



**ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO ARNULPHO MATTOS**

## **INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL**

### **PRÁTICAS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

**CURSO: TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

**SÉRIE: 1ª**

**PROFESSOR (ES): Dorival Brito, Mateus Barreto, Murilo Reis, Paulo Francisco**

## **RESUMO**

A disciplina aborda os conceitos referentes à práticas em instalações de dispositivos elétricos usualmente aplicados em baixa tensão, além da utilização de ferramentas.

O objetivo do curso é prover noções básicas de manuseio de ferramentas, conhecimentos práticos referentes à instalações elétricas básicas e proporcionar conhecimento referentes à processos de execução de tarefas manuais específicas do trabalho com eletricidade.

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	3
INTRODUÇÃO.....	4
1. CHOQUE ELÉTRICO .....	5
2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	9
3. MATERIAIS E DISPOSITIVOS UTILIZADOS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ..	10
3.1. CONDUTORES .....	10
3.2. INTERRUPTORES.....	11
3.3. LÂMPADAS .....	11
3.4. RECEPTÁCULO OU SOQUETE.....	17
3.5. REATOR .....	17
3.6. LUMINÁRIA .....	18
3.7. TOMADAS .....	18
3.8. ELETRODUTOS.....	19
3.9. CALHAS .....	21
3.10. LUVAS, BUCHAS E ARRUELAS.....	25
3.11. CAIXA DE PASSAGEM.....	27
4. FERRAMENTAS EMPREGADAS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	33
5. PROCEDIMENTOS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA .....	44
5.1. EMENDAS E SOLDAS .....	44
5.2. TRACIONAMENTO DE CONDUTORES EM TUBULAÇÕES.....	49
5.3. CORTE, ABERTURA DE ROSCAS E CURVAMENTO .....	51
6. REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS E EXECUÇÃO DE DIAGRAMA DE INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS E PREDIAIS .....	58
7. INSTALAÇÃO DE TOMADAS MONOFÁSICAS, BIFÁSICAS E TRIFÁSICAS .....	62
8. INSTALAÇÃO DE LÂMPADAS E INTERRUPTORES .....	66
9. INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE LÂMPADAS E INTERRUPTORES .....	69
9.1. INTERRUPTOR SIMPLES .....	69
9.2. INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES .....	70
9.3. INTERRUPTOR PARALELO (THREE – WAY) .....	71
9.4. INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO (FOUR – WAY).....	72
9.5. INTERRUPTOR BIPOLAR .....	73
9.6. LÂMPADA FLUORESCENTE .....	75
10. INSTALAÇÃO DE CAMPAINHA (CIGARRAS) .....	78
11. INSTALAÇÃO DE RELÉ FOTOELÉTRICO .....	80
12. INSTALAÇÃO DE SENSOR DE PRESENÇA .....	83
13. INSTALAÇÃO DE MINUTERIAS .....	85
14. INSTALAÇÃO DE PONTOS TELEFÔNICOS .....	87
15. INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE MANOBRA E PROTEÇÃO .....	90
15.1. FUSÍVEIS .....	90
15.2. DISJUNTORES .....	94
15.4. EXEMPLOS DE CIRCUITOS .....	98
15.5. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS) .....	101
16. DIVISÃO DE CIRCUITOS .....	104
REFERÊNCIAS .....	109
ANEXOS .....	110

## INTRODUÇÃO

Uma instalação elétrica é definida pelo conjunto de materiais e componentes elétricos essenciais ao funcionamento de um circuito ou sistema elétrico. As instalações elétricas são projetadas de acordo com normas e regulamentações definidas, principalmente, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. A legislação pertinente visa a observâncias de determinados aspectos, bem como, Segurança, Eficiência, Qualidade Energética, etc.

Com base nessas características a disciplina de Práticas em Instalações Elétricas tem como objetivo apresentar ao discente os diversos materiais disponíveis e ferramentas necessárias para a execução de instalações elétricas residenciais e industriais.

## 1. CHOQUE ELÉTRICO

O choque elétrico é a sensação experimentada quando o corpo é percorrido por uma corrente elétrica. Atividades musculares, como a respiração e os batimentos cardíacos, são controladas por correntes elétricas muito pequenas, conduzidas pelo sistema nervoso. A célula é estimulada através do envio de impulsos nervosos que são, simplesmente, variações de potenciais elétricos (potencial negativo, de repouso, ao potencial positivo, de ação). Variações de potenciais são transmitidas aos tecidos e difundidas pelos meios condutores e mensuráveis externamente, por exemplo, por eletrodos na pele (Eletroencefalogramas, Eletrocardiogramas, etc.).

**Figura 1** – Exemplo de choque elétrico.



Correntes causadas pela exposição a tensões elétricas externas ao atingirem o limiar de percepção (menor corrente que sensibiliza o corpo humano), dependendo de alguns fatores, podem ocasionar deficiências orgânicas como:

Tetanização - paralisia muscular provocada pela circulação de correntes elétricas através dos tecidos nervosos que controlam os músculos.

Parada respiratória - ocorre quando são envolvidos na tetanização os músculos peitorais, bloqueando os pulmões e parando a função vital de respiração.







Asfixia - contração de músculos ligados à respiração e/ou paralisia dos centros nervosos que comandam a função respiratória causadas por correntes elétricas superiores ao limite de largar. Se a corrente elétrica permanece, o indivíduo perde a consciência e morre sufocado.

Fibrilação ventricular - se a corrente elétrica atinge diretamente o músculo cardíaco, poderá perturbar seu funcionamento regular. Os impulsos periódicos, que em condições normais regulam as contrações (sístole) e as expansões (diástole), são alterados e o coração vibra desordenadamente.




Queimadura - a passagem da corrente elétrica pelo corpo humano gera calor produzindo queimaduras, cuja gravidade depende da intensidade e do tempo de contato com a corrente elétrica. Em altas tensões, os efeitos térmicos produzem destruição de tecidos superficiais e/ou profundos, artérias, centros nervosos, além de causar hemorragias.

A Tabela 1 apresenta os efeitos fisiológicos diretos da eletricidade e a Tabela 2 apresenta os efeitos fisiológicos indiretos da eletricidade.

**Tabela 1** – Efeitos fisiológicos diretos.

INTENSIDADE	EFEITO	CAUSAS	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Eletrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

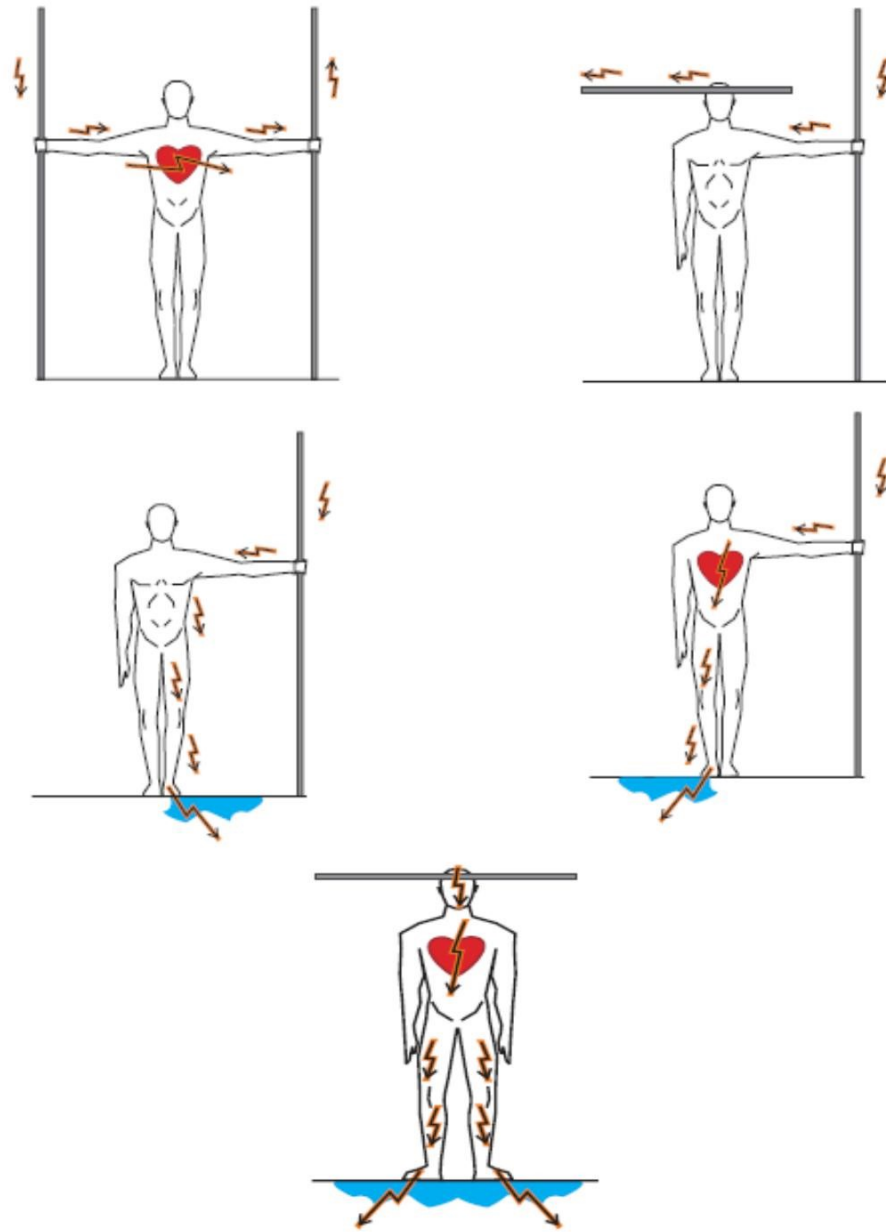
**Tabela 2** - Efeitos fisiológicos indiretos.

EFEITO	CAUSAS	
<b>Transtornos Cardiovasculares</b>	O choque elétrico afeta o ritmo cardíaco: infarto, taquicardia etc...	
<b>Queimaduras Internas</b>	A energia dissipada produz queimaduras internas: coagulação, carbonização.	
<b>Queimaduras Externas</b>	Produzidas por arco elétrico a 4000°C.	
<b>Outros Transtornos</b>	Conseqüências da passagem da corrente	Auditivo, ocular nervoso, renal

Uma alteração orgânica causada por um choque elétrico pode variar em função de fatores que interferem na intensidade da corrente e nos efeitos provocados no organismo:

- Trajeto da corrente elétrica no corpo humano, a Figura 2 ilustra possíveis trajetos da corrente elétrica pelo corpo humano;

**Figura 2** – Trajetos da corrente elétrica pelo corpo humano.



- Tipo da corrente elétrica (Contínua ou Alternada);
- Intensidade da corrente;
- Frequência da corrente;
- Condições de contato: temperatura, umidade, nível de isolamento condutor-corpo-terra, etc.

Na análise da prevenção contra choques elétricos deve-se considerar o tipo de contato elétrico entre a pessoa e o condutor:

- Contato Direto – falha de isolamento ou remoção das partes isolantes, com toque acidental da pessoa em parte energizada. A Figura 3 apresenta este fato.
- Contato Indireto – contato da pessoa com parte metálica (carcaça do aparelho), que estará energizada por falha de isolamento, com interrupção ou inexistência do condutor de proteção (terra), conforme se observa na Figura 4.

**Figura 3 – Contato Direto.**



**Figura 4 – Contato Indireto.**



Neste capítulo não se pretende abordar profundamente os riscos do choque elétrico, apenas informá-los do seu perigo, o qual todos os trabalhadores da área elétrica estão expostos, por este motivo, todo o serviço a ser executado deve ser efetuado com o máximo de cuidado e atenção, respeitando as normas vigentes de segurança no trabalho.

A disciplina tem um enfoque prático, por este motivo, os discentes devem manipular todos os equipamentos, ferramentas com o máximo de cuidado respeitando as informações passadas pelo professor. Além disto, os alunos ao entrarem no laboratório não poderão estar utilizando chinelos, somente calçados fechados.

**ATENÇÃO - ENERGIA ELÉTRICA OFERECE RISCOS A SUA SAÚDE, PORTANTO, TRABALHE COM MUITA ATENÇÃO.**



## 2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão, baseada na norma internacional IEC 60364, é a norma aplicada a todas as instalações cuja tensão nominal é menor ou igual a 1000VCA ou 1500VCC.

Outras normas complementares à NBR 5410 são:

- NBR 5456 – Eletrotécnica e eletrônica - Eletricidade geral – Terminologia;
- NBR 5444 – Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais;
- NBR 13570 – Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público;
- NBR 13534 – Instalações Elétricas em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde;

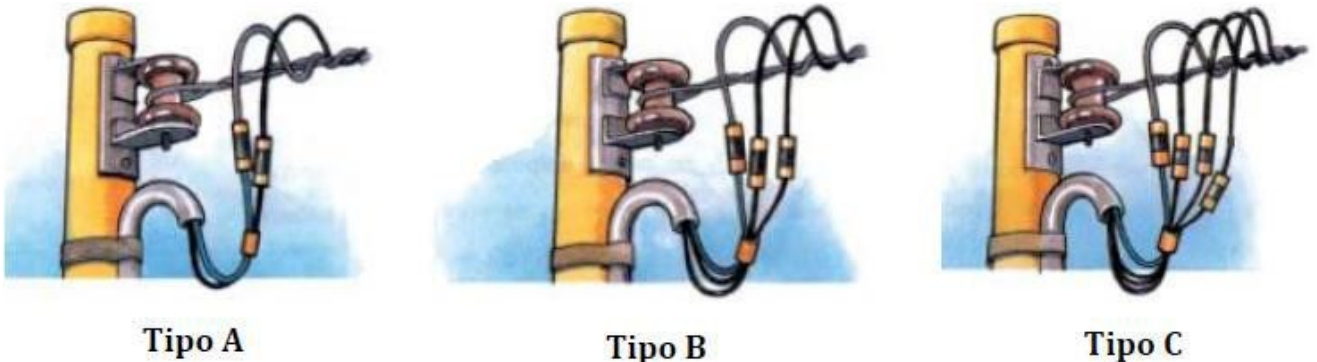
Deve-se levar em consideração as normas definidas pelas concessionárias de energia para o projeto e execução de instalações elétricas, para isto é necessário conhecer o tipo de fornecimento.

O tipo de fornecimento define o número de fases que irão alimentar a instalação elétrica, o qual, está relacionado com a carga instalada. A Tabela 3 mostra os tipos existentes sendo estes apresentados na Figura 5.

**Tabela 3** – Tipos de Fornecimento de energia elétrica para consumidores.

<b>Tipo</b>	<b>Fornecimento</b>	<b>Carga Instalada (C)</b>
A	1 Fase + neutro (2 fios) Tensão de 127V	$C \leq 13 \text{ KW}$
B	2 Fases + neutro (3 fios) Tensão de 127 e 220V	$13 \text{ KW} < C \leq 20 \text{ KW}$
C	3 Fases + neutro (4 fios) Tensão de 127 e 220V	$20 \text{ KW} < C \leq 75 \text{ KW}$

**Figura 5** – Tipos de Fornecimento.



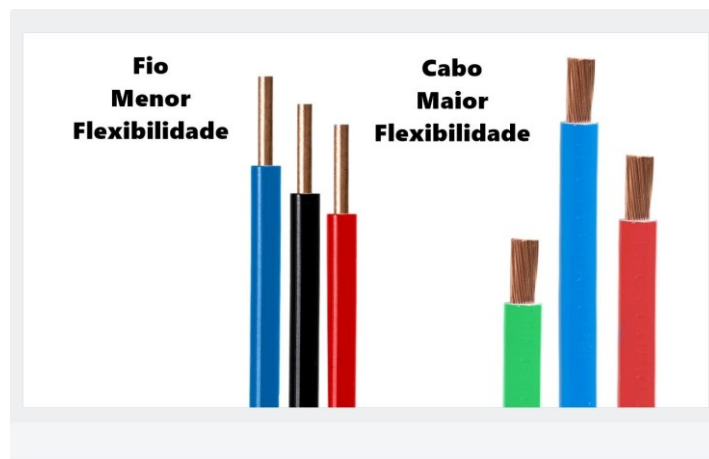
### 3. MATERIAIS E DISPOSITIVOS UTILIZADOS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

#### 3.1. CONDUTORES

São os elementos de ligação entre os quadros e os pontos de luz, de tomada e etc, ou seja, são por eles que a corrente elétrica percorre.

Em circuitos residenciais, os condutores fase e neutro devem possuir a mesma bitola. Em instalações residenciais e/ou prediais, os condutores mais utilizados são de cobre com isolamento em PVC (policloreto de vinila), EPR (borracha etileno-propileno) e XLPE (polietileno reticulado). O isolamento deve ser do tipo não propagador de chamas. Basicamente, existem dois tipos de condutores:

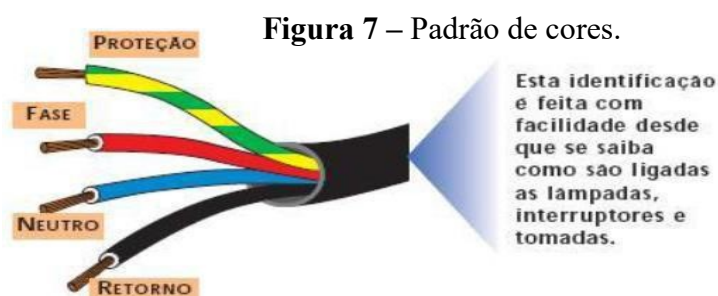
**Figura 6 – Fios e cabos.**



A principal distinção entre fios e cabos está relacionada a flexibilidade dos condutores, uma vez que, a medida que a bitola do condutor aumenta, sua flexibilidade diminui. Neste aspecto, os cabos são mais flexíveis que os fios. O isolamento definirá a resposta à variações na corrente e, conseqüentemente, na temperatura do condutor.

A maneira de instalação dos condutores influenciará na troca térmica entre estes e o ambiente. Desta forma, é preciso levar em consideração as perdas térmicas por efeito Joule nos condutores devido à resistência própria do cabo ou fio. Quanto melhor a dissipação de calor em um condutor, menor é o aumento da resistência elétrica do mesmo e melhor é a capacidade de condução de corrente no circuito. Os critérios de dimensionamento são definidos de acordo com o tipo de instalação dos condutores.

O padrão de cor utilizado para identificação dos condutores é descrito no item 6.1.5.3 da NBR 5410:2004.



**Figura 7 – Padrão de cores.**

### 3.2. INTERRUPTORES

Dispositivo de manobra, de corpo termoplástico com furos para fixação, uma tecla ou alavanca que fecha e abre o circuito elétrico. No corpo estão indicadas, normalmente, a intensidade de corrente, 10A, e a tensão, 250V. Eles podem se dividir em:

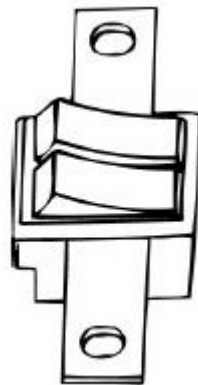
Interruptor de uma seção (simples) – possui dois bornes para ligação dos condutores.

**Figura 8** – Interruptor de uma seção.



Interruptor de duas seções – quatro bornes de ligação dos condutores e duas teclas ou alavancas que fecham e abrem os circuitos elétricos.

**Figura 9** – Interruptor de duas seções.



Interruptor paralelo – possui três bornes para ligação dos condutores.

Interruptor intermediário – possui quatro bornes para ligação dos condutores.

Interruptor bifásico – possui quatro bornes para ligação dos condutores.

### 3.3. LÂMPADAS

Os principais tipos de lâmpadas são:

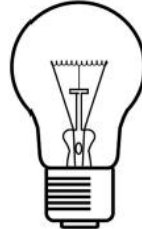
- Incandescentes – Composta de bulbo de vidro, base metálica roscada e filamento de tungstênio. Serve para transformar energia elétrica em luz. No bulbo, estão indicadas a potência (por exemplo: 60W) e a tensão de funcionamento (127V ou 220V). Na medida que o filamento de tungstênio fica incandescente ele emite radiação eletromagnética (luz e calor).

Para evitar que o filamento entre em combustão e se queime rapidamente, remove-se

todo o ar da lâmpada, enchendo-a com uma mistura de gases inertes: nitrogênio e argônio ( ou criptônio).

Ela apresenta uma grande durabilidade em ambientes onde se acende e apaga a lâmpada com frequência, porém, seu rendimento é muito baixo, ou seja, 5% da energia elétrica consumida é transformada em luz, o restante (95%) são transformados em calor.

**Figura 10** – Lâmpada incandescente.



- Halógenas – possuem um bulbo tubular de quartzo no qual são colocados aditivos de iodo ou bromo, sendo utilizadas principalmente em praças de esportes, pátios de armazenamento de mercadorias, teatros, estúdios de TV e etc.

**Figura 11** – Lâmpada halógena.



São de grande potência, mais duráveis, de melhor rendimento luminoso, menores dimensões e que reproduzem mais fielmente as cores, porém são mais caras. Devido a suas características a luz é emitida para a frente enquanto o calor (radiação infravermelha) é desviado para trás.

Em termos de economia, eles oferecem mais luz com potência menor ou igual a das incandescentes comuns, além de possuírem vida útil mais longa, variando entre 2000 e 4000 horas.

**Figura 12** – Dissipação da luz visível e infravermelha.



- Lâmpadas de descarga – nestas lâmpadas a energia é emitida sob forma de radiação, que provoca uma excitação de gases (nobres) ou vapores metálicos, devido à tensão elétrica entre eletrodos especiais.

Esta radiação que se estende da faixa do ultravioleta até a do infravermelho, depende, entre outros fatores, da pressão interna da lâmpada, da natureza do gás ou da presença de partículas metálicas ou halógenas no interior do tubo.

Dentre as lâmpadas de descarga destacam-se: ▀

Fluorescentes – suas principais partes são:

Bulbo (tubo) – serve como compartimento à prova de ar sob baixa pressão, onde são inseridos o mercúrio, o gás de enchimento, os cátodos e camada de pó fluorescente.

Bases – cada base é cimentada em cada extremidade do tubo, unindo a lâmpada ao circuito de iluminação por dois contatos.

Cátodos – conhecido como filamentos ou eletrodos, servem de terminais para o estabelecimento do arco elétrico, sendo uma fonte de elétrons para a corrente da lâmpada.

Estemes – correspondem às extremidades do tubo, fechando-o, e suportam cada um dos cátodos.

**Figura 13** – Lâmpadas fluorescentes.



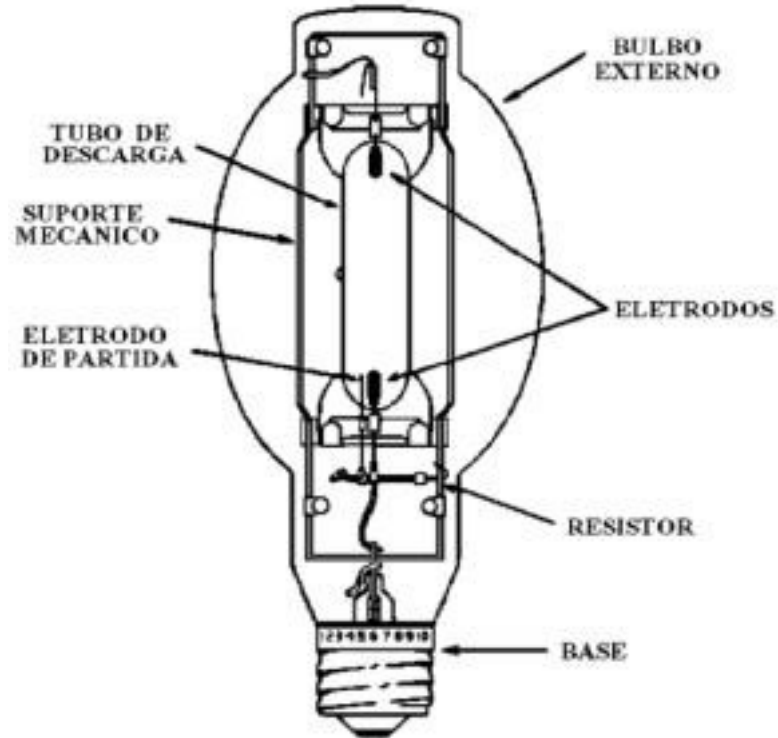
- ▀ Vapor de mercúrio – no interior do tubo são colocadas gotículas de mercúrio líquido além, de uma pequena quantidade de gás (normalmente o argônio). O gás ioniza rapidamente quando uma tensão é aplicada. Uma vez ionizado, sua resistência decresce, permitindo que a corrente flua e o mercúrio se vaporize numa pressão muito baixa. A essa pressão, a corrente, através do vapor de mercúrio, faz com que ele irradie energia mais fortemente a um comprimento de onda específico na região do ultravioleta. Uma camada de pó fluorescente transforma a radiação ultravioleta em luz visível avermelhada.

**Figura 14** – Lâmpada vapor de mercúrio

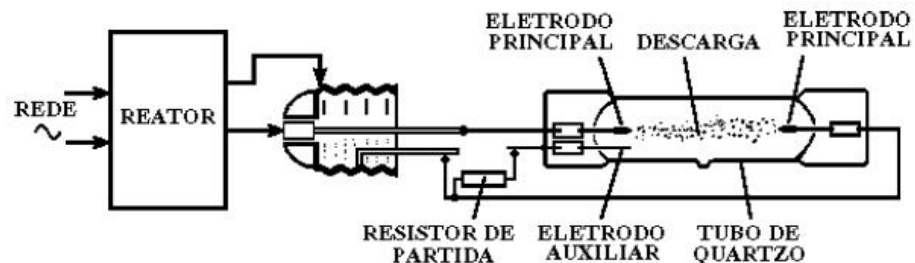


O processo de ignição leva cerca de três minutos para atingir sua claridade total após a ligação, o mesmo tempo ocorre no seu desligamento para o resfriamento da lâmpada.

**Figura 15** – Lâmpada de mercúrio de alta pressão.



**Figura 16** – Princípio de funcionamento da lâmpada de vapor de mercúrio.



▪ Vapor de sódio – fazem uso de um plasma de vapor de sódio para produzir luz. Os objetos iluminados por elas adquirem uma luz incomum e cores dificilmente distinguíveis, por esta razão elas são a melhor solução para a iluminação de locais sujeitos à formação de névoas onde é necessária grande percepção visual (pontes, viadutos, cais, túneis, aeroportos, indústrias pesadas, etc).

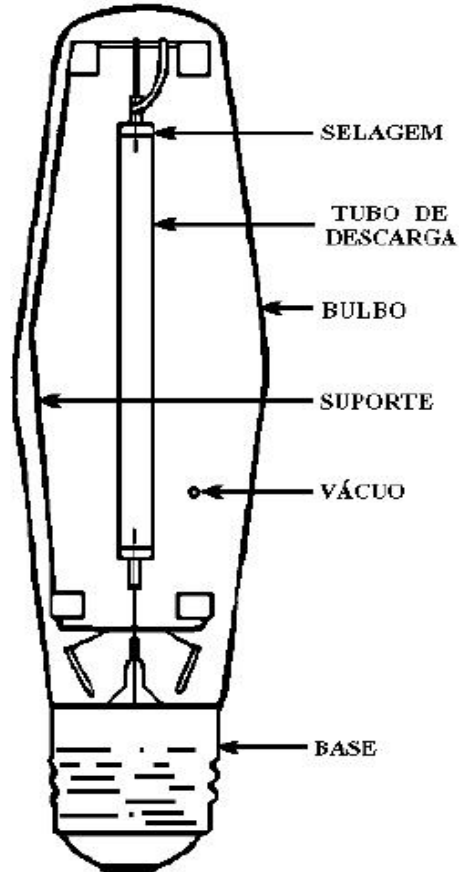
**Figura 17** – Lâmpada vapor de sódio.



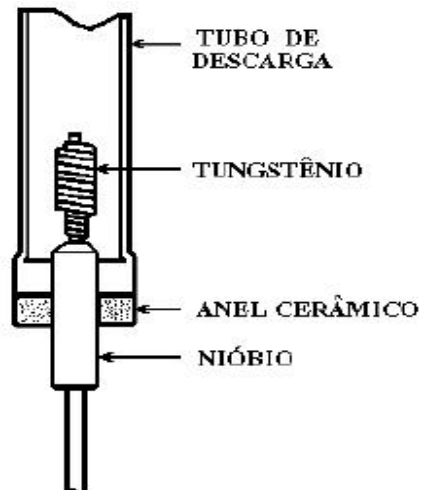
**Figura 18** – Lâmpada de vapor de sódio de baixa pressão.



**Figura 19** - Lâmpada de vapor de sódio de alta pressão.



**Figura 20** – Detalhes do eletrodo da lâmpada de vapor de sódio.

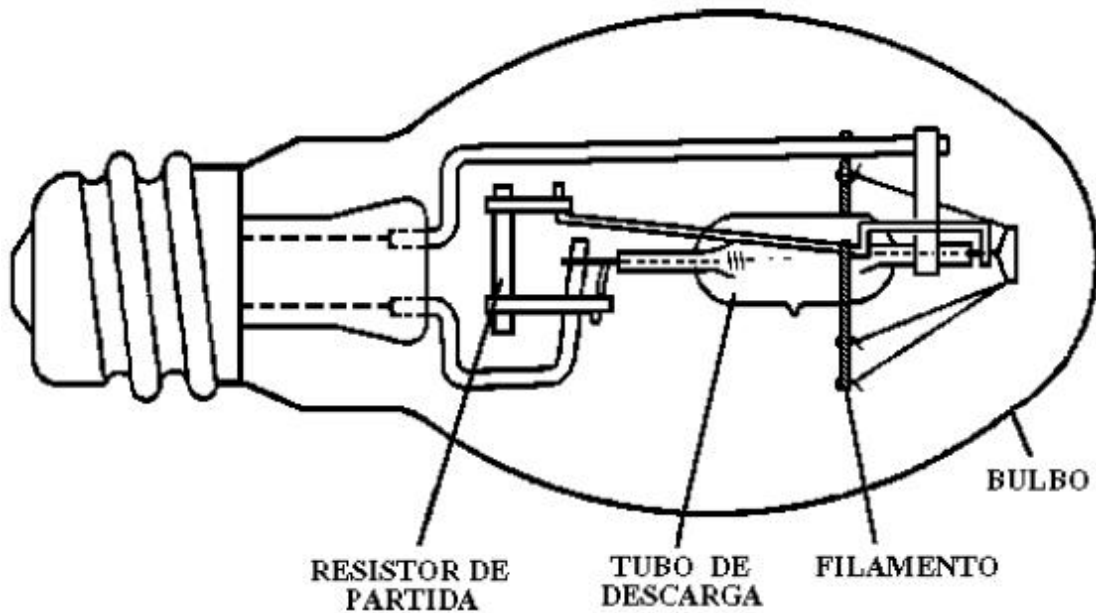


▪ Mistas – reúne as vantagens da lâmpada fluorescente, incandescente e vapor de mercúrio, como resultado consegue-se uma luz semelhante a observada durante o dia. São utilizadas sem reator.

**Figura 21** – Lâmpada mista.



**Figura 22** – Detalhes da lâmpada mista.



• Lâmpadas de led

**Figura 23** – Lâmpada de led.

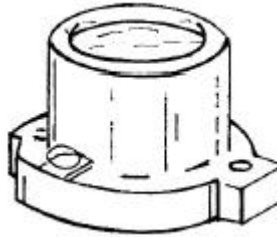




### 3.4. RECEPTÁCULO OU SOQUETE

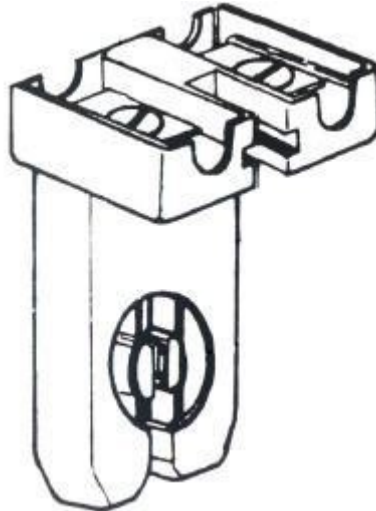
Possui uma base de plástico ou porcelana, com rosca metálica interna, onde é atarraxada a lâmpada (incandescente, fluorescente compacta, led, mista, vapor de sódio e vapor de mercúrio), e os bornes nos quais são ligados os condutores. Serve como ponto de conexão entre a lâmpada e os condutores. Na base estão indicadas a intensidade da corrente e a tensão. Normalmente, as bases mais usadas são para roscas E-27 e a base E-40.

**Figura 24** – Receptáculo.



Para as lâmpadas fluorescentes tem-se o receptáculo composto de corpo de baquelita ou plástico, contatos, onde são introduzidos os pinos das lâmpadas, e bornes, para ligar os condutores.

**Figura 25** – Receptáculo de lâmpada fluorescente.



### 3.5. REATOR

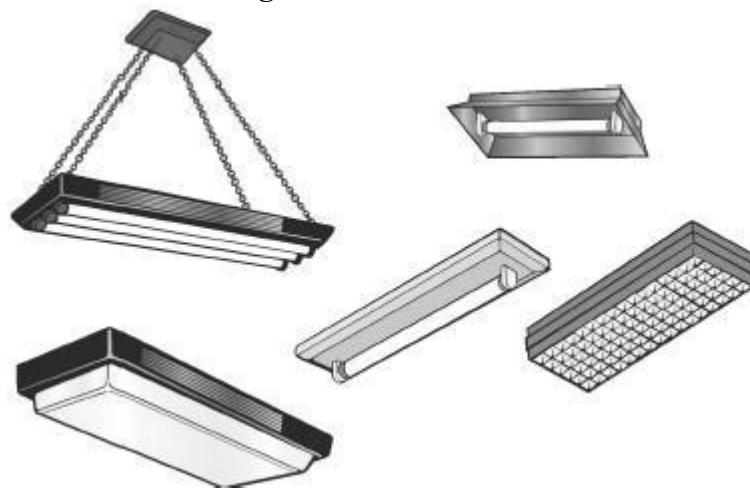
Aparelho montado em caixa de chapa de ferro e imerso em massa isolante. Da caixa do reator saem os condutores em cores diferentes, a fim de facilitar sua ligação aos outros elementos da instalação. Há na caixa o esquema da ligação e características, tais como o número da lâmpada, tensão, potência, que devem ser obedecidas pelo instalador. Serve para proporcionar as duas tensões necessárias ao funcionamento da lâmpada. Há reatores próprios para cada tipo de lâmpada, como, por exemplo, convencionais, os de partida rápida e os eletrônicos. São utilizados em lâmpadas fluorescentes, vapor de mercúrio e vapor de sódio.

**Figura 26 – Reatores.**

### 3.6. LUMINÁRIA

Aparelho de iluminação composto de calha, receptáculos, lâmpada e acessórios. Algumas possuem o difusor, acessório que evita a luz direta e difunde a iluminação de maneira uniforme, fabricado em vidro, plástico ou acrílico.

Ela é responsável pela proteção dos dispositivos elétricos da instalação de iluminação. Existem diversos tipos que podem ser embutidos, pendentes ou fixados diretamente à superfície.

**Figura 27 – Luminárias.**

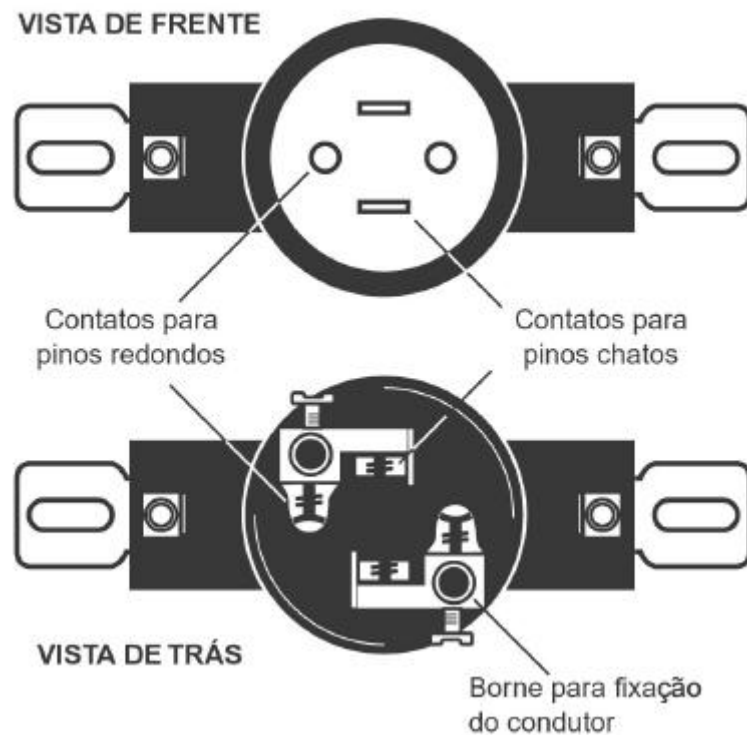
### 3.7. TOMADAS

São dispositivos destinados às ligações de aparelhos eletrodomésticos e industriais e servem para fazer e desfazer as conexões com segurança e facilidade. Elas podem ser fixadas

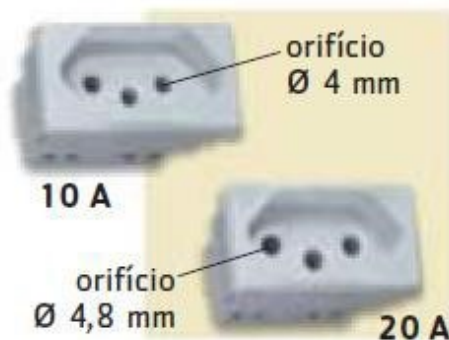
nas paredes ou no piso. Diferem pela forma de sua aplicação, quantidade de seus contatos e por sua capacidade elétrica. Existem tomadas para instalações externas e embutidas.

A forma dos contatos determina o tipo de pinos que a tomada pode receber. Há tomadas para pinos redondos, pinos chatos e também para ambos os pinos. A quantidade dos contatos determina a função da tomada, ou seja, limita o tipo de circuito em que a tomada pode ser instalada. Ela suporta correntes elétricas apenas até um certo valor. Se esse limite for ultrapassado, haverá perigo e os contatos podem-se queimar ou se fundir. Para evitar tais defeitos, cada tomada traz uma inscrição que mostra a carga máxima (tensão e corrente) que ela pode alimentar.

**Figura 28 – Tomada.**

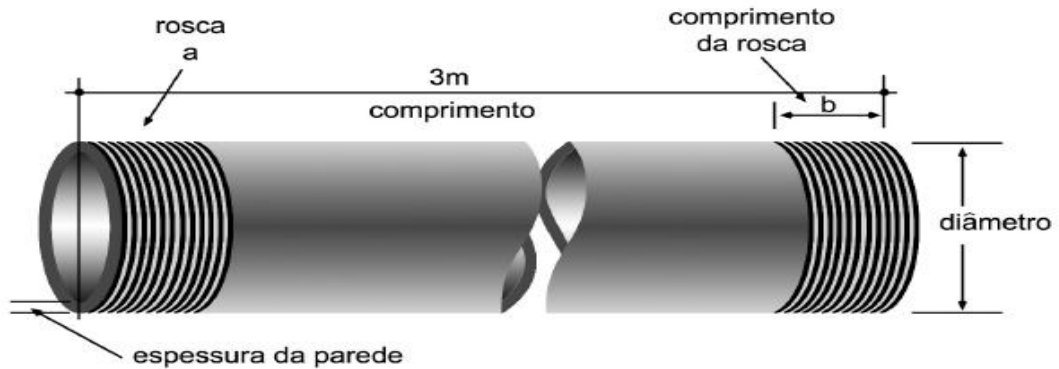


**Figura 29 – Tomada padrão.**



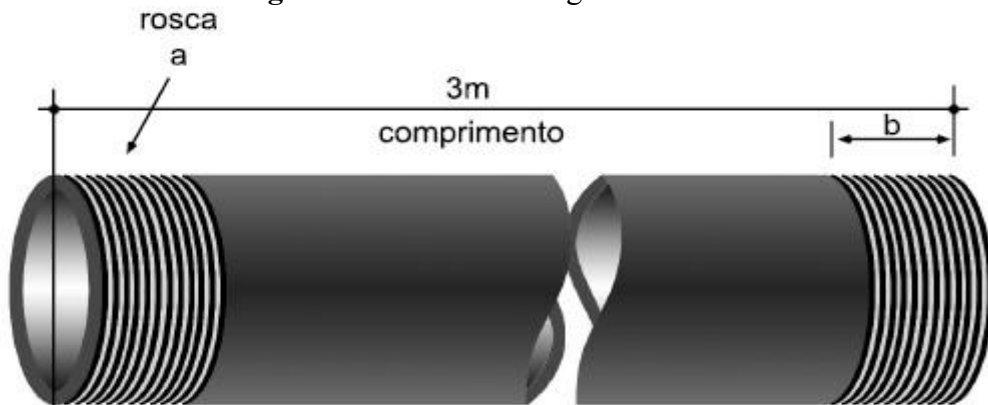
### 3.8. ELETRODUTOS

São tubos de metal ou plástico, rígido ou flexível, utilizados com a finalidade de conter os condutores elétricos e protegê-los da umidade, ácidos, gases ou choques mecânicos.

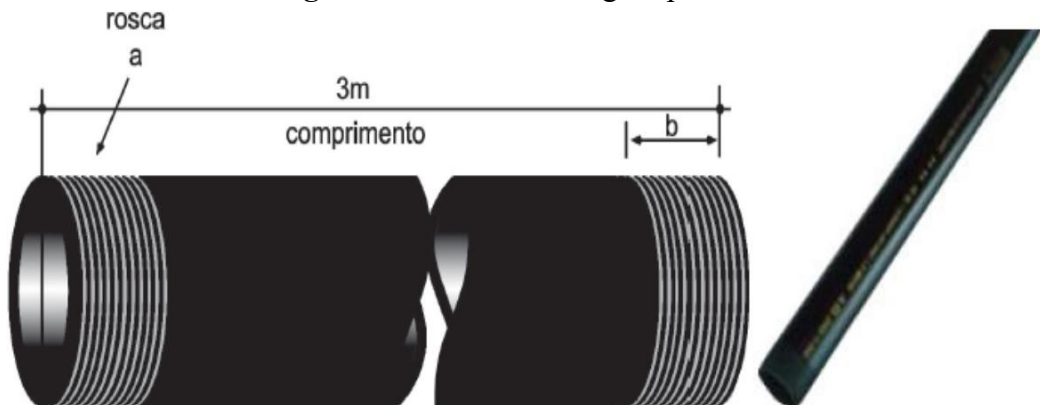
**Figura 30 – Eletroduto.**

Há diferentes tipos de eletrodutos, que serão descritos a seguir:

- Eletroduto rígido metálico – Tubo de aço dobrável ou ferro galvanizado, com ou sem costura longitudinal, fabricado com diferentes diâmetros e espessuras de parede, adquirido em vara de 3 metros e dotado de rosca externa nas extremidades.

**Figura 31 – Eletroduto rígido metálico.**

- Eletroduto rígido plástico (PVC) – Tubo de plástico dobrável sem costura longitudinal, dotado de rosca externa na extremidade, fabricado com diferentes diâmetros e espessuras de parede, adquirido em vara de 3 metros.

**Figura 32 – Eletroduto rígido plástico.**

- Eletrodutos flexíveis metálicos (conduítes) – Estes eletrodutos não podem ser embutidos nem utilizados nas partes externas das edificações, em localizações perigosas. Devem constituir trechos contínuos e não devem ser emendados. Necessitam ser firmemente fixados por braçadeiras. Em geral, são empregados na instalação de motores ou de outros aparelhos sujeitos à vibração ou que tenham necessidade de ser deslocados em pequenos percursos. Também são utilizados em ligações de diversos quadros. Para a sua fixação, usa-se o box reto ou curvo. São encontrados em diversos diâmetros, expressos em polegadas (1/2”, 3/4”, 1”) e vendidos a metro.

**Figura 33** – Seal tubo.



- Eletrodutos flexíveis plásticos (corrugado) – Tubo de plástico flexível, fabricado com diferentes diâmetros, sendo utilizados embutidos na parede.

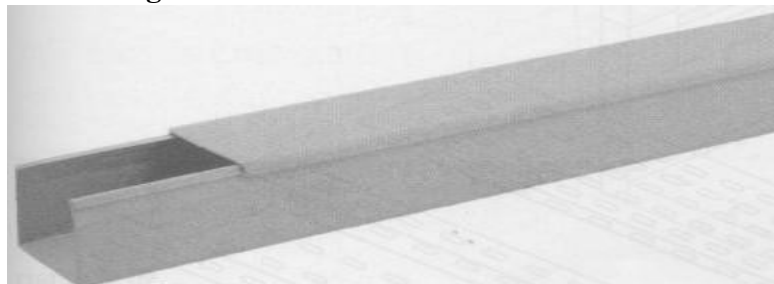
**Figura 34** – Eletroduto flexível corrugado.



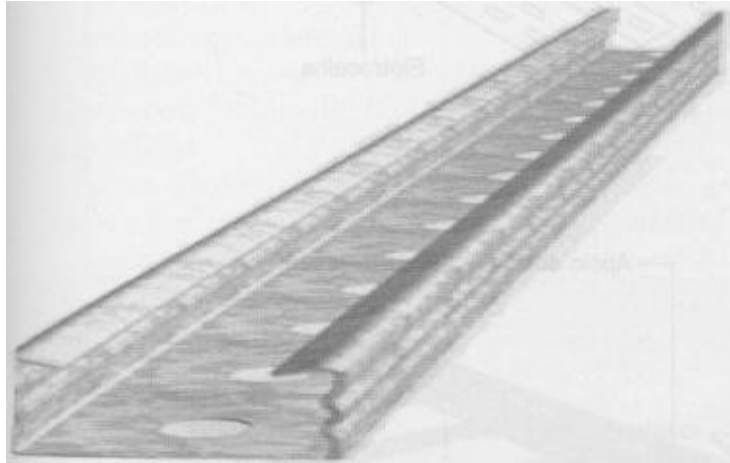
### 3.9. CALHAS

São canaletas de metal ou de material sintéticos utilizados para conter os condutores elétricos e protegê-los da umidade, ácidos, gases ou choques mecânicos, são muito utilizadas em ambientes industriais.

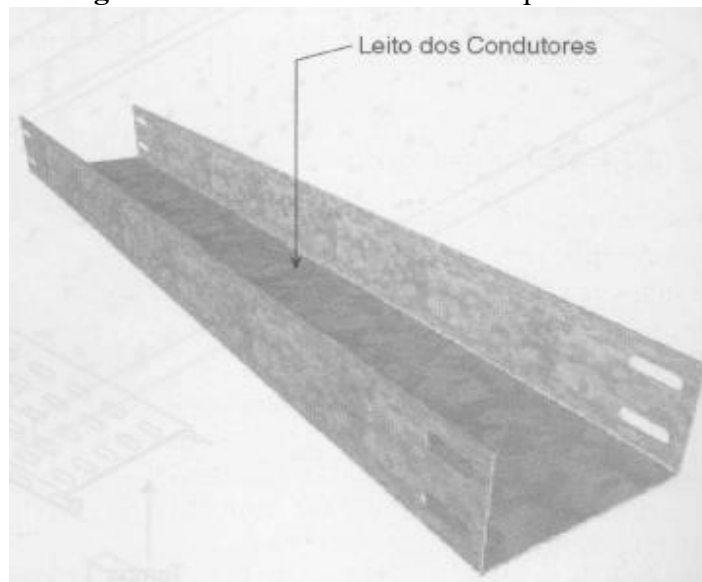
**Figura 35** – Canaleta de material sintético.



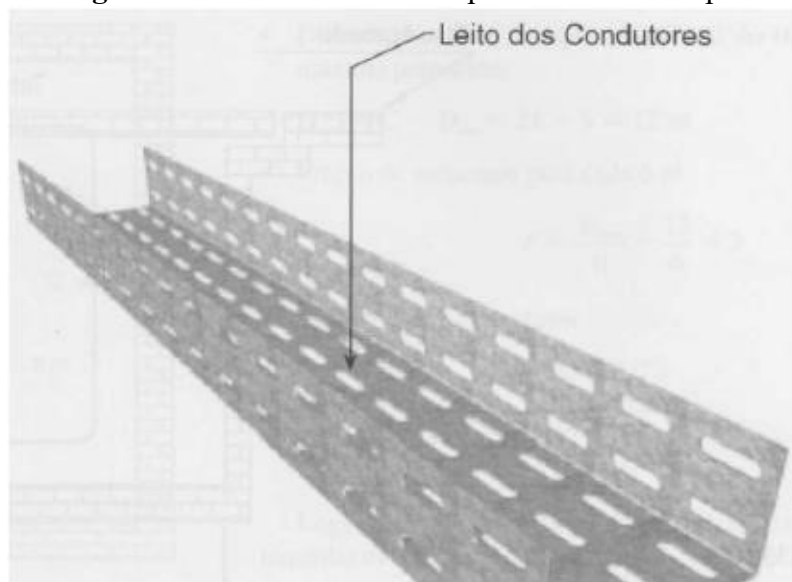
**Figura 36** – Perfilado metálico.



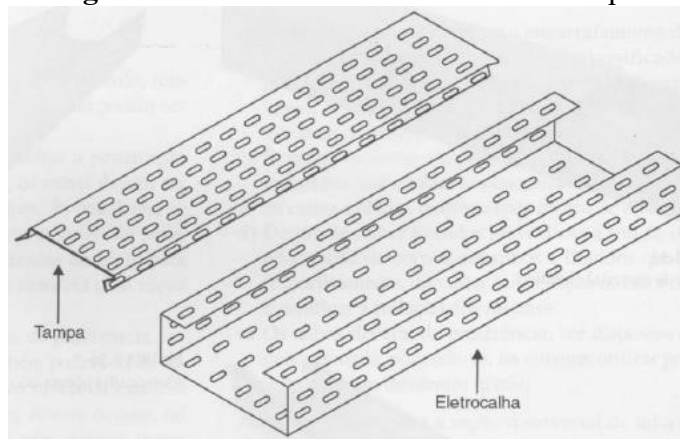
**Figura 37** – Eletrocalha aberta não perfurada.



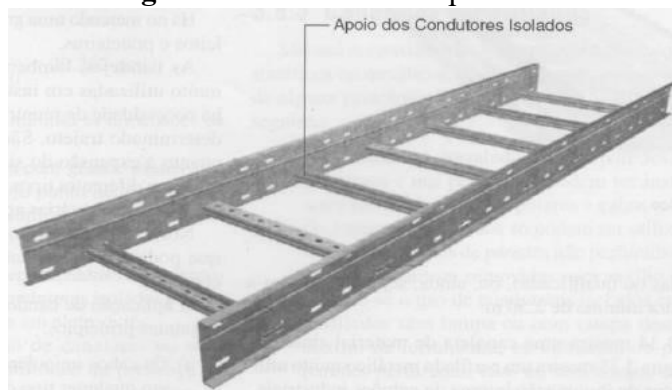
**Figura 38** – Eletrocalha aberta perfurada sem tampa.



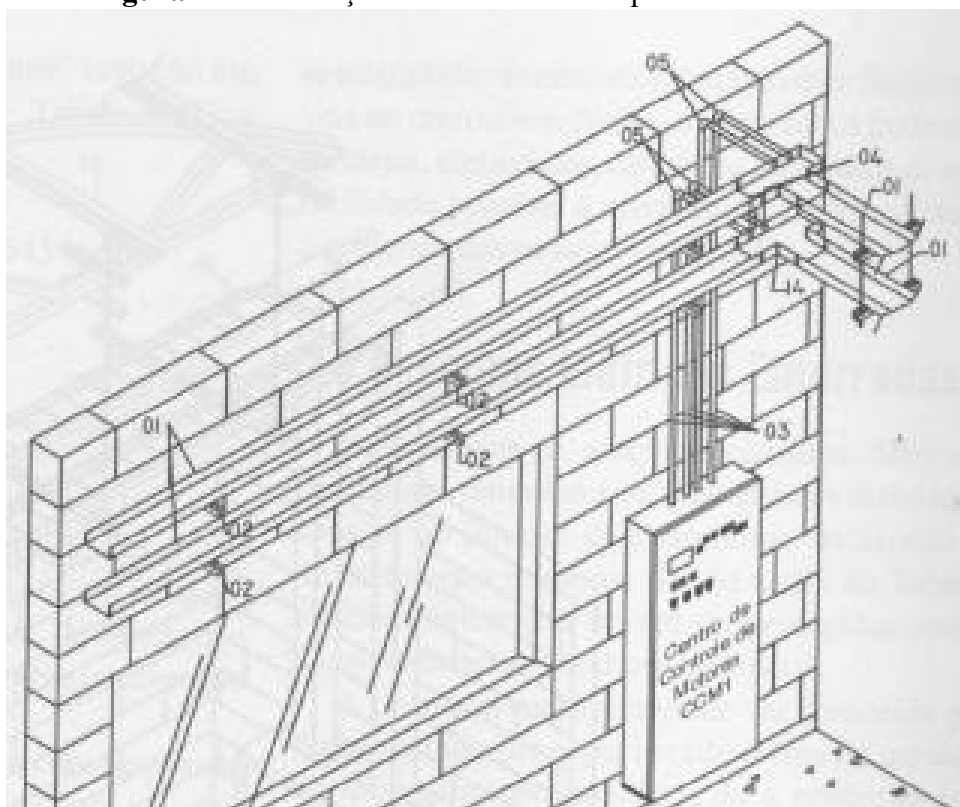
**Figura 39** – Eletrocalha ventilada com tampa.



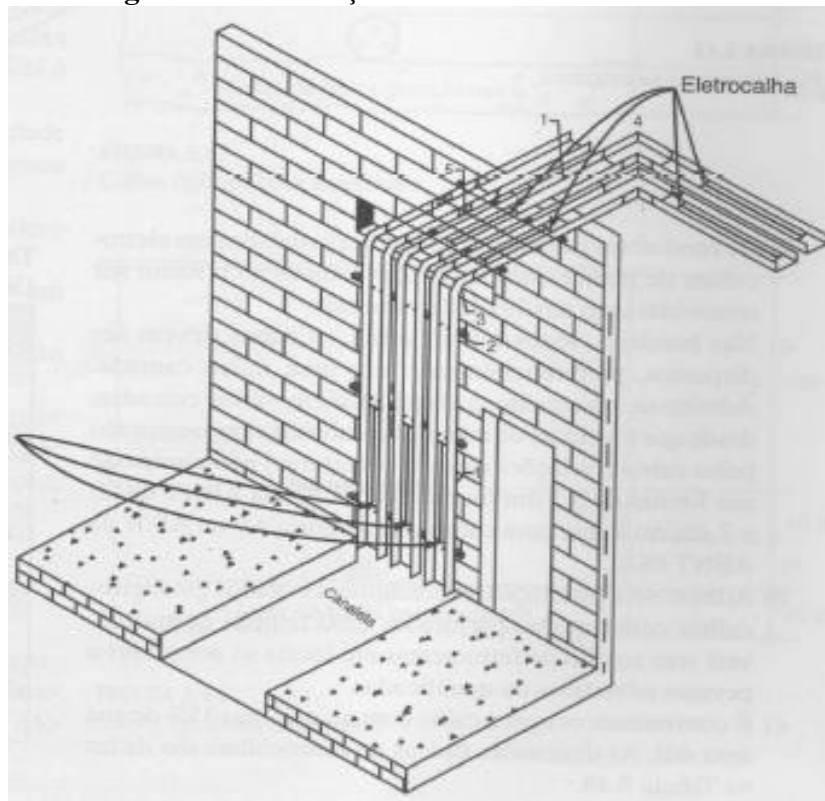
**Figura 40** – Eletrocalha tipo escada.



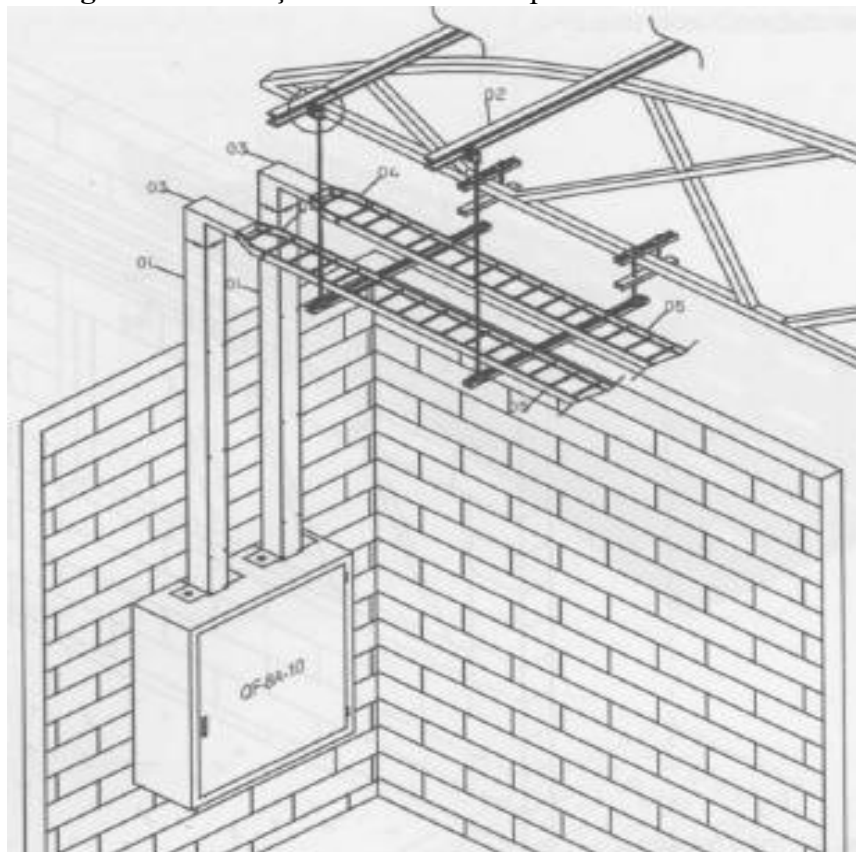
**Figura 41** – Instalação de eletrocalha no quadro de comando.



**Figura 42** – Instalação de eletrocalhas e canaletas.

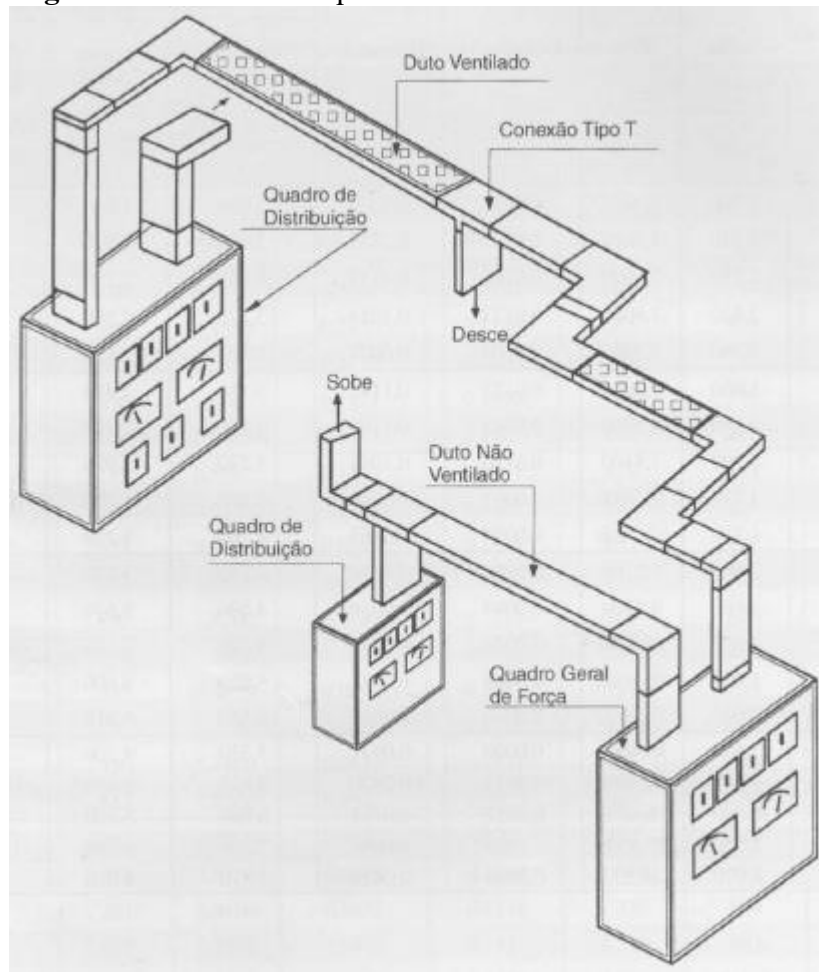


**Figura 43** – Fixação de eletrocalha tipo escada na estrutura.





**Figura 44** – Sistema de quadros de comando com eletrocalhas.



### 3.10. LUVAS, BUCHAS E ARRUELAS

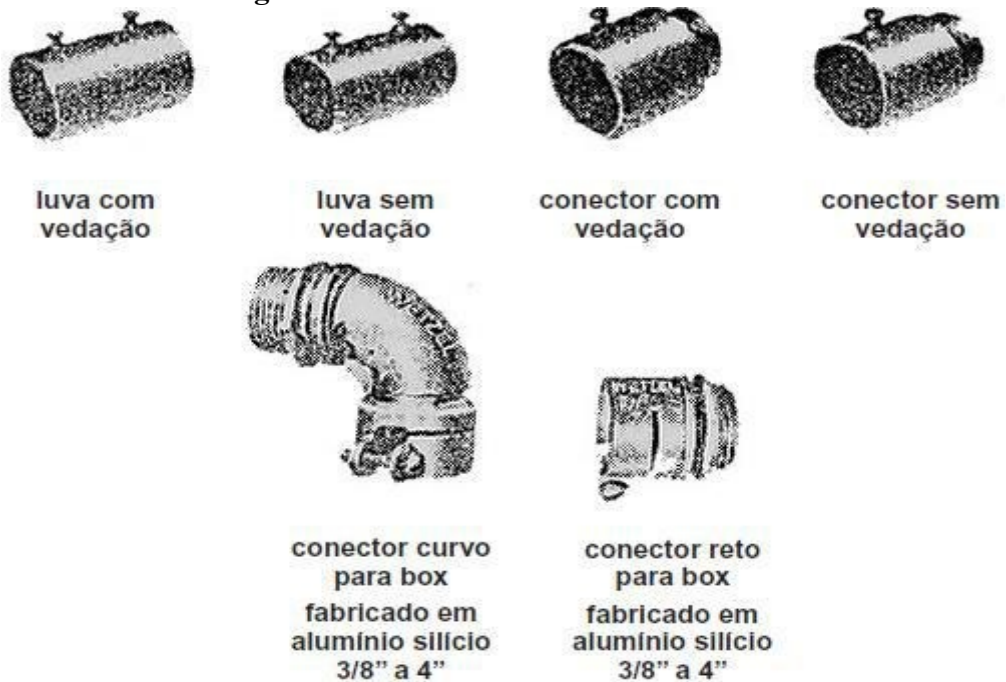
**Figura 45** – Luvas, arruelas e curvas.



- Luva – Peça de metal ou plástico, dotada de rosca interna com função de emendar eletrodutos. Ao se utilizarem as luvas para fazer junção de eletrodutos é importante observar o comprimento do tubo, que deve ser de 2cm para que a conexão seja perfeita. Se a tubulação ficar exposta ao tempo, é recomendável que se utilize veda-rosca, como material vedante entre roscas. Não utilize aperto excessivo, através do uso de chaves.

**Figura 46 – Luvas.**

• Luvas e conectores sem rosca – O uso de luvas e conectores sem rosca é prático e funcional nas instalações aparentes onde houver a utilização de conectores rígidos e demandam menor tempo de trabalho. Tanto luvas quanto conectores são encontrados com ou sem vedação, fabricados em borracha auto-extinguível.

**Figura 47 – Luvas e conectores sem rosca.**

• Buchas e arruelas – Na montagem dos eletrodutos nas caixas, empregam-se porcas especiais, que existem em diferentes dimensões, adequadas aos eletrodutos com que devem trabalhar. As porcas que são colocadas pelo lado interno das caixas servem, principalmente, para proteger o isolamento dos condutores. As que são colocadas pelo lado externo das caixas servem para dar o aperto de fixação do eletroduto à caixa e são chamadas comumente de arruelas.

**Figura 48 – Bucha e arruela.**

- Curvas – utilizadas para o encaixe de eletrodutos, possibilitando um melhor acabamento.

**Figura 49** – Tipos de curvas.



### 3.11. CAIXA DE PASSAGEM

Em todas as extremidades de eletrodutos em que há entradas, saídas ou emendas de condutores, ou nos pontos de instalação de aparelhos e dispositivos, devem ser usadas caixas que são fabricadas em chapas de aço, esmaltadas, galvanizadas ou em plástico, protegidas interna e externamente.

As caixas possuem orelhas para a fixação de tampas, aparelhos ou dispositivos (interruptores e tomadas), assim como orifícios parcialmente abertos para a introdução e fixação dos eletrodutos. Nas instalações expostas, elas podem ser substituídas por condulettes.

**Figura 50** – Caixas de passagem.



**Figura 51** – Caixa de passagem 4x2".



**Figura 52** – Caixa de passagem 4x4”.



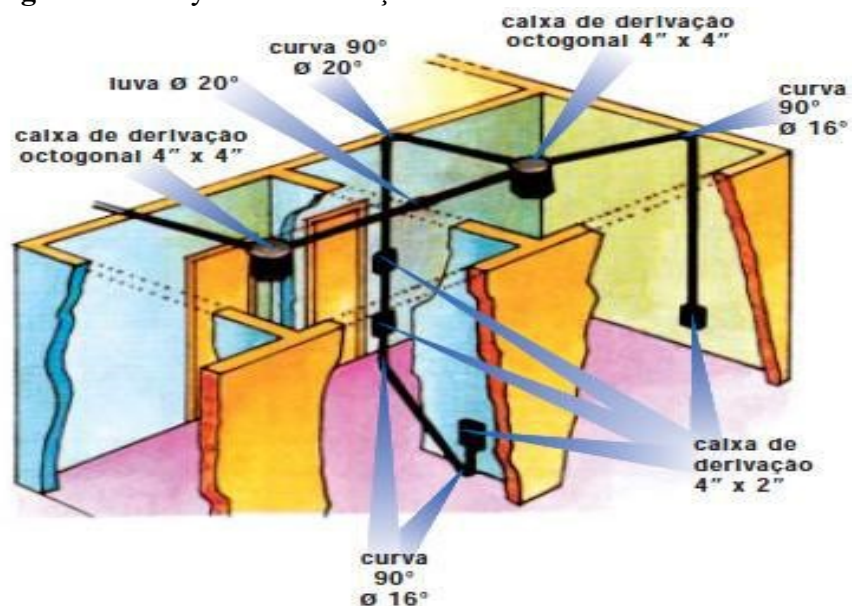
Caixa octogonal (ponto de luz) são caixas próprias para a utilização como pontos de luz. Algumas delas possuem fundo móvel, possibilitando a fixação de eletrodutos. Servem ainda como caixas de passagens e para conter emendas e derivações.

**Figura 53** – Caixa de passagem octogonal.



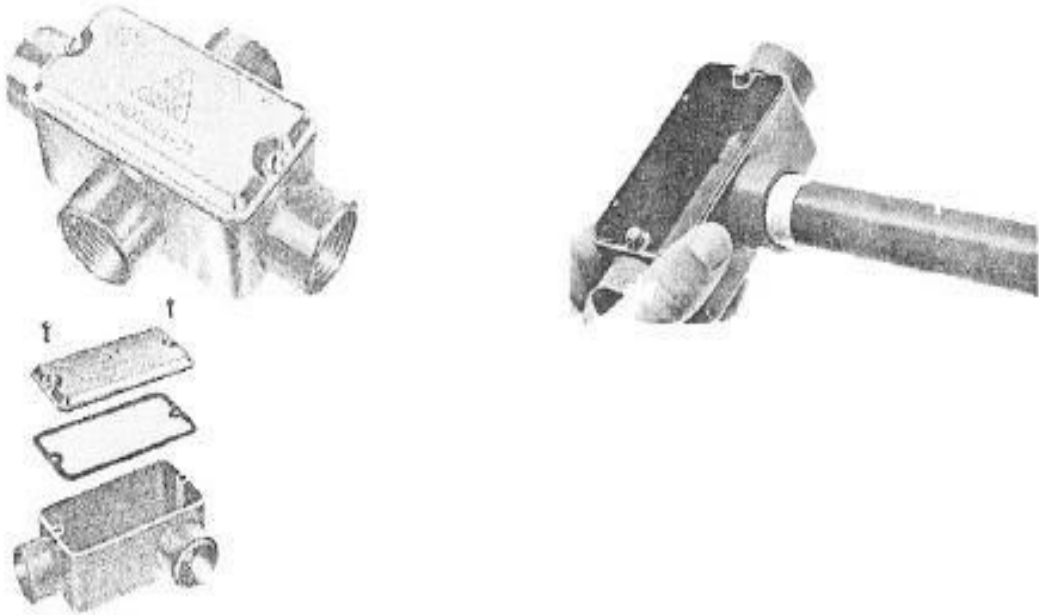
O desenho abaixo mostra a localização de caixas, luvas, curvas, buchas, arruelas e tubos. A fixação dos eletrodutos e caixas é feita pela argamassa da estrutura ou por abraçadeiras.

**Figura 54** – Layout da instalação de eletrodutos e seus acessórios.



Conduletes roscáveis e sem rosca são usados para executar instalações com tubulações aparentes. Onde as condições de instalações exigem, utiliza-se fita veda-rosca como material vedante entre roscas. Não utilize aperto excessivo, através de uso de chaves. Obtém-se rosqueamento perfeito através de aperto manual.

**Figura 55** – Conduletes roscáveis.



**Figura 56** – Tipos de conduletes roscáveis.

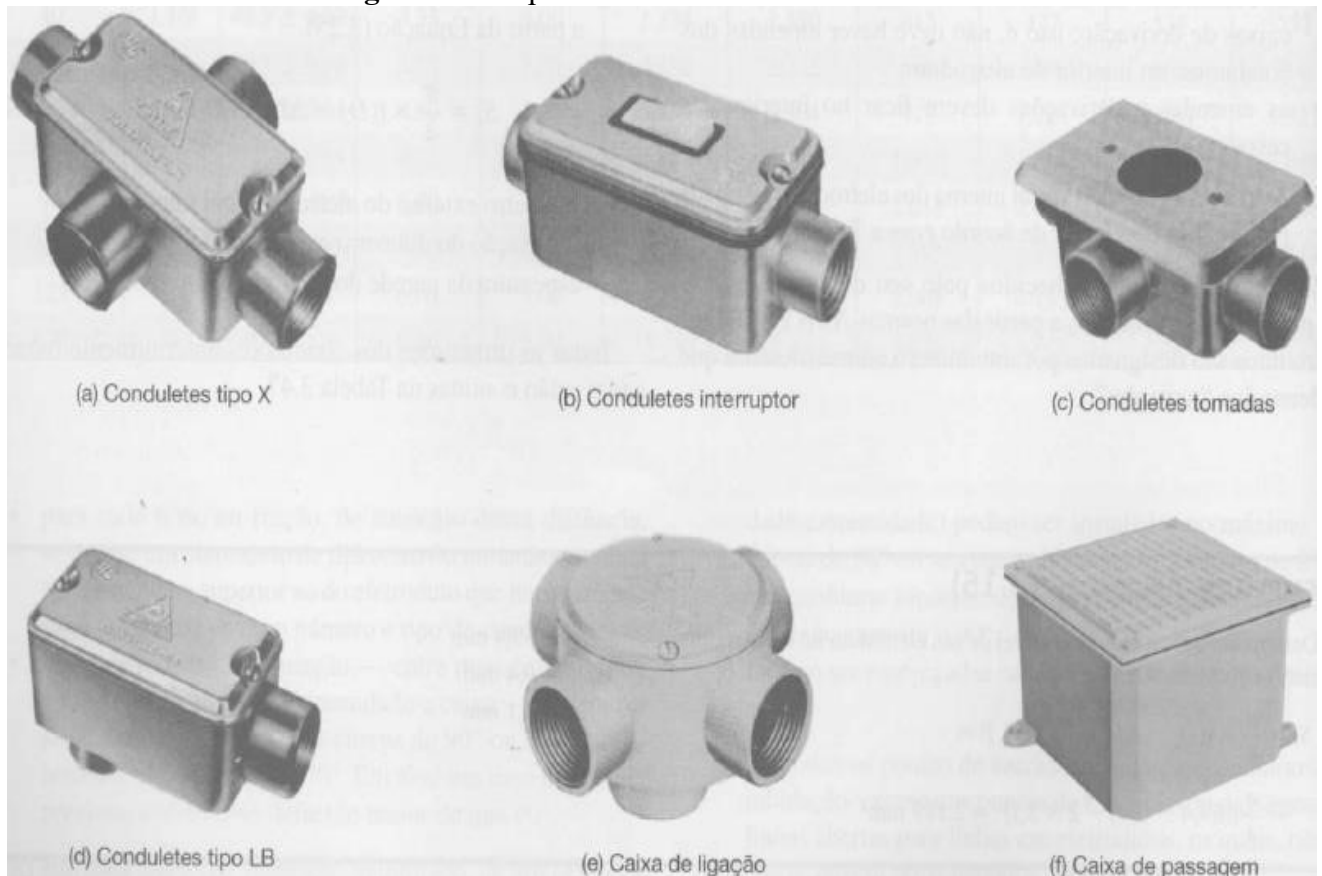
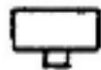

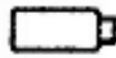

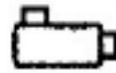

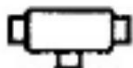









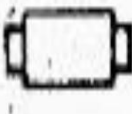

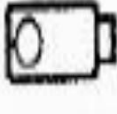

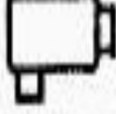
Tabela 4 – Conduletes roscáveis, tipos e bitolas.

Bitolas						
1/2"	B - 10	C - 10	E - 10	LB - 10	LL - 10	LR - 10
3/4"	B - 15	C - 15	E - 15	LB - 15	LL - 15	LR - 15
1"	B - 20	C - 20	E - 20	LB - 20	LL - 20	LR - 20
1.1/4"	B - 25	C - 25	E - 25	LB - 25	LL - 25	LR - 25
1.1/2"	B - 30	C - 30	E - 30	LB - 30	LL - 30	LR - 30
2"	B - 35	C - 35	E - 35	LB - 35	LL - 35	LR - 35
2.1/2"	B - 40	C - 40	E - 40	LB - 40	LL - 40	LR - 40
3"	B - 45	C - 45	E - 45	LB - 45	LL - 45	LR - 45
3.1/2"	B - 50	C - 50	E - 50	LB - 50	LL - 50	LR - 50
4"	B - 55	C - 55	E - 55	LB - 55	LL - 55	LR - 55



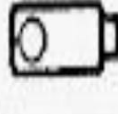
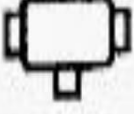

Bitolas					
1/2"	T - 10	TA - 10	TB - 10	X - 10	XA - 10
3/4"	T - 15	TA - 15	TB - 15	X - 15	XA - 15
1"	T - 20	TA - 20	TB - 20	X - 20	XA - 20
1.1/4"	T - 25	TA - 25	TB - 25	X - 25	XA - 25
1.1/2"	T - 30	TA - 30	TB - 30	X - 30	XA - 30
2"	T - 35	TA - 35	TB - 35	X - 35	XA - 35
2.1/2"	T - 40	TA - 40	TB - 40	X - 40	XA - 40
3"	T - 45	TA - 45	TB - 45	X - 45	XA - 45
3.1/2"	T - 50	TA - 50	TB - 50	X - 50	XA - 50
4"	T - 55	TA - 55	TB - 55	X - 55	XA - 55

Conduletes sem rosca são um tipo de caixa de derivação sem rosca própria, para instalação aparente. Os eletrodutos são fixados às entradas por meio de parafuso.

Tabela 5 – Conduletes sem rosca, tipos e bitolas.















BITOLA						
1/2"	BSR-10	CSR-10	ESR-10	LBSR-10	LLSR-10	LRSR-10
3/4"	BSR-15	CSR-15	ESR-15	LBSR-15	LLSR-15	LRSR-15
1"	BSR-20	CSR-20	ESR-20	LBSR-20	LLSR-20	LRSR-20
1 1/4"	BSR-25	CSR-25	ESR-25	LBSR-25	LLSR-25	LRSR-25
1 1/2"	BSR-30	CSR-30	ESR-30	LBSR-30	LLSR-30	LRSR-30
2"	BSR-35	CSR-35	ESR-35	LBSR-35	LLSR-35	LRSR-35

BITOLA					
1/2"	TSR-10	TCSR-10	TBSR-10	XSR-10	XCSR-10
3/4"	TSR-15	TCSR-15	TBSR-15	XSR-15	XCSR-15
1"	TSR-20	TCSR-20	TBSR-20	XSR-20	XCSR-20
1 1/4"	TSR-25	TCSR-25	TBSR-25	XSR-25	XCSR-25
1 1/2"	TSR-30	TCSR-30	TBSR-30	XSR-30	XCSR-30
2"	TSR-35	TCSR-35	TBSR-35	XSR-35	XCSR-35

Conduletes com ou sem rosca, equipados com acessórios elétricos são dotados de tampas intercambiáveis, permitindo as mais variadas combinações. Todas as tampas equipadas podem ser fornecidas isoladamente para montagem em painéis ou já montadas nos conduletes, conforme tabela.

Tabela 6 – Denominação dos acessórios.

	TAMPA CEGA		3 INT. SIMPLES 10A-250V		1 TOM. UNIVERSAL 2 P + T 25A-250V
	1 INT. SIMPLES 10A-250V		3 INT. PARALELOS 10A-250V		2 TOM. 2 P PINO REDONDO 10A-250V
	1 INT. PARALELO 10A-250V		2 INT. SIMPLES + 1 INT. PARALELO 10A-250V		1 INT. SIMPLES + 1 TOM UNIVER- SAL 2 P 10A-250V
	1 CAMPAINHA 2A 250V		1 INT. SIMPLES + 2 INT. PARALELOS 10A-250V		1 INT. PARALELO + 1 TOM UNIVER- SAL 2 P 10A-250V
	2 INT. SIMPLES 10A 250V		2 INT. SIMPLES + 1 CAMPAINHA 10A-250V		1 CAMPAINHA + 1 TOM. UNIVER- SAL 2 P 10A 250V
	2 INT. PARALELOS 10A-250V		1 INT. BIPOLAR SIMPLES 20A-250V		2 INT. SIMPLES + 1 TOM. 2 P PINO RED. 10A 250V
	1 INT. SIMPLES + 1 INT. PARALELO 10A 250V		1 INT. BIPOLAR PARALELO 20A-250V		2 TOM. UNIVERSAL 2 P 10A 250V
	1 INT. SIMPLES + 1 CAMPAINHA 10A-250V		1 INT. INTERMEDIÁRIO 10A-250V		
	1 INT. PARALELO + 1 CAMPAINHA 10A 250V		1 TOM 3 P PINO CHATO 20A-250V		1 TOM. TELEFONE 4 P
	1 TOM. UNIVERSAL 2 P 10A-250V		1 TOM 3 P PINO CHATO 25A-500V		2 TOM. TELEFONE 4 P



#### 4. FERRAMENTAS EMPREGADAS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Algumas ferramentas poderão ser utilizadas quando da aplicação dos eletrodutos, com a finalidade de fazer corte, abrir roscas ou fazer curvas. Dentre elas, destacam-se:

- Alicates - São ferramentas manuais de aço carbono feitas por fundição ou forjamento, compostas de dois braços e um pino de articulação, tendo em uma das extremidades dos braços, suas garras, cortes e pontas, temperadas e revenidas. O Alicate serve para segurar por apertos, cortar, dobrar, colocar e retirar determinadas peças nas montagens.

Os principais tipos de alicate são:

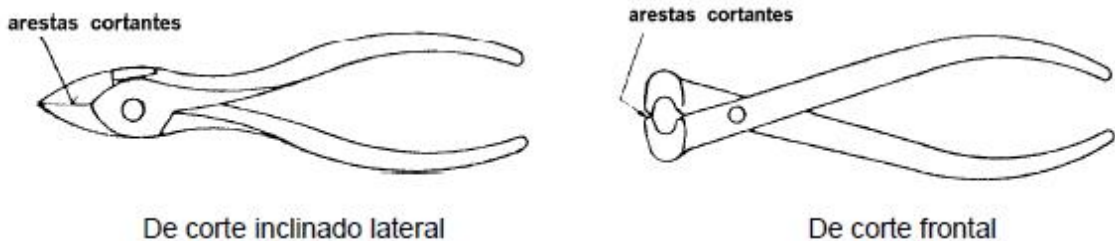
1. Alicate Universal - serve para efetuar operações como segurar, cortar e dobrar. É comercializado com ou sem isolamento.

**Figura 57** – Alicate universal.



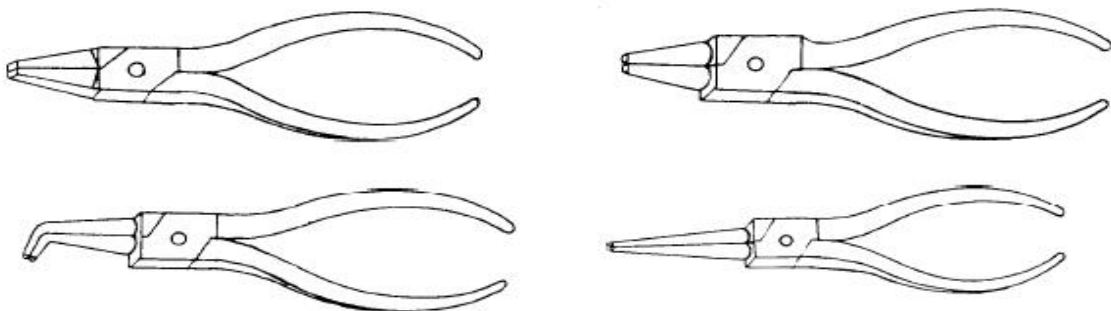
2. Alicate de Corte - serve para cortar chapas, arames e fios de aço.

**Figura 58** – Alicate de corte.



3. Alicate de Bico - é utilizado em serviços de mecânica e eletricidade.

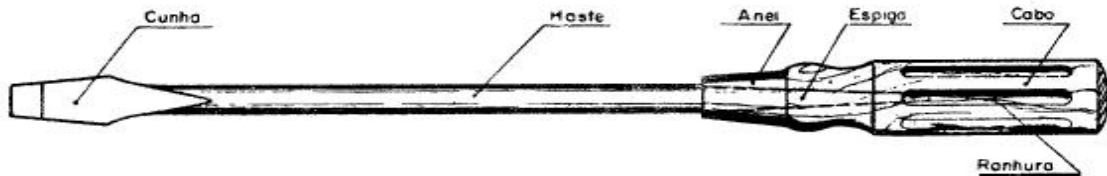
**Figura 59** – Alicate de bico.



- Chave de Fenda - ferramenta de aperto constituída de uma haste cilíndrica de aço carbono,

com uma de suas extremidades forjada em forma de cunha e a outra em forma de espiga prismática ou cilíndrica estriada com um cabo de madeira ou plástico. É empregada para apertar e desapertar parafusos cujas cabeças tenham fendas ou ranhuras que permitam a entrada da cunha.

**Figura 60** – Chave de fenda.



**Figura 61** – Chave de fenda com isolamento.



Para parafusos de fenda cruzada, usa-se uma chave com cunha em forma de cruz, chamada chave Phillips.

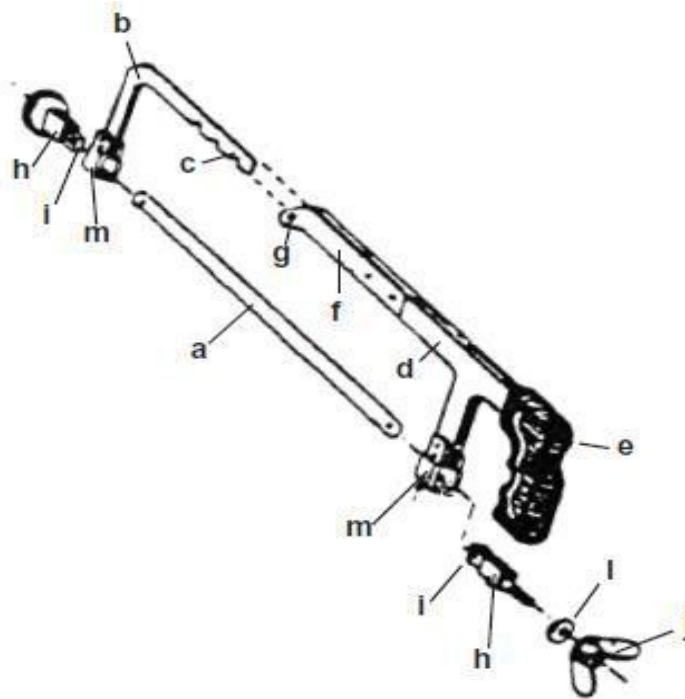
**Figura 62** – Chave phillips.



- Serra manual – serve para cortar metais e outros materiais duros.
- 1 – Lâmina de serra. (a)
- 2 – Semi-arco (b) com ranhuras (c) para ajustar o arco ao comprimento da lâmina da serra.
- 3 – Semi-arco (d) com cabo ou pinho (e), bainha (f) e pino de ancoragem (g).
- 4 – Esticadores (h) e pinos (i) para montagem da lâmina.
- 5 – Porca-borboleta (j) de ajuste da tensão da lâmina e arruela (l).
- 6 – Alças (m) de encaixe dos esticadores.

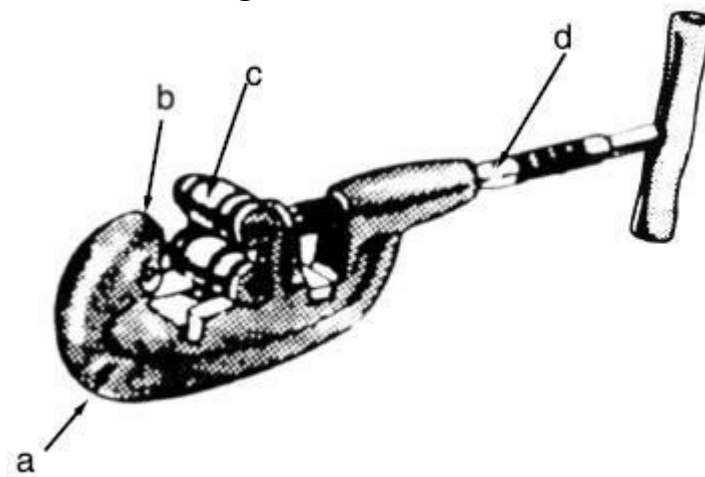
A lâmina de serra é fabricada em aço temperado de duas qualidades: em aço ao carbono e em aço rápido, sendo esta última de maior qualidade. A lâmina de serra é normalizada, quanto ao comprimento, em 8, 10 e 12 polegadas e, quanto ao número de dentes por polegada, em 18, 24 e 32 dentes. A lâmina de 32 dentes é a mais usada pelos eletricitistas.

**Figura 63 – Arco de serra.**



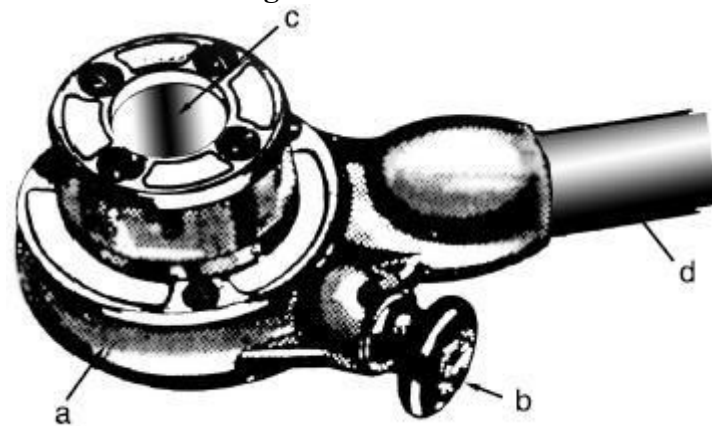
- Corta-tubos – cortar, rapidamente, eletrodutos rígidos metálicos.
- 1 – Corpo (a).
- 2 – Navalha circular cortadora (b).
- 3 – Roletes (c).
- 4 – Cabo móvel com parafusos de ajuste (d).

**Figura 64 – Corta tubos.**



- Tarraxa simples com catraca – abrir rosca externa em eletrodutos rígidos metálicos.
- 1 – Corpo (a).
- 2 – Trava da catraca (b).
- 3 – Cossinete intercambiável (c).
- 4 – Braço (cabo) (d).

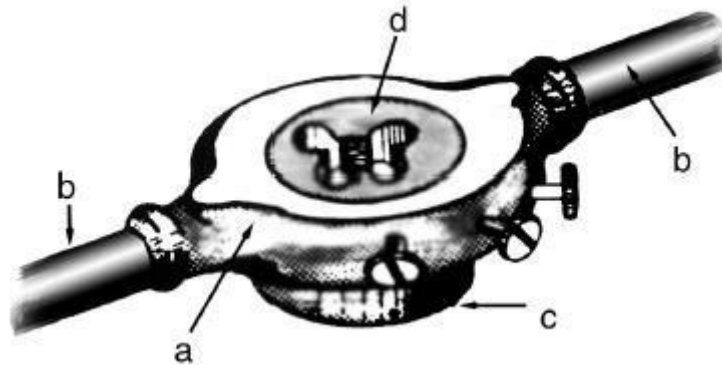
**Figura 65 – Tarraxa.**



- Tarraxa para PVC – abrir rosca externa em eletroduto de PVC (plástico).
- 1 – Corpo (a).
- 2 – Trava da catraca (b).
- 3 – Cossinete intercambiável (c).
- 4 – Braço (cabo) (d).

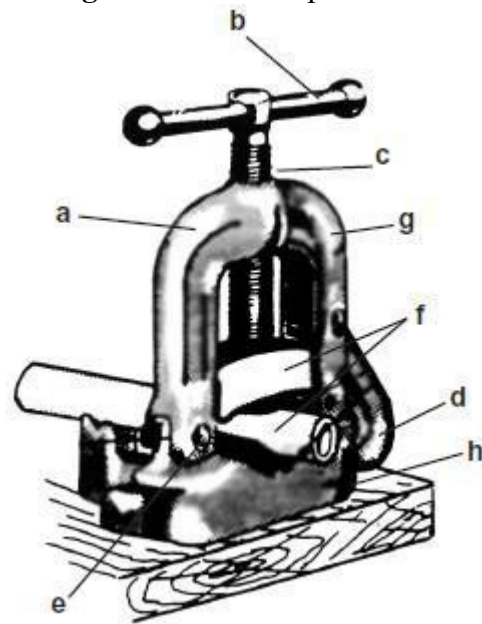
**Procedimento:** Encaixar o tubo na tarraxa pelo lado da guia, girando uma(1) volta para a direita e 1/4 de volta para a esquerda, repetindo a operação até obter a rosca no comprimento desejado.

**Figura 66 – Tarraxa para PVC.**



- Morsa de bancada para tubos – prender os tubos para o trabalho de corte e roscamento. 1
- Corpo (a).
- 2 – Manípulo (b).
- 3 – Parafuso de aperto (c).
- 4 – Trava (d).
- 5 – Articulação (e).
- 6 – Mordente (f).
- 7 – Mandíbula fixa (g).
- 8 – Mandíbula móvel (h).

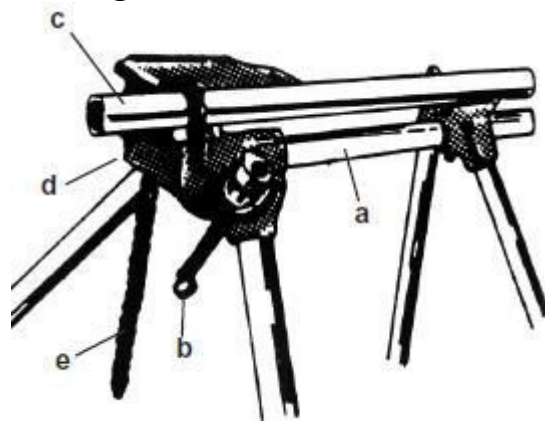
**Figura 67 – Morsa para tubos.**



- Morsa de corrente – prender os tubos, para o trabalho de corte e roscamento.

- 1 – Corpo. (a).
- 2 – Parafuso de aperto (b).
- 3 – Trava de corrente (c).
- 4 – Mordente (d).
- 5 – Corrente (e).

**Figura 68 – Morsa de corrente.**

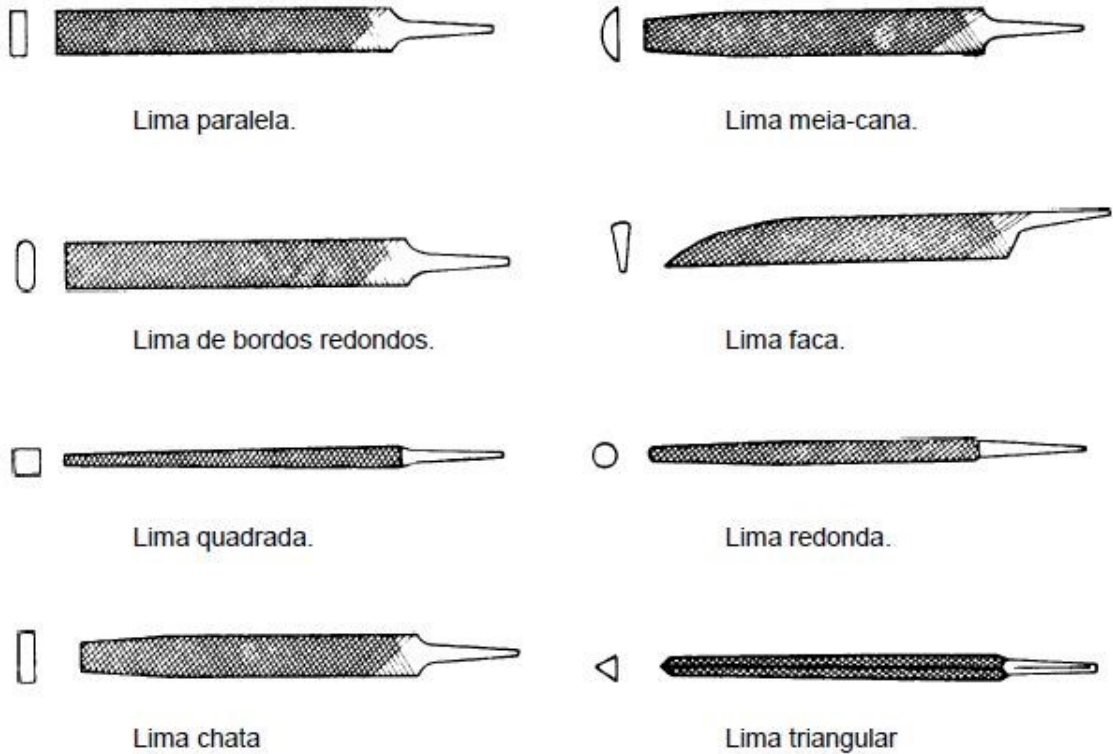


- Lima – escarear tubos ou aberturas

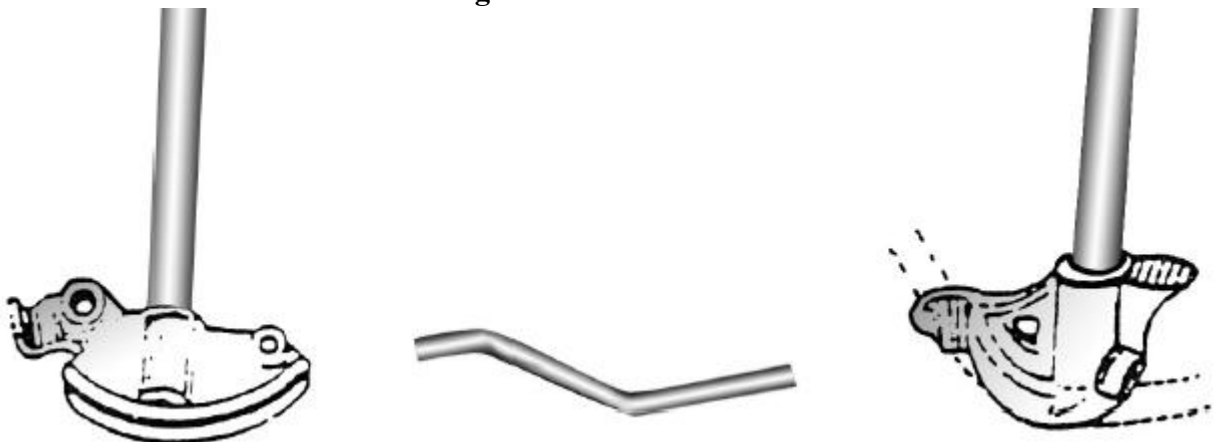
- 1 – Corpo. (a)
- 2 – Cabo. (b)

**Figura 69 – Lima.**

As formas mais comuns são:

**Figura 70 – Tipos de lima.**

- Vira-tubos – serve para curvar tubos.

**Figura 71 – Vira tubos.**

O vira-tubos mais utilizado pelo eletricista, para curvar eletrodutos, é a ferramenta que resulta da adaptação de uma peça de encanamento hidráulico (T), com um pedaço de tubo galvanizado, de aproximadamente um metro de comprimento.

**Figura 72 – Viratubo em T.**

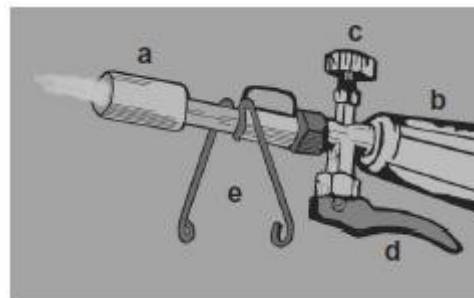


- 1 – Peça de tubo galvanizado (a).
- 2 – “T” (peça de encanamento hidráulico) (b).

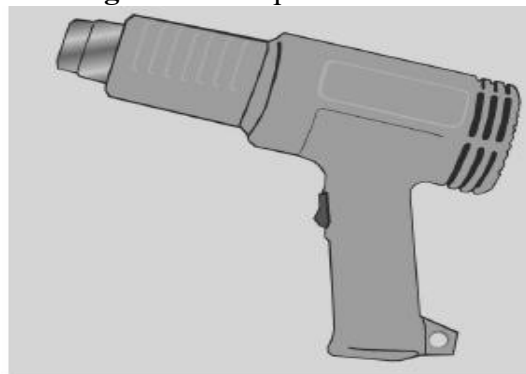
● Maçarico ou soprador térmico – equipamento que proporciona a chama necessária para o curvamento de eletrodutos.

- 1 – Queimador (a).
- 2 – Suporte múltiplo de duplo comando (b).
- 3 – Registro tradicional (c).
- 4 – Gatilho (d).
- 5 – Suporte para sustento (e).

**Figura 73 – Maçarico.**



**Figura 74 – Soprador térmico.**



O soprador térmico é sempre uma grande vantagem onde o calor facilite ou acelere o desenvolvimento do trabalho, sem a presença de chama aberta.

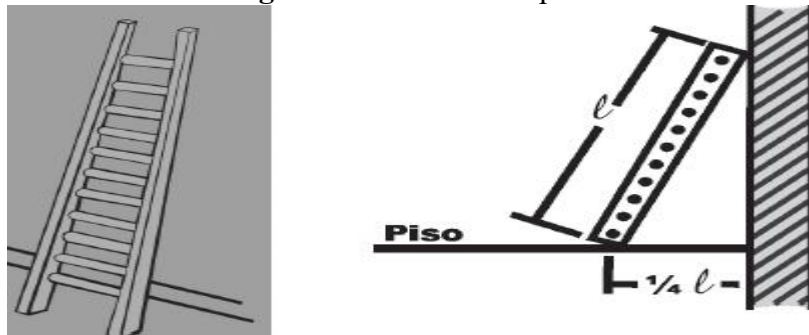
- LÁPIS de carpinteiro – usado para obras no osso.
- Giz de alfaiate – empregado em paredes já acabadas, quando há necessidade de aumentar as instalações já existentes.

- Escadas – utilizada para a execução de trabalhos em altura.

- Escada simples

Precisa estar apoiada na parede ou porta onde estamos executando o serviço. A distância entre a parede e o apoio na base da escada deve ser a quarta-parte de seu comprimento.

**Figura 75** – Escada simples.



- Escada de abrir

Composta de duas escadas simples, presas nas extremidades por um eixo chamado pivô, o qual pode ser movido. Possui, na lateral, uma haste metálica articulável, o que evita uma abertura muito ampla e, conseqüentemente, seu deslizamento. Não há necessidade de estar apoiada em postes ou paredes.

- Escada com apoio

Composta de duas escadas, uma delas com degraus mais largos. É presa nas extremidades por um eixo chamado pivô e, para que possa movê-la, possui uma haste articulável na lateral, que evita que a mesma escorregue.

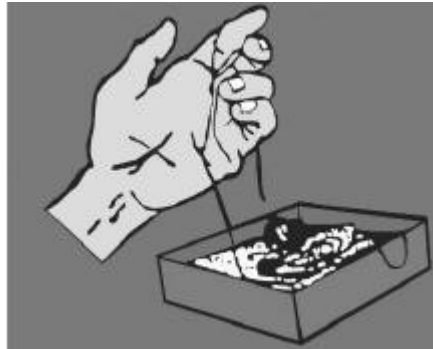
**Figura 76** – Escada com apoio.





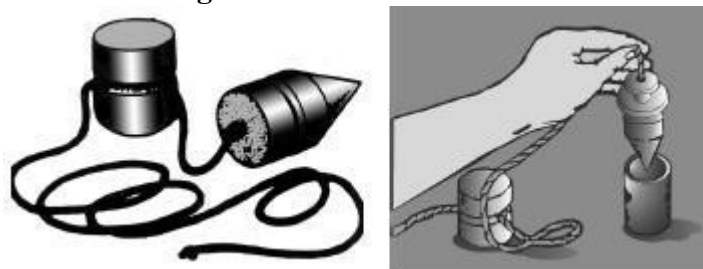
- Linha de bater – instrumento simples, composto de linha de algodão (tipo Urso 000) envolvida em pó corante. É utilizada para efetuar o traçado de percurso entre dois pontos distantes. Como a linha de bater é usada em traçados de percurso longo, necessitamos de utilização de corantes, que variam de acordo com a superfície a ser marcada. Caso a superfície esteja pintada, é recomendado o uso de corantes claros, tais como talco ou pó de giz.

**Figura 77 – Linha de bater.**



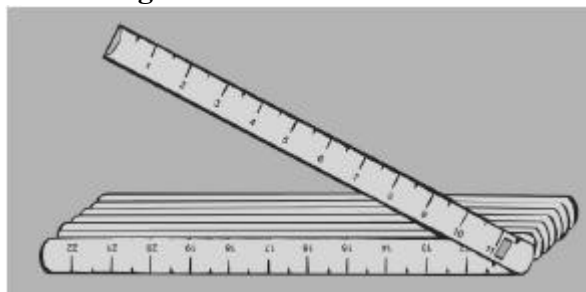
- Prumo de centro – instrumento formado por uma peça de metal suspensa por um fio e serve para que se determine a direção vertical. É muito aplicado na construção civil com o objetivo de verificar a perpendicularidade ou prumo de qualquer estrutura.

**Figura 78 – Prumo de centro.**



- Metro articulado – escala de madeira ou metal graduada em milímetro, centímetro, metro ou em polegada e suas respectivas divisões.

**Figura 79 – Metro articulado.**



- Trena – fita métrica de pano ou de aço dentro de uma caixa de couro ou plástico. Existem trenas para medidas de grande extensão, possuindo até 100 metros. Entretanto, as trenas mais comuns são as que medem 1, 2, 3 ou 5 metros. Elas trazem todas as medidas

lineares, assim como o metro articulado, e podem medir superfícies curvas, adaptando-se a qualquer contorno.

**Figura 80 – Trena.**



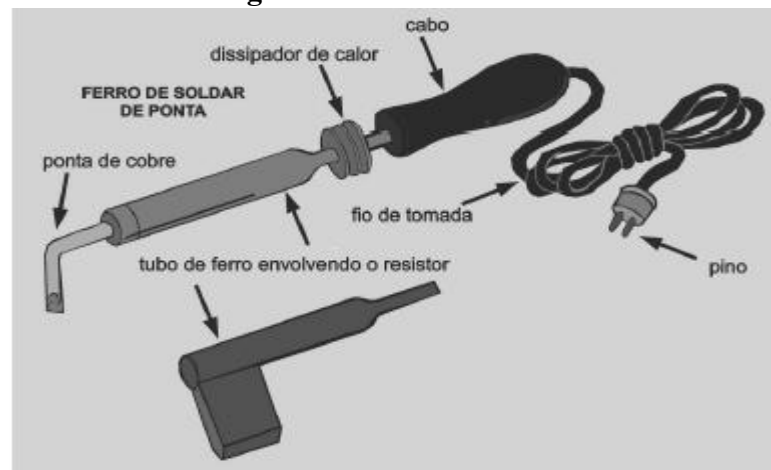
- Nível – instrumento que serve, principalmente, para medir a horizontalidade. Constitui-se de uma régua de madeira, de plástico ou de alumínio na qual está fixado um tubo de vidro ligeiramente curvado e com uma quantidade de álcool que permite a formação de uma bolha de ar no seu interior. Através do vidro fixado horizontalmente na régua de madeira verifica-se o nivelamento quando a bolha de ar estiver fixada no centro do vidro, isto é, entre os dois traços marcados nele.

**Figura 81 – Nível.**



- Ferro elétrico de soldar – serve para emendar os condutores.
  - Para ligar à rede de 110V – ou 220V.
  - Consumo de 100 a 200W.
  - Temperatura aproximada na ponta: 300°C.
  - Tipo de ponta reta ou curva intercambiável.
  - Tipo machadinha, para serviços pesados.

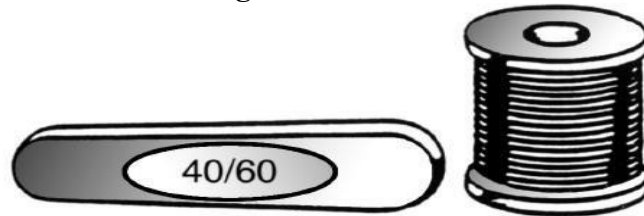
**Figura 82 – Ferro de solda.**



- Solda – Ao fundir-se, adere a outros metais, especialmente o cobre e o bronze.

- Liga de chumbo e estanho, na proporção de 40% de chumbo e 60% de estanho, ou em outras proporções, 25% ou 75%, por exemplo.
- Apresenta-se em forma de barra ou fio, com núcleo de breu.
- A temperatura de fusão é aproximadamente 170°C.

**Figura 83 – Solda.**



- Breu – Resina em estado sólido, amorfa, cor amarelo-âmbar.
- Funde-se à temperatura pouco superior a 150°C e, acima desta, volatiliza-se.
- Age como fundente na soldagem com liga de chumbo-estanho.

**Figura 84 – Breu.**



Aualmente o mais utilizado é a pasta de soldar, a seguir estão descritas algumas instruções para o uso:

- Remover das peças sujeiras, tintas e resíduos de isolantes de borracha ou quaisquer matérias estranhas, usando lixa, lima ou escarificador;
- Aplicar a pasta diretamente sobre a superfície a ser soldada;
- Aquecer a peça o suficiente para que a solda se espalhe rápida e prontamente;
- Deixar esfriar;
- Limpar a peça.

- Fita isolante – utilizada para isolar as emendas dos condutores.
- Flexível, maleável, impermeável.
- Dielétrica com ruptura acima de 750V.
- Adesiva, sendo sensível à pressão.
- Plástica, em várias cores.
- Seccionável com lâmina ou tesoura.
- Resistente à umidade e a agentes corrosivos.

**Figura 85 – Fita isolante.**



## 5. PROCEDIMENTOS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

### 5.1. EMENDAS E SOLDAS

As emendas de fios e cabos devem possibilitar a passagem da corrente admissível para o condutor mais fino sem aquecimento excessivo, ou seja, não devem apresentar mau contato e ter suficiente seção, de modo que não venham a aquecer muito por efeito Joule. Possuir resistência mecânica suficiente para o serviço ou tipo de instalação e isolamento pelo menos igual ao dos condutores emendados e com a mesma classe de isolamento.

- Emendas em prosseguimento

Sempre que a extensão de uma rede ou linha aberta for maior que o condutor disponível, devem-se emendar os condutores em prosseguimento.

**Figura 86** – Emenda em prosseguimento.



Os procedimentos que se seguem devem ser atentamente observados:

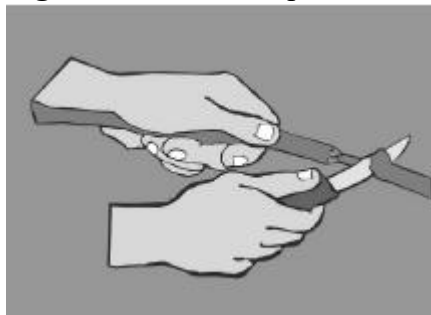
1 – Desencapar as pontas dos condutores. Com uma faca, retire o isolamento em direção à ponta, assim como se estivesse apontando um lápis. O comprimento das pontas deve ser igual a 50 vezes o diâmetro do condutor nu, aproximadamente. Na prática, pode-se desencapar o fio:

$$1,5\text{mm}^2 \rightarrow 8\text{cm};$$

$$2,5\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{cm}$$

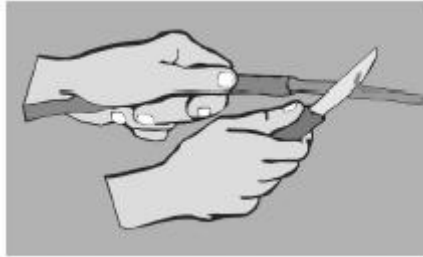
$$4\text{mm}^2 \rightarrow 13\text{cm}.$$

**Figura 87** – Desemcapando o fio.



2 – Limpar os condutores. Retire os restos de isolamento porventura presos ao metal, ou raspe com as costas da lâmina a oxidação.

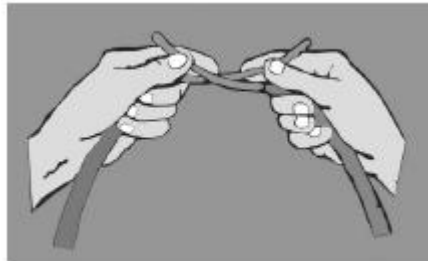
**Figura 88** – Eliminando sujeiras.



3 – Emendar os condutores.

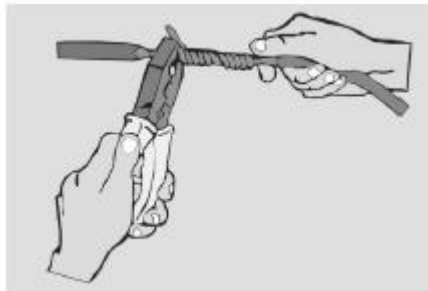
a) Cruze as pontas dos condutores, conforme mostra a Figura 89 e, a seguir, torça uma sobre a outra em sentido oposto. Cada ponta deve dar seis voltas sobre o condutor, no mínimo.

**Figura 89** - Iniciando a emenda.



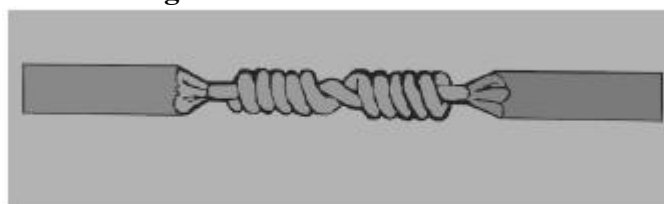
b) Complete a torção das pontas com a ajuda de um ou dois alicates, dependendo do diâmetro do condutor.

**Figura 90** – Finalizando a emenda.



As pontas devem ficar completamente enroladas e apertadas no condutor, porém com pequeno espaçamento entre as espiras, para a solda penetrar.

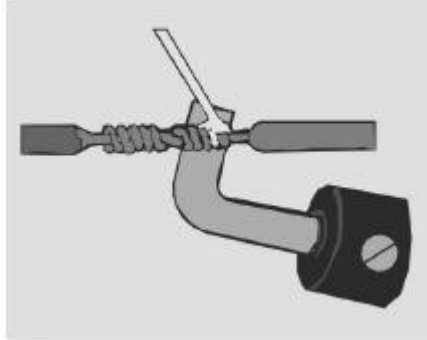
**Figura 91** – Emenda concluída.



#### 4 – Soldar a emenda.

- a) Ligue o ferro de soldar à rede de energia e deixe-o aquecer até a temperatura de fusão da solda.
- b) Aplique um pouco de solda à ponta do ferro para que esta faça bom contato térmico com a emenda.
- c) Encoste a ponta do ferro à emenda, aquecendo-a.
- d) Aplique o fundente sobre a emenda.

**Figura 92** – Soldando a emenda.



- e) No início, aplique a solda entre a ponta do ferro e a emenda, até que a solda flua para a mesma.
- f) Mude a posição do ferro para cima da emenda e aplique solda no local até preencher todos os espaços entre as espiras.
- g) Repita o processo em toda a extensão da emenda.
- h) Retire o ferro de soldar, rapidamente, sem arrastar na emenda e deixe esfriar.

#### 5 – Isolar a emenda em prosseguimento.

- a) Inicie na extremidade mais cômoda, prendendo a ponta da fita e, em seguida, dê uma volta sobre a mesma.

**Figura 93** – Isolando a emenda.

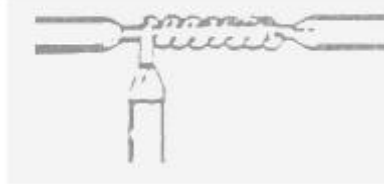


- b) Continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior, na metade da largura da fita, até atingir uns dois centímetros sobre o encapamento do condutor. Mantenha a fita esticada durante todo o tempo, para que a aderência seja perfeita.
- c) Retorne com a fita, enrolando-a agora com inclinação oposta, porém da mesma forma anterior.
- d) Complete o isolamento com três ou mais camadas, de modo que a espessura do isolamento fique, pelo menos, igual ao encapamento do condutor.
- e) Seccione a fita com uma lâmina.

f) Pressione a ponta da fita, fazendo-a aderir ao isolamento.

- Emendas em derivação

**Figura 94** – Emenda em derivação.



Na ligação dos ramais, será necessário emendar os condutores em derivação. Observe atentamente a seqüência de procedimentos:

1 – desencapar as pontas dos condutores do circuito ramal. Proceda como anteriormente.

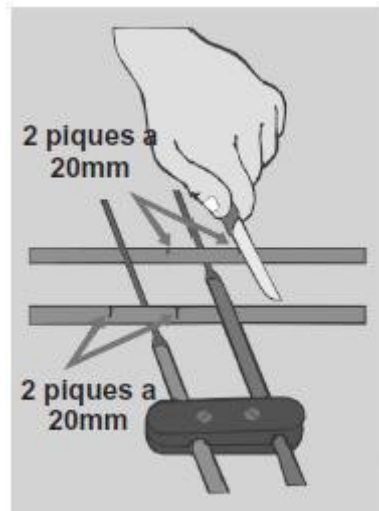
2 – desencapar os condutores da linha.

a) Marque com dois piques de faca uma faixa de uns 20mm a partir do ponto de derivação.

b) Retire, com uma faca, o isolamento em volta do condutor, entre as marcas.

A faca não deve atingir o metal para evitar pontos de ruptura (quebra) do condutor.

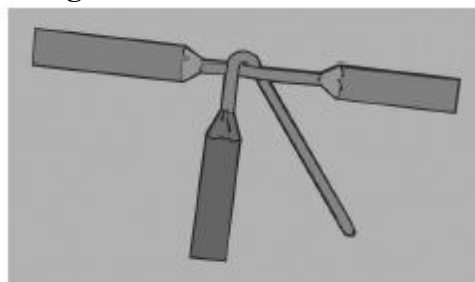
**Figura 95** – Desencapar o fio.



3 – limpar os condutores.

4 – emendar os condutores.

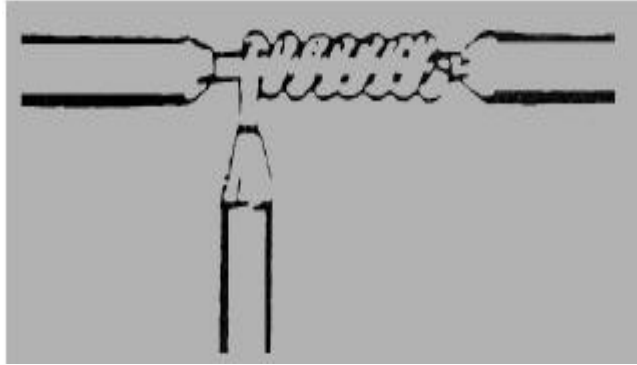
**Figura 96** – Inicando a emenda.





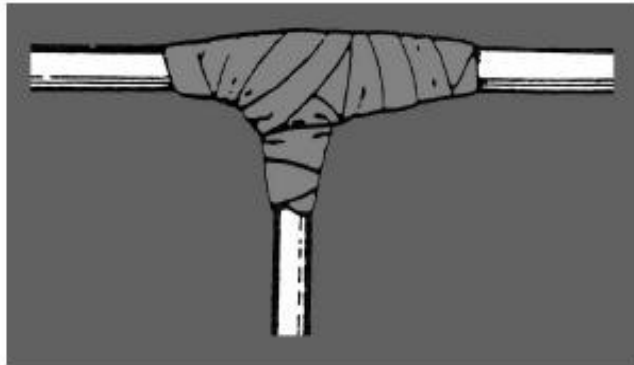
- a) Cruze a ponta sobre a derivação e enrole-a sobre esta, de modo que as espiras fiquem com ligeiro espaçamento entre si.
- b) Complete a torção da ponta com a ajuda do alicate.  
A ponta deve ficar completamente enrolada e apertada no condutor e contar, pelo menos, 6 espiras.

**Figura 97** – Emenda concluída.



- 5 – soldar a emenda em derivação.
- 6 – isolar a emenda em derivação.
- a) Enrole a fita primeiramente no condutor da rede e, ao voltar, enrole-a no condutor do ramal.
- b) Para os demais detalhes, proceda como anteriormente.

**Figura 98** – Isolar a emenda.

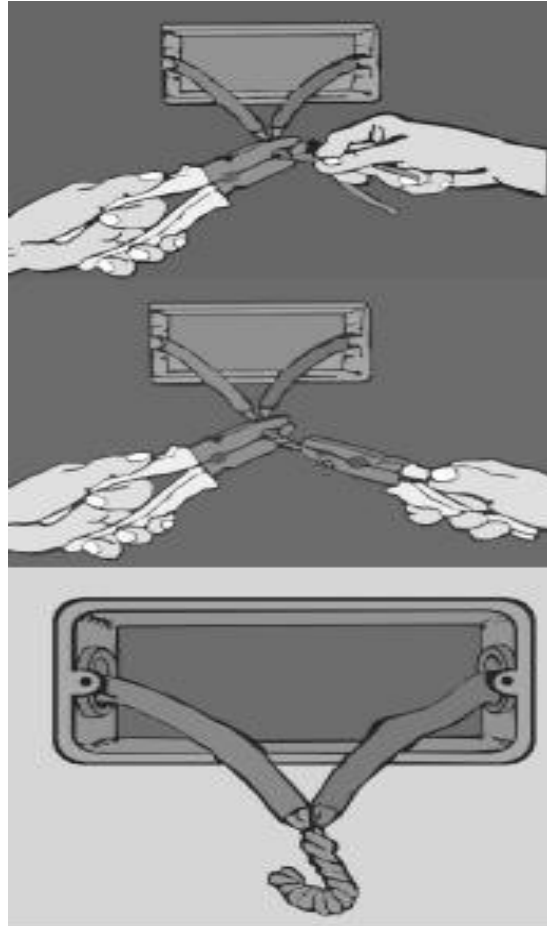


- Emendas na caixa de passagem

Os procedimentos a seguir devem ser atentamente observados:

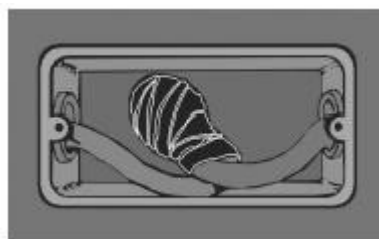
- a) desencape as pontas, em um comprimento igual a cinquenta vezes o diâmetro do condutor nu.
- b) cruze os condutores.
- c) torça os condutores, inicialmente com a mão, auxiliado por um alicate.
- d) dê o aperto final com dois alicates.
- e) dobre a ponta dos condutores.

**Figura 99** – Emenda em caixas de passagem.



f-) solde os terminais e efetue a isolamento.

**Figura 100** – Emenda soldada e isolada.



## 5.2. TRACIONAMENTO DE CONDUTORES EM TUBULAÇÕES

Os condutores serão enfiados dentro do eletroduto, através de um cabo guia. Faz-se amarração no arame com os condutores desencapados, devendo-se evitar um acúmulo excessivo deles em um só ponto, para não tornar mais difícil sua passagem dentro da tubulação. Após a amarração, passa-se fita isolante e logo depois talco industrial, para a penetração da conexão fluir com maior facilidade dentro do eletroduto.

**Figura 101** – Tracionando condutores.



**Figura 102** – Dificuldade em tracionar os condutores.



O dimensionamento dos eletrodutos está relacionado à determinação do diâmetro nominal dos mesmos. O diâmetro dos eletrodutos deve ser tal que os condutores possam ser facilmente instalados ou retirados. Dessa forma, segundo o item 6.2.11.1.6 da NBR 5410, a taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

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

Via de regra, levando em conta que a maioria dos trechos contém mais de dois condutores, utiliza-se como área de ocupação máxima uma taxa de 40% do interior do eletroduto.

**Figura 103** – Condutores no interior do eletroduto.



### 5.3. CORTE, ABERTURA DE ROSCAS E CURVAMENTO

- Curvatura de eletroduto rígido metálico

Quando se deseja que uma rede de eletrodutos transponha um obstáculo ou acompanhe uma superfície com uma curvatura especial, e quando não há uma curva postíça adequada para aquela circunstância, pode-se dobrar o eletroduto. Esse trabalho de dobrar ou curvar um eletroduto, embora seja muito empregado, deve, sempre que possível, ser evitado. Quando, entretanto, for obrigatório, deve-se fazê-lo a frio e com todos os cuidados para que não haja redução sensível na seção interna.

Fases da operação

- 1) Preparar um gabarito de curva.

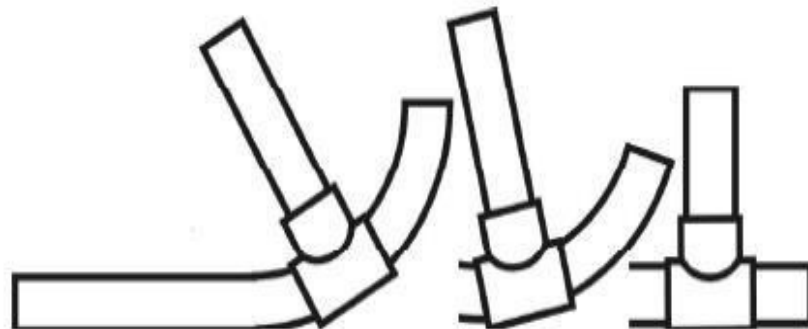
Com um arame grosso de ferro, por exemplo, prepare um modelo do formato que o tubo deve ter. Faça as curvas no arame e, a cada conformação dada no mesmo, experimente no local onde irá o tubo ser fixado.

- 2) Iniciar a dobragem.

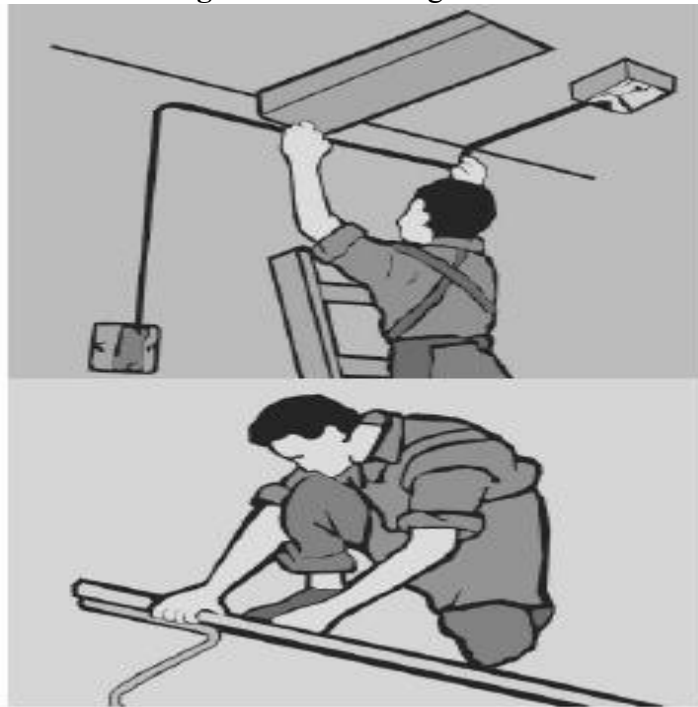
Escolha uma das extremidades do eletroduto para iniciar o trabalho. Enfie a ponta do eletroduto no T do vira-tubos, e firme o tubo no chão, com o pé. Usando o próprio eletroduto como alavanca, inicie o seu encurvamento.

A cada pequena curvatura deve-se mudar a posição do T para não amassar o tubo. Quando há necessidade, pode-se, empregando o gabarito de arame, marcar, aproximadamente, no eletroduto, os limites da curva.

**Figura 104** – Curvando o eletroduto.



**Figura 105 – Fazer gabarito.**



3) Concluir a dobragem.

Coloque o eletroduto no chão, prendendo-o sob os pés e com a extremidade livre encostada na parede. Coloque junto ao eletroduto o gabarito e, com o T, complete a curvatura iniciada na fase anterior.

**Figura 106 – Curvando o eletroduto.**



Como na fase anterior, a cada pequeno encurvamento, mude a posição do T no eletroduto.

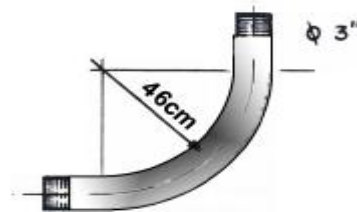
a - As curvas devem corresponder ao diâmetro interno do eletroduto. Assim, os raios mínimos das curvas devem obedecer à seguinte tabela 7.

**Tabela 7** – Raio de curvaturas de acordo com os eletrodutos.

Eletroduto (polegada)	Raio da curva (cm)
$\frac{1}{2}$	10
$\frac{3}{4}$	13
1	15
$1 \frac{1}{4}$	20
$1 \frac{1}{2}$	25
2	30
$2 \frac{1}{2}$	38
3	46
4	61

Exemplo: ao curvar um eletroduto de 3 polegadas, o raio mínimo da curva deverá ser de 46cm.

b - Não recue o tubo no vira-tubos para fechar mais a curva em algum ponto, nem force muito no mesmo lugar, para não amassá-lo.

**Figura 107** – Exemplo de curvatura.

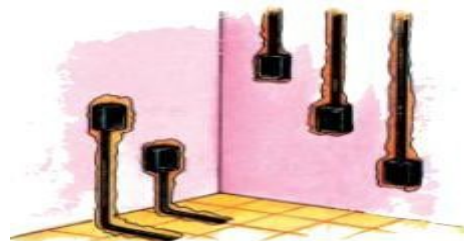
c - A costura do tubo deverá ficar na sua faixa neutra (para cima), pois as costuras constituem um perigo para o isolamento do condutor.

- Curvatura de eletroduto de plástico

Para curvar eletroduto rígido de plástico, será utilizada uma fonte de calor brando, como o maçarico. Caso se deseje dobrar, moldar ou soldar peças de PVC ou de polietileno, deve-se proceder lentamente, com muito cuidado e de maneira controlada, para assim se conhecer o efeito do calor no material correspondente, porque, nestes casos, variações relativamente pequenas na temperatura podem causar deformações nas peças.

- Instalação de eletrodutos

Na instalação da rede de eletrodutos nas caixas devem ser observadas as recomendações das ilustrações 108 a 115.

**Figura 1088** – Eletroduto embutido na parede.

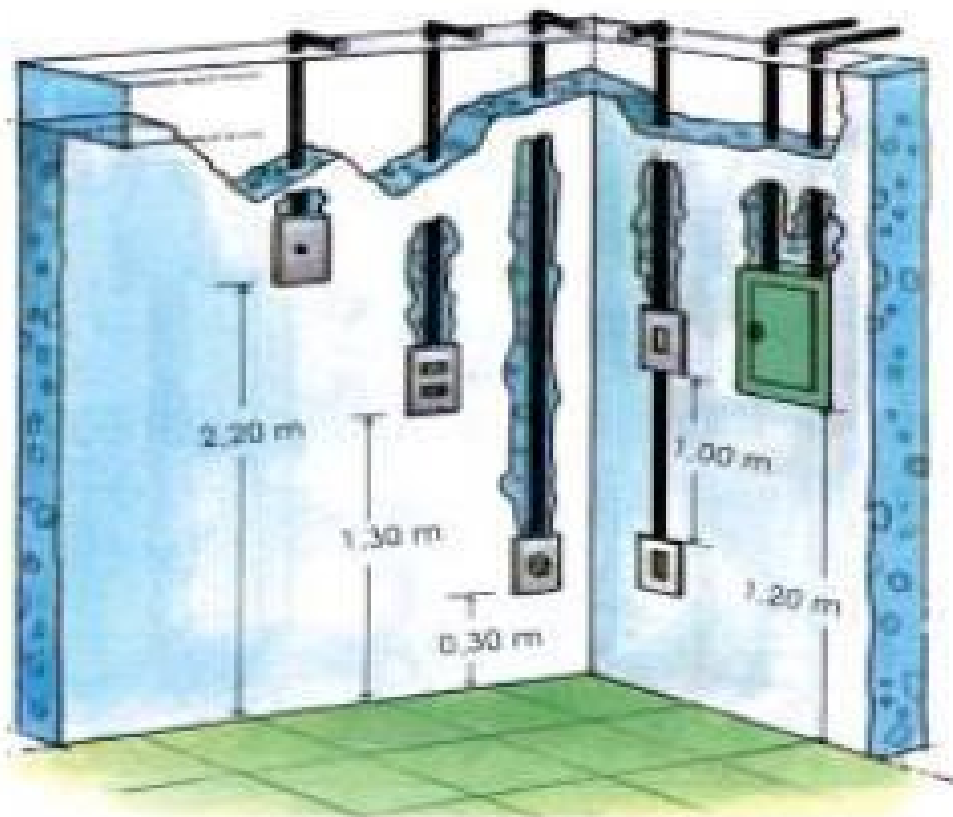
**Figura 1099 – Rede embutida.**



**Rede embutida**

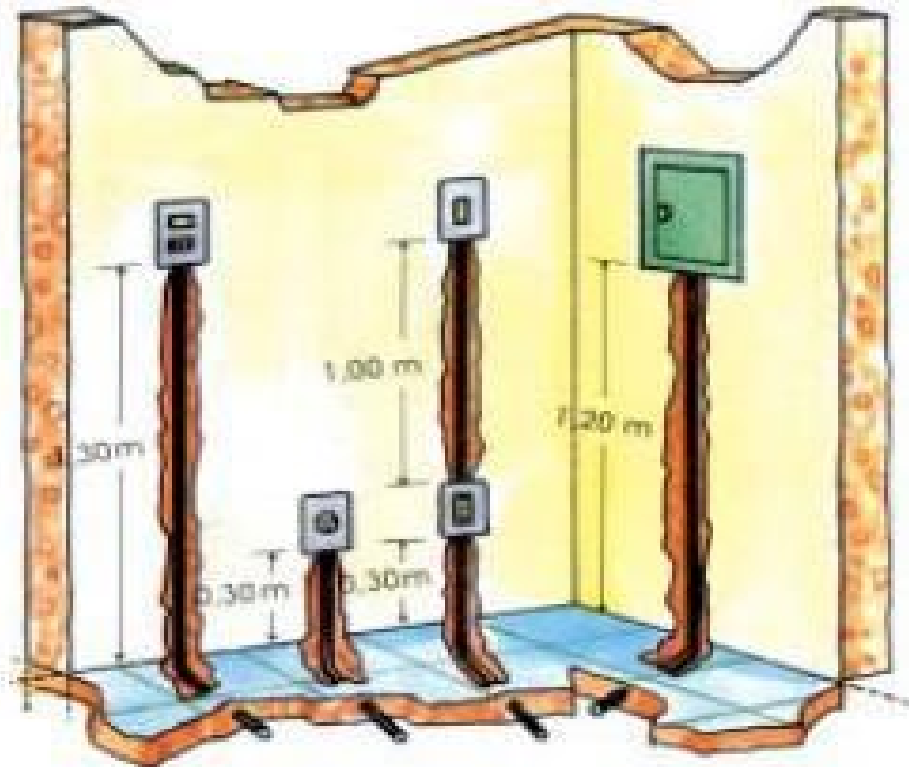
Os eletrodutos e caixas foram encerrados permanentemente na estrutura ou acabamento do edifício.

**Figura 110 – Eletrodutos embutidos na parede.**

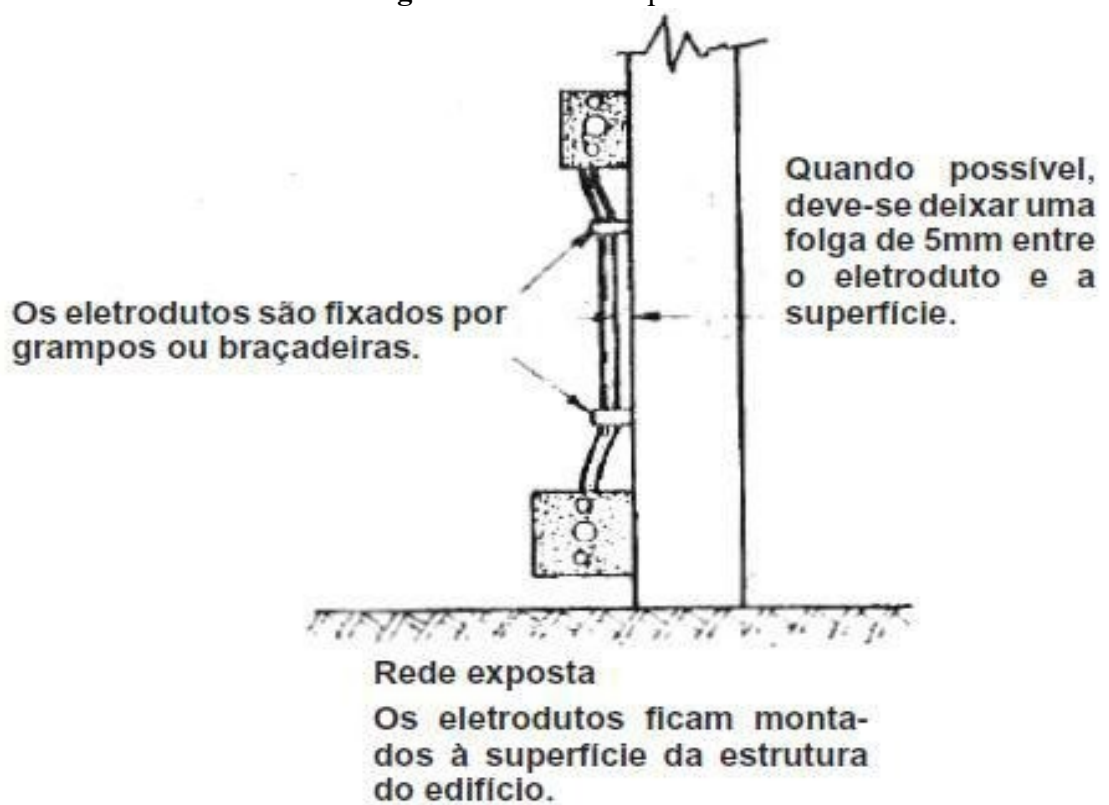




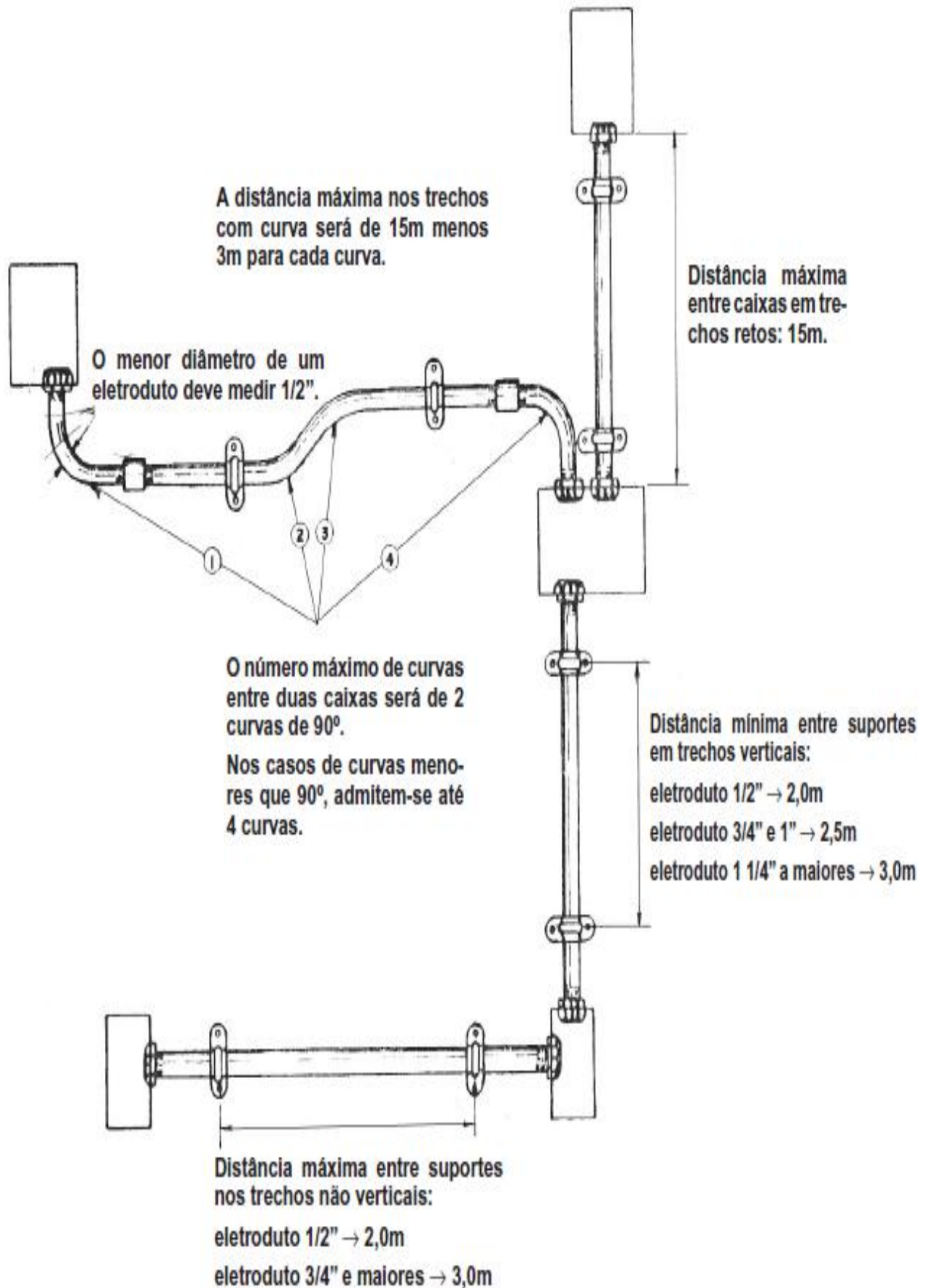
**Figura 111 – Eletrodutos embutidos na parede.**



**Figura 112 - Rede exposta.**

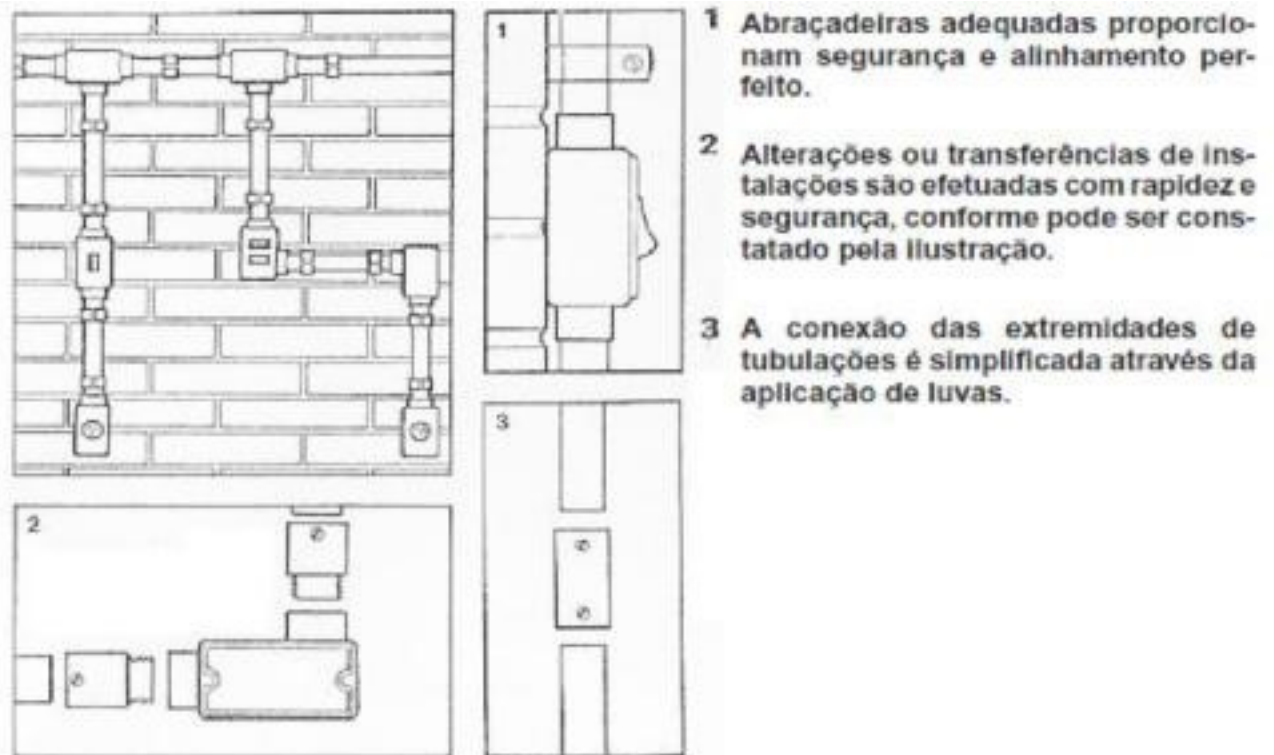


**Figura 113** – Eletrodutos aparentes.



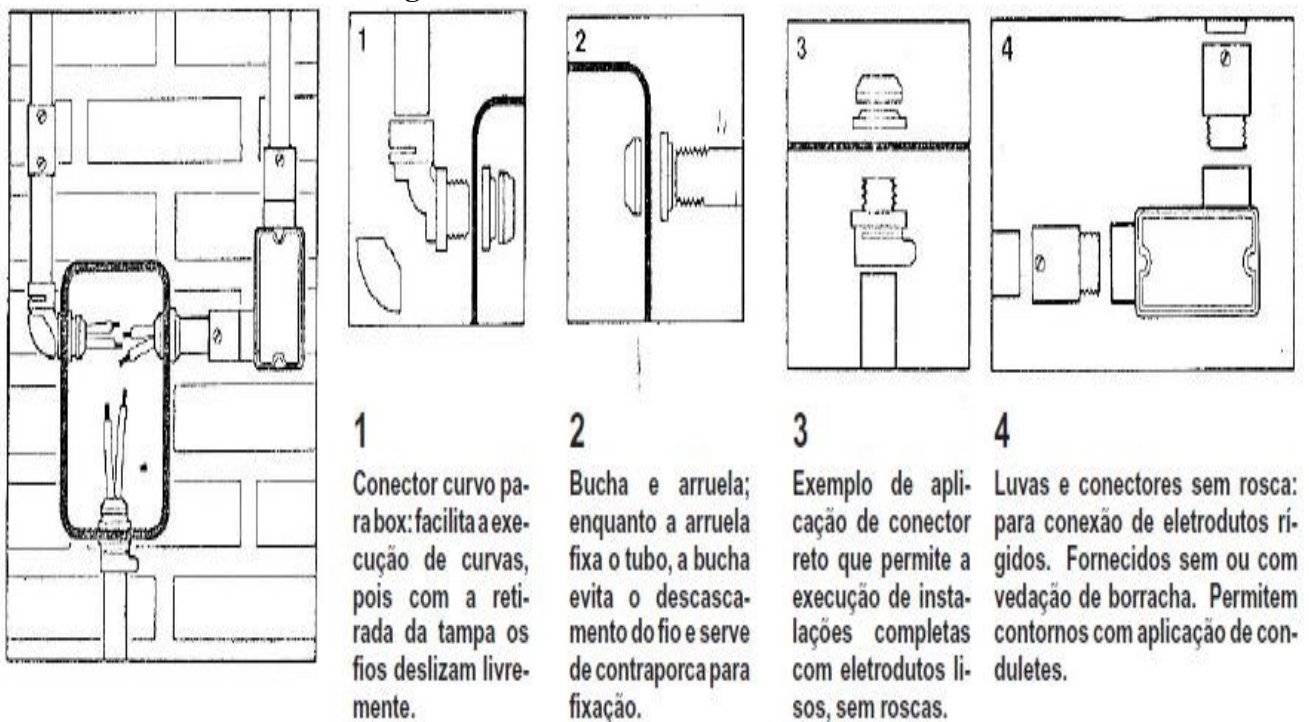
- Instalação de eletroduto (condutele roscável)

**Figura 114** – Conduteles roscável.



- Instalação de eletroduto (condutele sem rosca)

**Figura 115** – Condutele sem rosca.



## 6. REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS E EXECUÇÃO DE DIAGRAMA DE INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS E PREDIAIS

Diagrama é a representação de uma instalação elétrica ou parte dela, por meio de símbolos gráficos, eles são comumente distribuídos em diagrama unifilar e multifilar (ou funcional). Para o desenvolvimento deles são necessários o conhecimentos dos símbolos de identificação conforme descritos nas Tabelas 8 a 12.

**Tabela 8 – Dutos e distribuição.**






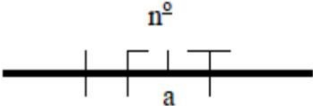
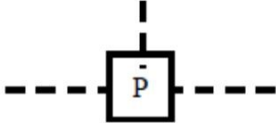
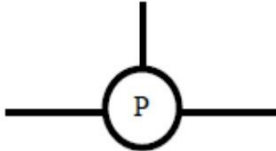
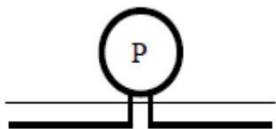
Símbolo	Significado	Observações
	Eletroduto embutido no teto ou parede.	Só indicar a dimensão dos eletrodutos menos comuns na instalação. O mais comum para cada caso tem a sua dimensão indicada na legenda.
	Eletroduto embutido no piso.	
	Tubulação para telefone externo.	
	Tubulação para telefone interno.	
	Tubulação para campainha, som, anunciador, ou outro sistema.	
	Condutor fase, neutro, de retorno e de proteção respectivamente, no interior do eletroduto.	Cada traço representa um condutor. Indicar o n° do circuito e a designação do retorno por uma letra minúscula.
	Caixa de passagem no piso.	Indicar dimensões na legenda ou junto à caixa (em mm).
	Caixa de passagem no teto.	
	Caixa de passagem na parede.	



Tabela 9 – Quadros de distribuição.






Símbolo	Significado	Observações
	Quadro terminal de luz e força aparente.	Indicar as cargas de luz e força no quadro de cargas.
	Quadro terminal de luz e força embutido.	
	Quadro geral de luz e força aparente.	
	Quadro geral de luz e força embutido.	
	Caixa de telefone.	

Tabela 10 – Interruptores.








Símbolo	Significado	Observações
	$S^a$ Interruptor de uma seção.	A(s) letra(s) minúscula(s) indica(m) o(s) ponto(s) comandado(s).
	$S_2^{a,b}$ Interruptor de duas seções.	
	$S_3^{a,b,c}$ Interruptor de três seções.	
	$S_{3w}^a$ Interruptor paralelo ( <i>tree-way</i> ).	
	$S_{4w}^a$ Interruptor intermediário ( <i>four-way</i> ).	
	Botão de minuteria.	
	$\odot$ Botão de campainha na parede.	

Tabela 11 – Luminárias.


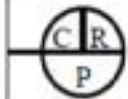

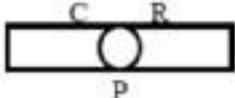
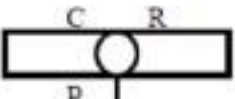
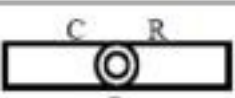





Símbolo	Significado	Observações	
	Ponto de luz incandescente no teto.	C = circuito; R = retorno; P = potência.	
	Ponto de luz incandescente na parede (arandela).		
	Ponto de luz incandescente no teto (embutido).		
	Ponto de luz fluorescente no teto.		Para luminárias instaladas em paredes deve-se indicar a altura de instalação.
	Ponto de luz fluorescente na parede.		
	Ponto de luz fluorescente no teto (embutido).		

Tabela 12 – Tomadas e pontos de utilização.

Símbolo	Significado	Observações
	Tomada baixa (0,30m do piso)	A potência deve ser indicada ao lado em VA (exceto se for 100VA). Se a altura for diferente da normalizada, também deverá ser indicado. Tomadas para motores e aparelhos de ar-condicionado devem indicar os HP (ou CV) ou BTU respectivos.
	Tomada média (1,30m do piso)	
	Tomada alta (2,00m do piso)	
	Tomada no piso	
	Campainha	

Conhecendo a simbologia é possível definir os dois tipos de diagramas existentes, conforme se verifica a seguir:

Diagrama unifilar – é representado por meio de símbolos gráficos dos componentes da instalação, situados na planta baixa, apresentando a posição física dos elementos. No diagrama apresentado, aparecem: interruptor de uma seção, ponto de luz incandescente, eletrodutos e condutores. Esse diagrama permite verificar a disposição de elementos de um

circuito. Nesse caso, observamos que há um interruptor simples próximo à porta, comandando um ponto de luz. Eles estão ligados por condutores que passam por dentro dos eletrodutos.

**Figura 116** – Planta baixa com instalação elétrica usando o diagrama unifilar.

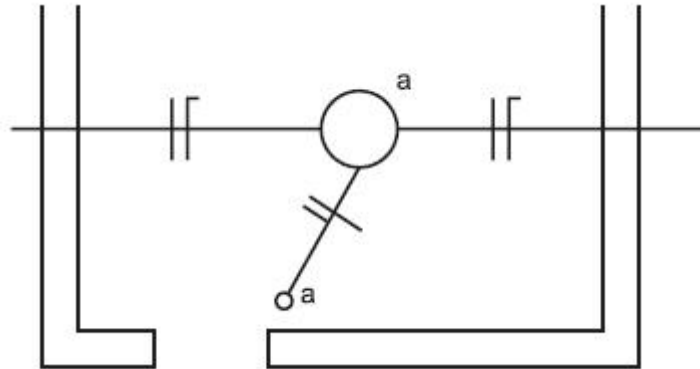
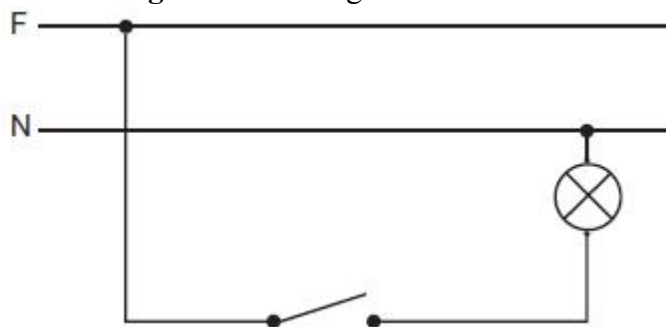


Diagrama multifilar ou funcional – é a representação do circuito elétrico por meio de símbolos gráficos, permitindo analisar o seu funcionamento. Como se pode observar, o condutor fase é ligado ao interruptor, para uma perfeita interrupção do circuito, pois com o interruptor desligado (aberto) pode-se trocar a lâmpada sem risco, já que o condutor fase é o que dá choque. O condutor retorno ou volta é o que interliga interruptor e lâmpada.

**Figura 117** – Diagrama multifilar.



Os pontos que aparecem no diagrama representam um contato ou uma ligação elétrica. A ausência desses pontos significa que não há ligação elétrica. Veja a Figura 118.

**Figura 118** – Conexões do diagrama multifilar.

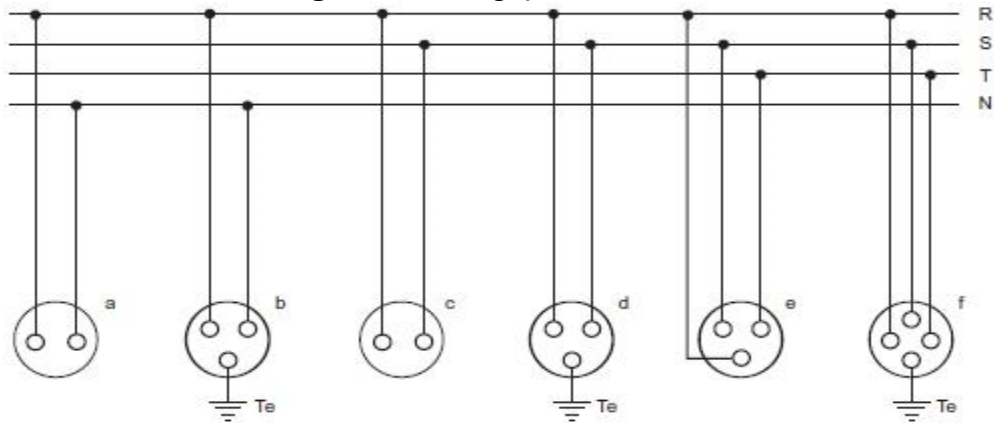




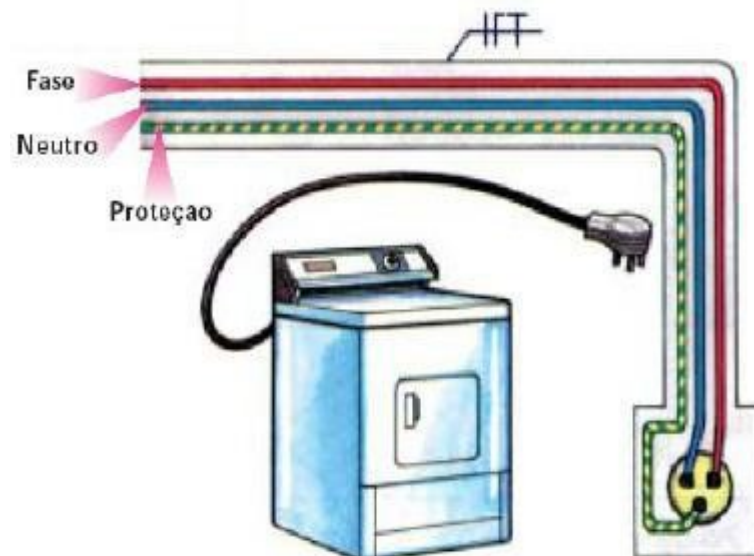
## 7. INSTALAÇÃO DE TOMADAS MONOFÁSICAS, BIFÁSICAS E TRIFÁSICAS

As tomadas são ligadas diretamente à linha de alimentação, sendo estas de formas variadas, conforme se constata nas Figuras 119 a 125.

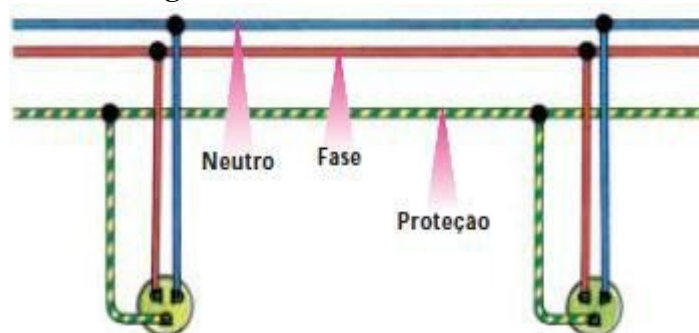
**Figura 119** – Ligação de tomadas.



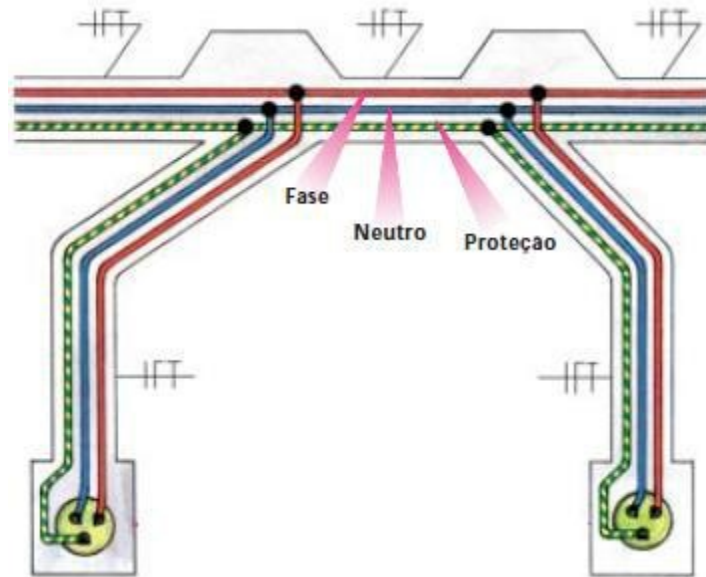
**Figura 120** – Tomada monofásica.



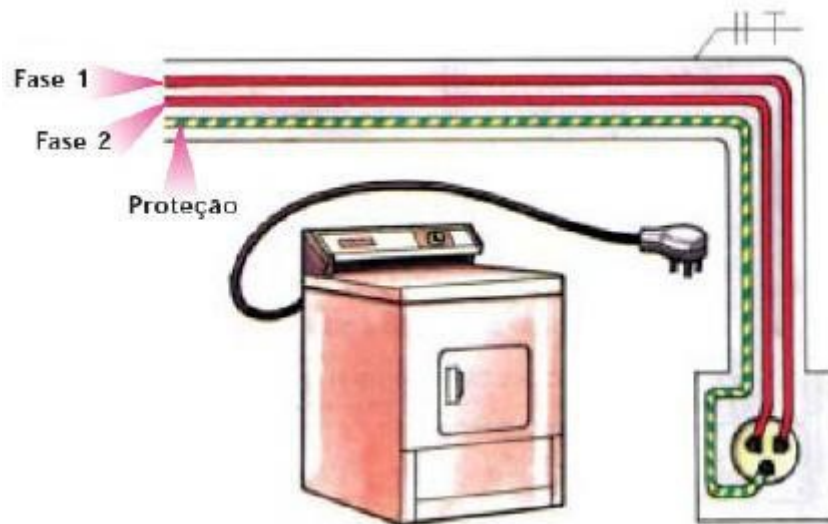
**Figura 121** – Tomada monofásica.



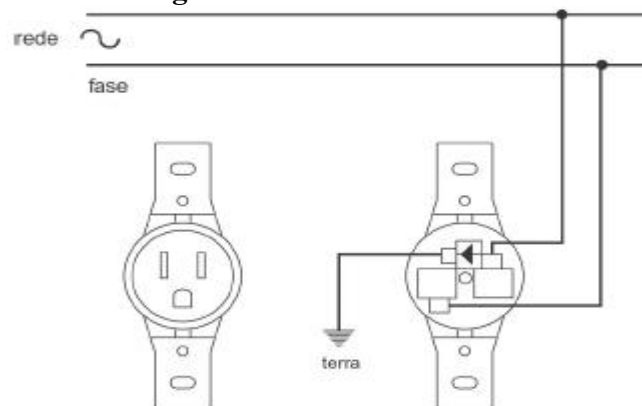
**Figura 122 – Tomada monofásica.**

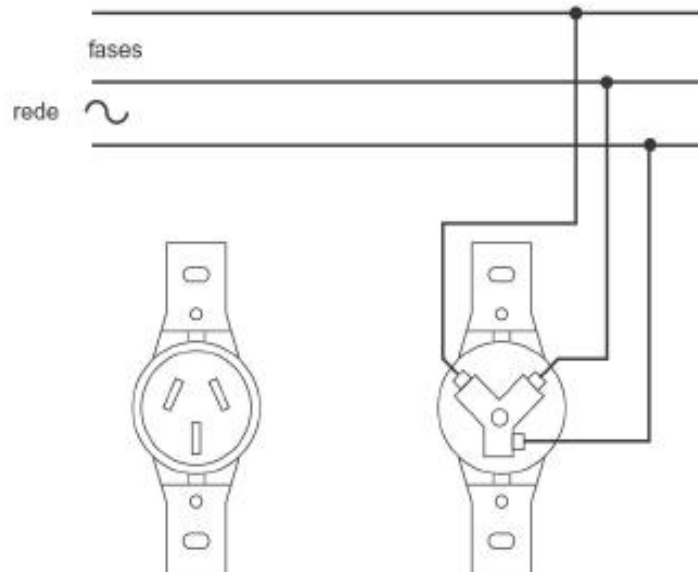


**Figura 123 – Tomada bifásica.**



**Figura 124 – Tomada 2P+T.**



**Figura 125 – Tomada 3P.**

Para a instalação das tomadas deve-se proceder os seguintes passos:

- 1-) Elementos bem localizados e percursos bem determinados são condições básicas para a execução de quase todo o trabalho.
- 2-) Marcar o ponto referencial da tomada no piso.
  - a) Identifique, na planta baixa, o local onde será marcada a tomada.
  - b) Meça a distância entre o símbolo e um ponto de referência (porta, janela, parede, etc).
  - c) Faça a conversão da medida da planta baixa para a medida real (use a escala indicada na planta baixa).
  - d) Marque no piso do cômodo o ponto referencial da tomada, usando a medida real.

**Figura 126 – Marcação do ponto referencial da tomada no chão.**

3-) Localizar a tomada na parede.

- a) Meça na parede, utilizando o metro articulado, a altura da tomada, na mesma direção do ponto de referência feito no piso.

- b) Localize a tomada na parede usando o  
giz: baixa: 0,30m  
meia altura: 1,5m do piso  
acabado alta: 2m

**Figura 127** – Marcação do ponto de tomada na parede.

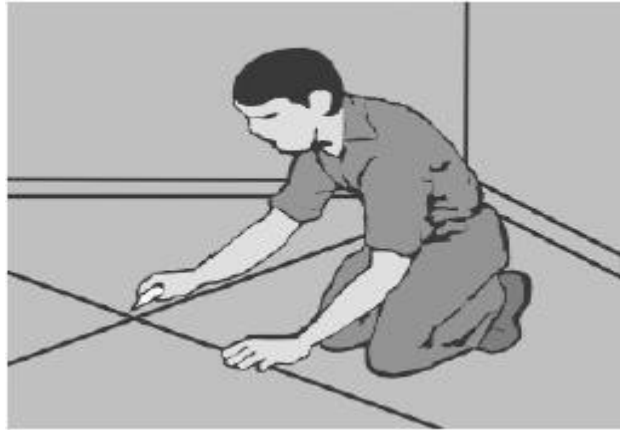


## 8. INSTALAÇÃO DE LÂMPADAS E INTERRUPTORES

Analisando a planta baixa deve-se proceder os seguintes passos:

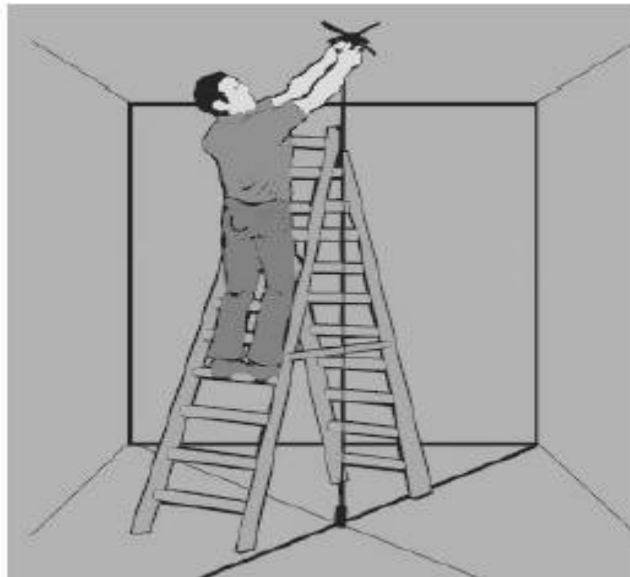
- 1-) Marcar o ponto referencial da lâmpada no piso.
  - a) Traçar as diagonais, utilizando a linha de bater.
  - b) Reforce com giz o cruzamento das diagonais.
  - c) Marque no piso do cômodo o ponto referencial da lâmpada.

**Figura 128** – Marcação da posição da lâmpada no chão.



- 2-) Localizar a lâmpada no teto.
  - a) Transfira a marca do piso para o teto, utilizando o prumo de centro.
  - b) Localize a lâmpada no teto, marcando com giz a posição exata onde se encontra o fio de prumo de centro.

**Figura 129** – Marcação da posição da lâmpada no teto.



- 3-) Marcar o ponto referencial do interruptor no piso.
  - a) Identifique, na planta baixa, o local onde será instalado o interruptor simples.
  - b) Meça, na planta baixa, a distância entre o símbolo e um referencial.

c) Marque, no piso do cômodo, o ponto referencial do interruptor.

**Figura 130** – Marcação da posição do interruptor no piso.



4-) Marcar o ponto referencial do interruptor no piso.

a) Meça na parede, utilizando o metro articulado, a altura do interruptor, na mesma direção do ponto de referência feito no piso.

b) Localize o interruptor na parede, usando giz.

**Figura 131** – Marcação da posição do interruptor na parede.



5-) Traçar o percurso da instalação elétrica, na parede.

a) Coloque o prumo de centro de maneira que coincida com a marca do interruptor no piso.

b) Marque um ponto referencial no teto.

c) Apóie a linha de bater no ponto referencial do teto.

d) Apóie e estique a linha de bater na perpendicular até o ponto referencial, puxe a linha de bater dez centímetros aproximadamente e solte-a, traçando o percurso da instalação elétrica na parede.

**Figura 132** – Marcação do caminho do eletroduto na parede.



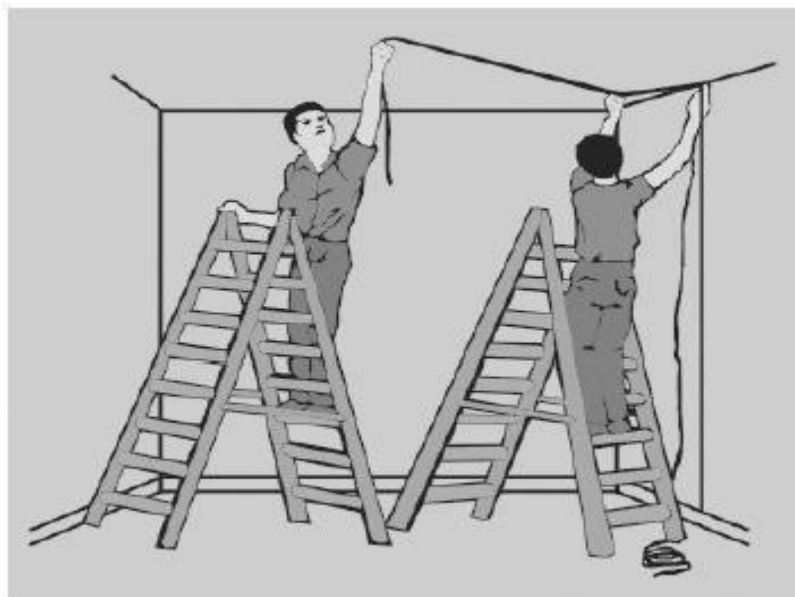
6-) Traçar o percurso da instalação elétrica, no teto.

a) Apóie a linha de bater até o ponto final do percurso traçado na parede.

b) Estique a linha de bater até a localização da lâmpada.

c) Puxe a linha de bater dez centímetros aproximadamente e solte-a, marcando o traçado do percurso da instalação elétrica no teto.

**Figura 133** – Marcação do caminho do eletroduto no teto.

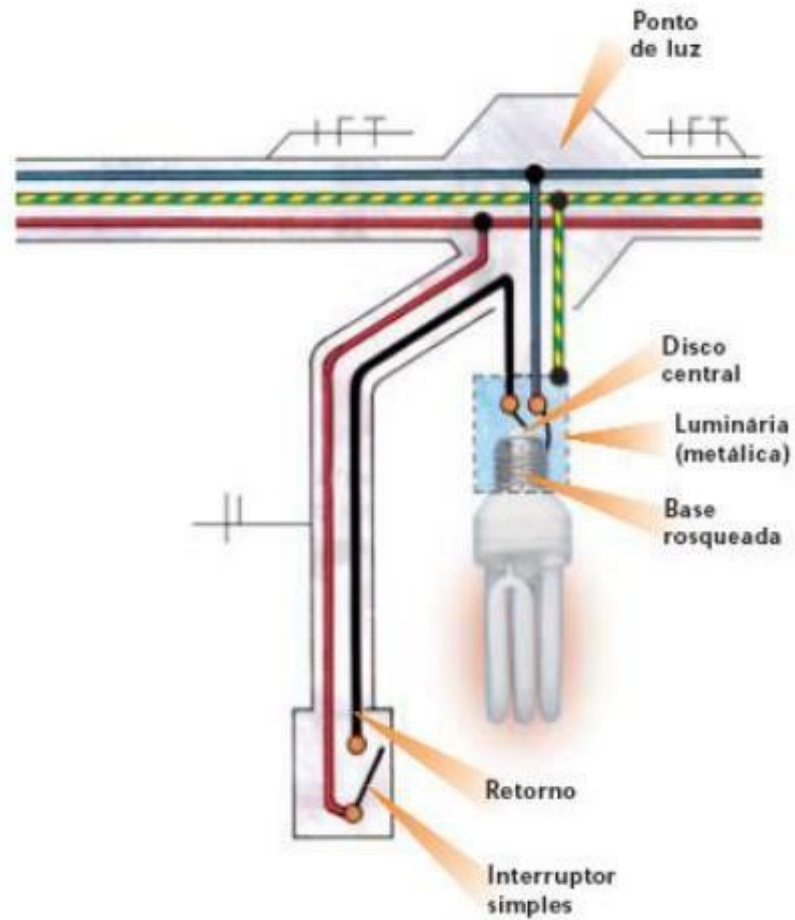


## 9. INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE LÂMPADAS E INTERRUPTORES

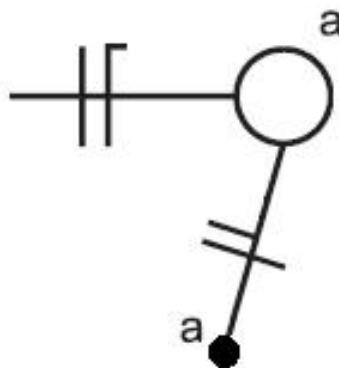
### 9.1. INTERRUPTOR SIMPLES

Um único interruptor acionando um ou mais pontos de luz. Deve-se observar a corrente máxima suportada pelo interruptor para o acionamento de mais de um ponto.

**Figura 134** – Esquema de ligação de uma lâmpada com interruptor simples.

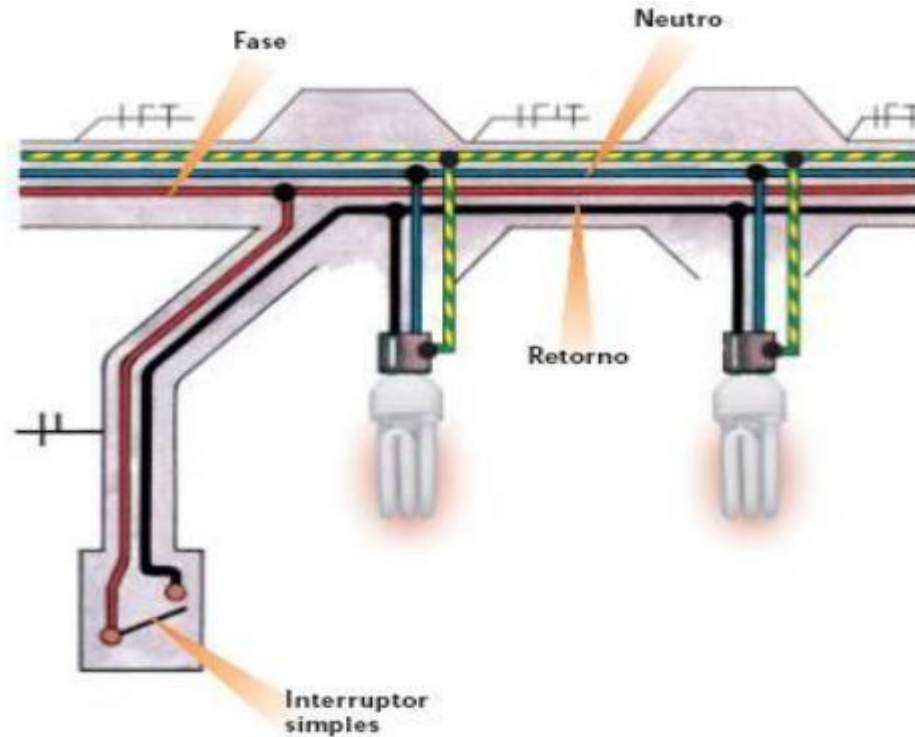


**Figura 135** – Esquema unifilar.

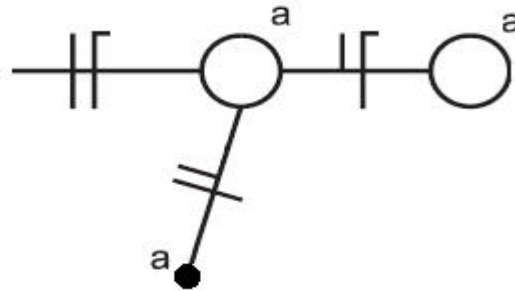




**Figura 136** – Esquema de ligação de duas lâmpadas e um interruptor simples.



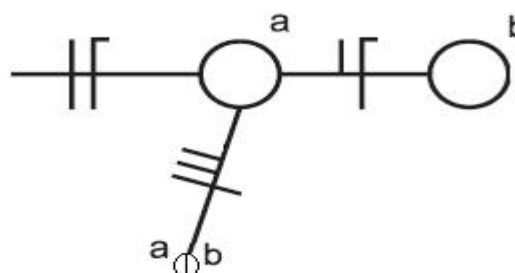
**Figura 137** – Esquema unifilar.



## 9.2. INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES

Dois interruptores acionando dois conjuntos de um ou mais pontos de luz. Deve-se observar a corrente máxima suportada pelos interruptores para acionamento de vários pontos.

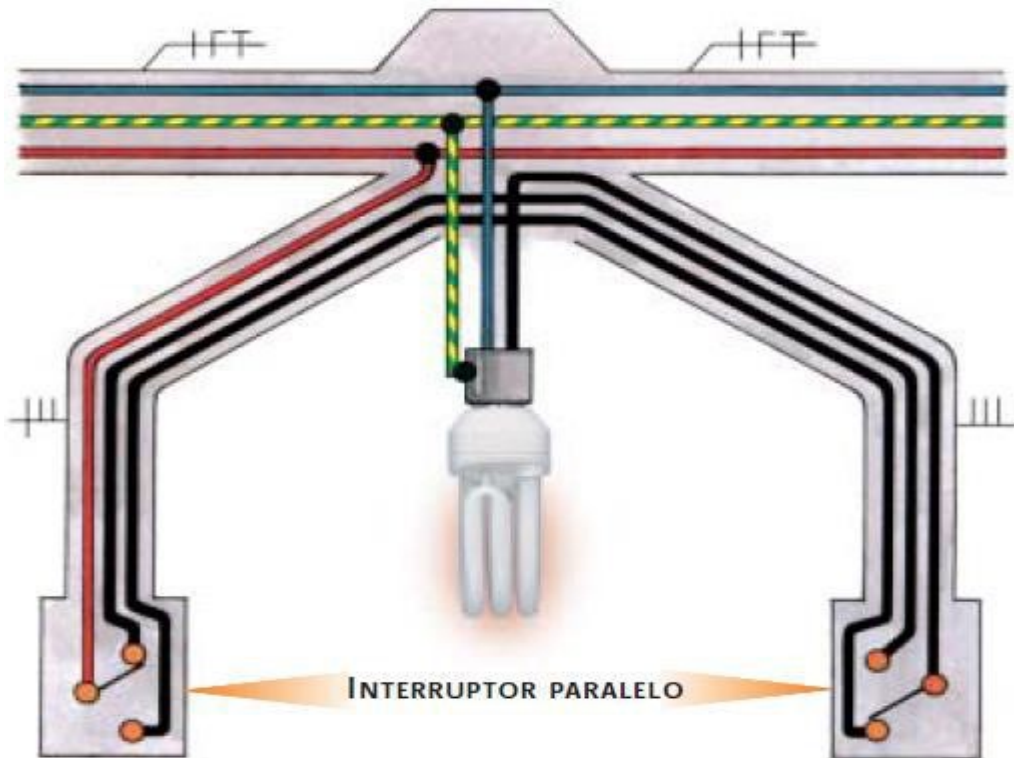
**Figura 138** – Esquema unifilar.



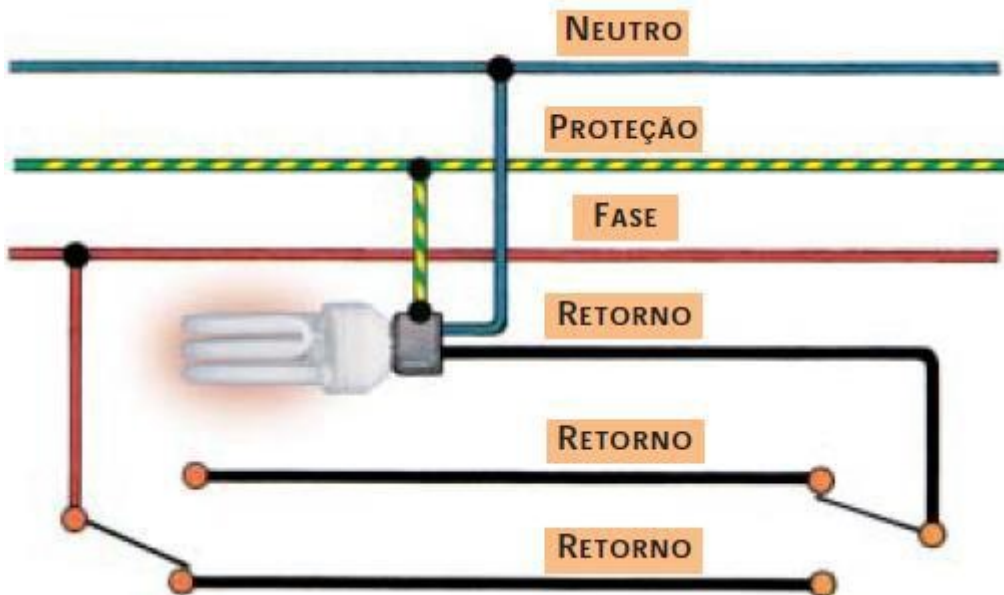
### 9.3. INTERRUPTOR PARALELO (THREE – WAY)

Comando que utiliza dois interruptores de modo a acionar um ponto ou conjunto de pontos de locais distintos. Usualmente utilizado em escadas, corredores de tamanho médio, salas compridas, etc. Deve-se atentar ao fato de que este tipo de comando é feito utilizando-se interruptores específicos.

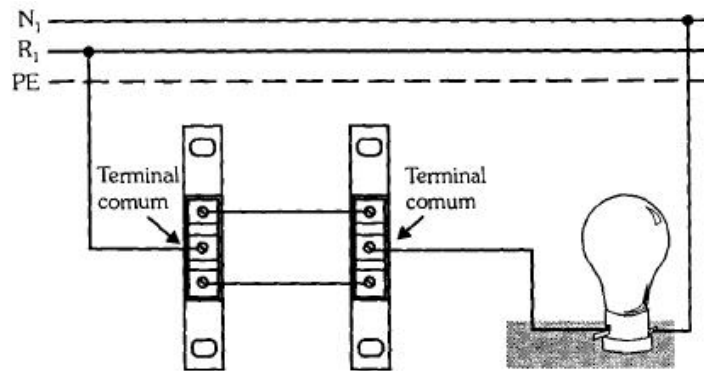
**Figura 139** – Esquema de ligação do interruptor paralelo.



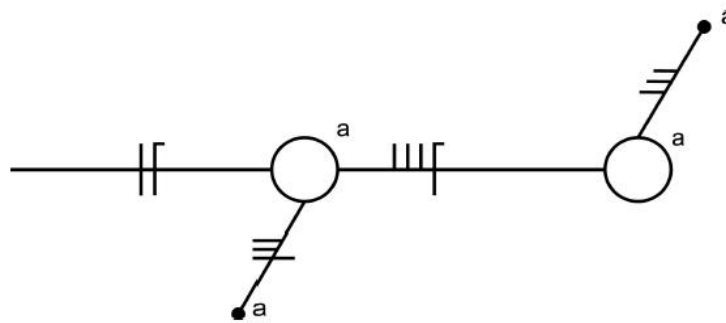
**Figura 140** – Esquema equivalente.



**Figura 141 – Esquema multifilar.**



**Figura 142 – Esquema unifilar.**



#### 9.4. INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO (FOUR – WAY)

O comando *four-way* é utilizado de maneira similar ao *three-way*. Entretanto, é possível acionar um mesmo ponto ou um conjunto de pontos de luz a partir de  $n$  locais. A configuração para este circuito de comando utiliza 2 interruptores paralelos e  $n - 2$  interruptores intermediário.

**Figura 143 – Esquema de ligação do interruptor intermediário.**

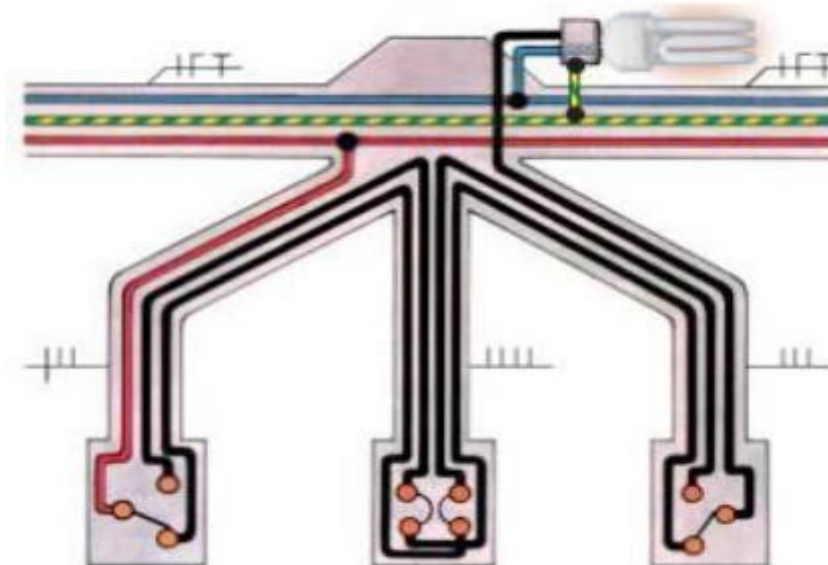


Figura 144 – Esquema equivalente.

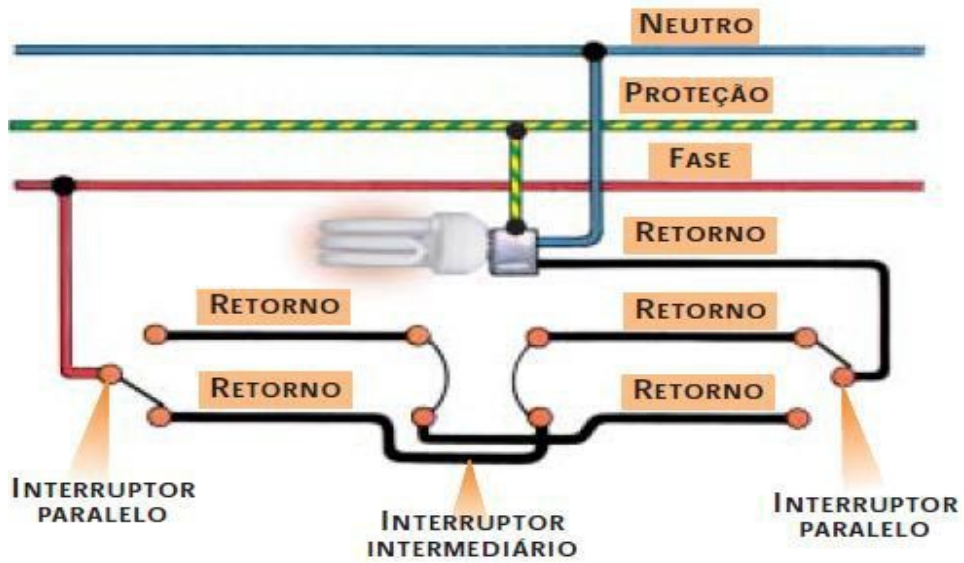
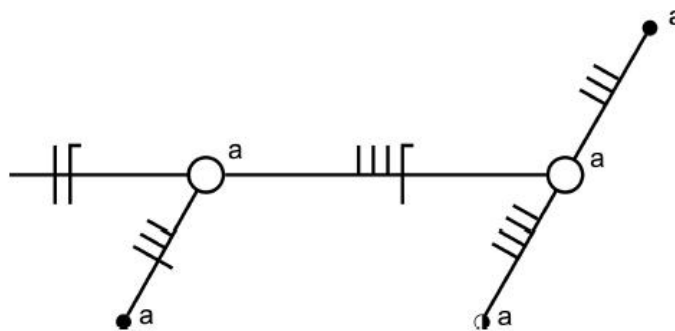


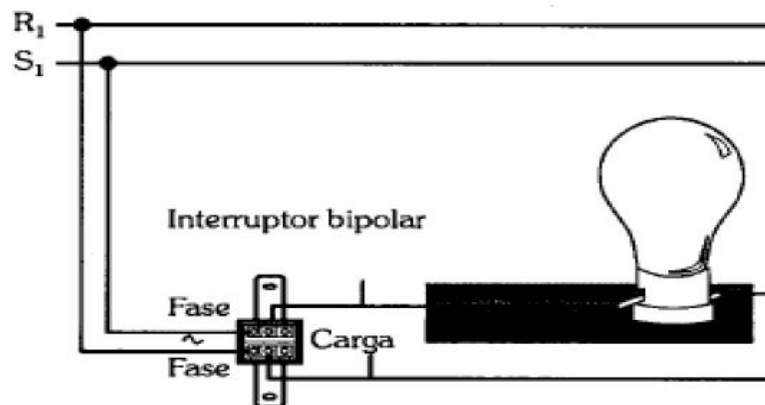
Figura 145 – Esquema unifilar.



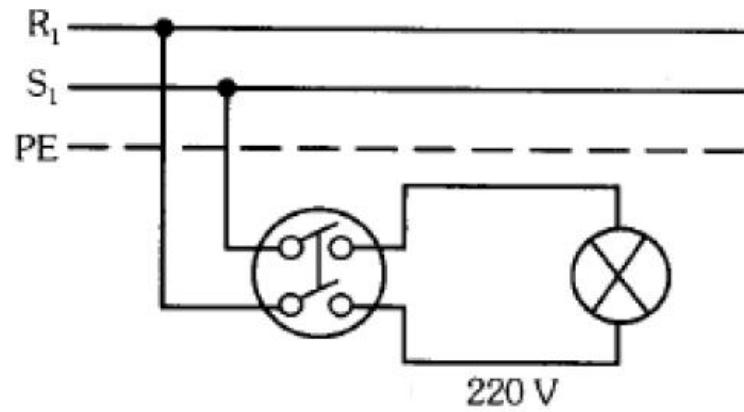
## 9.5. INTERRUPTOR BIPOLAR

Esta ligação é efetuada quando a instalação for bifásica, portanto, as duas fases devem ser seccionadas pelo interruptor, conforme pode-se observar nas Figuras 146, 147 e 148.

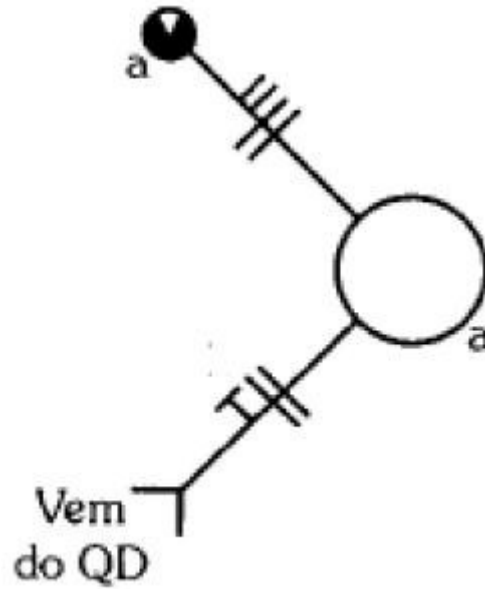
Figura 146 – Esquema multifilar.



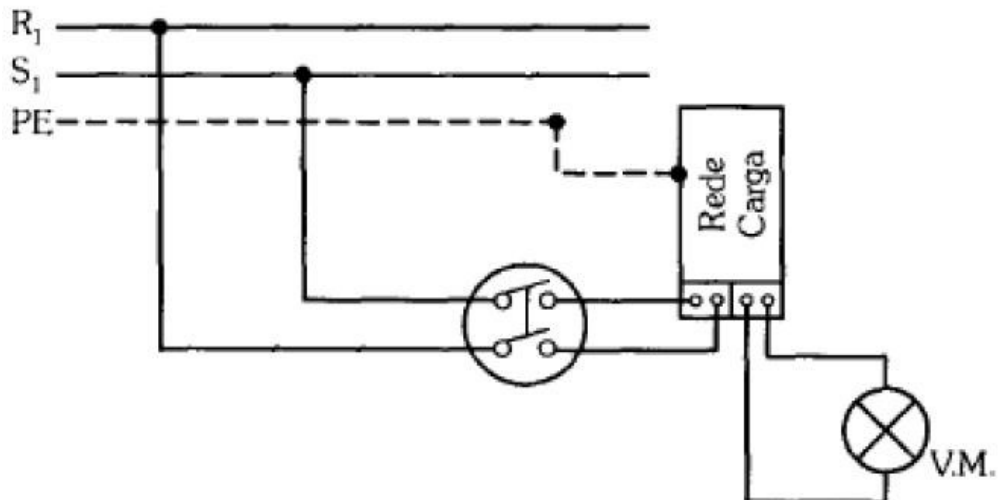
**Figura 147** – Esquema multifilar comum.



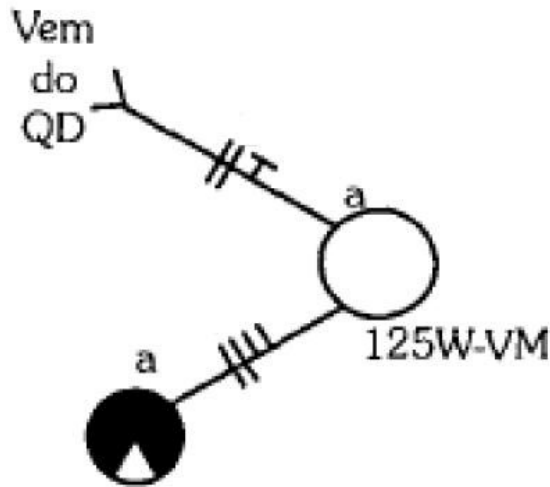
**Figura 148** – Esquema unifilar.



**Figura 149** – Esquema multifilar de alimentação da lâmpada de vapor de mercúrio.



**Figura 150** – Esquema unifilar de alimentação da lâmpada de vapor de mercúrio.

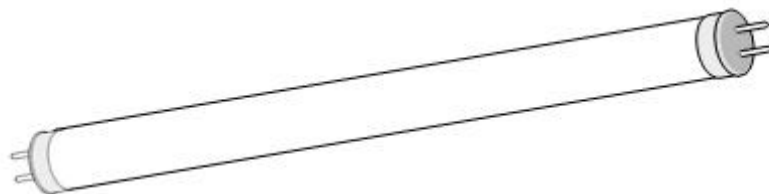


## 9.6. LÂMPADA FLUORESCENTE

Os diadramas apresentados anteriormente mostram a ligação de lâmpadas incandescentes, porém o mesmo circuito pode ser aplicado para a ligação de lâmpadas fluorescentes, a única modificação se refere ao ponto de luz, no qual a simbologia do diagrama unifilar é diferente e, fisicamente, deve-se efetuar a instalação do reator para acionamento da lâmpada.

A lâmpada fluorescente é a mesma tanto para 127 V como para 220 V, o que muda é o reator que é fabricado para 127 V ou 220 V, conforme a necessidade.

**Figura 151** – Lâmpada fluorescente.



A Figura 152 mostra a ligação necessária para o perfeito funcionamento do conjunto, no qual nos condutores preto e branco, será feita a ligação do reator na rede, ou seja, deve ser efetuado o comando pelo interruptor, conforme se observa nas Figuras 153e 154.

**Figura 152** – Esquema de ligação do reator com uma lâmpada fluorescente.

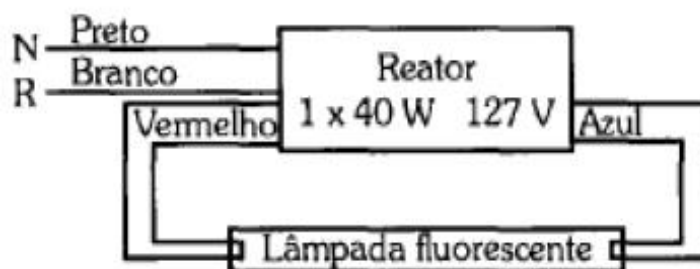


Figura 153 – Esquema unifilar.

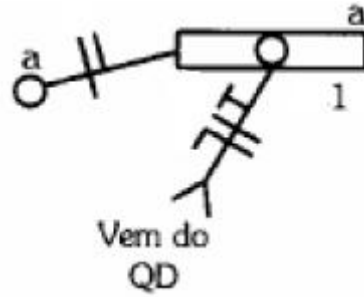
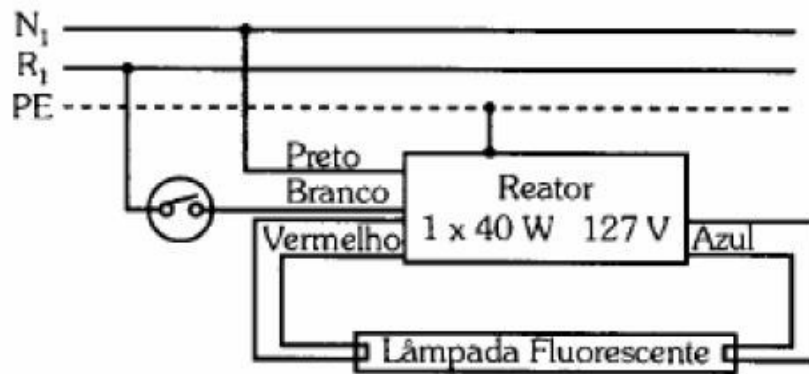


Figura 154 – Esquema multifilar.



As Figuras 155, 156 e 157 mostram a montagem para duas lâmpadas fluorescentes.

Figura 155 - Esquema de ligação do reator com duas lâmpadas fluorescentes.

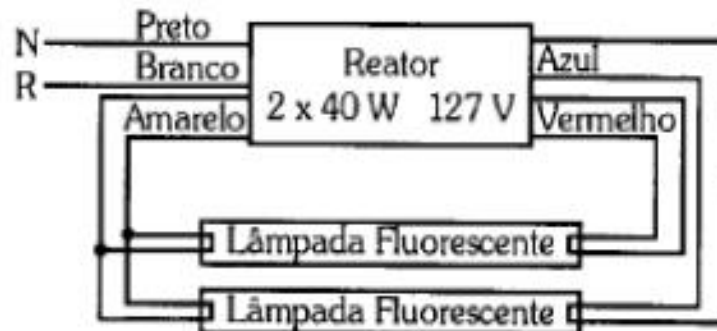


Figura 156 – Esquema unifilar.

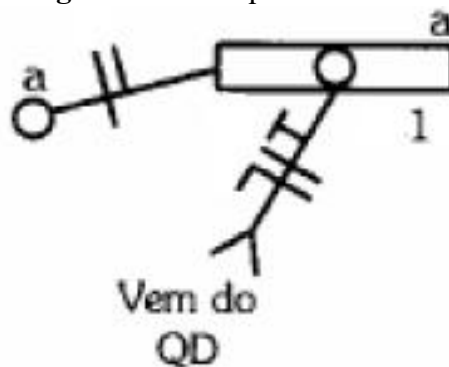
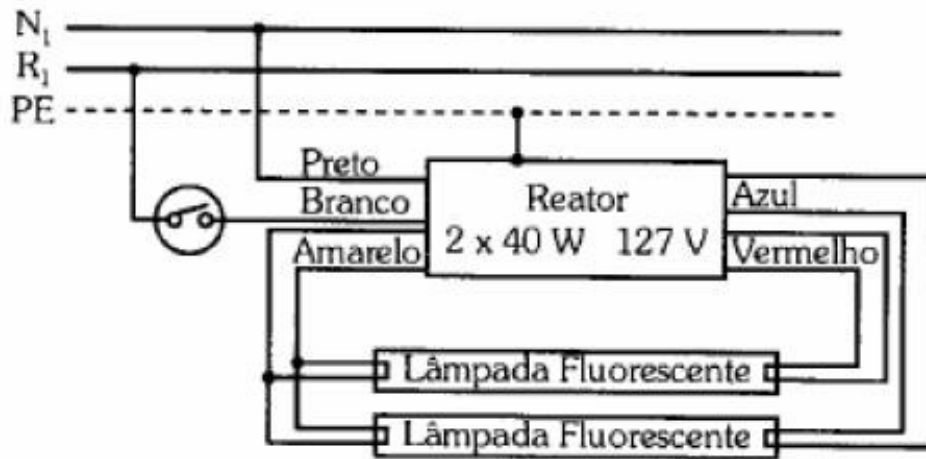


Figura 157 – Esquema multifilar.





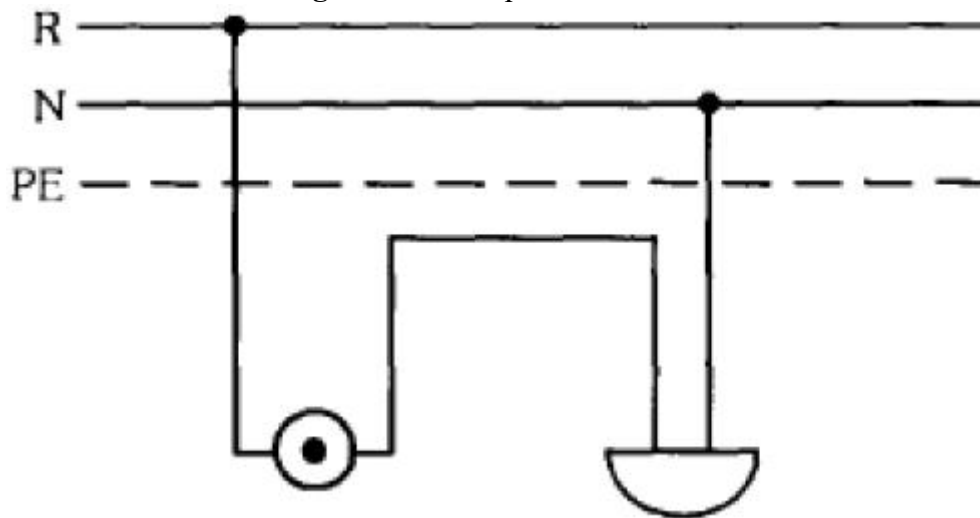
## 10. INSTALAÇÃO DE CAMPAINHA (CIGARRAS)

Campainha é o nome que se dá ao dispositivo elétrico que emite som quando acionado. A Figura 158 mostra exemplos.

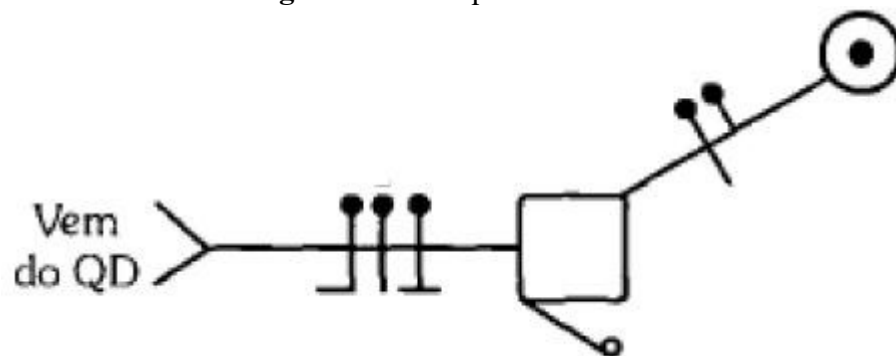
**Figura 158** – Campainhas e cigarras.



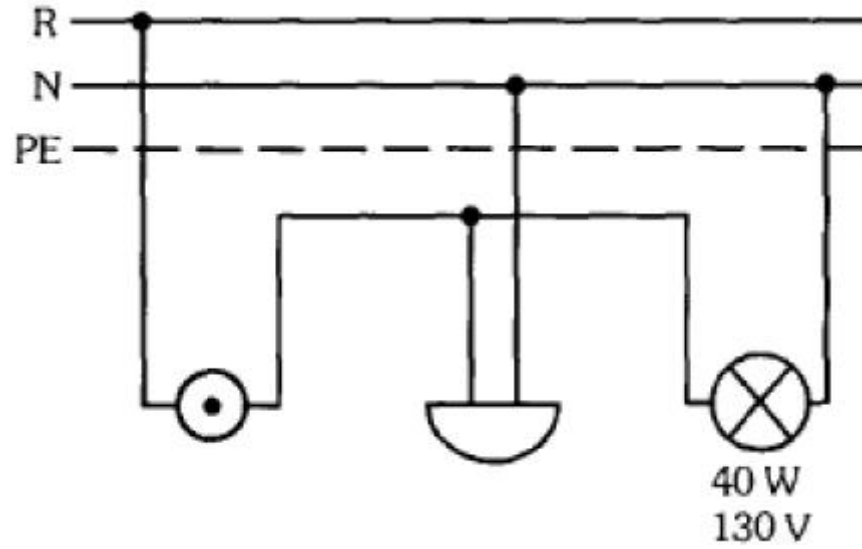
**Figura 159** – Esquema multifilar.



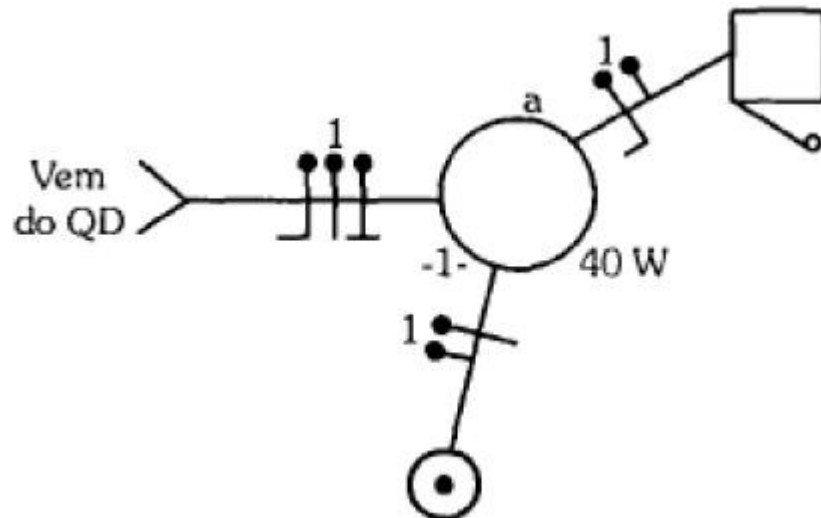
**Figura 160** – Esquema unifilar.



**Figura 161** – Esquema multifilar da campainha com uma lâmpada.



**Figura 162** – Esquema unifilar da campainha com uma lâmpada.



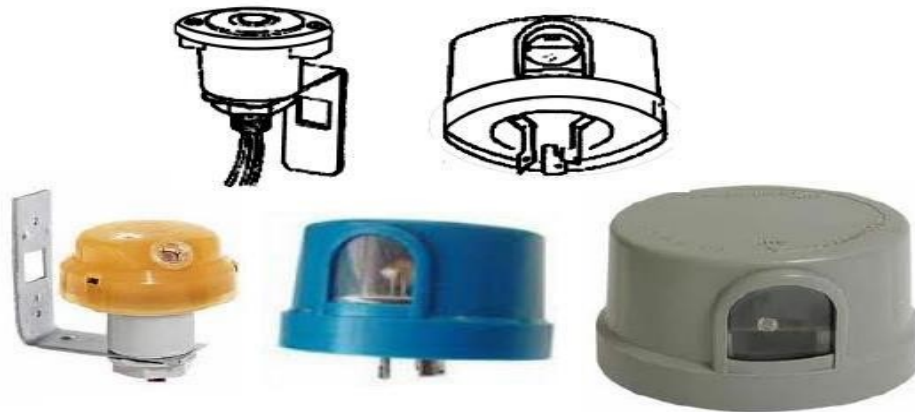
## 11. INSTALAÇÃO DE RELÉ FOTOELÉTRICO

A fotocélula (relé fotoelétrico) tem função análoga à do interruptor, porém este é sensível à luz. Controla automaticamente lâmpadas e motores, ligando-os ao anoitecer e desligando-os ao amanhecer.

O relé fotoelétrico para comando automático de iluminação externa

- utiliza a variação da luminosidade de ambiente para comutação;
- possui retardo automático incorporado;
- aplica -se em iluminação pública, industrial, comercial, residencial, etc.;

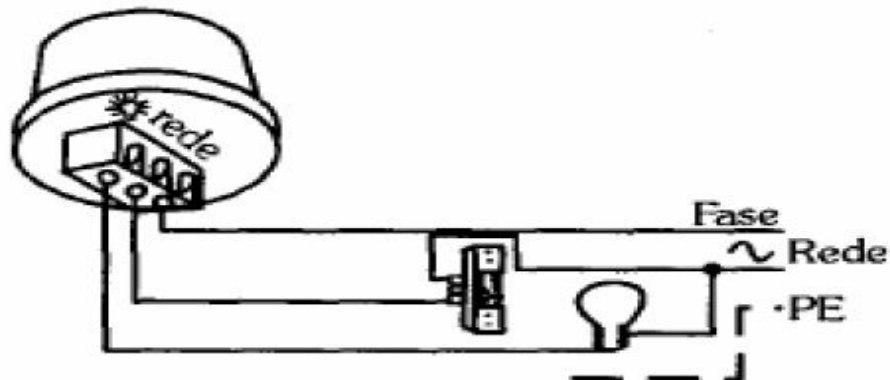
**Figura 163 – Exemplos.**



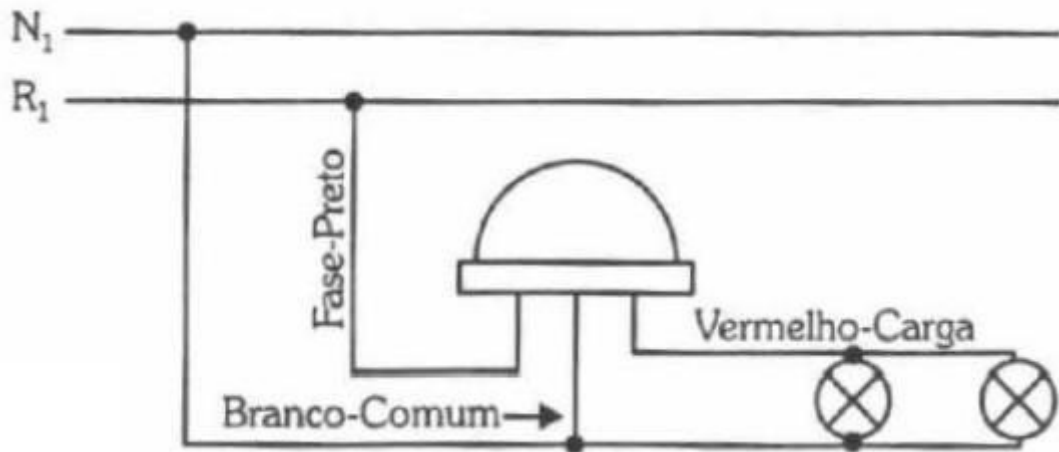
**Figura 164 – Relé instalado sem interruptor.**



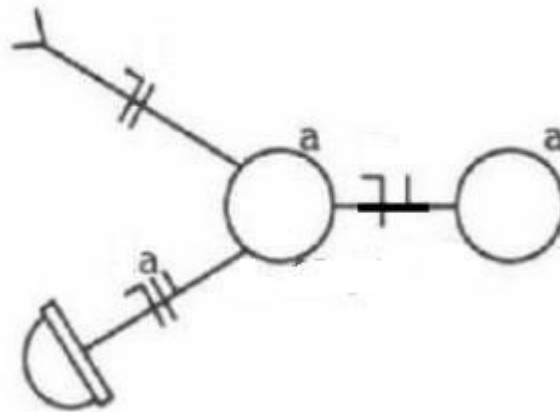
**Figura 165 – Relé instalado com interruptor.**



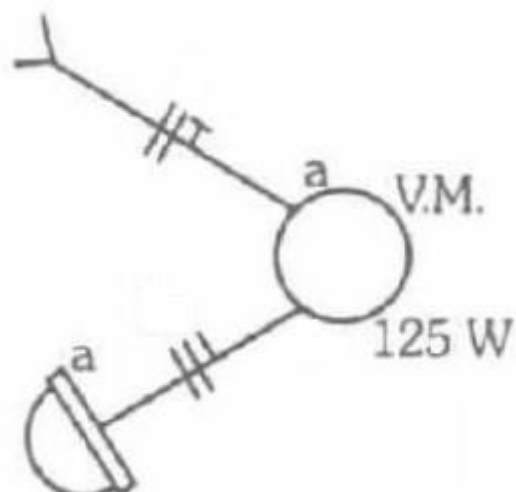
**Figura 166** – Relé acionando lâmpada incandescente.



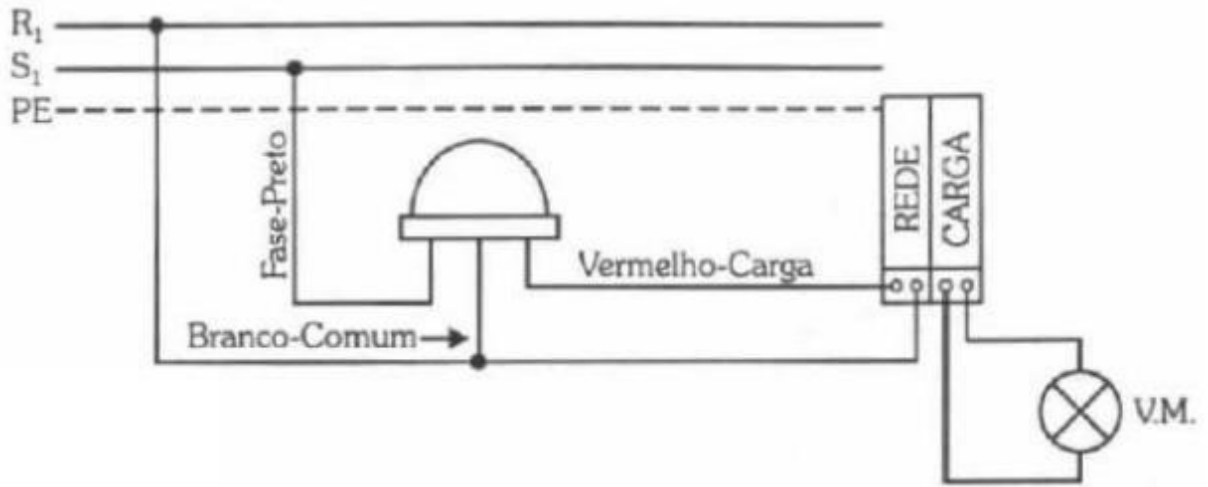
**Figura 167** – Esquema unifilar, lâmpada incandescente.



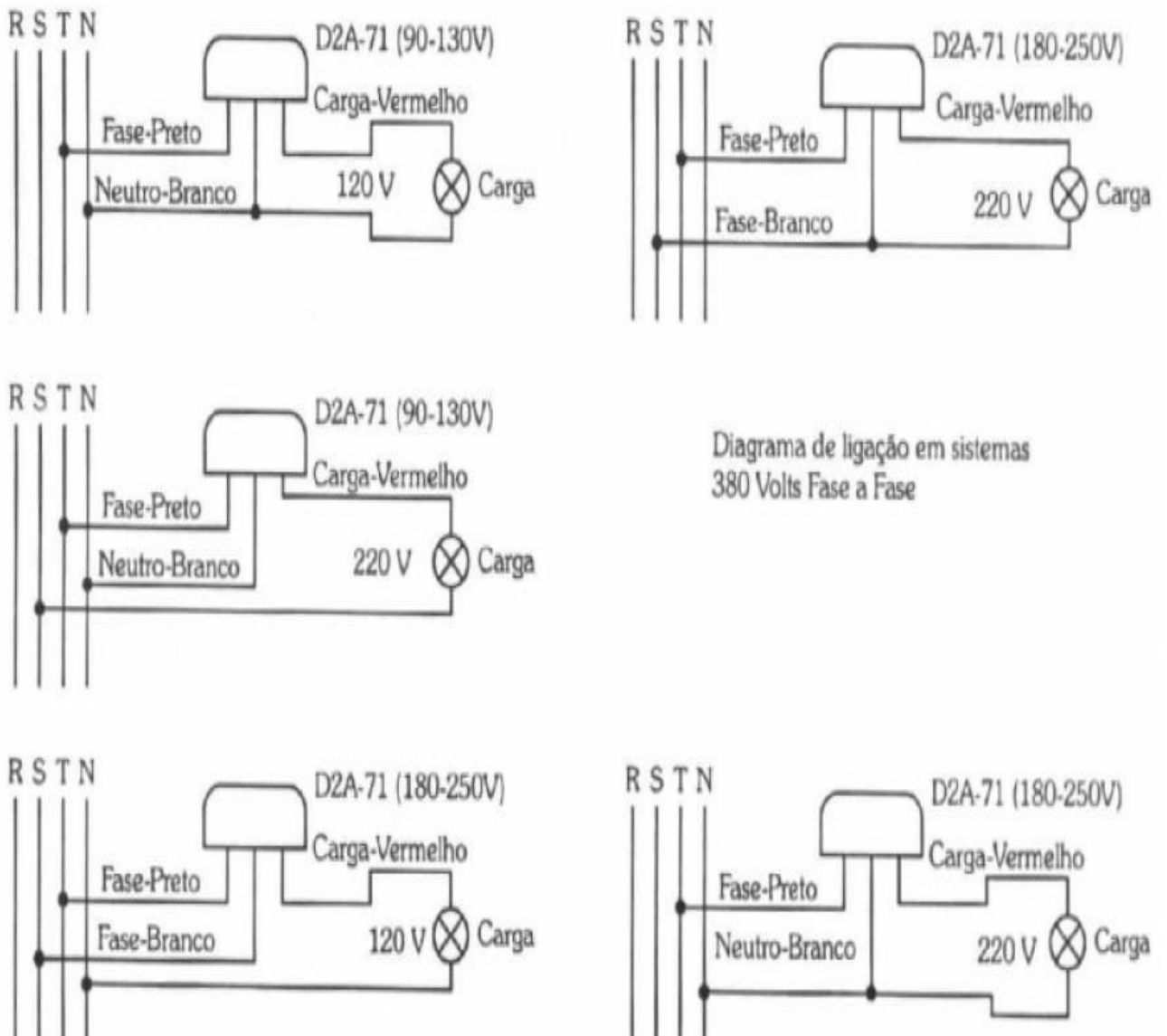
**Figura 168** – Esquema unifilar, lâmpada vapor de mercúrio.



**Figura 169** – Esquema multifilar, lâmpada vapor de mercúrio.



**Figura 170** – Exemplos de esquemas de ligação.



## 12. INSTALAÇÃO DE SENSOR DE PRESENÇA

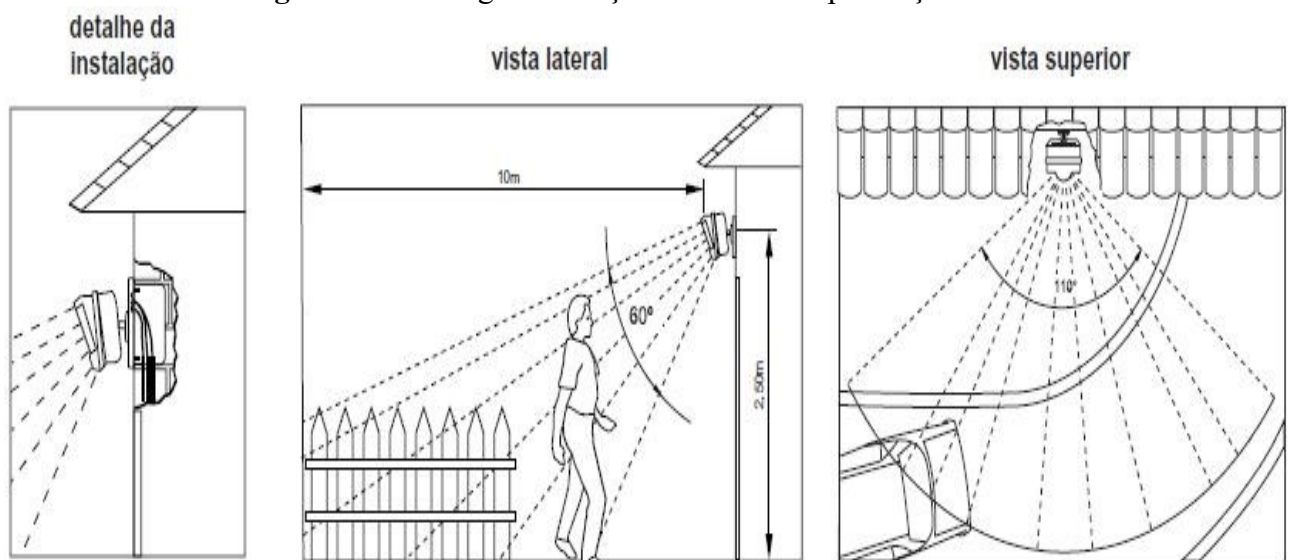
O interruptor automático de presença é um interruptor estanque, articulável, equipado com um sensor infravermelho que capta a radiação de calor em movimento (pessoas, animais, automóveis, etc), dentro do seu campo de detecção, que é de aproximadamente 10m.

Ele possui duas regulagens: uma, que permite variar o tempo em que as lâmpadas permanecem acesas de 10seg a 10min; outra, que permite inibir seu funcionamento durante o dia, através da célula fotoelétrica nele existente.

Tem por finalidade comandar automaticamente a iluminação de ambientes onde não é necessário manter as lâmpadas permanentemente acesas. É econômico, pois evita gasto desnecessário de energia, mantendo as luzes apagadas quando não houver presença física no ambiente. É aplicado nas habitações: em iluminação da parte externa, de *hall* social, de antesalas, escadas, iluminação de vitrines de lojas, nos estacionamentos e etc.

A sua instalação deve ser feita a uma altura aproximada de 2,5m do piso, de maneira que a movimentação de pessoas, veículos, animais, seja preferencialmente na transversal, cortando o maior número de raios possíveis, como se pode ver na Figura 171.

**Figura 171** – Range de atuação do sensor de presença.



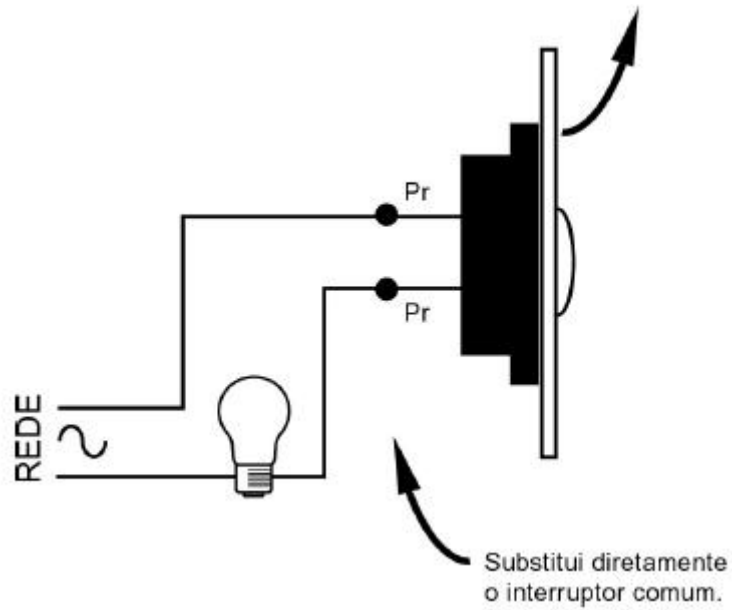
Alguns cuidados na instalação devem ser observados, tais como:

- instalar em local protegido, evitando fontes de calor, exposição aos raios solares, à chuva, ao vento, à poeira e sobre suportes móveis ou vibrantes;
- não deixar vidro interposto entre a fonte de calor e o produto, pois isso impede detecção de movimento;
- não utilizar o produto em sistemas de alarme;
- respeitar a capacidade máxima do aparelho e verificar se a tensão da rede é igual à dele;
- quando necessário, limpar cuidadosamente o visor com um pano umedecido em álcool ou água.

Tipos e esquemas de ligação:

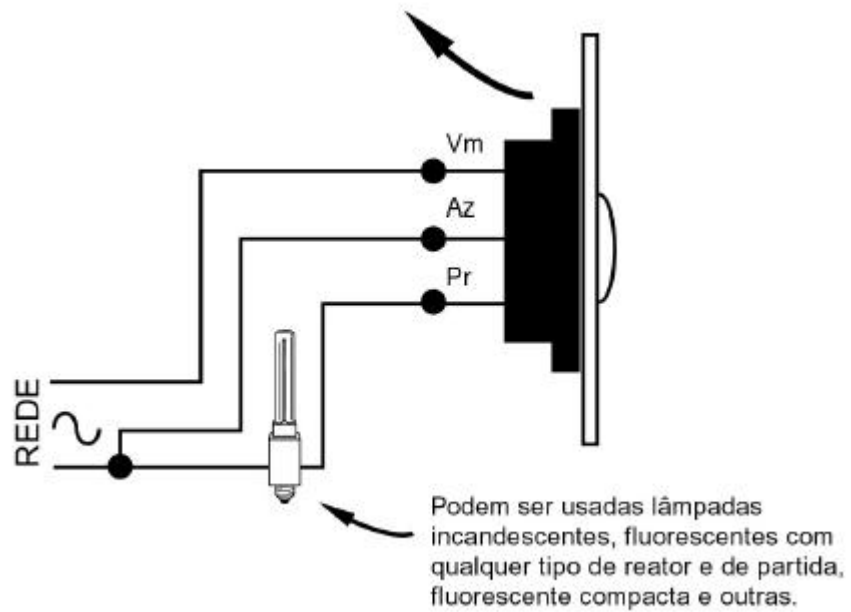
- a) sensor: 2 fios (apenas em lâmpadas incandescentes)

**Figura 172** – Sensor de presença, dois fios.



b) sensor: 3 fios (qualquer tipo de lâmpada)

**Figura 173** - Sensor de presença, três fios.



### 13. INSTALAÇÃO DE MINUTERIAS

As minuterias nada mais são do que um interruptor temporizado que funciona sob o comando de um ou vários pulsadores localizados nas dependências de um prédio – normalmente corredores, escadas e arredores, onde se localizam as lâmpadas de iluminação. Têm por objetivo economizar energia elétrica, evitando que permaneçam iluminadas as citadas dependências, quando não houver trânsito de pessoas.

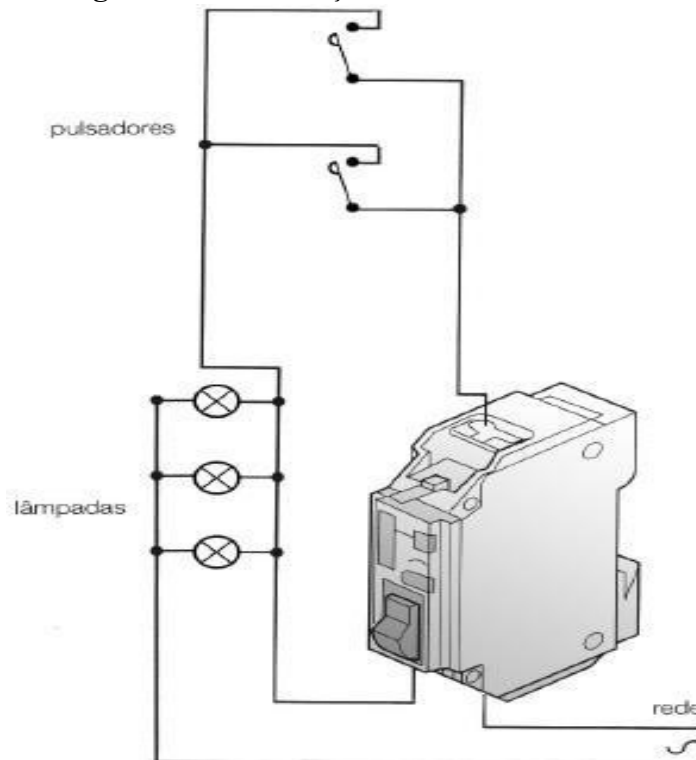
- Minuteria modular universal (eletrônica), instalação compulsadores.

**Figura 174** – Minuteria modular.



Aparelho destinado a controlar lâmpadas incandescentes ou fluorescentes (40W mínimo), através de regulagem para funcionamento permanente ou temporizado de 15 segundos a 5 minutos. Possui lâmpada néon na parte frontal, para sinalização de funcionamento.

**Figura 175** – Instalação da minuteria modular.

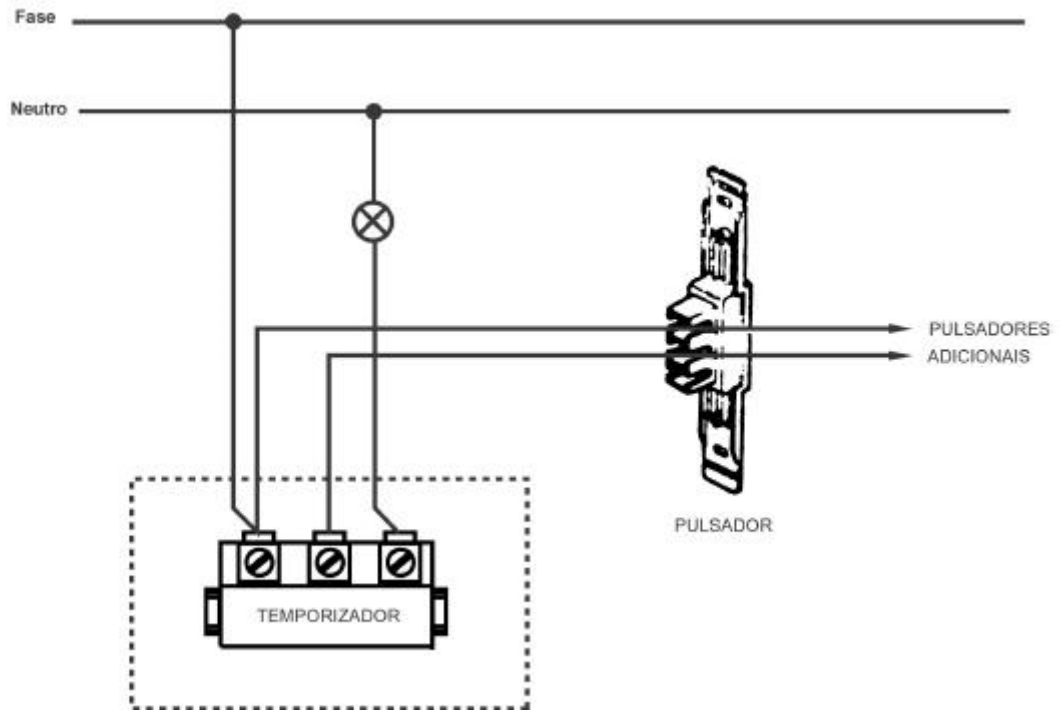




- Minuteria individual

Aciona lâmpadas incandescentes (40W mínimo) mantendo-as acesas durante aproximadamente 1 minuto e 30 segundos. Possui um pulsador equipado com acessório luminoso, facilitando sua localização em ambientes escuros. Pode substituir o interruptor simples (de uma seção) em caixa 4" x 2", aproveitando a mesma instalação. A tensão e potência máxima são, respectivamente: 127V/300W e 220V/600W.

**Figura 176 – Minuteria individual.**



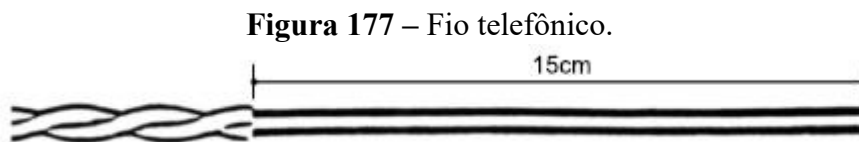
## 14. INSTALAÇÃO DE PONTOS TELEFÔNICOS

As tubulações telefônicas são dimensionadas em função do número de pontos telefônicos previstos para o ambiente. Cada ponto telefônico corresponde à demanda de um telefone principal ou qualquer outro serviço que utilize pares físicos e que deva ser conectado à rede pública, não estando incluídas nessa previsão as extensões dos telefones ou serviços principais.

As tomadas devem ser instaladas o mais próximo possível do local escolhido para o telefone. Não devem ser instaladas próximas a refrigeradores, televisores, equipamentos de som, em locais onde venham a sofrer danos causados por objetos de uso do assinante, ou por partes móveis da edificação, nem sob pias, tanques, aparelhos de ar-condicionado ou em locais expostos a gases corrosivos. Deve-se evitar a instalação das tomadas próximo a motores, transformadores, máquinas em geral, quadros de comando, ou quadros de proteção e cabos de distribuição ou alimentação de energia elétrica.

A instalação do fio em tubulações é executada do modo descrito a seguir:

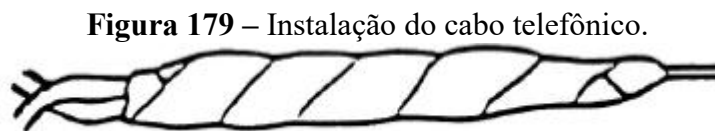
- a) Retirar o isolamento das extremidades dos condutores do fio numa extensão de 15cm (quinze centímetros), conforme a Figura 177.



- b) Passar os condutores pela alça de guia, um em cada sentido, e dobrá-los, deixando um espaço de 3cm (três centímetros) entre a alça e o isolamento.

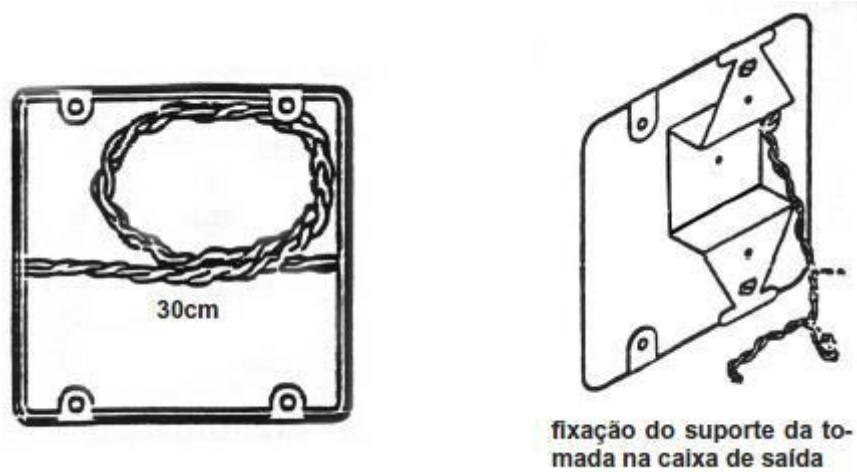


- c) Envolver a amarração com fita isolante.



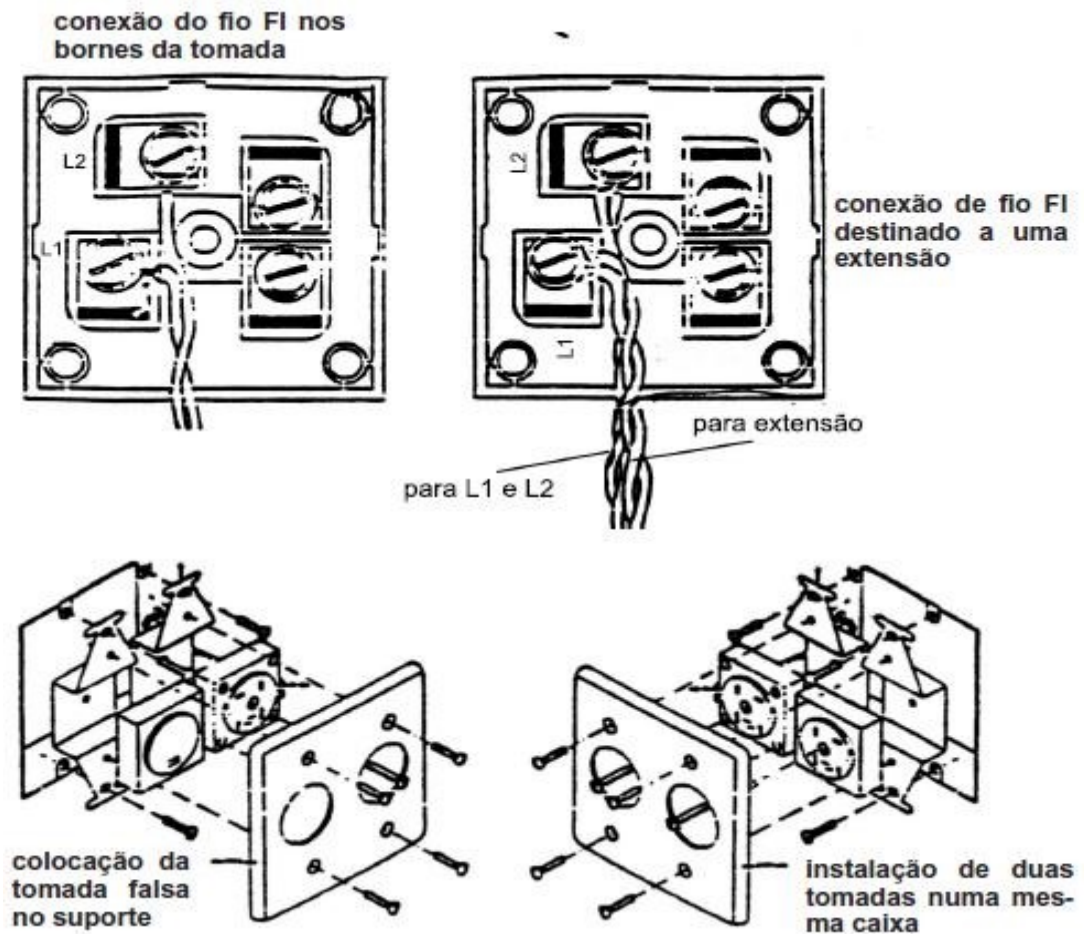
- d) Puxar lenta e continuamente a guia, evitando arrancos que possam danificar os condutores ou soltá-los da guia .
- e) Puxar o fio por seções. sem cortá-lo, quando houver mais de duas caixas de passagem.
- f) Deixar uma folga de 30cm (trinta centímetros) em cada caixa de passagem arrumada da maneira mostrada na Figura 180.

**Figura 180** – Caixa de passagem.

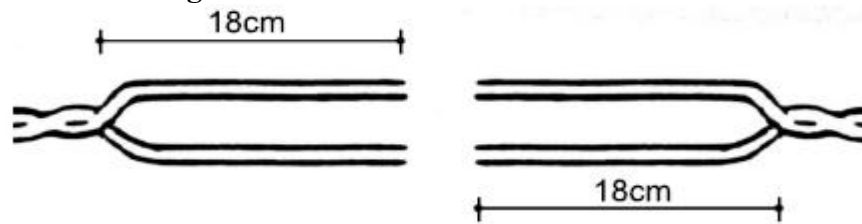


A Figura 181 ilustra a instalação da tomada embutida em parede.

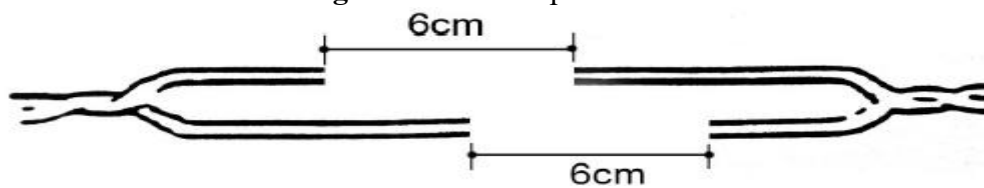
**Figura 181** – Tomada de telefone.



Os fios internos são emendados com a seguinte seqüência de operações: 1. Distorcer cada uma das pontas dos fios, cerca de 18cm de extensão.

**Figura 182 – Emenda do cabo de telefone.**

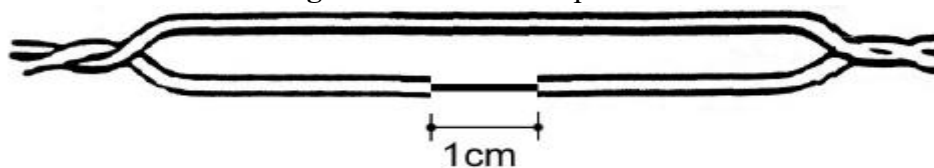
2. Com o alicate, cortar 6cm de um dos condutores de cada uma das pontas dos fios – o positivo de uma das pontas, e o negativo da outra – para as emendas ficarem desencontradas.

**Figura 183 – Decapar o cabo.**

3. Com o alicate de corte, retirar cerca de 6cm do isolamento de cada condutor. Para facilitar o trabalho, tomar como gabarito o pedaço do fio cortado para medir e cortar as outras pontas.

**Figura 184 – Emendar as pontas.**

4. Isolar toda a extensão da emenda de cada condutor com uma camada de fita isolante adequada, ultrapassando o isolamento condutor, 1cm para cada lado.

**Figura 185 – Isolar as pontas.**

5. Torcer novamente os condutores.

**Figura 186 – Torcer os condutores.**

6. Ao fixar o fio emendado, os grampos ou pregos isolados devem ficar a uma distância não inferior a 5cm das extremidades da emenda, para proteção do enrolamento da fita isolante.

**Figura 187 – Fixar o condutor.**

## 15. INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE MANOBRA E PROTEÇÃO

### 15.1. FUSÍVEIS

Dos diversos dispositivos de proteção existentes os fusíveis são os mais simples construtivamente, mas apesar disso, são elementos intercalados no circuito para romperem quando em condições anormais.

Das grandezas elétricas as mais importantes no dimensionamento são:

- Corrente nominal: deve ser aquela que o fusível comporta em funcionamento normal.
- Corrente de curto circuito: é a máxima que pode circular no circuito sem provocar danos à instalação, e que deve ser desligada instantaneamente.

- Tensão nominal: dimensiona a isolação do fusível.

Os tipos de fusíveis existentes são:

- Segundo a tensão de alimentação – baixa ou alta.
- Segundo a característica de desligamento – efeito rápido ou retardado.

Os fusíveis de efeito rápido se destinam a circuitos em que não ocorre variação considerável de corrente entre a etapa de início (partida) até o regime de funcionamento normal (permanente). Exemplo: Cargas resistivas e etc.

Os fusíveis de efeito retardado destinam-se a circuitos cuja corrente de partida é várias vezes superior à corrente nominal. O retardamento é obtido por um acréscimo de massa na parte central do elo, em que ele apresenta menor seção condutora. Exemplo: Circuito de motores e etc.

Os fusíveis mais comuns são descritos a seguir:

- Diazed: são usados preferencialmente na proteção dos condutores de redes de energia elétrica e circuitos de comando. Podem ser do tipo rápido ou retardado. Constituído de um corpo cerâmico dentro do qual está montado o elo do fusível, é preenchido com areia especial, de quartzo, que extingue o arco voltaico em caso de fusão.

Para facilitar a identificação do fusível, existe um indicador que tem as cores correspondentes com as correntes nominais dos fusíveis. Esse indicador se desprende em caso de queima, sendo possível identificar através da tampa.

**Figura 188** – Fusível diazed.



O suporte do fusível diazed é composto por:

- Tampa: peça na qual o fusível é encaixado, permitindo colocá-lo ou retirá-lo da base, mesmo com a instalação sob tensão.

**Figura 189** – Tampa do fusível diazed.



- Anel de proteção: protege a rosca metálica da base aberta, isolando-a contra a chapa do painel e evita choques acidentais na troca dos fusíveis.

**Figura 190** – Anel de proteção do fusível diazed.



- Parafuso de ajuste: construído em diversos tamanhos, de acordo com a corrente dos fusíveis. Não permite a montagem de fusíveis de corrente maior do que o previsto. A colocação dos parafusos é efetuada com a chave 5SH3-700-B.

**Figura 191** – Parafuso de ajuste do fusível diazed.



- Base: peça que reúne todos os componentes do conjunto.

**Figura 192** – Base do fusível diazed.



- Silezed/Sitor: são fusíveis ultra rápidos, ideais para a proteção de aparelhos equipados com semicondutores.

**Figura 193 – Fusível silezed.**



- Neozed: fusíveis de menores dimensões e com característica retardo de atuação, utilizados para proteção de redes de energia elétrica e circuitos de comandos

**Figura 194 – Fusível neozed.**



- NH: reúne as características de fusível retardado para corrente de sobrecarga, de fusível rápido para correntes de curto circuito. Também são próprios para proteger os circuitos, que em serviço estão sujeitos às sobrecargas de curta duração, como, por exemplo, acontece na partida direta de motores trifásicos com rotor em gaiola de esquilo.

Eles possuem os contatos (facas) prateados, o que proporciona perdas muito reduzidas no ponto de ligação e o corpo de esteatita (mineral) para garantir a segurança total atende a uma série de requisitos de solicitações dos esforços mecânicos e térmicos que ocorrem durante as sobrecorrentes.

**Figura 195 – Fusível NH.**



- Base: possui contatos especiais prateados, que garantem contato perfeito e alta durabilidade. Uma vez retirado o fusível, a base constitui uma separação

visível das fases, tornando-se dispensável, em muitos casos, a utilização de um seccionador adicional.

**Figura 196** – Base do fusível NH.



- Punho: destina-se à colocação ou retirada dos fusíveis NH de suas respectivas bases mesmo sob tensão

**Figura 197** – Punho.



- Rolha: este fusível é utilizado em circuitos de baixa voltagem e baixa corrente.

**Figura 198** – Fusível rolha.



- Cartucho: Utilizado para proteção de circuitos de baixa e média potência, como motores e circuitos de iluminação.



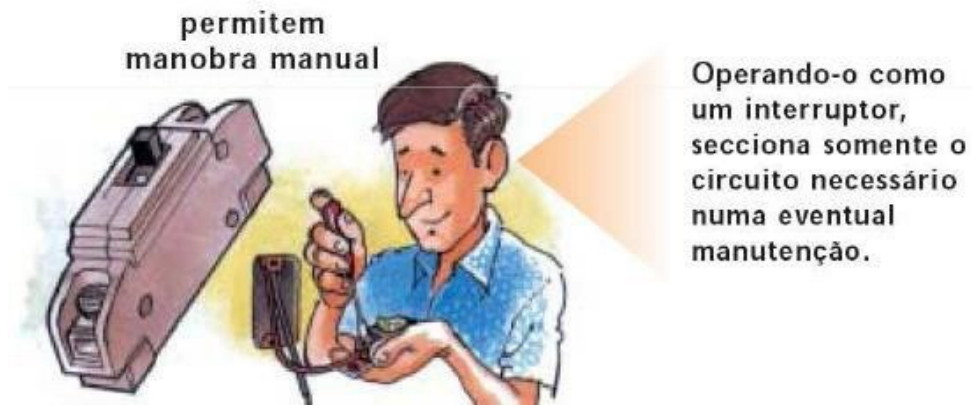
**Figura 199 – Fusível cartucho.**



## 15.2. DISJUNTORES

Disjuntores são dispositivos de proteção e interrupção eventual de circuitos.

**Figura 200 – Disjuntor.**



Esta proteção pode estar relacionada com sobrecorrentes ou correntes de faltas. Uma sobrecorrente é uma corrente elétrica cujo valor excede, em pequena escala, o valor da corrente nominal ou valor normal de funcionamento do equipamento. Uma falta está relacionada falta de alimentação de determinado equipamento, provocada por uma corrente muito superior à corrente nominal, denominada corrente de falta. Esta corrente está associada a curtos-circuitos.

**Figura 201 – Proteção.**



Os disjuntores podem ser monopolares, bipolares ou tripolares, de acordo com o número de fases do circuito.

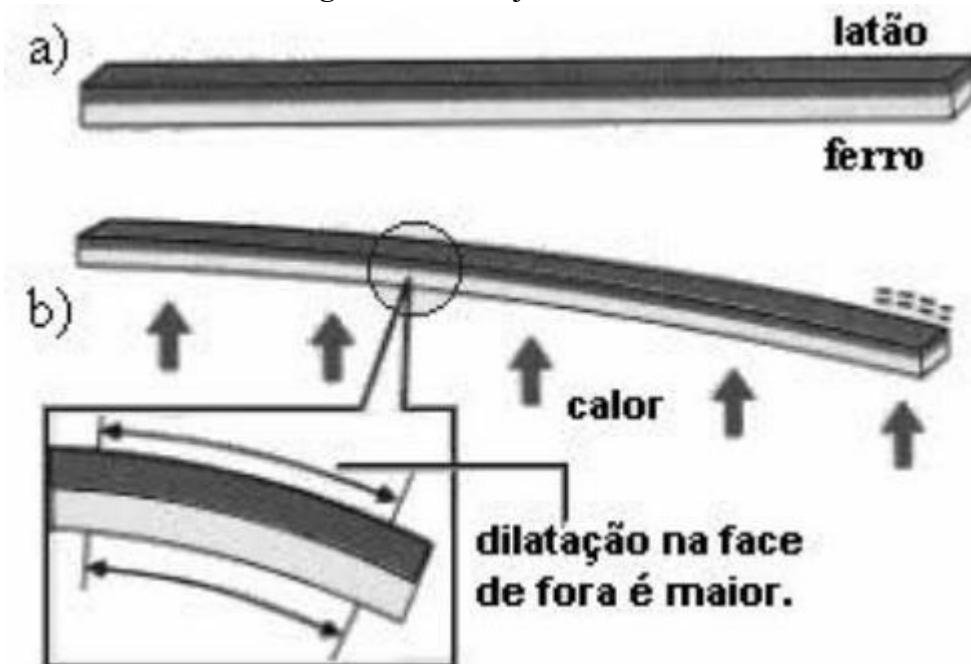
**Figura 202** – Disjuntores monopolar, bipolar e tripolar.



A NBR 5410:2004 define a obrigatoriedade de dispositivos de seccionamento de circuitos, os disjuntores. Tais equipamentos operam por meio de disparadores térmicos, magnéticos ou eletrônicos e tem por objetivo proteger os circuitos contra sobrecorrentes. Tradicionalmente, os disjuntores são equipados com disparadores térmicos, que atuam na ocorrência de sobrecorrentes médias, e disparadores magnéticos, para elevadas sobrecorrentes. Dessa forma, são conhecidos amplamente como disjuntores termomagnéticos.

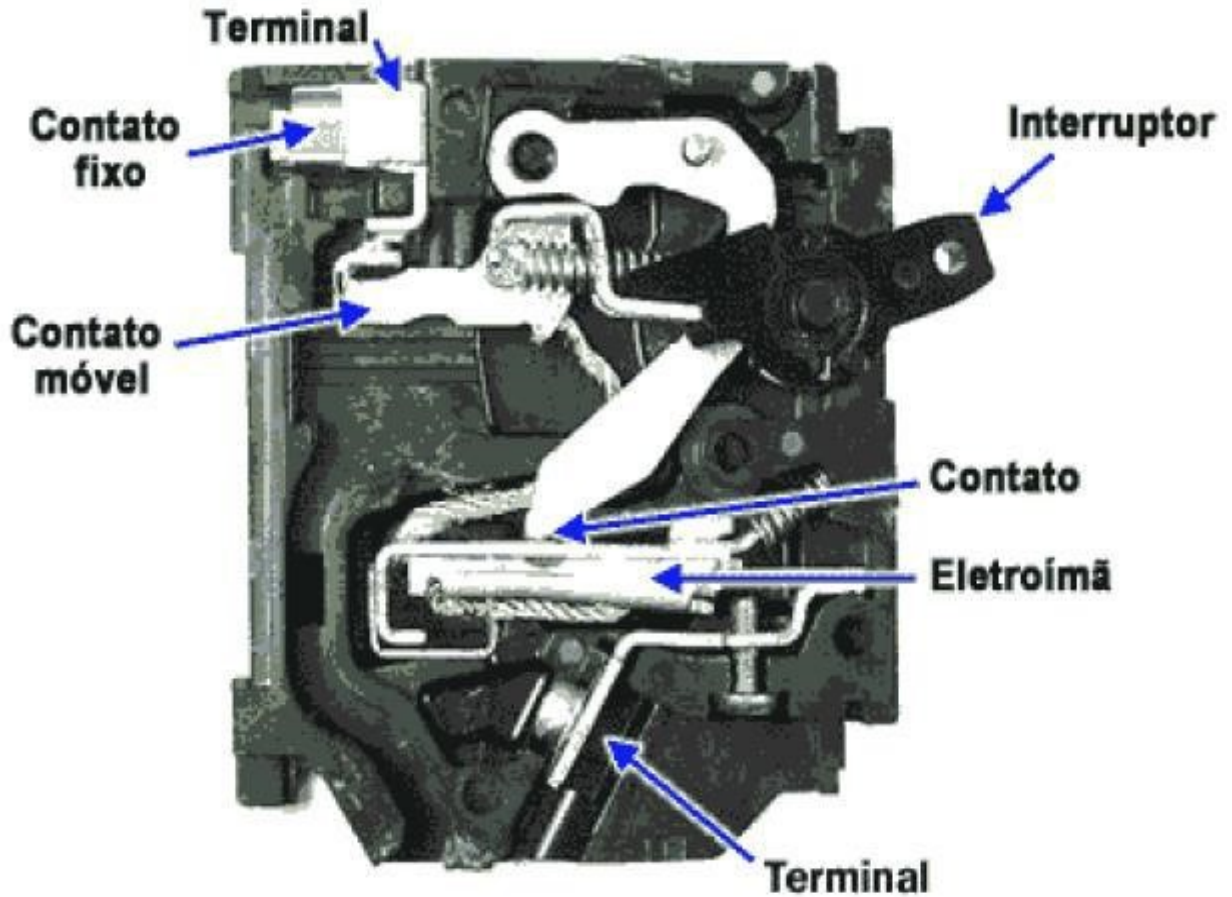
O disparador térmico se baseia na utilização de uma lâmina bimetálica. Esta lâmina é constituída de duas camadas de metais com coeficientes de dilatação distintos. Na ocorrência de uma sobrecorrente a lâmina aquece (dissipação de calor por efeito Joule) e se curva, desconectando os terminais do disjuntor e abrindo o circuito.

**Figura 203** – Disjuntor térmico.



O disparador magnético é constituído por uma bobina (eletroímã) que atrai uma peça articulada quando a corrente atinge um determinado valor. O deslocamento de tal peça provoca o seccionamento do circuito através da desconexão mecânica dos acoplamentos no interior do disjuntor.

Figura 204 – Disjuntor magnético.



O dimensionamento do disjuntor deve ser feito levando-se em conta sua corrente nominal e a curva de atuação do disjuntor. Os valores padrão de corrente nominal dos disjuntores estabelecidos pela NBR NM 60898:04 são:

2 – 4 – 6 – 10 – 13 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125

Figura 205 – Fusível versus disjuntor.



### 15.3. DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR)

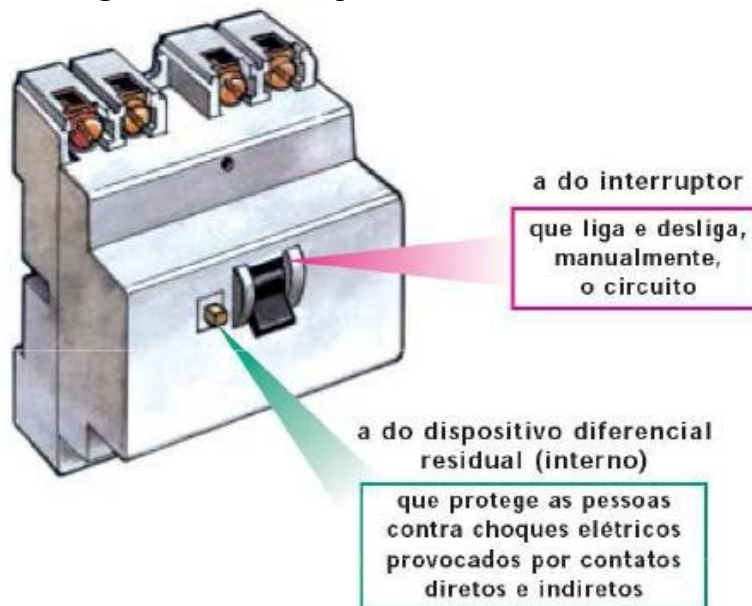
São equipamentos de seccionamento mecânico destinado a provocar a abertura dos próprios contatos quando ocorrer uma corrente de fuga à terra. Tais dispositivos podem ser interruptores ou disjuntores.

**Figura 206** – Disjuntor diferencial residual.



O interruptor DR é um dispositivo composto de um interruptor acoplado a um dispositivo diferencial residual. Ele liga e desliga, manualmente, o circuito, e protege as pessoas contra choques elétricos.

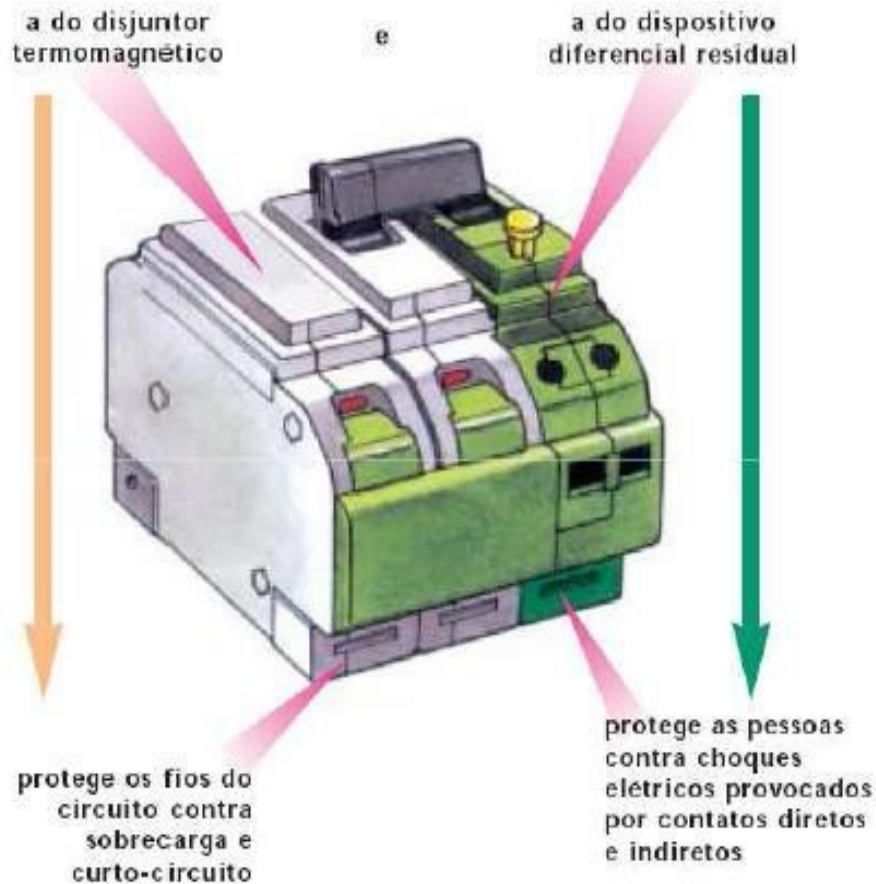
**Figura 207** – Interruptor diferencial residual.





Define-se disjuntor DR o dispositivo de seccionamento mecânico destinado a provocar a abertura dos próprios contatos quando ocorrer uma sobrecarga, curto circuito ou corrente de fuga à terra. Recomendado nos casos onde existe a limitação de espaço. Pode ser construído por meio da associação de um módulo DR a um disjuntor convencional.

**Figura 208** – Disjuntor termomagnético residual.



O uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos.

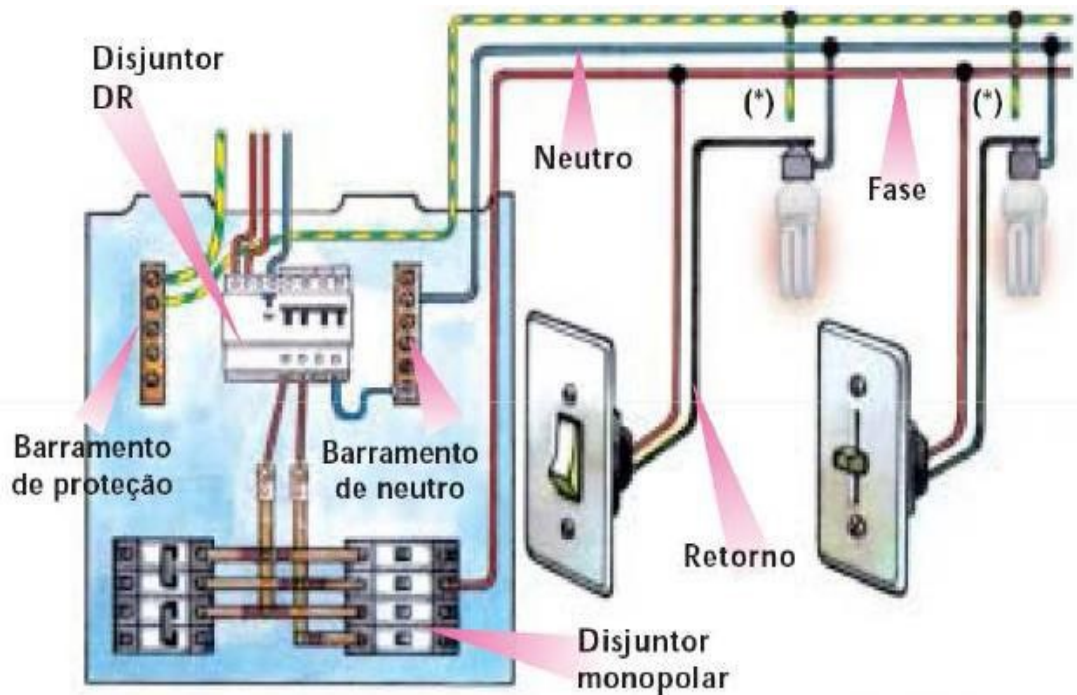
A proteção adicional provida pelo uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade visa casos como os de falha de outros meios de proteção e de descuido ou imprudência do usuário.

Em unidades residenciais, é obrigatória a proteção contra choques elétricos, com dispositivos DR de alta sensibilidade para:

- circuitos terminais que alimentem pontos de luz e tomadas em banheiro (excluídos os circuitos que alimentem pontos de luz situados a uma altura igual ou superior a 2,5m);
- circuitos terminais que alimentem tomadas em cozinhas, copas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens, varandas e locais similares;
- circuitos terminais que alimentem tomadas em áreas externas ou tomadas em áreas internas que possam alimentar equipamentos no exterior.

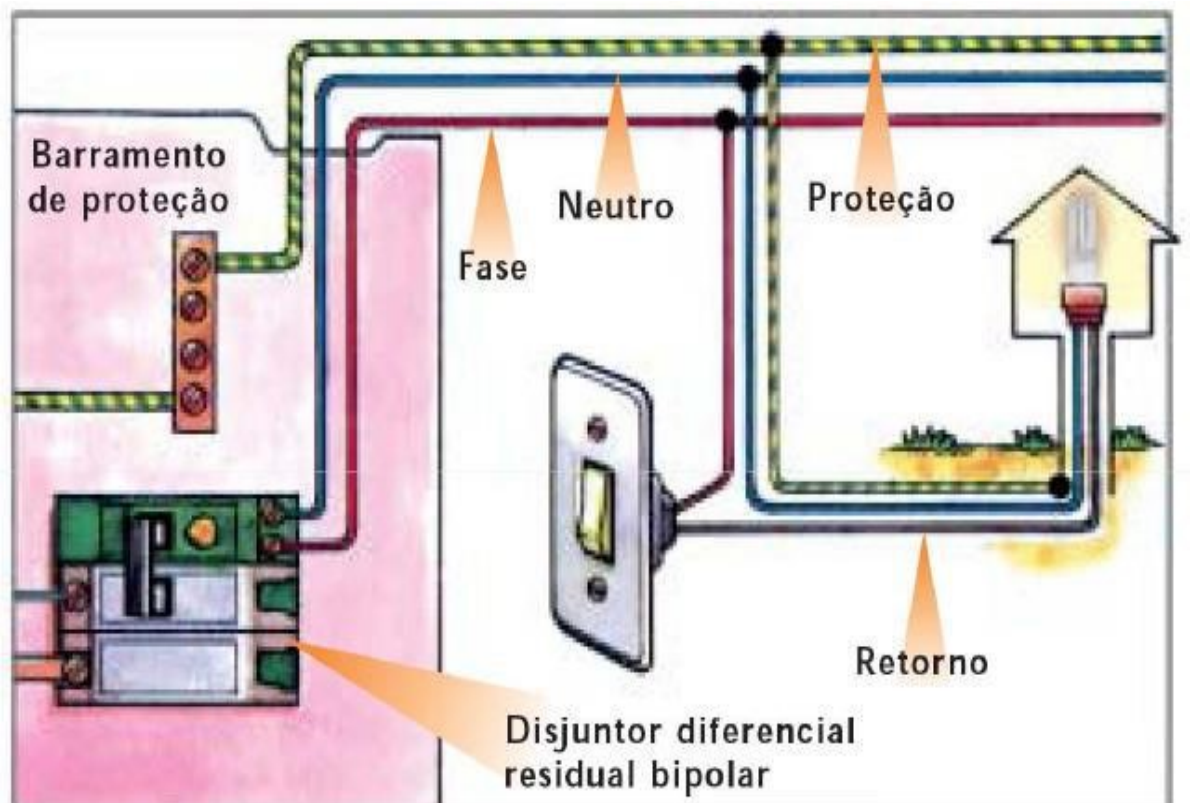
#### 15.4. EXEMPLOS DE CIRCUITOS

**Figura 209** - Circuito de iluminação interna protegido por disjuntor termomagnético e DR.

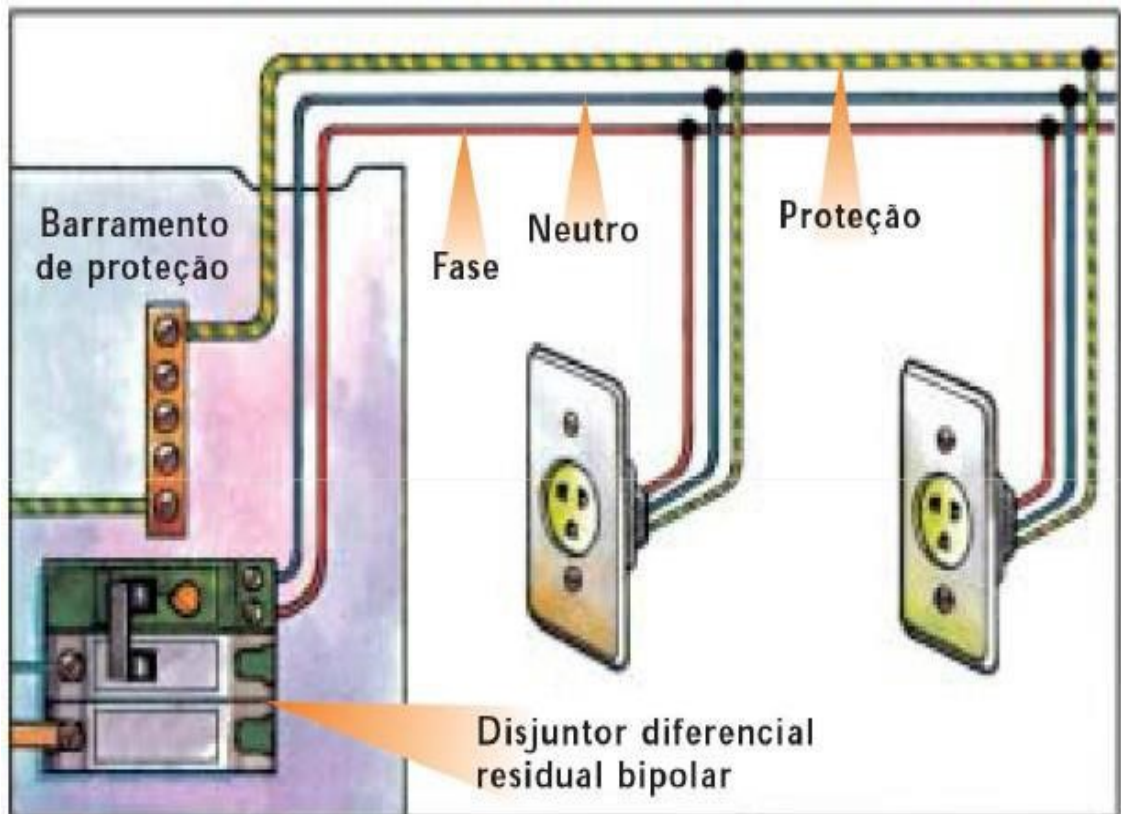


\* se possível, ligar o condutor de proteção (terra) a carcaça da luminária.

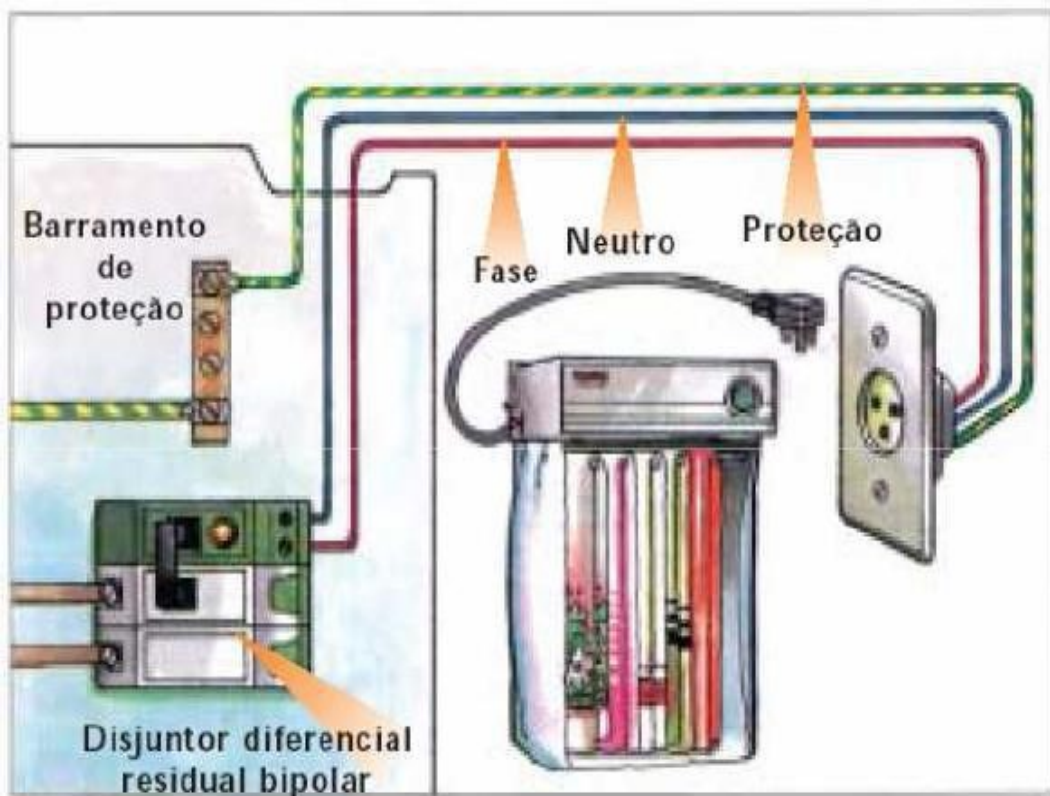
**Figura 210** - Circuito de iluminação externa protegido por disjuntor DR.



**Figura 211** - Circuito de tomada de uso geral protegido por disjuntor DR.

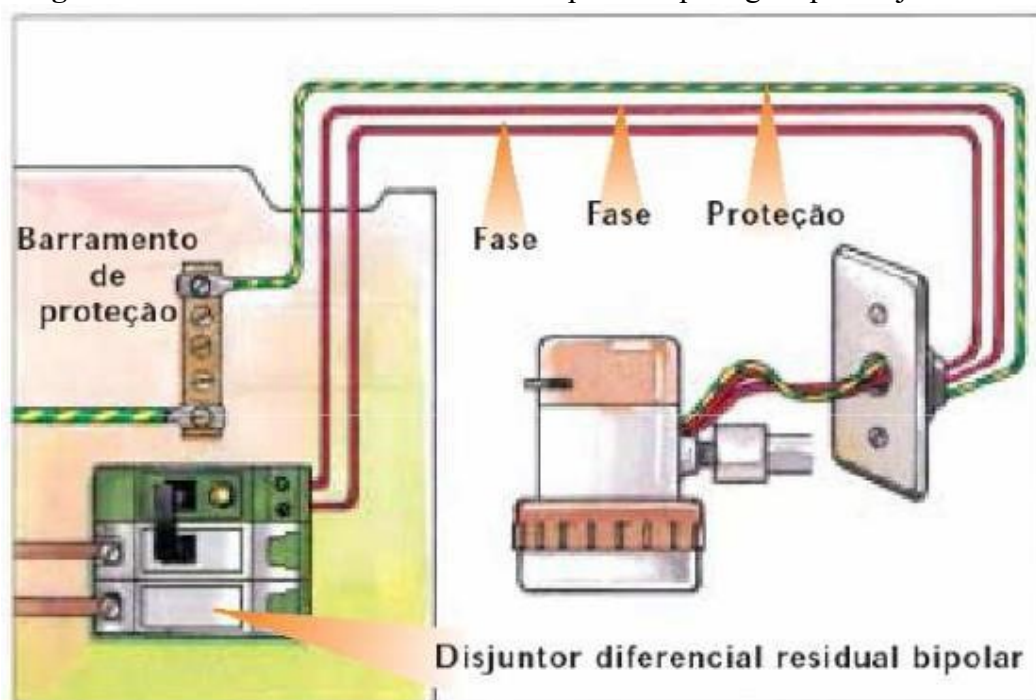


**Figura 212** - Circuito de tomada de uso específico protegido por disjuntor DR.





**Figura 213** - Circuito de tomada de uso específico protegido por disjuntor DR.



#### 15.5. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)

O Dispositivo Protetor de Surtos (DPS) protege a instalação elétrica e seus componentes contra as sobretensões provocadas diretamente pela queda de raios na edificação ou na instalação ou provocadas indiretamente pela queda de raios nas proximidades do local. Em alguns casos, as sobretensões podem também ser provocadas por ligamentos ou desligamentos que acontecem nas redes de distribuição da concessionária de energia elétrica (transitórios).

As sobretensões são responsáveis, em muitos casos, pela queima de equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos, particularmente aqueles mais sensíveis, tais como computadores, impressoras, scanners, TVs, aparelhos de DVDs, fax e etc.

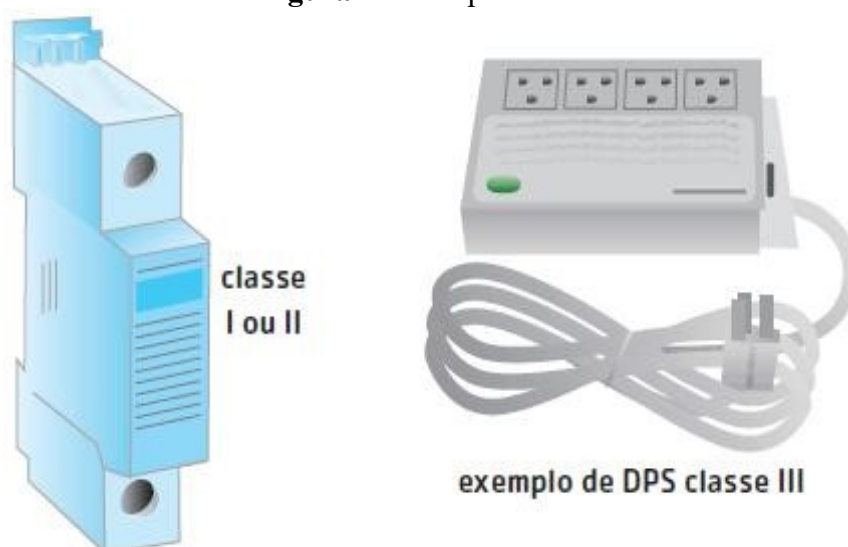
Conforme a capacidade de suportar maiores ou menores sobretensões, os DPS são classificados em classe I, classe II, classe III, existindo ainda DPS que combinam as classes I e II no mesmo dispositivo.

Na maioria dos casos, uma residência não utilizará DPS classe I ou I/II, ficando esta aplicação mais voltada para prédios. Numa residência os DPS classe II são instalados no interior do quadro de distribuição e os DPS classe III são ligados exclusivamente juntos aos equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos.

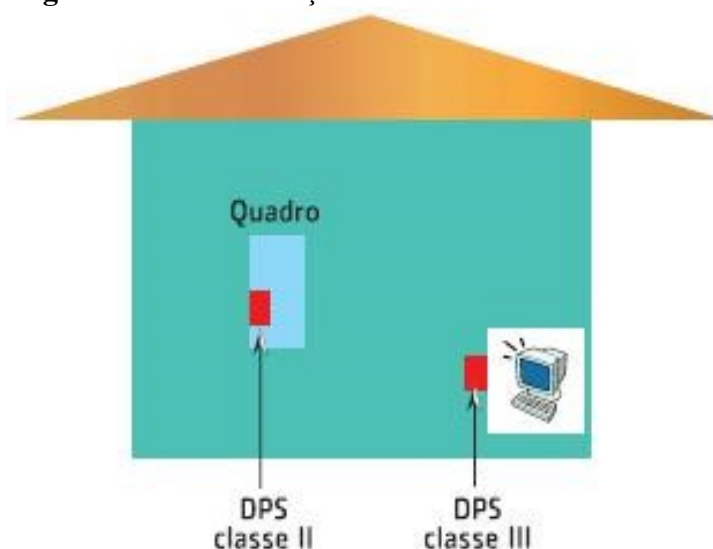
O emprego de DPS classe III junto ao equipamento eletroeletrônico ou eletrodoméstico é, geralmente, uma decisão a ser tomada pelo usuário da instalação, no sentido de reforçar a proteção contra sobretensões já oferecida por DPS instalados no quadro de distribuição.



**Figura 214 – Tipos de DPS.**



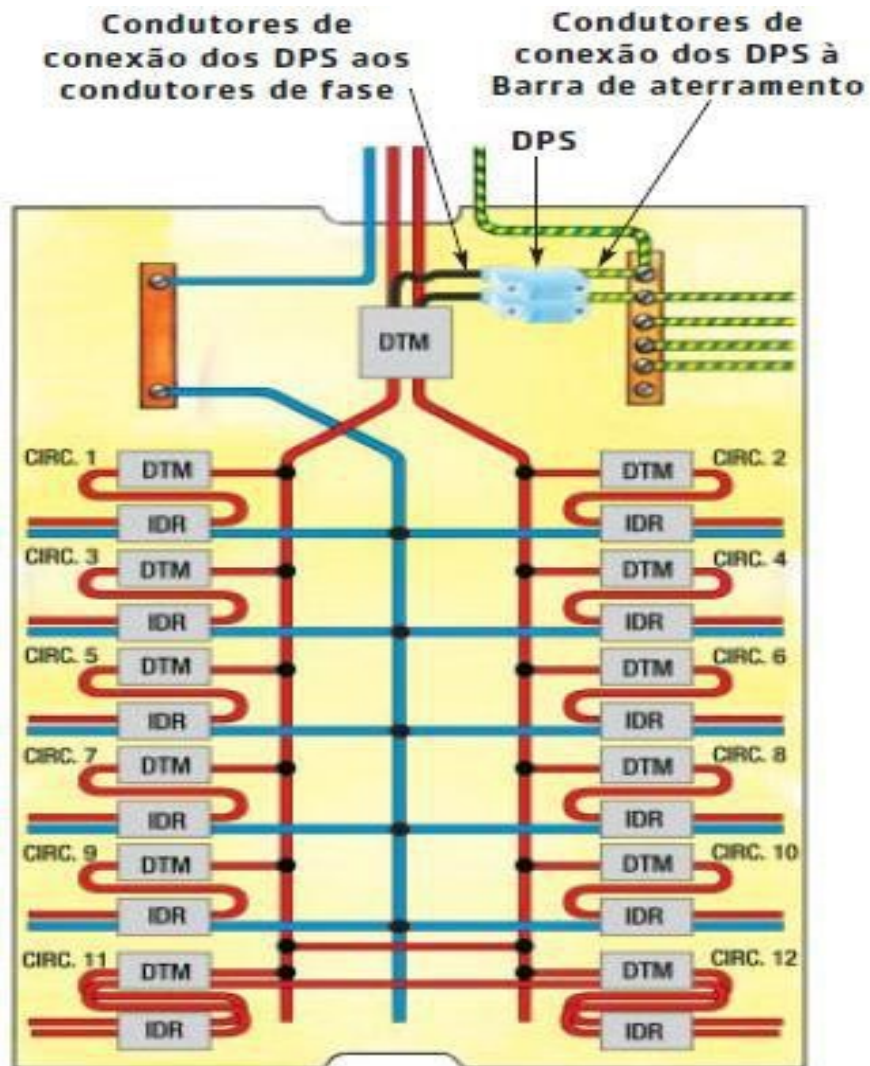
**Figura 215 – Localização dos DPS em uma residência.**



A disposição dos DPS deve respeitar os seguintes critérios:

- quando o objetivo for a proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação, bem como a proteção contra sobretensões de manobra, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada;
- quando o objetivo for a proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, os DPS devem ser instalados no ponto de entrada da linha na edificação.

Figura 216 – Desenho esquemático do quadro de distribuição.



## 16. DIVISÃO DE CIRCUITOS

Circuito é o conjunto de equipamentos e condutores elétricos ligados ao mesmo dispositivo de proteção (disjuntor convencional ou DR). Os elementos de circuitos são:

▪ Quadro de Distribuição de Circuitos (QDC): Componente da instalação que recebe os condutores oriundos do quadro de medição. Nele também se encontram os dispositivos de proteção. Deve possuir, em princípio, os seguintes dispositivos:

- chave geral, que poderá ser um interruptor DR ou um disjuntor DR, ou um disjuntor mais interruptor DR;

- disjuntores termomagnéticos para a proteção dos circuitos terminais;

- espaços-reserva para ampliação.

- quadro com até 6 circuitos: espaço-reserva para, no mínimo, 2 circuitos adicionais;

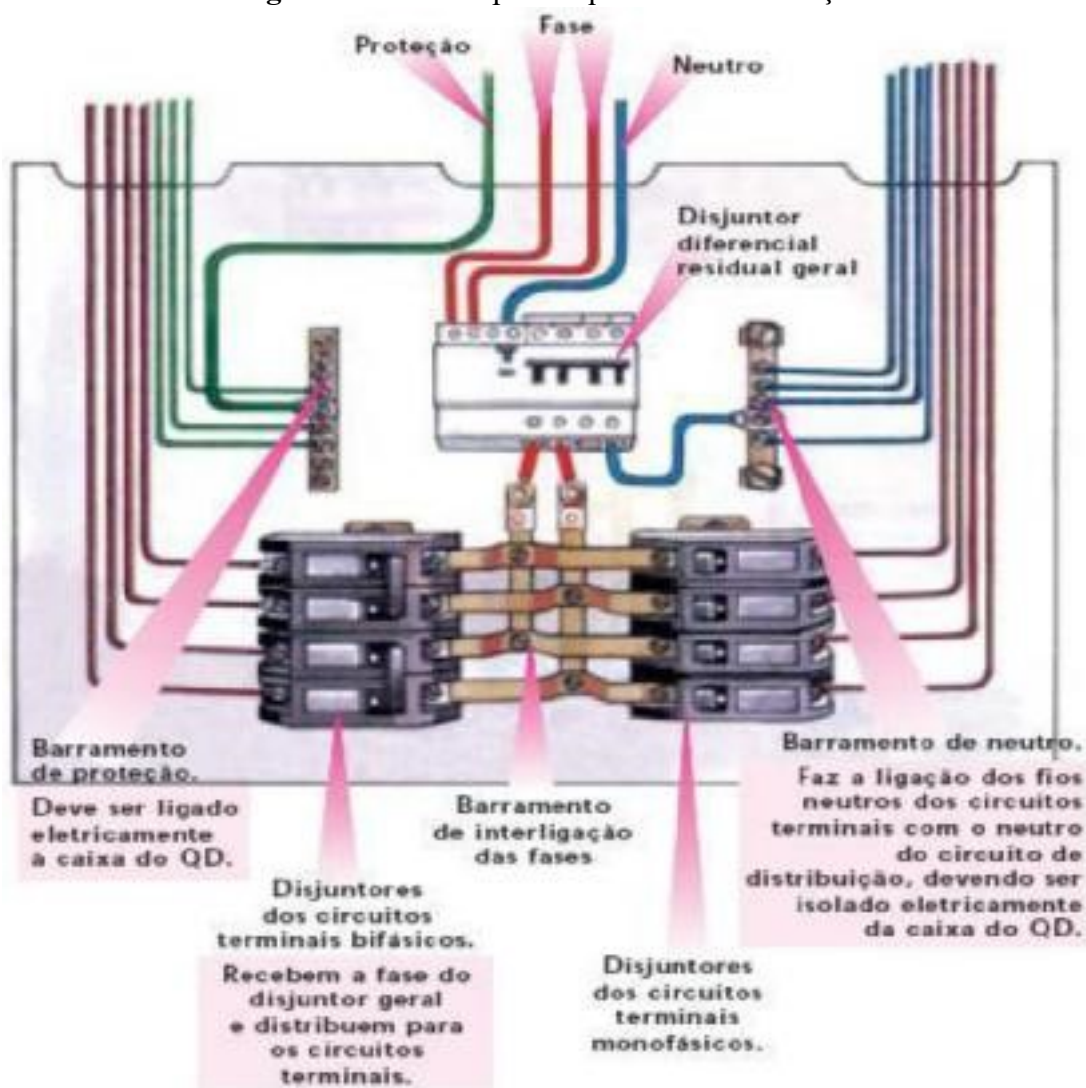
- quadro com 7 a 12 circuitos: espaço-reserva para, no mínimo, 3 circuitos adicionais;

- quadro com 13 a 30 circuitos: espaço-reserva para, no mínimo, 4 circuitos adicionais;

- quadro com mais de 30 circuitos: espaço reserva para, no mínimo, 15% dos circuitos.

No caso da utilização de quadros com barramentos, a corrente nominal do barramento principal deverá ser igual ou superior à corrente nominal da chave geral.

**Figura 217** – Exemplo de quadro de distribuição.



O quadro de distribuição deve ser instalado em locais de fácil acesso e próximo ao centro das cargas da instalação. Isto é, preferencialmente, próximo aos pontos em que há um maior consumo de energia. Desta forma, permite-se uma economia devido ao dimensionamento de condutores de menores bitolas, graças a menores quedas de tensão.

**Figura 218** – Localização do quadro de distribuição.



Toda instalação elétrica deve ser dividida em tantos circuitos quantos forem necessários. Isto proporciona facilidade de manutenção, inspeção e alimentação a outras partes da instalação quando do defeito de um circuito.

Segundo o item 9.5.3 da NBR 5410:2004, os circuitos de iluminação e tomadas devem ser distintos, salvo os casos em que a corrente do circuito comum a iluminação e tomadas seja inferior a 16A e que este não seja o único circuito de tomadas e/ou iluminação de toda a instalação. Desta forma, adota-se o critério de separação integral de circuitos de luz e força. Além disso, a separação destes circuitos promove uma melhoria no que diz respeito à “alimentação a outras partes da instalação quando do defeito de um circuito”.

Em instalações polifásicas, os circuitos devem ser distribuídos entre as fases, proporcionando o equilíbrio de fases.

É recomendada a previsão de circuitos independentes para cargas com mais de 10A (TUEs).

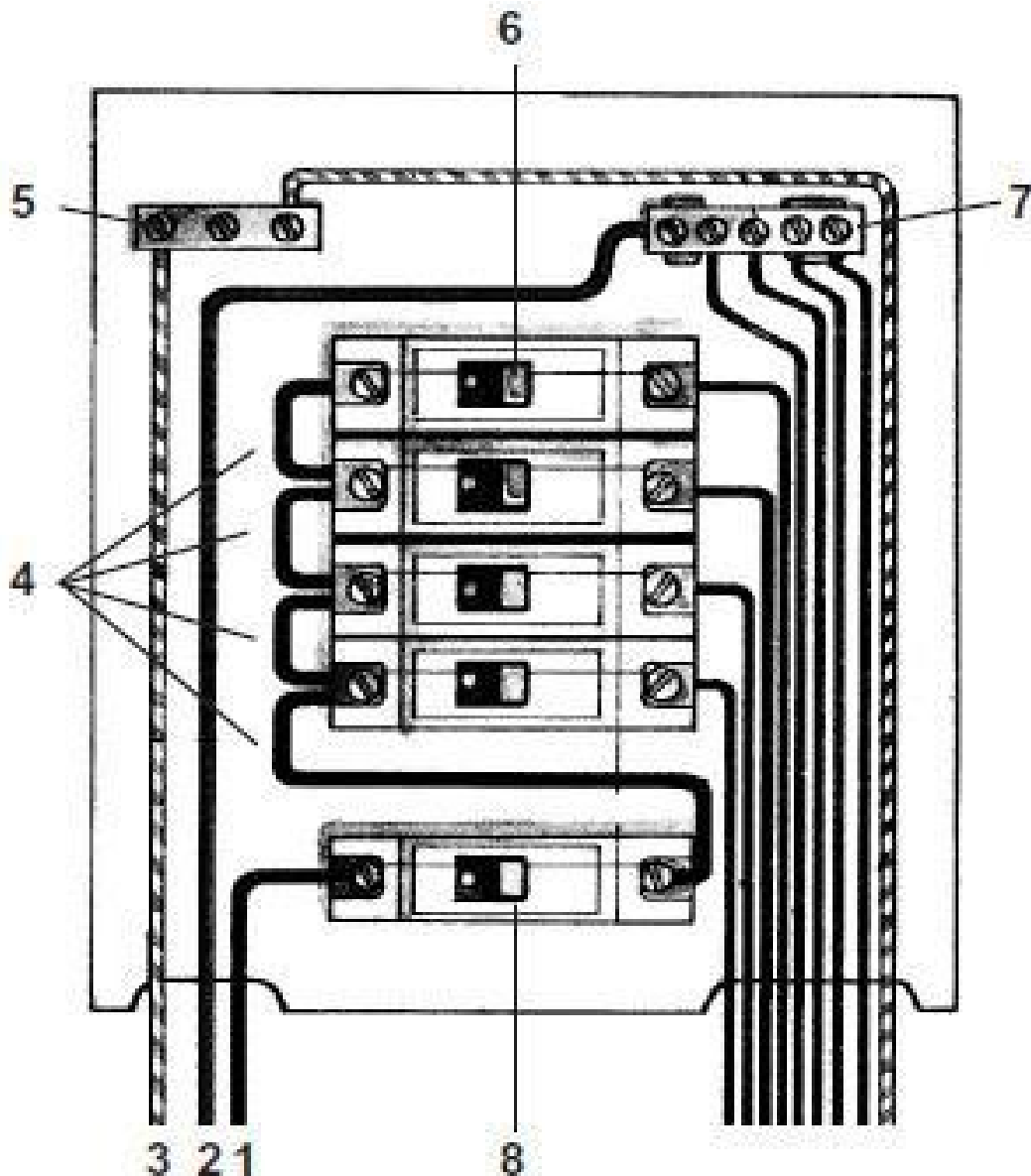
É obrigatório que os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais.

Os valores das cargas ou das correntes elétricas em cada fase dos circuitos elétricos de uma instalação elétrica devem ser aproximadamente iguais. Isto é denominado equilíbrio de

fases. Como é difícil ter valores iguais, a diferença recomendável entre as fases de maior e menor potência é de, no máximo, 10%.

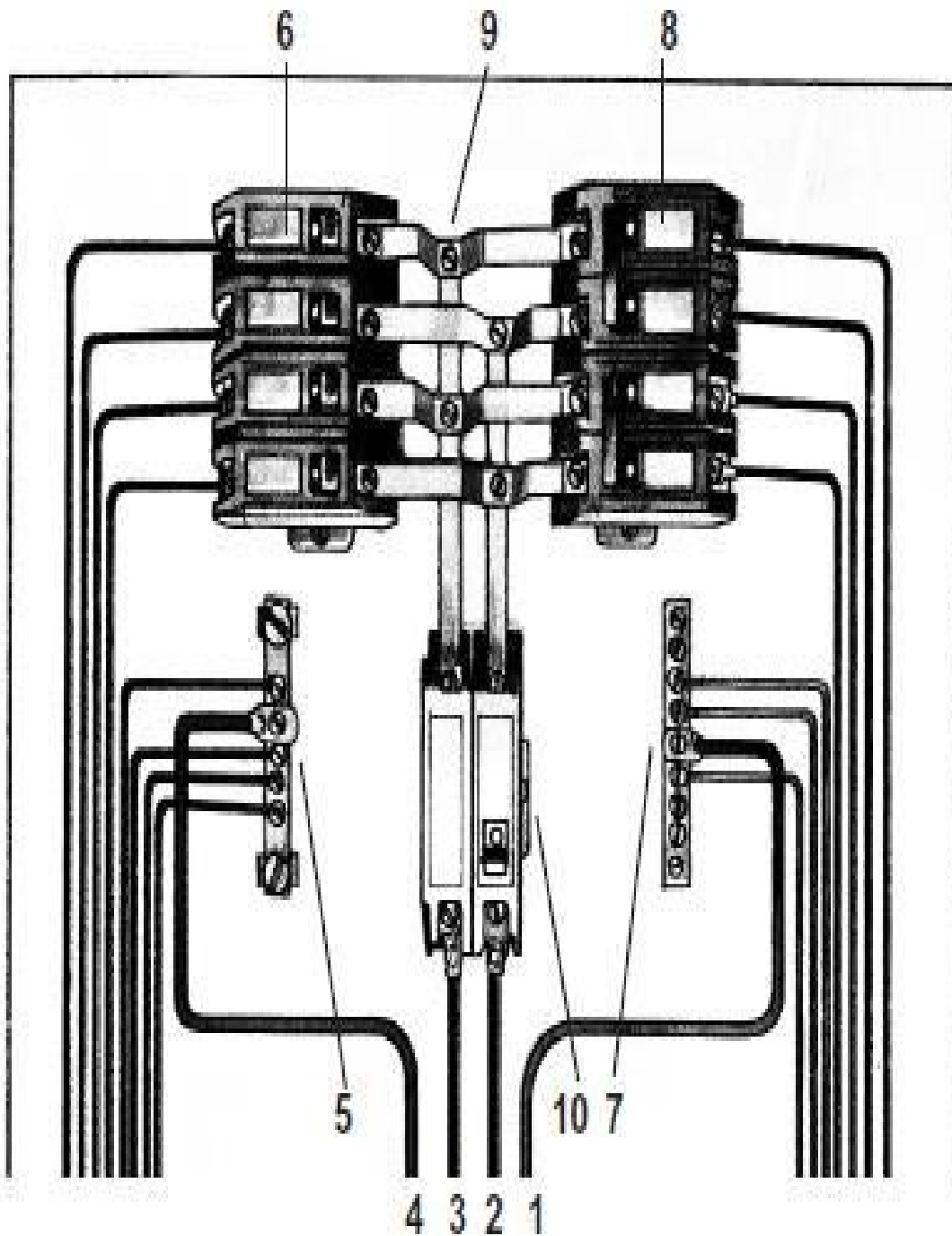
As Figuras 219 a 221 mostram os componentes e as ligações típicas de um quadro de distribuição.

**Figura 219** – Quadro de distribuição para fornecimento monofásico.



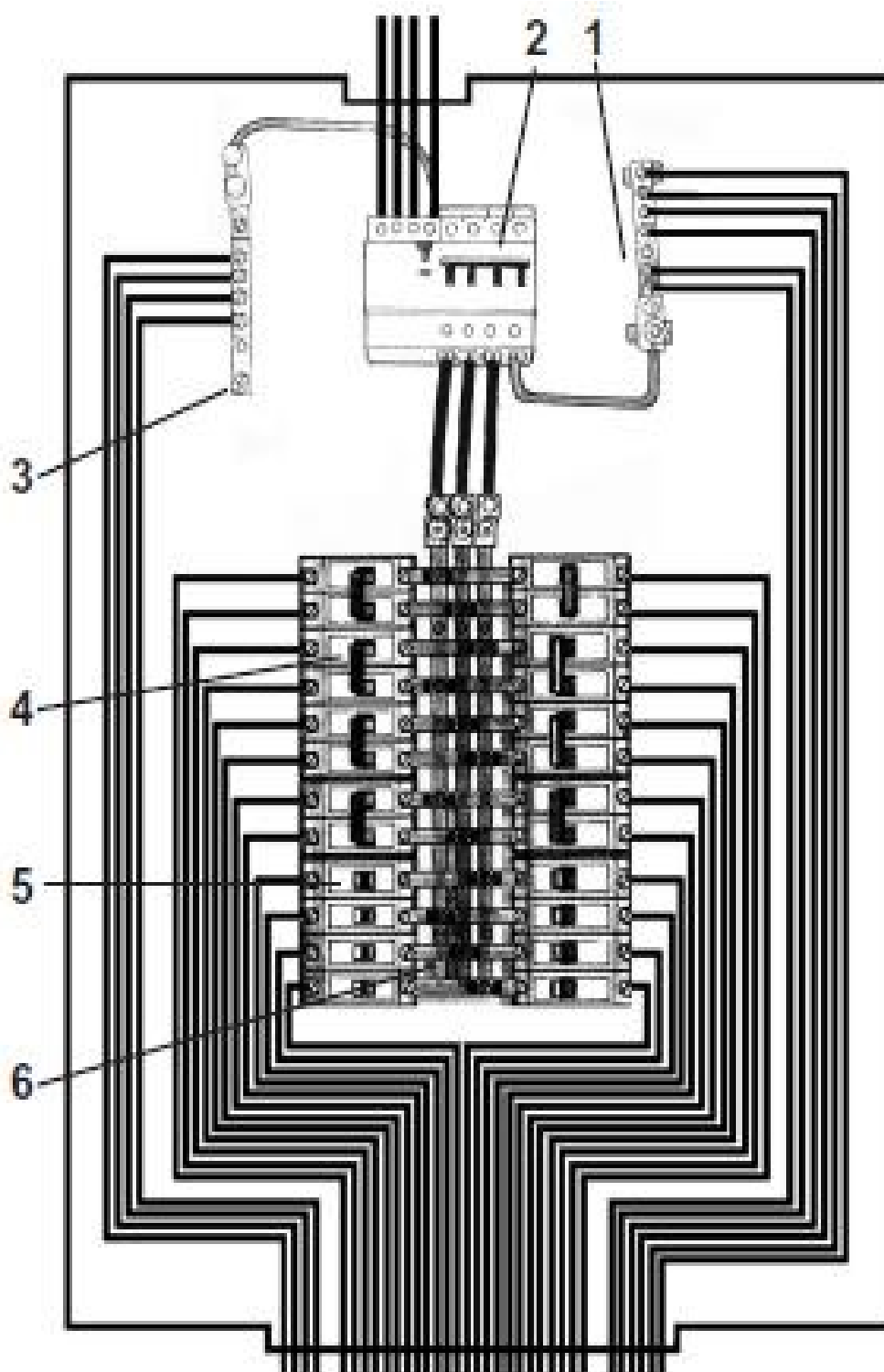
- (1) Fase
- (2) Neutro
- (3) Proteção
- (4) Jumps de ligação — Ligam a fase a todos os disjuntores dos circuitos.
- (5) Barramento de proteção — Deve ser ligado eletricamente à caixa do QD.
- (6) Disjuntores dos circuitos terminais — Recebem a fase do disjuntor geral e distribuem para os circuitos terminais.
- (7) Barramento de neutro — Faz a ligação dos fios neutros dos circuitos terminais com o neutro do circuito de distribuição, devendo ser isolado eletricamente da caixa do QD.
- (8) Disjuntor geral (monopolar)

**Figura 220** – Quadro de distribuição para fornecimento bifásico.



- (1) Proteção
- (2) Fase
- (3) Fase
- (4) Neutro
- (5) Barramento de neutro
- (6) Disjuntores dos circuitos terminais bifásicos
- (7) Barramento de proteção
- (8) Disjuntores dos circuitos terminais monofásicos
- (9) Barramento de interligação das fases
- (10) Disjuntor geral

Figura 221 – Quadro de distribuição para fornecimento trifásico.



- (1) Barramento de neutro
- (2) Disjuntor diferencial residual tetrapolar
- (3) Barramento de proteção
- (4) Disjuntores dos circuitos terminais bifásicos
- (5) Disjuntores dos circuitos terminais monofásicos
- (6) Barramento de interligação das fases



## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

COTRIM, A. A. M. B. Instalações elétricas. 3 ed. São Paulo: Makron Books, 1992.

FILHO, J. Mamede, Instalações Elétricas Industriais, 5 Ed., Livros Técnicos e Científicos S.A., Rio de Janeiro, RJ, 1997.

MANUAL Elektro/Pirelli de instalações elétricas residenciais. São Paulo.

SENAI-RJ.Elementos de Instalações Elétricas Prediais. 2003. Rio de Janeiro.