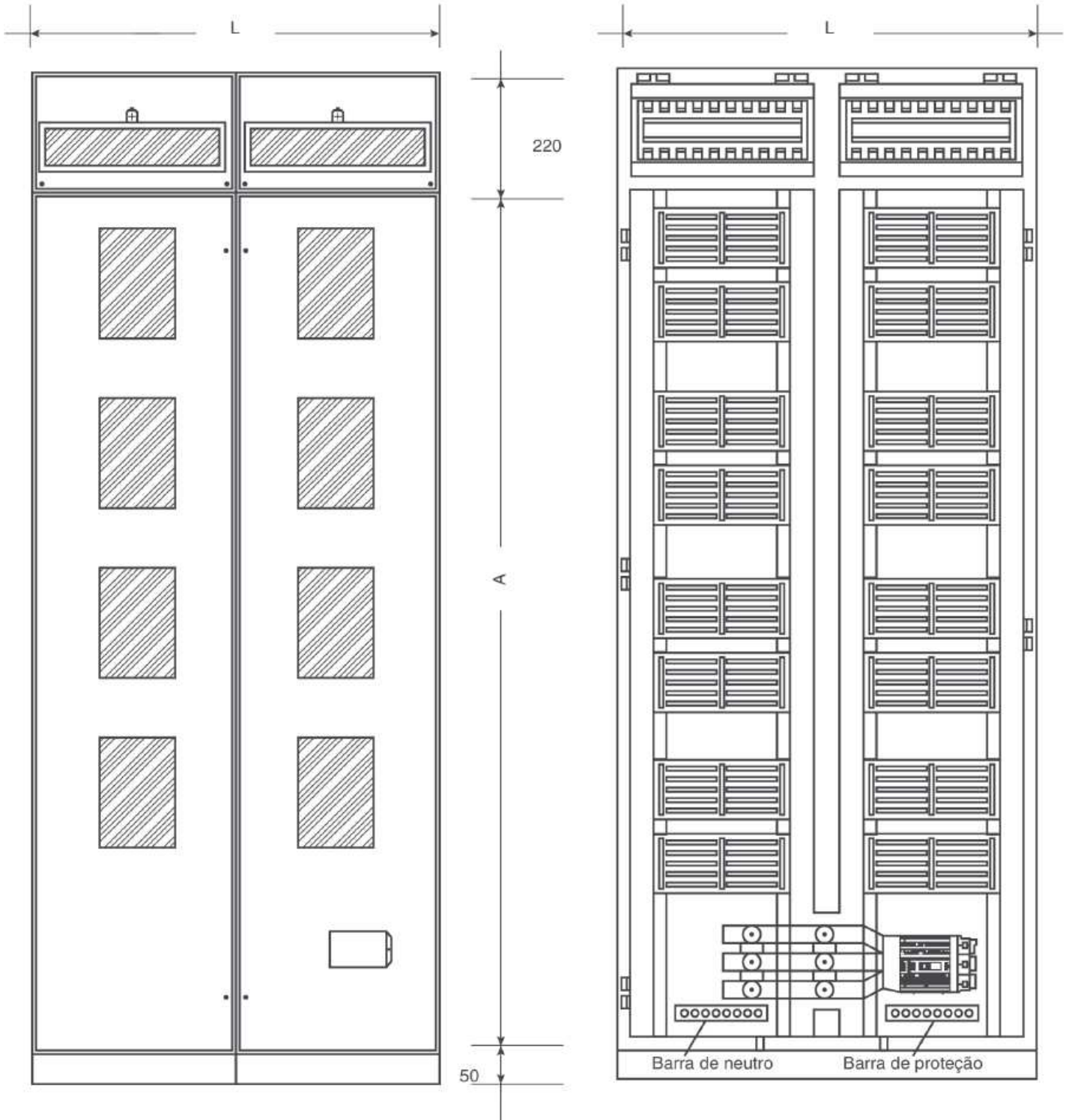
11.6.1 Exemplo de aplicação de entrada individual – ramal de ligação aéreo com ancoramento em poste particular e caixa de medição em gabinete no recuo técnico, no muro

Rede aérea de distribuição – Caixa para medidor CTM, CTP ou CSM 200 semiembutida em gabinete no muro e caixa do disjuntor de proteção geral CDJ 1, CDJ3 ou CPG 225 interna.

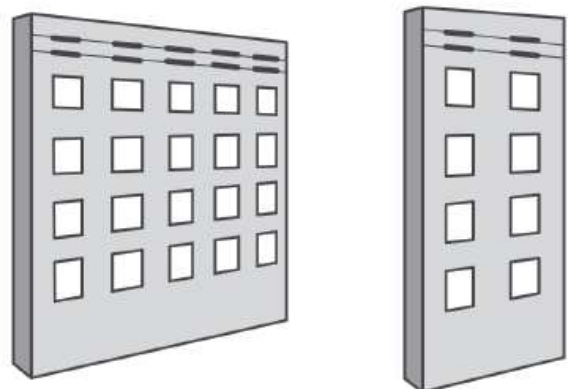
Demanda $\leq 23,2$ kVA – Ramal de ligação em cabo concêntrico até a medição.

$23,2$ kVA < Demanda $\leq 66,3$ kVA – Ramal de ligação em cabo multiplex até o ponto de ancoragem com descida, a critério da Light, através do próprio ramal multiplex, em cabo singelo ou armado, até a medição.

PAINEL DE PROTEÇÃO GERAL, MEDIÇÃO DIRETA
E PROTEÇÃO INDIVIDUAL - PDMD 1

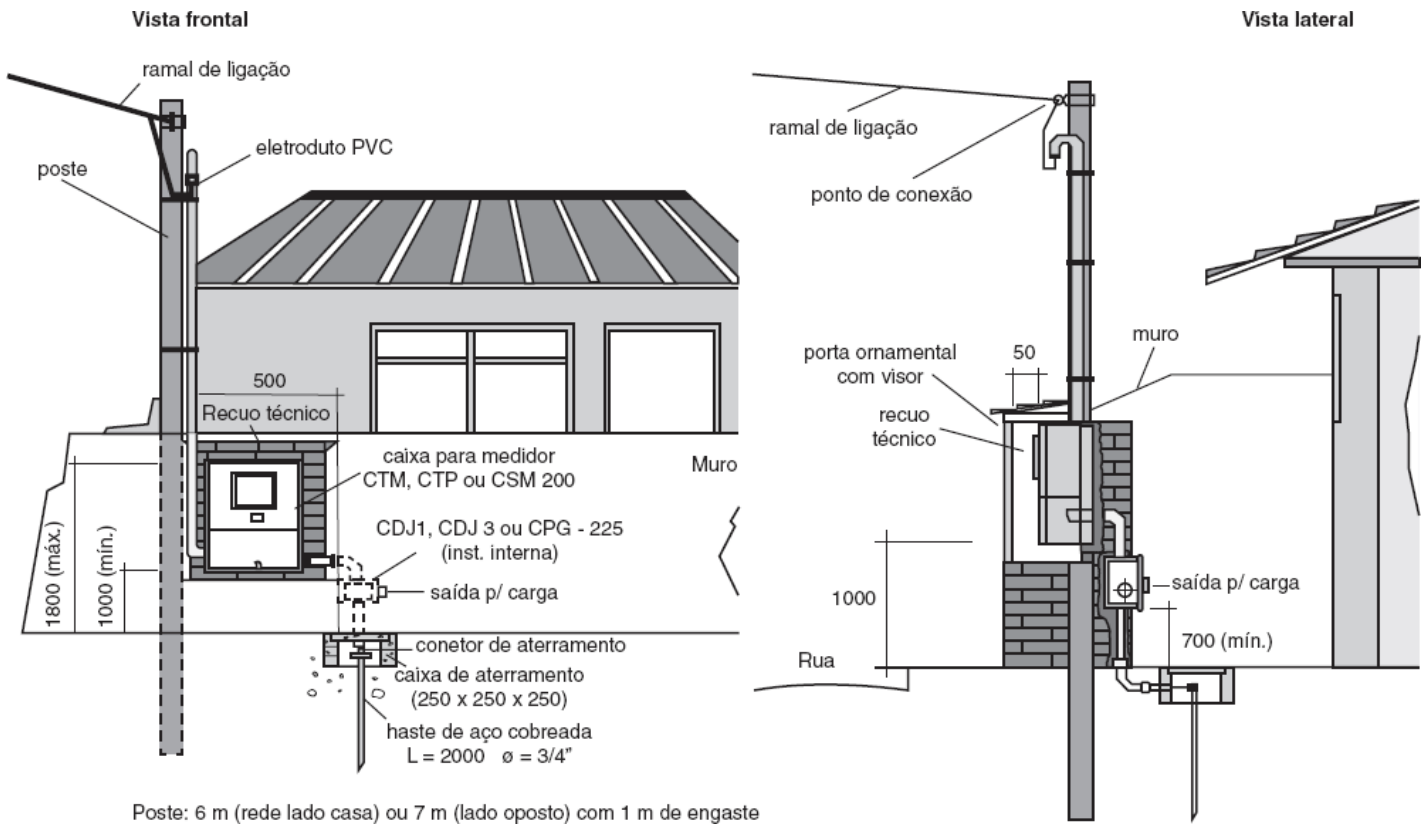


Número de medidores	Dimensões (mm)	
	L	A
4	380	1580
8	760	1580
12	1140	1580
16	1520	1580
20	1900	1580



Painel de proteção geral, medição direta e proteção individual – PDMD 1.

Figura 11.5



Ramal de ligação aéreo com ancoramento em poste particular.

Figura 11.6

11.6.2 Exemplos de configurações de instalações com entradas de energia elétrica "coletivas"

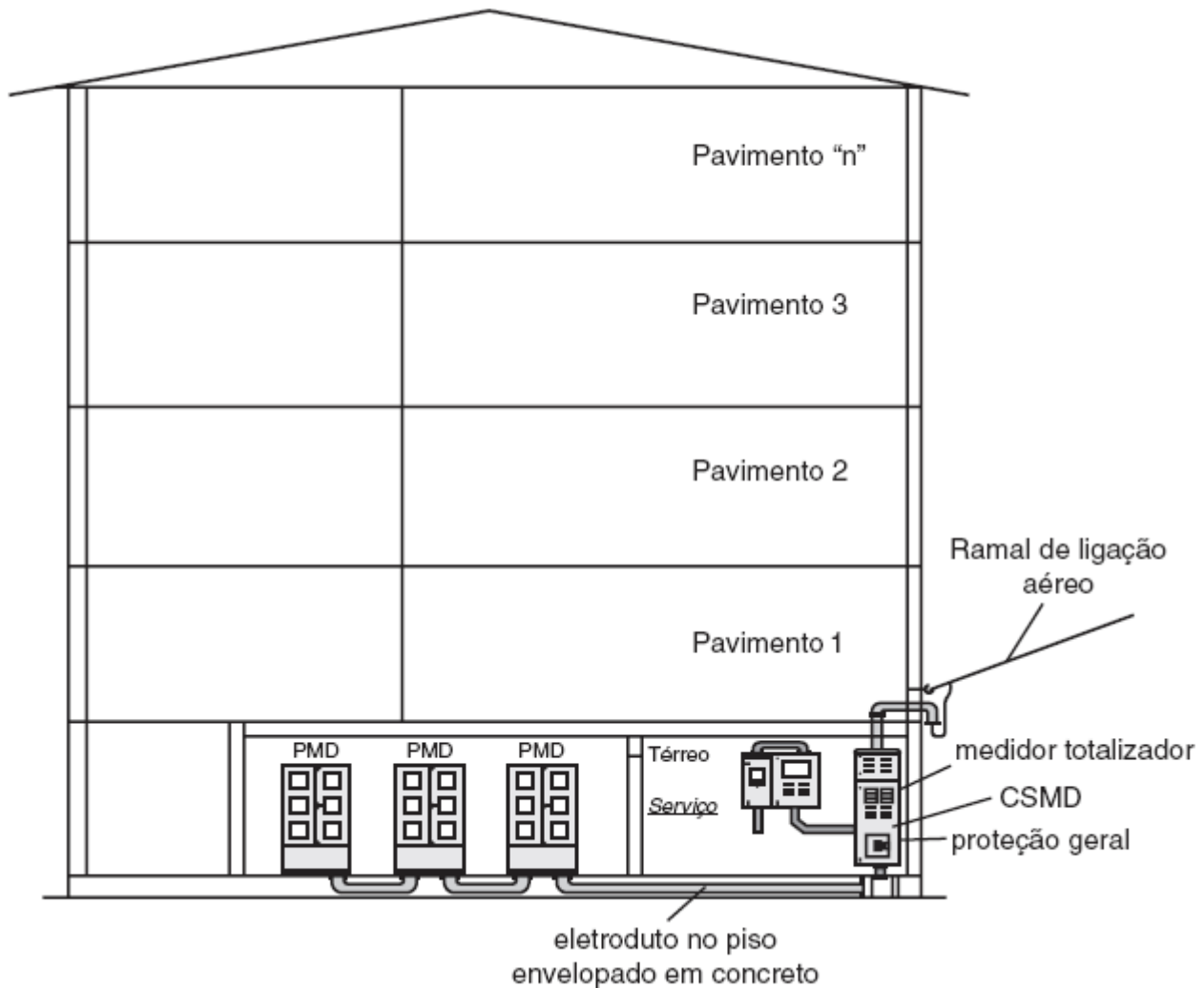


Figura 11.7

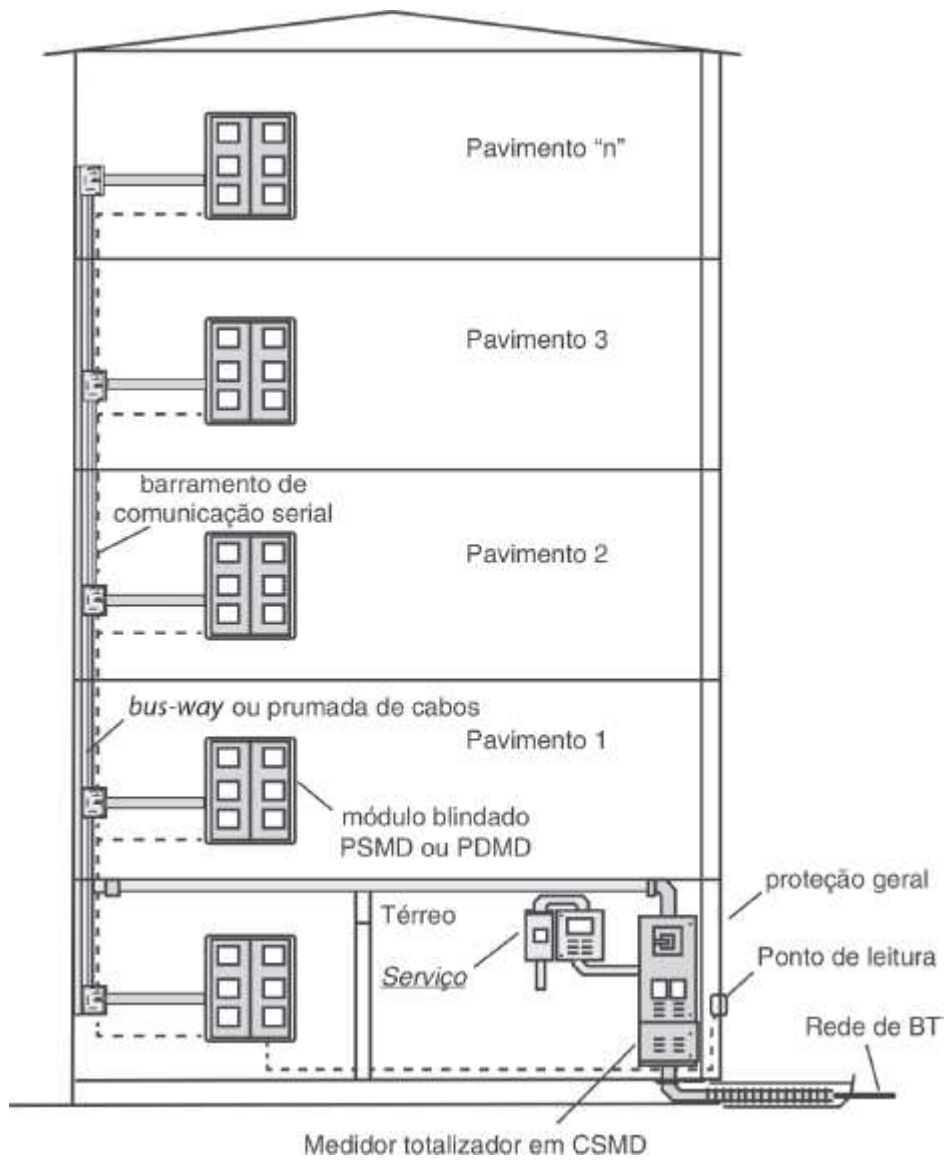
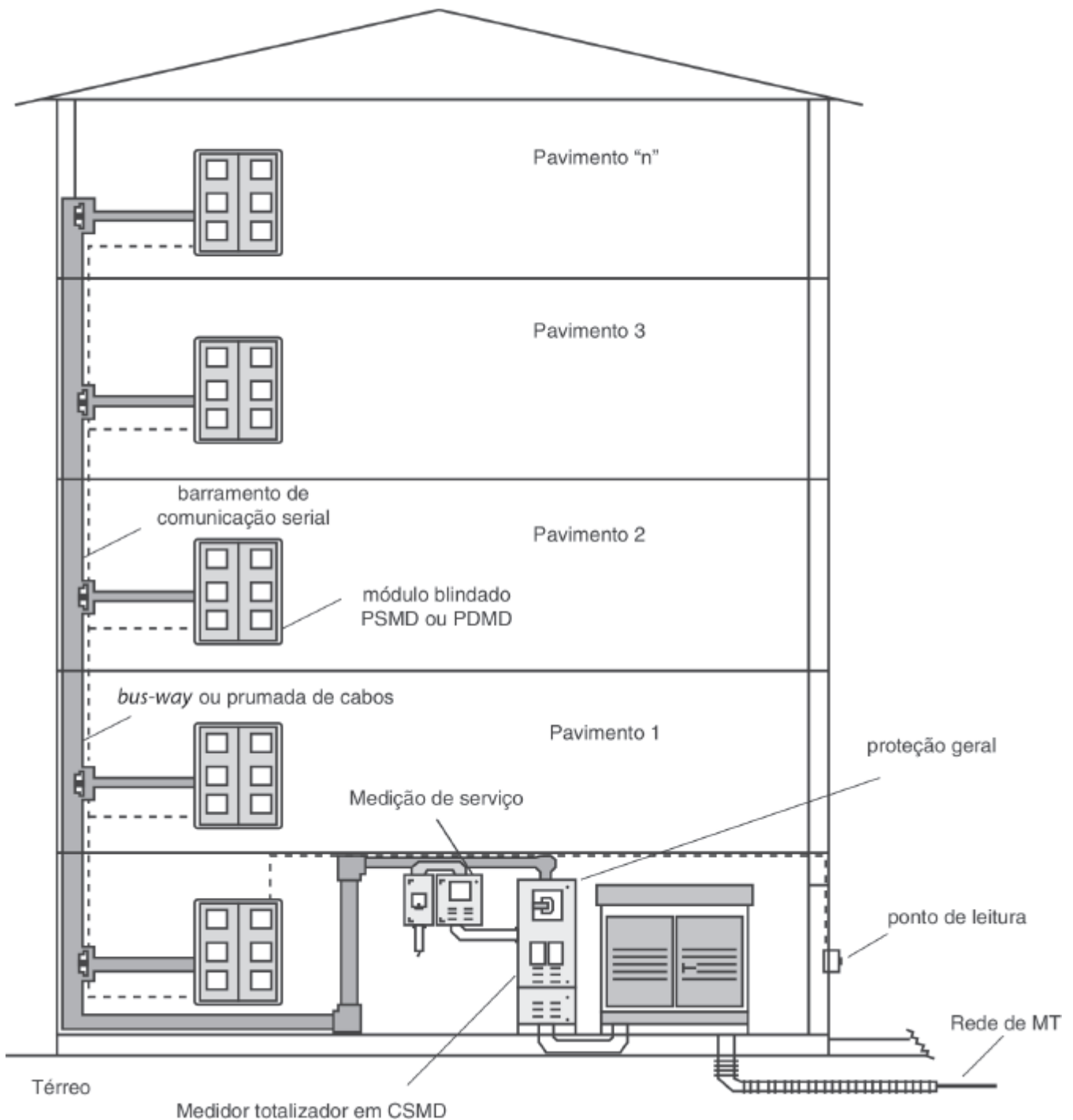


Figura 11.8



Ramal de ligação com cabine interna de transformação.

Figura 11.9

11.7 Proteção da Instalação de Entrada de Energia Elétrica

11.7.1 Proteção contra sobrecorrentes

Dispositivo capaz de prover simultaneamente proteção contra correntes de sobrecarga e de curto-circuito deve ser dimensionado e instalado para proteção geral da entrada de energia elétrica, em conformidade com as normas da ABNT.

A capacidade de interrupção simétrica do dispositivo deve ser compatível com o valor calculado da corrente de curto-circuito, trifásica e simétrica, no ponto de instalação.

Tabela 11.2 Dimensionamento de equipamentos e materiais, entradas de serviço individuais, medição direta

Tensão nominal (V)	Categoria de atendimento	Demanda de atendimento "D" (kVA)	Ramal de ligação aéreo derivado da rede aérea até o ponto de ancoragem (mm ²)	Ramal de ligação subterrâneo derivado da rede aérea ou subterrânea até a medição (mm ²)	Eletroduto do ramal de ligação e/ou do ramal de entrada (PVC rígido ou polietileno corrugado) (φ em mm)	Proteção geral disjuntos com dispositivo diferencial ("DDR OU IDR" (ampères - nº de polos) (2), (3), (11))	Padrão de medição (ligação nova e aumento de carga) (4)	Conductor dos circuitos de saída após a medição (fases + neutro + proteção) até o QGBT (mm ² - Cu - PVC 70 °C) (1)	P = Conductor de proteção (mm ² - Cu - PVC 70 °C) (1)	Conductor de interligação do neutro à malha de aterramento (mm ² - Cu - nu)	
115 1 φ	RM1	D ≤ 3	Cabo concêntrico "bipolar"	Não se aplica	25	30-1φ	CTM +	2 (1 × 6) + P	1 × 6	1 × 6	
	RM2	3 < D ≤ 4				40-1φ		2 (1 × 10) + P	1 × 10	1 × 10	
230 1 φ	RM3	4 < D ≤ 6	Cabo concêntrico "tetrapolar"	Não se aplica	32	30-2φ	CTP +	3 (1 × 6) + P	1 × 6	1 × 6	
	RM4	6 < D ≤ 8				40-2φ			3 (1 × 10) + P	1 × 10	1 × 10
	RM5	8 < D ≤ 14				70-2φ	CDJ 3	3 (1 × 25) + P	1 × 16	1 × 16	
127 1 φ	UM1	D ≤ 3,33	Cabo concêntrico "bipolar"		25	30-1φ	CTM +	2 (1 × 6) + P	1 × 6	1 × 6	
	UM2	3,33 < D ≤ 4,4				40-1φ			2 (1 × 10) + P	1 × 10	1 × 10
	UM3	4,4 < D ≤ 6,6				60-1φ	CDJ 1	2 (1 × 16) + P	1 × 16	1 × 16	
	UM4	6,6 < D ≤ 8				70-1φ		2 (1 × 25) + P			
220 3 φ	T1	D ≤ 10	Cabo concêntrico "tetrapolar"		32	30-3φ	CTP +	4 (1 × 6) + P	1 × 6	1 × 6	
	T2	10 < D ≤ 13,3				40-3φ			4 (1 × 10) + P	1 × 10	1 × 10
	T3	13,3 < D ≤ 19,9				60-3φ		CDJ 3	4 (1 × 16) + P		
	T4	19,9 < D ≤ 23,2	70-3φ	4 (1 × 25) + P	1 × 16	1 × 16					
	T5	23,2 < D ≤ 33,1	Cabo multiplexado	Cabo singelo ou armado, a critério da Light	75	100-3φ		4 (1 × 35) + P			
	T6	33,1 < D ≤ 41,4				125-3φ		4 (1 × 50) + P	1 × 25	1 × 25	
	T7	41,4 < D ≤ 49,7				150-3φ	CSM +	4 (1 × 70) + P	1 × 35	1 × 35	
	T8	49,7 < D ≤ 58,0				175-3φ	CPG	4 (1 × 95) + P	1 × 50	1 × 50	
	T9	58,0 < D ≤ 66,3				200-3φ		4 (1 × 95) + P	1 × 50	1 × 50	

Notas:

- Essas informações consideram apenas a condição de ampacidade (capacidade de corrente) do cabo conforme critérios de carregamento da NBR 5410; portanto, cabe ao Consumidor, por intermédio de seu responsável técnico, verificar o atendimento também para queda de tensão e curto-circuito, providenciando as alterações cabíveis se for o caso.
- Consultar a Concessionária quanto à utilização de proteção diferencial (disjuntor DDR, interruptor IDR ou Dispositivo diferencial integrado ao disjuntor geral).
- A capacidade mínima de interrupção de curto-circuito simétrico em "kA" dos disjuntores de proteção geral, cujos ramais de ligação sejam com cabos até 120 mm², deve ser compatível com os valores estabelecidos na Tabela 11.4.
- Sempre que o ramal de ligação for derivado da rede subterrânea da Light, é necessário acrescentar uma caixa para seccionamento (CS) antes da caixa de medição.

Nas entradas individuais, os dispositivos de proteção devem ser eletricamente conectados a jusante da medição, e apresentar corrente nominal conforme padronização para a categoria de atendimento constante nas tabelas de dimensionamento de materiais das entradas de energia elétrica (Tabelas 11.2 e 11.3).

Tabela 11.3 Unidades consumidoras em entrada coletiva – medição direta Dimensionamento de materiais individuais⁽¹⁾

Tensão nominal (V)	Categoria de atendimento	Demanda de atendimento "D" (kVA)	Proteção geral individual Disjuntor com dispositivo diferencial "DDR ou IDR" (ampères - nº de polos) (2) (3)	Padrão de medição (ligação nova e aumento de carga)	Conductor dos circuitos de saída após a proteção (fases + neutro + conductor de proteção) (mm ² - Cu - PVC 70 °C)	P = Conductor de proteção (mm ² - Cu - PVC 70 °C)
--------------------	--------------------------	----------------------------------	--	---	--	--

127 1Ø	UM1	$D \leq 3,3$	30 - 1Ø	Painel de medição (PMD, PDMD ou PSMD)	$2(1 \times 6) + P$	1×6
	UM2	$3,3 < D \leq 4,4$	40 - 1Ø		$2(1 \times 10) + P$	1×10
	UM3	$4,4 < D \leq 6,6$	60 - 1Ø		$2(1 \times 16) + P$	1×16
	UM4	$6,6 < D \leq 8$	70 - 1Ø		$2(1 \times 25) + P$	
220 3Ø	T1	$D \leq 10$	30 - 3Ø		$4(1 \times 6) + P$	1×10
	T2	$10 < D \leq 13,3$	40 - 3Ø		$4(1 \times 10) + P$	1×16
	T3	$13,3 < D \leq 19,9$	60 - 3Ø		$4(1 \times 16) + P$	
	T4	$19,9 < D \leq 23,2$	70 - 3Ø		$4(1 \times 25) + P$	1×16
	T5	$23,2 < D \leq 33,1$	100 - 3Ø		$4(1 \times 35) + P$	
	T6	$33,1 < D \leq 41,4$	125 - 3Ø		$4(1 \times 50) + P$	1×25
	T7	$41,4 < D \leq 49,7$	150 - 3Ø		$4(1 \times 70) + P$	1×35
	T8	$49,77 < D \leq 58$	175 - 3Ø			
	T9	$58 < D \leq 66,3$	200 - 3Ø	$4(1 \times 95) + P$	1×50	
220 1Ø	UME1	$D \leq 5,7$	30 1Ø	$2(1 \times 6) + P$	1×6	
	UME2	$5,7 < D \leq 7,7$	40 - 1Ø	$2(1 \times 10) + P$	1×10	
	UME3	$7,7 < D \leq 11,5$	60 - 1Ø	$2(1 \times 16) + P$	1×16	
	UME4	$11,5 < D \leq 13,4$	70 1Ø	$2(1 \times 25) + P$		
380 1Ø	TE1	$D \leq 17,2$	30 - 3Ø	$4(1 \times 6) + P$	1×6	
	TE2	$17,2 < D \leq 22,9$	40 - 3Ø	$4(1 \times 10) + P$	1×10	
	TE3	$22,9 < D \leq 34,3$	60 - 3Ø	$4(1 \times 16) + P$		
	TE4	$34,3 < D \leq 40,1$	70 - 3Ø	$4(1 \times 25) + P$	1×16	
	TE5	$40,1 < D \leq 57,2$	100 - 3Ø	$4(1 \times 35) + P$		
	TE6	$57,2 < D \leq 71,5$	125 - 3Ø	$4(1 \times 50) + P$	1×25	
	TE7	$71,5 < D \leq 85,8$	150 - 3Ø	$4(1 \times 70) + P$	1×35	
	TE8	$85,8 < D \leq 100,2$	175 - 3Ø			
	TE9	$100,2 < D \leq 114,5$	200 - 3Ø	$4(1 \times 95) + P$	1×50	

Notas:

1) O dimensionamento do ramal de ligação coletivo da edificação (seção dos condutores, se em média tensão ou baixa tensão, considerando o fato de o ponto de transformação estar ou não dentro da edificação, bem como a linha de dutos) deve ser definido pela Light na oportunidade do atendimento em função da potência total da edificação em "kVA". Esta potência pode ser calculada conforme item 11.12.1 para cada unidade consumidora e em conformidade com o item 13.1.13 do RECON-BT da Light.

2) É obrigatória, nas categorias de atendimento 380/220 V, a utilização de proteção diferencial (disjuntor DDR, dispositivo IDR ou dispositivo diferencial acoplado ao disjuntor geral); nos demais casos, consultar a Concessionária.

3) A capacidade mínima de interrupção de curto-circuito simétrico em “kA” dos disjuntores de proteção geral, cujos ramais de ligação sejam com cabos até 120 mm², deve ser compatível com os valores estabelecidos na Tabela 11.4.

Nas entradas coletivas (Tabela 11.3), o disjuntor de proteção geral deve estar eletricamente a jusante da medição totalizadora quando for o caso. Os disjuntores de proteção geral de entrada devem ser instalados em caixas padronizadas pela Light com seu respectivo ambiente também selado, de modo que impeça a substituição ou a alteração da calibração do equipamento sem a devida autorização.

11.7.2 Proteção diferencial contra correntes de fuga

Na proteção geral das entradas individuais e das entradas coletivas, podem ser utilizados disjuntores com dispositivo diferencial tipos DR, IDR ou DDR.

O sistema TN-S é o adotado junto à proteção geral de entrada.

A proteção diferencial deve estar em conformidade com as normas brasileiras aprovadas pela ABNT.

Tabela 11.4 Capacidade mínima de interrupção simétrica dos dispositivos de proteção geral de entrada

Condutor do ramal central (Cu – mm ²)	Sistema de fornecimento em baixa tensão (com lance de circuito de 15 m referidos a 220 V)			
	Aéreo		Subterrâneo	
	Radial	Radial	Reticulado	Reticulado dedicado
6	5 kA	15 kA	15 kA	Consultar Concessionária
10				
25				
35	10 kA	25 kA	25 kA	
50				
70	20 kA	30 kA	40 kA	
95				
120				
2 × 70				
2 × 95	40 kA	50 kA	50 kA	
Maiores bitolas				
Maiores bitolas	25 kA	Consultar	Consultar Mínimo 60 kA	

11.7.3 Proteção contra sobretensões

A ocorrência de sobretensões em instalações de energia elétrica não deve comprometer a segurança de pessoas e a integridade de sistemas elétricos e equipamentos. Cabe ao Consumidor a responsabilidade pela especificação e instalação de proteção contra sobretensões, que deve ser proporcionada basicamente pela adoção de dispositivos de proteção contra surtos – DPS em tensão nominal e nível de suportabilidade compatível com a característica da tensão de fornecimento e com a sobretensão prevista, bem como pela adoção das demais recomendações complementares em conformidade com as exigências contidas na norma brasileira NBR 5410:2004 da ABNT.

Quando da utilização de DPSs, estes devem ser eletricamente conectados a jusante da medição e do disjuntor de proteção geral da entrada de energia elétrica, preferencialmente na entrada do Quadro de Distribuição Geral – QDG interno à edificação.

11.8 Medição

O equipamento de medição e acessórios destinados a medir a energia elétrica são fornecidos e instalados pela Light, em conformidade com as disposições atualizadas da Resolução nº 414 da ANEEL.

11.8.1 Medição individual

É concedida para unidades consumidoras independentes, residências individuais, galpões, lojas, boxes e outros, desde que caracterizados como unidades consumidoras independentes. Essa caracterização se dá pela verificação de endereços individuais e pelo fato de não pertencer a nenhuma condição de condomínio.

11.8.2 Medição de agrupamento

É concedida por meio de um sistema de medição agrupado, a boxes, lojas, salas, prédios residenciais, comerciais, mistos e outros, desde que caracterizado como ligação coletiva. Nesse caso, essa caracterização se dá pela verificação de um endereço comum a todas as unidades consumidoras, pela existência de um condomínio oficial para a edificação e de um único ponto de alimentação do qual derivam todas as unidades.

11.8.3 Medição de serviço

Deve ser utilizada sempre em arranjos de medição agrupada (ligação coletiva), caracterizada pela medição do consumo de energia elétrica das cargas comuns ao condomínio (iluminação comum da edificação, bombas-d'água, elevadores etc.).

11.8.4 Medição totalizadora

São aplicadas em entradas coletivas sempre que, por conveniência do Consumidor, **não** for utilizado o sistema de medição convencional da Light (instalada no piso térreo da edificação, no mesmo ambiente físico e com limites de distância em relação à via pública).

11.9 Condutores

Os condutores devem ser dimensionados a partir da demanda avaliada da instalação, utilizando classe 2 de encordoamento e classe de tensão 0,6/1 kV. O tipo de isolamento (PVC, XLPE ou EPR) deve ser determinado em função da necessidade requerida pela condição de instalação conforme estabelecido na NBR 5410:2004. Nos trechos internos à edificação, devem ser utilizados, obrigatoriamente, somente condutores com isolamento com características antichama e não emissores de fumaça tóxica.

As Tabelas 3.6 a 3.9 apresentam as ampacidades de condutores, podendo ser consultadas para auxílio em eventuais dimensionamentos, observando que os condutores tratados neste capítulo foram dimensionados apenas pelo critério de ampacidade; portanto, devem ser observados rigorosamente pelo responsável técnico os demais critérios estabelecidos pela NBR-5410.

11.10 Aterramento das Instalações

O sistema de aterramento contemplado aqui é o TN-S, onde os condutores de neutro e de proteção são interligados e aterrados na malha de terra principal da edificação.

11.10.1 Aterramento do condutor neutro

Em cada edificação, junto ao gabinete de medição e/ou à proteção geral de entrada, como parte integrante da instalação, é obrigatória a construção de malha de terra, constituída de uma ou mais hastes interligadas entre si por condutor de cobre de bitola mínima de 25 mm² (no solo). A ela deverão ser permanentemente interligados o condutor neutro do ramal de entrada e o condutor de proteção.

O condutor deve ser de cobre isolado na cor azul.

11.10.2 Ligação à terra e condutor de proteção

Um condutor com a finalidade de proteção deve ser derivado, sempre que possível, diretamente da malha de terra da instalação.

O condutor de proteção deve ser em cobre, isolado nas cores verde-amarelo ou verde, na bitola padronizada, devendo percorrer toda a instalação interna. A ele deverão ser conectadas todas as partes metálicas (carcaças) dos aparelhos elétricos existentes, de acordo com as prescrições da NBR 5410:2004.

11.10.3 Eletrodo de aterramento

Deverá ser empregada haste de aço cobreado, com comprimento mínimo de 2 (dois) m e diâmetro nominal mínimo de $\frac{3}{4}$.

Quanto às condições físicas do local da instalação impedirem a utilização de hastes, deverá ser adotado um dos métodos estabelecidos pela NBR 5410:2004, que garanta o aterramento dentro das características dispostas no parágrafo “Aterramento do Condutor Neutro”.

11.10.4 Interligação à malha de aterramento

O condutor de aterramento do neutro, até a malha de aterramento, deverá ser em cobre nu, de seção mínima dimensionada em função dos condutores do ramal de entrada.

Não deverá conter emenda, seccionador ou quaisquer dispositivos que possam causar a sua interrupção.

A proteção mecânica dos condutores de aterramento do neutro e de proteção (circuito de interligação a malha de terra) deverá ser assegurada por meio de eletroduto de PVC rígido, preferencialmente.

Quando utilizado eletroduto metálico, o condutor de aterramento deverá ser conectado ao mesmo em ambas as extremidades.

A interligação dos condutores de aterramento e de proteção ao eletroduto (haste) deverá ser feita através de conectores especialmente protegidos contra corrosão.

11.11 Número de Eletrodos da Malha de Terra

Os eletrodos (hastes) da malha de terra deverão ser de aço cobreado, conforme especificado no item 11.10.3. As hastes devem ser interligadas entre si por condutor de cobre nu, de seção não inferior a 25 mm^2 , com espaçamento entre hastes superior ou igual ao comprimento da haste utilizada, e em número como estabelecido a seguir.

11.11.1 Entrada individual de energia elétrica

Para entrada individual isolada com demanda avaliada até 23,2 kVA, deve ser construída uma malha de aterramento com, no mínimo, uma haste de aço cobreada. No caso de entrada com demanda superior a 23,2 kVA e igual ou inferior a 150 kVA, deve ser construída uma malha de aterramento com, no mínimo, 3 (três) hastes. Para entrada com demanda superior a 150 kVA, deve ser construída uma malha de aterramento com, no mínimo, 6 (seis) hastes.

11.11.2 Entrada coletiva de energia elétrica

Para entrada coletiva com até 6 (seis) unidades consumidoras, deve ser construída uma malha de aterramento com, no mínimo, 1 (uma) haste de aço cobreada por unidade de consumo. No caso de entradas com mais de 6 (seis) unidades consumidoras, deve ser construída uma malha de aterramento com, no mínimo, 6 (seis) hastes.

11.12 Como Dimensionar a Demanda da Entrada

Cada Concessionária de serviços de eletricidade estabelece diferentes critérios para o cálculo da demanda do ramal de entrada, que será função de fatores peculiares a cada localidade brasileira. A seguir, são apresentados os critérios adotados pela Light do Rio de Janeiro, devidamente autorizados, que nos parecem bem estudados e adequados ao uso dos consumidores brasileiros das grandes cidades.

11.12.1 Entradas individuais

– Método de cálculo

A demanda será calculada a partir da carga instalada (ver Tabela 3.1) nas unidades consumidoras empregando-se os fatores de demanda e a carga mínima da Tabela 3.20.

Será usada a seguinte expressão:

$$D(\text{kVA}) = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6$$

em que:

d_1 (kVA) = demanda de iluminação e tomadas, calculada com base nos fatores de demanda da Tabela 3.20, considerando o fator de potência igual a 1,0.

d_2 (kVA) = demanda dos aparelhos de aquecimento de água (chuveiros, aquecedores, torneiras etc.), calculada conforme a Tabela 11.5, considerando o fator de potência igual a 1,0.

d_3 (kVA) = demanda dos aparelhos de ar condicionado do tipo janela e similares (Split, Fan-coil), calculada conforme Tabelas 11.6 e 11.7, respectivamente, para uso residencial e não residencial.

d_4 (kVA) = demanda das unidades centrais de ar condicionado (Self container), calculada a partir das respectivas correntes máximas e demais dados de placa fornecidos pelos fabricantes, aplicando os fatores de demanda da Tabela 11.8.

d_5 (kVA) = demanda dos motores elétricos e das máquinas de solda tipo motor-gerador, calculada conforme Tabelas 11.9 e 11.10.

d_6 (kVA) = demanda das máquinas de solda a transformador e aparelhos de raios X, calculada conforme a Tabela 11.11.

Tabela 11.5 Fatores de demanda para aparelhos de aquecimento

Nº de aparelhos	Fator de demanda (%)	Nº de aparelhos	Fator de demanda (%)	Nº de aparelhos	Fator de demanda (%)
1	100	10	49	19	36
2	75	11	47	20	35
3	70	12	45	21	34
4	66	13	43	22	33
5	62	14	41	23	32
6	59	15	40	24	31
7	56	16	39	25 ou mais	30
8	53	17	38		
9	51	18	37		

Notas:

1) Para o dimensionamento de ramais de entrada ou trechos coletivos destinados ao fornecimento de mais de uma unidade consumidora, fatores de demanda devem ser aplicados para cada tipo de aparelho, separadamente, sendo a demanda total de aquecimento o somatório das demandas obtidas: $d_2 = d_2 \text{ chuveiros} + d_2 \text{ aquecedores} + d_2 \text{ torneiras} + \dots$

2) Quando se tratar de sauna, o fator de demanda deverá ser considerado igual a 100%.

Tabela 11.6 Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado do tipo janela, split e fan-coil (utilização residencial)

Nº de aparelhos	Fator de demanda (%)
De 1 a 4	100
De 5 a 10	70
De 11 a 20	65
De 21 a 30	62
De 31 a 40	58
De 41 a 50	55
De 51 a 80	53
Acima de 80	50

Tabela 11.7 Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado do tipo janela, split e fan-coil (utilização residencial)

Nº de aparelhos	Fator de demanda (%)
De 1 a 10	100
De 11 a 20	85
De 21 a 30	80
De 31 a 40	75
De 41 a 50	70
De 51 a 80	65
Acima de 80	60

Tabela 11.8 Demanda média de motores valores equivalentes individuais (cv × kVA)

Potência (cv)	1/4	1/3	1/2	3/4	1	1½	2	3	4
(kVA)	0,66	0,77	0,87	1,26	1,52	2,17	2,70	4,04	5,03
Potência (cv)	5	7½	10	15	20	25	30	40	50
(kVA)	6,02	8,65	11,54	16,65	22,10	25,83	30,52	39,74	48,73

Tabela 11.9 Fator de demanda × nº de motores

Número total de motores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
Fator de demanda (%)	100,0	75,0	63,33	57,50	54,00	50,00	47,14	45,00	43,33	42,00

Obs.: Motores classificados como “Reserva” não devem ser computados nos cálculos, tanto de carga instalada quanto demandada.

Tabela 11.10 Fatores de demanda para máquinas de solda e equipamentos odonto-médico-hospitalares (aparelhos de raios X, tomógrafos, mamógrafos e outros)

Equipamento	Quantidade de equipamentos	Fator de demanda (%)
Máquina de solda	1	100
	De 2 a 3	70
	De 4 a 7	60
	Mais de 7	50
Aparelho de raios X	1	100
Tomógrafo	De 2 a 5	60
Mamógrafo	De 6 a 10	50
Ressonância magnética Outros similares	Mais de 10	40

Nota:

Quando a demanda de um grupo de equipamentos for inferior à potência individual do maior equipamento do conjunto, deve ser considerado o valor de potência do maior equipamento como a demanda do conjunto.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO:

1. Verificação da demanda para 4 motores trifásicos de 5 cv, 1 motor trifásico de 3 cv, 1 motor trifásico de 2 cv, 1 motor trifásico de 1 cv, totalizando 7 motores.

Logo, utilizando as Tabelas 11.8 e 11.9, temos:

$$D = [(4 \times 6,02) + (1 \times 4,04) + (1 \times 2,7) + (1 \times 1,52)] \times 0,4714 = 15,25 \text{ kVA}$$

$$D = 15,25 \text{ kVA}$$

Atenção especial deve ser dada aos casos de demanda entre motores diferentes, mas com diferença de potência entre eles acentuadamente elevada.

2. Verificação da demanda para 1 (um) motor de 50 cv + 1 (um) motor de 5 cv; nesse caso, se a condição demandada for menor que a potência do maior motor, deve prevalecer como demanda total a potência do maior motor. Logo, a inequação a seguir deve ser atendida:

$$N_{(\text{maior motor})} > D_{(\text{condição demandada})}$$

em que:

$N_{(\text{maior motor})}$ = Potência do maior motor;

$D_{(\text{condição demandada})}$ = Demanda em função das Tabelas 11.8 e 11.9.

Logo, para o exemplo em questão, temos:

$$D = (48,73 + 6,02) \times 0,75 = 41,06 \text{ kVA}$$

Portanto, como a condição demandada não atendeu à inequação apresentada anteriormente ($48,73 < 41,06$), a demanda total a ser considerada é $D = 48,73 \text{ kVA}$.

$$D = 48,73 \text{ kVA}$$

EXEMPLO

Residência isolada com 200 m² de área útil

- a) Carga instalada:

- iluminação e tomadas: 8 000 VA;
- 1 chuveiro elétrico: 4 400 VA;
- 2 aparelhos de ar condicionado: 2×1 cv;
- 1 bomba-d'água de $\frac{1}{2}$ cv: monofásico.

b) Carga mínima instalada (Tabela 3.20)

30 VA/m², ou seja, 6 000 VA.

c) Cálculo da demanda

$$d_1 \text{ (kW)} = 0,80 + 0,75 + 0,65 + 0,60 + 0,50 + 0,45 + 0,40 + 0,35 = 4,50 \text{ kVA};$$

$$d_2 \text{ (kW)} = 4,4 \text{ kVA};$$

$$d_3 \text{ (cv)} = 2 \text{ cv};$$

$$d_5 \text{ (kVA)} = 0,87 \text{ kVA};$$

$$D \text{ (kVA)} = d_1 + d_2 + d_3 + d_5;$$

$$D \text{ (kVA)} = 4,50 + 4,40 + 2 \times 1,52 + 0,87 = 12,81 \text{ kVA}.$$

Pela Tabela 11.2 para entradas individuais trifásicas (4 fios) – 220/127 V, temos:

- Disjuntor: 40 A;
- Condutor em eletroduto: $4 (1 \times 10)\text{mm}^2$.

Escola com 1 000 m² de área útil

a) Carga instalada:

- iluminação e tomadas: 32 000 VA;
- 3 chuveiros de 4 400 VA;
- 3 aparelhos de ar condicionado de 1 cv;
- 2 motores de 3 cv – bomba-d'água trifásica (1 de reserva);
- 2 elevadores de 10 cv – trifásico.

b) Carga mínima instalada (Tabela 3.20)

30 W/m², ou seja, 30 000 W.

c) Cálculo da demanda

$$d_1 \text{ (kW)} = 12 \times 0,80 + 20 \times 0,5 = 19,6 \text{ VA};$$

$$d_2 \text{ (kW)} = 3 \times 4,4 \times 0,7 = 9,24 \text{ kVA};$$

$$d_3 \text{ (cv)} = 3 \times 1 \text{ cv} = 3 \text{ cv};$$

$$d_5 \text{ (kVA)} = (4,04 + 2 \times 11,54) \times 0,7 = 18,98 \text{ kVA};$$

$$D \text{ (kVA)} = d_1 + d_2 + d_3 + d_5 = 19,6 + 9,24 + 3 \times 1,52 + 18,98 = 52,54 \text{ kVA}.$$

Pela Tabela 11.2 temos:

- Disjuntor: 175 A;
- Condutor em eletroduto: $4 (1 \times 95)\text{mm}^2$.

Resumo

- Entrada de energia elétrica nos prédios: tensões de fornecimento, limite de ligações de BT, tipos de atendimento.
- Execução das instalações do ramal de entrada: ramal aéreo e ramal subterrâneo – prescrições de concessionárias; ramal misto – concessão especial.
- Proteção do ramal de entrada: disjuntores e condutores para entradas individuais e coletivas.
- Exemplos de como dimensionar as entradas individuais e coletivas, segundo as prescrições da Light – SESA.
- Tabelas diversas para dimensionar o ramal de entrada.