

# 10

## Técnica da Execução das Instalações Elétricas

### 10.1 Prescrições para Instalações

As prescrições gerais para as instalações constam da NBR 5410:2004 e determinam, além de outras, as seguintes condições:

1. As linhas elétricas de baixa tensão e as linhas de tensão superior a 1 000 volts não devem ser colocadas nas mesmas canalizações ou poços, a menos que sejam tomadas precauções adequadas para evitar que, em caso de falta, os circuitos de baixa tensão sejam submetidos a sobretensões.
2. Nos espaços de construção, nos poços, galerias etc., devem ser tomadas precauções adequadas, para evitar a propagação de um incêndio.
3. Os eletrodutos, calhas e blocos alveolados poderão conter condutores de mais de um circuito, nos seguintes casos:
  - a) quando as três condições seguintes forem simultaneamente atendidas:
    - os circuitos pertençam à mesma instalação, isto é, se originam de um mesmo dispositivo geral de manobra e proteção, sem a interposição de equipamentos que transformem a corrente elétrica;
    - as seções normais dos condutores-fase estejam contidas de um intervalo de três valores normalizados sucessivos;
    - os condutores isolados ou cabos isolados tenham a mesma temperatura máxima para serviço contínuo.
  - b) no caso de circuitos de força e/ou sinalização de um mesmo equipamento.
4. Os cabos unipolares e os condutores isolados pertencentes a um mesmo circuito devem ser instalados nas proximidades imediatas uns dos outros, assim como os condutores de proteção.
5. Quando vários condutores forem reunidos em paralelo, devem ser reunidos em tantos grupos quantos forem os condutores em paralelo, cada grupo contendo um condutor de cada fase da polaridade. Os condutores de cada grupo devem estar instalados nas proximidades imediatas uns dos outros.

#### 10.1.1 Eletrodutos

Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares, ou cabos multipolares, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto isolante exclusivo, quando tal condutor destina-se a aterramento.

As dimensões internas dos eletrodutos e respectivos acessórios de ligação devem permitir instalar e retirar facilmente os condutores ou cabos. Para isso é necessário que:

- a) a taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não seja superior a:
  - 53% no caso de um condutor ou cabo;
  - 31% no caso de dois condutores ou cabos;

- 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos. (Tabela 10.7.)

**b)** não haja trechos contínuos (sem interposição de caixas ou equipamentos) retilíneos de tubulação maior que 15 m; nos trechos com curvas essa distância deve ser reduzida de 3 m para cada curva de 90°.

**Nota:** Quando o ramal de eletrodutos passar obrigatoriamente através de locais em que não seja possível o emprego de caixa de derivação, a distância em (b) pode ser aumentada, desde que:

- seja calculada a distância máxima permissível (levando-se em conta o número de curvas de 90° necessários);
- para cada 6 m, ou fração de aumento dessa distância, utiliza-se eletroduto de tamanho nominal imediatamente superior ao do eletroduto que normalmente seria empregado para a quantidade e tipo dos condutores ou cabos.

Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas e entre extremidade e caixa podem ser previstas, no máximo, três curvas de 90°, ou seu equivalente até, no máximo, 270°.

Em nenhum caso devem ser previstas curvas de deflexão maior que 90°.

As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir o seu diâmetro interno.

Nas Tabelas 10.1 a 10.5 são apresentados alguns tipos de eletrodutos, com suas respectivas dimensões.

**Tabela 10.1** Eletrodutos de aço-carbono, esmaltados, com rosca NBR 5624:2011

Tamanho nominal		Diâmetro standard	Espessura da parede	Peso com luva
(pol.)	(mm)	(mm)	(mm)	kg/vara de 3 metros
1/2	15	20,00	1,50	2,13
3/4	20	25,40	1,50	2,75
1	25	31,60	1,50	3,50
1 1/4	32	40,70	2,00	5,99
1 1/2	40	46,80	2,25	7,75
2	50	58,50	2,25	9,90
2 1/2	65	74,50	2,65	14,82
3	80	87,20	2,65	17,47

**Tabela 10.2** Eletrodutos rígidos de aço-carbono esmaltados tipos pesado e extra NBR 5597:2013

Tamanho nominal		Diâmetro externo		Espessura da parede (mm)
(pol.)	(mm)	(mm)	Tipo Pesado	Tipo Extra
1/2	21	21,3	2,25	2,65
3/4	27	26,7	2,25	2,80
1	33	33,4	2,65	3,35
1 1/4	42	42,2	3,00	3,55
1 1/2	48	48,3	3,00	3,55
2	60	60,3	3,35	3,75
2 1/2	73	73	3,75	5,00

3	89	88,9	3,75	5,30
3 1/2	102	101,6	4,25	5,60
4	114	114,3	4,25	6,00

**Tabela 10.3** Eletrodutos rígidos, galvanizados, com rosca e luva NBR 5598:2009

Tamanho nominal		Diâmetro standard	Espessura da parede	Peso com luva
(pol.)	(mm)	(mm)	(mm)	kg/vara de 3 metros
1/2	15	21,30	2,25	3,43
3/4	20	26,70	2,25	4,41
1	25	33,40	2,65	6,50
1 1/4	32	42,20	3,00	9,35
1 1/2	40	48,00	3,00	10,76
2	50	59,90	3,35	15,09
2 1/2	65	75,50	3,35	19,31
3	80	88,20	3,75	25,18

**Tabela 10.4** Eletroduto de PVC da Tigre – rígido tipo rosqueável

Rígido, tipo rosqueável — Classe B					
Referência de rosca	Diâmetro nominal	Dimensões			
		Di (aprox.) mm	e mm	L mm	S (aprox.) mm <sup>2</sup>
1/2	20	16,4	2,2	3 000	211,2
3/4	25	21,3	2,3	3 000	,356,3
1	32	27,5	2,7	3 000	593,9
1 1/4	40	36,1	2,9	3 000	1023,5
1 1/2	50	41,4	3,0	3 000	1346,1
2	60	52,8	3,1	3 000	2189,6
2 1/2	75	67,1	3,8	3 000	3536,2
3	85	79,6	4,0	3 000	4976,4

Di = diâmetro interno; e = espessura da parede; L = comprimento; S = área da seção transversal interna.

**Tabela 10.5** Eletroduto de PVC da Tigre – rígido tipo soldável

Rígido, tipo soldável — classe B	
Dimensões	

Diâmetro nominal	Di (aprox.) mm	e mm	L mm	S (aprox.) mm <sup>2</sup>
16	14,0	1,0	3 000	153,9
20	18,0	1,0	3 000	254,5
25	23,0	1,0	3 000	415,5
32	30,0	1,0	3 000	706,8
40	38,0	1,0	3 000	1134,1
50	47,8	1,1	3 000	1794,5

**Tabela 10.6** Fixação de eletrodutos de PVC, instalação aparente

Dist. máx. entre elementos de fixação de eletrodutos rígidos isolantes (PVC rígido)	
Diâmetro nominal do eletroduto (mm)	Distância máxima entre elementos de fixação de eletrodutos isolantes (m)
16-32	0,90
40-60	1,50
75-85	1,80

**Tabela 10.7** Taxa máxima de ocupação dos eletrodutos por cabos isolados

Número de cabos isolados	Taxa máxima de ocupação
1	0,53
2	0,31
3 e acima	0,40

### 10.1.1.1 Condições de emprego

Os eletrodutos rígidos são encontrados comercialmente em varas de 3 metros de comprimento, com uma luva numa das extremidades e rosca. Normalmente são de ferro esmaltado de preto, ferro galvanizado, PVC rígido ou alumínio; estes três últimos não são sujeitos à corrosão, uma vantagem sobre os de ferro esmaltados, que não poderão ser usados em ambiente agressivo (Figura 10.3).

Cada tipo de eletroduto é regido por norma específica; por exemplo:

- eletroduto em aço-carbono, com costura, rosca NPT — NBR 5597:2013;
- eletroduto em aço-carbono, com costura, rosca BSP — NBR 5598:2013;
- sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão — NBR 15465:2008.

Nas instalações elétricas abrangidas pela norma NBR 5410:2004 só são admitidos eletrodutos não propagantes de chama e sem produção de fumaça tóxica. Os eletrodutos devem suportar, em qualquer situação de instalação, as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos sem sofrerem qualquer tipo de deformação.

As emendas em eletrodutos deverão ser feitas por cortes perpendiculares ao seu eixo, abrindo-se nova rosca, retirando-se cuidadosamente as rebarbas. Qualquer emenda deve garantir:

- a) perfeita continuidade elétrica nos eletrodutos metálicos;
- b) resistência mecânica equivalente à da tubulação;
- c) vedação suficiente;

**d)** continuidade e regularidade da superfície interna.

### 10.1.1.2 Curvas

Não poderão ser empregadas curvas de deflexão maiores que 90°.

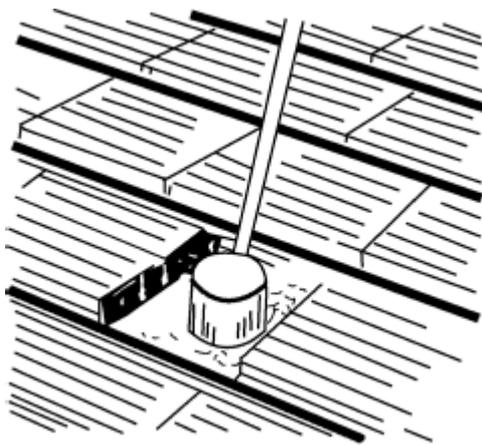
Em trechos entre duas caixas ou entre a extremidade e a caixa, poderão ser empregadas, no máximo, três curvas de 90°, ou seu equivalente, até no máximo 270°. Se os condutores contidos nos eletrodutos forem de capa de chumbo, poderão ser usadas, no máximo, duas curvas de 90°.

Poderão ser feitas curvas a frio nos eletrodutos rígidos, com o cuidado de não reduzir a seção interna, somente até a bitola de 1". Acima de 1" só é permitido o uso de curvas pré-fabricadas, ou o uso de ferramentas especiais para tal fim.

### 10.1.1.3 Instalações em lajes pré-fabricadas e estruturais

Há no mercado inúmeros tipos de lajes pré-fabricadas para as quais há necessidade de se tomarem algumas precauções quanto às instalações elétricas. A maioria dessas lajes é composta de várias vigotas entre as quais é aplicado um tijolo de formato especial. Evidentemente, não seria possível perfurar as vigotas para a passagem dos eletrodutos; então, é usual aplicar os dutos sobre a laje, cobrindo os mesmos ou pelo piso ou por um cimentado (1,5 a 3 cm de espessura). Nos pontos de luz, o tijolo deverá ser removido, apoiando-se a caixa por uma tábua fixada por baixo da laje (Figura 10.1). As caixas deverão ser de fundo móvel (octogonais) e com altura de 4", para ultrapassar a laje. A cavidade em volta da caixa deverá ser preenchida com concreto.

Nas lajes estruturais as caixas de fundo móvel são fixadas na madeira de suporte da laje, como mostra a Figura 10.2.



Instalações em lajes pré-fabricadas.

**Figura 10.1**

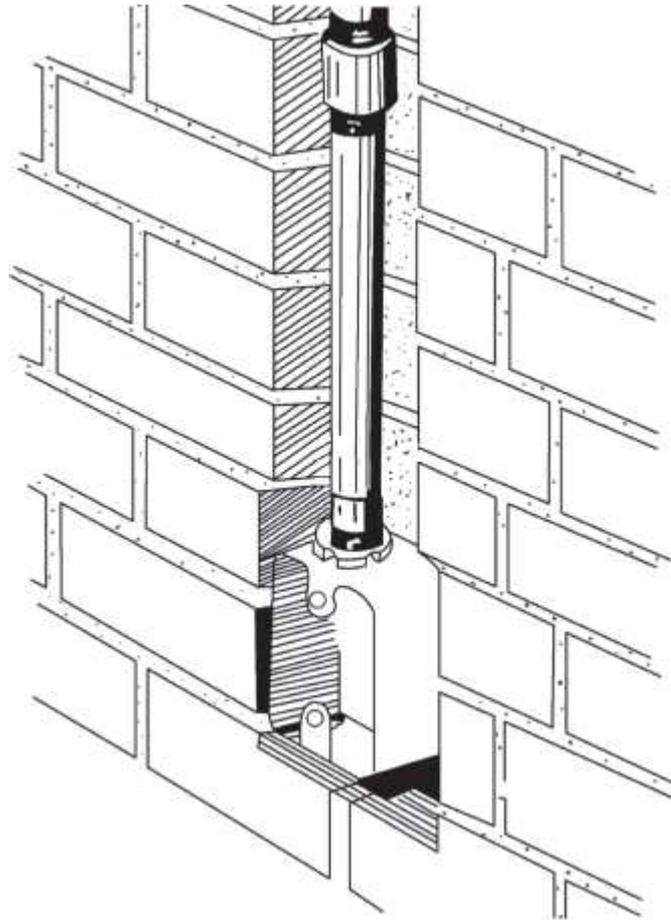
### 10.1.2 Caixas de derivação

Devem ser empregadas caixas de derivação (Figuras 10.3 e 10.4):

- a)** em todos os pontos de entrada ou saída dos condutores na tubulação, exceto nos pontos de transição ou passagem de linhas abertas para linhas em eletrodutos, os quais, nestes casos, devem ser rematados com buchas;
- b)** em todos os pontos de emenda e derivação de condutores;
- c)** para dividir a tubulação em trechos não maiores que os especificados no item (b) anterior.



Figura 10.2



Exemplo de instalação embutida em eletroduto rígido.

Figura 10.3

As caixas devem ser colocadas em lugares facilmente acessíveis e ser providas de tampas. As caixas de saída para alimentação de equipamentos podem ser fechadas pelas placas destinadas à fixação desses equipamentos.

Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas de derivação; as emendas e derivações devem ser colocadas dentro das caixas. Condutores emendados ou cuja isolamento tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos. Os eletrodutos embutidos em concreto armado devem ser colocados de modo a evitar a sua deformação durante a concretagem, devendo ainda ser fechadas as caixas e bocas de eletrodutos com peças apropriadas para impedir a entrada de argamassas ou nata de concreto durante a concretagem.

As junções dos eletrodutos embutidos devem ser efetuadas com auxílio de acessórios estanques em relação aos materiais de construção.

Quando necessário, os eletrodutos rígidos isolantes devem ser providos de juntas de expansão para compensar as variações térmicas.

Os condutores só devem ser enfiados depois de completada a rede de eletrodutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar. A enfição só deve ser iniciada após a tubulação ser perfeitamente limpa e seca.

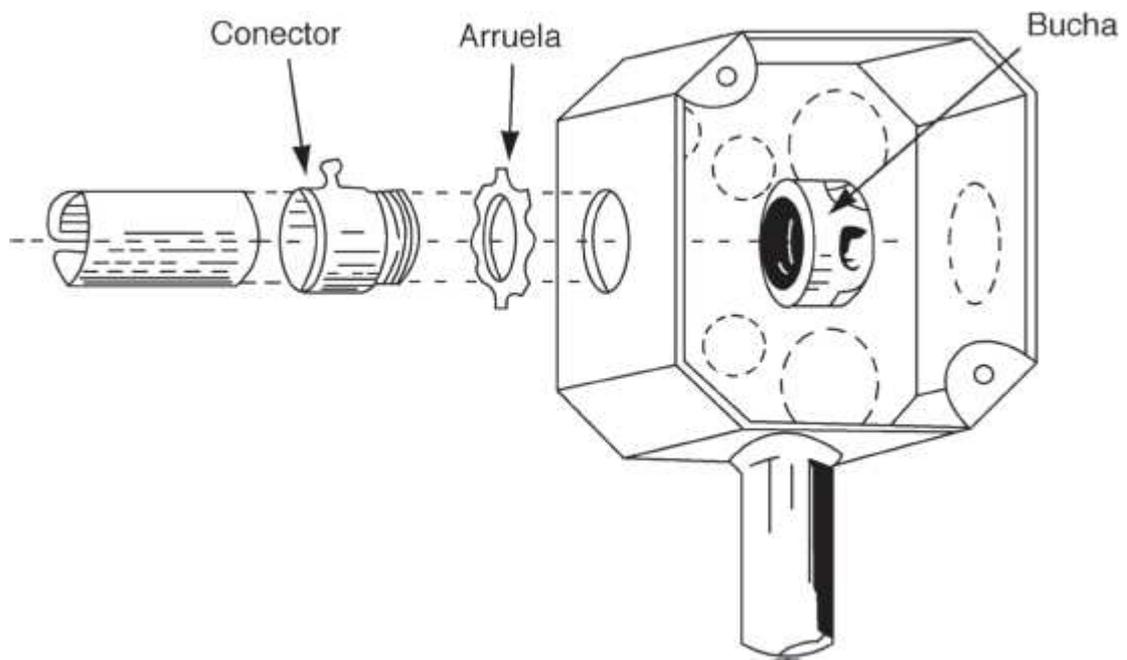
Para facilitar a enfição dos eletrodutos podem ser usados:

- a) guias de puxamento que, entretanto, só devem ser introduzidas no momento da enfição dos condutores e não durante a execução das tubulações;
- b) talco, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a isolamento dos condutores.

Nas molduras só devem ser instalados condutores isolados ou cabos unipolares.

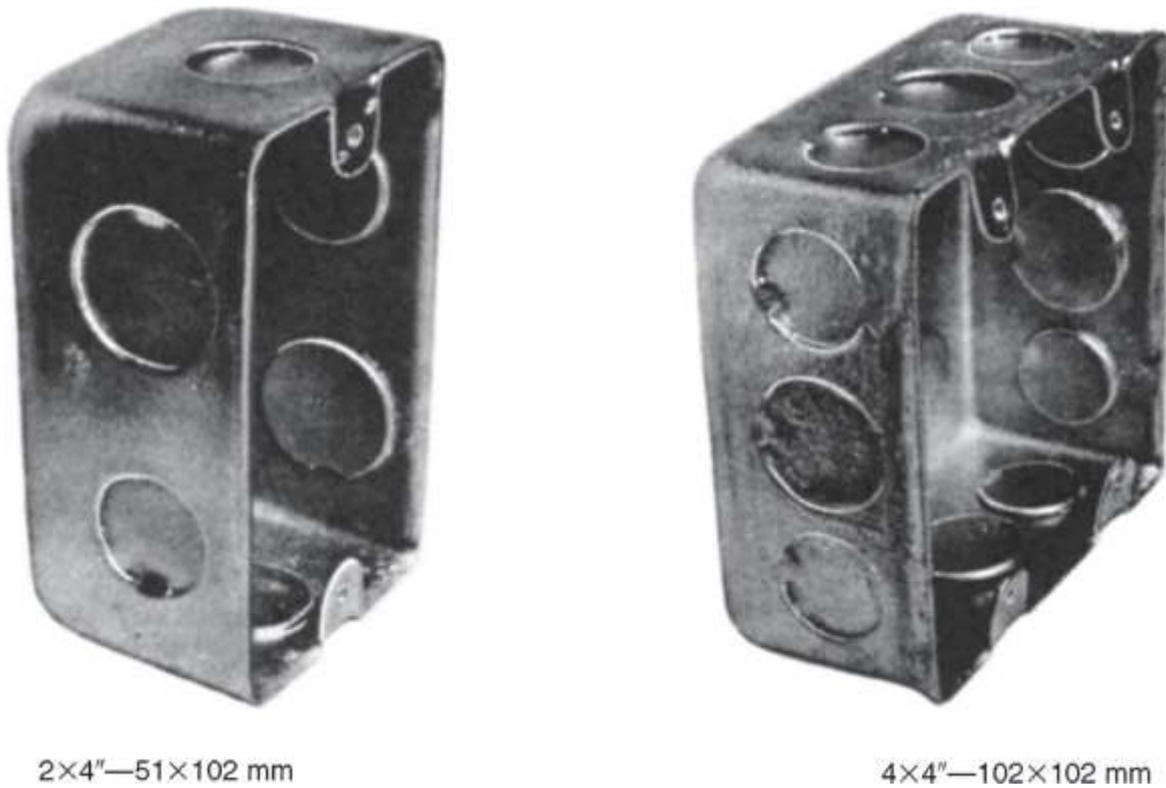
As ranhuras das molduras, rodapés e similares devem possuir dimensões tais que os cabos ou condutores possam alojar-se facilmente.

Só é permitido passar em uma ranhura condutores ou cabos de um mesmo circuito.



Peças para a instalação de eletrodutos sem rosca e conector com rosca.

**Figura 10.4**



Caixas de derivação.

**Figura 10.5**

As molduras não devem ser embutidas na alvenaria, nem cobertas por papéis de parede, tecido ou qualquer outro material, devendo sempre permanecer aparentes.

### 10.1.3 Instalações aparentes

É usual o emprego de instalações elétricas aparentes, isto é, não embutidas, nos seguintes casos:

- por questões estruturais;
- em indústrias ou instalações comerciais onde há manutenção frequente;
- em instalações onde há modificações constantes;
- em ampliações das instalações.

Nas instalações aparentes usam-se molduras, canaletas, eletrodutos etc.

Nessas instalações há necessidade de melhor aparência pelo fato de ficarem expostos os eletrodutos; por isso usam-se caixas de passagens especiais, comumente conhecidas como “condutes”, fabricadas em alumínio fundido ou em plástico.

Na Figura 10.6, vemos os tipos de caixas mais usuais que são especificadas por letras. Nota-se que essas caixas já vêm rosqueadas para serem ligados os eletrodutos nas seguintes bitolas BSP: 1/2”, 3/4”, 1”, 1 1/4”, 1 1/2” e 2”. Também temos fixações sem rosca, para eletrodutos “soldáveis”, fixados por pressão ou como indicado nas Figuras 10.4 e 10.6. Nesse tipo de instalação, dentro dessas caixas ficarão instaladas as tomadas e os interruptores, e delas sairão eletrodutos para a adaptação de luminárias, mediante suportes especiais. Na Figura 10.6, vemos um condute em detalhes.

Na Figura 10.7, vemos um exemplo de uma instalação aparente com caixas de passagem tipo “condutes” conforme indicado. Nota-se que as tampas de cada caixa devem ficar em posição favorável à sua fácil remoção.

Os eletrodutos rígidos expostos (não embutidos) deverão ser fixados de modo a constituírem um sistema de boa aparência e firmeza. As distâncias máximas para fixação deverão seguir a Tabela 10.8.

Toda a rede de eletrodutos rígidos deverá formar um sistema eletricamente contínuo e ligado à terra.

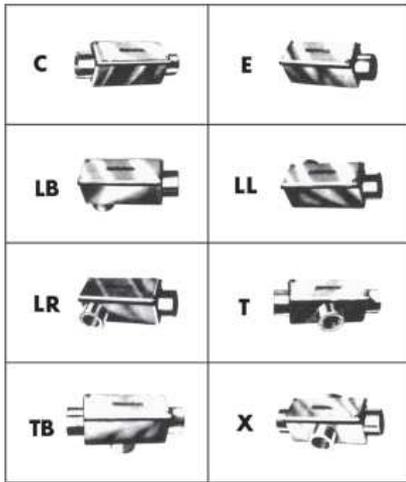
**Tabela 10.8** Distâncias máximas de fixação dos eletrodutos rígidos metálicos

	<b>Bitola do eletroduto</b>	<b>Distância máxima entre suportes (metros)</b>
Posição vertical:	1/2" e 3/4"	3,00
	1"	3,70
	1 1/4" - 1 1/2"	4,30
	2" - 2 1/2"	4,80
	maiores que 3"	6,00
Posição não vertical:	1/2" e 3/4"	2
	maiores que 1"	3

Nos trechos verticais extensos das instalações em eletrodutos rígidos, os condutores deverão ser apoiados na extremidade superior da canalização e a intervalos não maiores que:

Até 50 mm <sup>2</sup>	25 metros
Até 70 a 95 mm <sup>2</sup>	20 metros
Acima de 95 mm <sup>2</sup>	10 metros

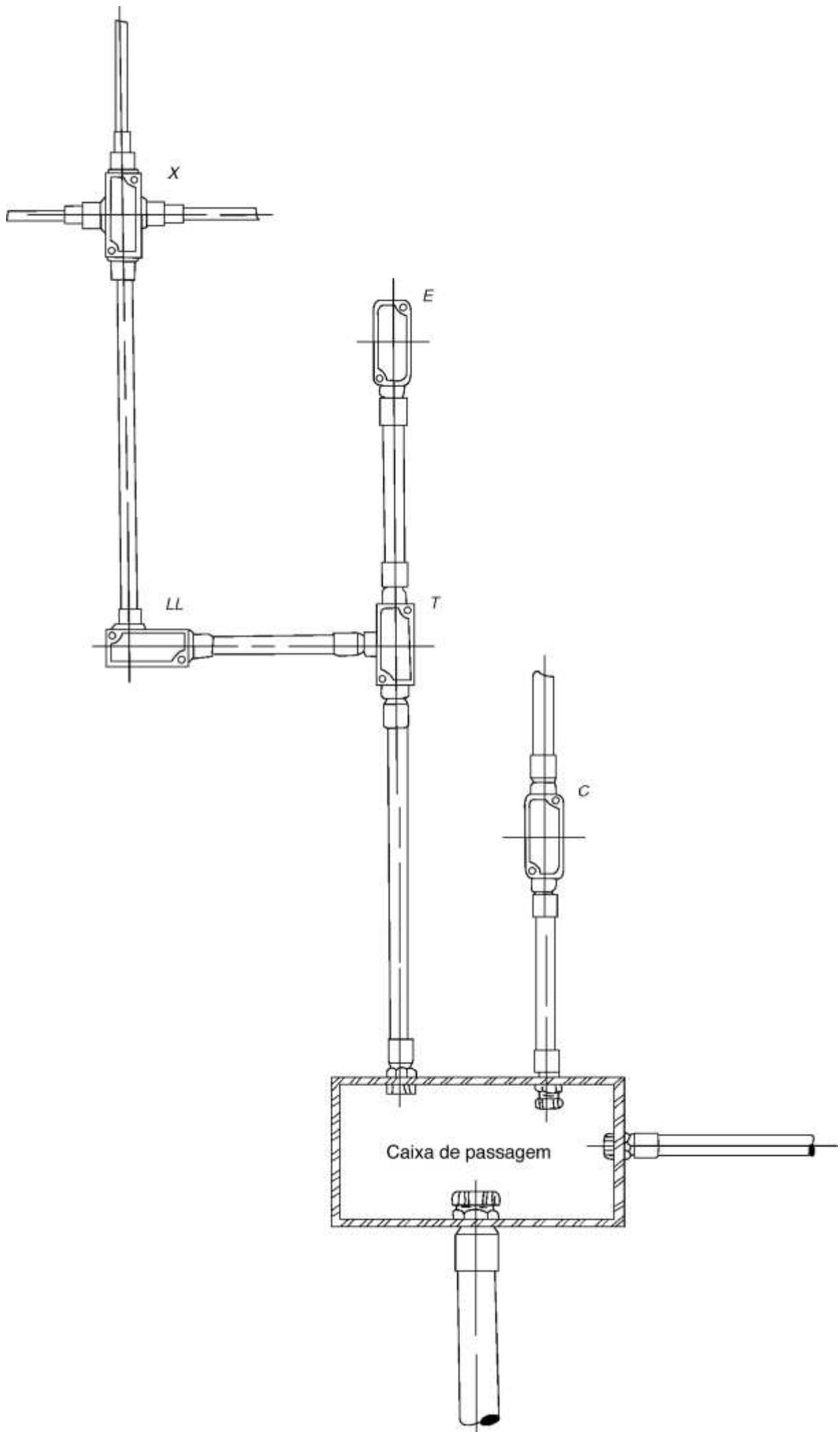
Os apoios dos condutores deverão ser feitos por suportes isolantes, com resistência mecânica adequada ao peso a suportar e que não danifiquem seu isolamento.



Denominação dos acessórios		
	1 INT. SIMPLES 10 A-250 V	3 INT. SIMPLES 10 A-250 V
	1 INT. PARALELO 10 A-250 V	3 INT. PARALELOS 10 A-250 V
	1 CAMPAINHA 2 A-250 V	2 INT. SIMPLES + 1 INT. PARALELO 10 A-250 V
	2 INT. SIMPLES 10 A-250 V	1 INT. SIMPLES + 2 INT. PARALELOS 10 A-250 V
	2 INT. PARALELOS 10 A-250 V	2 INT. SIMPLES + 1 CAMPAINHA 10 A-250 V
	1 INT. SIMPLES + 1 INT. PARALELO 10 A-250 V	1 INT. BIPOLAR SIMPLES 20 A-250 V
	1 INT. SIMPLES + 1 CAMPAINHA 10 A-250 V	1 INT. BIPOLAR PARALELO 20 A-250 V
	1 INT. PARALELO + 1 CAMPAINHA 10 A-250 V	1 INT. INTERMEDIÁRIO 10 A-250 V

Caixas de passagem (derivação) para instalação aparente, detalhes de um condutele e possíveis acessórios.

Figura 10.6



## Figura 10.7

### 10.1.4 Instalação ao ar livre (fixação direta ou em bandejas, escadas para cabos, prateleiras ou suportes)

Nas instalações ao ar livre, só devem ser utilizados cabos unipolares ou cabos multipolares. Os cabos podem ser instalados:

**a)** fixos às paredes com auxílio de argolas, braçadeiras ou outros meios de fixação;

**Nota:** Não se recomenda o uso de materiais magnéticos quando os mesmos estiverem sujeitos à indução significativa de corrente.

**b)** sobre bandejas, escadas para cabos, prateleiras ou suportes.

Os meios de fixação, bandejas, prateleiras e suportes devem ser escolhidos e dispostos de maneira a não trazer prejuízo aos cabos. Eles devem possuir propriedades que lhes permitam suportar sem danos as influências externas a que são submetidos.

Nos percursos verticais deve ser assegurado que os esforços de tração exercidos pelo peso dos cabos não conduzam a deformações ou rupturas nos condutores. Tais esforços de tração não devem ser exercidos sobre as conexões.

Nas bandejas, escadas para cabos e prateleiras, os cabos devem ser dispostos preferencialmente em uma única camada.

Recomenda-se que o volume de material combustível dos cabos por metro linear de linha elétrica não deve exceder a 3,5 ou 7 dm<sup>3</sup> para os cabos de categoria BF ou da categoria AF ou AF/R da NBR NM IEC 60332:2005, respectivamente.

### 10.1.5 Calhas

Nas calhas podem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares.

Os cabos isolados só podem ser instalados em calhas de paredes maciças cujas tampas só possam ser removidas com auxílio de ferramentas.

**Nota:** Admite-se a instalação de condutores isolados em calhas com paredes perfuradas e/ou com tampas desmontáveis sem auxílio de ferramentas em locais só acessíveis a pessoas advertidas ou qualificadas.

As calhas devem ser escolhidas e dispostas de maneira a não poder trazer prejuízos aos cabos. Elas devem possuir propriedades que lhes permitam suportar sem danos as influências externas a que são submetidas.

### 10.1.6 Instalações em calhas, com ou sem cobertura

É muito comum, em instalações elétricas, os condutores passarem através de calhas feitas no próprio piso, de concreto ou alvenaria (Figura 10.8). Em subestações é usual a saída de baixa tensão dos transformadores ser feita por calhas cobertas, no piso, até o quadro geral.

A instalação dos condutores sem calhas é permitida, pela NBR 5410:2004, nos seguintes casos:

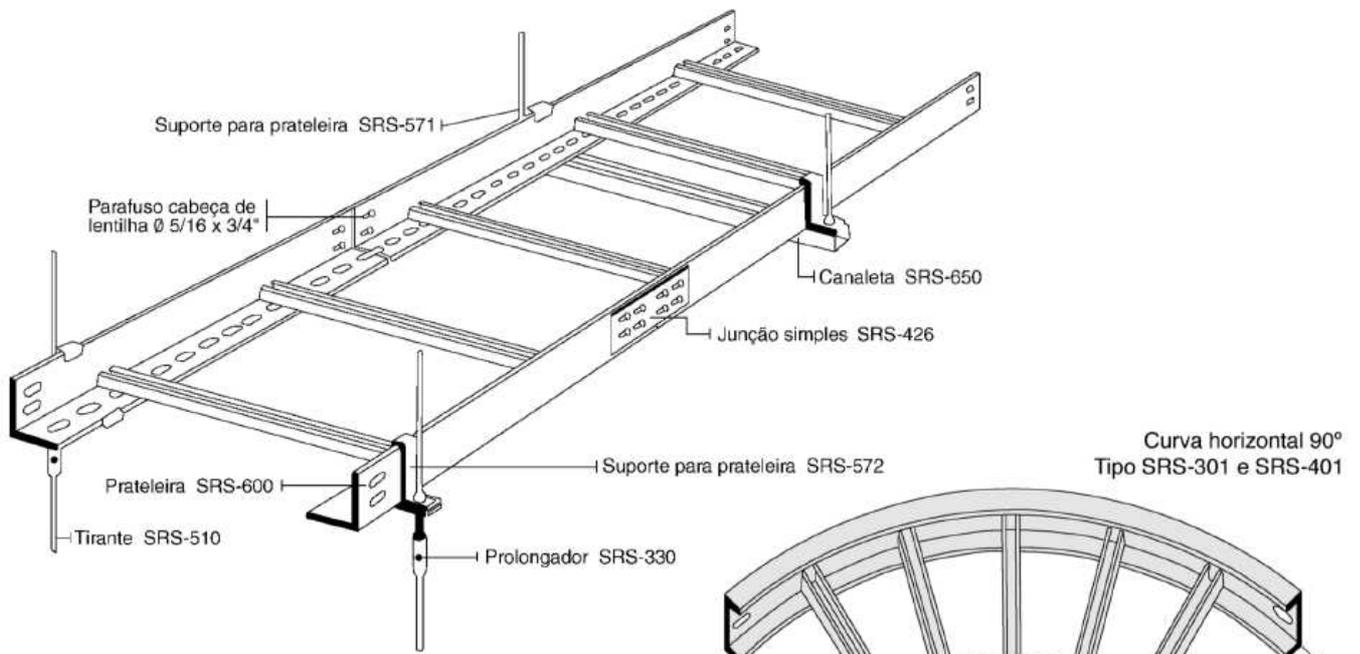
- a)** quando a calha for de paredes maciças e com cobertura desmontável por meio de ferramenta;
- b)** nos locais de serviço elétrico onde só tenham acesso pessoas qualificadas ou admitidas;
- c)** dentro de teto falso não desmontável.

### 10.1.7 Canaletas e prateleiras (leito para cabos)

Nas canaletas só devem ser usados cabos unipolares ou cabos multipolares. Os condutores isolados podem ser utilizados, desde que contidos em eletrodutos.

As canaletas são classificadas, sob o ponto de vista das condições de influências externas, como AD4 (locais em que, além de haver água nas paredes, os componentes das instalações elétricas são submetidos a projeções d'água; por exemplo, certos aparelhos de iluminação, painéis de canteiros de obras etc.).

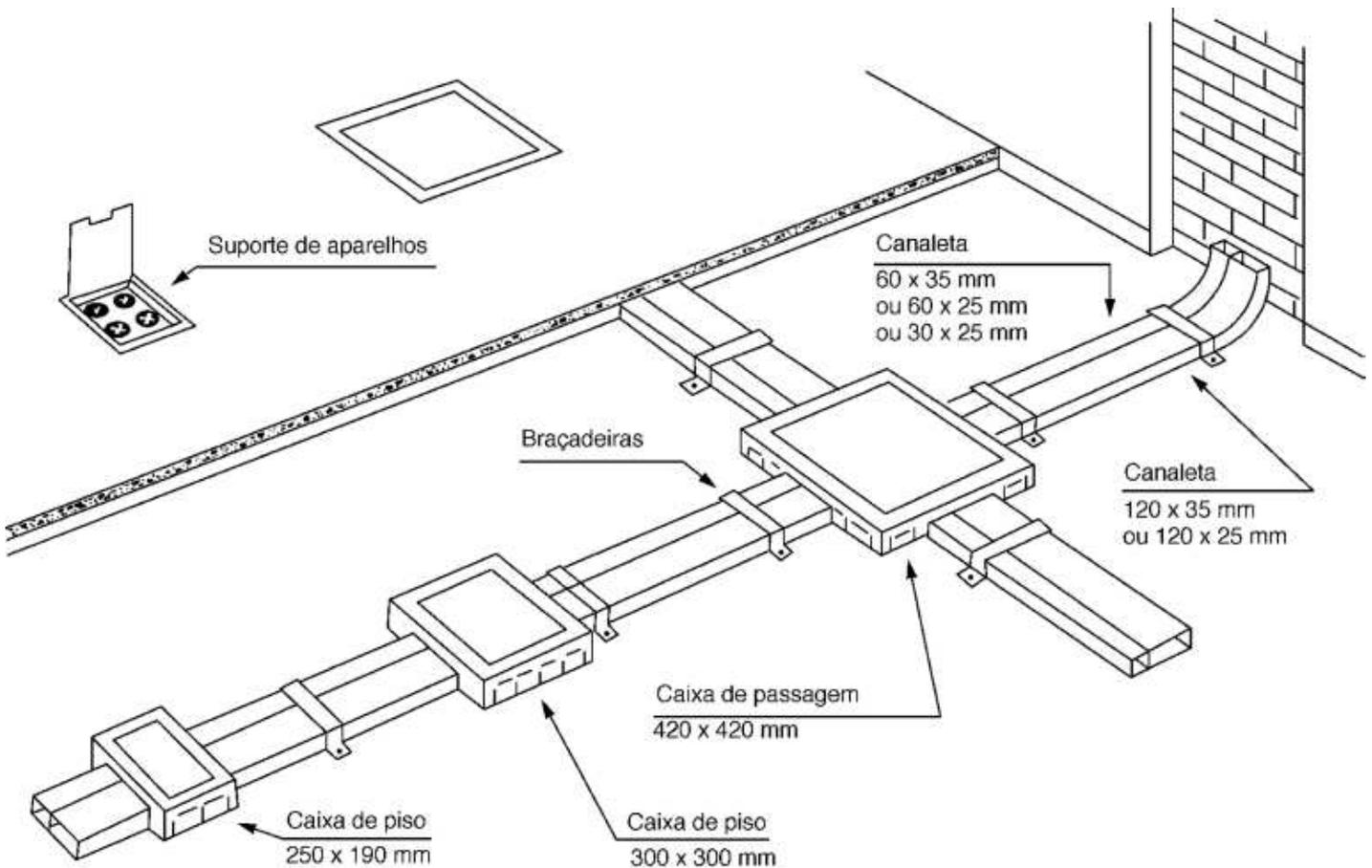
A Figura 10.8 mostra um leito para cabos.



Preto	Eletrol.	A fogo	Pintado	
SRS-301-1	SRS-301-2	SRS-301-3	SRS-301-PT	25×76,2×25
SRS-401-1	SRS-401-2	SRS-401-3	SRS-401-PT	25×101,6×25

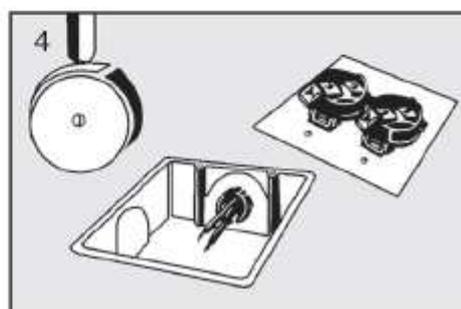
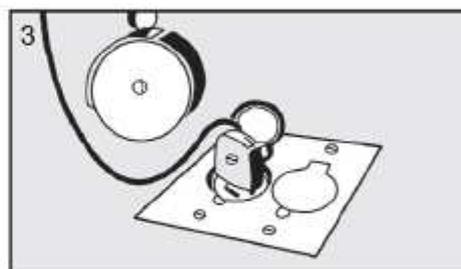
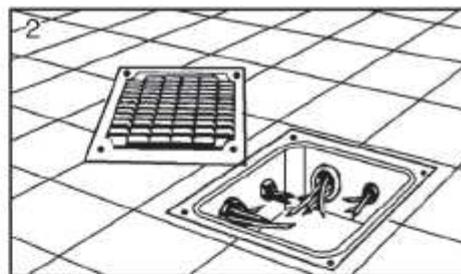
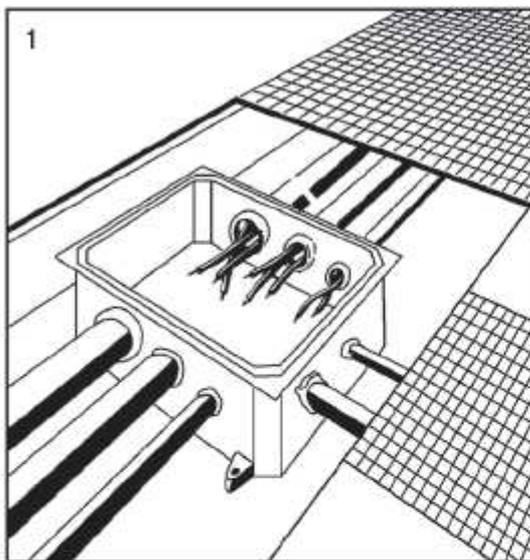
Leito para cabos.

Figura 10.8



Sistema de calhas de piso (Siemens).

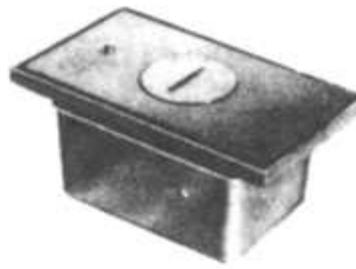
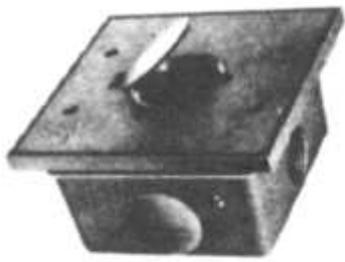
Figura 10.9

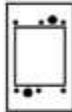
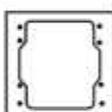


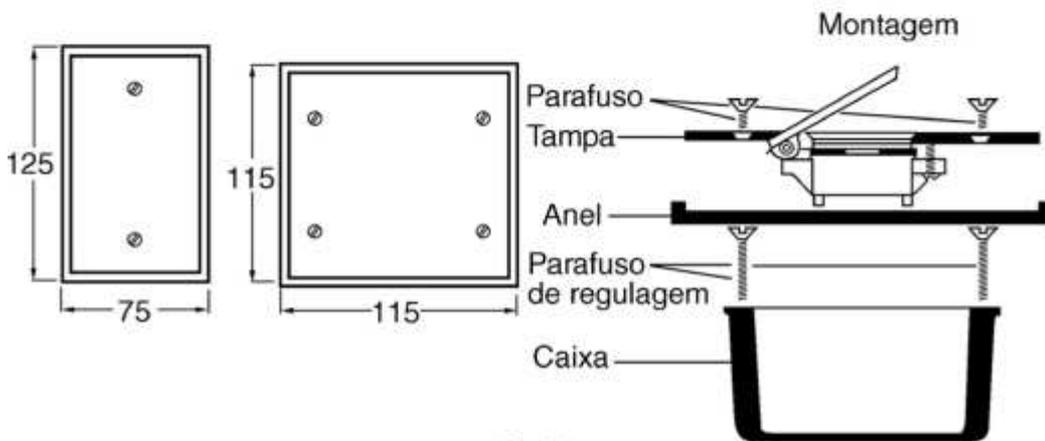
1. Caixa de passagem WETZEL em canaletas para instalações industriais.
2. Caixa de passagem WETZEL com tampa antiderrapante, para aplicação em pátios, ruas, calçadas etc.
- 3 e 4. Tomadas de piso WETZEL com acessórios elétricos, para escritórios, lojas e outros ambientes cobertos.

Caixas de passagem e tomadas de piso.

Figura 10.10

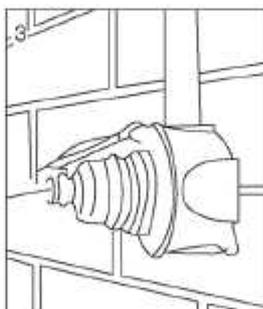
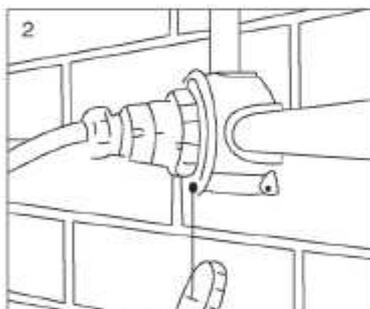
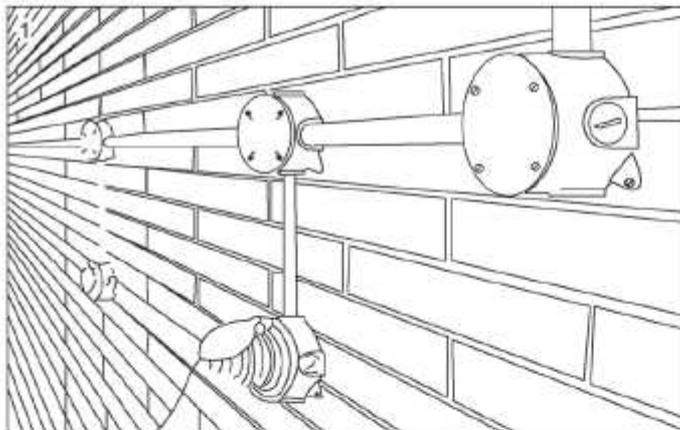


Referência do Anel	Tamanho	Tipo
AN 2	4 x 2	
AN 4	4 x 4	



Tomadas de piso.

Figura 10.11

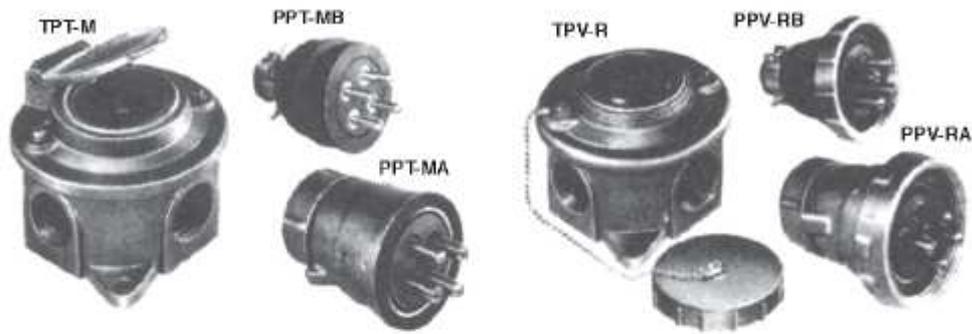


1. Caixa de ligação WETZEL-CPT, em 4 tamanhos e 2 alturas, com amplo espaço interno para abrigar maior número de emendas. Oferece perfeita vedação e dispensa braçadeiras de fixação para os tubos, conforme ilustração.

2 e 3. Tomadas blindadas WETZEL montadas em caixa com entradas rosqueadas nas bitolas de 1/2" e 3/4" próprias para plugues WETZEL em alumínio ou borracha.

Modelos: TPV-R À PROVA DE GASES E VAPORES (2)

TPT-M À PROVA DE



Referência

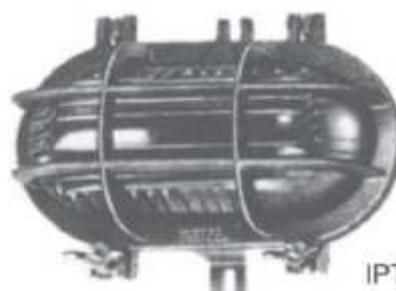
À prova de tempo			À prova de gases e vapores		
Tomadas	Plugues		Tomadas	Plugues	
	Em alumínio	Em borracha		Em alumínio	Em borracha
TPT-17M	PPT-17/1 MA	PPT-17/1 MB	TPV-17 R	PPV-17/1 RA	PPV-17/1 RB
TPT-18M	PPT-18/1 MA	PPT-18/1 MB	TPV-18 R	PPV-18/1 RA	PPV-18/1 RB
TPT-19M	PPT-19/1 MA	PPT-19/1 MB	TPV-19 R	PPV-19/1 RA	PPV-19/1 RB
TPT-20M	PPT-20/1 MA	PPT-20/1 MB	TPV-20 R	PPV-20/1 RA	PPV-20/1 RB
TPT-21M	PPT-21/1 MA	PPT-21/1 MB	TPV-21 R	PPV-21/1 RA	PPV-21/1 RB
TPT-22M	PPT-22/1 MA	PPT-22/1 MB	TPV-22 R	PPV-22/1 RA	PPV-22/1 RB
TPT-23M	PPT-23/1 MA	PPT-23/1 MB	TPV-23 R	PPV-23/1 RA	PPV-23/1 RB

*	Circuito	Fases	Polos	Ampères	Volts
17	2 Fios	1	2	10	110
18				15	220
19				30	380
20	2 Fios + Terra	3	3	15	380
21	3 Fios + Terra				
22	2 Fios + Terra	1	3	30	
23	3 Fios + Terra	3	4		

\* Os números identificados na primeira coluna desta tabela correspondem aos das referências da tabela acima.



IPT-31



IPT-25

Referência	Lâmpadas
------------	----------

	Potência	Tipo	Soquete
IPT-31-1	100 W	Incandescente	E-27
IPT-31-2	200 W		
	160 W	Mista	
	125 W	Mercúrio	
Referência	Potência	Tipo	Soquete
IPT-25	100 W	Incandescente	E-27



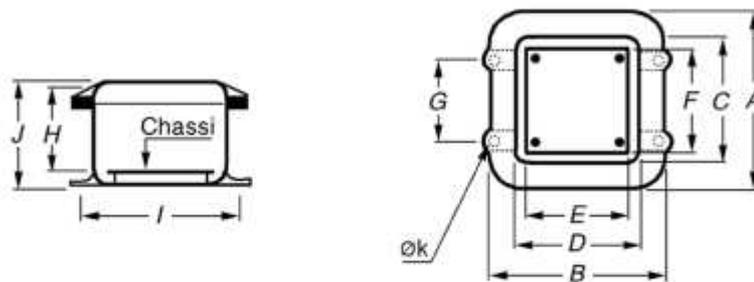
Referência	Pendente	WY-10/1	WY-10/2	WY-10/3
	Plafonier	WY-15/1	WY-15/2	WY-15/3
	Arandela 45°	WY-16/1	WY-16/2	WY-16/3
	Arandela 90°	WY-17/1	WY-17/2	WY-17/3
Lâmpadas	Incandescente	100 W	200 W	300 W
	Mista	—	160 W	250 W
	Mercúrio	—	125 W	250 W
Soquetes		E 27		E 40

Equipamentos à prova de tempo da marca Wetzel.

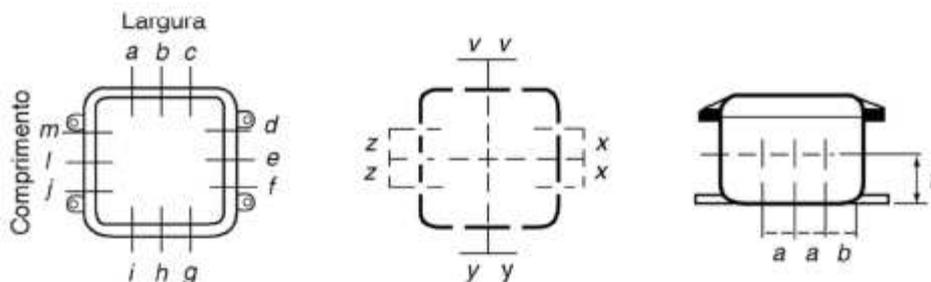
Figura 10.12



Referência	Dimensões (mm)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	ØK
CLPE-1208-06	147	107	117	77	—	—	90	65	120	87	7,5
CLPE-1410-12	190	150	140	100	86	126	90	105	154	137	7,5
CLPE-1714-15	235	205	170	140	122	152	100	135	205	167	12
CLPE-2214-15	285	205	220	140	122	202	160	135	205	167	12
CLPE-2814-15	340	205	275	140	122	256	200	135	205	167	15
CLPE-3414-15	405	205	340	140	122	322	265	135	205	167	15
CLPE-2222-18	310	310	220	220	200	200	140	165	284	197	15
CLPE-2228-18	310	365	220	275	255	200	140	165	339	197	15
CLPE-2828-18	365	365	275	275	255	253	200	165	339	197	15
CLPE-3428-18	430	365	340	275	255	320	260	165	339	208	15
CLPE-5628-18	645	365	555	275	255	535	475	165	339	208	15



#### POSICIONAMENTO DAS ENTRADAS



#### UNIDADE SELADORA À PROVA DE EXPLOÇÃO

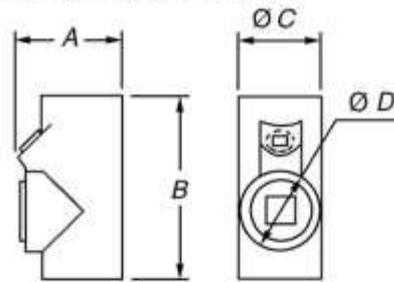
Esta unidade detém a vazão dos gases inflamados, dentro de uma caixa de ligação para outra caixa, através dos eletrodutos.

Corpo, tampa e bujões em alumínio fundido de alta resistência mecânica e à corrosão, nas bitolas de 1/2" a 3".

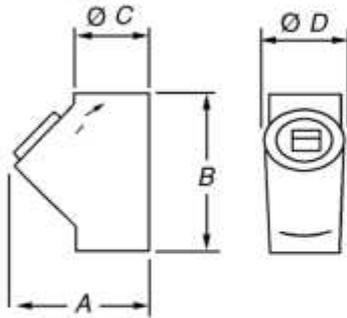
Conforme ABNT P EB-239 Grupos IIA e IIB atendem às exigências do National Electrical Code (NEC), classe I grupos C e D.



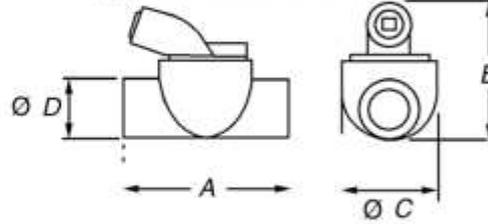
(2) Uso vertical e horizontal



(1) Uso vertical



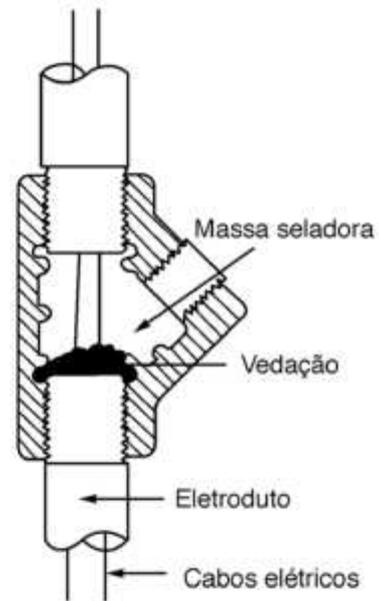
(3) Uso vertical e horizontal



## INSTALAÇÃO E SELO

Para instalações em posição vertical.

UW – 101 Rosca BSP  
102 Rosca NPT  
Bitolas: ½", ¾" e 1"



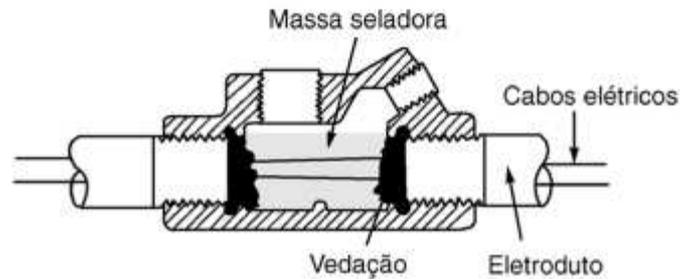
Para instalações em posição vertical e horizontal

UW – 101 Rosca BSP  
102 Rosca NPT  
Bitolas: ¼", ½", 2", 2½" e 3"



UW – 201 Rosca BSP  
202 Rosca NPT  
Bitolas: ½", ¾" e 1"





Caixas de ligação e unidade seladora à prova de explosão.

Figura 10.13

### 10.1.8 Linhas elétricas enterradas

Só são admitidos em instalações diretamente enterradas cabos uni ou multipolares.

Os cabos devem ser protegidos contra as deteriorações causadas por movimentos de terra, contatos com corpos duros, choque de ferramentas em caso de escavações, bem como contra a umidade e ações químicas causadas pelos elementos do solo.

Como prevenção contra os efeitos de movimentação de terra, os cabos devem ser instalados em terreno normal, pelo menos a 0,70 m da superfície do solo. Essa profundidade deve ser aumentada para 1 m na travessia de vias acessíveis a veículos e numa zona de 0,50 m de largura, de um lado e de outro dessas vias. Essas profundidades podem ser reduzidas em terreno rochoso ou quando os cabos estiverem protegidos, por exemplo, por eletrodutos que suportem sem danos as influências externas a que possam ser submetidos.

Quando uma linha enterrada cruzar com outra linha elétrica enterrada, elas devem, em princípio, manter uma distância mínima de 0,20 m.

Quando uma linha elétrica enterrada estiver ao longo ou cruzar com condutor de instalações não elétricas, uma distância mínima de 0,20 m deve existir entre seus pontos mais próximos.

Essa distância pode ser reduzida se as linhas e os condutores de outras instalações forem separados por meios que proporcionem uma segurança equivalente.

Toda linha enterrada deve ser continuamente sinalizada por um elemento de advertência (por exemplo, fita colorida não sujeita à deterioração), situado, no mínimo, a 0,10 m acima dela.

#### EXEMPLO

##### Dimensionamento de Cabo Subterrâneo

Numa instalação de uma clínica, queremos dimensionar o ramal de entrada com cabos subterrâneos singelos PVC, com os seguintes dados:

- carga total instalada: 117 250 W;
- distância até o quadro geral: 38 m;
- tensão da rede: 220 volts entre fases;
- queda admissível: 2% (4,4 volts);
- temperatura do solo: 30 °C;
- 4 cabos espaçados um do outro, singelos, em canaletas;
- fator de potência unitário.

##### Solução

Demanda

$$40\% \text{ até } 50\,000 \text{ W} = 20\,000 \text{ W}$$

$$20\% \text{ do restante} = 13\,450 \text{ W}$$

$$\text{Total} = 33\,450 \text{ W}$$

Total de ampères:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V} = \frac{33\,450}{\sqrt{3} \times 220} = 88 \text{ ampères}$$

Correção da temperatura: 0,89 (Tabela 3.10)

$$I \text{ corrigida} = \frac{88}{0,89} = 98,8 \text{ A}$$

Correção de agrupamento de cabos: 0,65 (Tabela 3.12)

$$I \text{ corrigida} = \frac{98,8}{0,65} = 152 \text{ A}$$

Da Tabela 3.6, condutores isolados, isolação de PVC – 70 °C, método de instalação B1, 3 condutores carregados, temos:

Cabo escolhido: 70 mm<sup>2</sup> de cobre

Verificação pela queda de tensão

$$\Delta V = 0,67 \times 88 \times 0,038 = 2,2 \text{ volts}$$

### 10.1.9 Instalações sobre isoladores

Nas instalações sobre isoladores podem ser usados condutores nus, condutores isolados em feixe ou barras.

Essa maneira de instalar não deve ser usada em locais destinados a habitações.

As instalações sobre isoladores devem obedecer às prescrições relativas à “proteção por colocação fora do alcance”.

As barras só são admitidas quando instaladas em locais de serviço elétrico.

Em locais comerciais ou assemelhados, as linhas com condutores nus são admitidas como linhas de contato alimentando lâmpadas ou equipamentos móveis, desde que sejam alimentadas em extrabaixa tensão de segurança.

A instalação de condutores nus sobre isoladores em estabelecimentos industriais ou assemelhados deve ser limitada aos locais de serviço elétrico ou à utilização específica (por exemplo, alimentação de pontes rolantes).

Na instalação de condutores nus ou barras sobre isoladores, devem ser considerados:

- a) os esforços a que eles podem ser submetidos em serviço normal;
- b) os esforços eletrodinâmicos a que eles podem ser submetidos em condições de curto-circuito;
- c) os esforços relativos à dilatação devida às variações de temperatura que possam acarretar a flambagem dos condutores ou a destruição dos isoladores; pode ser necessário prever juntores de dilatação. Convém, por outro lado, tomar precauções contra as vibrações excessivas dos condutores utilizando suportes suficientemente próximos.

São permitidas ligações no interior de edifícios em linha aberta, isto é, fora de dutos, desde que não seja obrigatório o emprego de eletrodutos, e os condutores não fiquem expostos a danificações de agentes externos. Os condutores deverão ficar no mínimo a 3 metros do piso ou a 2,50 metros no caso de edificações com 2,50 de pé-direito, caso em que deverão ser fixados no forro.

Não deverão ser empregadas linhas abertas:

- a) nos locais úmidos, ambientes corrosivos e localizações perigosas;
- b) nos teatros, cinemas e assemelhados;
- c) nos poços dos elevadores.

Os condutores podem ser instalados:

- a) fixos às paredes com auxílio de argolas, braçadeiras ou isoladores;
- b) sobre bandejas, prateleiras ou suportes análogos.

Para fixação direta a paredes, a distância entre dois pontos de fixação sucessivos não deve ser superior, em percurso horizontal, a:

- a) 0,40 m para os cabos que não comportem qualquer proteção metálica e para os cabos resistentes ao fogo;
- b) 0,75 m para os cabos que comportem proteção metálica.

**Nota:** Em percurso vertical, essas distâncias podem ser aumentadas até um valor de 1 m.

Nas bandejas e prateleiras, os cabos devem ser dispostos, de preferência, em uma só camada. Eles devem ser sempre fixados em ambos os lados de qualquer mudança de direção e nas proximidades imediatas das entradas nos aparelhos.

Quando for usado material magnético para a fixação de cabos unipolares, para evitar a circulação de correntes induzidas que resultam em aquecimento acima do normal, devem-se juntar os cabos de um mesmo circuito trifásico. Entre circuitos trifásicos diferentes ou entre circuitos monofásicos ou bifásicos, devem ser observadas as distâncias mínimas da Tabela 10.9.

**Tabela 10.9** Afastamento mínimo entre condutores

Tensão entre condutores	Entre condutores (mm)	Entre condutores e superfícies próximas (mm)
Até 300 volts	60	12
De 300 a 600 volts	100	25

### 10.1.10 Instalações aéreas

São instalações externas aos edifícios, destinadas à distribuição permanente ou temporária de energia elétrica.

Os condutores quando singelos de cobre podem ser isolados ou não, porém a sua seção mínima em vãos até 15 m corresponderá à bitola 4 mm<sup>2</sup> e, em vãos de mais de 15 m, corresponderá à bitola 6 mm<sup>2</sup>. Podem, também, ser empregados condutores de menor seção, desde que presos a fio ou cabo mensageiro com resistência mecânica adequada. Em qualquer caso, o espaçamento dos suportes deve ser igual ou inferior a 30 m.

Quando forem instaladas diversas linhas em diferentes níveis de uma mesma posteação:

- a) os circuitos devem ser dispostos por ordem decrescente de tensões de serviço, a partir do topo;
- b) os circuitos de telefonia, sinalização e semelhantes devem ficar em nível inferior aos condutores de energia;
- c) a instalação dos circuitos em postes ou em outras estruturas deve ser feita de modo a permitir o acesso dos condutores mais altos com facilidade e segurança, sem inter-ferir nos condutores situados em níveis mais baixos;
- d) os afastamentos verticais mínimos serão os seguintes:
  - 1,00 m entre circuitos de alta tensão (entre 15 000 e 38 000 V) e de baixa tensão;
  - 0,80 m entre circuitos de alta tensão (até 15 000 V) e de baixa tensão;
  - 0,60 m entre circuitos de baixa tensão;
  - 0,60 m entre circuitos de baixa tensão e circuitos de telefonia, sinalização e congêneres.

As alturas mínimas em relação ao solo deverão ser:

- 5,50 m, em locais acessíveis a veículos pesados;
- 4,00 m, em entradas de garagens residenciais, estacionamentos ou outros locais não acessíveis a veículos pesados;
- 3,50 m, em locais acessíveis apenas a pedestres;
- 4,50 m, em áreas rurais (cultivadas ou não).

As linhas aéreas deverão ficar fora do alcance de janelas, sacadas, escadas, saídas de incêndio, terraços ou locais análogos, atendendo a uma das condições a seguir:

- estar a uma distância horizontal igual ou superior a 1,20 m; ou
- estar a uma distância vertical igual ou superior a 2,50 m acima do solo de sacadas, terraços ou varandas; ou
- estar a uma distância vertical igual ou superior a 0,50 m abaixo do solo de sacadas, terraços ou varandas.

**Nota:** Se a linha aérea passar sobre uma zona acessível da edificação, deverá ser obedecida a altura mínima de 3,50 m. As linhas aéreas não poderão passar por cima de edifícios. As emendas e derivações devem ser feitas a distâncias iguais ou inferiores a 0,30 m dos isoladores.

Podem ser utilizadas paredes de edificações como suportes, não devendo, entretanto, ser utilizadas árvores, canalizações de qualquer espécie ou elementos de para-raios.

Os vãos devem ser calculados em função da resistência mecânica dos condutores e das estruturas de suportes, não devendo os condutores ficar submetidos, nas condições mais desfavoráveis de temperatura e vento, a esforços de tração maiores do que a metade da respectiva carga de ruptura; além disso, os vãos não devem exceder:

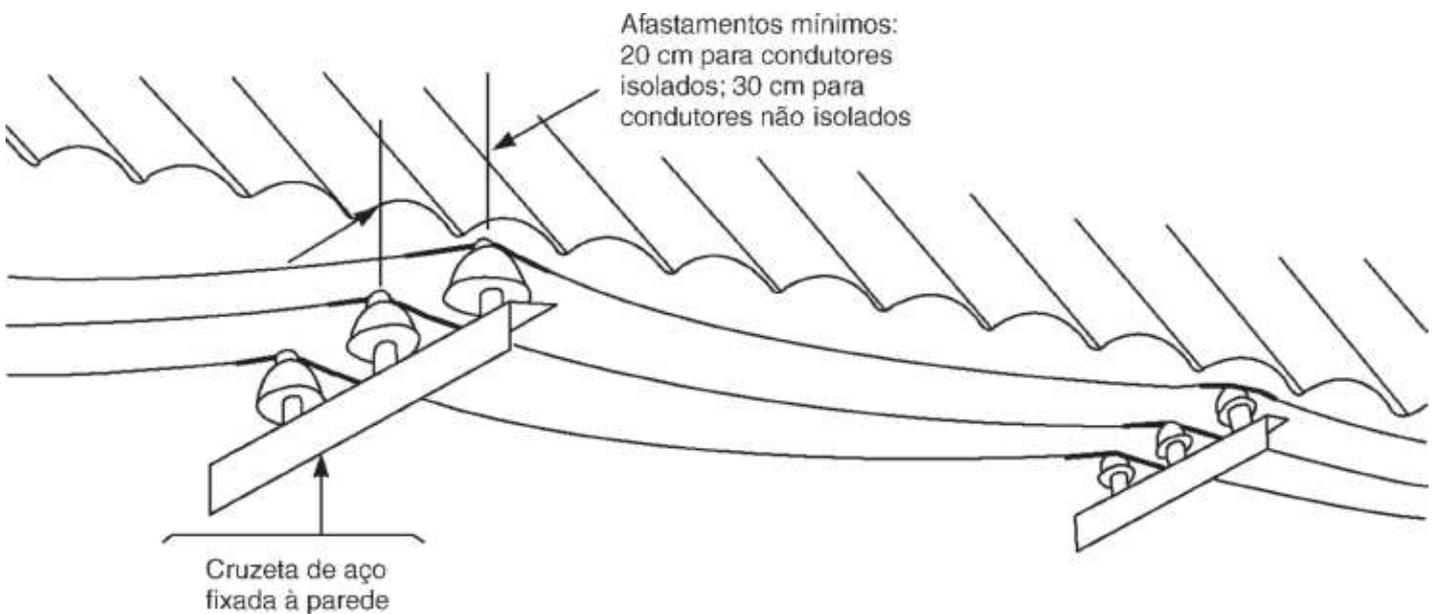
- 10,00 m em cruzetas ao longo de paredes;
- 30,00 m nos demais casos (Figura 10.15).

A ligação das linhas aéreas à instalação interna deverá ser feita de modo que não haja penetração de água nos eletrodutos.

Os condutores deverão ser fixados a isoladores apropriados, presos a cruzetas ou outros suportes por parafusos galvanizados. Toda a ferragem deverá ser também galvanizada, e as madeiras deverão receber tratamento para evitar apodrecimento. Estas, quando enterradas, deverão ser tratadas até no mínimo 50 cm acima do solo.

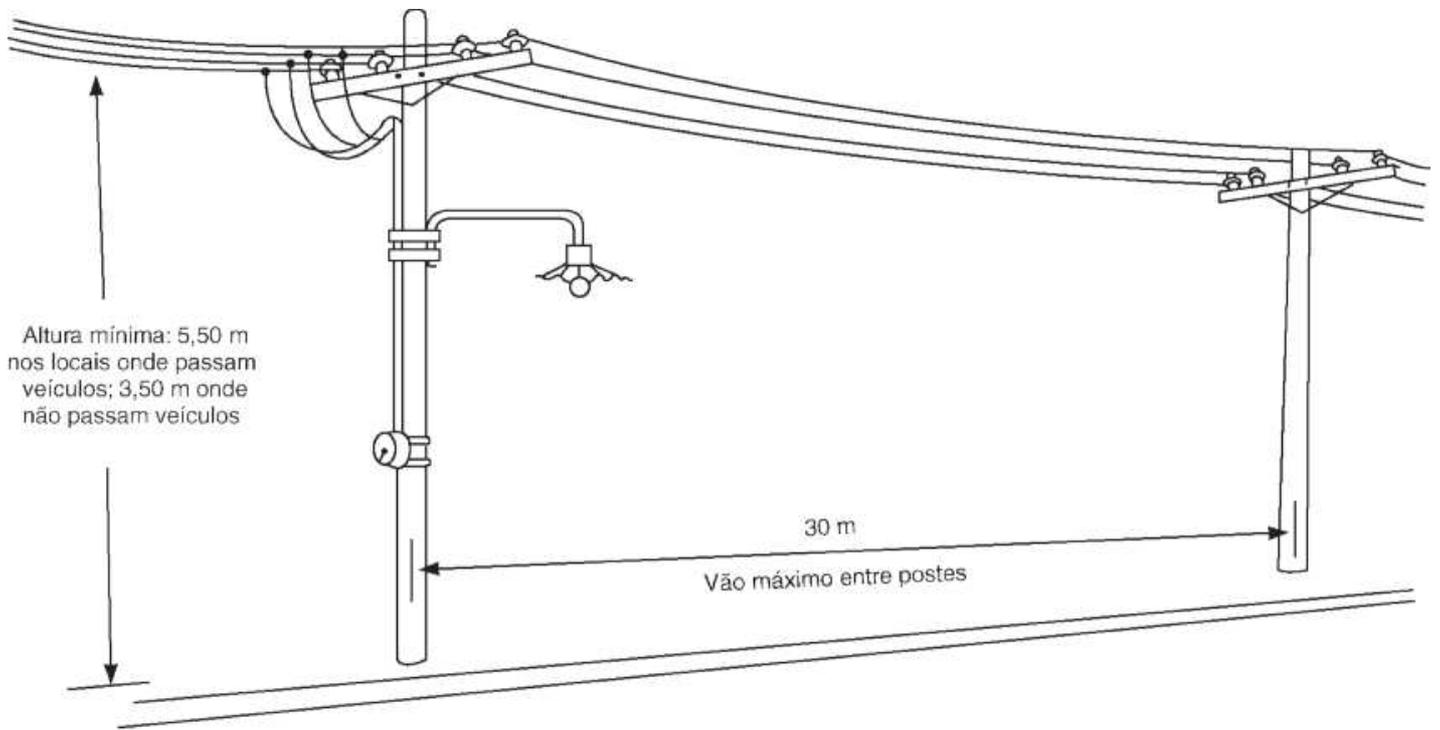
Os isoladores em cruzetas horizontais deverão ser afastados, no mínimo, 20 cm para condutores isolados e 30 cm para condutores não isolados (Figura 10.14).

Quando os isoladores do tipo carretel forem dispostos em armação vertical (armação Presbow), as distâncias poderão ser reduzidas até 15 cm, para condutores isolados, e 25 cm, para condutores não isolados (Figura 10.16).



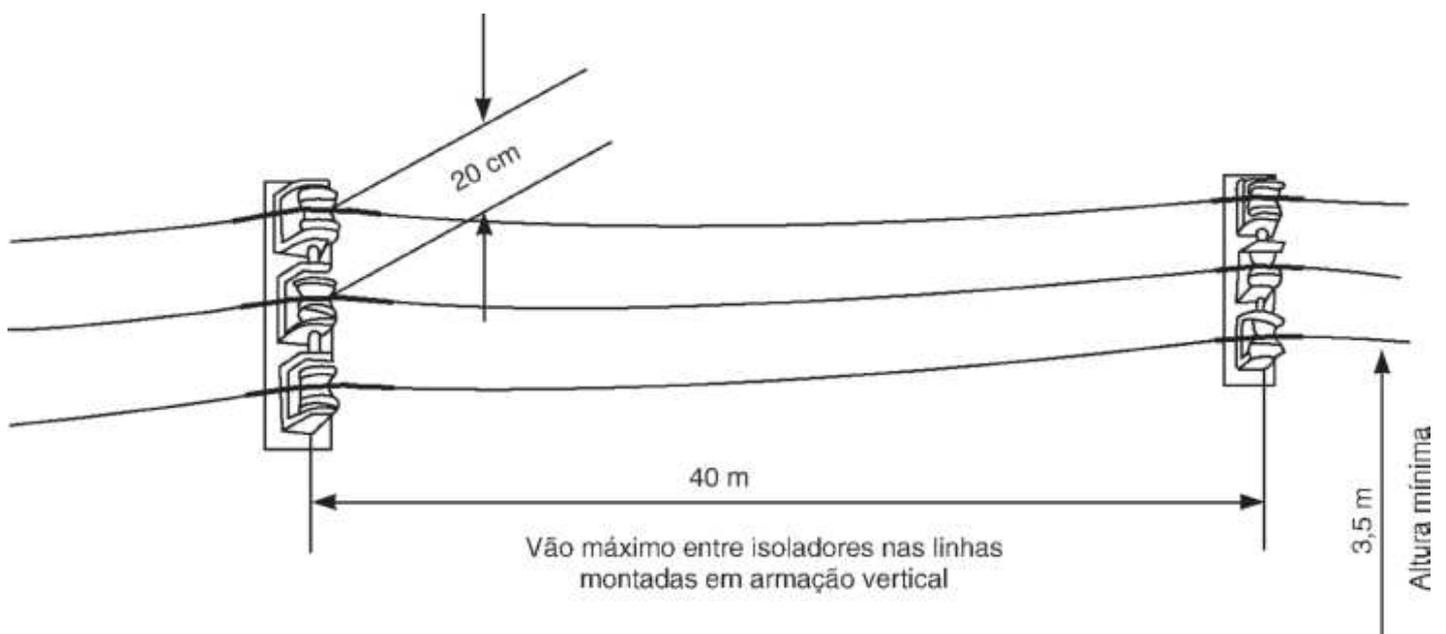
Rede de baixa tensão sobre cruzetas fixadas à parede.

**Figura 10.14**



Rede de baixa tensão sobre poste.

**Figura 10.15**



Rede disposta na vertical.

**Figura 10.16**

### 10.1.11 Linhas aéreas externas

Nas linhas aéreas externas podem ser usados condutores nus ou providos de cobertura resistente às intempéries, condutores isolados ou cabos multiplexados em feixes e montados sobre postes ou estruturas.

Quando uma linha aérea servir a locais que apresentam riscos de explosões (BE-3), ou seja, presença, tratamento ou armazenamento de materiais explosivos, a alimentação deve ser efetuada por intermédio de linha enterrada de um comprimento mínimo de 20 m.

Os condutores nus devem ser isolados de forma que seu ponto mais baixo observe as seguintes alturas mínimas em relação ao solo:

- 5,50 m onde houver tráfego de veículos pesados;
- 4,50 m onde houver tráfego de veículos leves;
- 3,50 m onde houver passagem exclusiva de pedestres.

Os condutores nus devem ficar fora do alcance das janelas, sacadas, escadas, saídas de incêndio, terraços ou locais semelhantes. Para que esta prescrição seja satisfeita, os condutores devem atender a uma das condições seguintes:

- a) estar a uma distância horizontal igual ou superior a 1,20 m;
- b) estar acima do nível superior das janelas;
- c) estar a uma distância vertical igual ou superior a 3,50 m acima do piso de sacadas, terraços ou varandas;
- d) estar a uma distância vertical superior a 0,50 m abaixo do piso das sacadas, terraços ou varandas.

### 10.1.12 Linhas pré-fabricadas

As linhas pré-fabricadas não devem ser instaladas em locais contendo banheira ou chuveiro.

Os invólucros ou coberturas devem assegurar a proteção contra contatos diretos em serviço normal. Devem possuir um grau de proteção, no mínimo, igual a IP2X, e para sua abertura ou desmontagem deve ser respeitada uma das condições seguintes:

- fora da zona de alcance normal, cujo volume é mostrado na NBR 5410:2004;
- partes acessíveis que se achem a tensões diferentes, distanciadas a mais de 2,5 m.

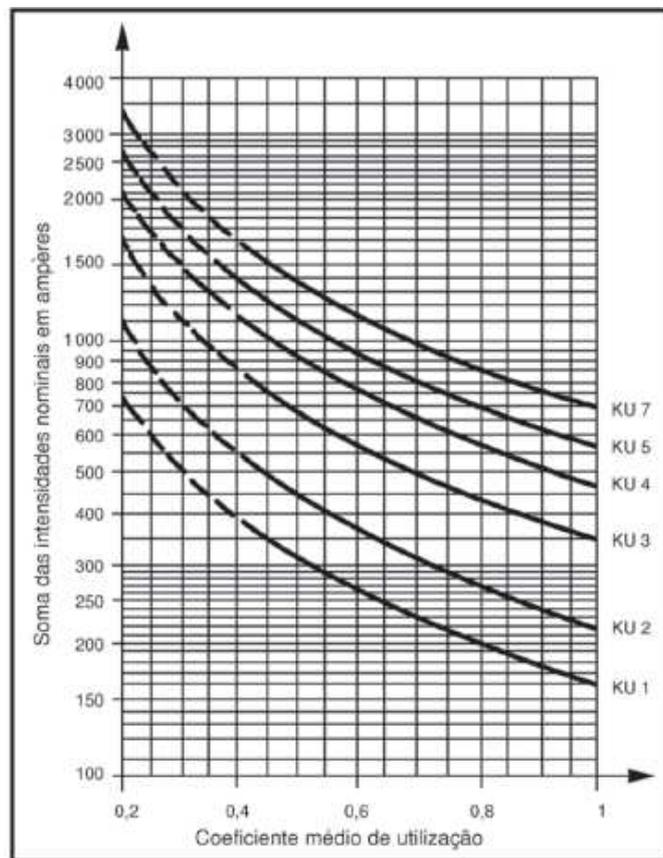
Na Figura 10.17, vemos uma parte de linha pré-fabricada, um elemento reto.

Esses elementos são executados em todos os calibres KU em tripolar ou tetrapolar + terra, em comprimentos normalizados de 1, 1,5, 2 e 3 mm. São entregues com os dispositivos de junção, bem como os parafusos e porcas necessários à sua montagem.

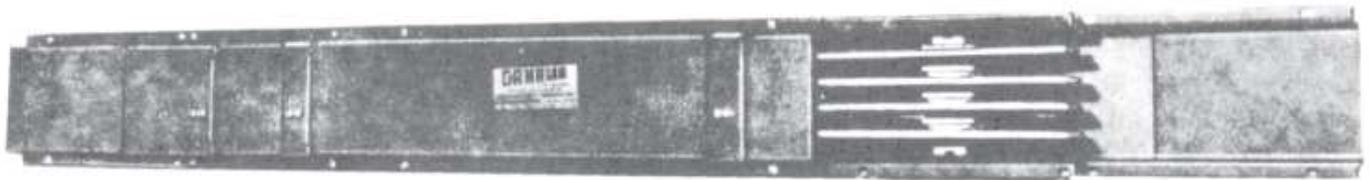
### 10.1.13 Instalações em espaços de construção e poços

Podem ser utilizados cabos isolados em eletrodutos ou cabos uni ou multipolares, sob qualquer forma normalizada de instalação, desde que:

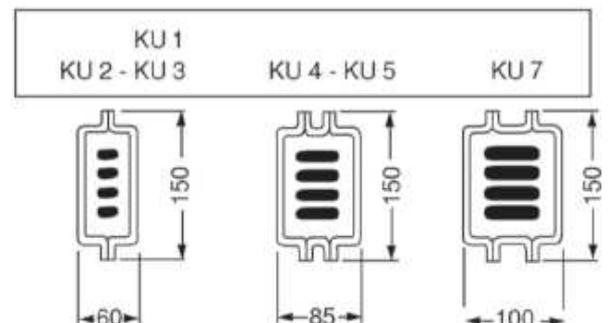
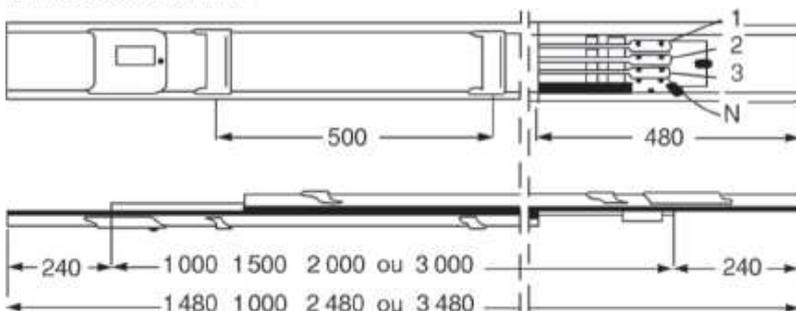
- a) possam ser enfiados ou retirados sem intervenção nos elementos de construção do prédio;
- b) os eletrodutos utilizados sejam estanques e não propaguem a chama;
- c) os cabos instalados diretamente, isto é, sem eletrodutos, nos espaços de construção ou poços, atendam às prescrições da NBR 5410:2004.



Determinação do calibre em função da soma das intensidades nominais e do coeficiente médio de demanda.



Dimensões em mm



Linha pré-fabricada (*bus-way canalis*) da Schneider Electric.

Figura 10.17

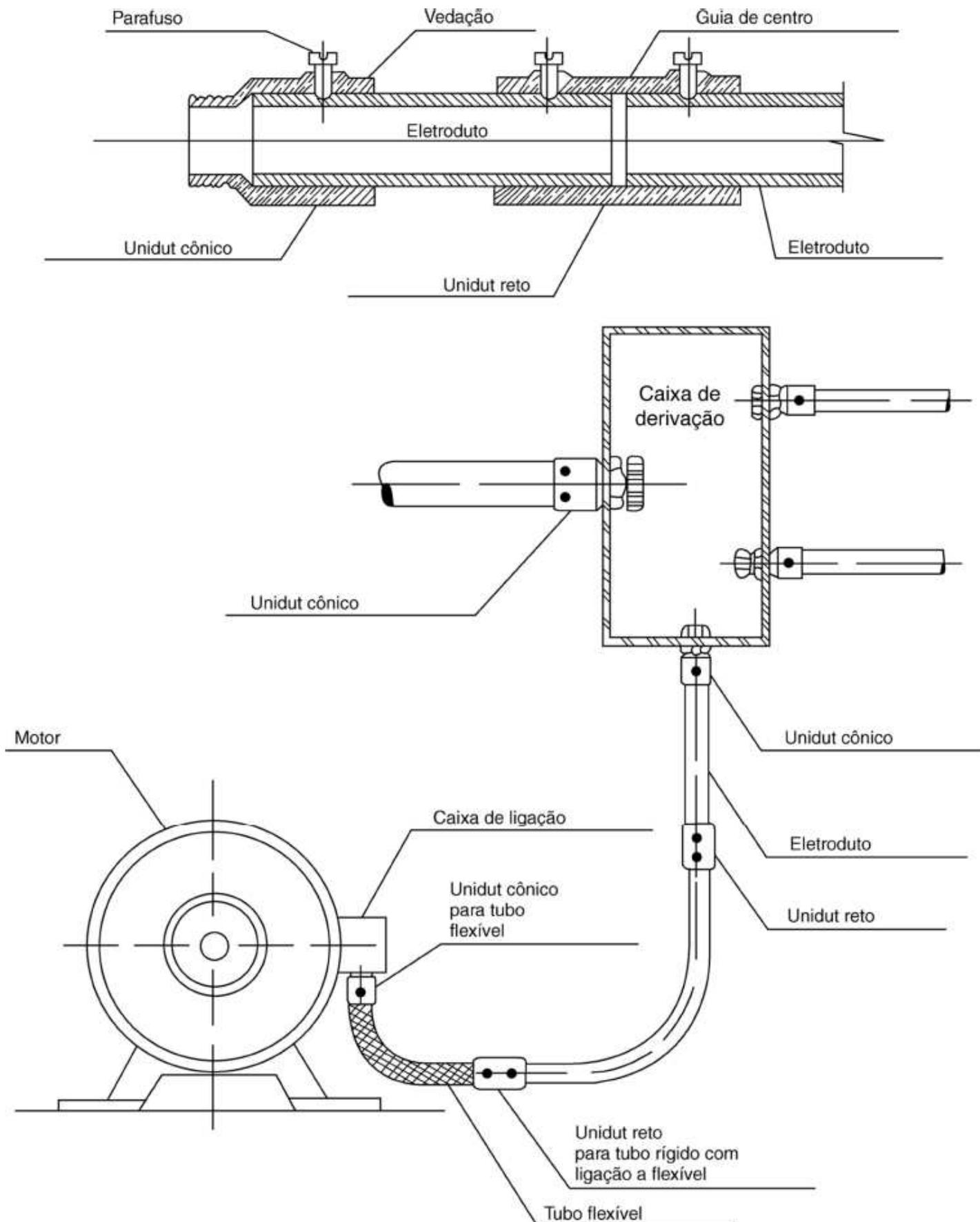
A área ocupada pela instalação, com todas as proteções incluídas, deve ser igual ou inferior a 25% da seção do espaço de construção ou poço utilizado. Os poços de elevadores não devem ser utilizados para a passagem de instalações elétricas, com exceção dos circuitos de controle do elevador. São considerados espaço de construção os espaços entre tetos e soalhos, exceto os tetos falsos desmontáveis e paredes constituídas de tijolos, placas de gesso, blocos manufaturados etc. não projetados como condutores de passagem das instalações elétricas.

### 10.1.14 Conexões não rosqueadas

São dispositivos que permitem a ligação de eletroduto a eletroduto ou de eletrodutos às caixas ou painéis, sem o uso de roscas que normalmente oneram a instalação.

Há fabricantes que indicam “conexões retas” para a emenda de eletrodutos sem necessidade de luvas, uniões ou juntas de expansões ou “conexões cônicas” usadas nas entradas e saídas de painéis, caixas de passagem comuns ou do tipo petroleletes.

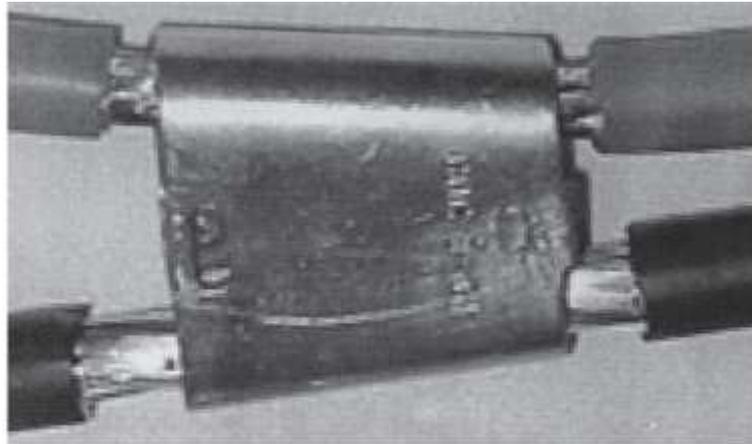
Na Figura 10.18 vemos um tipo de instalações usando conexões não rosqueadas indicadas pelo fabricante para utilização em instalações aparentes comuns ou à prova de tempo, instalações embutidas em alvenaria ou concreto, instalações subterrâneas ou para tubos flexíveis.



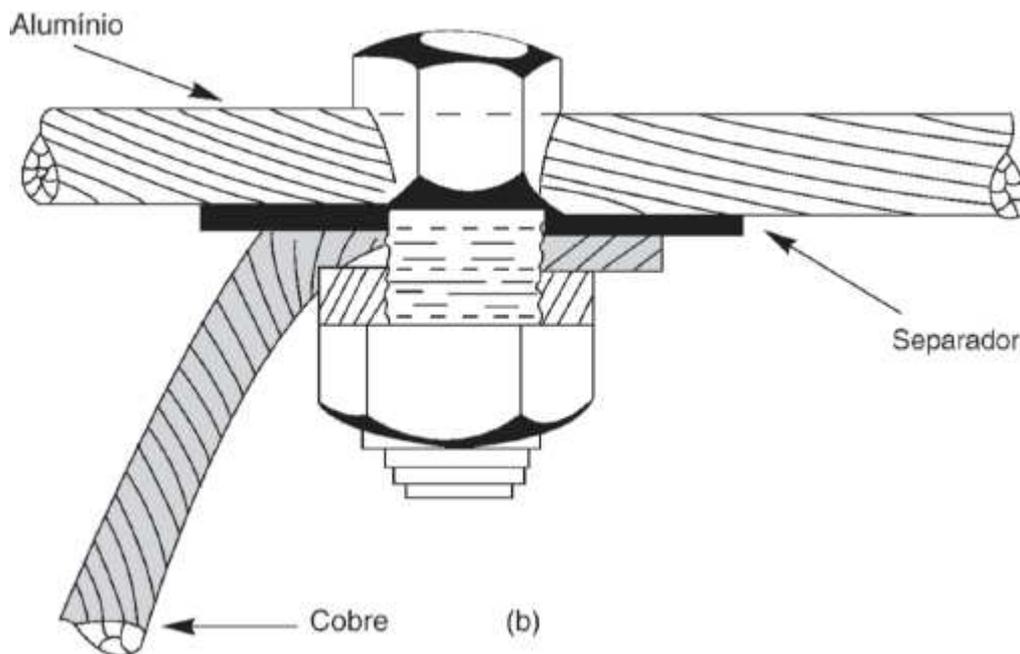
**Figura 10.18**

### 10.1.15 Emendas de condutores

É muito comum, nas redes aéreas, a derivação para o ramal de entrada dos prédios. Essas redes podem ser de cobre ou de alumínio, e as derivações são em cobre. Nesses tipos de derivações, cuidados especiais devem ser tomados para evitar a corrosão resultante do contato de dois metais diferentes (cobre e alumínio). Pode-se evitar a corrosão ou oxidação estanhando a parte do cobre a ser conectada com o alumínio ou, então, usando um conector bimetalico. Este segundo método é mais eficiente (Figura 10.19). A oxidação resultante da ligação direta dos dois metais tem sido a causa de falhas em redes, porque aumenta muito a resistência ôhmica dos condutores.



(a)



(b)

Conectores bimetalicos.

**Figura 10.19**

### 10.1.16 Verificação final (ver Cap. 7 da NBR 5410:2004)

#### 10.1.16.1 Prescrições gerais

Qualquer instalação ou reforma (extensão ou alteração) de instalação existente deve ser inspecionada visualmente e ensaiada, durante e/ou quando concluída a instalação, antes de ser posta em serviço pelo usuário, de forma a verificar a conformidade com as prescrições da NBR 5410:2004.

Deve ser fornecida a documentação da instalação (conforme subitem 6.1.8 — NBR 5410:2004) às pessoas encarregadas de verificar, na condição de documentação “como construído”.

Durante a realização da inspeção e dos ensaios, devem ser tomadas precauções que garantam a segurança das pessoas e evitem danos a propriedades e aos equipamentos instalados.

Quando a instalação a verificar constituir reforma de uma instalação existente, deve ser investigado se esta não anula as medidas de segurança da instalação existente.

### 10.1.16.2 Inspeção visual

A inspeção visual deve preceder os ensaios e ser realizada com a instalação desenergizada.

A inspeção visual deve ser realizada para confirmar se os componentes elétricos permanentes conectados estão:

a) em conformidade com as normas aplicáveis;

**Nota:** Isso pode ser verificado por marca de conformidade, certificação ou termo de responsabilidade emitido pelo fornecedor.

b) corretamente selecionados e instalados de acordo;

c) não visivelmente danificados, de modo a restringir o funcionamento adequado à sua segurança. A inspeção visual deve incluir no mínimo a verificação dos seguintes pontos:

- medidas de proteção contra choques;
- medidas de proteção contra efeitos térmicos;
- seleção de linhas elétricas;
- escolha, ajuste e localização dos dispositivos de proteção.

### 10.1.16.3 Ensaios

#### 10.1.16.3.1 Prescrições gerais

Os seguintes ensaios devem ser realizados onde forem aplicáveis e, preferivelmente, na sequência apresentada:

- continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principal e suplementares;
- resistência de isolamentos da instalação elétrica;
- seccionamento automático da alimentação;
- ensaio de tensão aplicada;
- ensaios de funcionamento.

### 10.1.17 Continuidade dos condutores e ligações equipotenciais

A continuidade dos condutores de proteção deve ser feita por meio de ensaio sob tensão com fonte apresentando tensão em vazio entre 4 V e 24 V, em CC ou CA, e com uma corrente de ensaio de, no mínimo, 0,2 A.

### 10.1.18 Resistência de isolamento

A resistência de isolamento deve ser medida:

- entre os condutores vivos, tomados dois a dois;
- entre cada condutor vivo e terra. Nessa medição os condutores de fase e o condutor neutro podem ser interligados.

O isolamento é considerado satisfatório se cada circuito, sem os aparelhos de utilização, apresentar uma resistência de isolamento igual ou superior à estabelecida na Tabela 10.10.

O equipamento de ensaio deve ser capaz de fornecer a tensão de ensaio especificada com uma corrente mínima de 1 mA.

Os ensaios podem ser efetuados com os aparelhos de utilização ligados à instalação, mas suas chaves desligadas.

**Tabela 10.10** Resistência de isolamento

Tensão nominal do circuito	Tensão de ensaio, em corrente contínua (V)	Resistência de isolamento mínimo em megaohms
----------------------------	--	--

Extrabaixa tensão	250	0,25
Igual ou inferior a 500 V	500	0,5
Superior a 500 V	1 000	1,0

Referência: Tabela 60 da NBR 5410:2004.

Cuidados especiais devem ser tomados quando o circuito incluir dispositivos eletrônicos e com as bobinas dos contactores que, se ligadas, estabelecem interligação entre os condutores-fase.

### 10.1.19 Medição da impedância do percurso do caminho de falta (Anexo K da NBR 5410:2004)

Deve ser efetuada pelo método do voltímetro e amperímetro à mesma frequência. Também pode ser efetuada pelo cálculo quando o condutor de proteção for inacessível.

### 10.1.20 Polaridade

Se numa instalação houver proibição da aplicação de uma peça de controle unipolar no neutro (interruptores, chaves etc.), isto deve ser verificado e corrigido.

### 10.1.21 Ensaios funcionais

Devem ser feitos ensaios funcionais nos conjuntos como: quadros elétricos, controles, intertravamento e nos dispositivos de proteção, a fim de verificar se estão corretamente instalados e calibrados.

### 10.1.22 Manutenção preventiva

Toda a instalação deve ser periodicamente verificada por pessoas credenciadas ou qualificadas, com uma frequência que varia de acordo com a importância da instalação.

Devem ser observados, em especial, os seguintes pontos:

- medidas de proteção contra contato com as partes vivas; estado dos condutores e suas ligações; estado dos cabos flexíveis dos aparelhos móveis e sua proteção; estado dos dispositivos de proteção e manobra; ajuste dos dispositivos de proteção e a correta utilização dos fusíveis; valor da resistência de terra etc.

Toda a instalação (ou parte) que pareça perigosa deve ser desenergizada e só recolocada em serviço após reparação satisfatória.

### 10.1.23 Manutenção corretiva

Toda falha ou anomalia no equipamento elétrico ou em seu funcionamento deve ser avisada à pessoa competente para fim de reparação.

Quando os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes, ou contra choques elétricos, atuarem sem causa conhecida, deve ser feita uma verificação imediata para conhecer a causa e os meios de corrigi-la.

## Resumo

- Instalações em eletrodutos rígidos: tabelas, condições de emprego, curvas;
- Caixas e conduletes: figuras de catálogos;
- Instalações aparentes: emprego, figuras de catálogos, tabelas;
- Instalação de condutores em eletrodutos: prescrições das normas, técnicas para enfição;
- Instalações em linha aberta: prescrições de normas, instalações dos condutores, emendas dos condutores;
- Instalações em espaços de construção e poços: prescrições de normas;

- Instalações em calhas: prescrições de normas e figuras de catálogos;
- Instalações aéreas: prescrições de normas, figuras típicas;
- Instalações subterrâneas: prescrições de normas, exemplo de escolha dos condutores;
- Instalações em lajes: prescrições;
- Instalações sobre isoladores: prescrições e desenhos;
- Conexões não rosqueadas: prescrições e figuras de fabricantes;
- Verificação final e manutenção de uma instalação: continuidade e ligações equipotenciais, resistência de isolamento, ensaios funcionais, manutenção corretiva e preventiva.