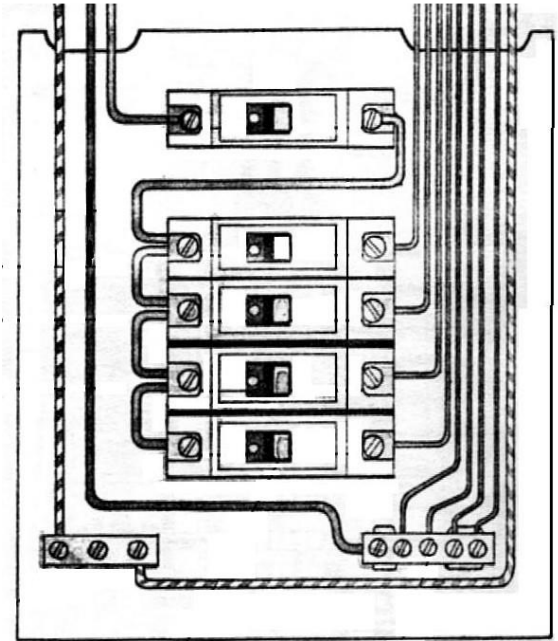
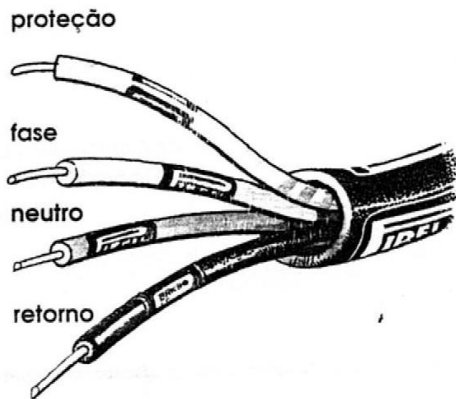
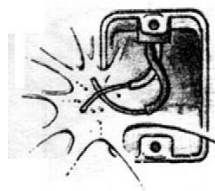


INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS



Professor: Dori



de Souza
Marco/2006



Rodrigues

1. RECOMENDAÇÕES DA NBR PARA O LEVANTAMENTO DA CARGA ELÉTRICA

1.1 Recomendações para o levantamento da carga de iluminação

1.1.1 Condições para se estabelecer a quantidade mínima de pontos de luz

- Prever pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por um interruptor de parede.
- admite-se que este ponto seja substituído por ponto na parede em espaços sob escada, depósitos, despensas, lavabos e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não conveniente.

A norma não define o que quer dizer "pequenas dimensões" nem dá dicas de como definir "difícil execução" ou "não conveniente". Todas estas aberturas no texto ficam a cargo da interpretação de cada um.

- Arandelas no banheiro devem estar distantes, no mínimo, 60 cm do limite do boxe.

1.1.2 Condições para se estabelecer a potência mínima de iluminação

A carga de iluminação é feita em função da área do cômodo da residência.

Para área igual ou inferior a $6 \text{ m}^2 \Rightarrow$ atribuir um mínimo de 100 VA

Para área superior a $6 \text{ m}^2 \Rightarrow$ atribuir um mínimo de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescido de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

Nota: a NBR não estabelece critérios para iluminação de áreas externas em residências, ficando a decisão por conta do projetista e do cliente.

1.2. Pontos de tomada – definição

Pontos de tomada: ponto de utilização em que a conexão do equipamento ou equipamentos a serem alimentados é feita através de tomada de corrente.



A norma esclarece ainda que um ponto de tomada pode conter uma ou mais tomadas de corrente. A idéia neste caso é estimular a presença de um número adequado de tomadas de corrente nos diversos cômodos de forma a reduzir ao máximo a utilização de benjamins ou tês.

Ponto de tomada com 4 tomadas 2P+T (modelo conforme NBR 14136)

Um ponto de tomada pode servir tanto às "antigas" tomadas de uso geral quanto às tomadas de uso específico.

1.2.1 Pontos de tomada - quantidade

A norma define o número mínimo de pontos de tomadas que devem ser previstos num local de habitação. Critérios:

Banheiros: pelo menos um ponto de tomada próximo ao lavatório.

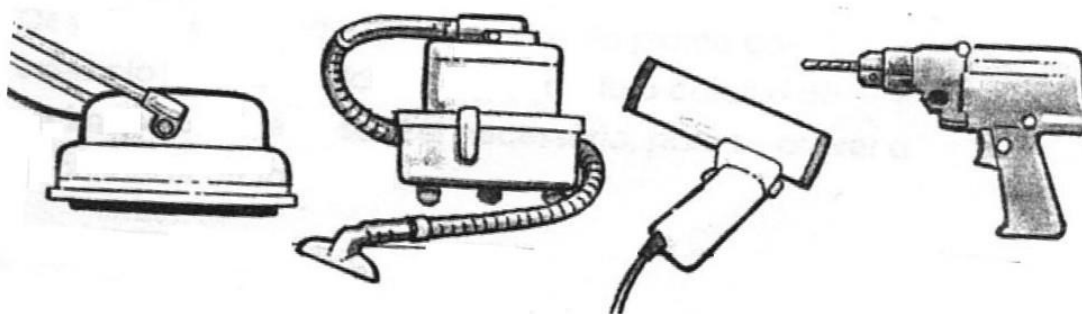
Cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos: no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro. Acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos.

Varandas: deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, admitindo-se que este ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto de tomada, quando sua área for inferior a 2 m² ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 80 cm.

Salas e dormitórios: devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m ou fração de perímetro, sem especificar a área mínima de 6 m².

Sala de estar: recomendações específicas para este local, que geralmente abriga diversos eletroeletrônicos. Além da quantidade mínima de pontos de tomada conforme parágrafo anterior, a norma alerta que existe a “possibilidade de que um ponto de tomada venha a ser usado para alimentação de mais de um equipamento, sendo recomendável equipá-lo, portanto, com a quantidade de tomadas julgada adequada”. Mais uma vez o texto deixa a cargo do profissional o julgamento sobre a quantidade adequada de tomadas. Como sempre, o bom senso deve prevalecer.

Demais cômodos: requer que sejam previstos, pelo menos, um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m², admitindo-se que, em função da reduzida dimensão do local, esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 80 cm de sua porta de acesso. Quando a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m², exige-se, no mínimo, um ponto de tomada. E nos casos de cômodos com área superior a 6 m², vale a regra de um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro.



1.2.2 Potências atribuíveis aos pontos de tomada

Uma vez determinada a quantidade de pontos de tomada, é preciso atribuir as potências em VA para estes pontos. A norma diz que a potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é em função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior a determinados valores mínimos indicados a seguir.

- **Banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos:** deve-se atribuir no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até 3 pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente.

Aparece a seguinte novidade: "quando o total de tomadas, no conjunto desses ambientes, for superior a 6 pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de, no mínimo, 600 VA por ponto de tomada, até 2 pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente".

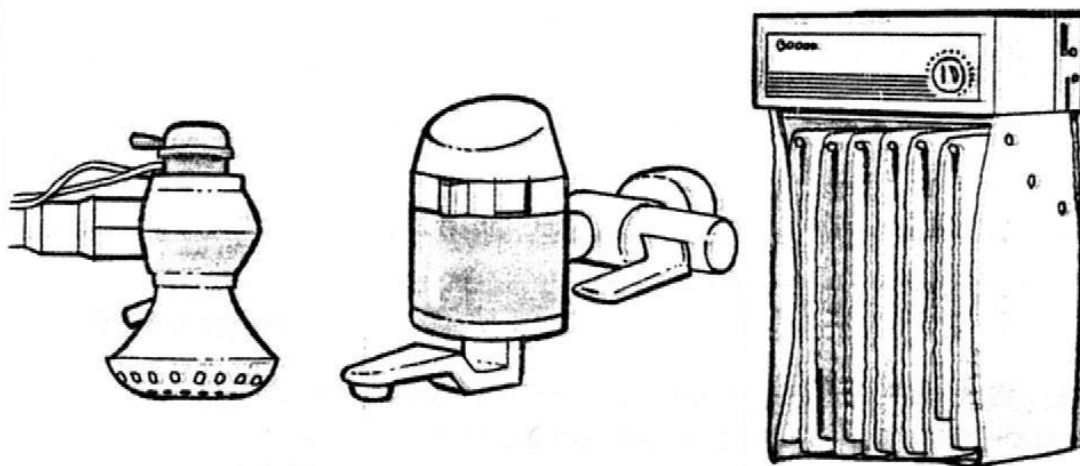
- **Demais cômodos ou dependências:** no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

Dois exemplos:

- Seja uma cozinha onde há a previsão de 5 pontos de tomadas. Pela regra indicada, a NBR 5410 de 2004 consideraria para esta cozinha uma potência mínima de $600 + 600 + 600 + 100 + 100 = 2000$ VA;
- Seja outra cozinha onde há a previsão de 7 pontos de tomadas. Pela regra indicada, a NBR 5410 de 2004 consideraria para esta cozinha uma potência mínima de $600 + 600 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 = 1700$ VA.

No primeiro caso, temos uma potência média por ponto de tomada de $2000/5 = 400$ VA, enquanto que, no segundo caso, a potência média é de $1700/7 = 243$ VA. O raciocínio aqui é que, utilizando-se um número maior de pontos de tomadas, haveria naturalmente uma menor simultaneidade de uso dos equipamentos, diminuindo assim a demanda necessária para aquele cômodo da casa.

Vamos lembrar que aqueles valores de 600 VA e 100 VA determinados pela norma nada mais são do que demandas previstas para pontos de tomadas e não potências instaladas naqueles pontos, até porque quase nunca se conhece exata e previamente a potência dos aparelhos a serem ligados nas tomadas.



chuveiro

torneira elétrica

secadora de roupa

1.3. Levantamento da potência total

Nos projetos elétricos residenciais, desejando-se saber o quanto da potência aparente foi transformada em potência ativa, aplica-se os seguintes valores de fator de potência:

1,0 ⇒ para iluminação

0,8 ⇒ para tomadas de uso geral

Exemplos:

Potência de iluminação (aparente) = 660 VA

Fator de potência a ser aplicada = 1

Potência ativa de iluminação (W) = 1×660 VA = 660 W

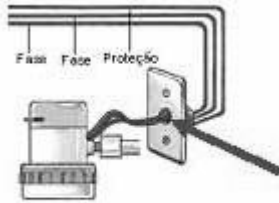
Potência de tomadas de uso geral = 7300 VA
Fator de potência a ser aplicado = 0,8
Potência ativa de tomadas de uso geral = 0,8 x 7300 VA = 5840 W

Calculo da potência ativa total
Potência ativa de iluminação = 660 W
Potência ativa de TUG's = 5840 W
Potência ativa de TUE's = 4400 W
Total = 660 + 5840 + 4400 = 10900

Em função da potência ativa total prevista para a residência é que se determina:
O tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada. (Ver tabela 4)

2. Aquecimento elétrico de água

A norma explicita que "a conexão do aquecedor elétrico de água ao ponto de utilização deve ser direta, sem uso de tomada de corrente".

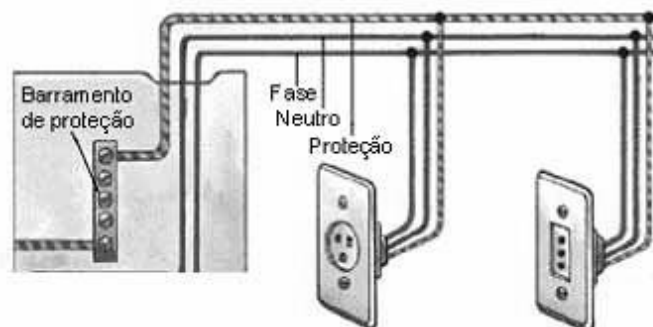


A forma de fazer a ligação direta não é detalhada na norma, estando abertas as possibilidades de ligação direta entre condutores com reparo da isolação por fita isolante, uso de conectores, etc. Só não vale instalar um plugue no cabo do aquecedor (chuveiro, torneira, etc) e ligá-lo a uma tomada de corrente instalada na caixa de ligação na parede.

3. Condutor de proteção (“fio terra”) e tomadas aterradas

- Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão. NOTA – Um condutor de proteção pode ser comum a mais de um circuito.
- Todas as tomadas de corrente fixas das instalações devem ser do tipo com contato de aterramento (PE). As tomadas de uso residencial e análogo devem ser conforme NBR 6147 e NBR 14136.

Estas duas prescrições já fazem parte da NBR 5410 desde a edição de 1980, mas nunca estiveram escritas de maneira tão clara como agora na versão 2004. Não há mais espaço para dúvidas ou interpretações, ou seja: **é obrigatório distribuir o condutor de proteção (fio terra) em todos os circuitos (inclusive os de iluminação) e utilizar TODAS as tomadas de corrente na configuração 2P + T (dois pólos e terra)**



Assim, todas as caixas de derivação e passagem deverão disponibilizar o fio terra (verde ou verde-amarelo) e, naquelas caixas onde forem instaladas tomadas estas deverão ser de três pólos (2P + T) que atendam as normas NBR 6147 e NBR 14136.

A NBR 6147 é a norma que testa as tomadas em geral qualquer que seja o seu desenho (configuração) e a NBR 14136 é a norma que padroniza o formato das tomadas para uso residencial e análogo até 20 A – 250 V.

4. Uso obrigatório de dispositivo DR de alta sensibilidade

Houve uma sutil, porém importante mudança no uso obrigatório de dispositivos diferenciais-residuais (DR) nas instalações em locais de habitação.

A NBR 5410/97, estabelece que, qualquer que seja o esquema de aterramento, devem ser utilizados dispositivos DR de alta sensibilidade, isto é, com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA, nos circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro, exceto os circuitos que alimentem aparelhos de iluminação posicionados a uma altura igual ou superior a 2,50 m.

A versão de 2004 mantém que devem ser usados DRs de alta sensibilidade, porém **não dispensa** a proteção dos circuitos que contêm os aparelhos de iluminação em banheiros, mesmo que situados acima de 2,50 m.

Na edição de 1997, os DRs de alta sensibilidade também eram exigidos apenas nos circuitos de **tomadas de corrente** de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens, permitindo a **não proteção** de circuitos exclusivos de refrigeradores e congeladores.

Na versão 2004, existe a mesma exigência, porém ampliada, passando de "tomadas de corrente" para **pontos de utilização** situados em cozinhas, etc. Isto significa que a nova norma exige a proteção por DR, além dos circuitos de tomadas, também nos circuitos de iluminação daqueles locais.

Há uma exceção a esta regra para os casos de pontos de iluminação situados a mais de 2,50 m do piso. Também deixou de existir na versão 2004 a dispensa da proteção por DR no circuito de refrigeradores, passando-se a recomendar (não obrigar) o uso de dispositivos DR de alta imunidade a perturbações transitórias, produtos não muito fáceis de serem encontrados no mercado brasileiro até a data de publicação deste artigo.

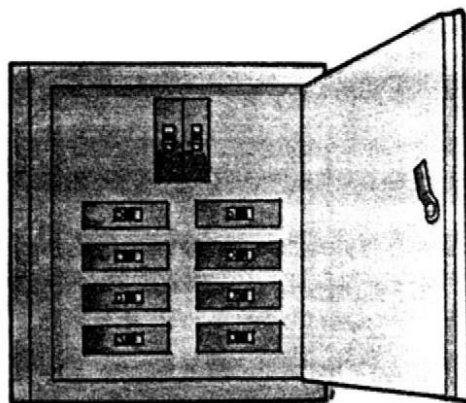
A alternativa ao uso deste DR especial, é a proteção do circuito do refrigerador por um DR "normal", correndo um risco maior de haver um desligamento do circuito por ocasião de uma perturbação eletromagnética (quedas de raios próximo ao local, manobras na rede da concessionária, etc) num momento em que não haja a presença do usuário, com a conseqüente possibilidade de perda dos produtos perecíveis contidos no refrigerador ou congelador, uma vez que o DR não possui rearme automático.

5. SIMBOLOGIA GRÁFICA

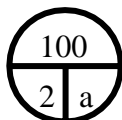
Sabendo as quantidades de pontos de luz, tomadas e o tipo de fornecimento, o projetista pode dar início ao desenho do projeto elétrico na planta residencial, utilizando-se de uma simbologia gráfica.



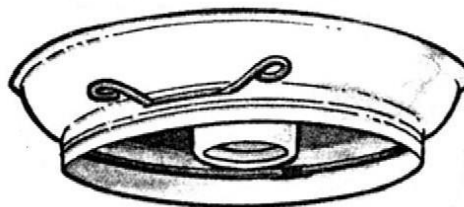
Quadro de distribuição



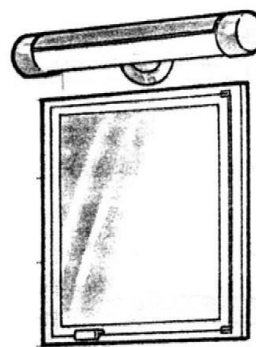
Ponto de luz no teto



100 – potência de iluminação
2 – número do circuito
a – comando (interruptor)

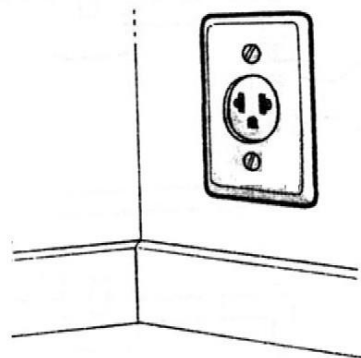


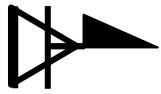
Ponto de luz na parede



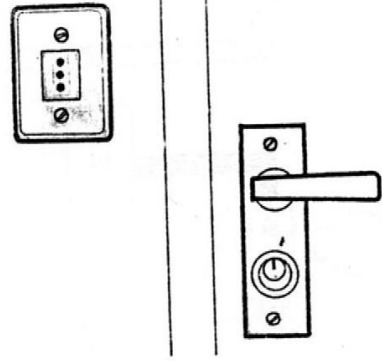
Tomada baixa

30 cm do piso

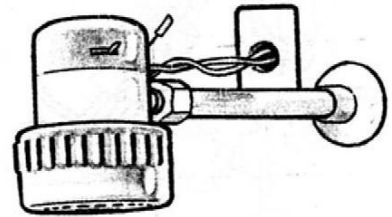




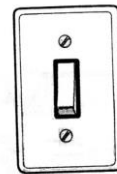
Tomada média
1,30 m do piso



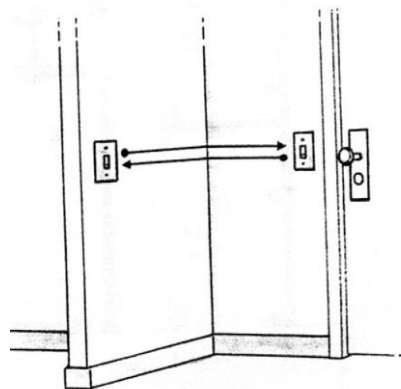
Tomada alta
+ de 2 metros



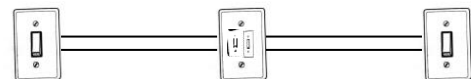
Interruptor simples

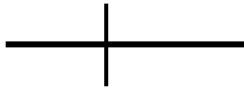


Interruptor paralelo

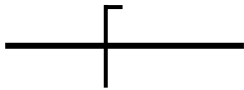
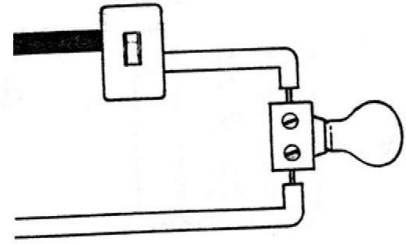


Interruptor intermediário

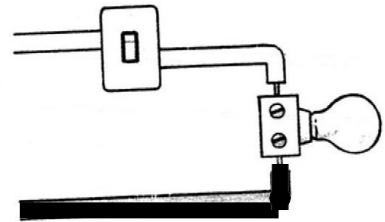




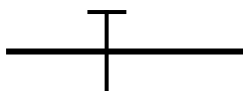
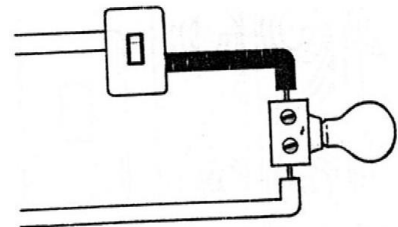
Fio fase



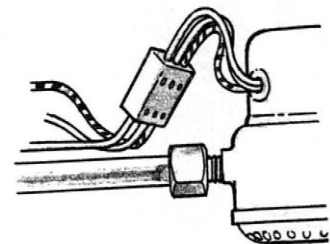
Fio neutro



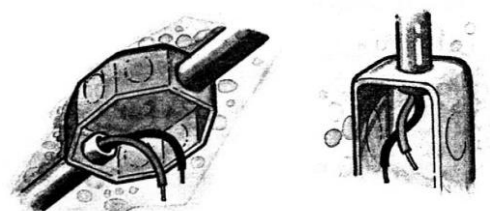
Fio retorno

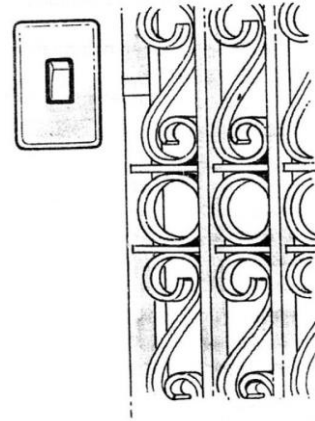


Fio terra
(Condutor de proteção)

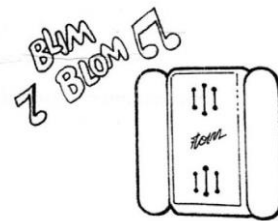


Eletróduto embutido
Eletróduto embutido no piso

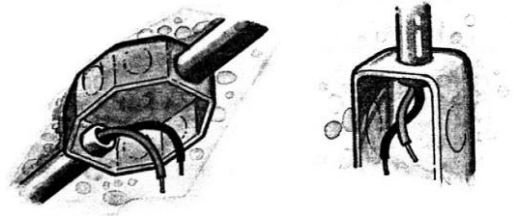




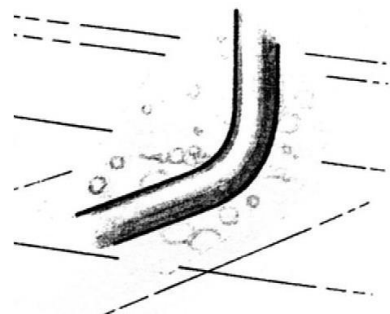
Campainha



Eletroduto embutido na laje e na parede

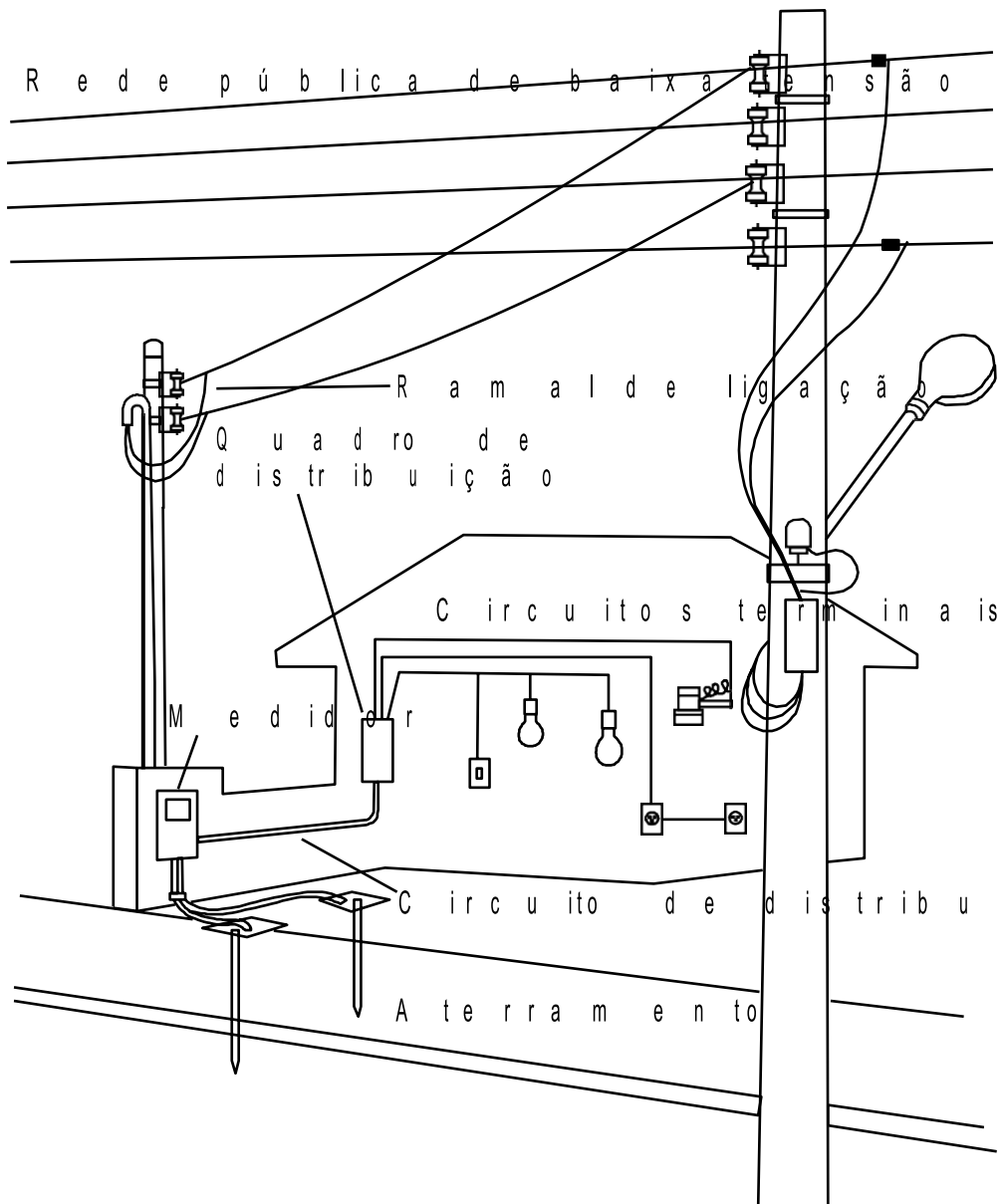


Eletroduto embutido no piso



6. QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Uma vez pronto o padrão de entrada e estando ligados o medidor e o ramal de serviço, a energia elétrica entregue pela concessionária estará disponível para ser utilizada.

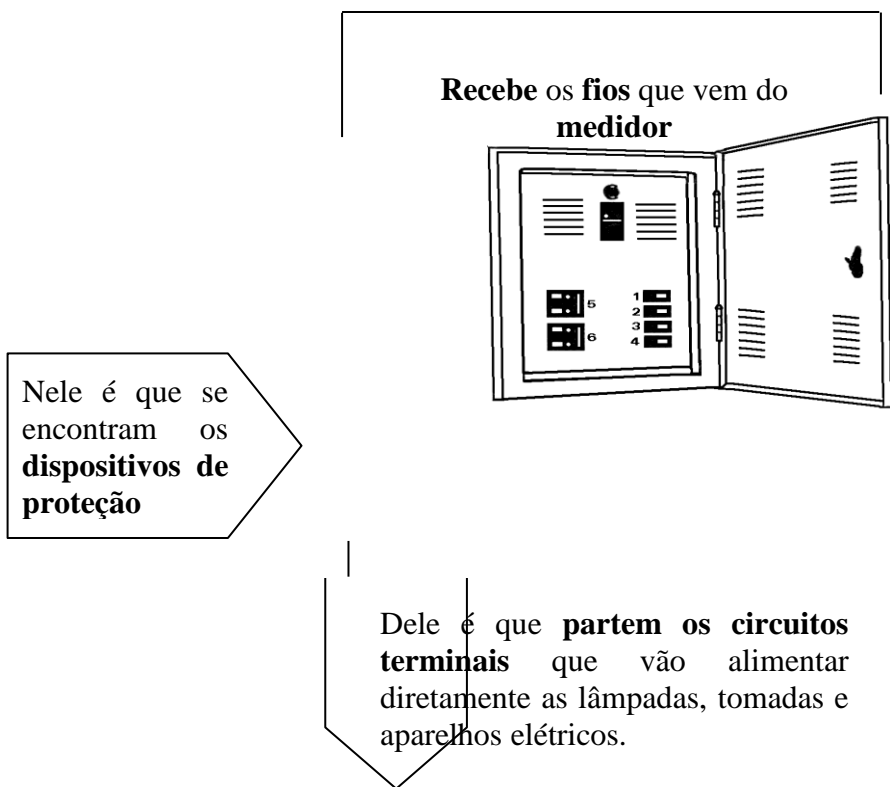


Através do circuito de distribuição, essa energia é levada do medidor até o quadro de distribuição, também conhecido como quadro de luz.

O que vem a ser quadro de distribuição?

Quadro de distribuição é o centro de distribuição de toda a instalação elétrica de uma residência.

Ele é o centro de distribuição, pois:



CIRCUITO 1
Iluminação social

CIRCUITO 2
Iluminação de serviço

CIRCUITO 3
Tomada de uso geral

CIRCUITO 4
Tomada de uso geral

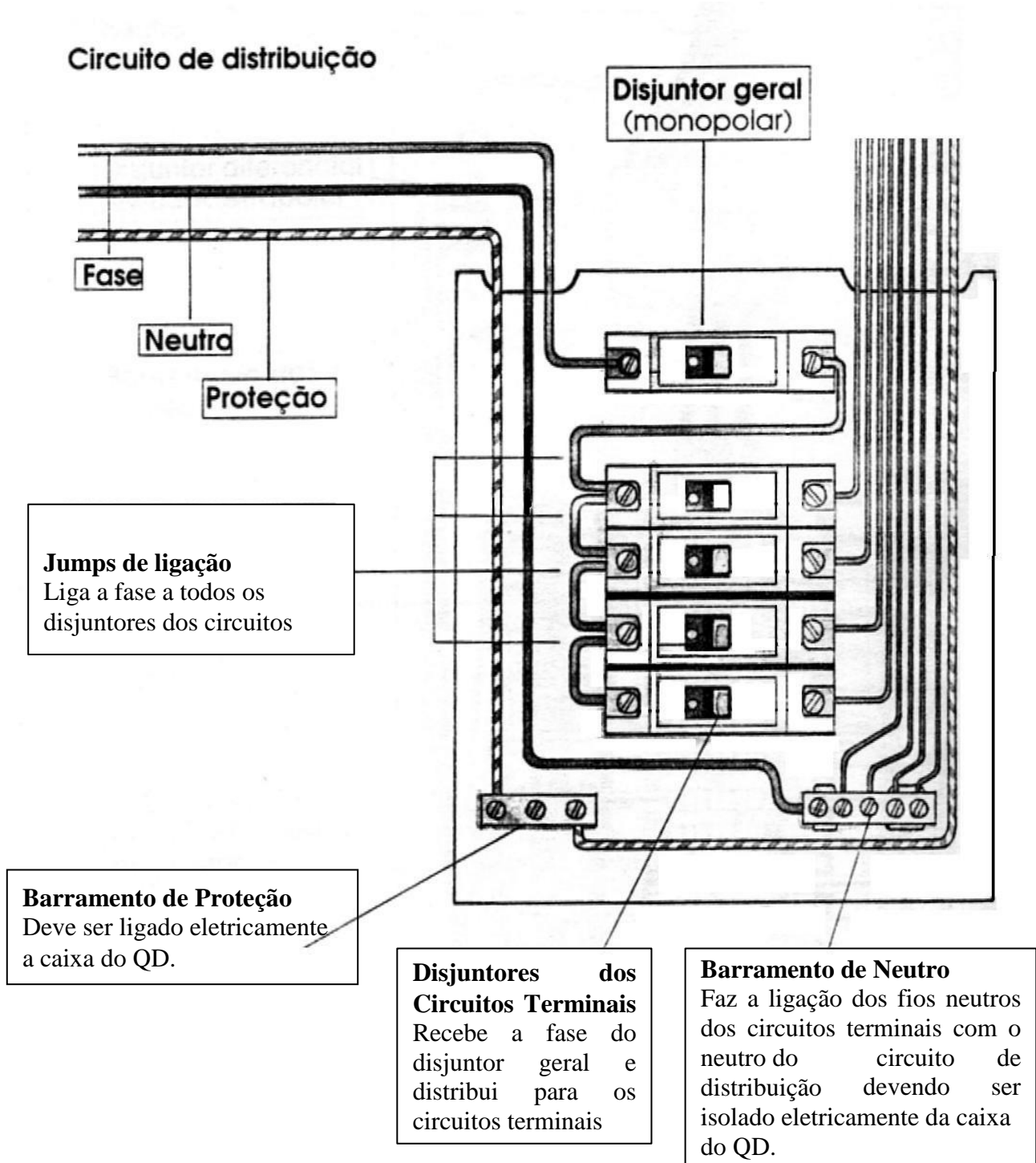
CIRCUITO 5
Tomada de uso específico
(Ex. torneira elétrica)

CIRCUITO 6
Tomada de uso específico
(Ex. chuveiro elétrico)

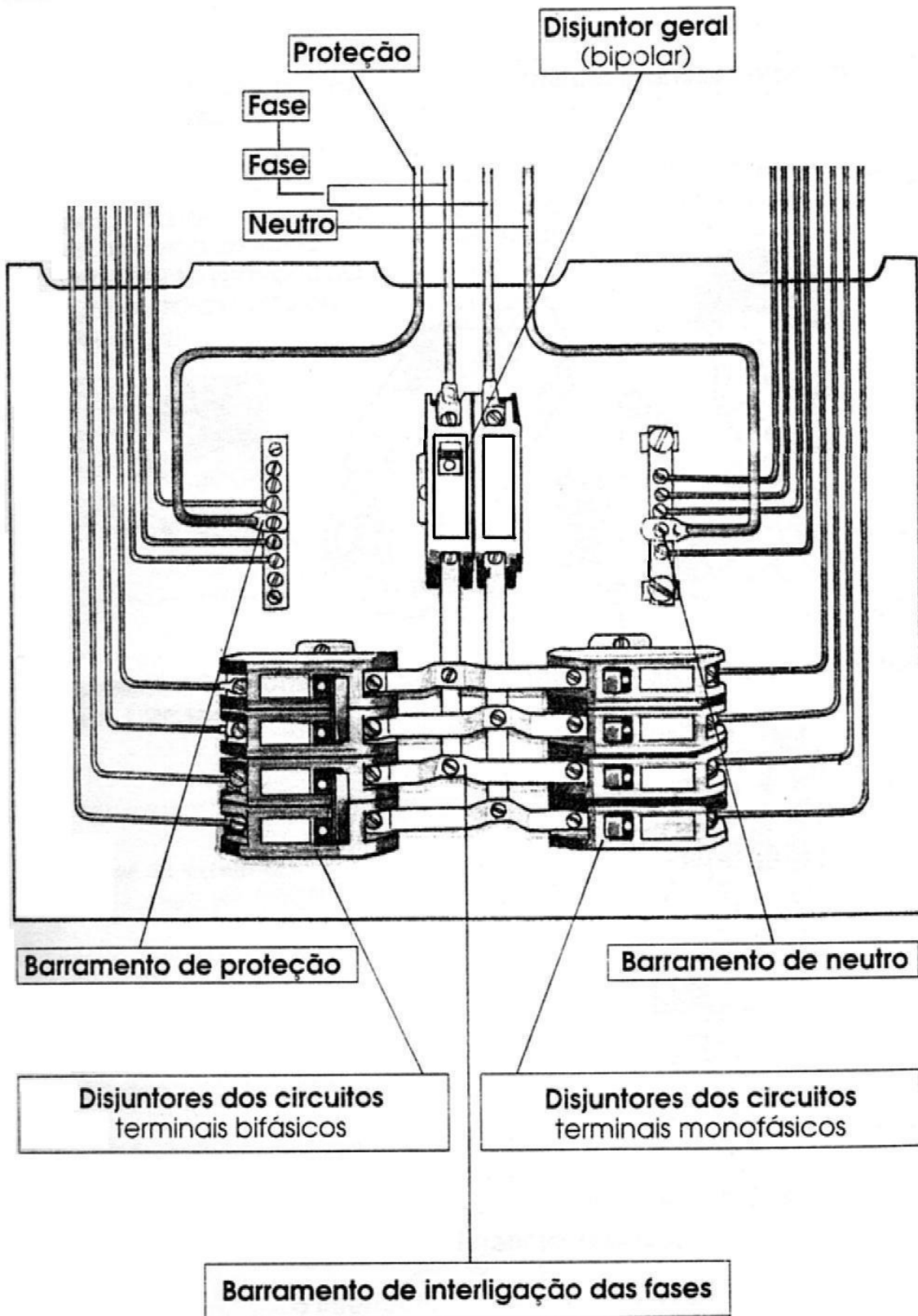
O quadro de distribuição deve estar localizado:



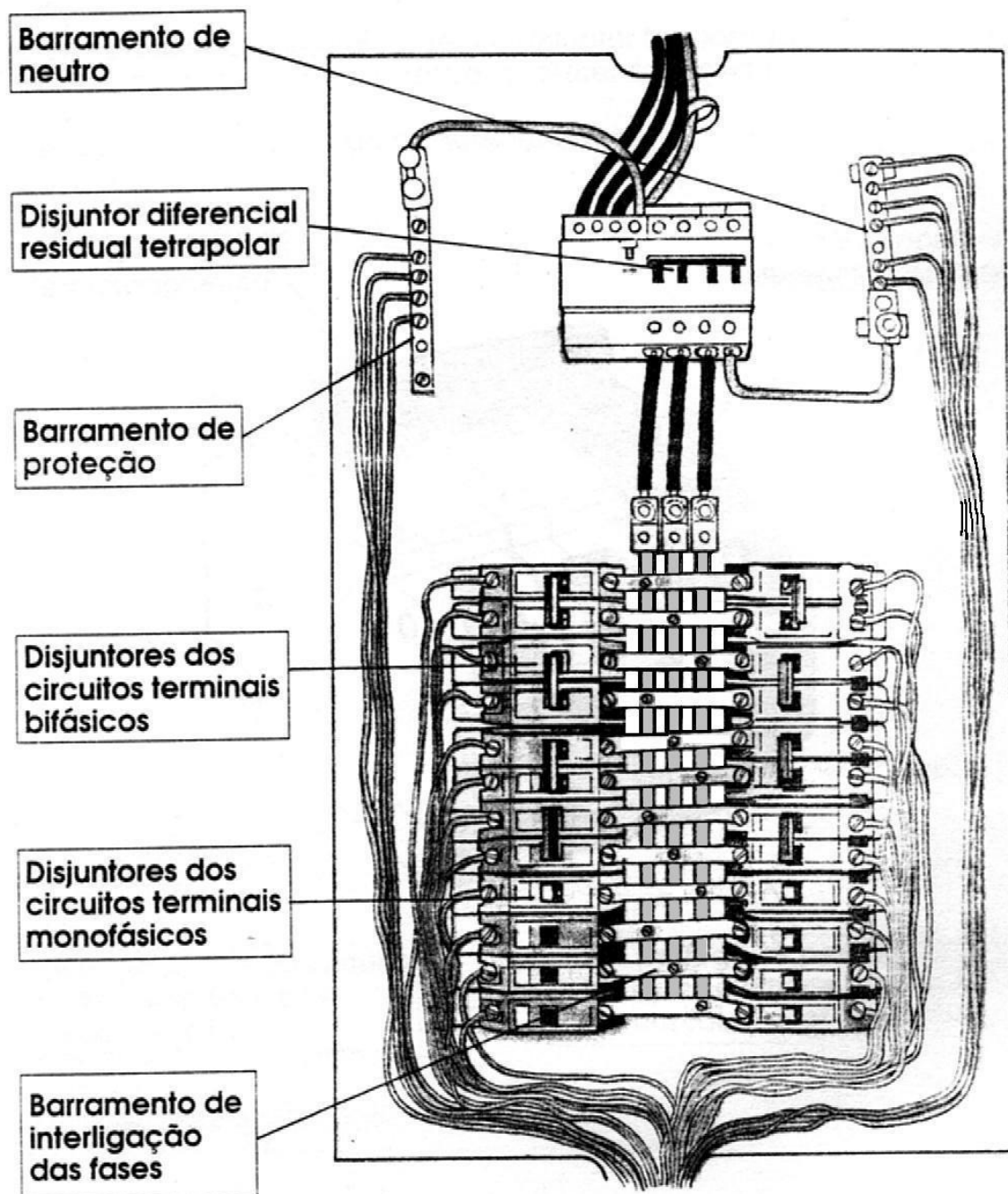
Através dos desenhos a seguir, você poderá enxergar os componentes e as ligações feitas no quadro de distribuição.



Este outro quadro de distribuição é para fornecimento bifásico.



Este outro quadro de distribuição é para fornecimento trifásico.



Um dos dispositivos de proteção que se encontra no quadro de distribuição é o disjuntor termomagnético. Vamos falar um pouco a seu respeito.

OBS.: Colocar no quadro de distribuição (externa ou internamente) vinda de fábrica ou na obra da seguinte advertência:

ADVERTÊNCIA

1. Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos frequentes são sinal de sobrecarga. Por isso, **NUNCA** troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem), simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).

2. Da mesma forma, **NUNCA** desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem frequentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta internamente anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. **A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.**

7. Disjuntores termomagnéticos

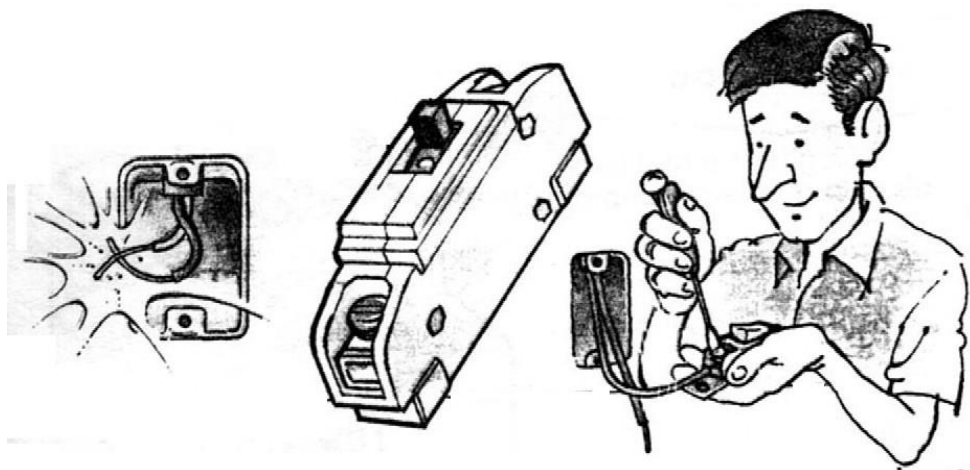
7.1. Disjuntores termomagnéticos são dispositivos que:

Oferecem proteção aos fios do circuito

Desligando-o automaticamente quando da ocorrência de uma sobrecorrente provocada por um curto-circuito ou sobrecarga

Permitem manobra manual

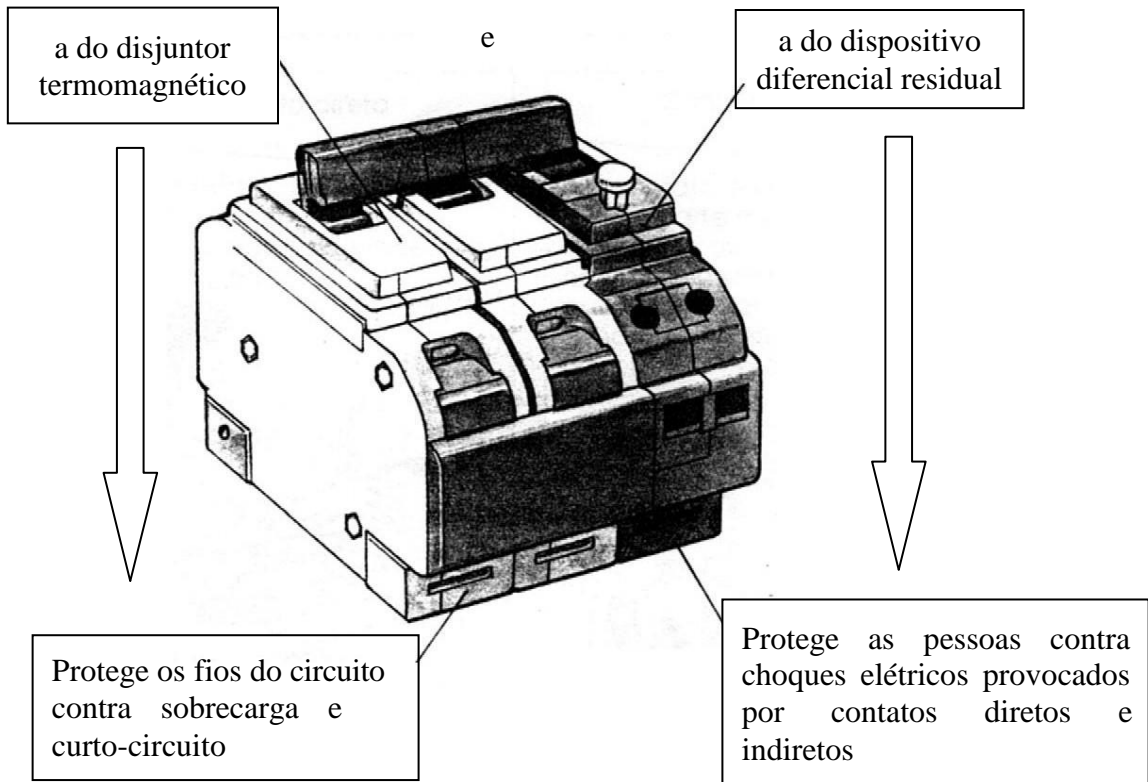
Operando-o como um interruptor, secciona somente o circuito necessário numa eventual manutenção.



7.2. Disjuntor Diferencial Residual

É um dispositivo constituído de um disjuntor termomagnético acoplado a um outro dispositivo: o diferencial residual.

Sendo, assim, ele conjuga as duas funções:



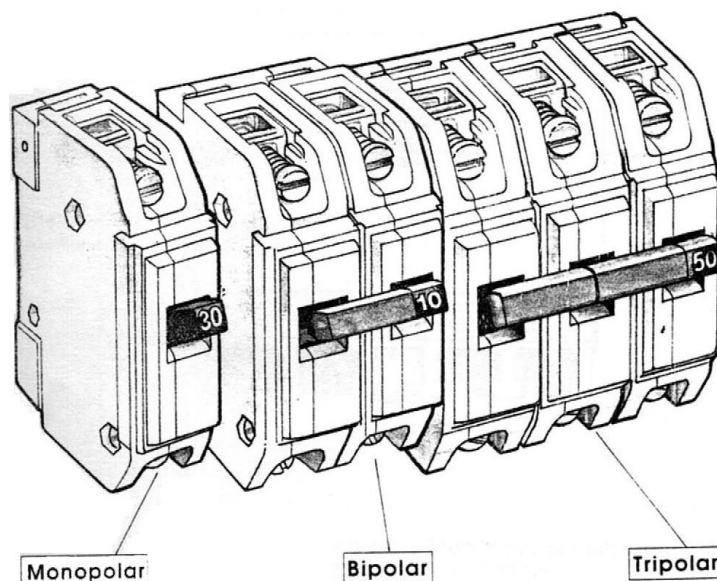
Pode-se dizer então que:

Disjuntor diferencial residual é um dispositivo que protege:

- Os fios do circuito contra sobrecarga e curto-circuito e
- As pessoas contra choques elétricos.

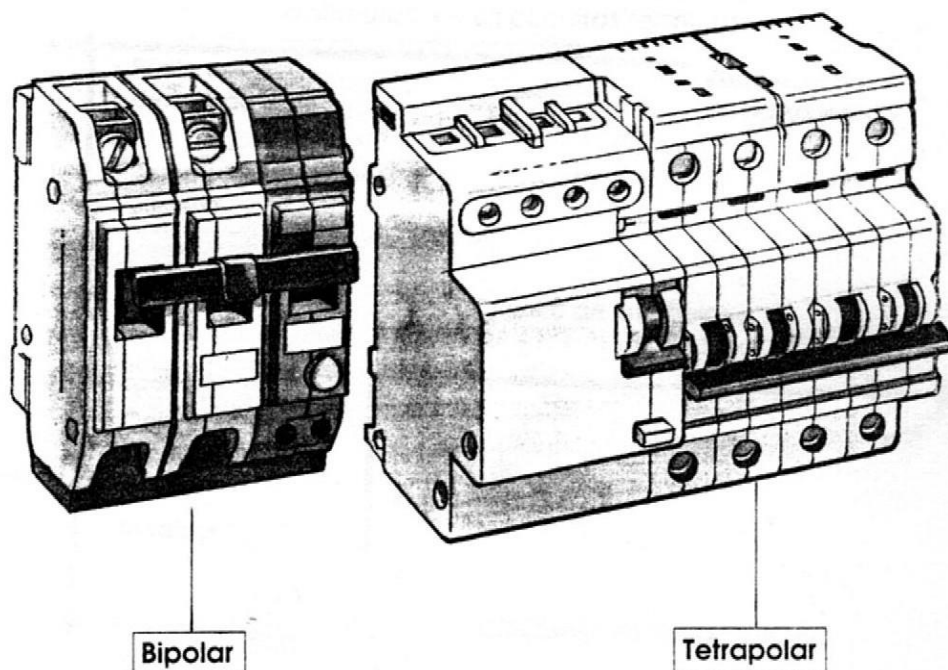
7.3. Tipos De Disjuntores Termomagnéticos

Os tipos de disjuntores termomagnéticos existentes no mercado são: monopulares, bipolares e tripolares.



7.4. Tipos De Disjuntores Diferenciais Residuais

Os tipos de disjuntores diferenciais residuais de alta sensibilidade existentes no mercado são **bipolares** e **tetrapolares**.



7.5 Uso de disjuntores unipolares intertravados

Todo circuito terminal deve ser protegido contra sobrecorrente por dispositivo que assegure o seccionamento simultâneo de todos os condutores de fase. E que dispositivos unipolares montados lado a lado, apenas com suas alavancas de manobra acopladas não são considerados dispositivos multipolares.

Assim, na prática, circuitos terminais bipolares e tripolares deverão utilizar exclusivamente disjuntores bipolares e tripolares. Em adição, esta prescrição praticamente inviabiliza o uso de dispositivos fusíveis em circuitos terminais nos locais de habitação, uma vez que é muito difícil de conseguir garantir que todos os condutores de fase sejam seccionados simultaneamente através do uso de fusíveis. Resta, nos casos de habitações, a possibilidade do uso de fusíveis como dispositivos gerais de proteção nos quadros.

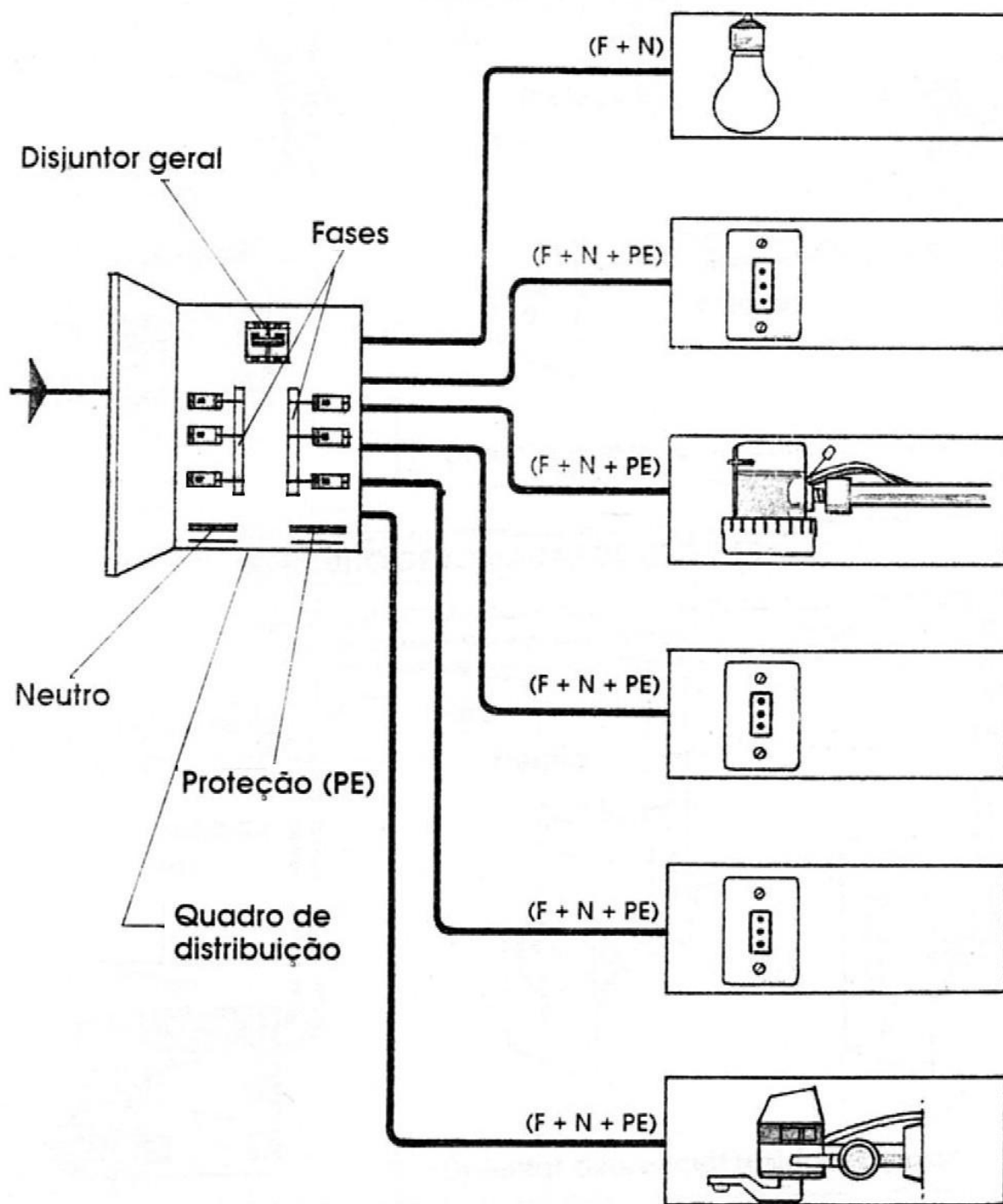
Note que esta prescrição é restrita aos locais de habitação, **não** criando, portanto, barreiras aos fusíveis nos circuitos terminais em outras aplicações tais como comerciais e industriais.

8. CIRCUITO ELÉTRICO

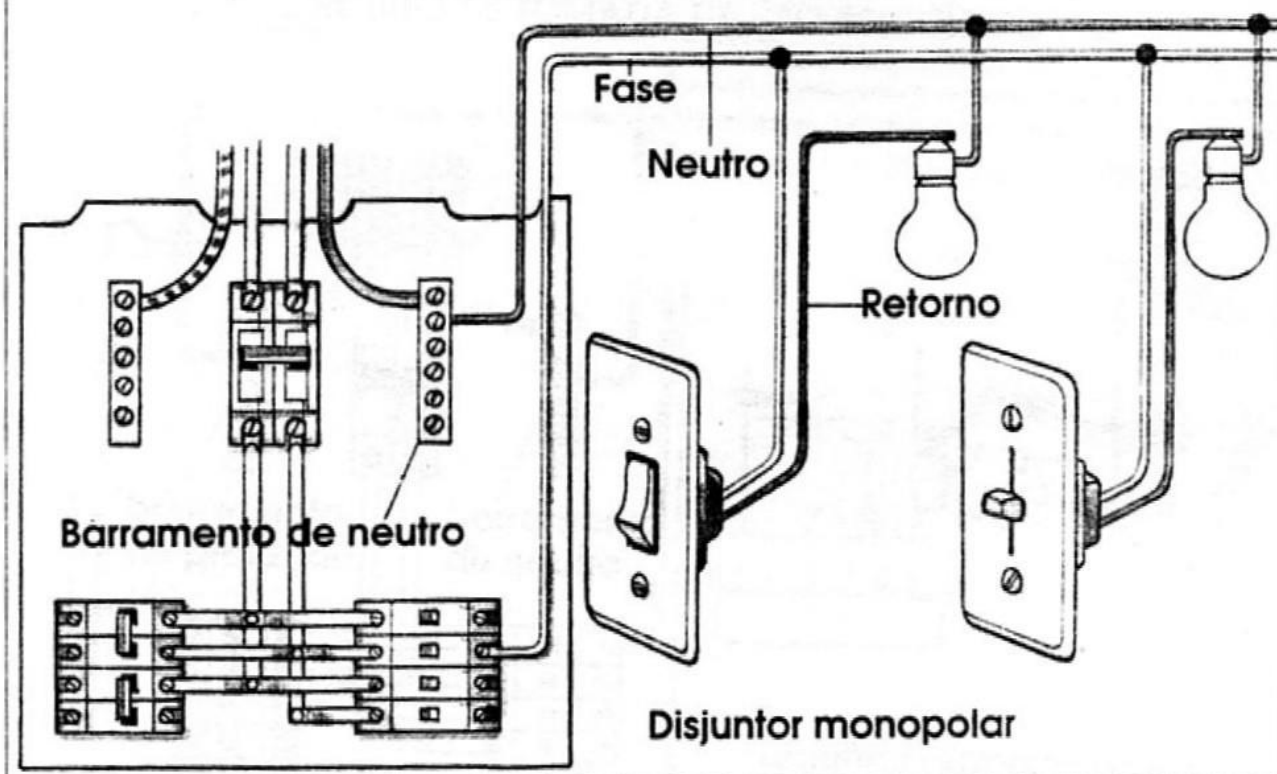
É o conjunto de equipamentos e fios, ligados ao mesmo dispositivo de proteção.

8.1. Circuitos Terminais

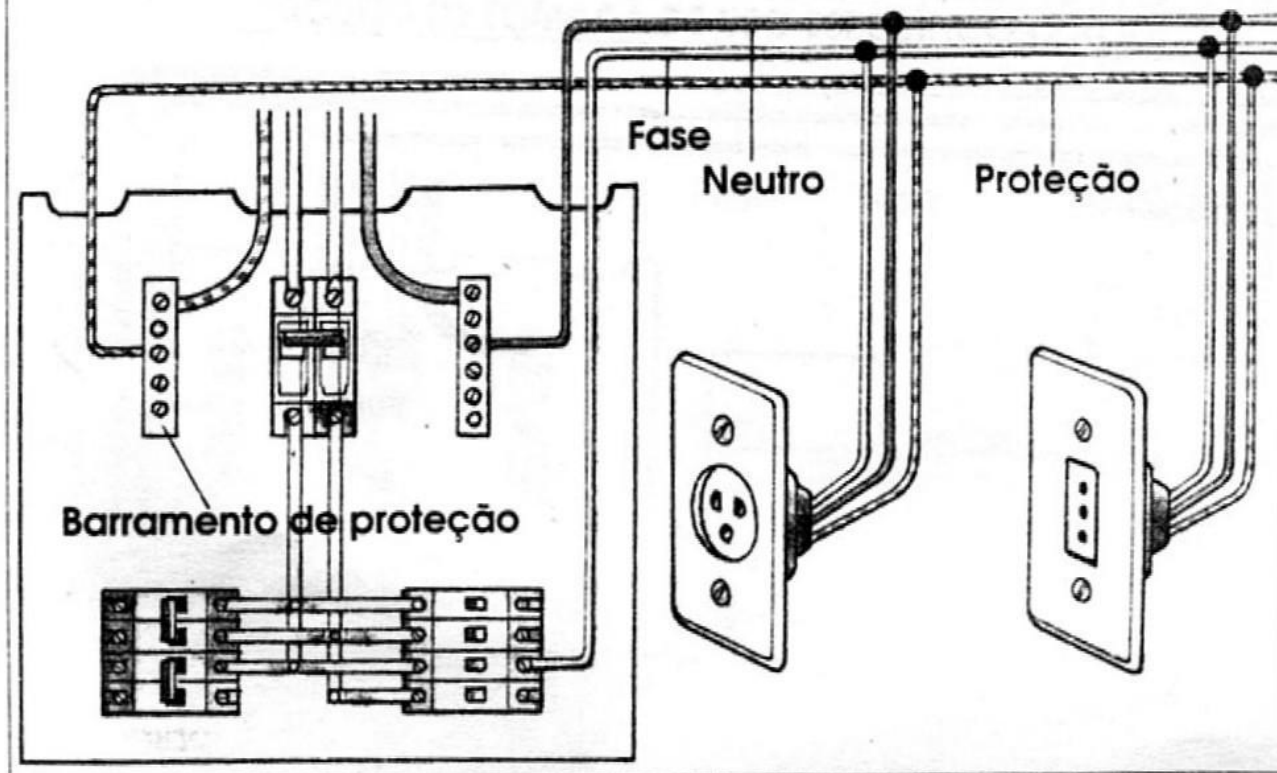
Partem do quadro de distribuição e alimentam diretamente lâmpadas, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico.



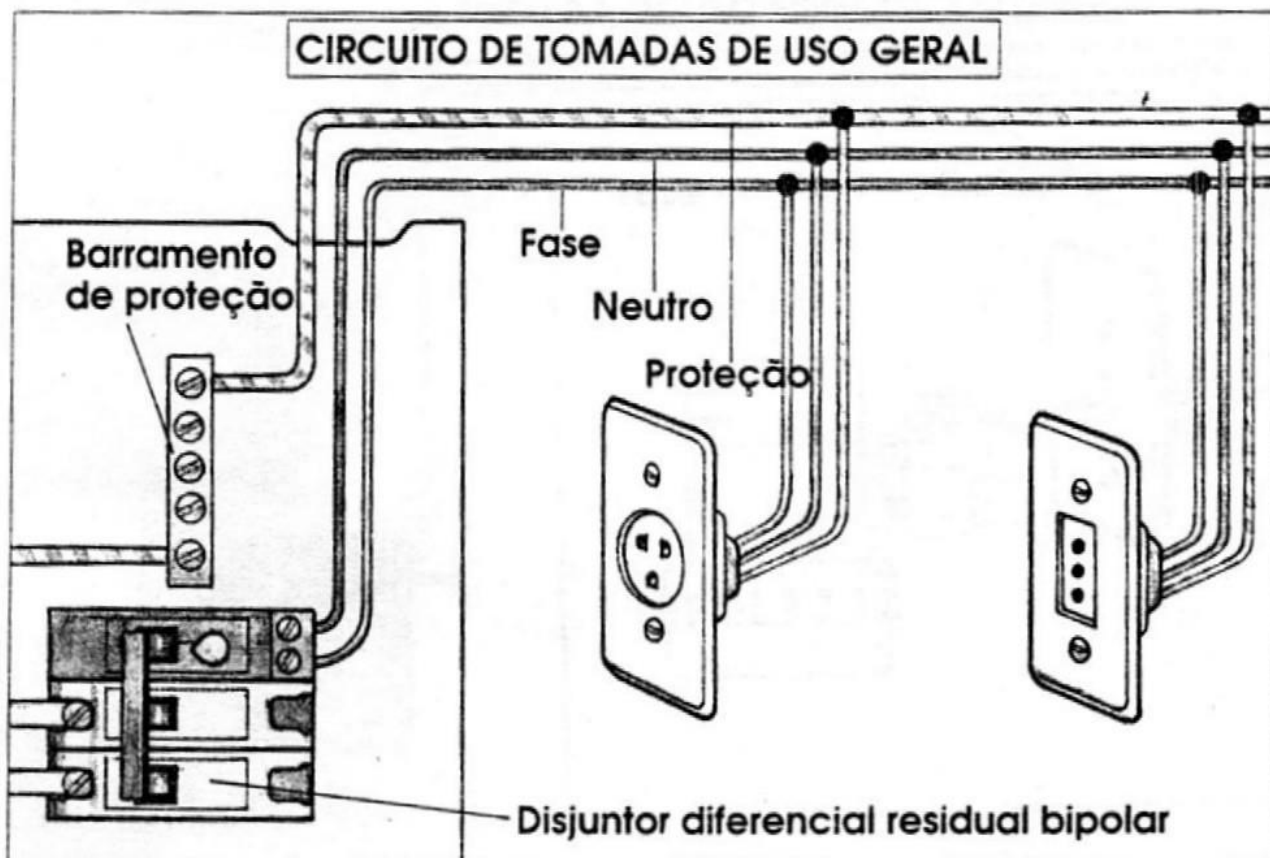
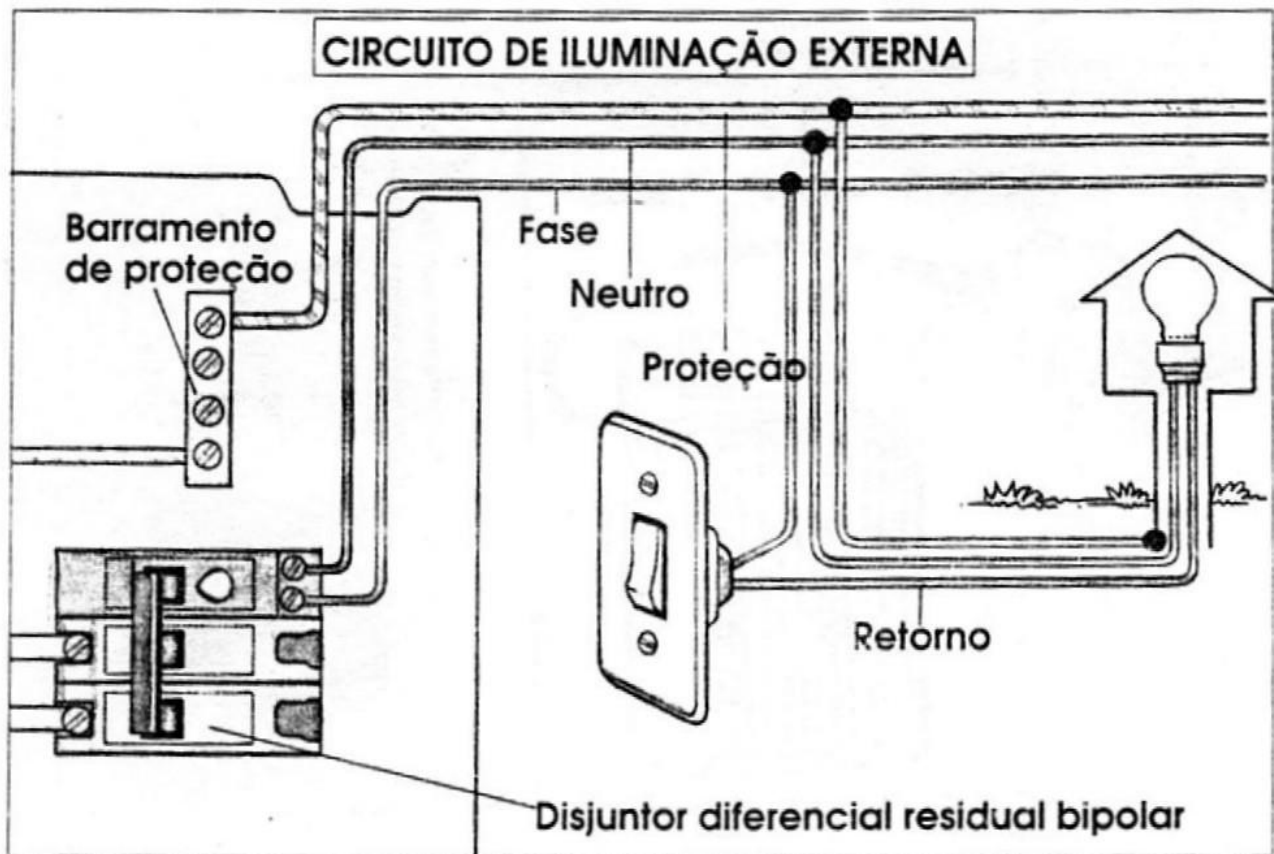
CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO



CIRCUITO DE TOMADAS DE USO GERAL

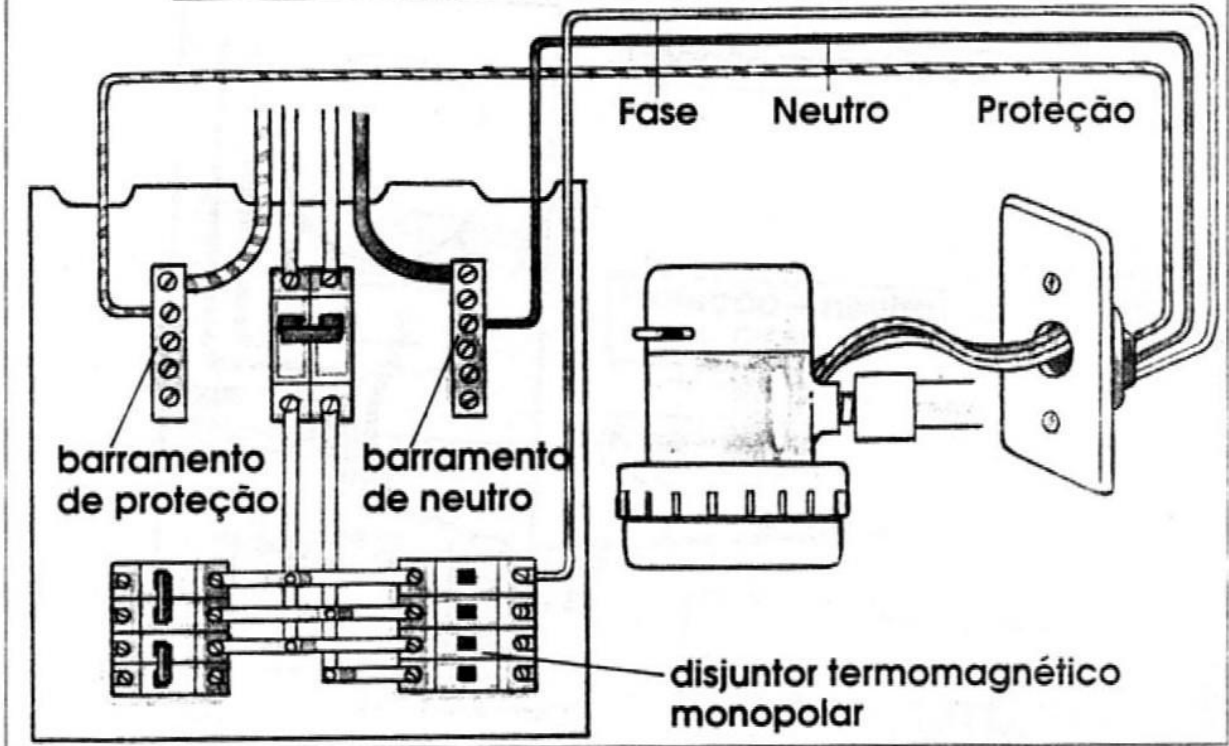


Exemplos de circuitos terminais protegidos por disjuntores DR.

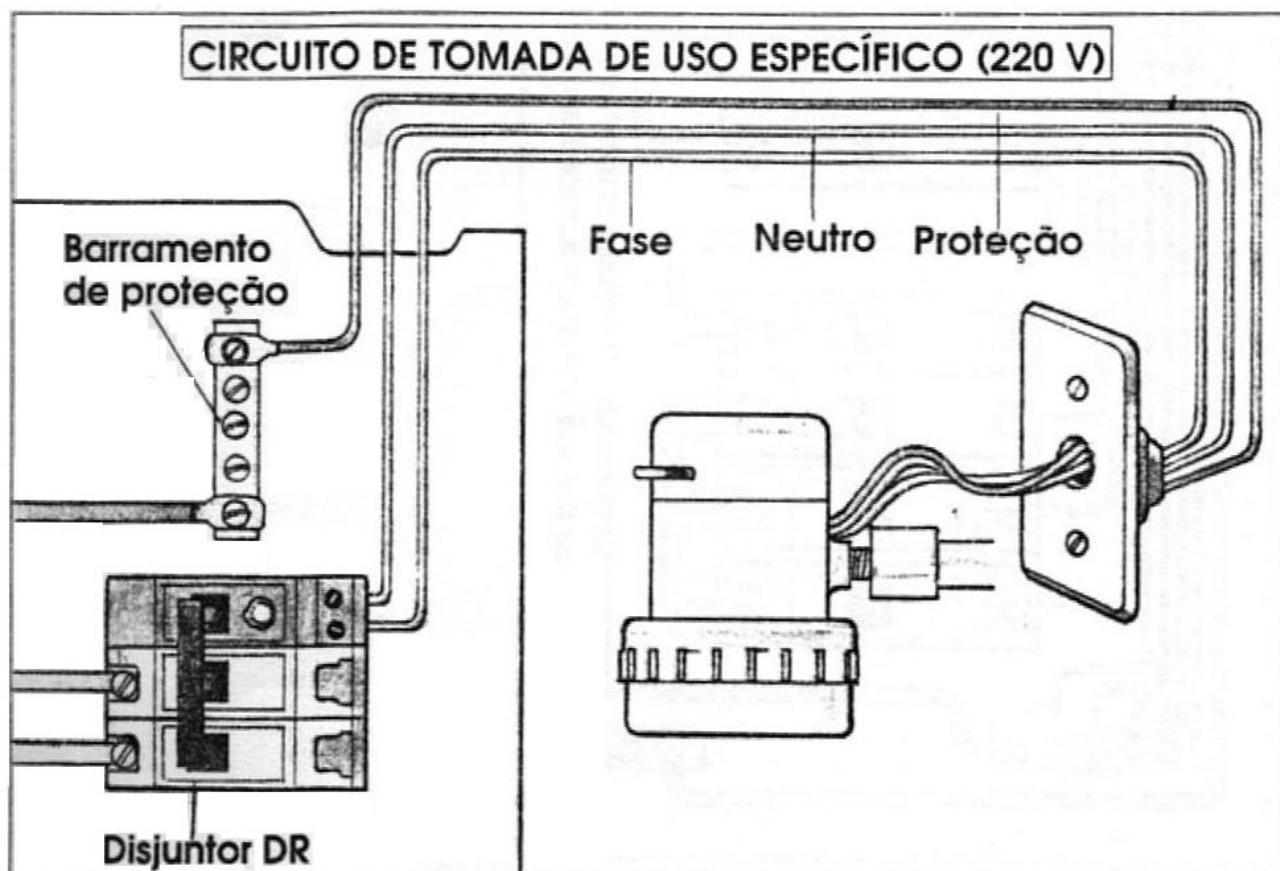
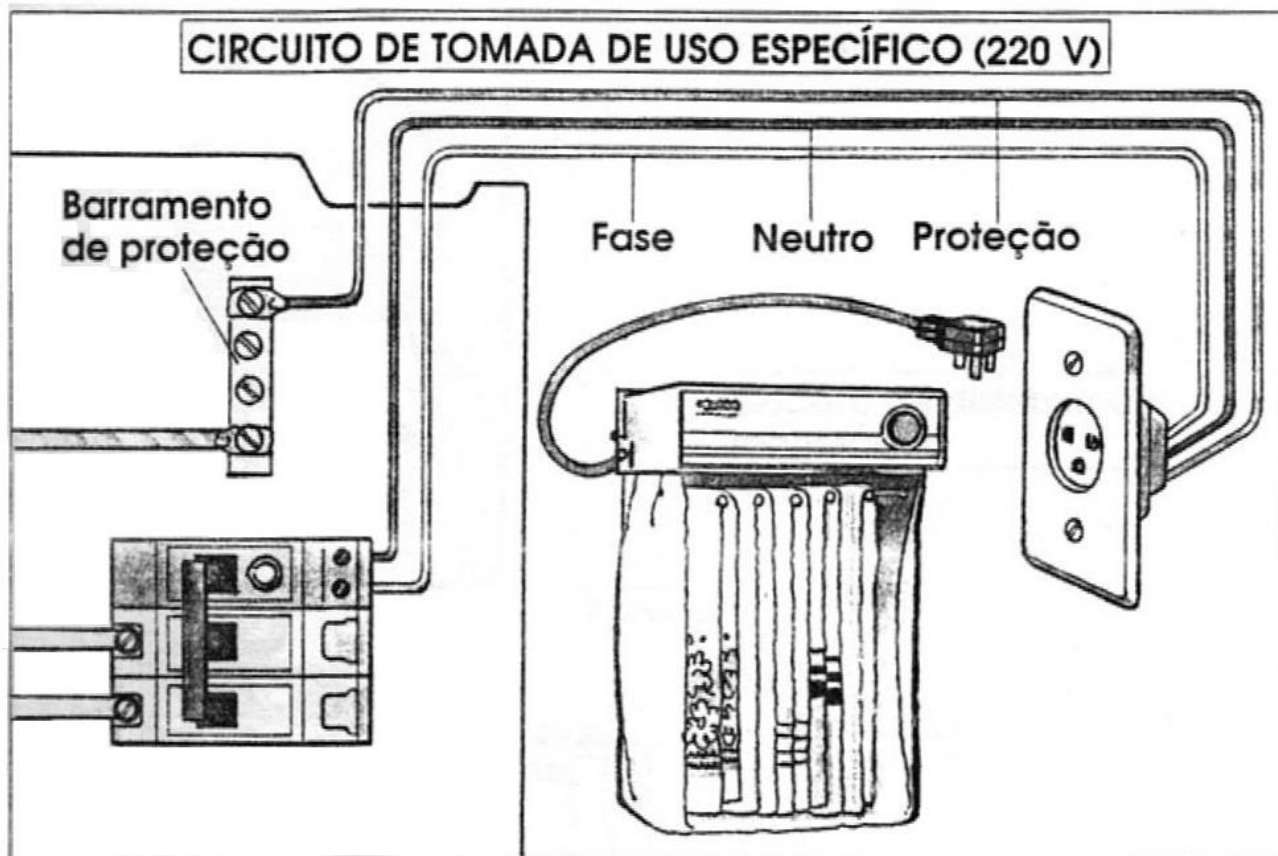


Exemplos de circuitos terminais protegidos por disjuntores termomagnéticos:

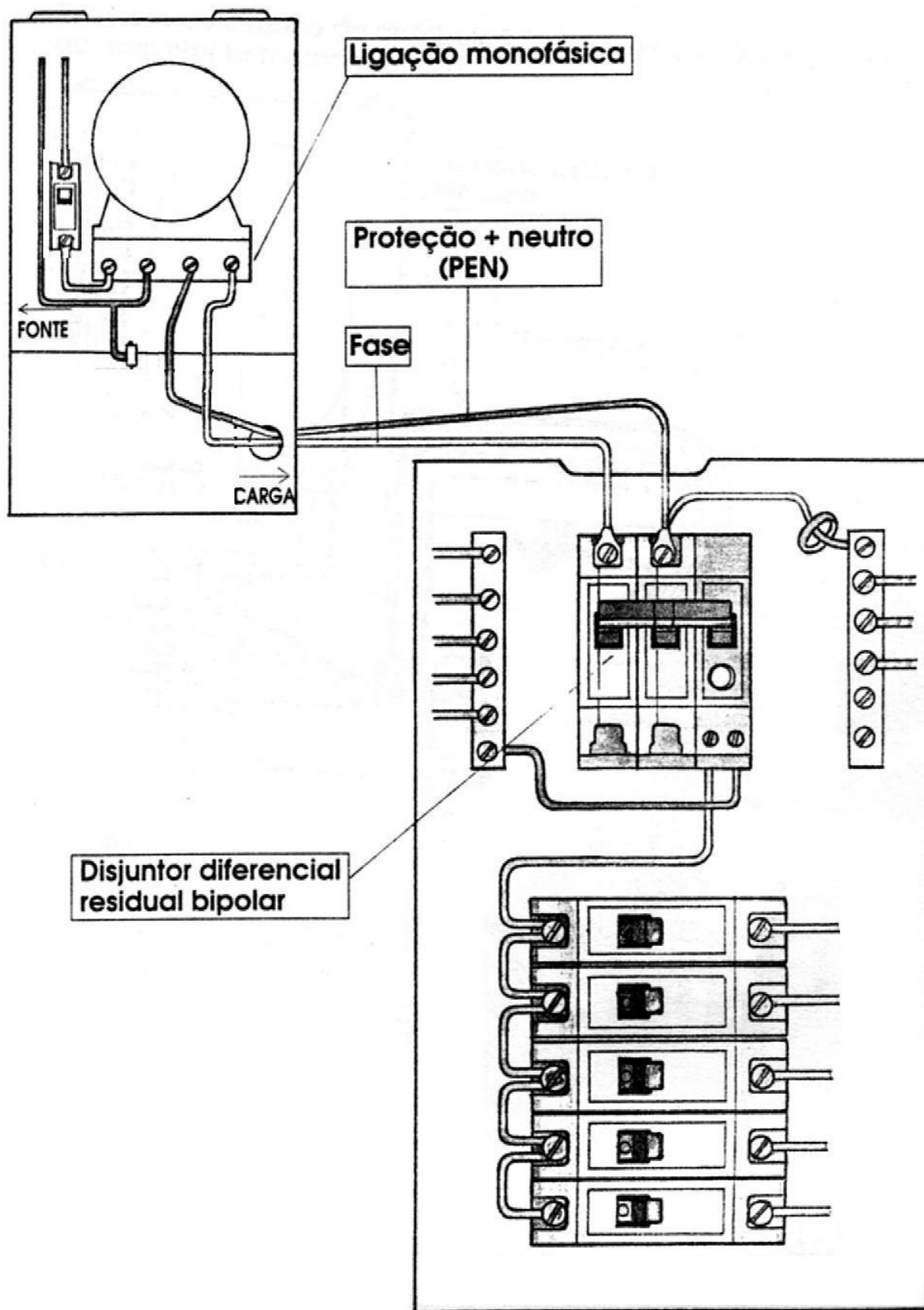
CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (220 V)



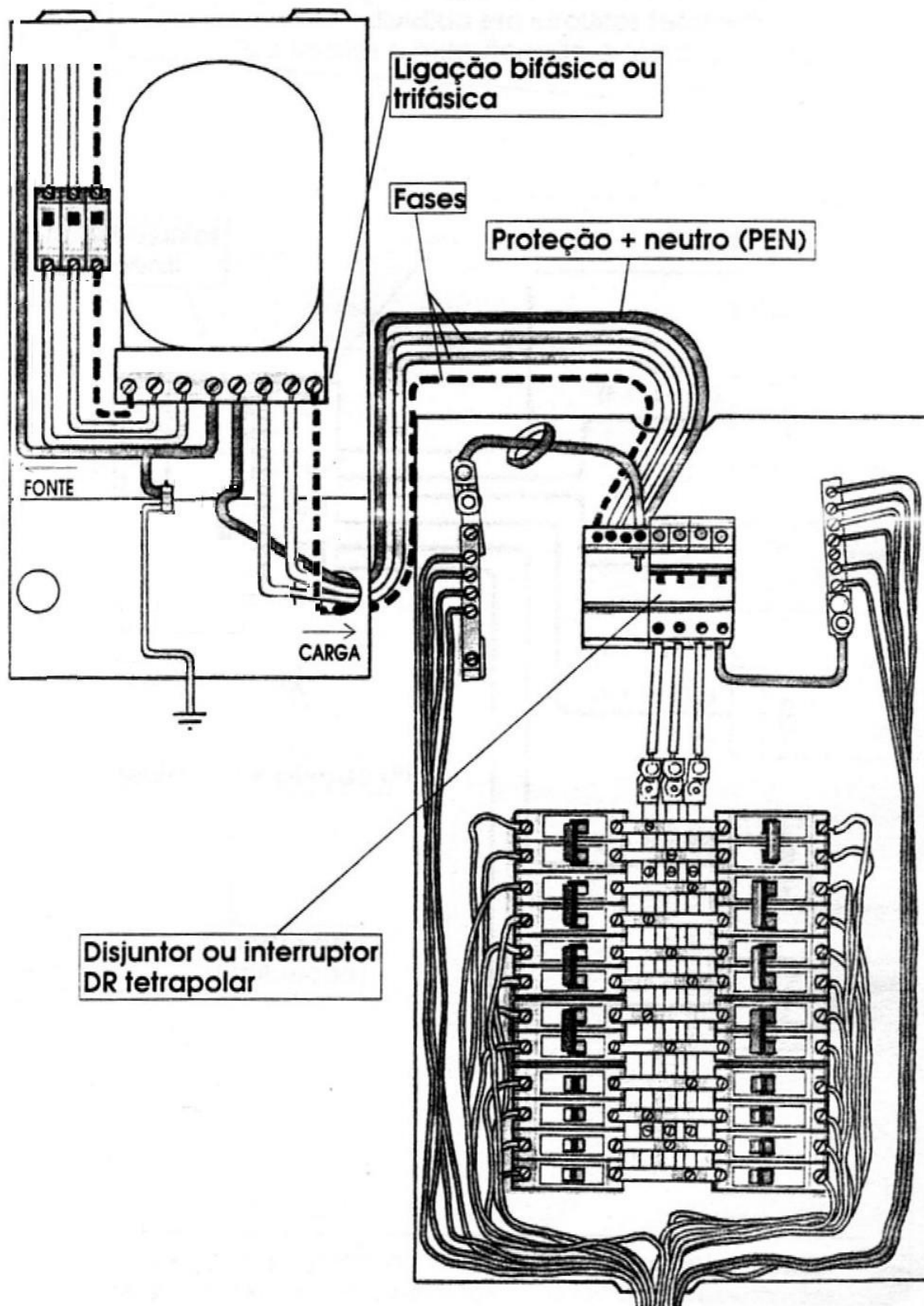
Exemplos de circuitos terminais protegidos por disjuntores DR:



Exemplo de circuito de distribuição monofásico protegido por disjuntor termomagnético



Exemplo de circuito de distribuição bifásico ou trifásico protegido por disjuntor termomagnético.



9. DIVISÃO DE CIRCUITOS

A instalação elétrica de uma residência deve ser dividida em circuitos terminais. Isso facilita a manutenção e reduz a interferência.

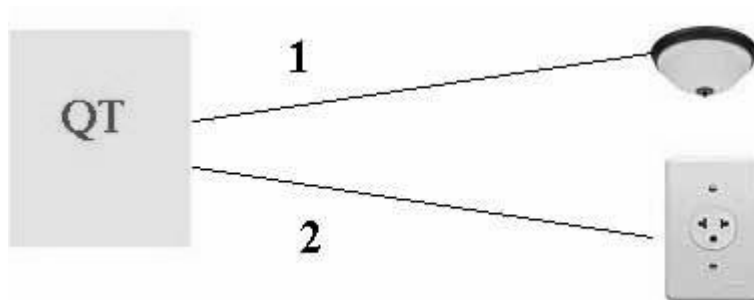
A divisão da instalação elétrica em circuitos terminais segue critérios estabelecidos, apresentados em seguida:

Todo ponto de utilização previsto para equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente, mas 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.

Note que a norma não determina que cada área destas tenha que ter um circuito só para si, ficando a critério do profissional definir a quantidade de circuitos que atendem estas áreas. A regra tem por objetivo não misturar circuitos de pontos de tomadas daquelas áreas com os de outros cômodos, tais como salas, dormitórios, banheiros.

Com esta prescrição, fica evidenciado que uma instalação qualquer em local de habitação tem que ter, no mínimo, dois circuitos de tomadas.

A norma estabelece ainda que devem ser previstos circuitos terminais separados para iluminação e tomadas.

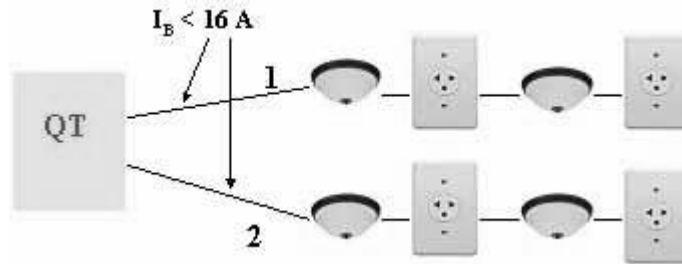


No entanto, em locais de habitação admite-se, como exceção à regra geral, que pontos de tomada, exceto aqueles indicados em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos e pontos de iluminação possam ser alimentados por circuito comum desde que as seguintes condições sejam simultaneamente atendidas:

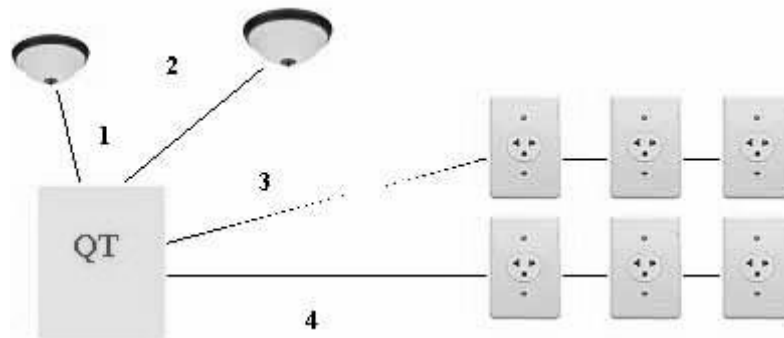
- a corrente de projeto (I_B) do circuito comum (iluminação mais tomadas) não deve ser superior a 16 A;
- os pontos de iluminação não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas); e
- os pontos de tomadas, já excluídos os indicados em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas).

Vamos por partes:

Em primeiro lugar, em locais de habitação, como regra geral, passa a ser permitido juntar circuitos de iluminação e tomadas, desde que a corrente de projeto (I_B) do circuito comum (iluminação mais tomadas) não seja superior a 16 A.



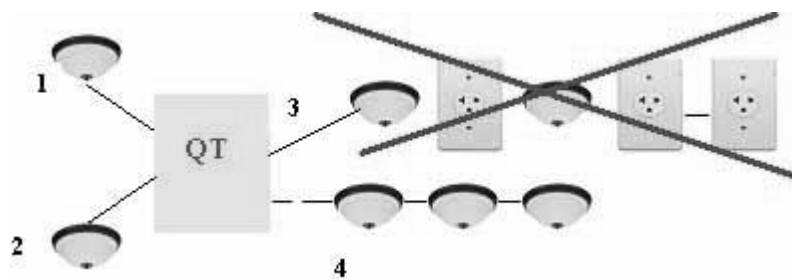
A exceção a esta regra está no caso de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, onde iluminação e tomadas têm que estar em circuitos separados.



Porém, neste caso, a norma não proíbe que o(s) circuito(s) de iluminação de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos esteja(m) no mesmo circuito de outras áreas. Por exemplo, é permitido um circuito que junte a iluminação da cozinha e da lavanderia com a iluminação e tomadas do quarto.

É importante ressaltar que a norma também não proíbe que se façam circuitos separados para iluminação e tomadas na instalação toda, medida esta, aliás, muito recomendável.

Em segundo lugar, a norma diz que os pontos de iluminação não devem ser alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas) e que os pontos de tomadas, já excluídos os de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, também não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas).



Assim, se a opção for juntar iluminação e tomadas nos cômodos onde isto é permitido, deverão existir pelo menos dois circuitos de iluminação mais tomadas, fora o circuito exclusivo para tomadas em cozinha + área de serviço, etc.

Se houver a opção (recomendável) por separar iluminação e tomadas em toda a instalação, é possível existir apenas um circuito de iluminação, enquanto deveriam existir pelo menos dois circuitos de tomadas (um para cozinha + área de serviço, etc. e outro para os demais cômodos, conforme vimos anteriormente). Neste caso, o número mínimo de circuitos também é três.

Como se vê, o número mínimo é de três circuitos.

Além desses critérios o projetista considera também as dificuldades referentes à execução da instalação.

Se os circuitos ficarem muito carregados, os fios adequados para suas ligações irão resultar numa seção nominal (bitola) muito grande, dificultando:

- **A instalação dos fios nos eletrodutos e**
- **As ligações terminais (interruptores e tomadas)**

Para que isso não ocorra é usual prever mais de um circuito de iluminação e tomadas de uso geral, de tal forma que a seção nominal dos fios não fique maior que $4,0 \text{ mm}^2$.

9.1 Escolha do tipo de proteção

Observar as recomendações da norma. Utilizar disjuntor diferencial residual ou disjuntor termomagnético (proteção geral e circuitos terminais)

9.2 Caminhamento dos eletrodutos

Uma vez determinado o número de circuitos elétricos em que a instalação elétrica foi dividida e já definido o tipo de proteção de cada um, chega o momento de se efetuar a sua ligação.

Essa ligação, entretanto, precisa ser planejada, detalhadamente, de tal forma que nenhum ponto de ligação fique esquecido.

Para se efetuar esse planejamento, desenha-se na planta residencial o caminho que o eletroduto deve percorrer, pois é através dele que os fios dos circuitos irão passar.

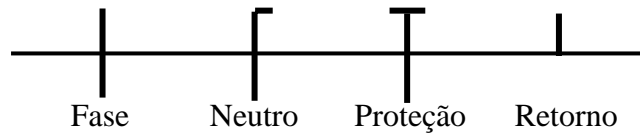
Entretanto, para o planejamento do caminho que o eletroduto irá percorrer, fazem-se necessárias algumas orientações básicas:

Deve-se:

- a) local, primeiramente, o quadro de distribuição, em lugar de fácil acesso e que fique o mais próximo possível do medidor.
- b) Partir com o eletroduto do quadro de distribuição, traçando seu caminho de forma a encurtar as distâncias entre os pontos de ligação.
- c) Utilizar a simbologia gráfica para representar na planta residencial, o caminhamento do eletroduto.
- d) Fazer uma legenda da simbologia empregada
- e) Caminhar sempre que possível com o eletroduto de um cômodo para outro, através dos pontos de luz.
- f) Ligar os interruptores e tomadas ao ponto de luz de cada cômodo.

9.3 Representação gráfica da fiação

Uma vez representados os eletrodutos e sendo através deles que os fios dos circuitos irão passar, pode-se fazer o mesmo com a fiação: representando-a graficamente, através de uma simbologia própria.



Entretanto, para empregá-la, primeiramente precisa-se identificar:

Quais fios estão passando dentro de cada eletroduto representado.

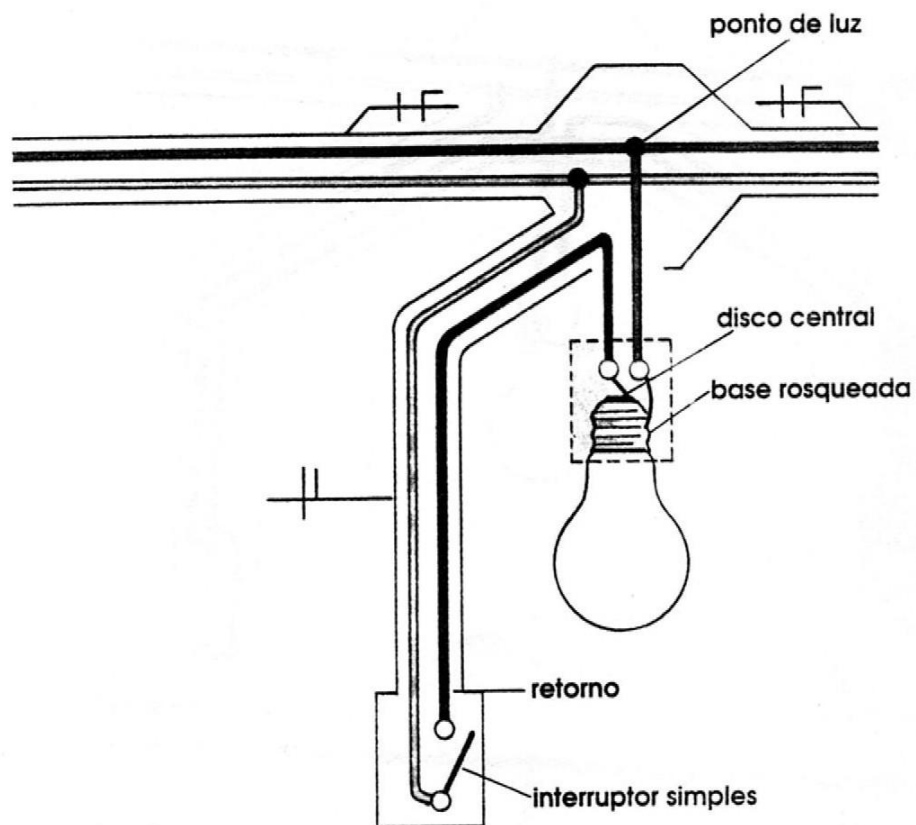
quais fios estão passando dentro de cada eletroduto representado.

proteção
fase
neutro
retorno

Esta identificação é feita com facilidade desde que se saiba como são ligadas as lâmpadas, interruptores e tomadas.

9.4 Esta identificação é feita com facilidade desde que se saiba como são ligadas as lâmpadas, interruptores e tomadas.

a) Ligação de uma lâmpada comandada por interruptor simples.



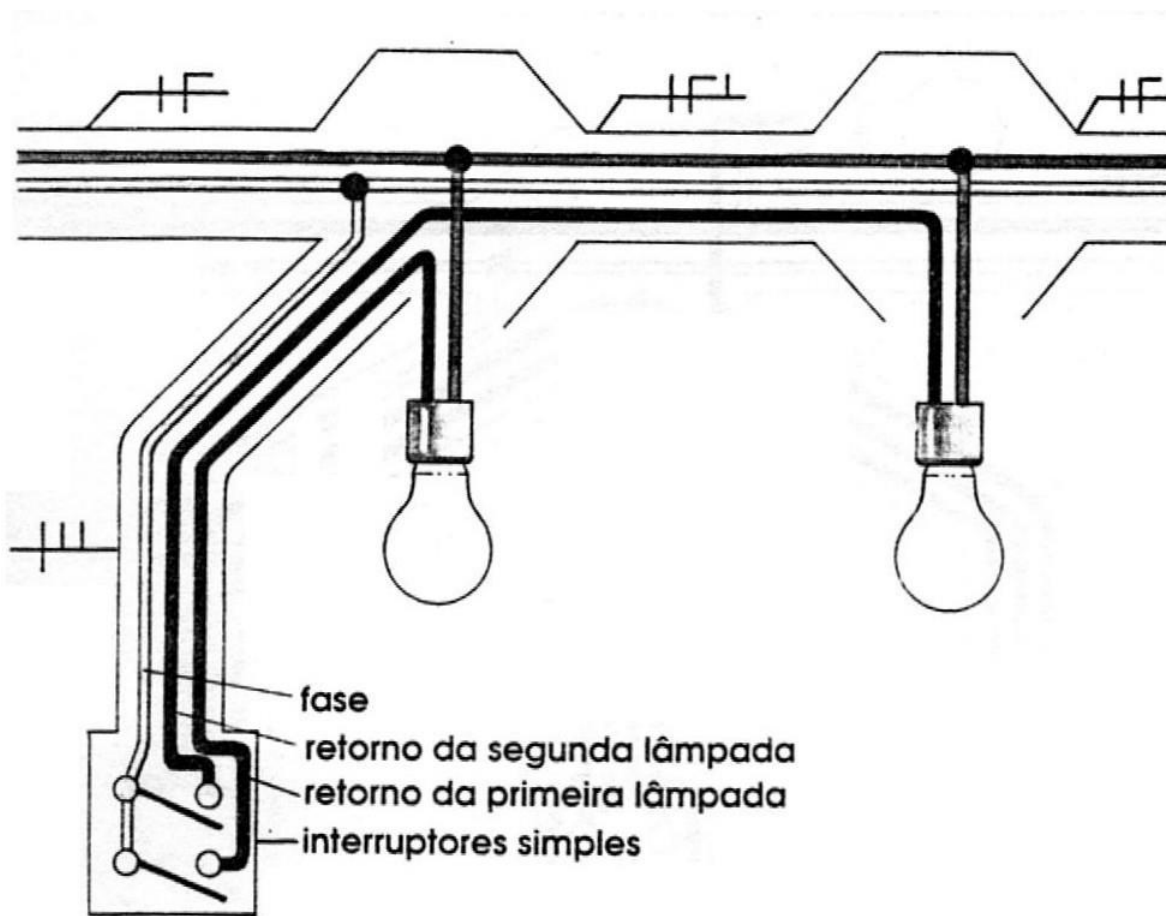
Ligar sempre:

Fase ao interruptor;

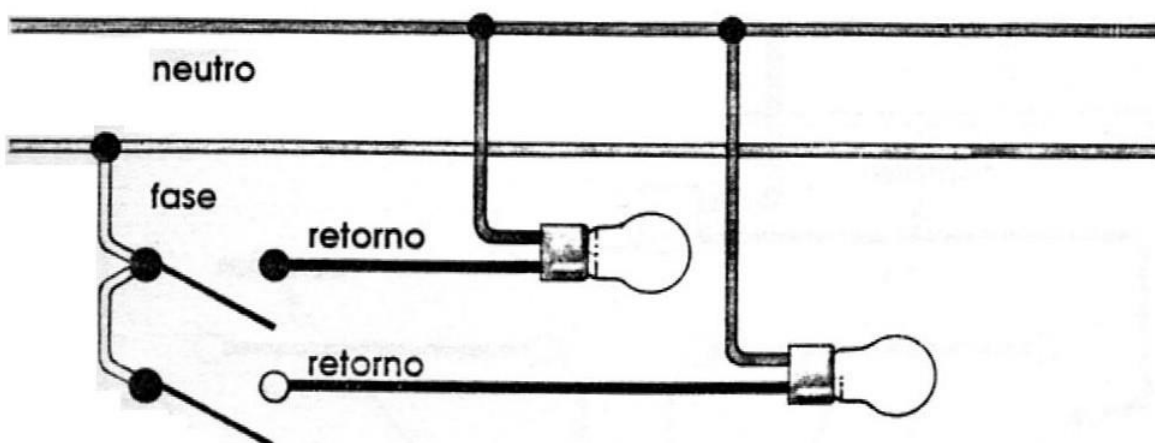
Retorno ao contato do disco central da lâmpada;

Neutro diretamente ao contato da base rosqueada da lâmpada.

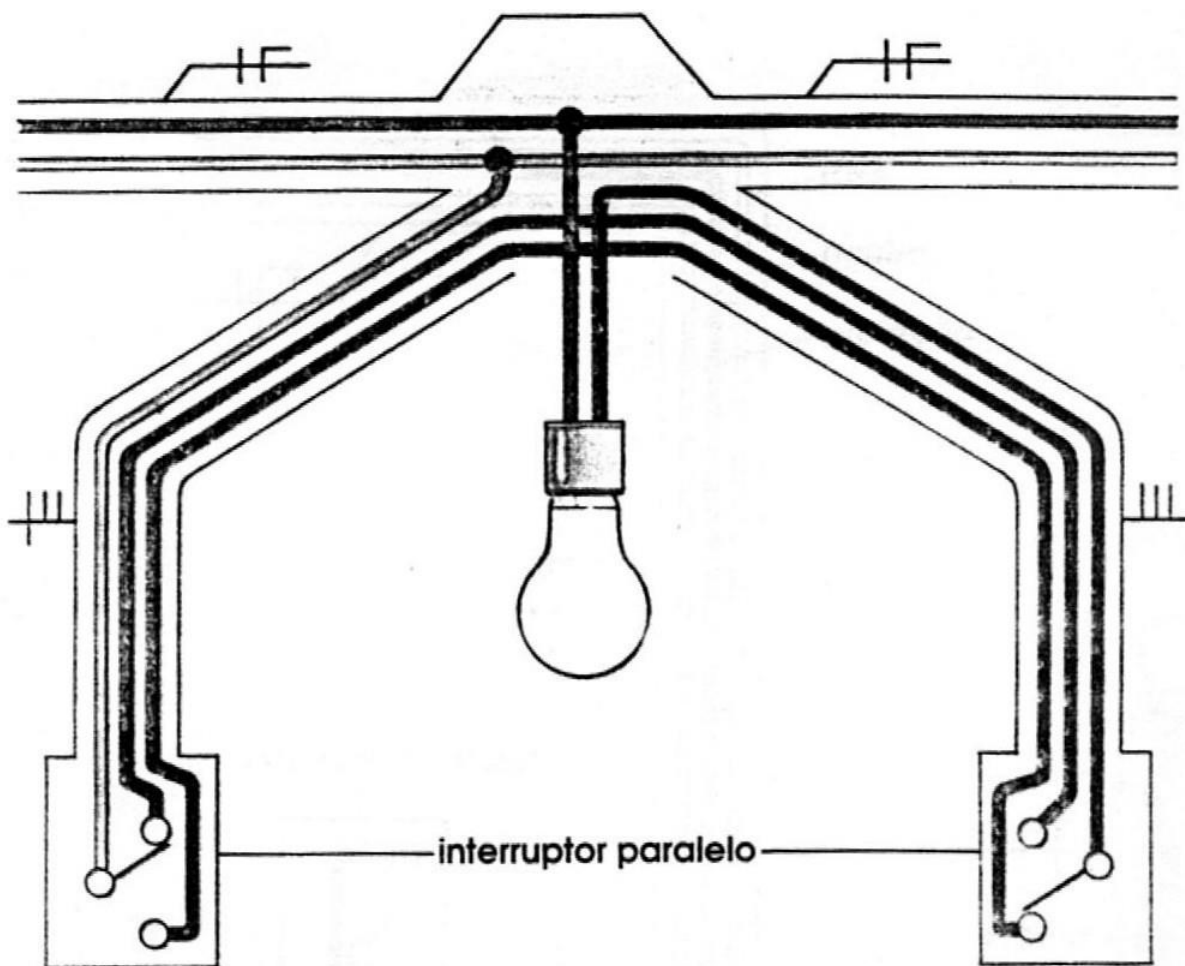
b) Ligação de mais de uma lâmpada com interruptores simples.



Esquema equivalente

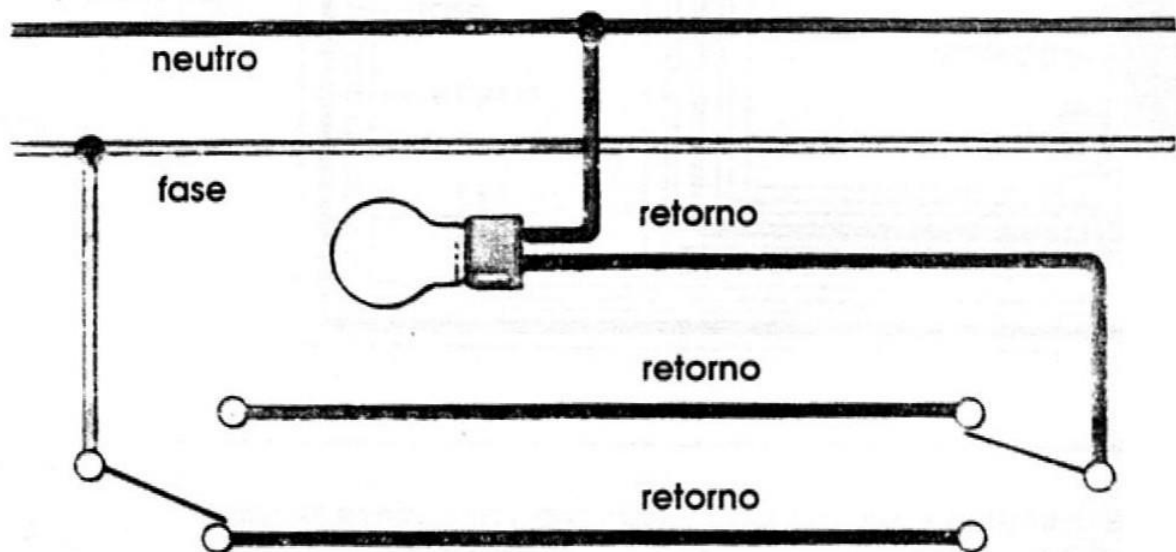


c) Ligação de lâmpada comandada de dois pontos (interruptores paralelos).

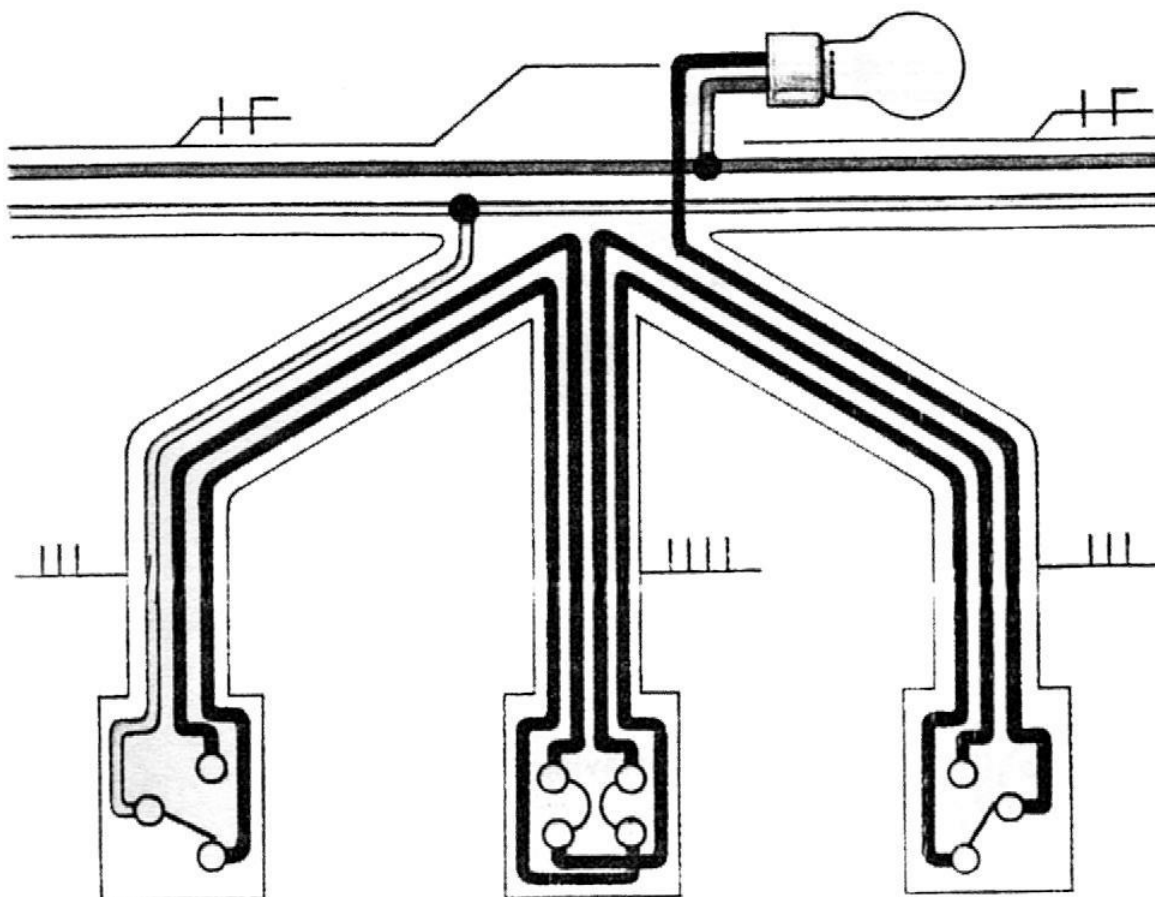


interruptor paralelo

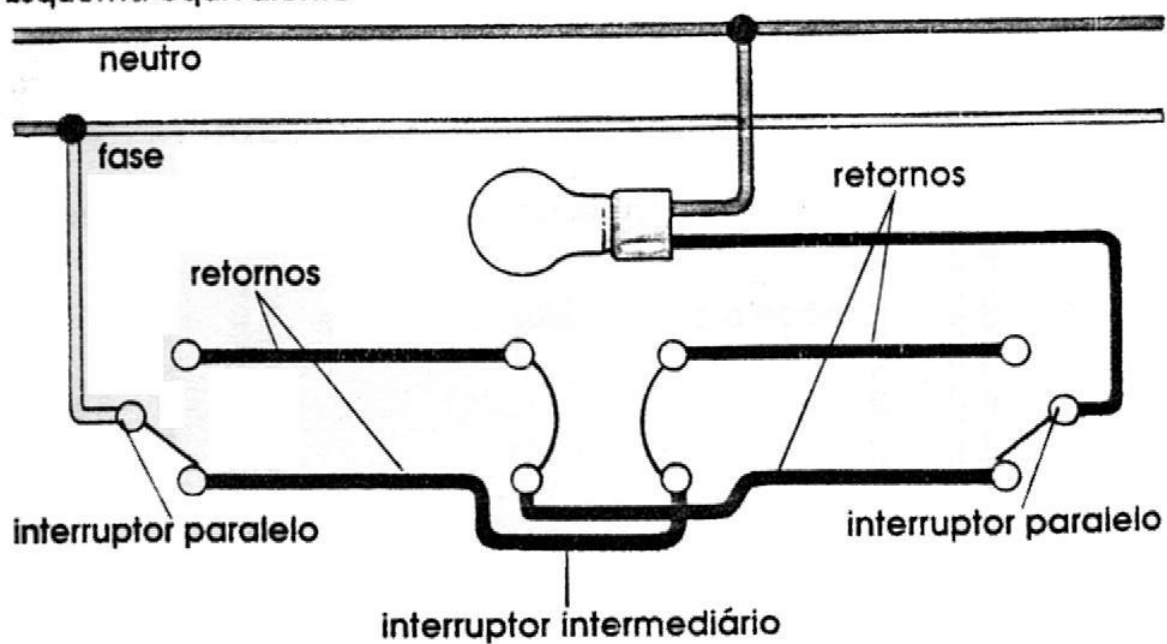
Esquema equivalente



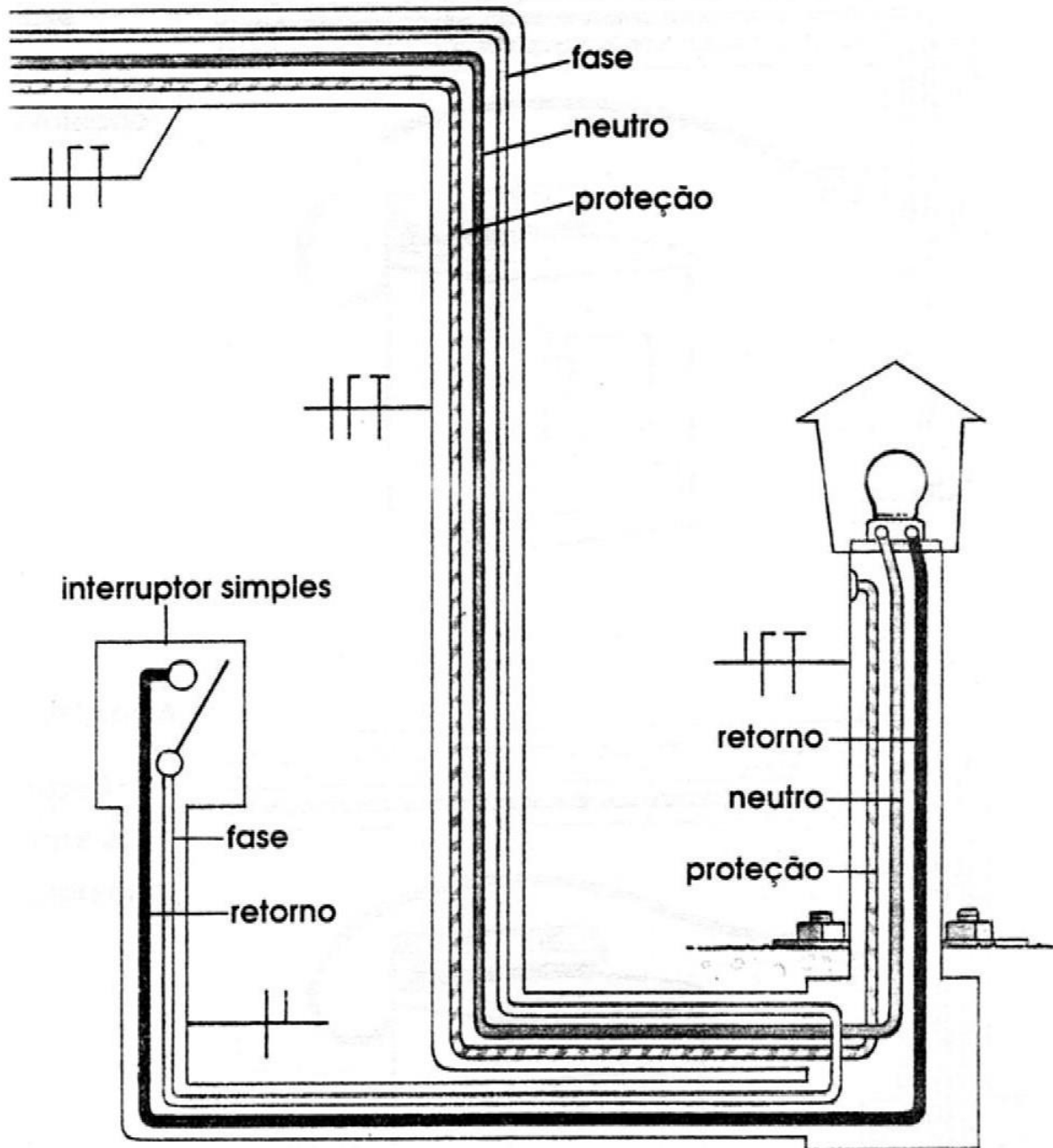
d) Ligação de lâmpada comandada de três ou mais pontos (paralelos + intermediários).



Esquema equivalente

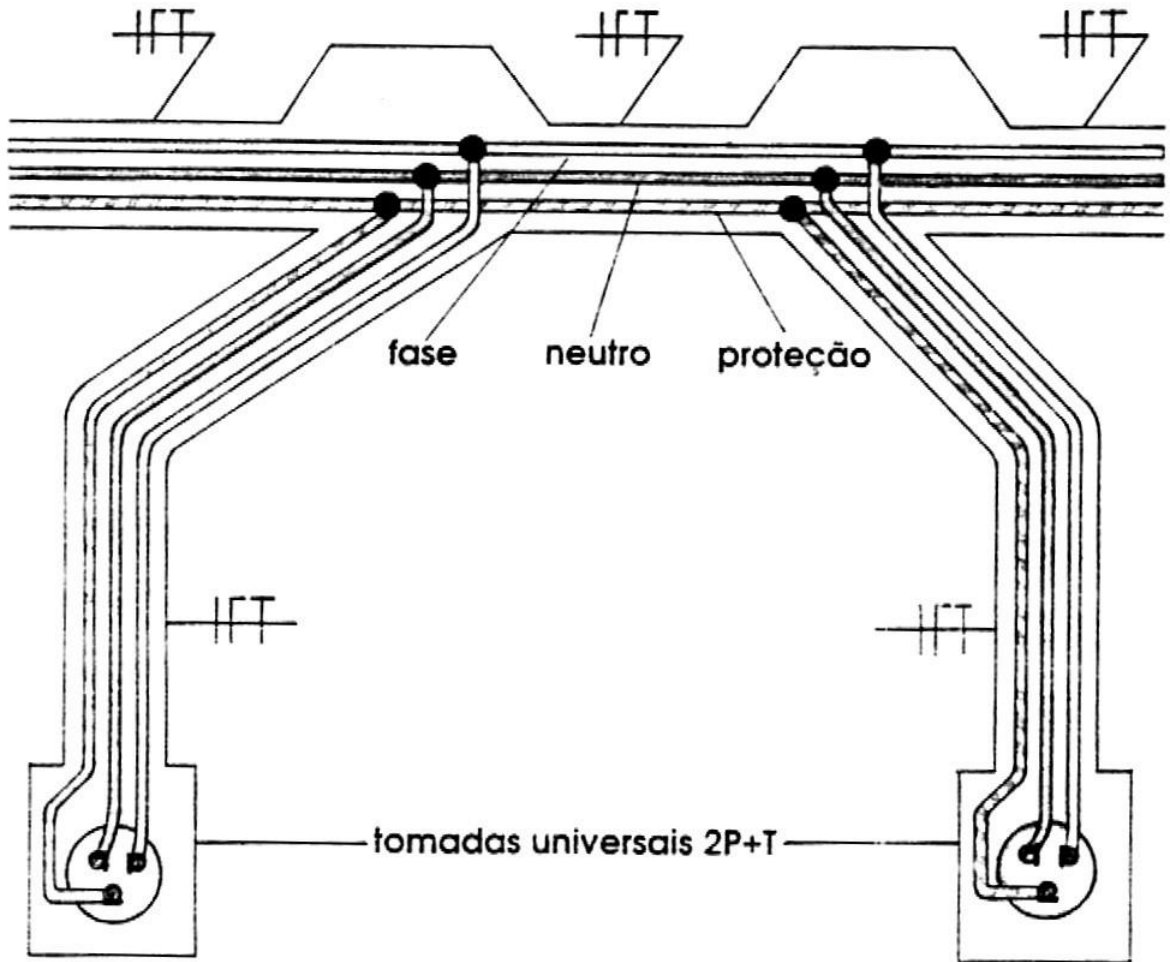


e) Ligação de lâmpada comandada por interruptor simples, instalada em área externa.

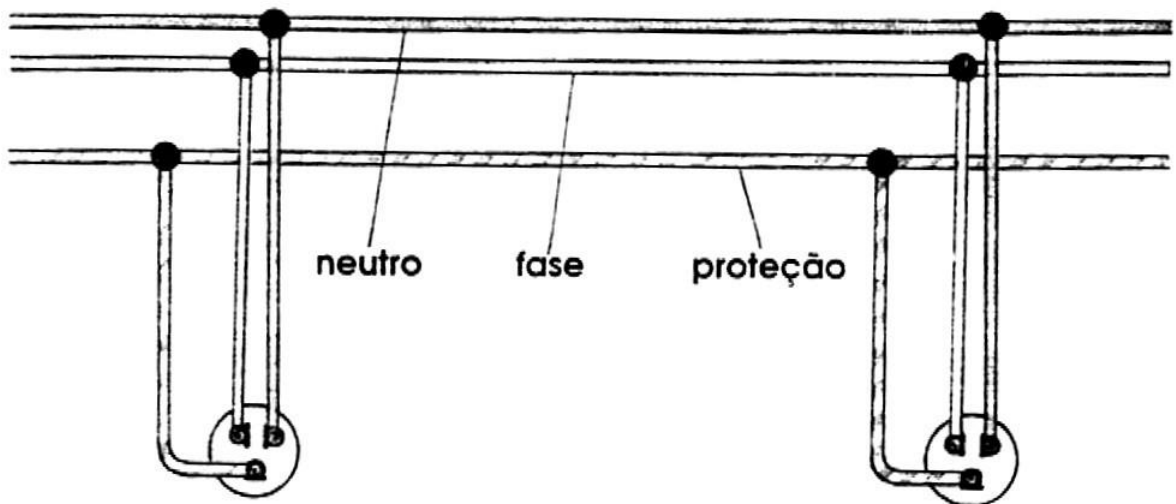


Nota: As luminárias para instalação em áreas externas devem possuir terminal específico para ligação do fio de proteção

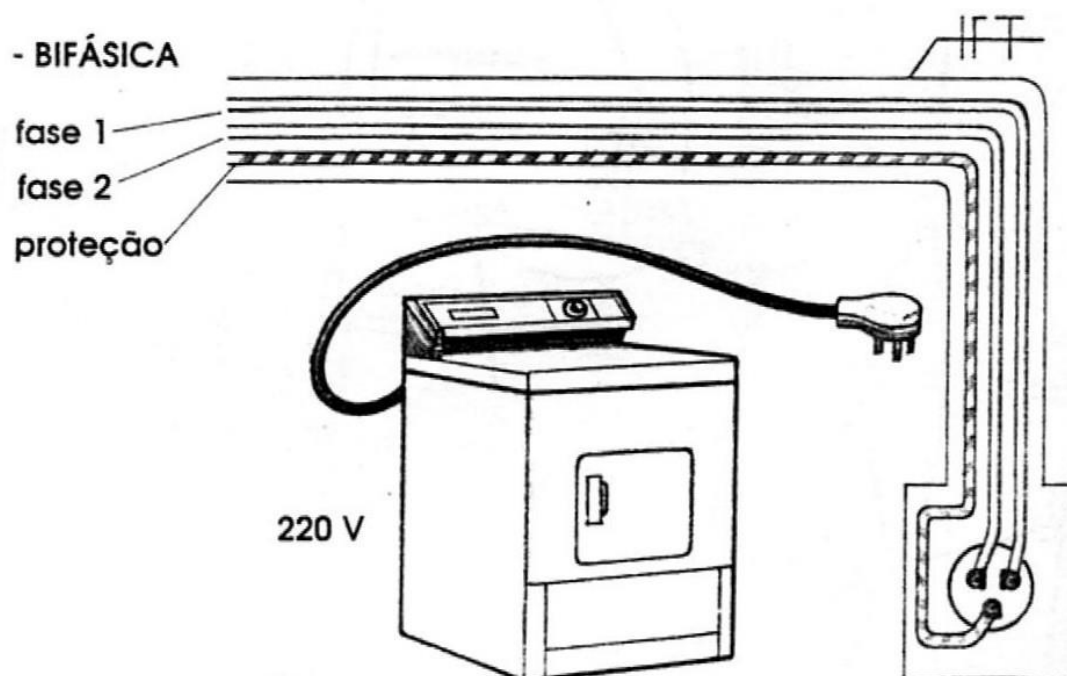
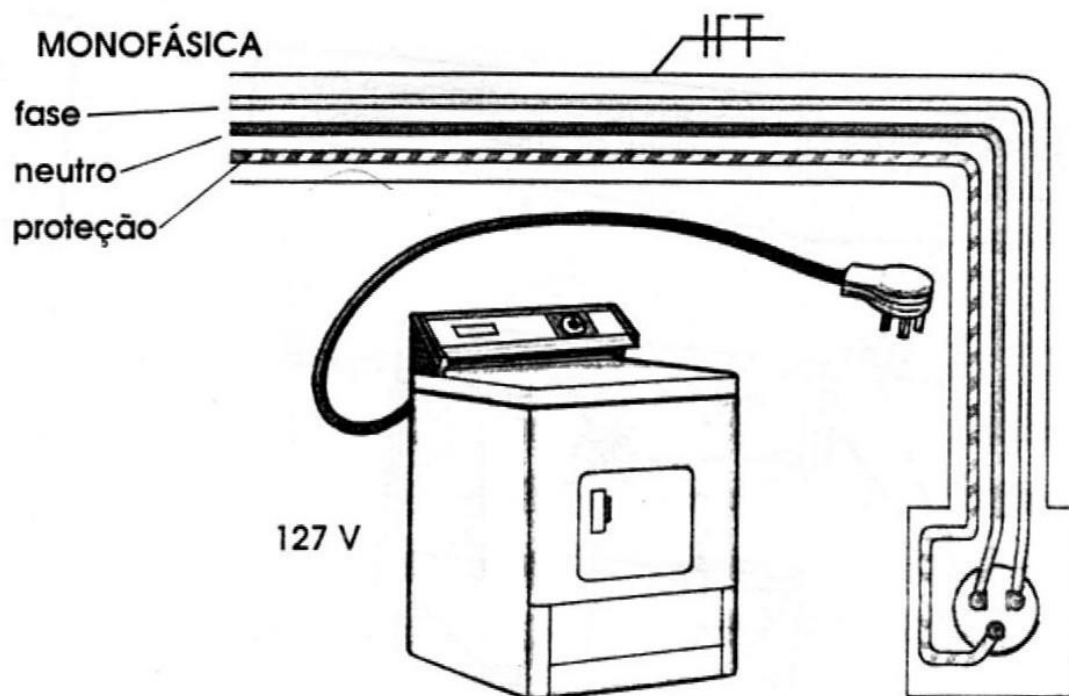
f) Ligação d tomadas de uso geral (monofásicas).



Esquema equivalente



g) Ligação de tomadas de uso específico.



Sabendo-se como as ligações elétricas são feitas, pode-se então representá-las graficamente na planta, devendo sempre:

- Representar os fios que passam dentro de cada eletroduto, através da simbologia própria;
- Identificar a que circuitos pertencem.

Por que a representação gráfica da fiação deve ser feita?

A representação gráfica da fiação é feita para que ao consultar a planta se saiba quantos e quais fios estão passando dentro de cada eletroduto, bem como a que circuito pertencem.

Uma vez pronta a representação gráfica da fiação, é importante olhar todo o projeto e verificar.

- **se existem eletrodutos que ficaram com um número grande de fios.**

Acontecendo isso, deve-se:

- **Estudar uma alternativa de caminhamento que diminua o número de fios por eletroduto.**

10. CÁLCULO DA CORRENTE

A fórmula ($P = V \times I$) permite o cálculo da corrente, desde que os valores da potência e da tensão sejam conhecidos.

No projeto elétrico, quando os valores das potências de iluminação e tomadas de cada circuito terminal já estão previstos e a tensão de cada um deles já está determinada, podemos proceder ao cálculo da corrente elétrica de cada circuito terminal.

10.1 Cálculo da potência do circuito de distribuição

- Somam-se os valores das potências ativas de iluminação e tomadas de uso geral (TUG's).**
- Multiplica-se o valor calculado pelo fator de demanda correspondente a esta potência.**

Fator de demanda representa uma porcentagem do quanto das potências previstas serão utilizadas simultaneamente no momento de maior solicitação da instalação.

Isto é feito para não super dimensionar os componentes dos circuitos de distribuição, tendo em vista que numa residência nem todas as lâmpadas e tomadas são utilizadas ao mesmo tempo.

Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral (TUG's)	
Potência (W)	Fator de demanda
0 a 1000	0,86
1001 a 2000	0,75
2001 a 3000	0,66
3001 a 4000	0,59
4001 a 5000	0,52
5001 a 6000	0,45
6001 a 7000	0,40
7001 a 8000	0,35
8001 a 9000	0,31
9001 a 10000	0,27
Acima de 10000	0,24

- c) Multiplicam-se as potências de tomadas de uso específico (TUE's) pelo fator de demanda correspondente.

<i>Fator de demanda para aparelhos resistivos</i>					
Número de aparelhos	Tipo de aparelho				
	Chuveiro elétrico (%)	Torneira elétrica, máquina de lavar louça e aquecedor de acumulação (%)	Aquecedor central (%)	Fogão elétrico (%)	Máquina de secar roupa (%)
01	100	100	100	100	100
02	68	72	71	60	95
03	56	62	64	48	90
04	48	57	60	40	85
05	43	54	57	37	80
06	39	52	54	35	70
07	36	50	53	33	62
08	33	49	51	32	60
09	31	48	50	31	54
10 a 11	30	46	50	30	50
12 a 15	29	44	50	28	46
16 a 20	28	42	47	26	40
21 a 25	27	40	46	26	36
26 a 35	26	38	45	25	32
36 a 40	26	36	45	25	26
41 a 45	25	35	45	24	25
46 a 55	25	34	45	24	25
56 a 65	24	33	45	23	25
Mais de 65	23	32	45	24	25

- d) Somam-se os valores das potências ativa de iluminação, de TUG's e de TUE's já corrigidas pelos respectivos fatores de demandas.

- e) Divide-se o valor obtido pelo fator de potência média de 0,95, obtendo-se assim o valor da potência do circuito de distribuição.

Uma vez obtida a potência do circuito de distribuição pode-se efetuar o cálculo da corrente do circuito de distribuição pela fórmula:

$$I = \frac{P}{V}$$

<i>Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado – tipo janela</i>		
Número de aparelhos	Fator de demanda (%)	
	Comercial	Residencial
1 a 10	100	100
11 a 20	90	86
21 a 30	82	80
31 a 40	80	78
41 a 50	77	75
51 a 75	75	70
76 a 100	75	65
Acima de 100	75	60

Obs. Quando se tratar de unidade central de condicionamento de ar, deve-se tomara o fator de demanda igual a 100%

10.2 Dimensionamento Da Fiação Dos Circuitos

Dimensionar a fiação de m circuito é determinar a seção padronizada (bitola) dos fios deste circuito, de forma a garantir que a corrente calculada para ele possa circular pelos fios, por um tempo ilimitado, sendo que ocorra superaquecimento.

Para se efetuar o dimensionamento dos fios do circuito, algumas etapas devem ser seguidas.

1ª. Etapa

Corrigir o valor da corrente calculada para o circuito pelo fator de agrupamento a que este circuito está submetido.

O fator de agrupamento deve ser aplicado para se evitar um aquecimento excessivo dos fios quando se agruparem vários circuitos num mesmo eletroduto.

Para se corrigir o valor da corrente calculada para cada circuito é necessário:

1. Consultar a planta com a representação gráfica da fiação e seguir o caminho que cada circuito percorre, observando neste trajeto qual o maior número de circuitos que se agrupa com ele.
2. Consultar a tabela dos fatores de agrupamento para se obter o valor do fator de agrupamento (f) a ser aplicado para corrigir a corrente calculada.

Fatores de agrupamento						
Número de circuitos agrupados						
1	2	3	4	5	6	7
1,00	0,8	0,7	0,65	0,6	0,56	0,55

3. Dividir o valor da corrente calculado de cada um dos circuitos pelo fator de agrupamento correspondente, obtendo-se assim o valor da corrente corrigida.

De posse da corrente corrigida, pode-se passar para a 2ª. etapa do dimensionamento da fiação; determinar a seção adequada para os fios de cada um dos circuitos.

2ª Etapa

Determinar a seção adequada para os fios de cada um dos circuitos. Para isto é necessário:

1. Comparar o valor da corrente corrigida de cada um dos circuitos com a capacidade de corrente para fios de cobre.
2. Verificar, par cada circuito qual o valor da seção mínima para os condutores estabelecida pela NB-3 em função do tipo de circuito.
3. Comparar os valores das seções adequadas, obtidos na tabela de capacidade de condução de corrente,

Capacidade de condução de corrente Maneira de instalar B (Eletroduto embutido em alvenaria)		
Seção (mm ²)	Corrente máxima (A)	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados
1	13,5	12,0
1,5	17,5	15,5
2,5	24,5	21,0
4	32,0	28,0
6	41,0	36,0
10	57,0	50,0
16	76,0	68,0
25	101,0	89,0
35	125,0	111,0
50	151,0	134,0
70	192,0	171,0

com os valores das seções mínimas estabelecidos pela NB-3 e adotar para a seção dos condutores do circuito o maior deles.

Nota: Normalmente, em uma instalação, todos os condutores de cada circuito têm a mesma seção, entretanto a NB-3 permite a utilização de condutores neutros e de proteção com seção menor que a obtida no dimensionamento, nas seguintes situações:

Seção mínima de condutores	
Tipos de circuito	Seção mínima (mm ²)
Iluminação	1,5
Força (TUG's e TUE's)	2,5

Seção dos condutores (mm ²)	Seção do neutro (mm ²)
35	25
50	25
70	35
95	50

a- Condutor neutro

Em circuitos trifásicos, onde a seção obtida no dimensionamento for igual ou maior que 35 mm², a seção do condutor neutro poderá ser como indicado na tabela:

b- Condutor de proteção

Em circuitos onde a seção obtida no dimensionamento for igual ou maior que 25 mm², a seção do condutor de proteção poderá ser como indicado na tabela;

Seção dos condutores (mm ²)	Seção do condutor de proteção (mm ²)
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50

11. DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Uma vez dimensionadas as seções dos condutores de cada circuito, é possível realizar o dimensionamento da proteção dos eletrodutos. Iniciaremos o assunto pelo dimensionamento da proteção, fazendo a seguinte pergunta:

O que é dimensionar proteção?

Dimensionar a proteção é determinar o valor da corrente nominal do disjuntor de tal forma que se garanta que os fios da instalação não sobram danos por aquecimento excessivo provocado por sobrecorrente ou curto-circuito.

Corrente nominal do disjuntor é o valor padronizado por norma para a sua fabricação.

Para se obter a corrente nominal dos disjuntores, deve-se empregar procedimentos específicos, que dependem de onde os disjuntores estão aplicados.

Numa instalação elétrica residencial têm-se aplicado:

Nos circuitos terminais

- Disjuntores termomagnéticos
- Disjuntor DR bipolar

No quadro de distribuição

- Disjuntor termomagnético
- Disjuntor DR bipolar
- Disjuntor DR tetrapolar
- Interruptor DR tetrapolar

No quadro do medidor

- Disjuntor termomagnético
- Disjuntor DR bipolar
- Disjuntor DR tetrapolar

A NBR-5410/90 estabelece que “os condutores vivos devem ser protegidos por um ou mais dispositivos de seccionamento automático contra sobrecargas e contra curtos-circuitos”

Estabelece também que “as proteções contra os curtos-circuitos e contra as sobrecargas devem ser devidamente coordenadas, de modo que a energia que o dispositivo de proteção contra curtos-circuitos deixa passar, por ocasião de um curto, não seja superior à que pode suportar, sem danos, o dispositivo de proteção contra sobrecargas”.

11.1 Proteção contra as sobrecargas

Conforme a NBR-5410/90, “devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda corrente de sobrecarga nos condutores dos circuitos antes que esta possa provocar um aquecimento prejudicial à isolamento, às ligações, aos terminais ou às vizinhanças das linhas”.

Deve haver uma coordenação entre os condutores e o dispositivo de proteção, de forma a satisfazer as duas condições seguintes:

- a) $I_B \leq I_N \leq I_Z$
- b) $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$

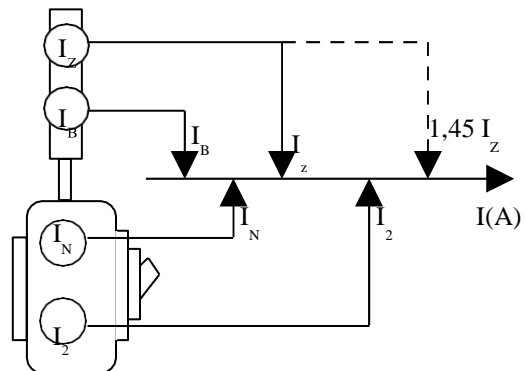
Onde:

I_B = Corrente de projeto do circuito;

I_Z = Capacidade de condução de corrente dos condutores;

I_N = Corrente nominal do dispositivo de proteção;

I_2 = Corrente que assegura efetivamente a atuação do dispositivo de proteção; na prática, a corrente I_2 é considerada igual à corrente convencional de atuação para disjuntores.



O valor da Corrente Convencional de Atuação I_Z é obtido através da tabela a seguir

Tabela 1

Tempos e Correntes Convencionais de Atuação (I_2) para disjuntores termomagnéticos (NBR 5361)

Corrente Nominal (I_N)	Corrente conv. De não atuação	Corrente conv. De atuação (I_2)	Tempo convencional (h)	Temp. ambiente De referência
$I_N \leq 50$ A	1,05	1,35	1	25°C
$I_N > 50$ A	1,05	1.35	2	25°C

Tabela 2.

Correntes nominais de disjuntores termomagnéticos em função da temperatura ambiente.

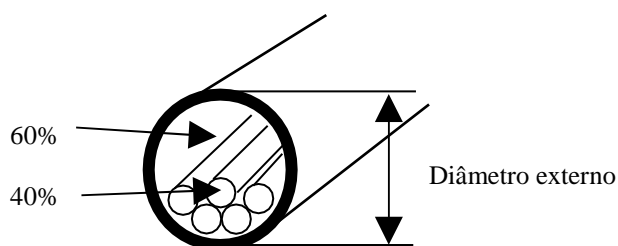
Temperatura Ambiente (°C)	20		30		40		50		
	Unipolar	Multipolar	Unipolar	Multipolar	Unipolar	Multipolar	Unipolar	Multipolar	
Correntes Nominais I _N (A)	10		9,5	9,6	9,0	9,2	8,5	8,8	
	15		14,5	14,4	13,5	13,8	12,8	13,2	
	20		19,5	19,2	18,0	18,4	17,0	17,6	
	25		23,8	24,0	22,5	23,0	21,3	22,0	
	30		28,5	28,8	27,0	27,6	25,5	26,4	
	35		33,3	33,6	31,5	32,2	29,8	30,8	
	40		38,0	38,4	36,0	36,8	34,0	35,2	
	50		47,5	48,0	45,0	46,0	42,5	44,0	
	60		57,0	57,6	54,0	55,2	51,0	52,8	
		77	74,9	73,5	72,8	70		67,2	67,9
		-	96,3	-	93,6	90		-	87,3
		-	107	-	104,0	100		-	97,0

12. DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS

Dimensionar eletrodutos é determinar o tamanho nominal do eletroduto para cada trecho da instalação.

Tamanho nominal do eletroduto é o diâmetro externo do eletroduto expresso em mm, padronizado por norma.

O tamanho dos eletrodutos deve ser de um diâmetro tal que os condutores possam ser facilmente instalados ou retirados. Para tanto é recomendado que os condutores não ocupem mais que 40% da área útil dos eletrodutos.



Considerando esta recomendação, existe uma tabela que fornece diretamente o tamanho do eletroduto.

Para dimensionar os eletrodutos de um projeto, basta saber o número de condutores no eletroduto e a maior seção deles.

Como proceder:

Na planta do projeto, para cada trecho de eletroduto deve-se:

1. Contar o número de condutores contidos no trecho;
2. Verificar qual é a maior seção destes condutores.

De posse destes dados, deve-se:

- Consultar a tabela específica para se obter o tamanho nominal do eletroduto adequado a este trecho

Concluído o dimensionamento dos eletrodutos, anotam-se na planta os tamanhos nominais determinados.

Seção Nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-

13. LEVANTAMENTO E ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS COMPONENTES DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL

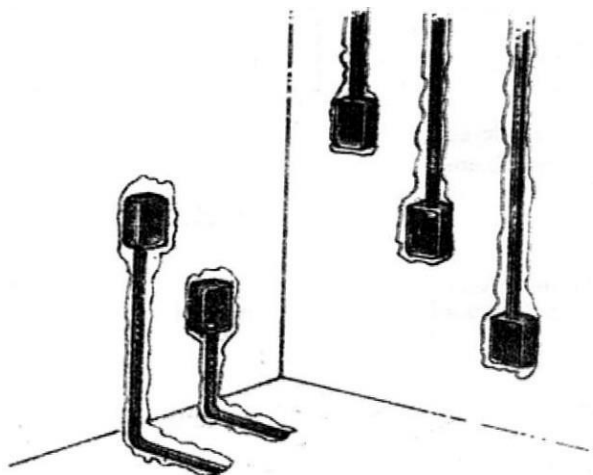
Para a execução do projeto elétrico residencial, precisa-se previamente realizar o levantamento do material que nada mais é que:

Medir, contar, somar e relacionar todo o material a ser empregado e que aparece representado no planta residencial

.Sendo assim, através da planta pode-se

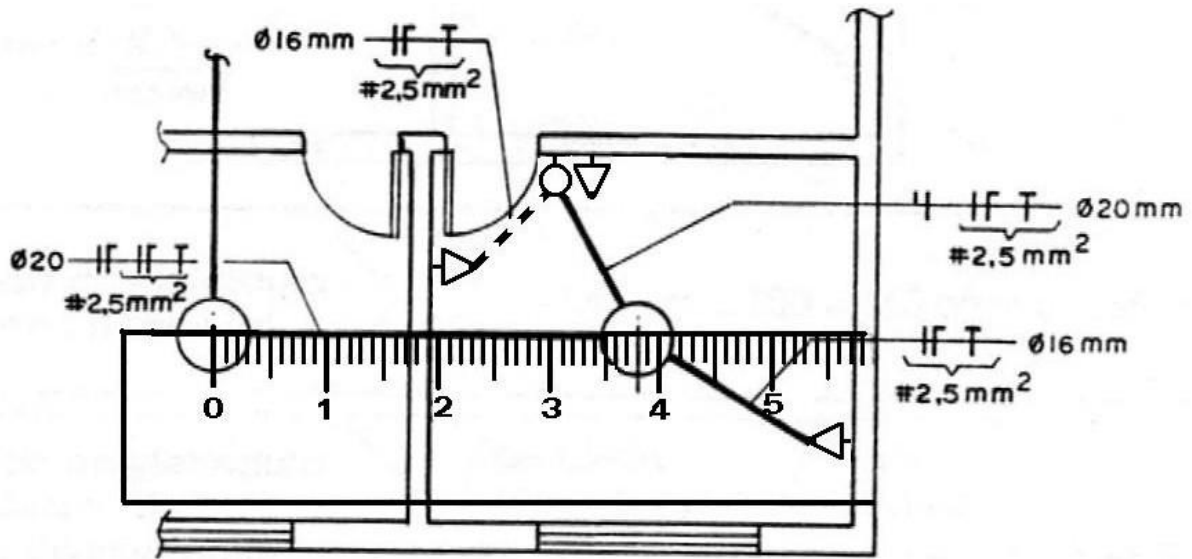
Medir e determinar quantos metros de eletrodutos e fios, nas seções indicadas, devem ser adquiridos para a execução do projeto.

Para se determinar a medida dos eletrodutos e fios deve-se: medir, diretamente na planta, os eletrodutos representados no plano horizontal e somar, quando for o caso, os eletrodutos que descem ou sobem até as caixas.



13.1 Medidas Do Eletroduto No Plano Horizontal

São feitas com o auxílio de uma régua na própria planta residencial



Uma vez efetuadas, estas medidas devem ser convertidas para o valor real, através da escala em que a planta foi desenhada.

A escala indica qual é a proporção entre a medida representada e a real.

Exemplos:

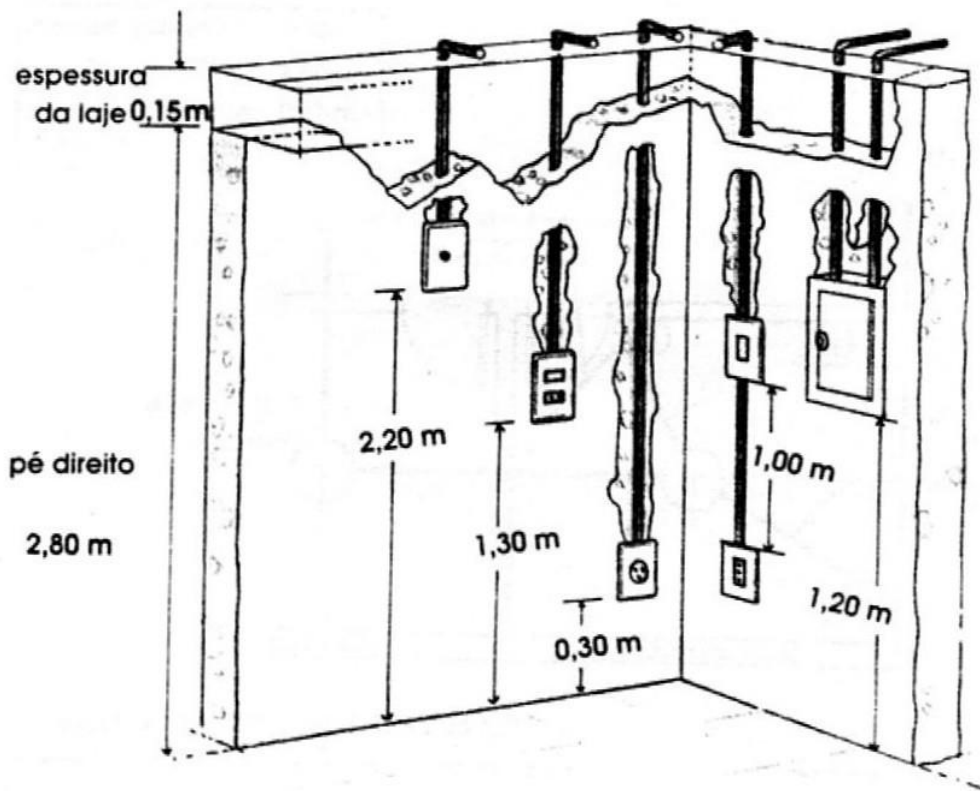
Escala 1:100 ⇒ significa que a cada 1 cm no desenho corresponde a 100 cm nas dimensões reais

Escala 1:25 ⇒ significa que a cada 1 cm no desenho corresponde a 25 cm nas dimensões reais.

13.2 Medidas Dos Eletrodutos Que Descem Até As Caixas

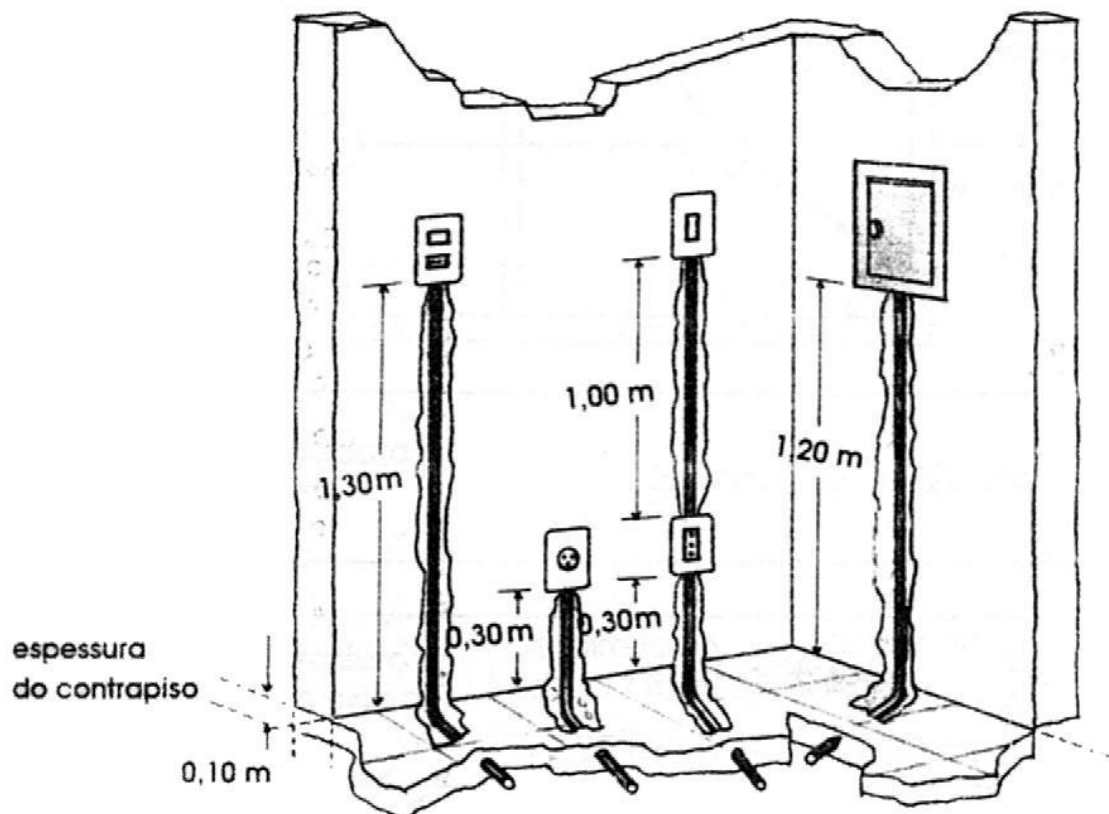
São determinadas descontando da medida do pé direito, mais a espessura da laje da residência a altura em que a caixa está instalada.

Caixas para	Subtrair	Exemplificando
Saída alta	2,20 m	Pé-direito = 2,80 m
Interruptor e tomada média	1,30 m	Espessura da laje = <u>0,15 m</u>
Tomada baixa	0,30 m	2,95 m
Quadro de distribuição	1,20 m	Caixa para saída alta subtrair 2,20 m
		2,95 m
		<u>-2,20 m</u>
		0,75 m
		(medida do eletroduto)



13.3 Medidas Para Eletrodutos Que Sobem Até As Caixas

São determinadas somando a medida da altura da caixa mais a espessura do contrapiso.



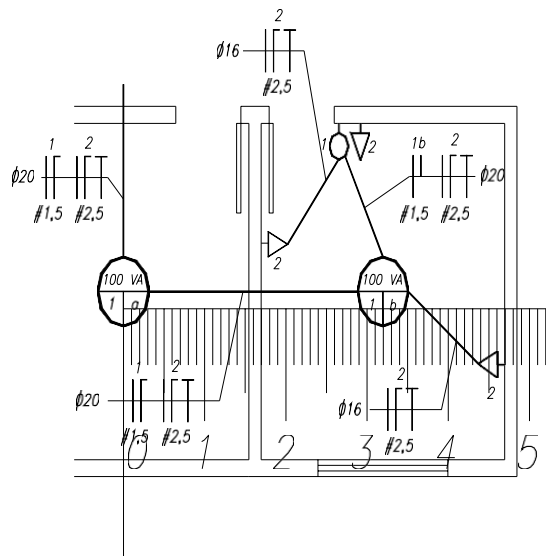
Caixas para	Somar	Exemplificando
Interruptor e tomada média	1,30 m	Espeçura do contrapiso = 0,10 m $1,30 + 0,10 = 1,40$ m
Tomada baixa	0,30 m	$0,30 + 0,10 = 0,40$ m
Quadro de distribuição	1,20 m	$1,20 + 0,10 = 1,30$ m

Nota: As medidas apresentadas são sugestões do que normalmente se utiliza na prática. A NB-3 não faz recomendações a respeito disto.

Como a medida dos eletrodutos é a mesma dos fios que por eles passam, efetuando-se o levantamento dos eletrodutos, simultaneamente estará se efetuando o da fiação.

13.4 Exemplificando o levantamento dos eletrodutos e fiação:

Escala utilizada: 1:100
Pé-direito: 2,80 m
Espeçura da laje: 0,15 m
 $2,80 + 0,15 = 2,95$



Mede-se o trecho do eletroduto no plano horizontal

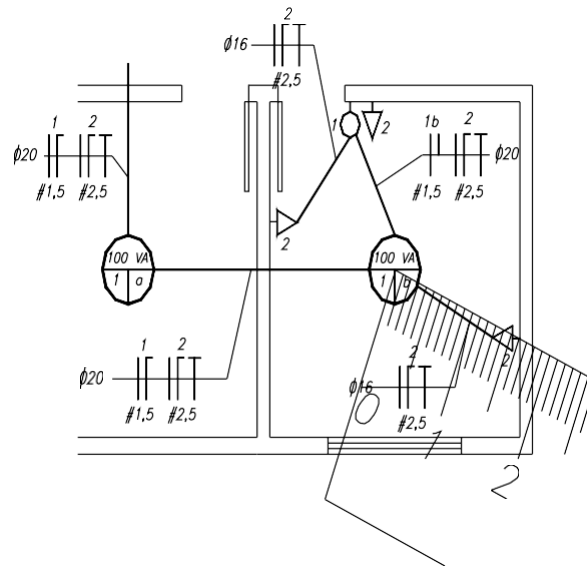
Chega-se a um valor de 3,2 cm:

Converte-se o valor encontrado para a medida real: $3,2 \text{ cm} \times 100 = 320,0 \text{ cm}$ ou 3,20 m

Para este trecho da instalação, têm-se:

- Eletroduto de 20 mm = 3,20 m (2 barras)
- Fio fase de $2,5 \text{ mm}^2 = 3,20$ m
- Fio neutro de $2,5 \text{ mm}^2 = 3,20$ m
- Fio de proteção de $2,5 \text{ mm}^2 = 3,20$ m
- Fio fase de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,20$ m
- Fio neutro de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,20$ m

Agora, outro trecho da instalação. Nele, é necessário somar a medida do eletroduto que desce até a caixa da tomada baixa.



Medida do eletroduto no plano horizontal: $1,6 \text{ m} \times 100 = 160 \text{ cm}$ ou **1,60 m**

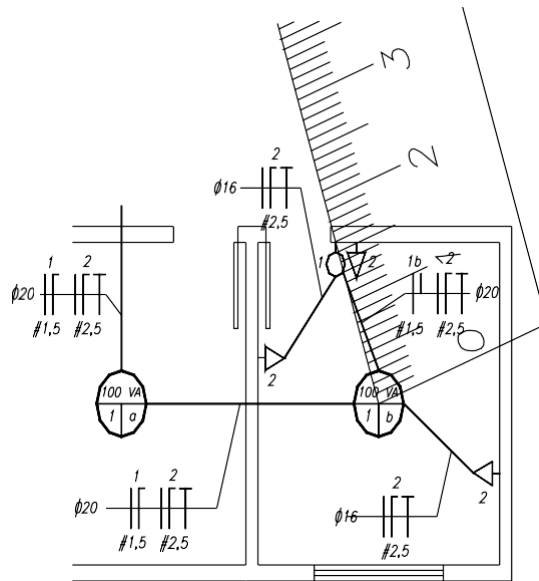
Medida do eletroduto que desce até a caixa da tomada baixa:
 (pé-direito + esp. Da laje) – (altura da caixa) = $2,95 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = \mathbf{2,65 \text{ m}}$

Somam-se os valores encontrados:
 (plano horizontal) + (descida até a caixa) = $1,60 + 2,65 \text{ m} = \mathbf{4,25 \text{ m}}$

Adicionam-se os valores encontrados aos da relação anterior:

- Eletroduto de 20 mm = 3,20 m (2 barras)
- Eletroduto de 16 mm = 4,25 m (2 barras)**
- Fio fase de $2,5 \text{ mm}^2 = 3,20 + \mathbf{4,25} = \mathbf{7,45 \text{ m}}$
- Fio neutro de $2,5 \text{ mm}^2 = 3,20 + \mathbf{4,25} = \mathbf{7,45 \text{ m}}$
- Fio de proteção de $2,5 \text{ mm}^2 = 3,20 + \mathbf{4,25} = \mathbf{7,45 \text{ m}}$
- Fio fase de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,20 \text{ m}$
- Fio neutro de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,20 \text{ m}$

Neste outro trecho, é necessário somar a medida do eletroduto que desce até a caixa do interruptor e desta até a caixa da tomada baixa.



Medida do eletroduto no plano horizontal: $1,60 \text{ m} \times 100 = 160 \text{ cm}$ ou **1,60 m**

Medida do eletroduto que desce até a caixa do interruptor:
 (pé direito + esp. da laje) – (altura da caixa) = $2,95 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 1,65 \text{ m}$

Medida da descida da caixa do interruptor até a caixa da tomada: 1,00 m

Somam-se os valores encontrados:

(plano horizontal) + descida até interruptor) = $1,60 + 1,65 = 3,25 \text{ m}$

interruptor até tomada baixa (1,0 m) = $3,25 + 1,00 = 4,25 \text{ m}$

Adicionam-se os valores encontrados aos da relação anterior:

Eletroduto de 20 mm = $3,60 + 3,25 = 6,85 \text{ m}$ (2 + 2 = 4 barras)

Eletroduto de 16 mm = $4,25 + 1,00 = 5,25 \text{ m}$ (2 + 1 barras)

Fio fase de $2,5 \text{ mm}^2 = 7,45 + 4,25 = 11,70 \text{ m}$

Fio neutro de $2,5 \text{ mm}^2 = 7,45 + 4,25 = 11,70 \text{ m}$

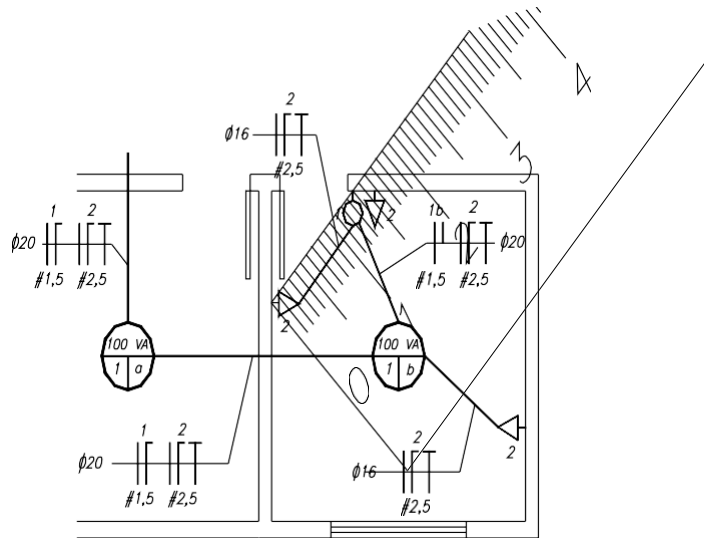
Fio de proteção de $2,5 \text{ mm}^2 = 7,45 + 4,25 = 11,70 \text{ m}$

Fio fase de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,60 + 3,25 = 6,85 \text{ m}$

Fio neutro de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,60 \text{ m}$

Fio de retorno de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,25 \text{ m}$

Finalmente, neste trecho, é necessário somar a medida dos eletrodutos que sobem até as caixas das tomadas baixas.



Medida do eletroduto no plano horizontal: $1,40 \text{ m} \times 100 = 140 \text{ cm}$ ou **1,40 m**

Medida dos eletrodutos que sobem até as caixas das tomadas: $2 \times 0,40 \text{ m} = 0,80 \text{ m}$

Somam-se os valores encontrados:

(plano horizontal) + (subidas até as caixas $2 \times 0,40$) = $1,40 + 0,80 = 2,20 \text{ m}$

Adicionam-se os valores encontrados aos da relação anterior:

Eletroduto de 20 mm = 6,85 m (4 barras)

Eletroduto de 16 mm = $5,25 + 2,20 = 7,45 \text{ m}$ (3 + 1 = 4 barras)

Fio fase de $2,5 \text{ mm}^2 = 11,70 + 2,20 = 12,90 \text{ m}$

Fio neutro de $2,5 \text{ mm}^2 = 11,70 + 2,20 = 12,90 \text{ m}$

Fio de proteção de $2,5 \text{ mm}^2 = 11,70 + 2,20 = 12,90 \text{ m}$

Fio fase de $1,5 \text{ mm}^2 = 6,85 \text{ m}$

Fio neutro de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,60 \text{ m}$

Fio de retorno de $1,5 \text{ mm}^2 = 3,25 \text{ m}$

Tendo-se medido e relacionado os eletrodutos e fiação, conta-se e relaciona-se também o número de:

- Caixas, curvas, luvas, arruelas e buchas;
- Tomadas, interruptores, conjuntos e placas de saída de fios

caixas de derivação

retangular 4" x 2"



quadrada 4" x 4"



octogonal 4" x 4"



curvas, luva, bucha e arruela

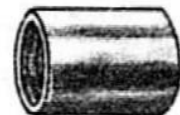
curva 45°



curva 90°



luva



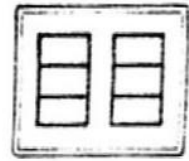
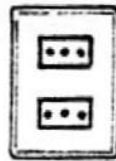
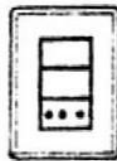
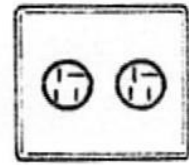
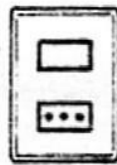
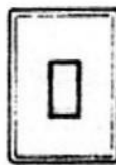
bucha



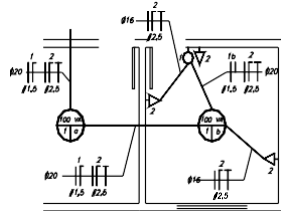
arruela



tomadas, interruptores e conjuntos



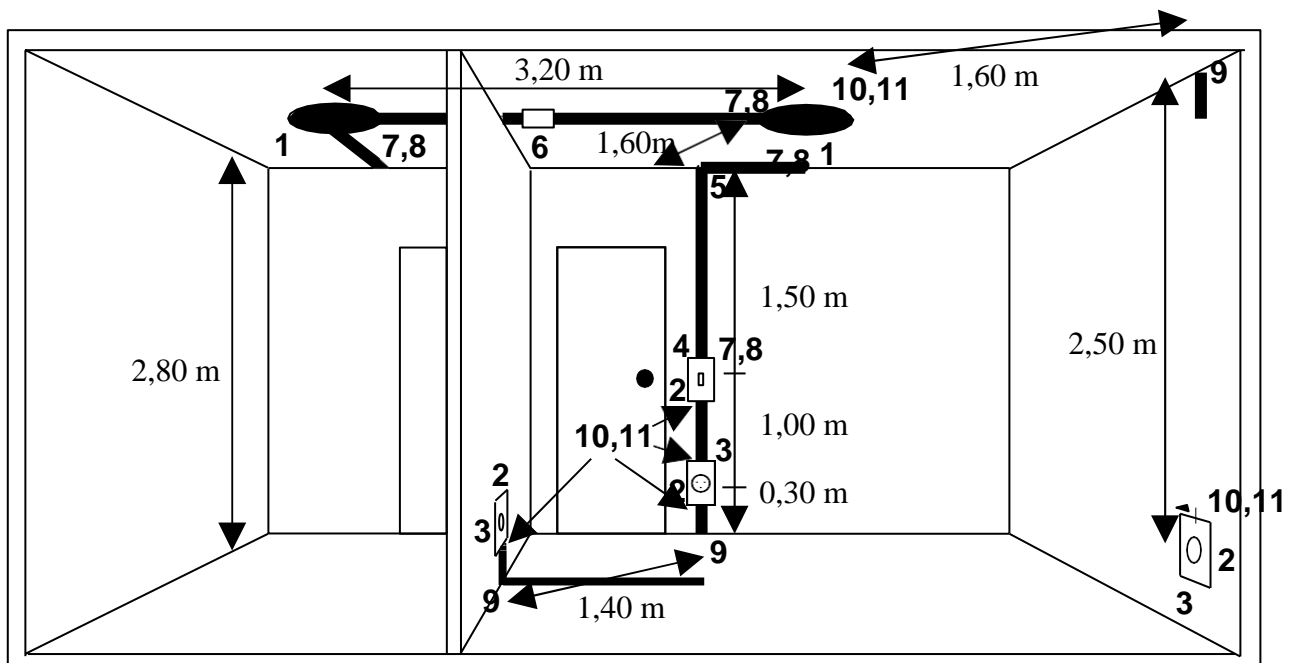
Observando-se a planta do exemplo...



Conta-se:

1. 2 caixas octogonais 4" × 4"
2. 4 caixas 4" × 2"
3. 3 tomadas 2 P + T
4. 1 interruptor simples
5. 1 curva 90° de ϕ 20
6. 1 luva de ϕ 20
7. 4 arruelas de ϕ 20
8. 4 buchas de ϕ 20
9. 3 curvas 90° de ϕ 16
10. 6 buchas de ϕ 16
11. 6 arruelas de ϕ 16

O desenho abaixo mostra a localização desses componentes.



Nota: Considerou-se no levantamento que cada curva já vem acompanhada das respectivas luvas.

Relacionando-se os diversos componentes da instalação, tem-se a seguinte lista:

Tabela 1

LISTA DE COMPONENTES	PREÇO		
	Quantidade	Unitário	Total
Eletrodutos rígidos de PVC (barras de 3 m)			
20 mm = 6,85 m	4 barras		
16 mm = 7,45 m	4 barras		
Condutores			
Fase de 2,5 mm ²	12,90 m		
Neutro de 2,5 mm ²	12,90 m		
Proteção de 2,5 mm ²	12,90 m		
Fase de 1,5 mm ²	6,85 m		
Neutro de 1,5 mm ²	3,60 m		
Retorno de 1,5 mm ²	3,25 m		
Outros componentes da instalação			
Curva 90° de ϕ 20	1		
Curva 90° de ϕ 16	3		
Luva de ϕ 20	1		
Arruela de ϕ 20	4		
Arruela de ϕ 16	6		
Bucha de ϕ 20	4		
Bucha de ϕ 16	6		
Caixa octogonal 4"× 4"	2		
Caixa 4"× 2"	4		
Tomada universal 2P + T	3		
Interruptor simples	1		

Tabela 2

Potências médias de Aparelhos eletrodomésticos e de aquecimentos				
TIPO		POTÊN- CIA (W)	TIPO	POTÊN- CIA (W)
Aquecedor de água por aquecimento.	Até 80 litros	1500	Geladeira duplex	300
	De 100 a 150 litros	2500	Geladeira simples	150
	De 200 a 400 litros	4000	Grill	1200
Aquecedor de água por passagem		6000	Impressora laser	600
Aquecedor de ambiente		1000	Impressora jato de tinta	200
Aspirador de pó		600	Liquidificador	200
Batedeira		180	Máquina de costura	150
Cafeteira		600	Máquina de lavar louças	1500
Chuveiro elétrico		4400	Máquina de lavar roupas	1000
Conjunto de som		100	Máquina de secar roupas	3500
Enceradeira		250	Microcomputador	600
Espregador de frutas		100	Rádio gravador	50
Exaustor		240	Secador de cabelos	1000
Ferro de passar roupa		1000	Tanquinho de lavar roupa	300
Fogão		1500 por boca	Televisor a cores	120
Forno a resistência		4000	Torneira	3000
Forno microondas		1200	Torradeira	1000
Freezer horizontal		500	Ventilador	30
Freezer vertical		300		

Tabela 3

Potências Nominais Médias de condicionadores de ar tipo janela

Capacidade		Potência nominal	
Btu/h	Kcal/h	W	VA
7100	1775	900	1100
8500	2125	1300	1550
10000	2500	1400	1650
12000	3000	1600	1900
14000	3500	1900	2100
18000	4500	2600	29-860
21000	3250	2800	3080
30000	7500	3600	4000

Tabela 4

LIMITAÇÕES DE FORNECIMENTO E DIMENSIONAMENTOS

C A T E G O R I A	POTÊNCIA A I N S T A L A D A	DEMANDA A P R O VÁVE L	DI S J U N T O R T E R M O M A G N É T I	CONDUTORES					TIPO DE LIGAÇÃO	POTÊNCIA DO MAIOR MOTOR OU SOLDA A MOTOR (CV)			POTÊNCIA DA MAIOR MÁQUINA DE SOLDA A TRANSFORMADOR (KVA)			DIÂMETRO NOMINAL INTERNO DOS ELETRODUTOS (mm)			
				RAMAL DE				ATERR AMENT O								RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO		AT ER RA M E N T O	
				LIGAÇÃO AÉREO		ENTRADA EMBUTIDO OU SUBTERRÂNEO													
				COBRE (mm ²)	ALUMÍNIO (mm ²)	COBRE (mm ²)													
				(70°C)	(90°C)	(70°C)	(90°C)												
(kW)	D(KVA)	(A)	PVC 450/750V	MULTIPLEX XLPE 0,6/1KV	PVC 0,6-1KV	EPR/XLPE 0,6-1KV	COBRE NU (mm ²)	FASES	FIOS	F-N	F-F	TRIF.	F-N	F-F	TRIF.	PVC	AÇO		
M1	Até 4,5	-x-	25	6	10	6	6	10	1	2	1	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	25	20	16
M2	De 4,6 a 9	-x-	40	10	16	10	6	10	1	2	3	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	25	20	16
M3	De 9,1 a 12	-x-	60	16	25	16	10	10	1	2	3	-x-	-x-	6	-x-	-x-	25	20	16
B1	De 9 a 15	-x-	40	6	16	6	6	10	2	3	3	5	-x-	6	9	-x-	25	20	16
B2	De 15 a 20	-x-	50	10	25	10	6	10	2	3	3	5	-x-	6	9	-x-	25	20	16
B3	De 20,1 a 25	-x-	60	16	25	16	10	10	2	3	3	5	-x-	6	9	-x-	32	25	16
T1	-x-	Até 26	40	10	10	10	6	10	3	4	3	5	20	6	9	16	32	25	16
T2	-x-	De 26,1 a 33	50	16	16	16	10	10	3	4	3	5	25	6	9	16	32	25	16
T3	-x-	De 33,1 a 39	60	16	25	16	10	16	3	4	5	5	30	8	9	30*	32	25	16
T4	-x-	De 39,1 a 46	70	25	25	25	16	16	3	4	7,5	10	30	9	12	30*	40	32	16
T5	-x-	De 46,1 a 66	100	25	35	35	25	16	3	4	7,5	12	40	9	15	30*	50	50	16

