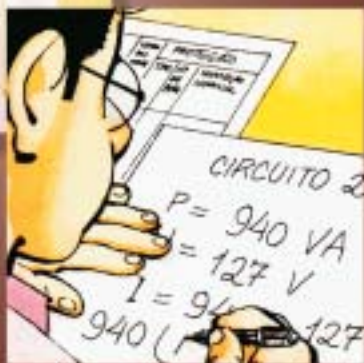
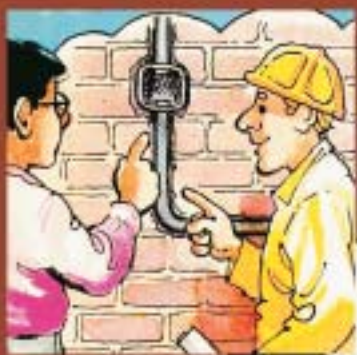


INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS



GARANTA UMA
INSTALAÇÃO ELÉTRICA SEGURA

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

Julho de 2003

Esta edição foi baseada nos Manuais de Instalações Elétricas Residenciais - 3 volumes, 1996 © ELEKTRO / PIRELLI complementada, atualizada e ilustrada com a revisão técnica do

Prof. Hilton Moreno, professor universitário e secretário da Comissão Técnica da NBR 5410 (CB-3/ABNT).

Todos os direitos de reprodução são reservados
© ELEKTRO / PIRELLI

Copyright © 2003 - Todos os direitos reservados e protegidos

Será permitido o download gratuito do(s) arquivo(s) eletrônico(s) desta publicação para o seu computador, para uso próprio, podendo inclusive ser impressa para melhor leitura ou visualização pelo usuário.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, traduzida ou comercializada total ou parcialmente sem autorização prévia por escrito das empresas detentoras dos direitos autorais e responsáveis pela sua criação.

Os infratores serão processados na forma da lei.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	2
INTRODUÇÃO	3
TENSÃO E CORRENTE ELÉTRICA	6
POTÊNCIA ELÉTRICA	7
FATOR DE POTÊNCIA	11
LEVANTAMENTO DE CARGAS ELÉTRICAS	12
TIPOS DE FORNECIMENTO E TENSÃO	23
PADRÃO DE ENTRADA	25
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	28
DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS	31
DISJUNTOR DIFERENCIAL-RESIDUAL (DR)	32
INTERRUPTOR DIFERENCIAL-RESIDUAL (IDR)	33
CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO	37
CIRCUITOS TERMINAIS	38
SIMBOLOGIA	49
CONDUTORES ELÉTRICOS	56
CONDUTOR DE PROTEÇÃO (FIO TERRA)	58
O USO DOS DISPOSITIVOS DR	61
O PLANEJAMENTO DA REDE DE ELETRODUTOS	66
ESQUEMAS DE LIGAÇÃO	74
REPRESENTAÇÃO DE ELETRODUTOS E CONDUTORES NA PLANTA	83
CÁLCULO DA CORRENTE ELÉTRICA EM UM CIRCUITO	86
CÁLCULO DA POTÊNCIA DO CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO	88
DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO E DOS DISJUNTORES DOS CIRCUITOS	91
DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR APLICADO NO QUADRO DO MEDIDOR	98
DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DR	99
SEÇÃO DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO (FIO TERRA)	102
DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS	102
LEVANTAMENTO DE MATERIAL	108
O SELO DO INMETRO	119

APRESENTAÇÃO

A importância da eletricidade em nossas vidas é inquestionável.

Ela ilumina nossos lares, movimentando nossos eletrodomésticos, permite o funcionamento dos aparelhos eletrônicos e aquece nosso banho.

Por outro lado, a eletricidade quando mal empregada, traz alguns perigos como os choques, às vezes fatais, e os curto-circuitos, causadores de tantos incêndios.

A melhor forma de convivermos em harmonia com a eletricidade é conhecê-la, tirando-lhe o maior proveito, desfrutando de todo o seu conforto com a máxima segurança.

O objetivo desta publicação é o de fornecer, em linguagem simples e acessível, as informações mais importantes relativas ao que é a eletricidade, ao que é uma instalação elétrica, quais seus principais componentes, como dimensioná-los e escolhê-los.

Com isto, esperamos contribuir para que nossas instalações elétricas possam ter melhor qualidade e se tornem mais seguras para todos nós.

Para viabilizar esta publicação, a Pirelli Energia Cabos e Sistemas S.A., a Elektro Eletricidade e Serviços S.A. e o Procobre - Instituto Brasileiro do Cobre reuniram seus esforços.

A Pirelli tem concretizado ao longo dos anos vários projetos de parceria que, como este, têm por objetivo contribuir com a melhoria da qualidade das instalações elétricas por meio da difusão de informações técnicas.

A Elektro, sempre preocupada com a correta utilização da energia, espera que esta iniciativa colabore com o aumento da segurança e redução dos desperdícios energéticos.

O Procobre, uma instituição sem fins lucrativos e voltada para a promoção do cobre, esta empenhada na divulgação do correto e eficiente uso da eletricidade.

Esperamos que esta publicação seja útil e cumpra com as finalidades a que se propõe.

São Paulo, julho de 2003

Vamos começar
falando um pouco
a respeito da
Eletricidade.

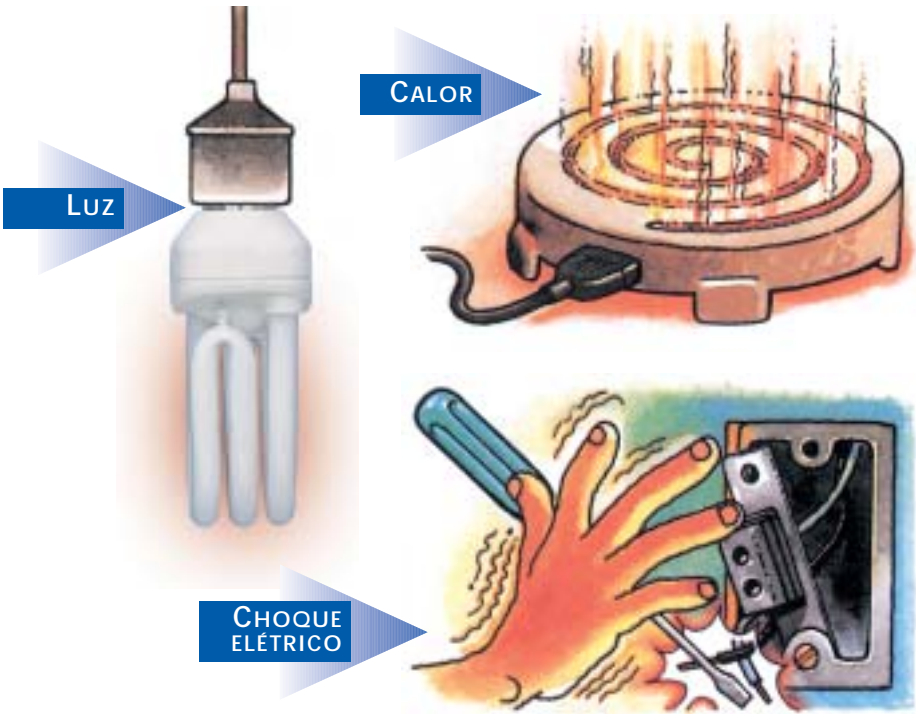


Você já parou para
pensar que
está cercado de
eletricidade
por todos os lados?



Pois é!
Estamos tão acostumados com ela que nem percebemos que existe.

Na realidade, a eletricidade é invisível.
O que percebemos são seus efeitos, como:



e... esses efeitos são possíveis devido a:



CORRENTE ELÉTRICA

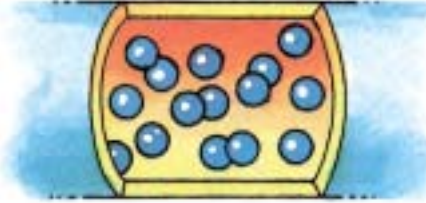


TENSÃO ELÉTRICA



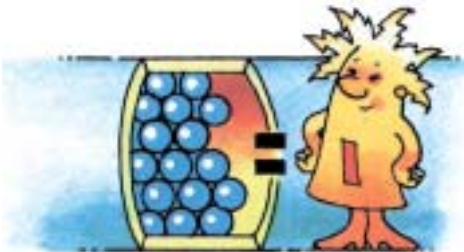
POTÊNCIA ELÉTRICA

TENSÃO E CORRENTE ELÉTRICA



Nos fios, existem partículas invisíveis chamadas elétrons livres, que estão em constante movimento de forma desordenada.

Para que estes elétrons livres passem a se movimentar de forma ordenada, nos fios, é necessário ter uma força que os empurre. A esta força é dado o nome de tensão elétrica (U).



Esse movimento ordenado dos elétrons livres nos fios, provocado pela ação da tensão, forma uma corrente de elétrons. Essa corrente de elétrons livres é chamada de corrente elétrica (I).

Pode-se dizer então que:

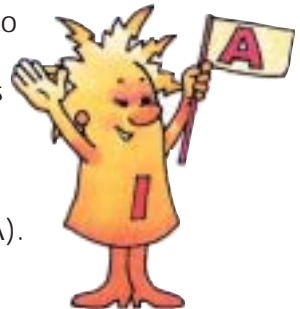
TENSÃO

É a força que impulsiona os elétrons livres nos fios.
Sua unidade de medida é o volt (V).



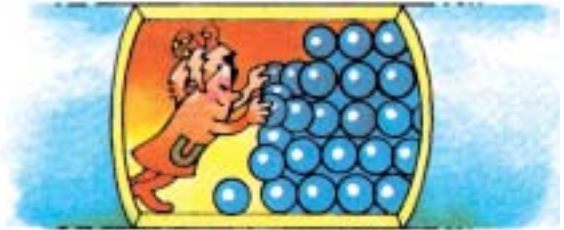
CORRENTE ELÉTRICA

É o movimento ordenado dos elétrons livres nos fios.
Sua unidade de medida é o ampère (A).



POTÊNCIA ELÉTRICA

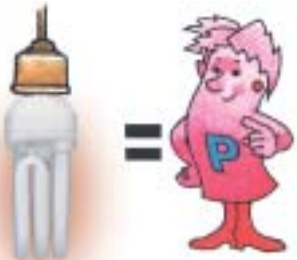
Agora, para entender potência elétrica, observe novamente o desenho.



A tensão elétrica faz movimentar os elétrons de forma ordenada, dando origem à corrente elétrica.



Tendo a corrente elétrica, a lâmpada se acende e se aquece com uma certa intensidade.



Essa intensidade de luz e calor percebida por nós (efeitos), nada mais é do que a potência elétrica que foi transformada em potência luminosa (luz) e potência térmica (calor).

É importante gravar:
Para haver potência elétrica, é necessário haver:



Tensão elétrica



Corrente elétrica

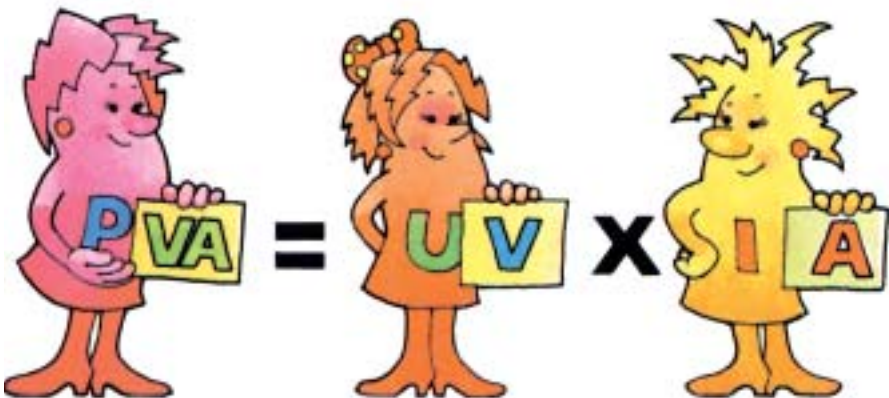
Agora... qual é a unidade de medida da potência elétrica?

Muito simples!

a intensidade da tensão é medida em volts (V).

a intensidade da corrente é medida em ampère (A).

Então, como a potência é o produto da ação da tensão e da corrente, a sua unidade de medida é o volt-ampère (VA).



A essa potência dá-se o nome de potência aparente.

A potência aparente é composta por duas parcelas:

POTÊNCIA ATIVA
POTÊNCIA REATIVA

A potência ativa é a parcela efetivamente transformada em:

POTÊNCIA
MECÂNICA



POTÊNCIA
TÉRMICA



POTÊNCIA
LUMINOSA



A unidade de medida da potência ativa é o watt (W).

A potência reativa é a parcela transformada em campo magnético, necessário ao funcionamento de:

MOTORES



TRANSFORMADORES



REATORES



A unidade de medida da potência reativa é o volt-ampère reativo (VAR).

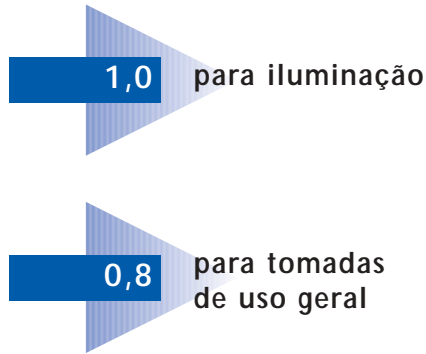
Em projetos de instalação elétrica residencial os cálculos efetuados são baseados na potência aparente e potência ativa. Portanto, é importante conhecer a relação entre elas para que se entenda o que é fator de potência.

FATOR DE POTÊNCIA

Sendo a potência ativa uma parcela da potência aparente, pode-se dizer que ela representa uma porcentagem da potência aparente que é transformada em potência mecânica, térmica ou luminosa.

A esta porcentagem dá-se o nome de fator de potência.

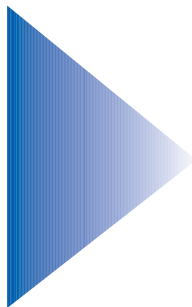
Nos projetos elétricos residenciais, desejando-se saber o quanto da potência aparente foi transformada em potência ativa, aplica-se os seguintes valores de fator de potência:



Exemplos	potência de iluminação (aparente) = 660 VA	fator de potência a ser aplicado = 1	potência ativa de iluminação (W) = 1x660 VA = 660 W
	potência de tomada de uso geral = 7300 VA	fator de potência a ser aplicado = 0,8	potência ativa de tomada de uso geral = 0,8x7300 VA = 5840 W

Quando o fator de potência é igual a 1, significa que toda potência aparente é transformada em potência ativa. Isto acontece nos equipamentos que só possuem resistência, tais como: chuveiro elétrico, torneira elétrica, lâmpadas incandescentes, fogão elétrico, etc.

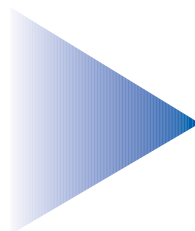
Os conceitos vistos anteriormente possibilitarão o entendimento do próximo assunto: levantamento das potências (cargas) a serem instaladas na residência.

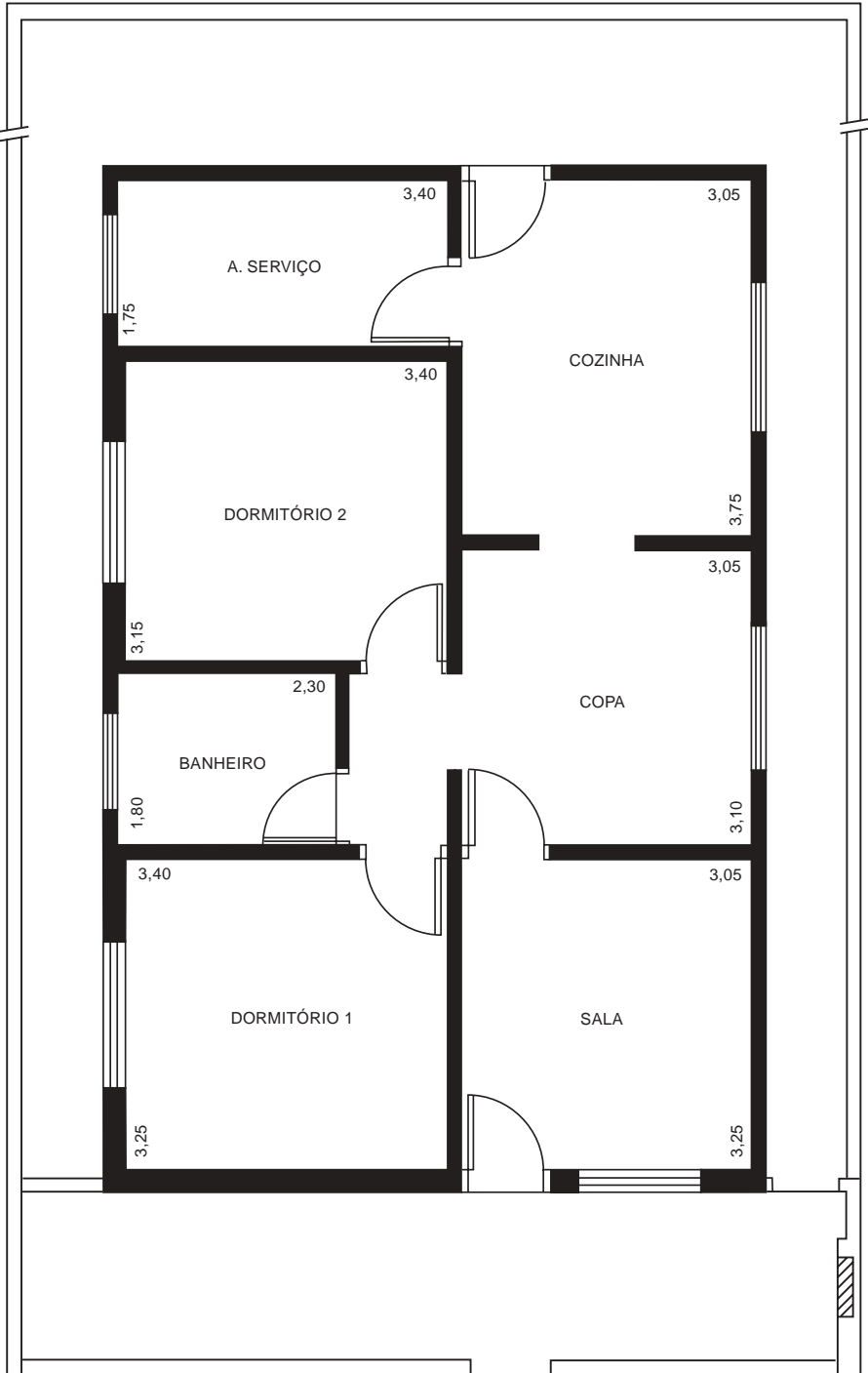


O levantamento das potências é feito mediante uma previsão das potências (cargas) mínimas de iluminação e tomadas a serem instaladas, possibilitando, assim, determinar a potência total prevista para a instalação elétrica residencial.

A previsão de carga deve obedecer às prescrições da NBR 5410, item 4.2.1.2

A planta a seguir servirá de exemplo para o levantamento das potências.





RECOMENDAÇÕES DA NBR 5410 PARA O LEVANTAMENTO DA CARGA DE ILUMINAÇÃO

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.

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

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 m^2

atribuir um mínimo de 100VA

para área superior a 6 m^2

atribuir um mínimo de 100VA para os primeiros 6 m^2 , acrescido de 60VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

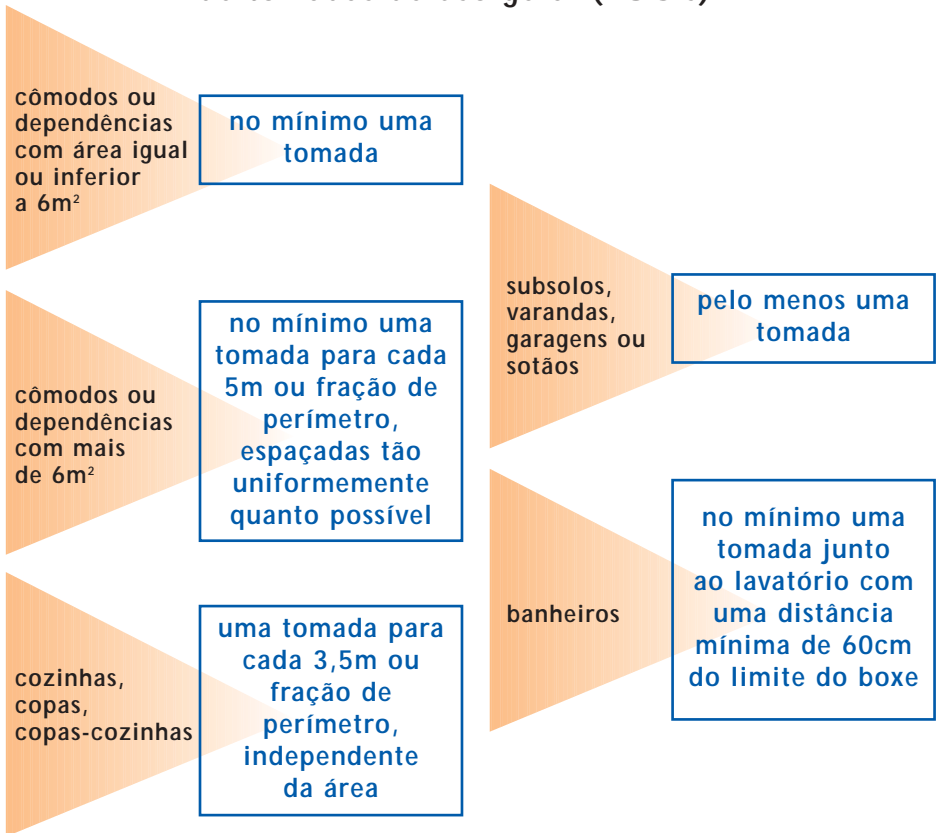
NOTA: a NBR 5410 não estabelece critérios para iluminação de áreas externas em residências, ficando a decisão por conta do projetista e do cliente.

Prevendo a carga de iluminação da planta residencial utilizada para o exemplo, temos:

Dependência	Dimensões área (m ²)	Potência de iluminação (VA)	
sala	$A = 3,25 \times 3,05 = 9,91$	$9,91\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + \cancel{3,91\text{m}^2}$ 100VA	100 VA
copa	$A = 3,10 \times 3,05 = 9,45$	$9,45\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + \cancel{3,45\text{m}^2}$ 100VA	100 VA
cozinha	$A = 3,75 \times 3,05 = 11,43$	$11,43\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + \cancel{1,43\text{m}^2}$ 100VA + 60VA	160 VA
dormitório 1	$A = 3,25 \times 3,40 = 11,05$	$11,05\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + \cancel{1,05\text{m}^2}$ 100VA + 60VA	160 VA
dormitório 2	$A = 3,15 \times 3,40 = 10,71$	$10,71\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + \cancel{0,71\text{m}^2}$ 100VA + 60VA	160 VA
banho	$A = 1,80 \times 2,30 = 4,14$	$4,14\text{m}^2 \Rightarrow 100\text{VA}$	100 VA
área de serviço	$A = 1,75 \times 3,40 = 5,95$	$5,95\text{m}^2 \Rightarrow 100\text{VA}$	100 VA
hall	$A = 1,80 \times 1,00 = 1,80$	$1,80\text{m}^2 \Rightarrow 100\text{VA}$	100 VA
área externa	—	—	100 VA

RECOMENDAÇÕES DA NBR 5410 PARA O LEVANTAMENTO DA CARGA DE TOMADAS

1. Condições para se estabelecer a quantidade mínima de tomadas de uso geral (TUG's).



NOTA: em diversas aplicações, é recomendável prever uma quantidade de tomadas de uso geral maior do que o mínimo calculado, evitando-se, assim, o emprego de extensões e benjamins (tês) que, além de desperdiçarem energia, podem comprometer a segurança da instalação.

TOMADAS DE USO GERAL (TUG's)

Não se destinam à ligação de equipamentos específicos e nelas são sempre ligados: aparelhos móveis ou aparelhos portáteis.



2. Condições para se estabelecer a potência mínima de tomadas de uso geral (TUG's).

banheiros,
cozinhas, copas,
copas-cozinhas,
áreas de serviço,
lavanderias
e locais
semelhantes

- atribuir, no mínimo, 600VA por tomada, até 3 tomadas.
- atribuir 100VA para os excedentes.

demais
cômodos
ou
dependências

- atribuir, no mínimo, 100VA por tomada.

3. Condições para se estabelecer a quantidade de tomadas de uso específico (TUE's).

A quantidade de TUE's é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização que sabidamente vão estar fixos em uma dada posição no ambiente.

TOMADAS DE USO ESPECÍFICO (TUE's)

São destinadas à ligação de equipamentos fixos e estacionários, como é o caso de:

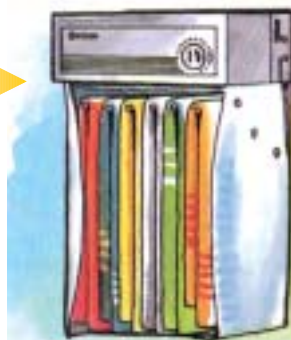
CHUVEIRO



TORNEIRA ELÉTRICA



SECADORA DE ROUPA



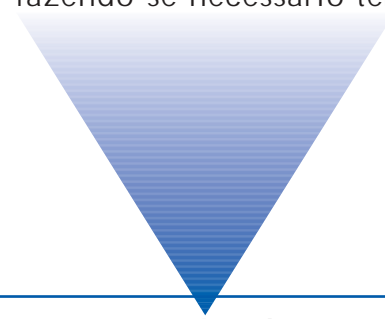
NOTA: quando usamos o termo “tomada” de uso específico, não necessariamente queremos dizer que a ligação do equipamento à instalação elétrica irá utilizar uma tomada. Em alguns casos, a ligação poderá ser feita, por exemplo, por ligação direta (emenda) de fios ou por uso de conectores.

4. Condições para se estabelecer a potência de tomadas de uso específico (TUE's).

Atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado.

Conforme o que foi visto:

Para se prever a carga de tomadas é necessário, primeiramente, prever a sua quantidade. Essa quantidade, segundo os critérios, é estabelecida a partir do cômodo em estudo, fazendo-se necessário ter:



- ou o valor da área
- ou o valor do perímetro
- ou o valor da área e do perímetro

Os valores das áreas dos cômodos da planta do exemplo já estão calculados, faltando o cálculo do perímetro onde este se fizer necessário, para se prever a quantidade mínima de tomadas.

Estabelecendo a quantidade mínima de tomadas de uso geral e específico:

Dependência	Dimensões		Quantidade mínima	
	Área (m ²)	Perímetro (m)	TUG's	TUE's
sala	9,91	3,25x2 + 3,05x2 = 12,6	$\begin{matrix} 5 + 5 + 2,6 \\ (1 \ 1 \ 1) = 3 \end{matrix}$	—
copa	9,45	3,10x2 + 3,05x2 = 12,3	$\begin{matrix} 3,5 + 3,5 + 3,5 + 1,8 \\ (1 \ 1 \ 1 \ 1) = 4 \end{matrix}$	—
cozinha	11,43	3,75x2 + 3,05x2 = 13,6	$\begin{matrix} 3,5 + 3,5 + 3,5 + 3,1 \\ (1 \ 1 \ 1 \ 1) = 4 \end{matrix}$	1 torneira elétr. 1 geladeira
dormitório 1	11,05	3,25x2 + 3,40x2 = 13,3	$\begin{matrix} 5 + 5 + 3,3 \\ (1 \ 1 \ 1) = 3 \end{matrix}$	—
dormitório 2	10,71	3,15x2 + 3,40x2 = 13,1	$\begin{matrix} 5 + 5 + 3,1 \\ (1 \ 1 \ 1) = 3 \end{matrix}$	—
banho	4,14	OBSERVAÇÃO Área inferior a 6m ² : não interessa o perímetro	1	1 chuveiro elétr.
área de serviço	5,95		2	1 máquina lavar roupa
hall	1,80		1	—
área externa	—	—	—	—

Prevendo as cargas de tomadas de uso geral e específico.

Dependência	Dimensões		Quantidade		Previsão de Carga	
	Área (m ²)	Perímetro (m)	TUG's	TUE's	TUG's	TUE's
sala	9,91	12,6	4*	—	4x100VA	—
copa	9,45	12,3	4	—	3x600VA 1x100VA	—
cozinha	11,43	13,6	4	2	3x600VA 1x100VA	1x5000W (torneira) 1x500W (geladeira)
dormitório 1	11,05	13,3	4*	—	4x100VA	—
dormitório 2	10,71	13,1	4*	—	4x100VA	—
banho	4,14	—	1	1	1x600VA	1x5600W (chuveiro)
área de serviço	5,95	—	2	1	2x600VA	1x1000W (máq.lavar)
hall	1,80	—	1	—	1x100VA	—
área externa	—	—	—	—	—	—

Obs.: (*) nesses cômodos, optou-se por instalar uma quantidade de TUG's maior do que a quantidade mínima calculada anteriormente.

Reunidos todos os dados obtidos, tem-se o seguinte quadro:

Dependência	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	TUG's		TUE's	
	Área (m ²)	Perímetro (m)		Quantidade	Potência (VA)	Discriminação	Potência (W)
sala	9,91	12,6	100	4	400	—	—
copa	9,45	12,3	100	4	1900	—	—
cozinha	11,43	13,6	160	4	1900	torneira geladeira	5000 500
dormitório 1	11,05	13,3	160	4	400	—	—
dormitório 2	10,71	13,1	160	4	400	—	—
banho	4,14	—	100	1	600	chuveiro	5600
área de serviço	5,95	—	100	2	1200	máq. lavar	1000
hall	1,80	—	100	1	100	—	—
área externa	—	—	100	—	—	—	—
TOTAL	—	—	1080VA	—	6900VA	—	12100W

potência aparente

potência ativa

Para obter a potência total da instalação, faz-se necessário: a) calcular a potência ativa; b) somar as potências ativas.

LEVANTAMENTO DA POTÊNCIA TOTAL

Cálculo da
potência ativa
de iluminação
e tomadas
de uso geral
(TUG's)

Potência de iluminação
1080 VA

Fator de potência a ser
adotado = 1,0

$$1080 \times 1,0 = 1080 \text{ W}$$

Potência de tomadas de uso
geral (TUG'S) - 6900 VA

Fator de potência a ser
adotado = 0,8

$$6900 \text{ VA} \times 0,8 = 5520 \text{ W}$$

Cálculo
da
potência
ativa
total

potência ativa
de iluminação: 1080 W

potência ativa
de TUG's: 5520 W

potência ativa
de TUE's: $\frac{12100 \text{ W}}{18700 \text{ W}}$

**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.**

TIPO DE FORNECIMENTO E TENSÃO

Nas áreas de concessão da ELEKTRO, se a potência ativa total for:

Até 12000 W



Fornecimento monofásico

- feito a dois fios:
uma fase e um neutro
- tensão de 127V

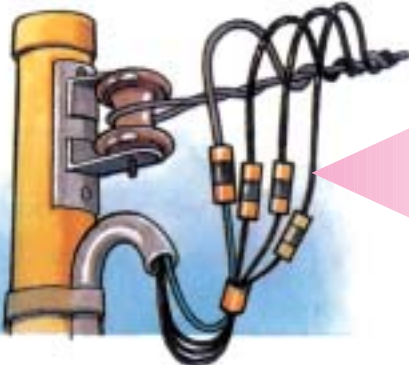
Acima de 12000 W até 25000 W

Fornecimento bifásico

- feito a três fios: duas
fases e um neutro
- tensões de
127V e 220V



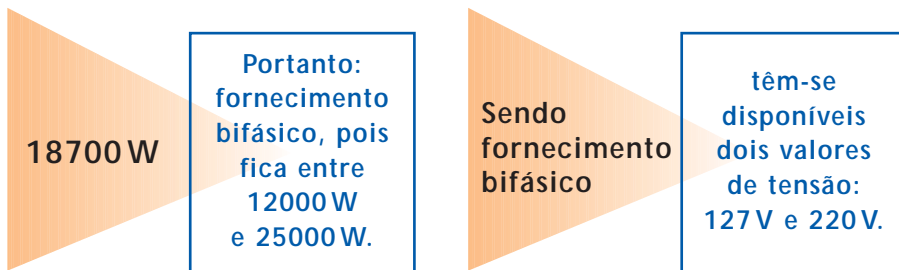
Acima de 25000 W até 75000 W



Fornecimento trifásico

- feito a quatro fios:
três fases e um neutro
- tensões de 127V e 220V

No exemplo, a potência ativa total foi de:



NOTA: não sendo área de concessão da ELEKTRO, o limite de fornecimento, o tipo de fornecimento e os valores de tensão podem ser diferentes do exemplo. Estas informações são obtidas na companhia de eletricidade de sua cidade.

Uma vez determinado o tipo de fornecimento, pode-se determinar também o padrão de entrada.

Voltando ao exemplo:

Potência ativa total:
18700 watts
Tipo de fornecimento:
bifásico.

Conseqüentemente:

O padrão de entrada deverá atender ao fornecimento bifásico.

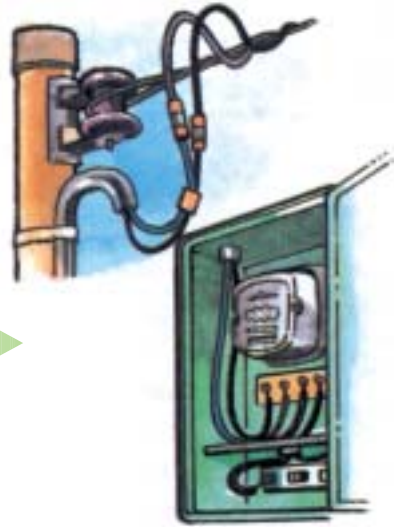
E... o que vem a ser padrão de entrada?

Padrão de entrada nada mais é do que o poste com isolador de roldana, bengala, caixa de medição e haste de terra, que devem estar instalados, atendendo às especificações da norma técnica da concessionária para o tipo de fornecimento.



Uma vez pronto o padrão de entrada, segundo as especificações da norma técnica, compete à concessionária fazer a sua inspeção.

Estando tudo certo, a concessionária instala e liga o medidor e o ramal de serviço,

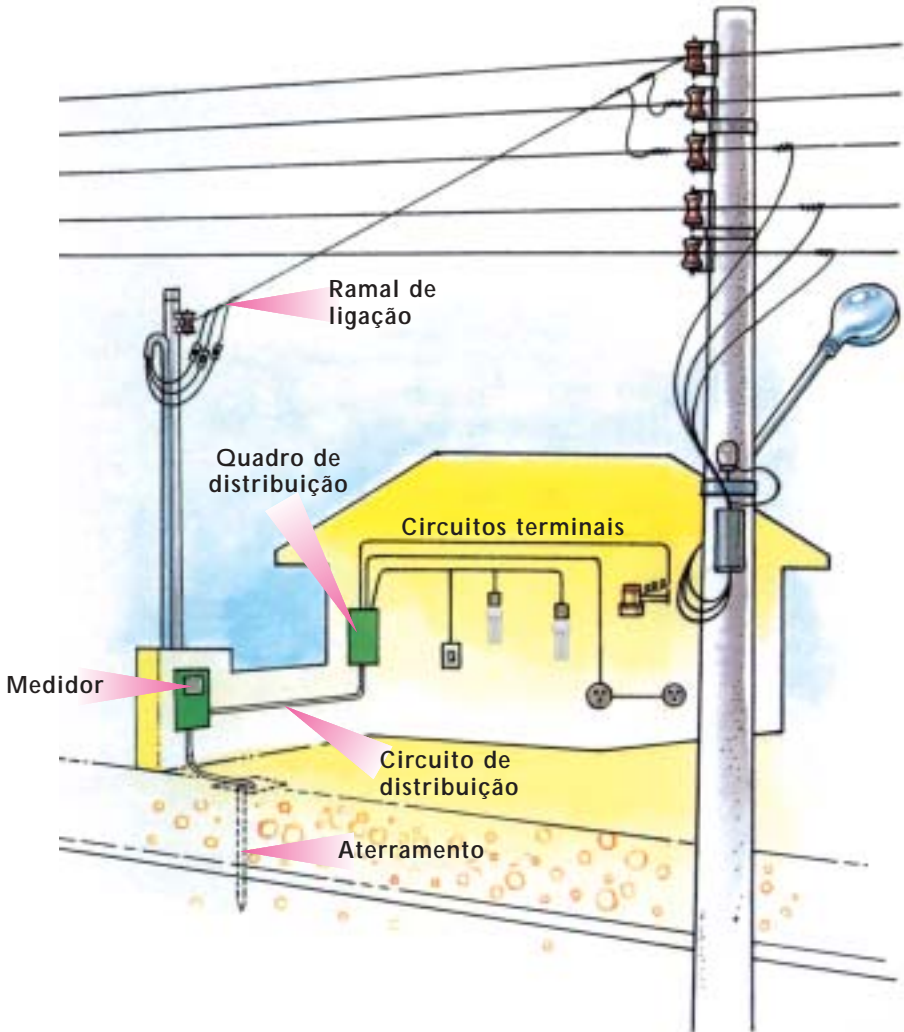


A norma técnica referente à instalação do padrão de entrada, bem como outras informações a esse respeito deverão ser obtidas junto à agência local da companhia de eletricidade.

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.



REDE PÚBLICA DE BAIXA TENSÃO



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: recebe os fios que vêm do medidor.

nele é que se encontram os dispositivos de proteção.



dele é que partem os circuitos terminais que vão alimentar diretamente as lâmpadas, tomadas e aparelhos elétricos.

CIRCUITO 1
Iluminação social

CIRCUITO 2
Iluminação de serviço

CIRCUITO 3 (TUG's)
Tomadas de uso geral

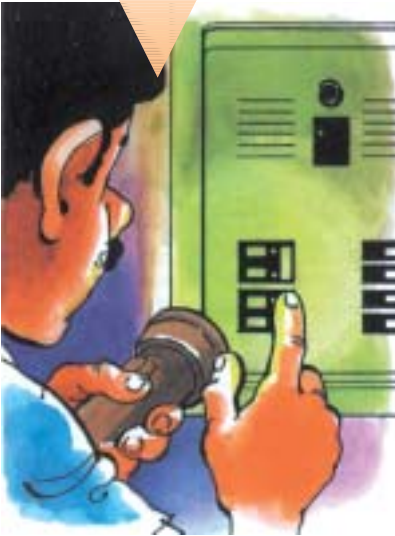
CIRCUITO 4 (TUG's)
Tomadas de uso geral

CIRCUITO 5 (TUE)
Tomada de uso específico
(ex. torneira elétrica)

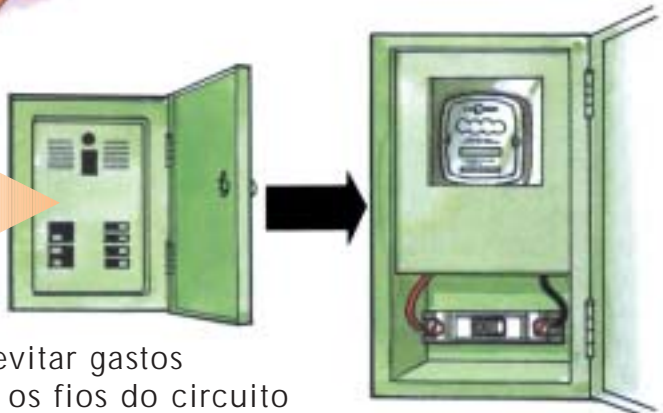
CIRCUITO 6 (TUE)
Tomada de uso específico
(ex. chuveiro elétrico)

O quadro de distribuição deve estar localizado:

em lugar de fácil acesso



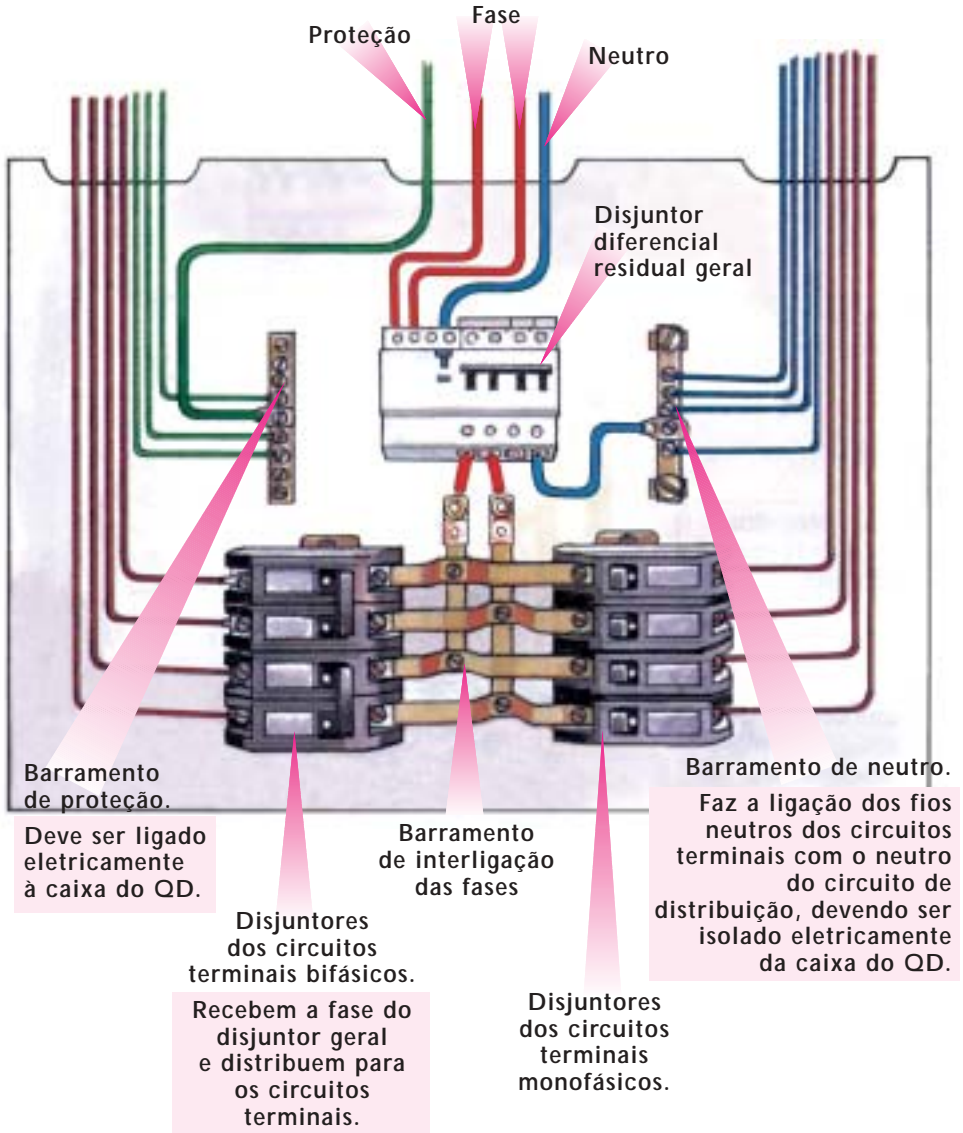
e o mais próximo possível do medidor



Isto é feito para se evitar gastos desnecessários com os fios do circuito de distribuição, que são os mais grossos de toda a instalação e, portanto, os mais caros.

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

Este é um exemplo de quadro de distribuição para fornecimento bifásico.



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

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.

Os disjuntores termomagnéticos têm a mesma função que as chaves fusíveis. Entretanto:

O fusível se queima necessitando ser trocado

O disjuntor desliga-se necessitando religá-lo



No quadro de distribuição, encontra-se também:
- o disjuntor diferencial residual ou, então,
- o interruptor diferencial residual.

DISJUNTOR DIFERENCIAL RESIDUAL

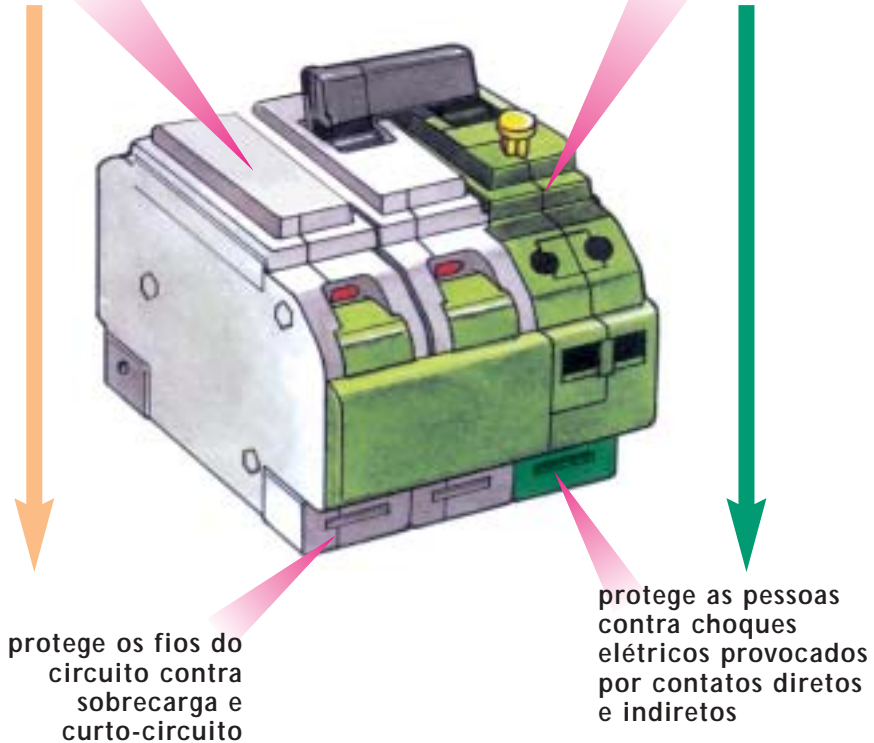
É um dispositivo constituído de um disjuntor termomagnético acoplado a um outro dispositivo: o diferencial residual.

Sendo assim, ele conjuga as duas funções:

a do disjuntor termomagnético

e

a do dispositivo diferencial residual



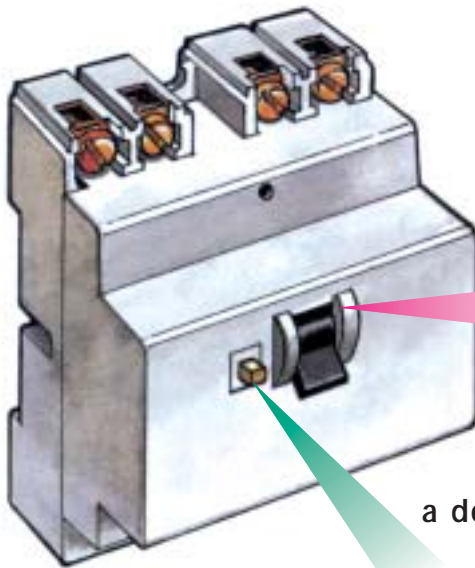
Pode-se dizer então que:

Disjuntor diferencial residual é um dispositivo que protege:
- os fios do circuito contra sobrecarga e curto-circuito e;
- as pessoas contra choques elétricos.

INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL

É um dispositivo composto de um interruptor acoplado a um outro dispositivo: o diferencial residual.

Sendo assim, ele conjuga duas funções:



a do interruptor

que liga e desliga,
manualmente,
o circuito

a do dispositivo diferencial
residual (interno)

que protege as pessoas
contra choques elétricos
provocados por contatos
diretos e indiretos

Pode-se dizer então que:

**Interruptor diferencial residual é um dispositivo que:
liga e desliga, manualmente, o circuito e
protege as pessoas contra choques elétricos.**

Os dispositivos vistos anteriormente têm em comum o dispositivo diferencial residual (DR).

Sua função é:

proteger as pessoas contra choques elétricos provocados por contato direto e indireto

Contato direto



É o contato acidental, seja por falha de isolamento, por ruptura ou remoção indevida de partes isolantes: ou, então, por atitude imprudente de uma pessoa com uma parte elétrica normalmente energizada (parte viva).



Contato indireto

É o contato entre uma pessoa e uma parte metálica de uma instalação ou componente, normalmente sem tensão, mas que pode ficar energizada por falha de isolamento ou por uma falha interna.



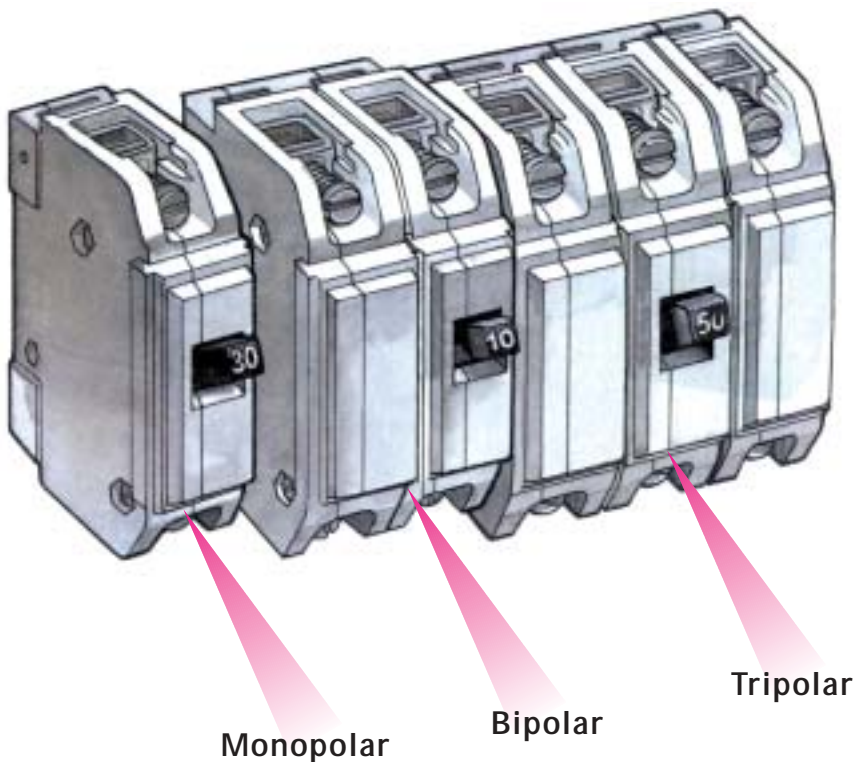


A seguir, serão apresentados:

- tipos de disjuntores termomagnéticos;
- tipos de disjuntores DR de alta sensibilidade;
- tipo de interruptor DR de alta sensibilidade.

TIPOS DE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

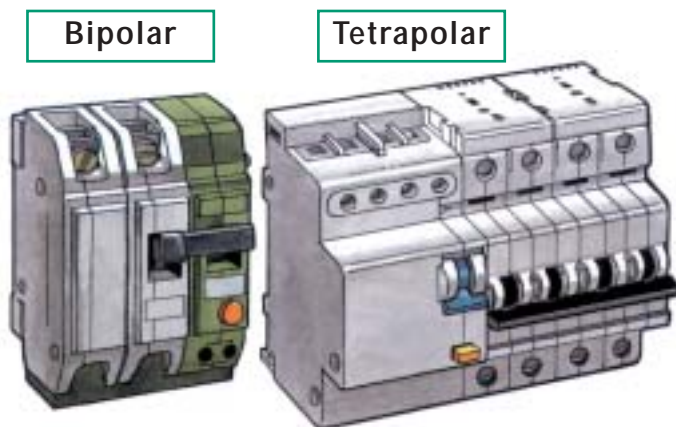
Os tipos de disjuntores termomagnéticos existentes no mercado são: monopolares, bipolares e tripolares.



NOTA: os disjuntores termomagnéticos somente devem ser ligados aos condutores fase dos circuitos.

TIPOS DE DISJUNTORES DIFERENCIAIS RESIDUAIS

Os tipos mais usuais de disjuntores residuais de alta sensibilidade (no máximo 30mA) existentes no mercado são:



NOTA: os disjuntores DR devem ser ligados aos condutores fase e neutro dos circuitos, sendo que o neutro não pode ser aterrado após o DR.

TIPO DE INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL

Um tipo de interruptor diferencial residual de alta sensibilidade (no máximo 30mA) existente no mercado é o tetrapolar (figura ao lado), existindo ainda o bipolar.



NOTA: interruptores DR devem ser utilizados nos circuitos em conjunto com dispositivos a sobrecorrente (disjuntor ou fusível), colocados antes do interruptor DR.



Os dispositivos vistos são empregados na proteção dos circuitos elétricos. Mas... o que vem a ser circuito elétrico?

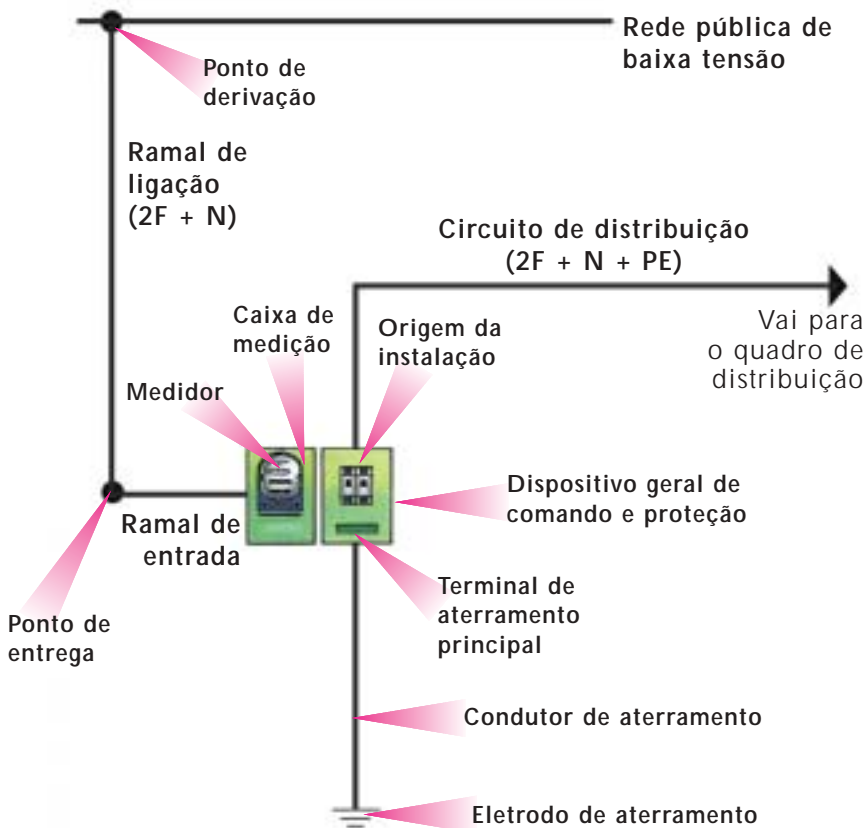
CIRCUITO ELÉTRICO

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

Em uma instalação elétrica residencial, encontramos dois tipos de circuito: o de distribuição e os circuitos terminais.

CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO

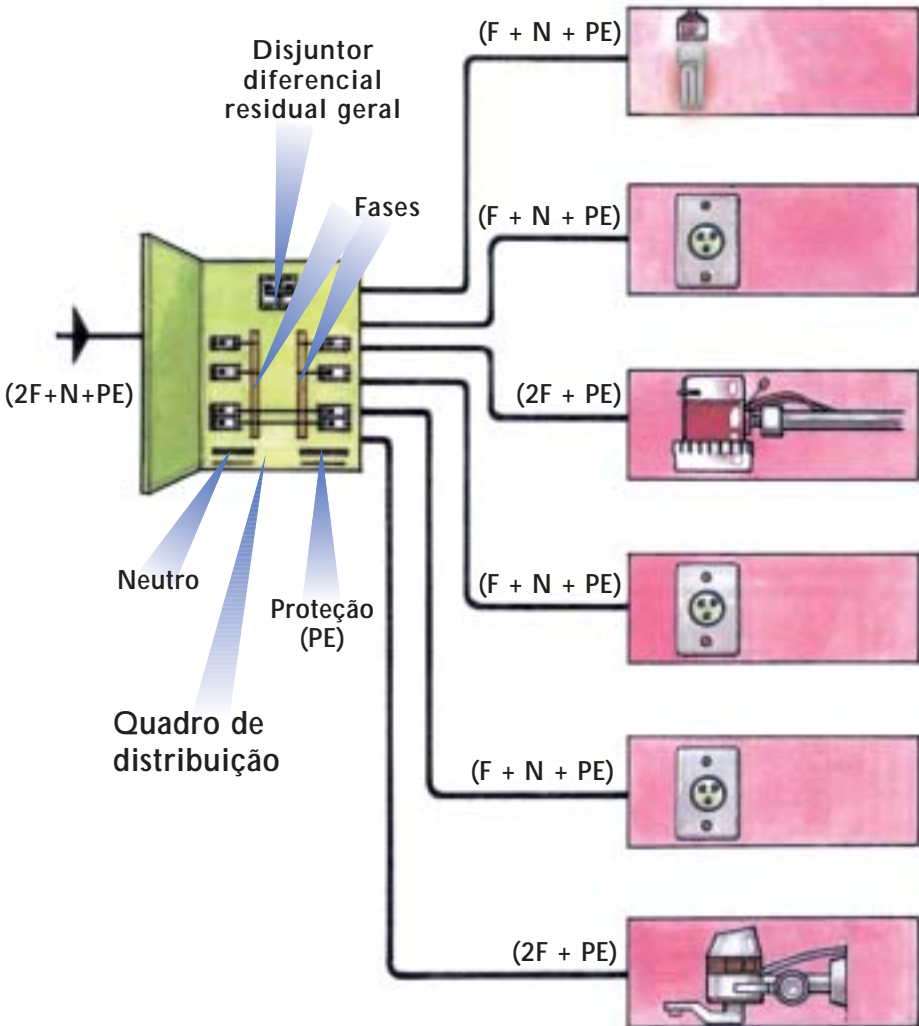
Liga o quadro do medidor ao quadro de distribuição.



CIRCUITOS TERMINAIS

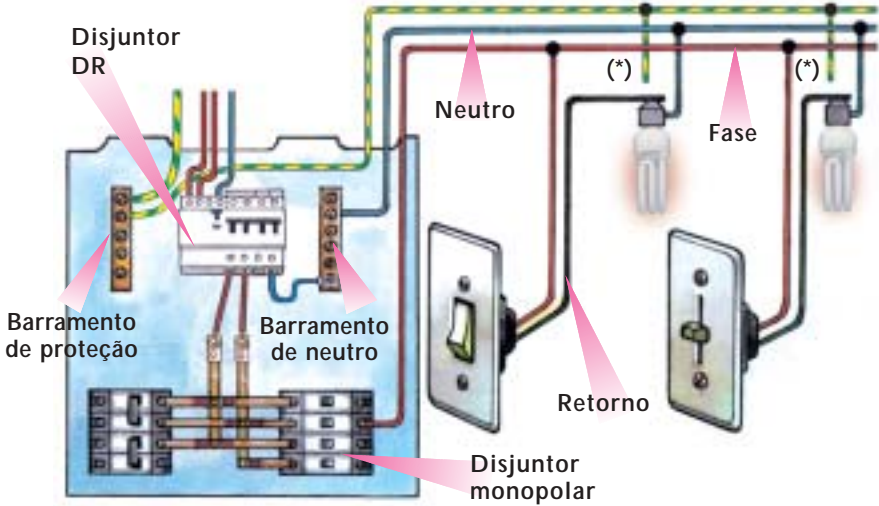
Partem do quadro de distribuição e alimentam diretamente lâmpadas, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico.

NOTA: em todos os exemplos a seguir, será admitido que a tensão entre FASE e NEUTRO é 127V e entre FASES é 220V. Consulte as tensões oferecidas em sua região



Exemplo de circuitos terminais protegidos por disjuntores termomagnéticos:

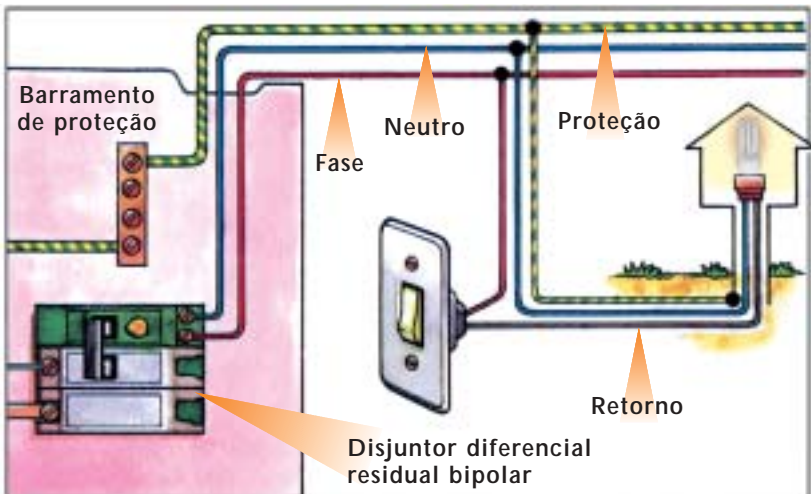
CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO (FN)



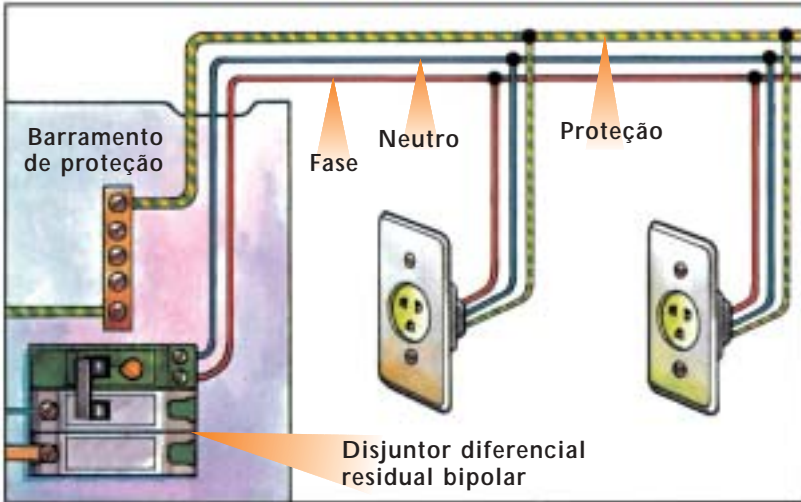
* se possível, ligar o condutor de proteção (terra) à carcaça da luminária.

Exemplos de circuitos terminais protegidos por disjuntores DR:

CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA (FN)

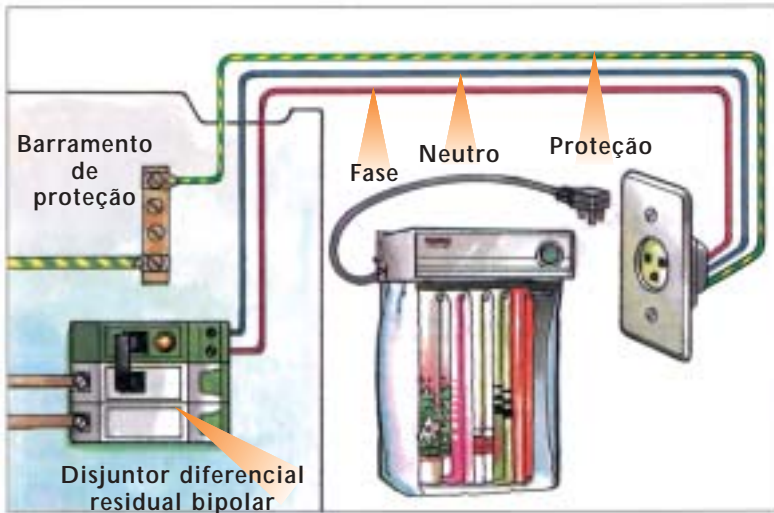


CIRCUITO DE TOMADAS DE USO GERAL (FN)

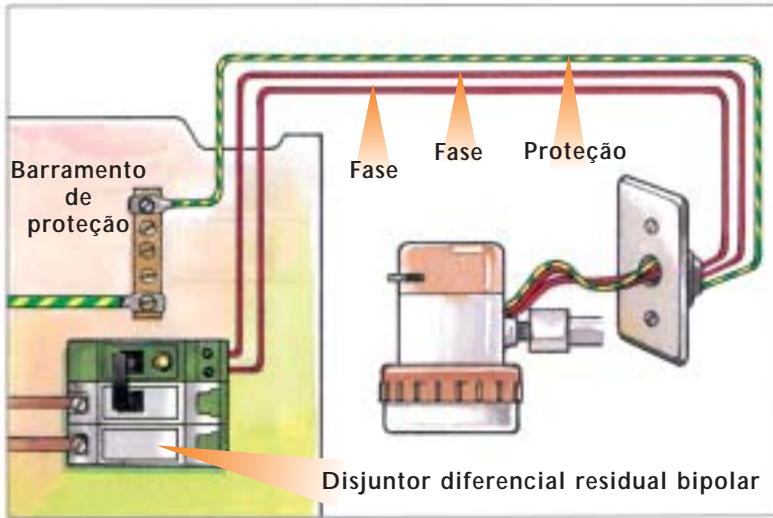


Exemplos de circuitos terminais protegidos por disjuntores DR:

CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FN)

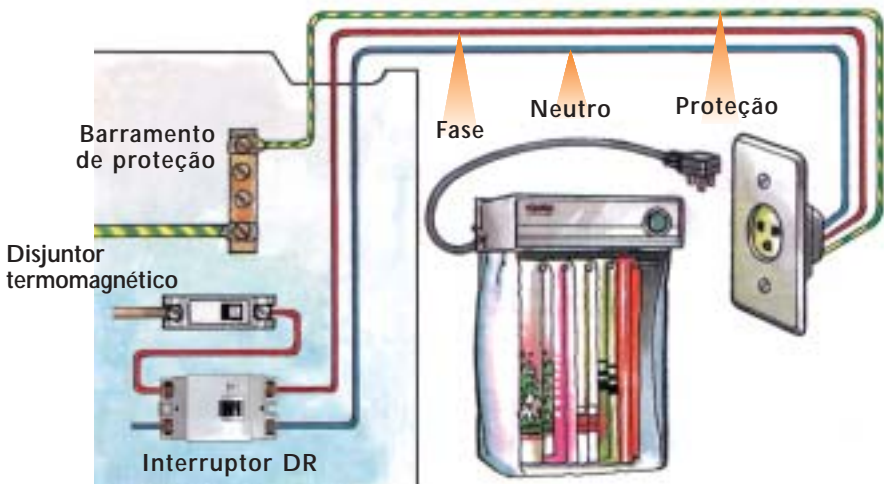


CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FF)

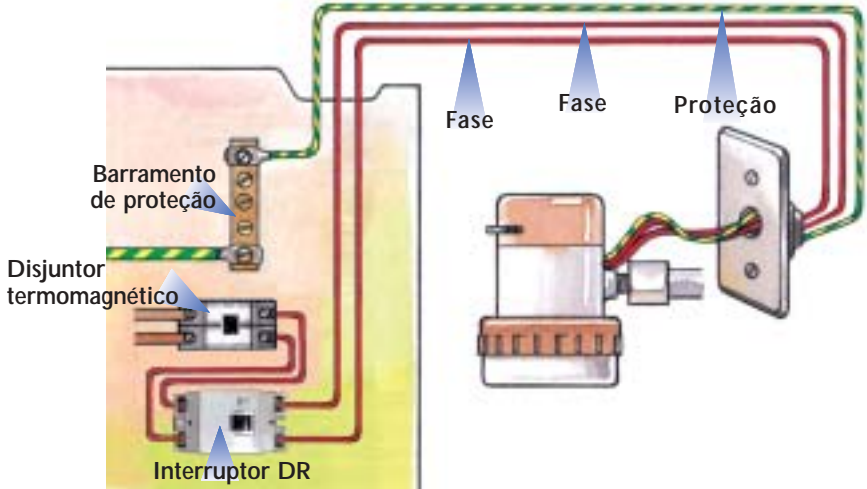


Exemplos de circuitos protegidos por interruptores DR:

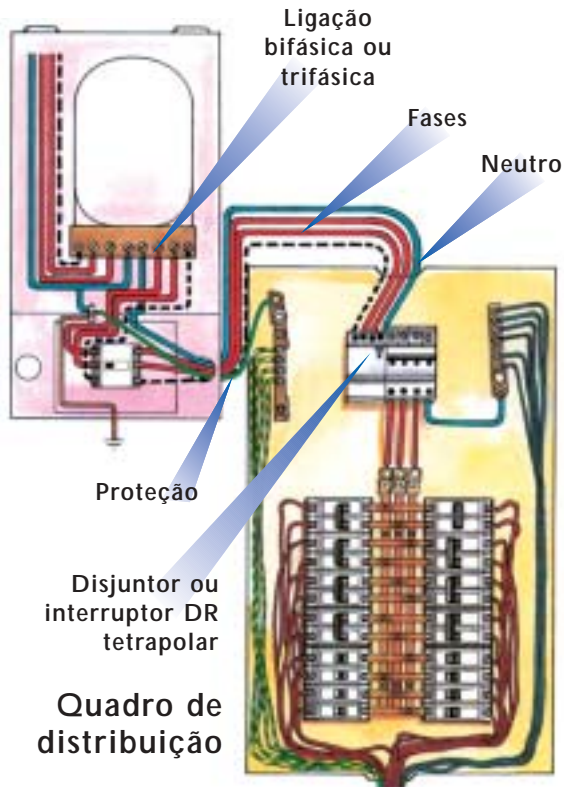
CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FN)



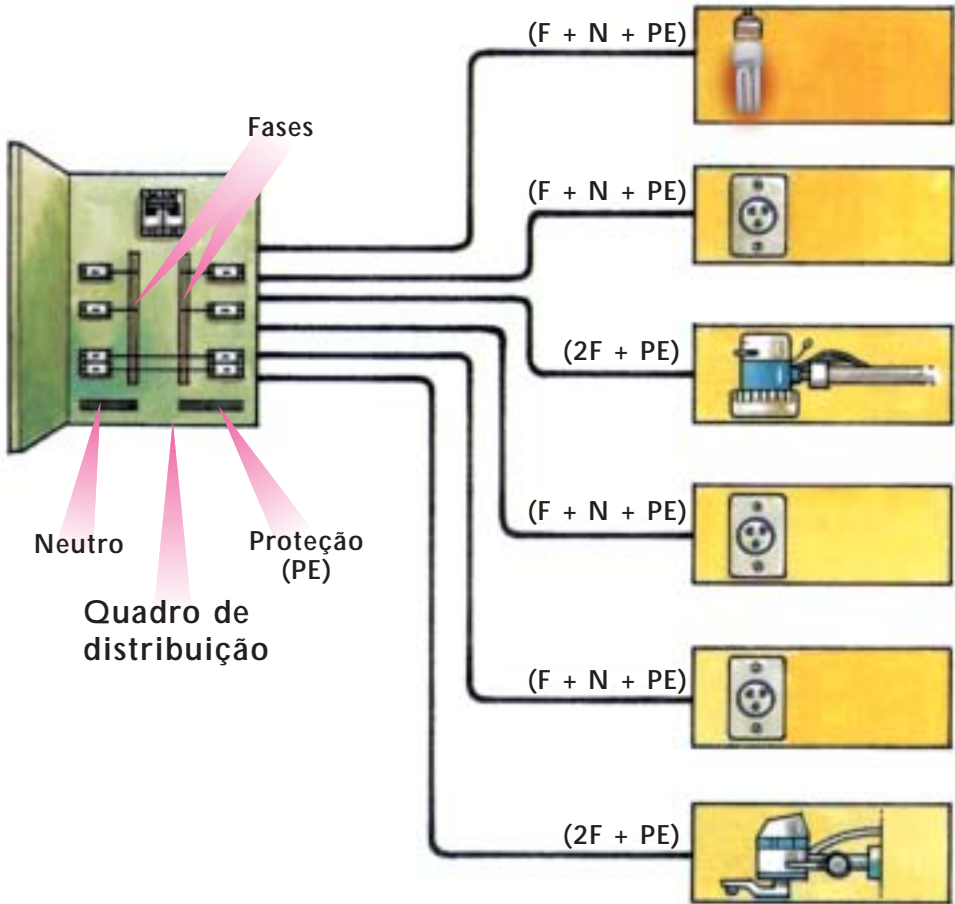
CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FF)



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

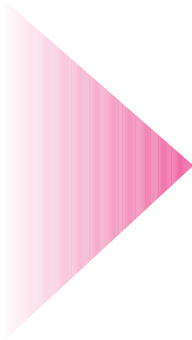


A instalação elétrica de uma residência deve ser dividida em circuitos terminais. Isso facilita a manutenção e reduz a interferência.



A divisão da instalação elétrica em circuitos terminais segue critérios estabelecidos pela NBR 5410, apresentados em seguida.

CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PELA NBR 5410



- prever circuitos de iluminação separados dos circuitos de tomadas de uso geral (TUG's).
- prever circuitos independentes, exclusivos para cada equipamento com corrente nominal superior a 10A. Por exemplo, equipamentos ligados em 127V com potências acima de 1270VA ($127V \times 10A$) devem ter um circuito exclusivo para si.

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;
- as ligações terminais (interruptores e tomadas).

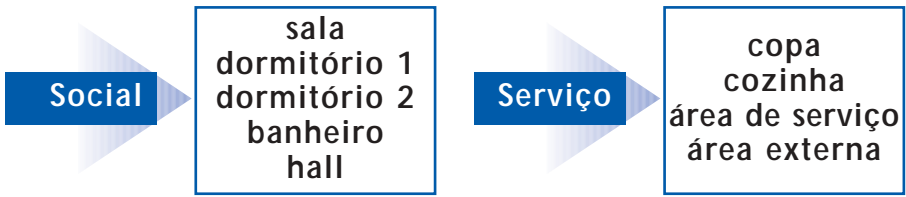
Para que isto não ocorra, uma boa recomendação é, nos circuitos de iluminação e tomadas de uso geral, limitar a corrente a 10A, ou seja, 1270VA em 127V ou 2200VA em 220V.

Aplicando os critérios no exemplo em questão (tabela da pág. 22), deverá haver, no mínimo, quatro circuitos terminais:

- um para iluminação;
- um para tomadas de uso geral;
- dois para tomadas de uso específico (chuveiro e torneira elétrica).

Mas, tendo em vista as questões de ordem prática, optou-se no exemplo em dividir:

OS CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO EM 2:



OS CIRCUITOS DE TOMADAS DE USO GERAL EM 4:



Com relação aos circuitos de tomadas de uso específico, permanecem os 2 circuitos independentes:



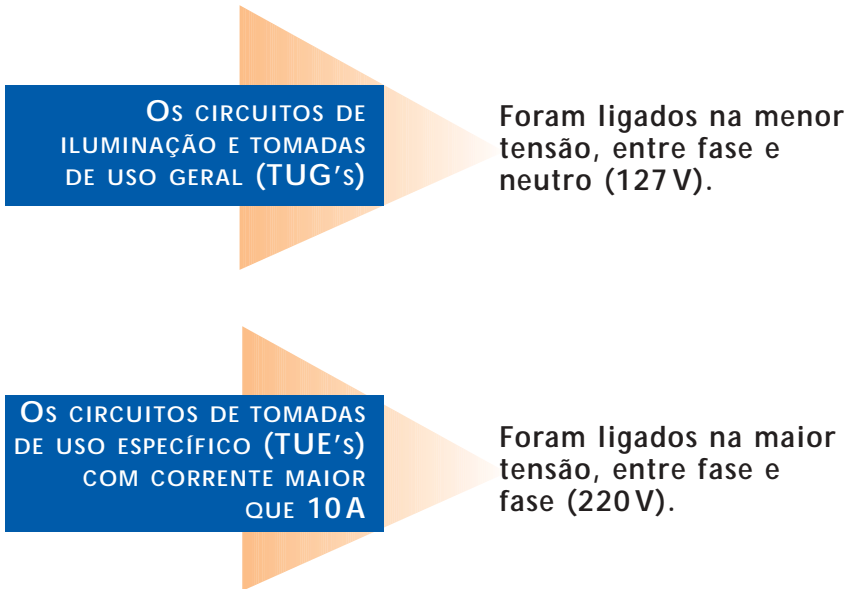
Essa divisão dos circuitos, bem como suas respectivas cargas, estão indicados na tabela a seguir:

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	n° de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm ²)	Proteção		
n°	Tipo			Quantidade x potência (VA)	Total (VA)				Tipo	n° de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620						
2	Ilum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460						
3	TUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900						
4	TUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000						
5	TUG's	127	Copa	2 x 600	1200						
6	TUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700						
7	TUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200						
8	TUG's +TUE's	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200						
9	TUG's	127	A. serviço	2 x 600	1200						
10	TUE's	127	A. serviço	1 x 1000	1000						
11	TUE's	220	Chuveiro	1 x 5600	5600						
12	TUE's	220	Torneira	1 x 5000	5000						
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor								

estes campos serão preenchidos no momento oportuno

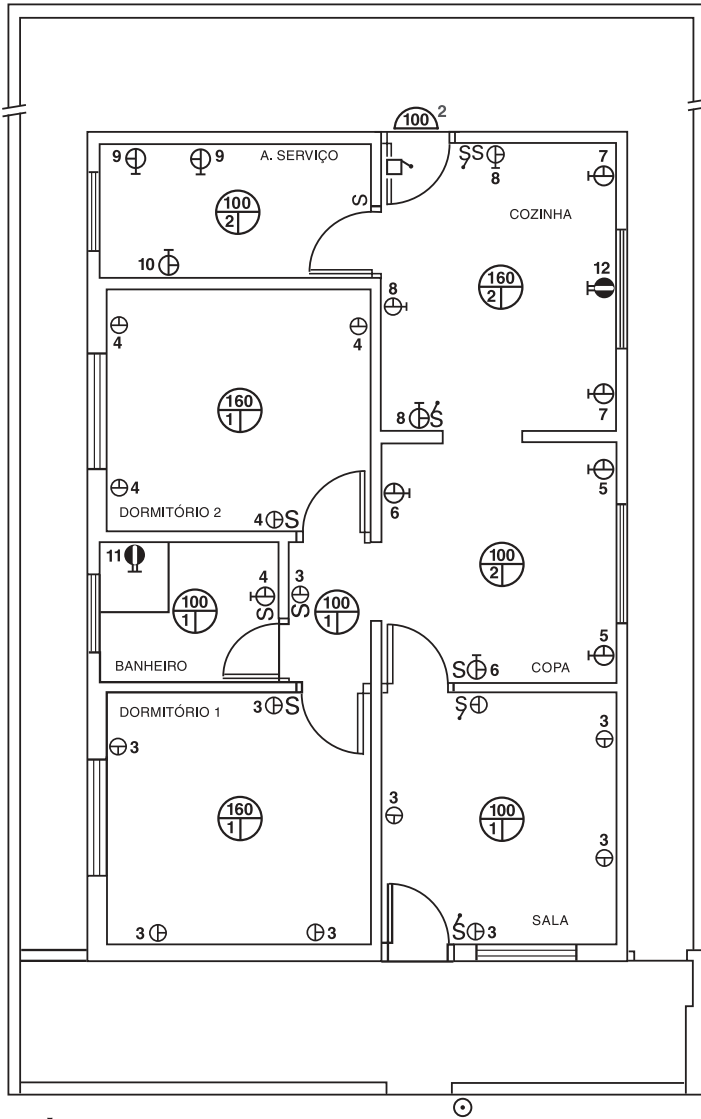
Como o tipo de fornecimento determinado para o exemplo em questão é bifásico, têm-se duas fases e um neutro alimentando o quadro de distribuição.

Sendo assim, neste projeto foram adotados os seguintes critérios:




Quanto ao circuito de distribuição, deve-se sempre considerar a maior tensão (fase-fase) quando este for bifásico ou trifásico. No caso, a tensão do circuito de distribuição é 220V.

Uma vez dividida a instalação elétrica em circuitos, deve-se marcar, na planta, o número correspondente a cada ponto de luz e tomadas. No caso do exemplo, a instalação ficou com 1 circuito de distribuição e 12 circuitos terminais que estão apresentados na planta a seguir.



Legenda

- | | |
|---|--|
|  ponto de luz no teto |  tomada média monofásica com terra |
|  ponto de luz na parede |  cx de saída média bifásica com terra |
|  interruptor simples |  cx de saída alta bifásica com terra |
|  interruptor paralelo |  campainha |
|  tomada baixa monofásica com terra |  botão de campainha |

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.

Neste fascículo, a simbologia apresentada é a usualmente empregada pelos projetistas.

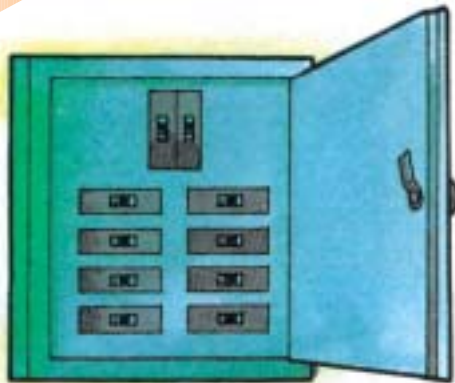
Como ainda não existe um acordo comum a respeito delas, o projetista pode adotar uma simbologia própria identificando-a no projeto, através de uma legenda.

Para os exemplos que aparecem neste Manual, será utilizada a simbologia apresentada a seguir.

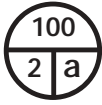
SÍMBOLO



Quadro de distribuição



SÍMBOLO



Ponto de luz no teto

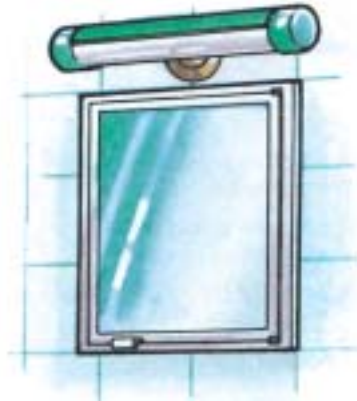
100 - potência de iluminação
2 - número do circuito
a - comando



SÍMBOLO



Ponto de luz na parede



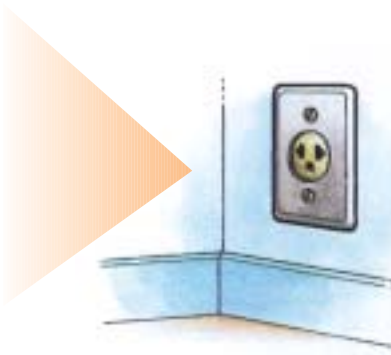
SÍMBOLOS




Tomada baixa monofásica com terra




Tomada baixa bifásica com terra




SÍMBOLOS


 Tomada média monofásica com terra

 Tomada média bifásica com terra



SÍMBOLOS

 Caixa de saída alta monofásica com terra

 Caixa de saída alta bifásica com terra



SÍMBOLO

S

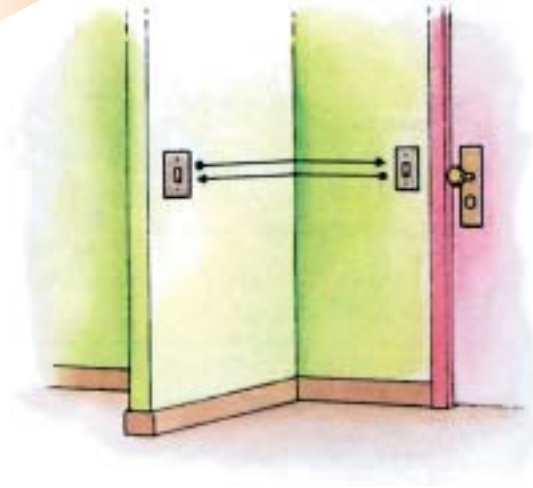
Interruptor simples



SÍMBOLO



Interruptor paralelo



SÍMBOLO



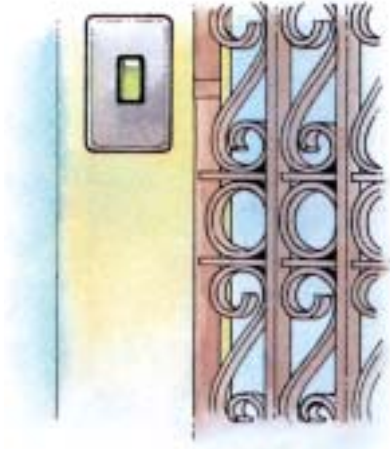
Campainha



SÍMBOLO



Botão de campainha



SÍMBOLO



Eletroduto embutido na laje



SÍMBOLO



Eletroduto embutido na parede



SÍMBOLO



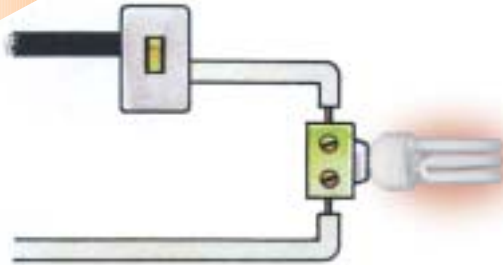
Eletroduto embutido no piso



SÍMBOLO



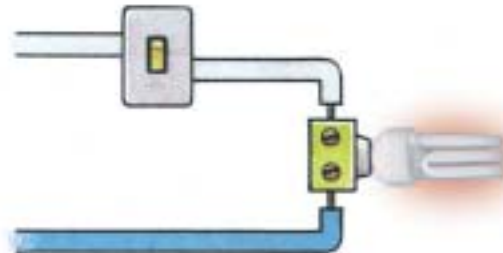
Fio fase

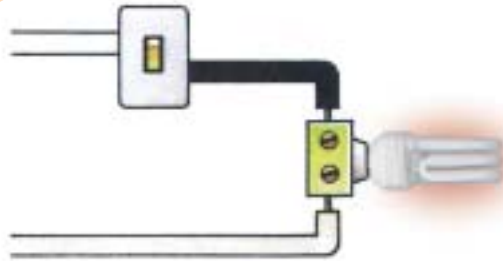


SÍMBOLO

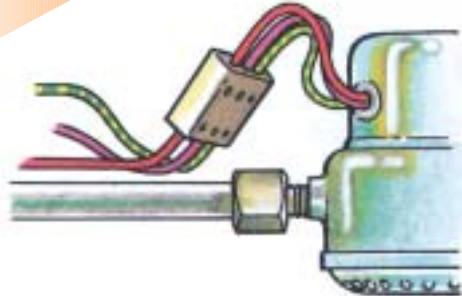


Fio neutro
(necessariamente azul claro)



SÍMBOLO**Fio de retorno****SÍMBOLO****Condutor de proteção**

(fio terra necessariamente verde ou verde-amarelo)



CONDUTORES ELÉTRICOS

O termo condutor elétrico é usado para designar um produto destinado a transportar corrente (energia) elétrica, sendo que os fios e os cabos elétricos são os tipos mais comuns de condutores. O cobre é o metal mais utilizado na fabricação de condutores elétricos para instalações residenciais, comerciais e industriais.

Um fio é um condutor sólido, maciço, provido de isolamento, usado diretamente como condutor de energia elétrica. Por sua vez, a palavra cabo é utilizada quando um conjunto de fios é reunido para formar um condutor elétrico.

Dependendo do número de fios que compõe um cabo e do diâmetro de cada um deles, um condutor apresenta diferentes graus de flexibilidade. A norma brasileira NBR NM280 define algumas classes de flexibilidade para os condutores elétricos, a saber:

Classe 1

são aqueles condutores sólidos (fios), os quais apresentam baixo grau de flexibilidade durante o seu manuseio.

Classes 2, 4, 5 e 6

são aqueles condutores formados por vários fios (cabos), sendo que, quanto mais alta a classe, maior a flexibilidade do cabo durante o manuseio.

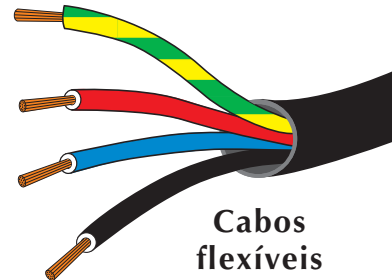
E qual a importância da flexibilidade de um condutor nas instalações elétricas residenciais?

Geralmente, nas instalações residenciais, os condutores são enfiados no interior de eletrodutos e passam por curvas e caixas de passagem até chegar ao seu destino final, que é, quase sempre, uma caixa de ligação 5 x 10cm ou 10 x 10cm instalada nas paredes ou uma caixa octogonal situada no teto ou forro.

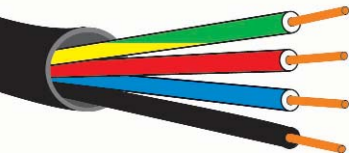
Além disso, em muitas ocasiões, há vários condutores de diferentes circuitos no interior do mesmo eletroduto, o que torna o trabalho de enfição mais difícil ainda.

Nestas situações, a experiência internacional vem comprovando há muitos anos que o uso de cabos flexíveis, com classe 5, no mínimo, reduz significativamente o esforço de enfição dos condutores nos eletrodutos, facilitando também a eventual retirada dos mesmos.

Da mesma forma, nos últimos anos também os profissionais brasileiros têm utilizado cada vez mais os cabos flexíveis nas instalações elétricas em geral e nas residenciais em particular.



Fios sólidos



CONDUTOR DE PROTEÇÃO - PE (FIO TERRA)



Dentro de todos os aparelhos elétricos existem elétrons que querem “fugir” do interior dos condutores. Como o corpo humano é capaz de conduzir eletricidade, se uma pessoa encostar nesses equipamentos, ela estará sujeita a levar um choque, que nada mais é do que a sensação desagradável provocada pela passagem dos elétrons pelo corpo.

É preciso lembrar que correntes elétricas de apenas 0,05 ampère já podem provocar graves danos ao organismo!

Sendo assim, como podemos fazer para evitar os choques elétricos?

O conceito básico da proteção contra choques é o de que os elétrons devem ser “desviados” da pessoa.

Sabendo-se que um fio de cobre é um milhão de vezes melhor condutor do que o corpo humano, fica evidente que, se oferecermos aos elétrons dois caminhos para eles circularem, sendo um o corpo e o outro um fio, a enorme maioria deles irá circular pelo último, minimizando os efeitos do choque na pessoa. Esse fio pelo qual irão circular os elétrons que “escapam” dos aparelhos é chamado de **fio terra**.





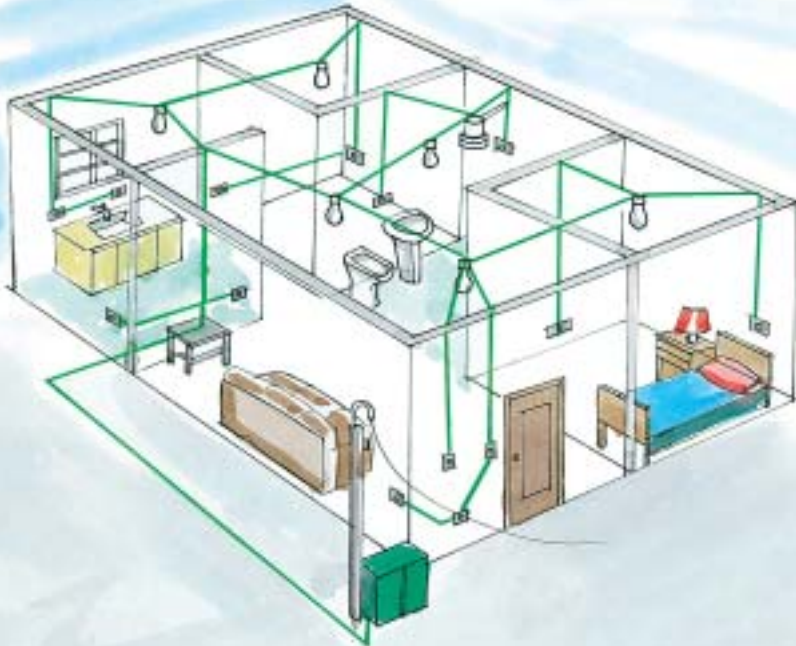
Como a função do fio terra é “recolher” elétrons “fugitivos”, nada tendo a ver com o funcionamento propriamente dito do aparelho, muitas vezes as pessoas esquecem de sua importância para a segurança.

É como em um automóvel: é possível fazê-lo funcionar e nos transportar até o local desejado, sem o uso do cinto de segurança. No entanto, é sabido que os riscos relativos à segurança em caso de acidente aumentam em muito sem o seu uso.

COMO INSTALAR O FIO TERRA

A figura abaixo indica a maneira mais simples de instalar o fio terra em uma residência.

Observe que a bitola do fio terra deve estar conforme a tabela da página 102. Pode-se utilizar um único fio terra por eletroduto, interligando vários aparelhos e tomadas. Por norma, a cor do fio terra é obrigatoriamente verde/amarela ou somente verde.



OS APARELHOS E AS TOMADAS

Nem todos os aparelhos elétricos precisam de fio terra.

Isso ocorre quando eles são construídos de tal forma que a quantidade de elétrons “fugitivos” esteja dentro de limites aceitáveis.

Nesses casos, para a sua ligação, é preciso apenas levar até eles dois fios (fase e neutro ou fase e fase), que são ligados diretamente, através de conectores apropriados ou por meio de tomadas de dois pólos (figura 2).

Por outro lado, há vários aparelhos que vêm com o fio terra incorporado, seja fazendo parte do cabo de ligação do aparelho, seja separado dele.

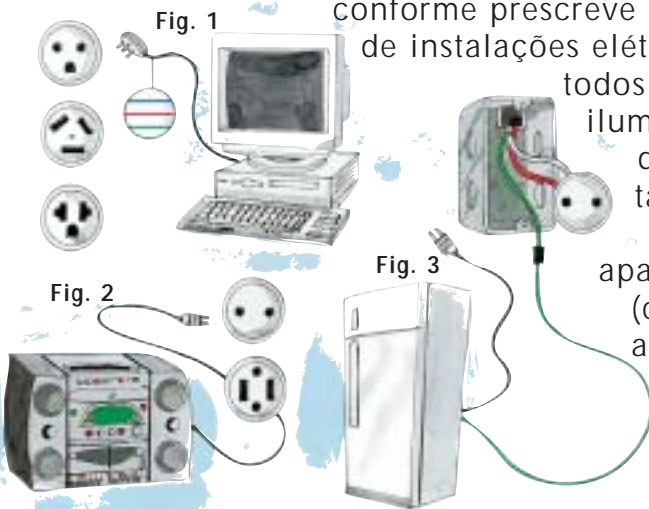
Nessa situação, é preciso utilizar uma tomada com três pólos (fase-neutro-terra ou fase-fase-terra) compatível com o tipo de plugue do aparelho, conforme a figura 1 ou uma tomada com dois pólos, ligando o fio terra do aparelho diretamente ao fio terra da instalação (figura 3).

Como uma instalação deve estar preparada para receber qualquer tipo de aparelho elétrico, conclui-se que,

conforme prescreve a norma brasileira de instalações elétricas NBR 5410,

todos os circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e também os que servem a

aparelhos específicos (como chuveiros, ar condicionados, microondas, lava roupas, etc.) devem possuir o fio terra.



O Uso dos Dispositivos DR

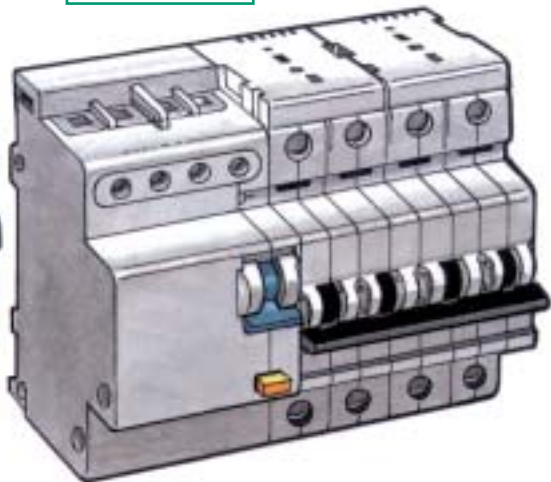
Como vimos anteriormente, o dispositivo DR é um interruptor automático que desliga correntes elétricas de pequena intensidade (da ordem de centésimos de ampère), que um disjuntor comum não consegue detectar, mas que podem ser fatais se percorrerem o corpo humano.

Dessa forma, um completo sistema de aterramento, que proteja as pessoas de um modo eficaz, deve conter, além do fio terra, o dispositivo DR.

Bipolar



Tetrapolar



RECOMENDAÇÕES E EXIGÊNCIAS DA NBR 5410

A NBR 5410
exige,
desde 1997:

A utilização de proteção diferencial residual (disjuntor ou interruptor) de alta sensibilidade em circuitos terminais que sirvam a:

- tomadas de corrente em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens;
- tomadas de corrente em áreas externas;
- tomadas de corrente que, embora instaladas em áreas internas, possam alimentar equipamentos de uso em áreas externas;
- pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro.

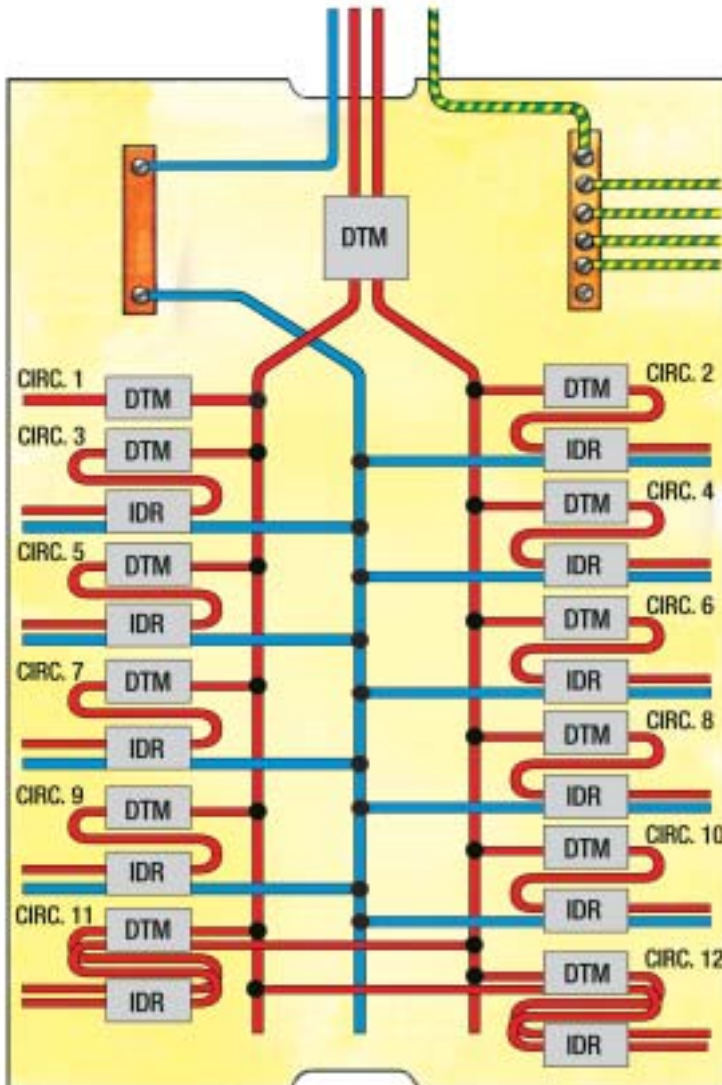
NOTA: os circuitos não relacionados nas recomendações e exigências acima poderão ser protegidos apenas por disjuntores termomagnéticos (DTM).

Aplicando-se as recomendações e exigências da NBR 5410 ao projeto utilizado como exemplo, onde já se tem a divisão dos circuitos, o tipo de proteção a ser empregado é apresentado no quadro abaixo:

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	n° de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm ²)	Proteção		
n°	Tipo			Quantidade x potência (VA)	Total (VA)				Tipo	n° de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620			DTM	1		
2	Ilum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460			DTM + IDR	1 2		
3	TUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900			DTM + IDR	1 2		
4	TUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000			DTM + IDR	1 2		
5	TUG's	127	Copa	2 x 600	1200			DTM + IDR	1 2		
6	TUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700			DTM + IDR	1 2		
7	TUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200			DTM + IDR	1 2		
8	TUG's + TUE's	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200			DTM + IDR	1 2		
9	TUG's	127	A. serviço	2 x 600	1200			DTM + IDR	1 2		
10	TUE's	127	A. serviço	1 x 1000	1000			DTM + IDR	1 2		
11	TUE's	220	Chuveiro	1 x 5600	5600			DTM + IDR	2 2		
12	TUE's	220	Torneira	1 x 5000	5000			DTM + IDR	2 2		
Distribuição		220	Quadro distribuição Quadro medidor					DTM	2		

(DTM = disjuntor termomagnético. IDR = interruptor diferencial-residual)

DESENHO ESQUEMÁTICO DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

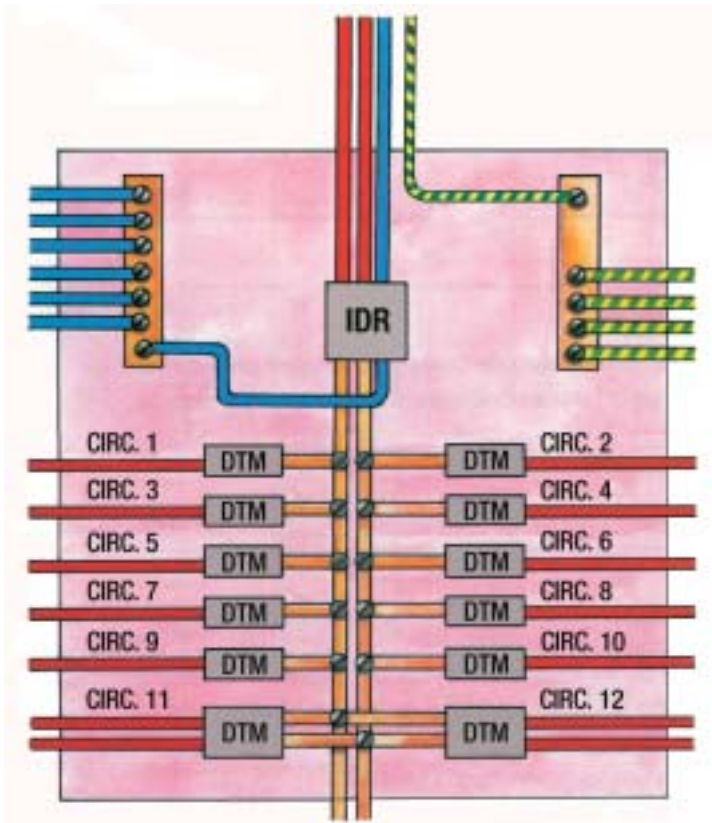


A NBR 5410 também prevê a possibilidade de optar pela instalação de disjuntor DR ou interruptor DR na proteção geral. A seguir serão apresentadas as regras e a devida aplicação no exemplo em questão.

OPÇÃO DE UTILIZAÇÃO DE INTERRUPTOR DR NA PROTEÇÃO GERAL

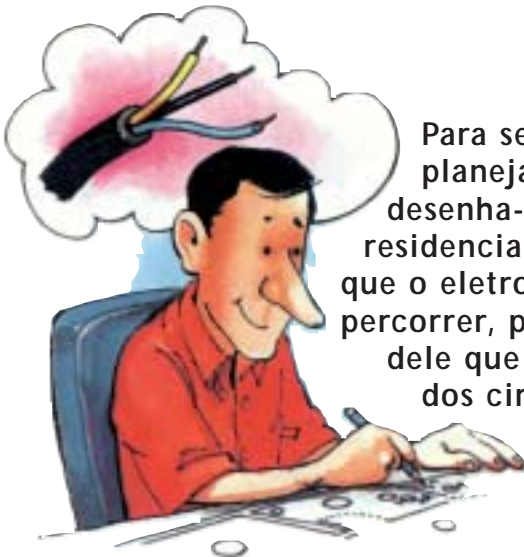
No caso de instalação de interruptor DR na proteção geral, a proteção de todos os circuitos terminais pode ser feita com disjuntor termomagnético. A sua instalação é necessariamente no quadro de distribuição e deve ser precedida de proteção geral contra sobrecorrente e curto-circuito no quadro do medidor.

Esta solução pode, em alguns casos, apresentar o inconveniente de o IDR disparar com mais freqüência, uma vez que ele “sente” todas as correntes de fuga naturais da instalação.



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.



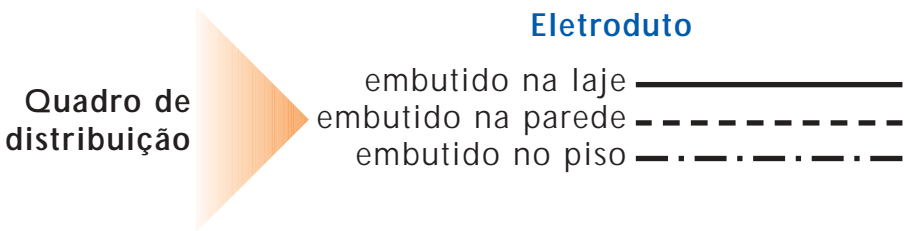
Entretanto, para o planejamento do caminho que o eletroduto irá percorrer, fazem-se necessárias algumas orientações básicas:



A Locar, primeiramente, o quadro de distribuição, em lugar de fácil acesso e que fique o mais próximo possível do medidor.

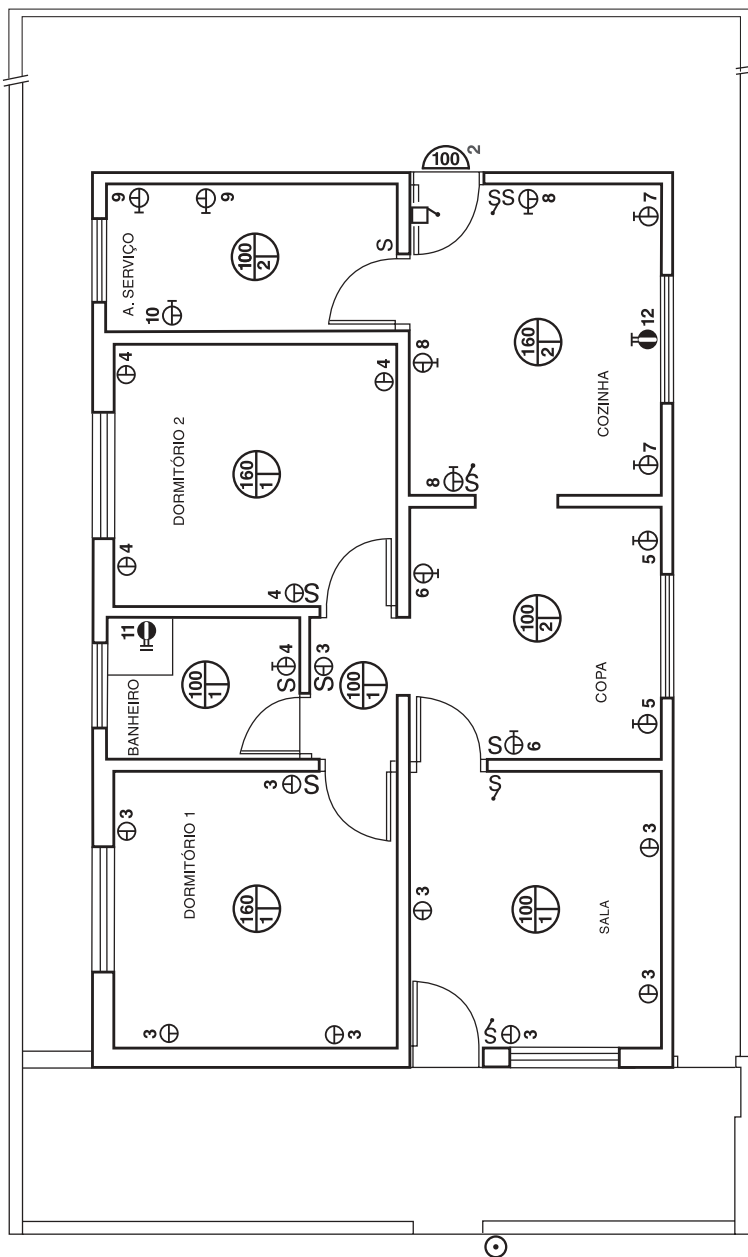
B Partir com o eletroduto do quadro de distribuição, traçando seu caminho de forma a encurtar as distâncias entre os pontos de ligação.

C Utilizar a simbologia gráfica para representar, na planta residencial, o caminhamento do eletroduto.












D Fazer uma legenda da simbologia empregada.

E Ligar os interruptores e tomadas ao ponto de luz de cada cômodo.



Legenda

- | | |
|---|--|
|  ponto de luz no teto |  tomada média monofásica com terra |
|  ponto de luz na parede |  cx de saída média bifásica com terra |
|  interruptor simples |  cx de saída alta bifásica com terra |
|  interruptor paralelo |  campainha |
|  tomada baixa monofásica com terra |  botão de campainha |

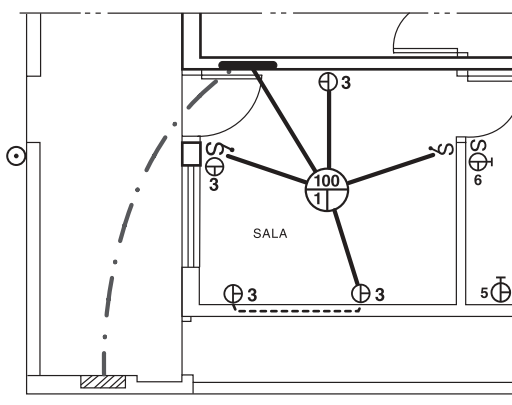


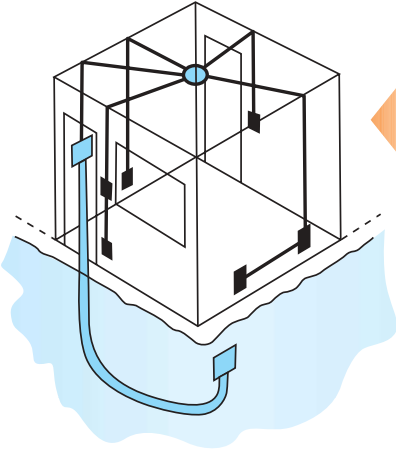
Para se acompanhar o desenvolvimento do caminhamento dos eletrodutos, tomaremos a planta do exemplo (pág. 68) anterior já com os pontos de luz e tomadas e os respectivos números dos circuitos representados. Iniciando o caminhamento dos eletrodutos, seguindo as orientações vistas anteriormente, deve-se primeiramente:

DETERMINAR O LOCAL DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO



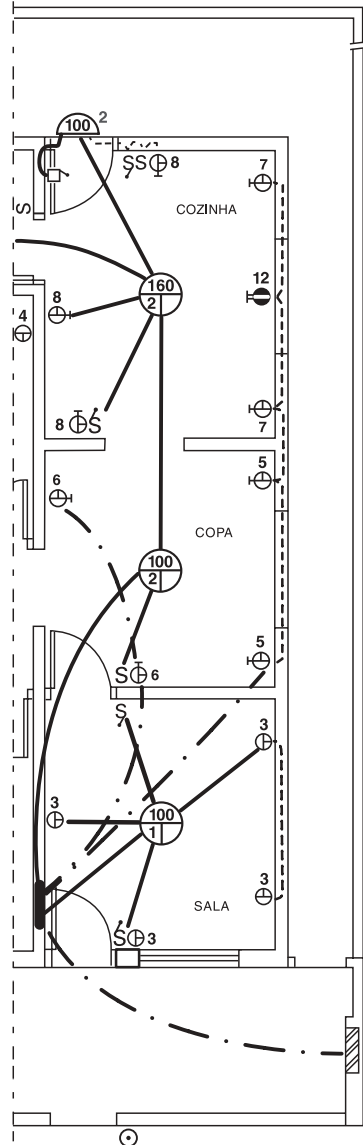
Uma vez determinado o local para o quadro de distribuição, inicia-se o caminhamento partindo dele com um eletroduto em direção ao ponto de luz no teto da sala e daí para os interruptores e tomadas desta dependência. Neste momento, representa-se também o eletroduto que conterá o circuito de distribuição.



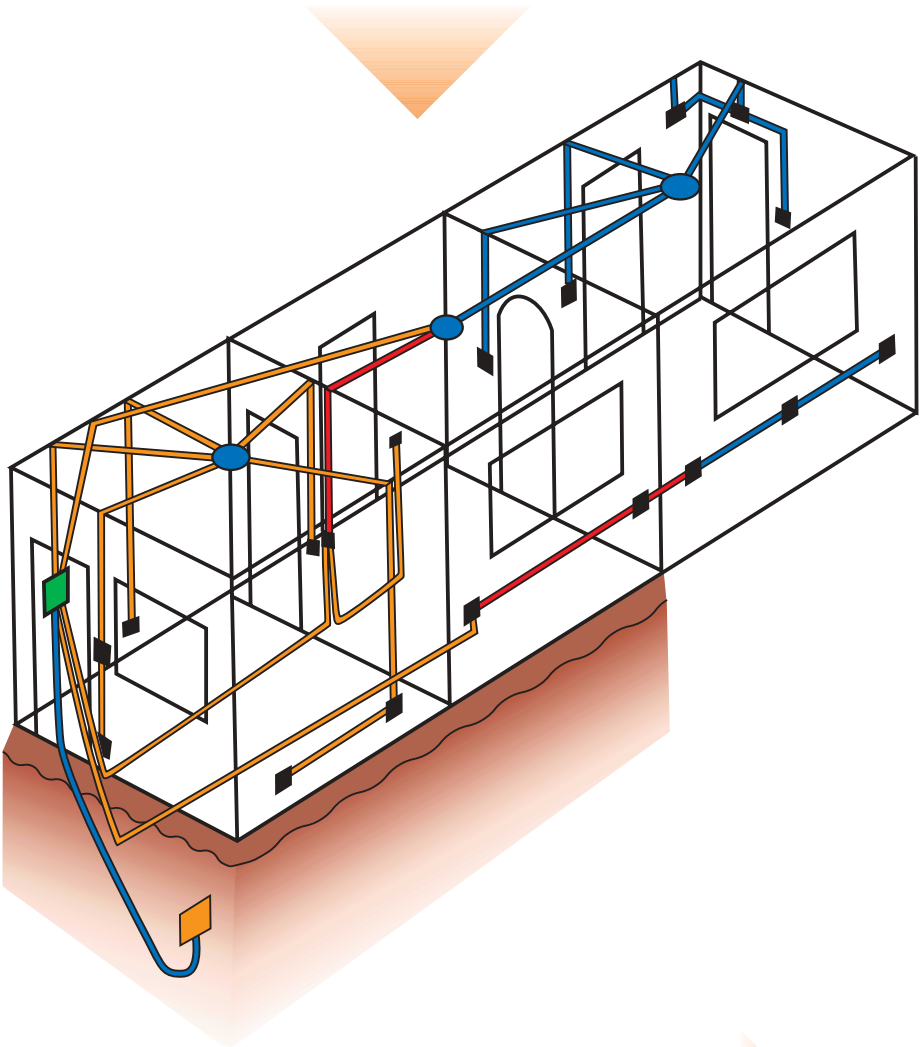


Ao lado vê-se, em três dimensões, o que foi representado na planta residencial.

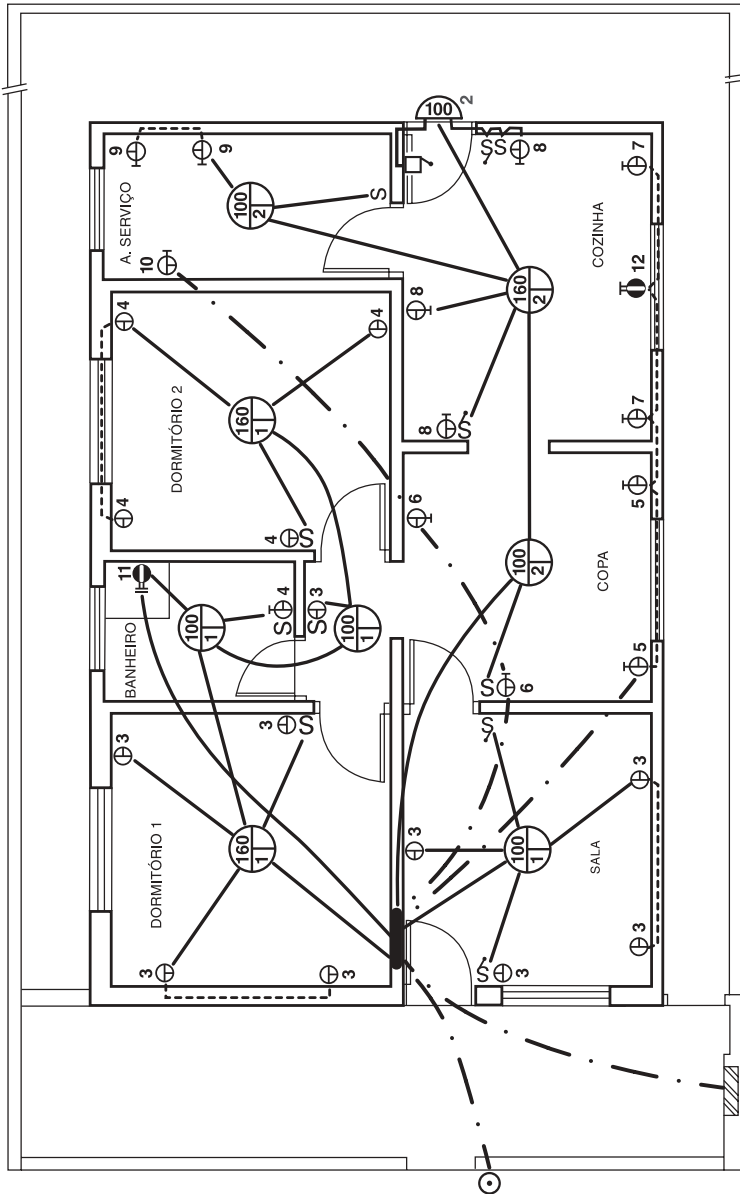
Do ponto de luz no teto da sala sai um eletroduto que vai até o ponto de luz na copa e, daí, para os interruptores e tomadas. Para a cozinha, procede-se da mesma forma.

















Observe, novamente,
o desenho em
três dimensões.



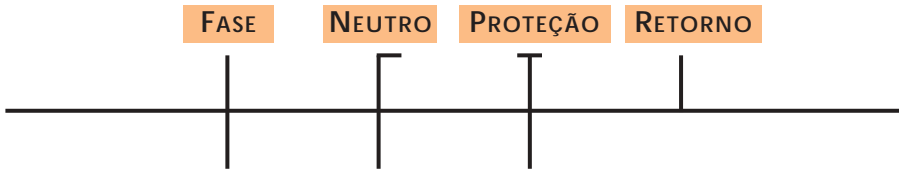
Para os demais cômodos da residência,
parte-se com outro eletroduto do quadro
de distribuição, fazendo as outras
ligações (página a seguir).



Legenda

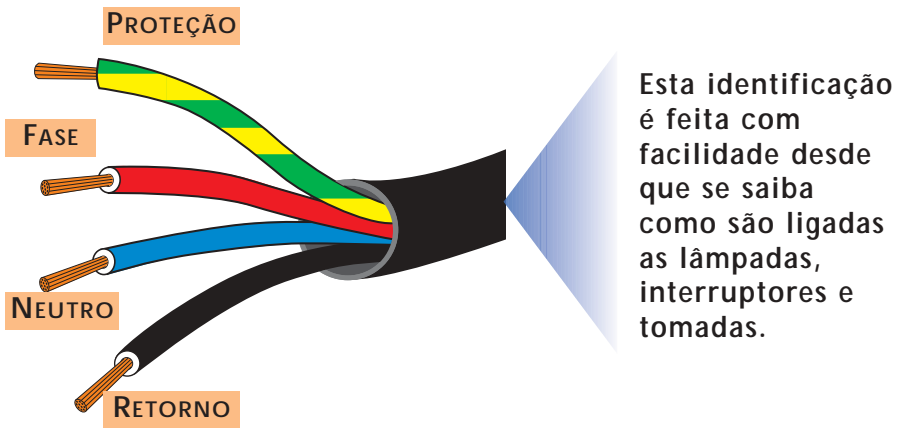
- | | | |
|--|--|---|
|  ponto de luz no teto |  tomada média monofásica com terra |  quadro de distribuição |
|  ponto de luz na parede |  cx de saída média bifásica com terra |  eletroduto embutido na laje |
|  interruptor simples |  cx de saída alta bifásica com terra |  eletroduto embutido na parede |
|  interruptor paralelo |  campainha |  eletroduto embutido no piso |
|  tomada baixa monofásica com terra |  botão de campainha | |

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.



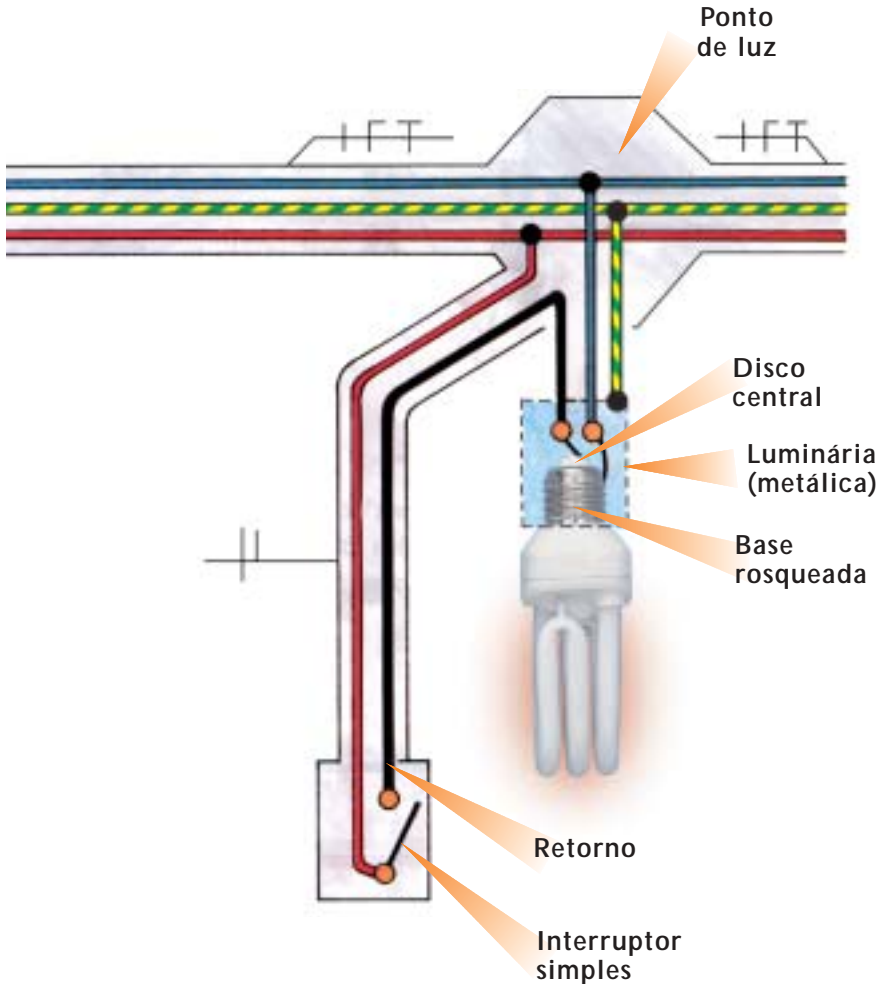
Entretanto, para empregá-la, primeiramente precisa-se identificar:

quais fios estão passando dentro de cada eletroduto representado.



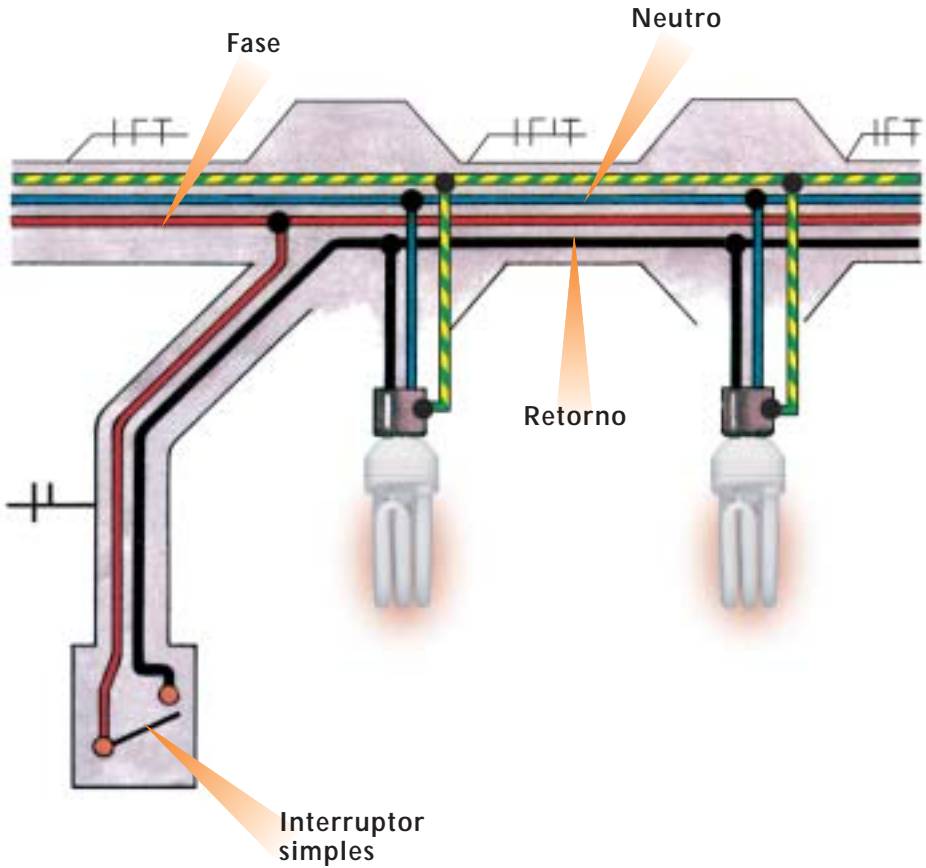
Serão apresentados a seguir os esquemas de ligação mais utilizados em uma residência.

1. Ligação de uma lâmpada comandada por interruptor simples.

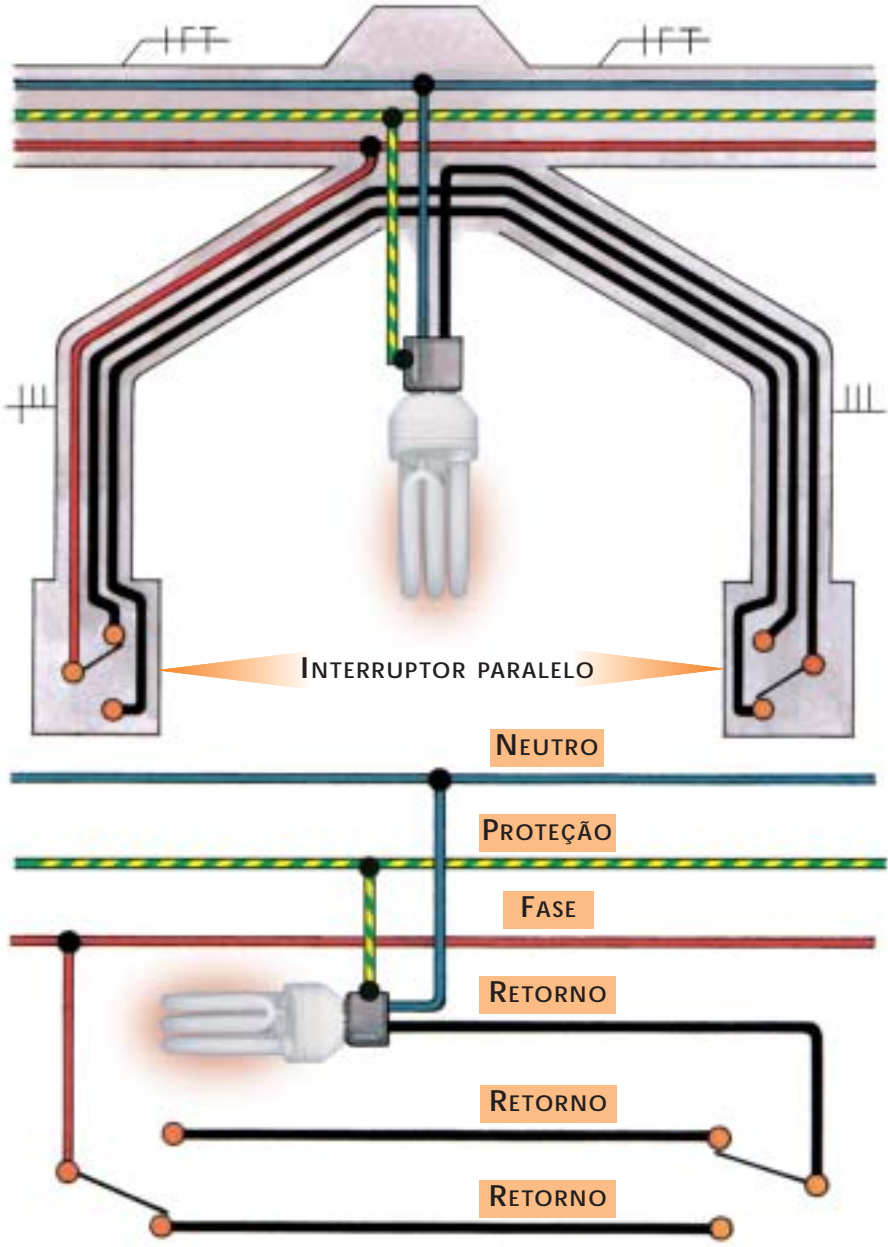


- Ligar sempre:**
- a fase ao interruptor;
 - o retorno ao contato do disco central da lâmpada;
 - o neutro diretamente ao contato da base rosqueada da lâmpada;
 - o fio terra à luminária metálica.

2. Ligação de mais de uma lâmpada com interruptores simples.

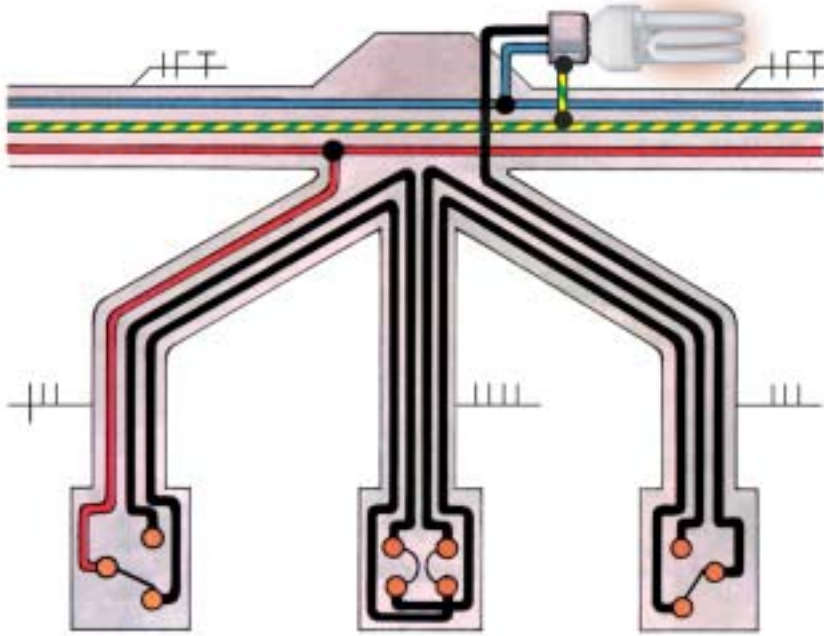


3. Ligação de lâmpada comandada de dois pontos (interruptores paralelos).

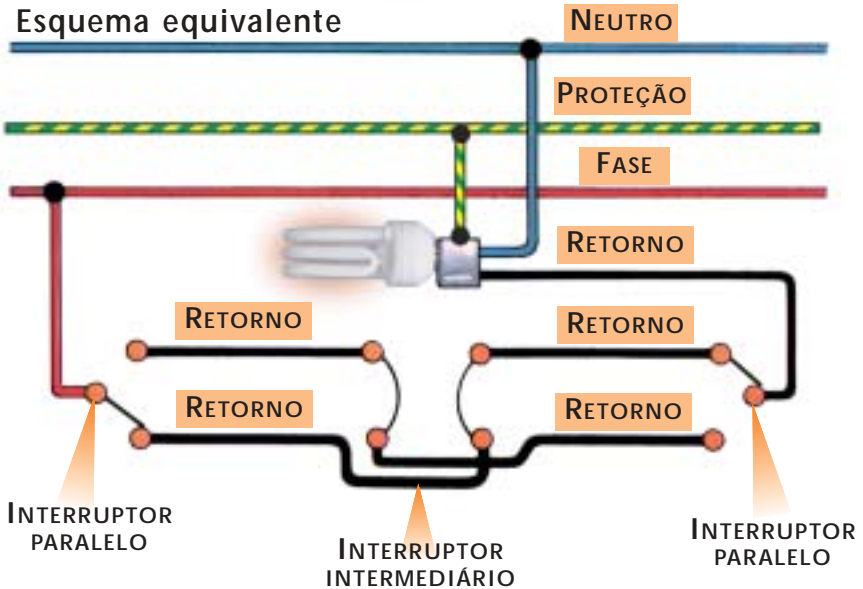


Esquema equivalente

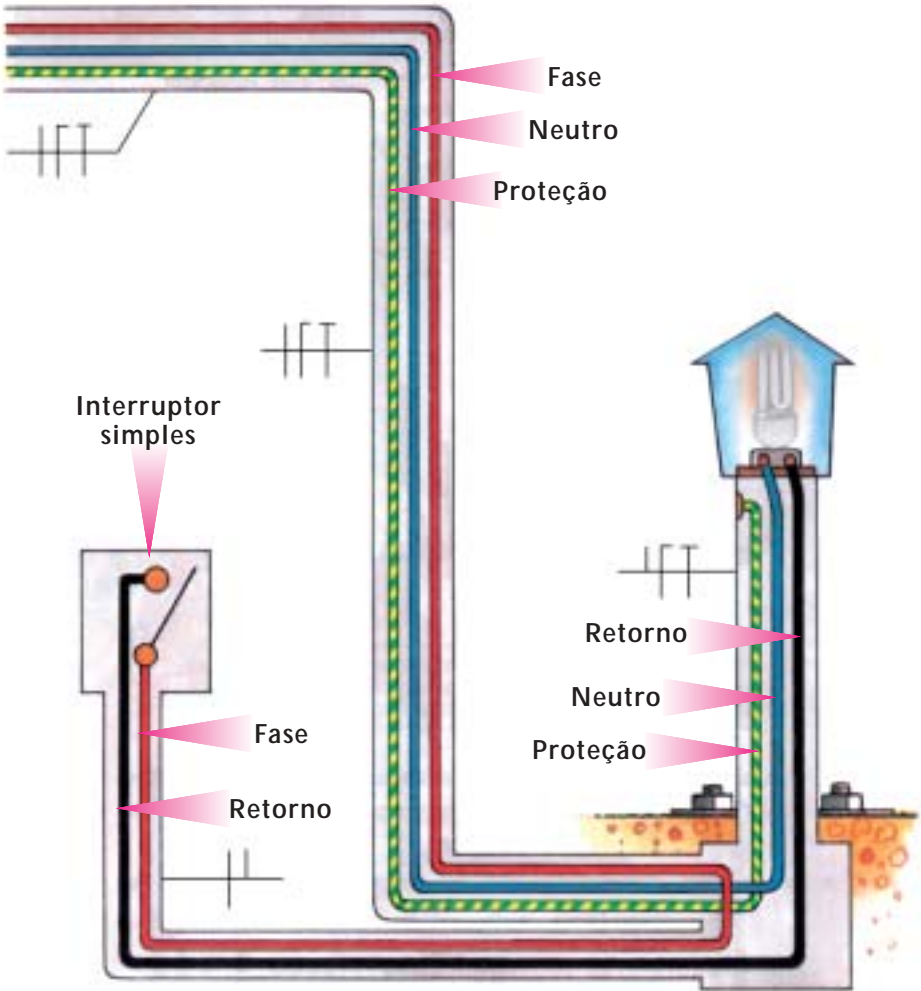
4. Ligação de lâmpada comandada de três ou mais pontos (paralelos + intermediários).



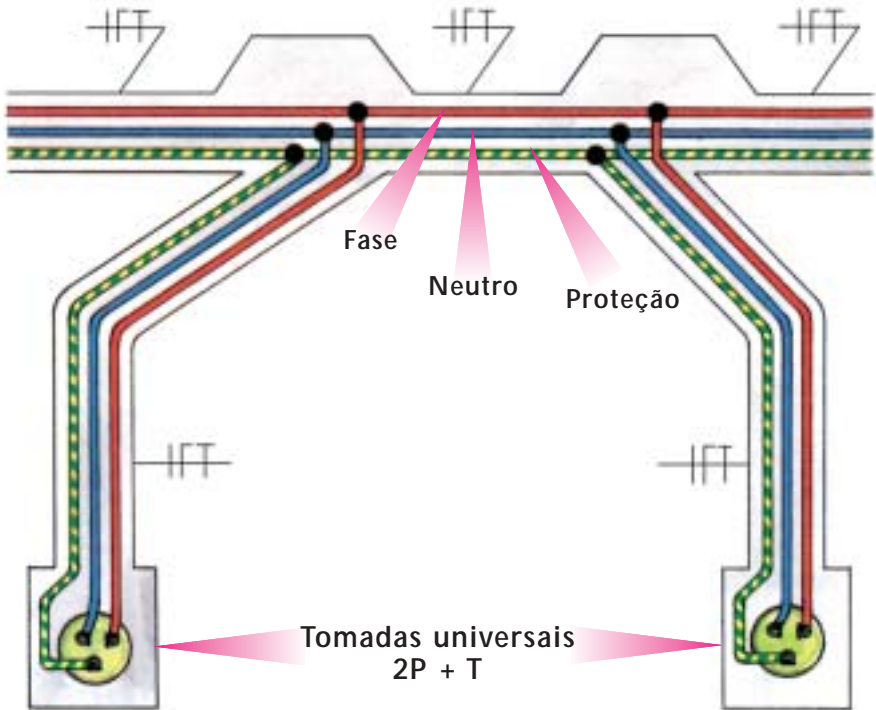
Esquema equivalente



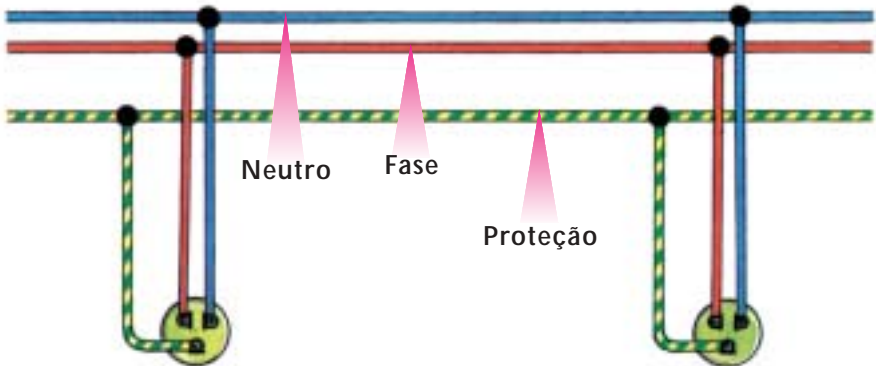
5. Ligação de lâmpada comandada por interruptor simples, instalada em área externa.



6. Ligação de tomadas de uso geral (monofásicas).

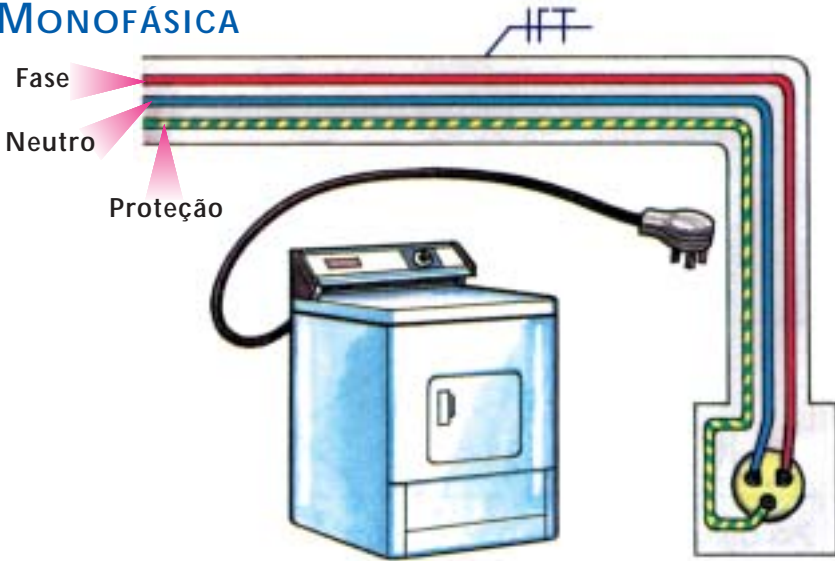


Esquema equivalente

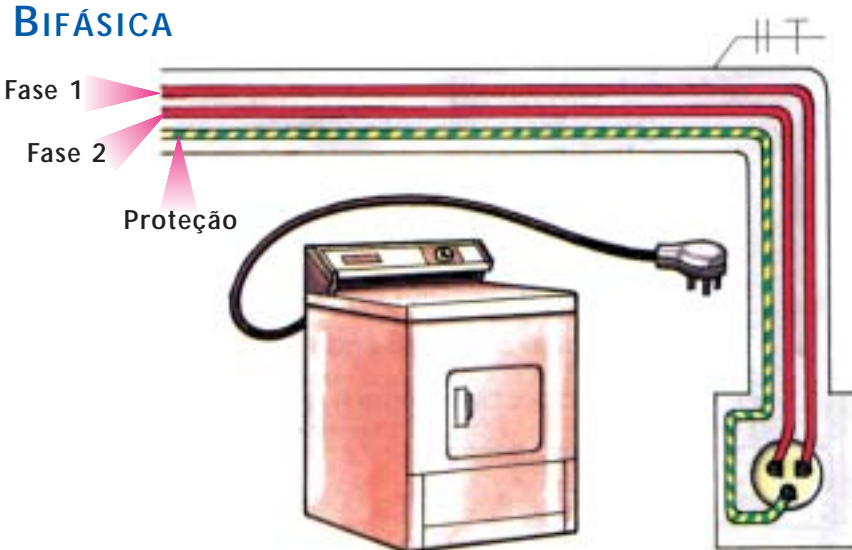


7. Ligação de tomadas de uso específico.

MONOFÁSICA



BIFÁSICA



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.**

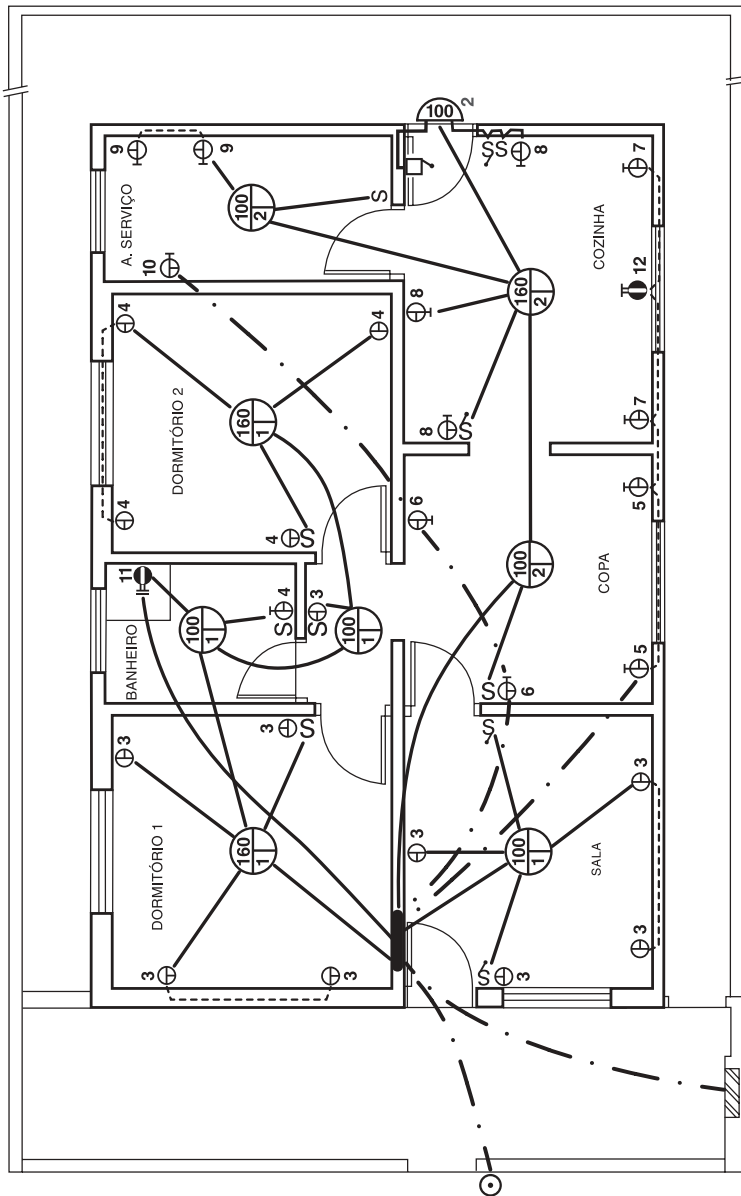
Por que a representação gráfica da fiação deve ser feita?

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.

RECOMENDAÇÕES

Na prática, não se recomenda instalar mais do que 6 ou 7 condutores por eletroduto, visando facilitar a enfição e/ou retirada dos mesmos, além de evitar a aplicação de fatores de correções por agrupamento muito rigorosos.

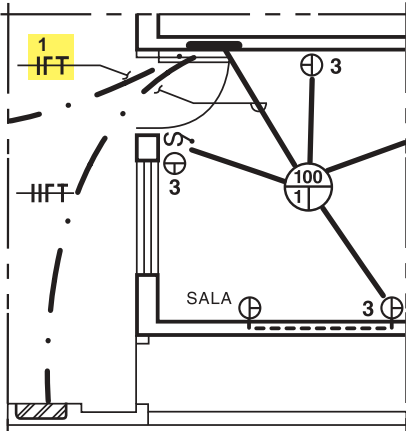
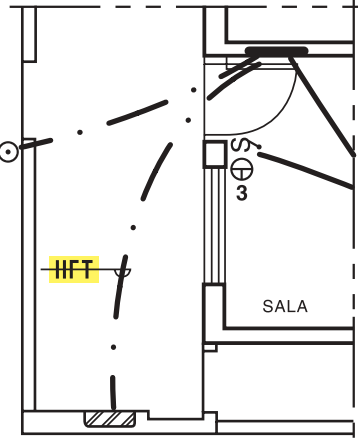
Para exemplificar a representação gráfica da fiação, utilizaremos a planta do exemplo a seguir, onde os eletrodutos já estão representados.



Legenda

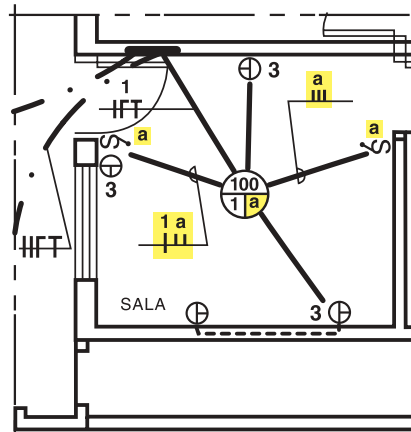
- | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|--|-------------------------------|
| | ponto de luz no teto | | tomada média monofásica com terra | | quadro de distribuição |
| | ponto de luz na parede | | cx de saída média bifásica com terra | | eletroduto embutido na laje |
| | interruptor simples | | cx de saída alta bifásica com terra | | eletroduto embutido na parede |
| | interruptor paralelo | | botão de campainha | | eletroduto embutido no piso |
| | tomada baixa monofásica com terra | | botão de campainha | | |

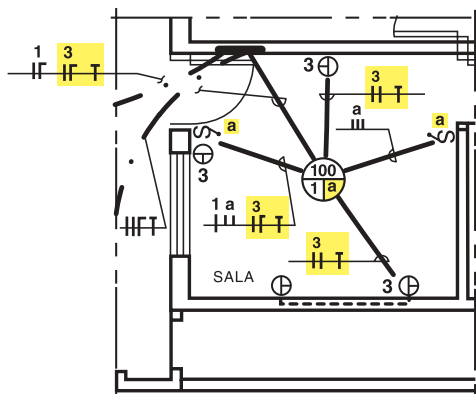
Começando a representação gráfica pelo alimentador: os dois fios fase, o neutro e o de proteção (PE) partem do quadro do medidor e vão até o quadro de distribuição.



Do quadro de distribuição saem os fios fase, neutro e de proteção do circuito 1, indo até o ponto de luz da sala.

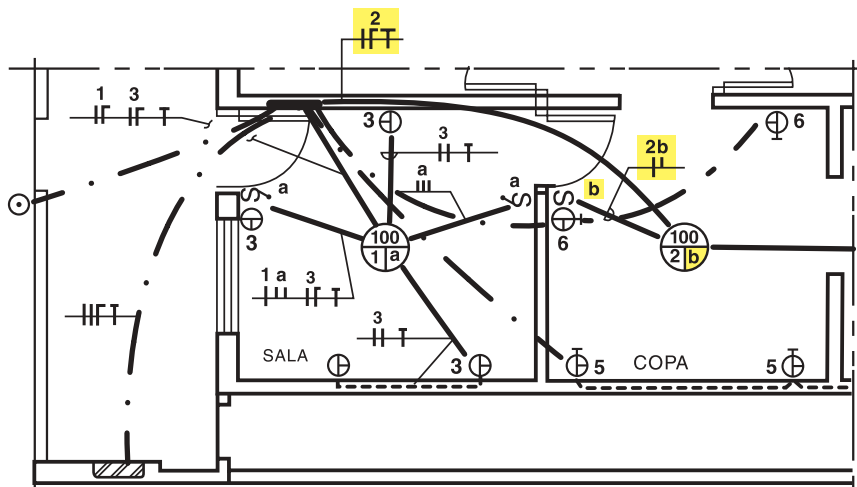
Do ponto de luz da sala, faz-se a ligação da lâmpada que será comandada por interruptores paralelos.



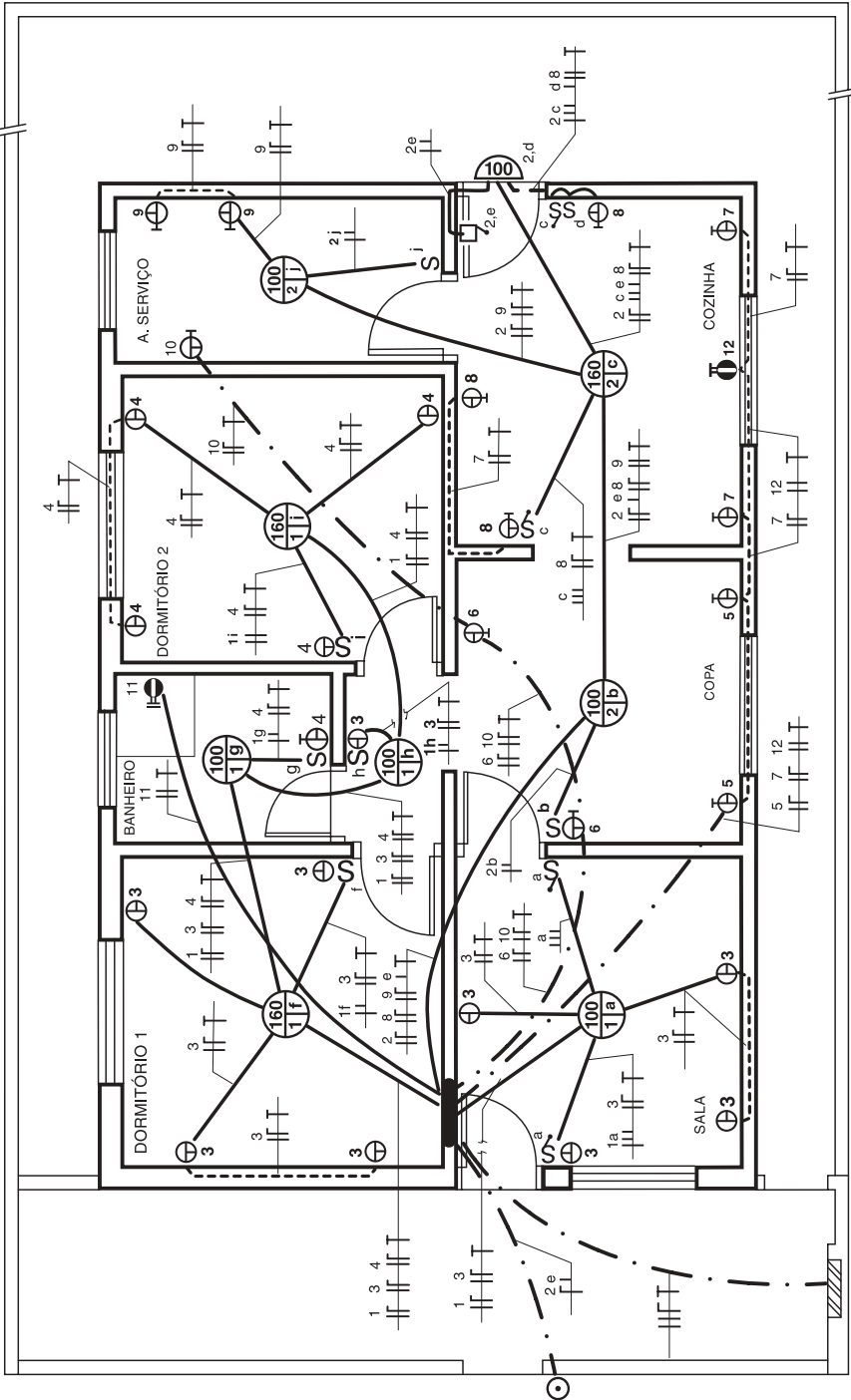


Para ligar as tomadas da sala, é necessário sair do quadro de distribuição com os fios fase e neutro do circuito 3 e o fio de proteção, indo até o ponto de luz na sala e daí para as tomadas, fazendo a sua ligação.

Ao prosseguir com a instalação é necessário levar o fase, o neutro e o proteção do circuito 2 do quadro de distribuição até o ponto de luz na copa. E assim por diante, completando a distribuição.



Observe que, com a alternativa apresentada, os eletrodutos não estão muito carregados. Convém ressaltar que esta é uma das soluções possíveis, outras podem ser estudadas, inclusive a mudança do quadro de distribuição mais para o centro da instalação, mas isso só é possível enquanto o projeto estiver no papel. Adotaremos para este projeto a solução apresentada na página a seguir.



CÁLCULO DA CORRENTE

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

Substituindo na fórmula as letras correspondentes à potência e tensão pelos seus valores conhecidos:

$$P = U \times I$$

$$635 = 127 \times ?$$

Para achar o valor da corrente basta dividir os valores conhecidos, ou seja, o valor da potência pela tensão:

$$I = ?$$

$$I = P \div U$$

$$I = 635 \div 127$$

$$I = 5 \text{ A}$$

Para o cálculo da corrente:

$$I = P \div U$$

No projeto elétrico desenvolvido como exemplo, 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.

Esses valores se encontram registrados na tabela a seguir.

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	nº de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm ²)	Proteção		
nº	Tipo			Quantidade x potência (VA)	Total (VA)				Tipo	nº de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	4,9		DTM	1		
2	Ilum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	3,6		DTM + IDR	1 2		
3	TUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	7,1		DTM + IDR	1 2		
4	TUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	7,9		DTM + IDR	1 2		
5	TUG's	127	Copa	2 x 600	1200	9,4		DTM + IDR	1 2		
6	TUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	5,5		DTM + IDR	1 2		
7	TUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200	9,4		DTM + IDR	1 2		
8	TUG's + TUE's	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	9,4		DTM + IDR	1 2		
9	TUG's	127	A. serviço	2 x 600	1200	9,4		DTM + IDR	1 2		
10	TUE's	127	A. serviço	1 x 1000	1000	7,9		DTM + IDR	1 2		
11	TUE's	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	25,5		DTM + IDR	2 2		
12	TUE's	220	Torneira	1 x 5000	5000	22,7		DTM + IDR	2 2		
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor		12459	56,6		DTM	2		

Para o cálculo da corrente do circuito de distribuição, primeiramente é necessário calcular a potência deste circuito.

CÁLCULO DA POTÊNCIA DO CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO

1. Somam-se os valores das potências ativas de iluminação e tomadas de uso geral (TUG's).

Nota: estes valores já foram calculados na página 22

potência ativa de iluminação: 1080W
 potência ativa de TUG's: 5520W
 6600W

2. Multiplica-se o valor calculado (6600W) pelo fator de demanda correspondente a esta potência.

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

potência ativa de
 iluminação e
 TUG's = 6600W
 fator de demanda:
 0,40

$$6600 \times 0,40 = 2640W$$

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 superdimensionar os componentes dos circuitos de distribuição, tendo em vista que numa residência nem todas as lâmpadas e tomadas são utilizadas ao mesmo tempo.

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

O fator de demanda para as TUE's é obtido em função do número de circuitos de TUE's previstos no projeto.

nº de circuitos TUE's	FD
01	1,00
02	1,00
03	0,84
04	0,76
05	0,70
06	0,65
07	0,60
08	0,57
09	0,54
10	0,52
11	0,49
12	0,48
13	0,46
14	0,45
15	0,44
16	0,43
17	0,40
18	0,40
19	0,40
20	0,40
21	0,39
22	0,39
23	0,39
24	0,38
25	0,38

nº de circuitos de TUE's do exemplo = 4.

Potência ativa de TUE's:

- 1 chuveiro de 5600 W
- 1 torneira de 5000 W
- 1 geladeira de 500 W
- 1 máquina de lavar de 1000 W

12100 W

fator de demanda = 0,76

$12100\text{ W} \times 0,76 = 9196\text{ W}$

4. Somam-se os valores das potências ativas de iluminação, de TUG's e de TUE's já corrigidos pelos respectivos fatores de demandas.

potência ativa de iluminação e TUG's:	2640W
potência ativa de TUE's:	<u>9196 W</u>
	11836W

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

$$11836 \div 0,95 = 12459VA$$

potência do circuito de distribuição: 12459VA

Uma vez obtida a potência do circuito de distribuição, pode-se efetuar o:

CÁLCULO DA CORRENTE DO CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO

Fórmula: $I = P \div U$

P = 12459VA
U = 220V
I = 12459 ÷ 220
I = 56,6A

Anota-se o valor da potência e da corrente do circuito de distribuição na tabela anterior.

DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO E DOS DISJUNTORES DOS CIRCUITOS

- Dimensionar a fiação de um 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, sem que ocorra superaquecimento.
- Dimensionar o disjuntor (proteção) é determinar o valor da corrente nominal do disjuntor de tal forma que se garanta que os fios da instalação não sofram danos por aquecimento excessivo provocado por sobrecorrente ou curto-circuito.



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

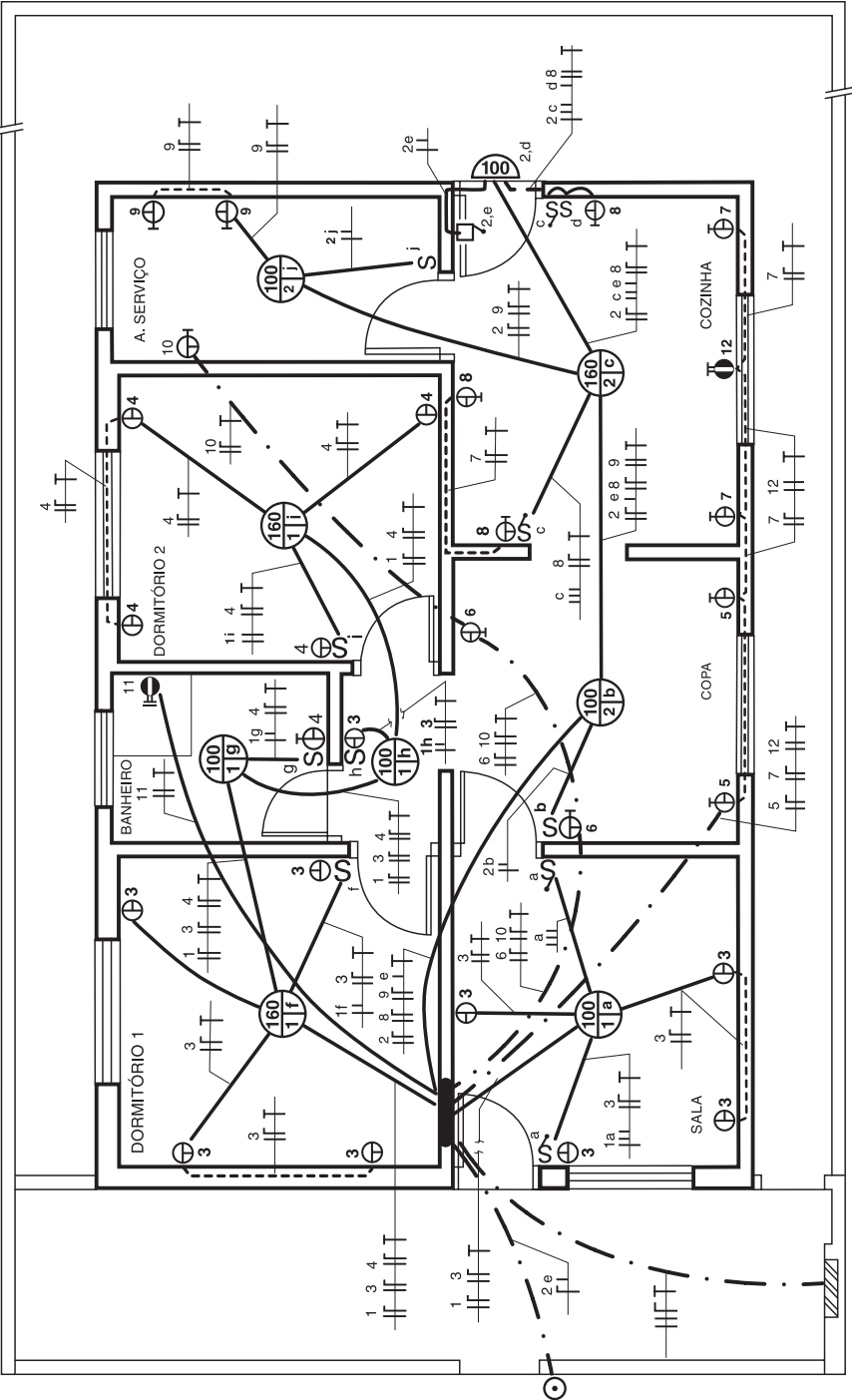
1ª ETAPA



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.

O maior agrupamento para cada um dos circuitos do projeto se encontra em destaque na planta a seguir.





O maior número de circuitos agrupados para cada circuito do projeto está relacionado abaixo.

nº do circuito	nº de circuitos agrupados	nº do circuito	nº de circuitos agrupados
1	3	7	3
2	3	8	3
3	3	9	3
4	3	10	2
5	3	11	1
6	2	12	3
		Distribuição	1

Determinar a seção adequada e o disjuntor apropriado para cada um dos circuitos.

2ª ETAPA

Para isto é necessário apenas saber o valor da corrente do circuito e, com o número de circuitos agrupados também conhecido, entrar na tabela 1 e obter a seção do cabo e o valor da corrente nominal do disjuntor.

Exemplo

Circuito 3

Corrente = 7,1 A, 3 circuitos agrupados por eletroduto: entrando na tabela 1 na coluna de 3 circuitos por eletroduto, o valor de 7,1 A é menor do que 10 A e, portanto, a seção adequada para o circuito 3 é 1,5mm² e o disjuntor apropriado é 10 A.

Exemplo



Circuito 12

Corrente = 22,7 A, 3 circuitos agrupados por eletroduto: entrando na tabela 1 na coluna de 3 circuitos por eletroduto, o valor de 22,7 A é maior do que 20 e, portanto, a seção adequada para o circuito 12 é 6mm² o disjuntor apropriado é 25 A.

Tabela 1

Seção dos condutores (mm ²)	Corrente nominal do disjuntor (A)			
	1 circuito por eletroduto	2 circuitos por eletroduto	3 circuitos por eletroduto	4 circuitos por eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
95	225	150	150	150
120	250	200	150	150



Exemplo do circuito 3



Exemplo do circuito 12

Desta forma, aplicando-se o critério mencionado para todos os circuitos, temos:

nº do circuito	Seção adequada (mm ²)	Disjuntor (A)
1	1,5	10
2	1,5	10
3	1,5	10
4	1,5	10
5	1,5	10
6	1,5	10
7	1,5	10
8	1,5	10
9	1,5	10
10	1,5	10
11	4	30
12	6	25
Distribuição	16	70

3ª ETAPA

Verificar, para cada circuito, qual o valor da seção mínima para os condutores estabelecida pela NBR 5410 em função do tipo de circuito.

Estes são os tipos de cada um dos circuitos do projeto.

nº do circuito	Tipo	nº do circuito	Tipo
1	Iluminação	7	Força
2	Iluminação	8	Força
3	Força	9	Força
4	Força	10	Força
5	Força	11	Força
6	Força	12	Força
		Distribuição	Força

A NBR 5410 estabelece as seguintes seções mínimas de condutores de acordo com o tipo de circuito:



Seção mínima de condutores	
Tipo de circuito	Seção mínima (mm ²)
Iluminação	1,5
Força	2,5

Aplicando o que a NBR 5410 estabelece, as seções mínimas dos condutores para cada um dos circuitos do projeto são:

nº do circuito	Tipo	Seção mínima (mm ²)
1	Iluminação	1,5
2	Iluminação	1,5
3	Força	2,5
4	Força	2,5
5	Força	2,5
6	Força	2,5
7	Força	2,5
8	Força	2,5
9	Força	2,5
10	Força	2,5
11	Força	2,5
12	Força	2,5
Distribuição	Força	2,5

A tabela abaixo mostra as bitolas encontradas para cada circuito após termos feito os cálculos e termos seguido os critérios da NBR 5410



nº do circuito	Seção adequada (mm ²)	Seção mínima (mm ²)	nº do circuito	Seção adequada (mm ²)	Seção mínima (mm ²)
1	1,5	1,5	7	1,5	2,5
2	1,5	1,5	8	1,5	2,5
3	1,5	2,5	9	1,5	2,5
4	1,5	2,5	10	1,5	2,5
5	1,5	2,5	11	4	2,5
6	1,5	2,5	12	6	2,5
			Distribuição	16	2,5

Exemplo



Circuito 3

1,5mm² é menor que 2,5mm²
 seção dos condutores:
2,5mm²

Exemplo



Circuito 12

6mm² é maior que 2,5mm²
 seção dos condutores:
6mm²

Comparando os valores das seções adequadas, obtidos na tabela 1 (pág. 94), com os valores das seções mínimas estabelecidas pela NBR 5410 adotamos para a seção dos condutores do circuito o maior deles.

nº do circuito	Seção dos condutores (mm ²)	nº do circuito	Seção dos condutores (mm ²)
1	1,5	7	2,5
2	1,5	8	2,5
3	2,5	9	2,5
4	2,5	10	2,5
5	2,5	11	4
6	2,5	12	6
		Distribuição	16

DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR APLICADO NO QUADRO DO MEDIDOR

Para se dimensionar o disjuntor aplicado no quadro do medidor, primeiramente é necessário saber:

- a potência total instalada que determinou o tipo de fornecimento;
- o tipo de sistema de distribuição da companhia de eletricidade local.

De posse desses dados, consulta-se a norma de fornecimento da companhia de eletricidade local para se obter a corrente nominal do disjuntor a ser empregado.

Nota: no caso da ELEKTRO, a norma de fornecimento é a NTU-1.

Exemplificando o dimensionamento do disjuntor aplicado no quadro do medidor:

a potência total instalada: 18700W ou 18,7kW
sistema de distribuição: estrela com neutro aterrado

Consultando a NTU-1:

Tabela 1 da NTU-1- Dimensionamento do ramal de entrada - Sistema estrela com neutro - Tensão de fornecimento 127/220 V (1)

Categoria	Carga instalada (kW)	Demanda calculada (kVA)	Medição	Limitação (2) motores (cv)			Condutor ramal de entrada (mm²) (3)	Proteção			Eletroduto tam. nominal mm (pol)		Aterramento		
				FN	FF	FFFN		Disjuntor termomag. (A)	Chave (A) (8)	Fusível (A) (4)	Eletroduto tam. nominal mm (pol)		Cond. (mm²) (3)	Eletroduto tam. nom. mm (pol)	
											PVC	Aço (7)		PVC	Aço (7)
A1	C ≤ 5	-	Direta	1	-	-	6	40	30	30	25 (3/4)	20 (3/4)	6	20 (1/2)	15 (1/2)
A2	5 < C ≤ 10			2	-	-	16	70	100	70	25 (3/4)	20 (3/4)	10	20 (1/2)	15 (1/2)
B1	(9) C ≤ 10	-	Direta	1	2	-	10	40	60	40	32 (1)	25 (1)	10	20 (1/2)	15 (1/2)
B2	10 < C ≤ 15			2	3	-	16	60	60	60	32 (1)	25 (1)	10	20 (1/2)	15 (1/2)
B3	15 < C ≤ 20			2	5	-	25	70	100	70	32 (1)	25 (1)	10	20 (1/2)	15 (1/2)

18,7kW é maior que 15kW e menor do que 20kW.
 A corrente nominal do disjuntor será 70A.

DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DR

Dimensionar o dispositivo DR é determinar o valor da corrente nominal e da corrente diferencial-residual nominal de atuação de tal forma que se garanta a proteção das pessoas contra choques elétricos que possam colocar em risco a vida da pessoa.

Corrente
diferencial-residual
nominal de atuação

Corrente
nominal

A NBR 5410 estabelece que o valor máximo para esta corrente é de 30mA (trinta mili ampères).

De um modo geral, as correntes nominais típicas disponíveis no mercado, seja para Disjuntores DR ou Interruptores DR são: 25, 40, 63, 80 e 100A.

Assim temos duas situações:

DISJUNTORES DR

Devem ser escolhidos com base na tabela 1 (pág. 94).

Note que não será permitido usar um Disjuntor DR de 25A, por exemplo, em circuitos que utilizem condutores de 1,5 e 2,5mm².

Nestes casos, a solução é utilizar uma combinação de disjuntor termomagnético + interruptor diferencial-residual.

INTERRUPTORES DR (IDR)

Devem ser escolhidos com base na corrente nominal dos disjuntores termomagnéticos, a saber:

Corrente nominal do disjuntor (A)	Corrente nominal mínima do IDR (A)
10, 15, 20, 25	25
30, 40	40
50, 60	63
70	80
90, 100	100

Aplicando os métodos de escolha de disjuntores e dispositivos DR vistos anteriormente, temos:

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	nº de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm ²)	Proteção		
nº	Tipo			Quantidade x potência (VA)	Total (VA)				Tipo	nº de pólos	Corrente nominal
1	Illum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	4,9	3	1,5	DTM	1	10
2	Illum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	3,6	3	1,5	DTM + IDR	1 2	10 25
3	TUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	7,1	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
4	TUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	7,9	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
5	TUG's	127	Copa	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
6	TUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	5,5	2	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
7	TUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
8	TUG's + TUE's	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
9	TUG's	127	A. serviço	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
10	TUE's	127	A. serviço	1 x 1000	1000	7,9	2	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
11	TUE's	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	25,5	1	4	DTM + IDR	2 2	30 40
12	TUE's	220	Torneira	1 x 5000	5000	22,7	3	6	DTM + IDR	2 2	25 25
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor		12459	56,6	1	16	DTM	2	70

Nota: normalmente, em uma instalação, todos os condutores de cada circuito têm a mesma seção, entretanto a NBR 5410 permite a utilização de condutores de proteção com seção menor, conforme a tabela:

Seção dos condutores fase (mm ²)	Seção do condutor de proteção (mm ²)
1,5	1,5
2,5	2,5
4	4
6	6
10	10
16	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	95
185	95
240	120

A partir desse momento, passaremos para o dimensionamento dos eletrodutos.

MAS... O QUE É DIMENSIONAR 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 obrigatório 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.

Exemplo:

 nº de condutores no trecho do eletroduto = 6

 maior seção dos condutores = 4mm²

O tamanho nominal do eletroduto será 20mm.

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	-	-	-	-	-	-

Para dimensionar os eletrodutos de um projeto elétrico, é necessário ter:

a planta com a representação gráfica da fiação com as seções dos condutores indicadas.

e a tabela específica que fornece o tamanho do eletroduto.

Como proceder:

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



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

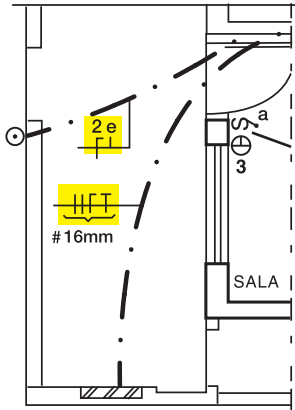
De posse destes dados, deve-se:



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

DIMENSIONAMENTO DE ALGUNS TRECHOS DOS ELETRODUTOS DO PROJETO

Dimensionando os eletrodutos do circuito de distribuição e botão da campainha.




Trecho: do QM até QD

nº de condutores: 4

maior seção dos condutores: 16mm²



Seção nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto						
	2	3	4	5	6	7	8
Tamanho nominal do eletroduto (mm)							
1,5	16	16	16	16	16	16	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20
4	16	16	20	20	20	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25
10	20	20	25	25	32	32	32
16	20	25	25	32	32	40	40

 Para este trecho: eletroduto de 25 mm.

Trecho: do QM até botão da campainha
 nº de condutores: 2
 maior seção dos condutores: 1,5 mm²

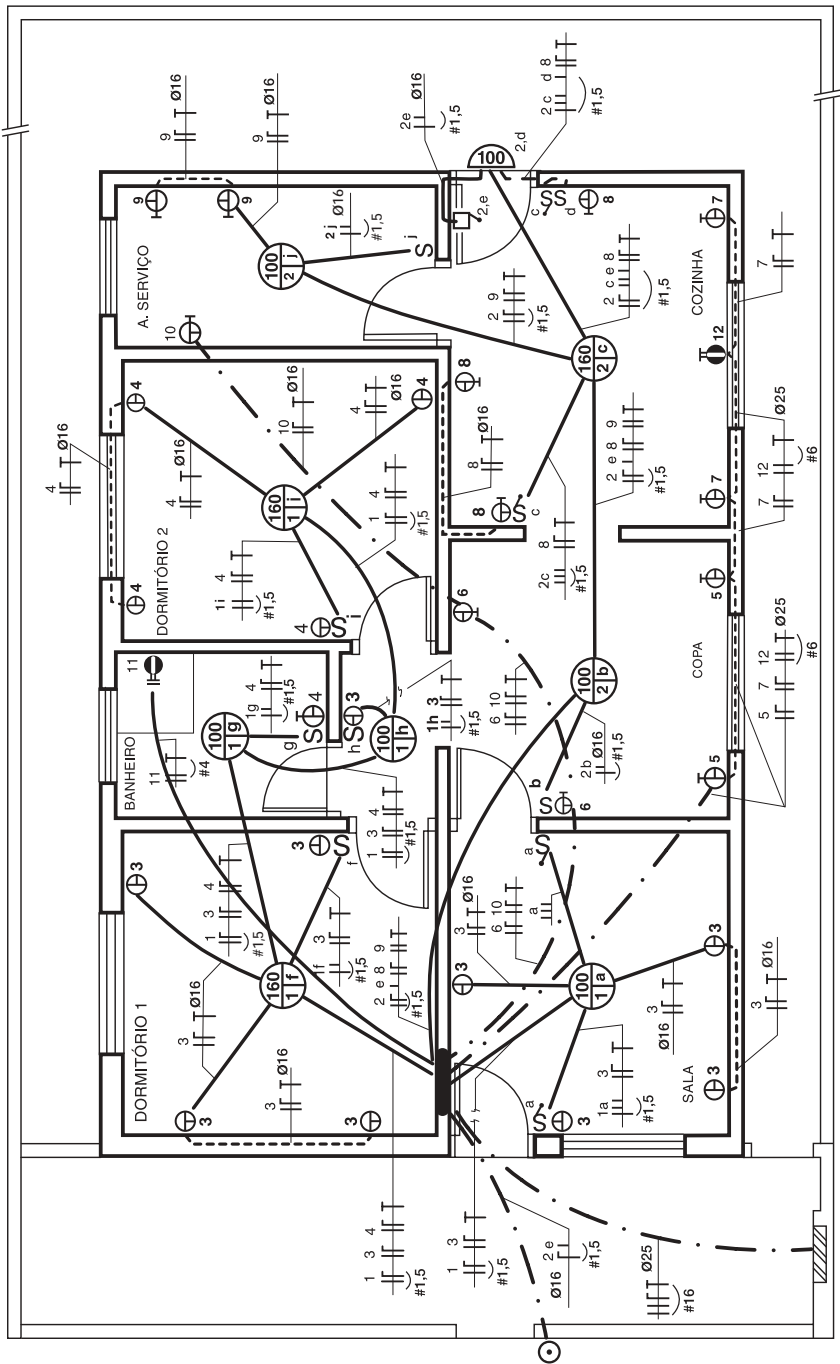


Seção nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto						
	2	3	4	5	6	7	8
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)						
1,5	16	16	16	16	16	16	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20
4	16	16	20	20	20	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25
10	20	20	25	25	32	32	32
16	20	25	25	32	32	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50
35	25	32	40	40	50	50	50

■ Para este trecho:
 eletroduto de 16 mm.

Repetindo-se, então,
 este procedimento
 para todos os trechos,
 temos a planta
 indicada a seguir :





Os condutores e eletrodutos sem indicação na planta serão: 2,5 mm² e Ø 20mm, respectivamente.

LEVANTAMENTO DE MATERIAL

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 na planta residencial.

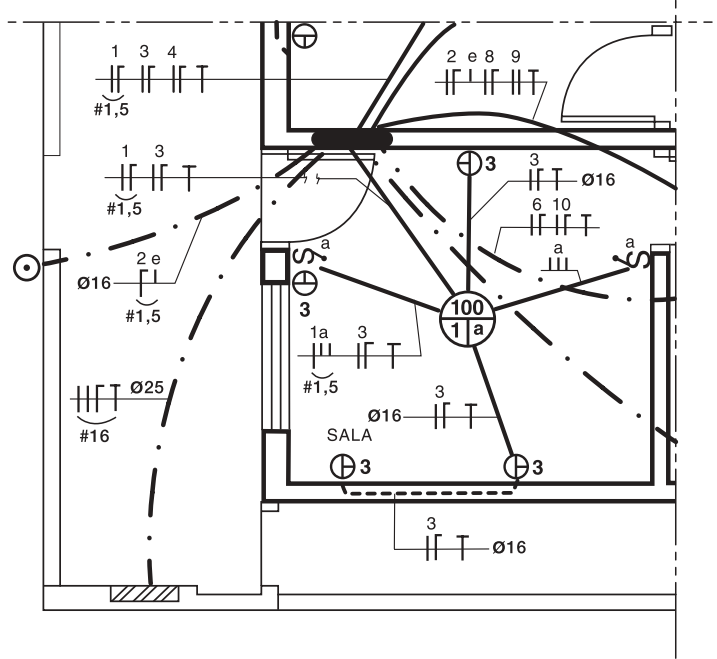
Sendo assim, através da planta pode-se:

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

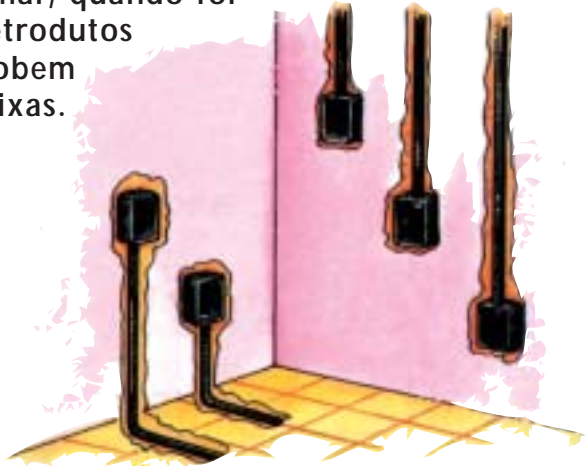


Para se determinar a medida dos eletrodutos e fios deve-se:

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.

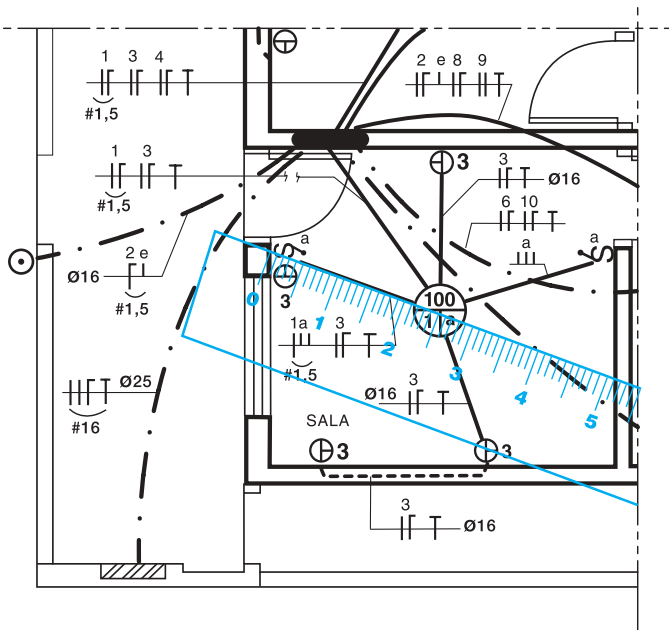


MEDIDAS DO ELETRODUTO NO PLANO HORIZONTAL

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.



Escala 1:100

Significa que a cada 1 cm no desenho corresponde a 100cm nas dimensões reais.

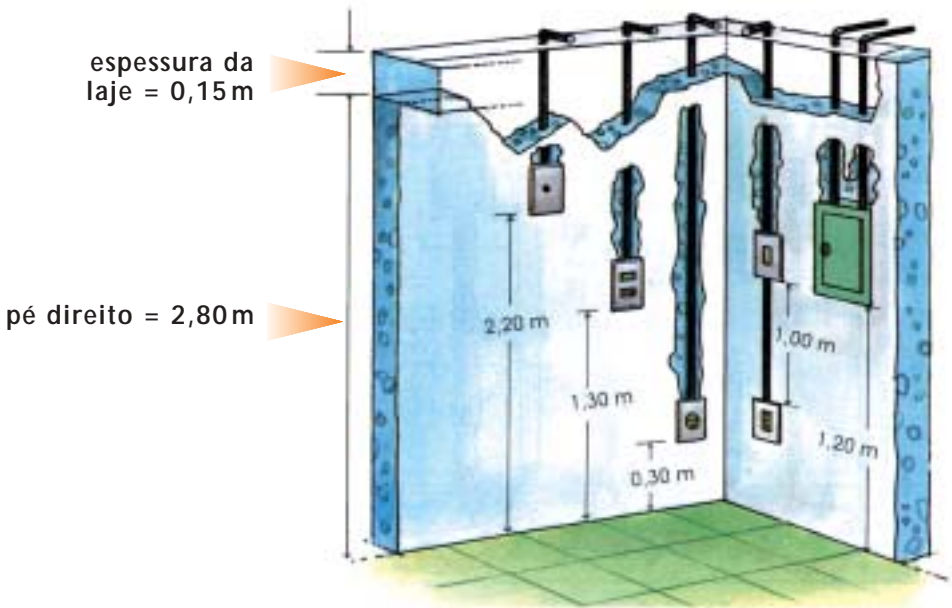
Exemplos

Escala 1:25

Significa que a cada 1 cm no desenho corresponde a 25cm nas dimensões reais.

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
saída alta	2,20 m
interruptor e tomada média	1,30 m
tomada baixa	0,30 m
quadro de distribuição	1,20 m

Exemplificando

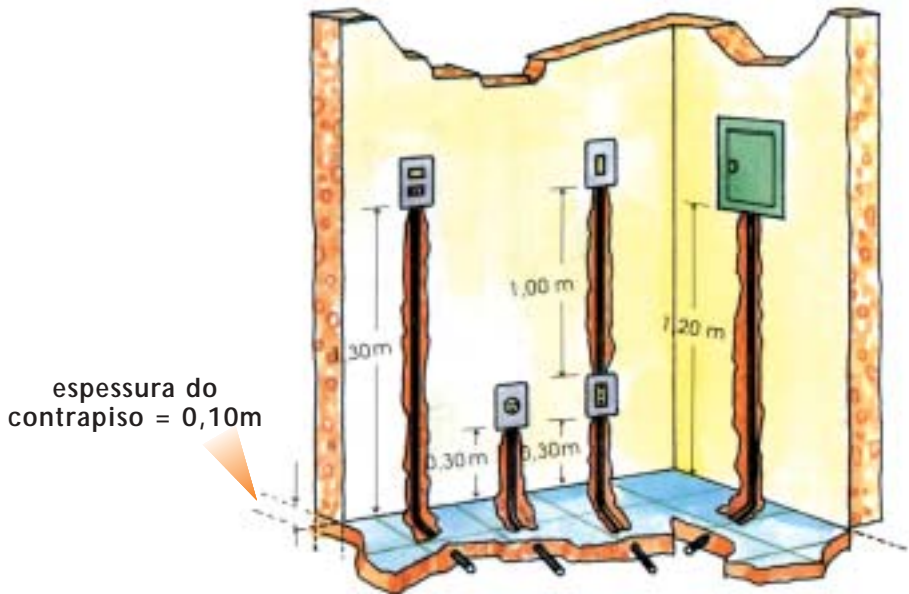
$$\begin{aligned} \text{pé direito} &= 2,80 \text{ m} \\ \text{esp. da laje} &= 0,15 \text{ m} \\ &= 2,95 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{caixa para saída alta} \\ \text{subtrair } 2,20 \text{ m} &= \\ &= 2,95 \text{ m} \\ &= \underline{-2,20 \text{ m}} \\ &= \underline{0,75 \text{ m}} \end{aligned}$$

(medida do eletroduto)

MEDIDAS DOS ELETRODUTOS QUE SOBEM ATÉ AS CAIXAS

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



Caixas para	Somar
interruptor e tomada média	1,30 m
tomada baixa	0,30 m
quadro de distribuição	1,20 m

Exemplificando

espessura do contrapiso = 0,10 m
 $1,30 + 0,10 = 1,40$ m
 $0,30 + 0,10 = 0,40$ m
 $1,20 + 0,10 = 1,30$ m

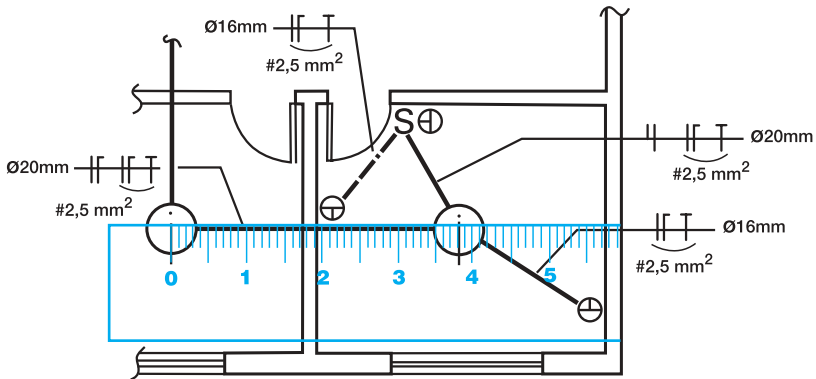
Nota: as medidas apresentadas são sugestões do que normalmente se utiliza na prática. A NBR 5410 não faz recomendações a respeito disso.

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.

Exemplificando o levantamento dos eletrodutos e fiação:

Mede-se o trecho do eletroduto no plano horizontal.

escala utilizada = 1:100
 pé direito = 2,80m
 espessura da laje = 0,15m
2,80 + 0,15 = 2,95



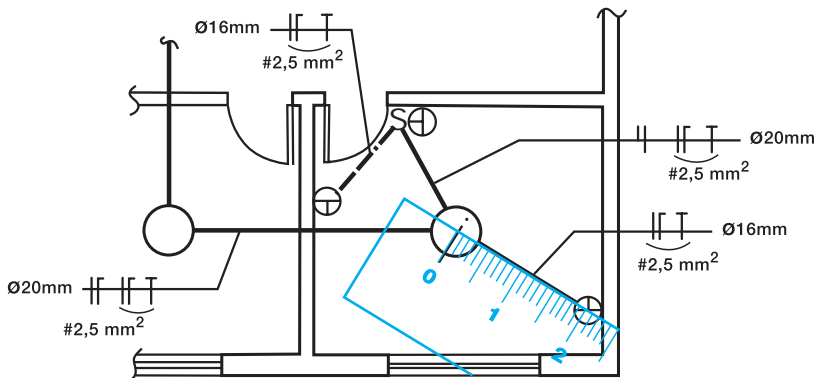
Chega-se a um valor de 3,8cm: converte-se o valor encontrado para a medida real

3,8 cm
 $\times 100$
 380,0cm
 ou 3,80m

Para este trecho da instalação, têm-se:

- eletroduto de 20 mm = 3,80m (2 barras)
- fio fase de 2,5 mm² = 3,80m
- fio neutro de 2,5 mm² = 3,80m
- fio de proteção de 2,5 mm² = 3,80m
- fio fase de 1,5 mm² = 3,80m
- fio neutro de 1,5 mm² = 3,80m

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

$$2,2 \text{ m} \times 100 = 220 \text{ cm ou } 2,20 \text{ m}$$

Medida do eletroduto que desce até a caixa da tomada baixa

$$(\text{pé direito} + \text{esp. da laje}) - (\text{altura da caixa})$$

$$2,95 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = \mathbf{2,65 \text{ m}}$$

Somam-se os valores encontrados

$$(\text{plano horizontal}) + (\text{descida até a caixa})$$

$$2,20 \text{ m} + 2,65 \text{ m} = \mathbf{4,85 \text{ m}}$$

Adicionam-se os valores encontrados aos da relação anterior:

- eletroduto de 20 mm = 3,80m (2 barras)
- eletroduto de 16 mm = 4,85m (2 barras)
- fio fase de 2,5 mm² = 3,80m + 4,85m = 8,65m
- fio neutro de 2,5 mm² = 3,80m + 4,85m = 8,65m
- fio de proteção de 2,5 mm² = 3,80m + 4,85m = 8,65m
- fio fase de 1,5 mm² = 3,80m
- fio neutro de 1,5 mm² = 3,80m

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

- caixas, curvas, luvas, arruela 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, LUIVA, BUCHA E ARRUELA

curva
45°



curva
90°



luva



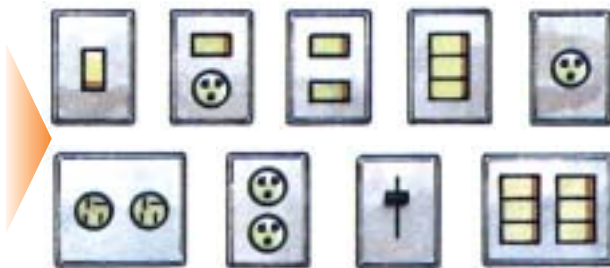
arruela



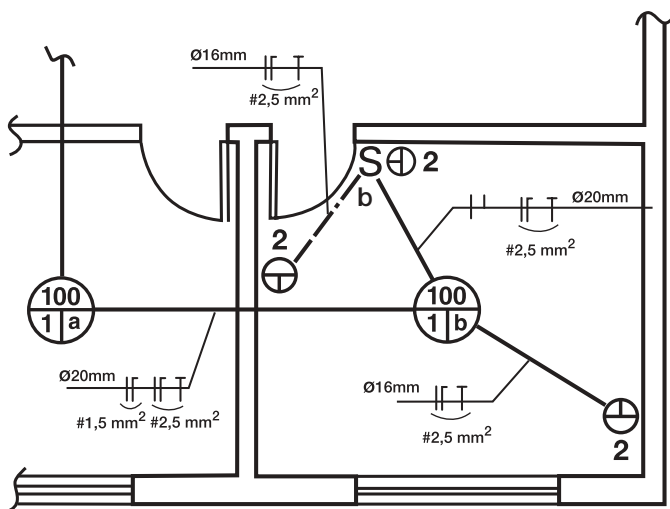
bucha



TOMADAS, INTERRUPTORES E CONJUNTOS



Observando-se a planta do exemplo...

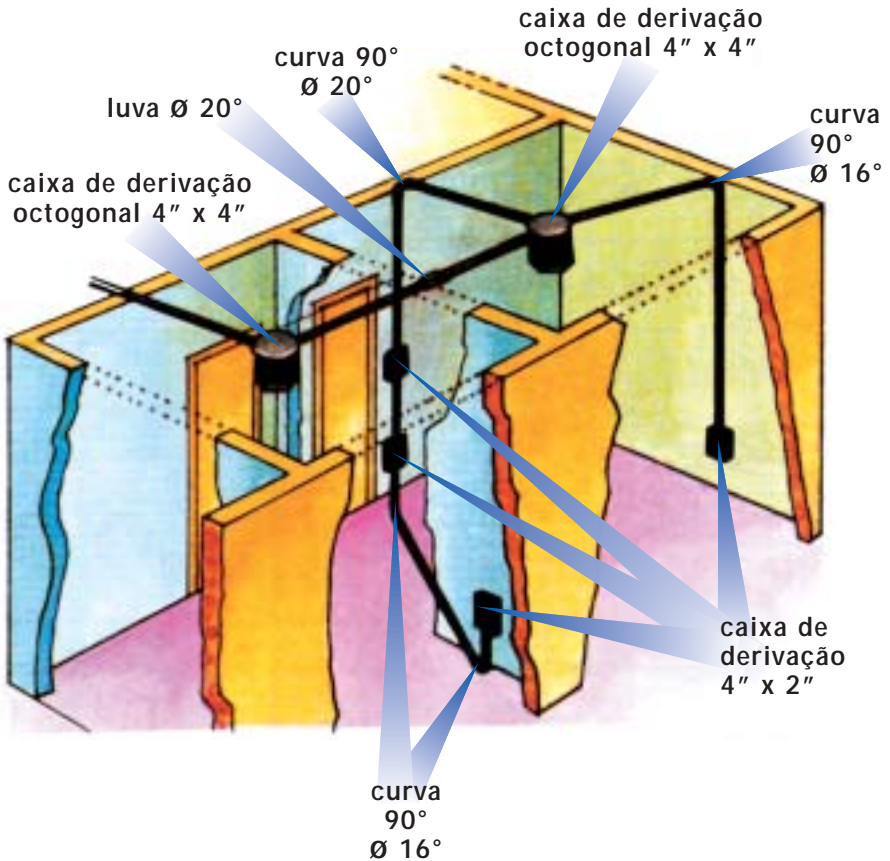


... conta-se

2 caixas octogonais 4" x 4"
4 caixas 4" x 2"
3 tomadas 2 P + T
1 interruptor simples
1 curva 90° de Ø 20
1 luva de Ø 20

4 arruelas de Ø 20
4 buchas de Ø 20
3 curvas 90° de Ø 16
6 buchas de Ø 16
6 arruelas de Ø 16

O desenho abaixo mostra a localização desses componentes.



NOTA: considerou-se no levantamento que cada curva já vem acompanhada das respectivas luvas.

Considerando-se o projeto elétrico indicado na página 107 têm-se a lista a seguir:

Lista de material	Preço		
	Quant.	Unit.	Total
Condutores			
Proteção 16 mm ²	7 m		
Fase 16 mm ²	13 m		
Neutro 16 mm ²	7 m		
Fase 1,5 mm ²	56 m		
Neutro 1,5 mm ²	31 m		
Retorno 1,5 mm ²	60 m		
Fase 2,5 mm ²	159 m		
Neutro 2,5 mm ²	151 m		
Retorno 2,5 mm ²	9 m		
Proteção 2,5 mm ²	101 m		
Fase 4 mm ²	15 m		
Proteção 4 mm ²	8 m		
Fase 6 mm ²	22 m		
Proteção 6 mm ²	11 m		
Eletrodutos			
16 mm	16 barras		
20 mm	27 barras		
25 mm	4 barras		
Outros componentes da distribuição			
Caixa 4" x 2"	36		
Caixa octogonal 4" x 4"	8		
Caixa 4" x 4"	1		
Campainha	1		
Tomada 2P + T	26		
Interruptor simples	4		
Interruptor paralelo	2		
Conjunto interruptor simples e tomada 2P + T	2		
Conjunto interruptor paralelo e tomada 2P + T	1		
Conjunto interruptor paralelo e interruptor simples	1		
Placa para saída de fio	2		
Disjuntor termomagnético monopolar 10 A	10		
Disjuntor termomagnético bipolar 25 A	1		
Disjuntor termomagnético bipolar 30 A	1		
Disjuntor termomagnético bipolar 70 A	1		
Interruptor diferencial residual bipolar 30mA/25 A	10		
Interruptor diferencial residual bipolar 30mA/40 A	1		
Quadro de distribuição	1		

ATENÇÃO:

Alguns materiais utilizados em instalações elétricas devem obrigatoriamente possuir o selo INMETRO que comprova a qualidade mínima do produto.



Entre estes materiais, estão os fios e cabos elétricos isolados em PVC até 750 V, cabos com isolação e cobertura 0,6/1kV, interruptores, tomadas, disjuntores até 63 A, reatores eletromagnéticos e eletrônicos.

NÃO COMPRE

estes produtos sem o selo do INMETRO e **DENUNCIE** aos órgãos de defesa do consumidor as lojas e fabricantes que estejam comercializando estes materiais sem o selo.

Além disso, o INMETRO divulga regularmente novos produtos que devem possuir o seu selo de qualidade através da internet:

www.inmetro.gov.br

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

Julho de 2003

Esta edição foi baseada nos Manuais de Instalações Elétricas Residenciais - 3 volumes, 1996 © ELEKTRO / PIRELLI complementada, atualizada e ilustrada com a revisão técnica do

Prof. Hilton Moreno, professor universitário e secretário da Comissão Técnica da NBR 5410 (CB-3/ABNT).

Todos os direitos de reprodução são reservados

© ELEKTRO / PIRELLI

Elektro - Eletricidade e Serviços S.A.

Rua Ary Antenor de Souza, 321
CEP 13053-024
Jardim Nova América - Campinas - SP
Tel.: (19) 3726-1000

e-mail: elektro@elektro.com.br
internet: www.elektro.com.br

Pirelli Energia Cabos e Sistemas S.A.

Av. Alexandre de Gusmão, 145 -
CEP 09110-900 - Santo André - SP
Tel.: (11) 4998-4222
Fax: (11) 4998-4311

e-mail: webcabos@pirelli.com.br
internet: www.pirelli.com.br

REALIZAÇÃO:

Procobre - Instituto Brasileiro do Cobre

Av. Brigadeiro Faria Lima, 2128
CEP 01451-903 - São Paulo - SP
Tel./Fax: (11) 3816-6383

e-mail: unicobre@procobrebrasil.org
internet: www.procobrebrasil.org

Produção: Victory Propaganda e Marketing S/C Ltda.

Tel.: (11) 3675-7479

e-mail: victory@victorydesign.com.br



 **PROCOBRE**
INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE
www.procobrebrasil.org