

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.

O Uso DOS DISPOSITIVOS DR

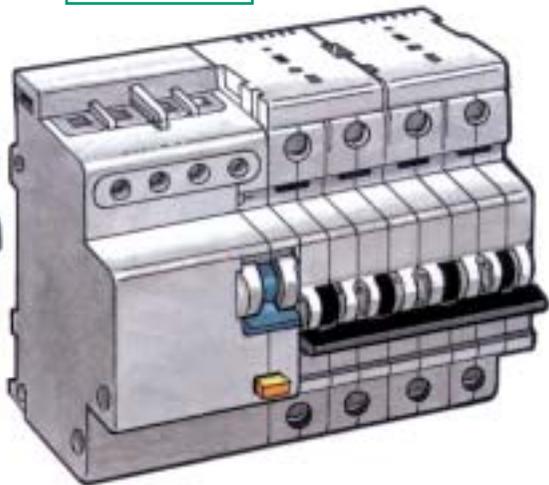
Como vimos anteriormente, o dispositivo DR é um interruptor automático que desliga correntes elétricas de pequena intensidade (da ordem de centésimos de ampère), que um disjuntor comum não consegue detectar, mas que podem ser fatais se percorrerem o corpo humano.

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



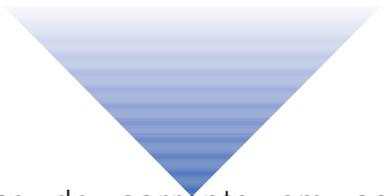
Tetrapolar



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.

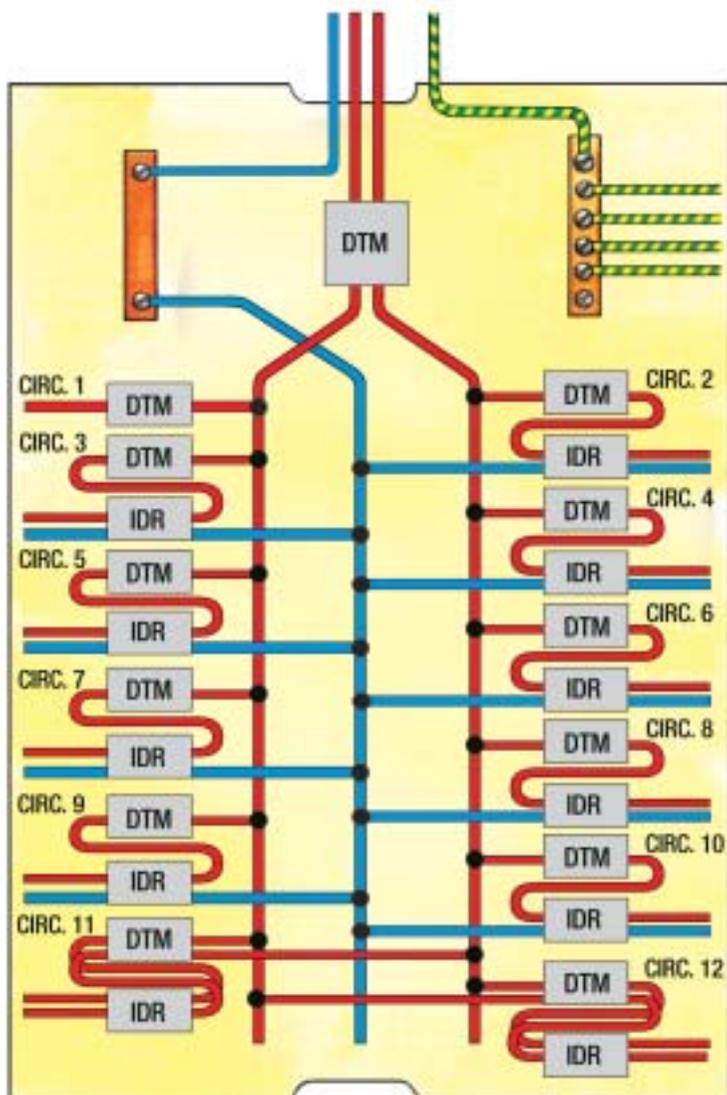
NOTA: os circuitos não relacionados nas recomendações e exigências acima poderão ser protegidos apenas por disjuntores termomagnéticos (DTM).

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)	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			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

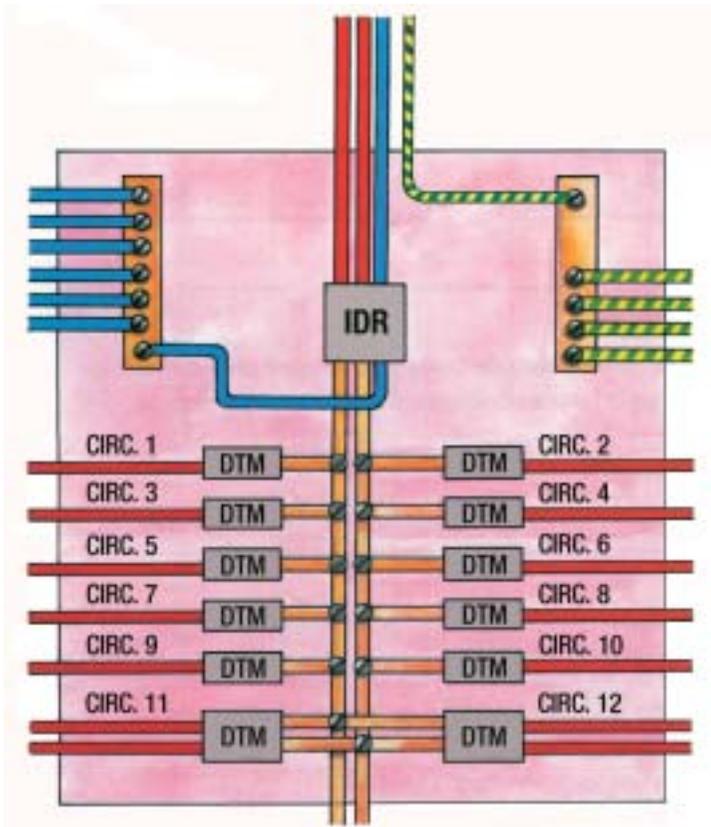


A NBR 5410 também prevê a possibilidade de optar pela instalação de disjuntor DR ou interruptor DR na proteção geral. A seguir serão apresentadas as regras e a devida aplicação no exemplo em questão.

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.

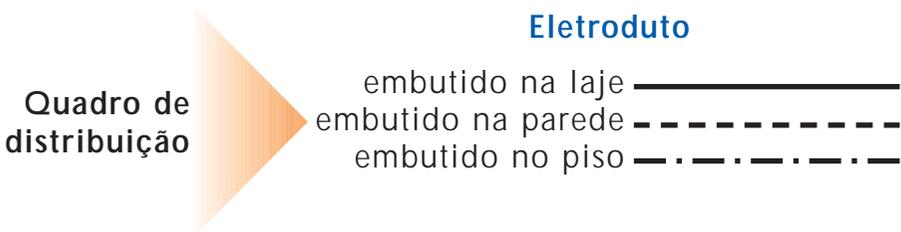
Entretanto, para o planejamento do caminho que o eletroduto irá percorrer, fazem-se necessárias algumas orientações básicas:



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.

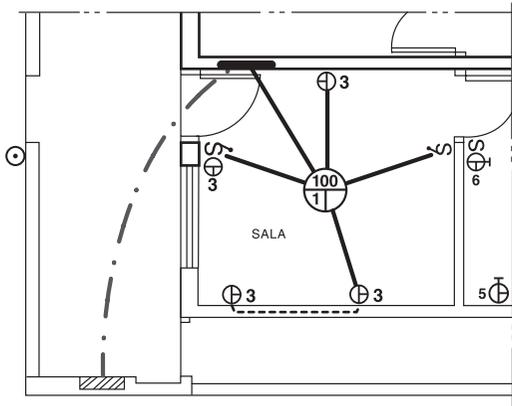
E Ligar os interruptores e tomadas ao ponto de luz de cada cômodo.

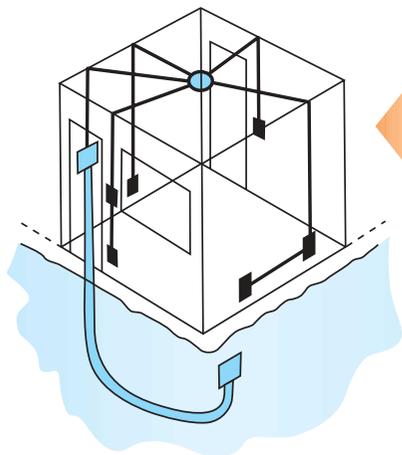
Para se acompanhar o desenvolvimento do caminhamento dos eletrodutos, tomaremos a planta do exemplo (pág. 68) anterior já com os pontos de luz e tomadas e os respectivos números dos circuitos representados. Iniciando o caminhamento dos eletrodutos, seguindo as orientações vistas anteriormente, deve-se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

DETERMINAR O LOCAL DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO



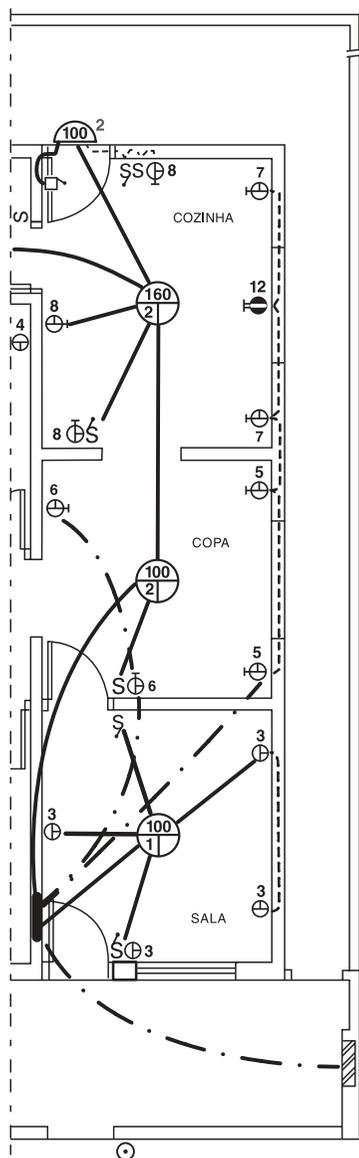
Uma vez determinado o local para o quadro de distribuição, inicia-se o caminhamento partindo dele com um eletroduto em direção ao ponto de luz no teto da sala e daí para os interruptores e tomadas desta dependência. Neste momento, representa-se também o eletroduto que conterá o circuito de distribuição.



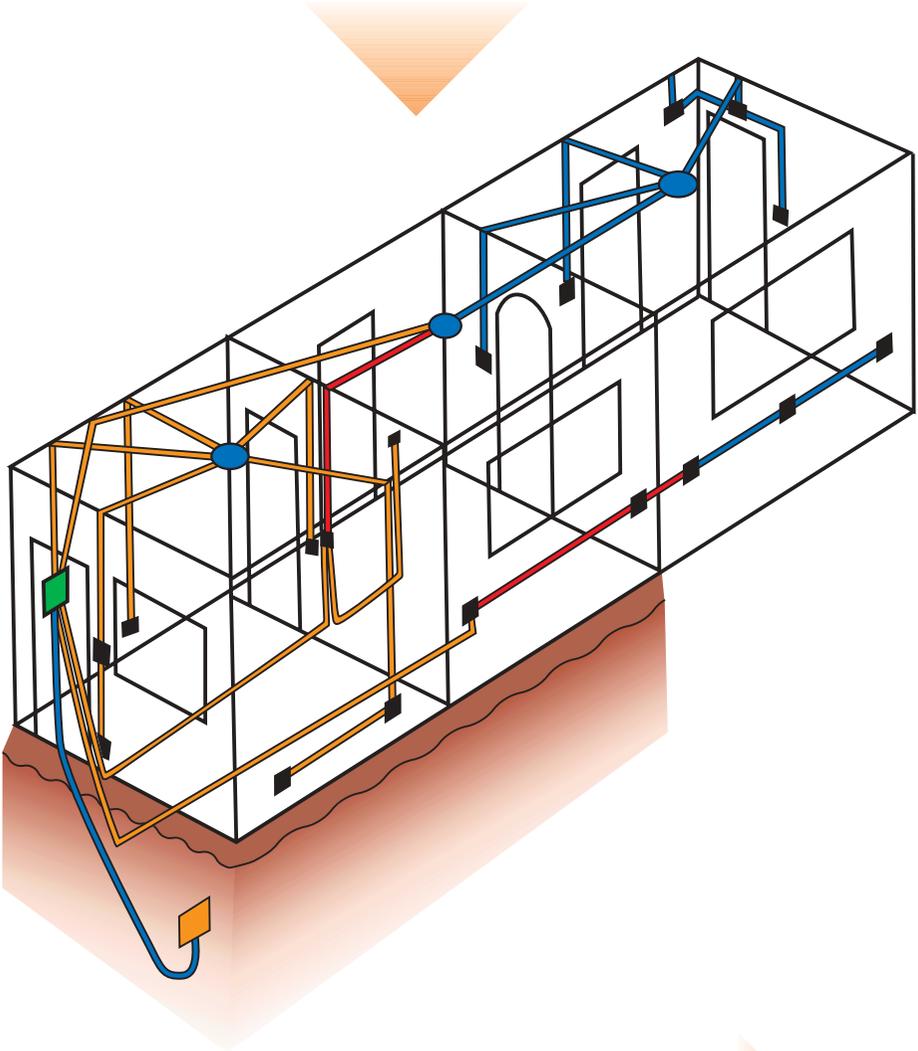


Ao lado vê-se, em três dimensões, o que foi representado na planta residencial.

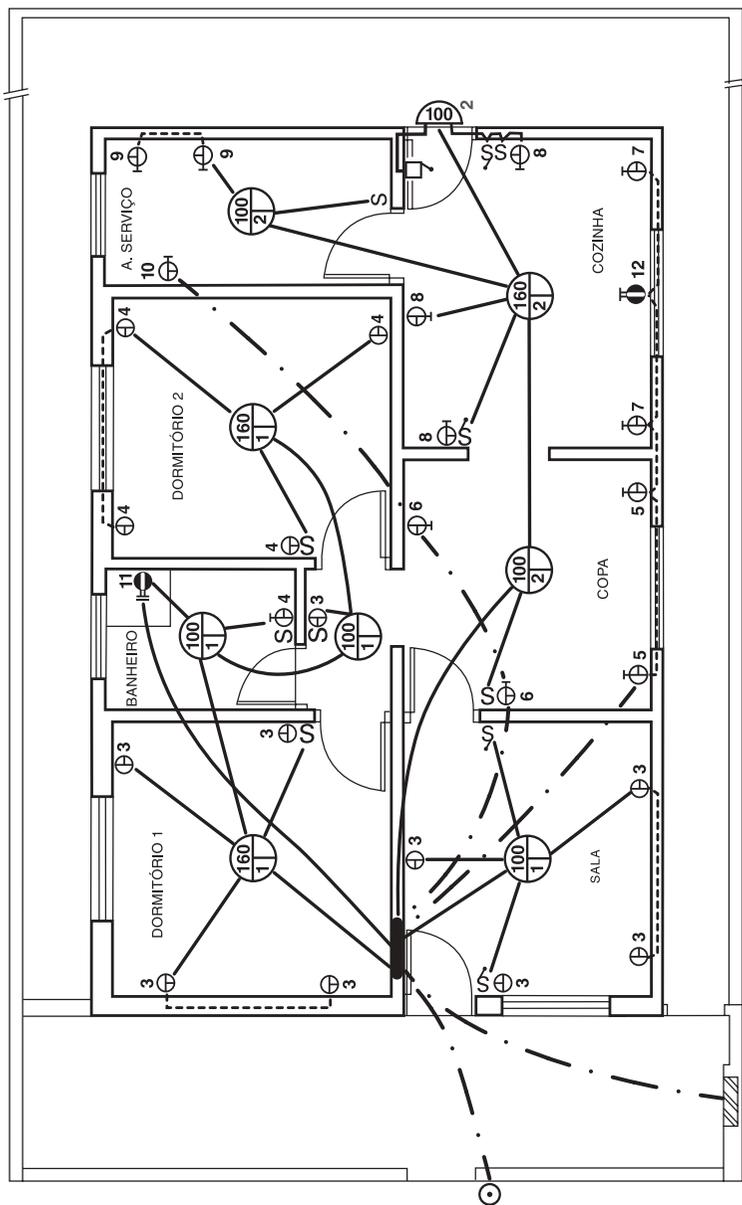
Do ponto de luz no teto da sala sai um eletroduto que vai até o ponto de luz na copa e, daí, para os interruptores e tomadas. Para a cozinha, procede-se da mesma forma.



Observe, novamente,
o desenho em
três dimensões.



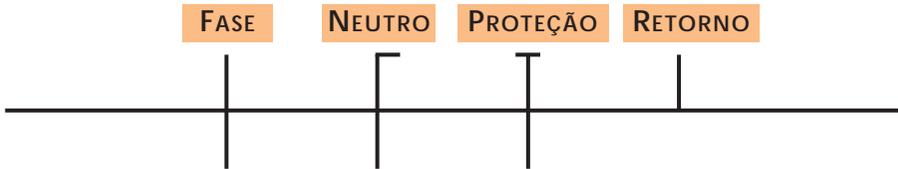
Para os demais cômodos da residência,
parte-se com outro eletroduto do quadro
de distribuição, fazendo as outras
ligações (página a seguir).



Legenda

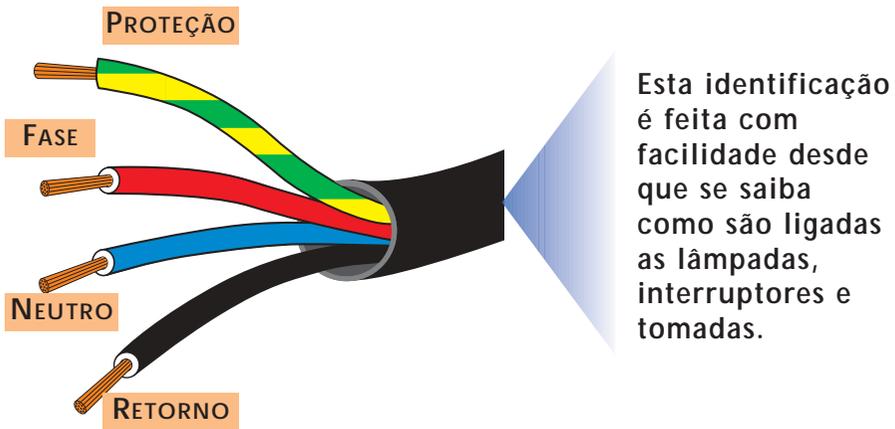
- | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|--|-------------------------------|
| | ponto de luz no teto | | tomada média monofásica com terra | | quadro de distribuição |
| | ponto de luz na parede | | cx de saída média bifásica com terra | | eletroduto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



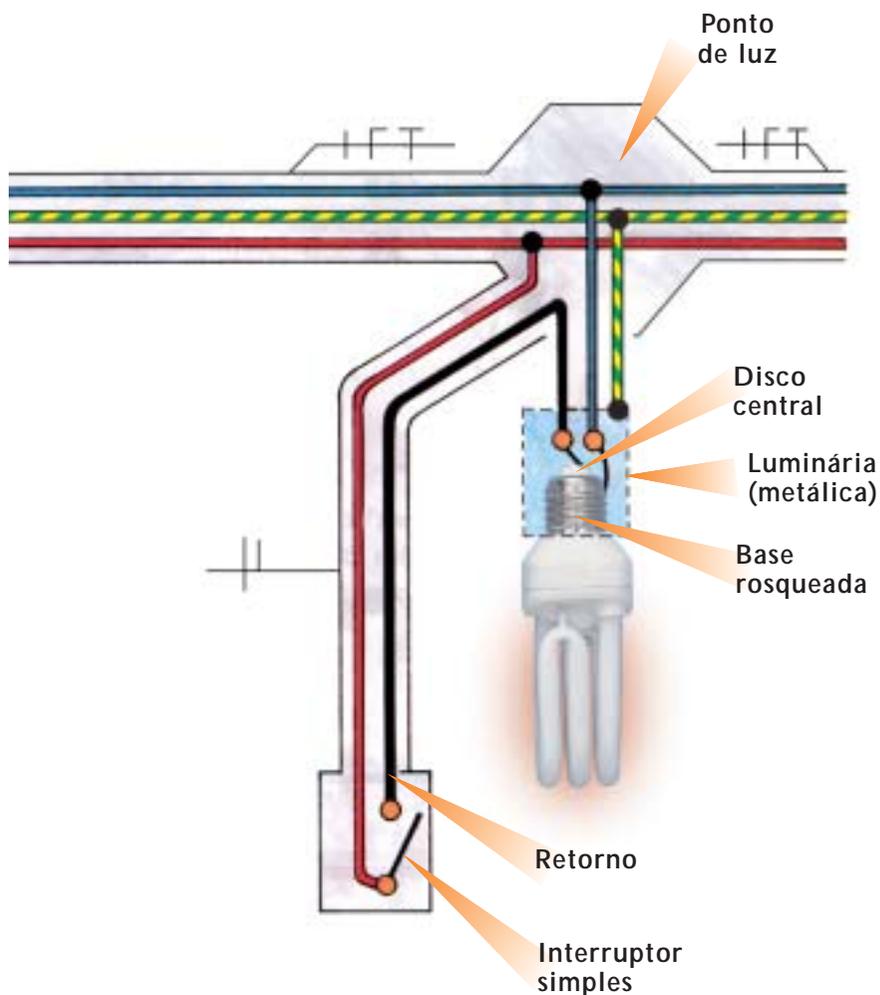
Entretanto, para empregá-la, primeiramente precisa-se identificar:

quais fios estão passando dentro de cada eletroduto representado.



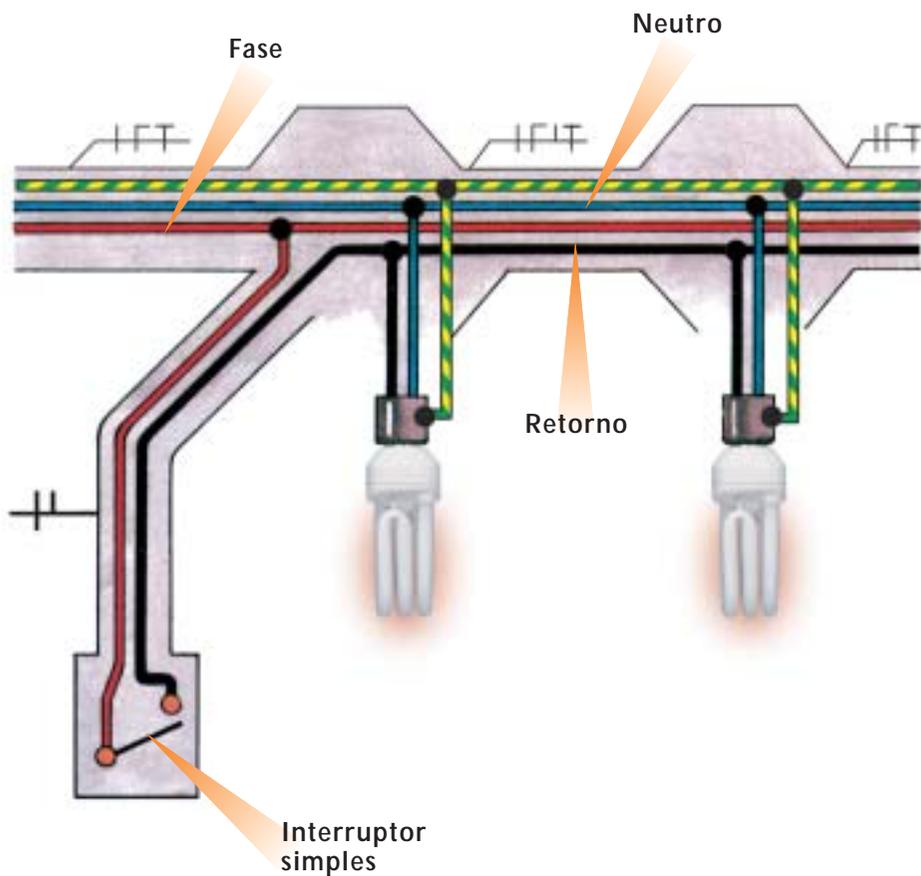
Serão apresentados a seguir os esquemas de ligação mais utilizados em uma residência. 

1. Ligação de uma lâmpada comandada por interruptor simples.

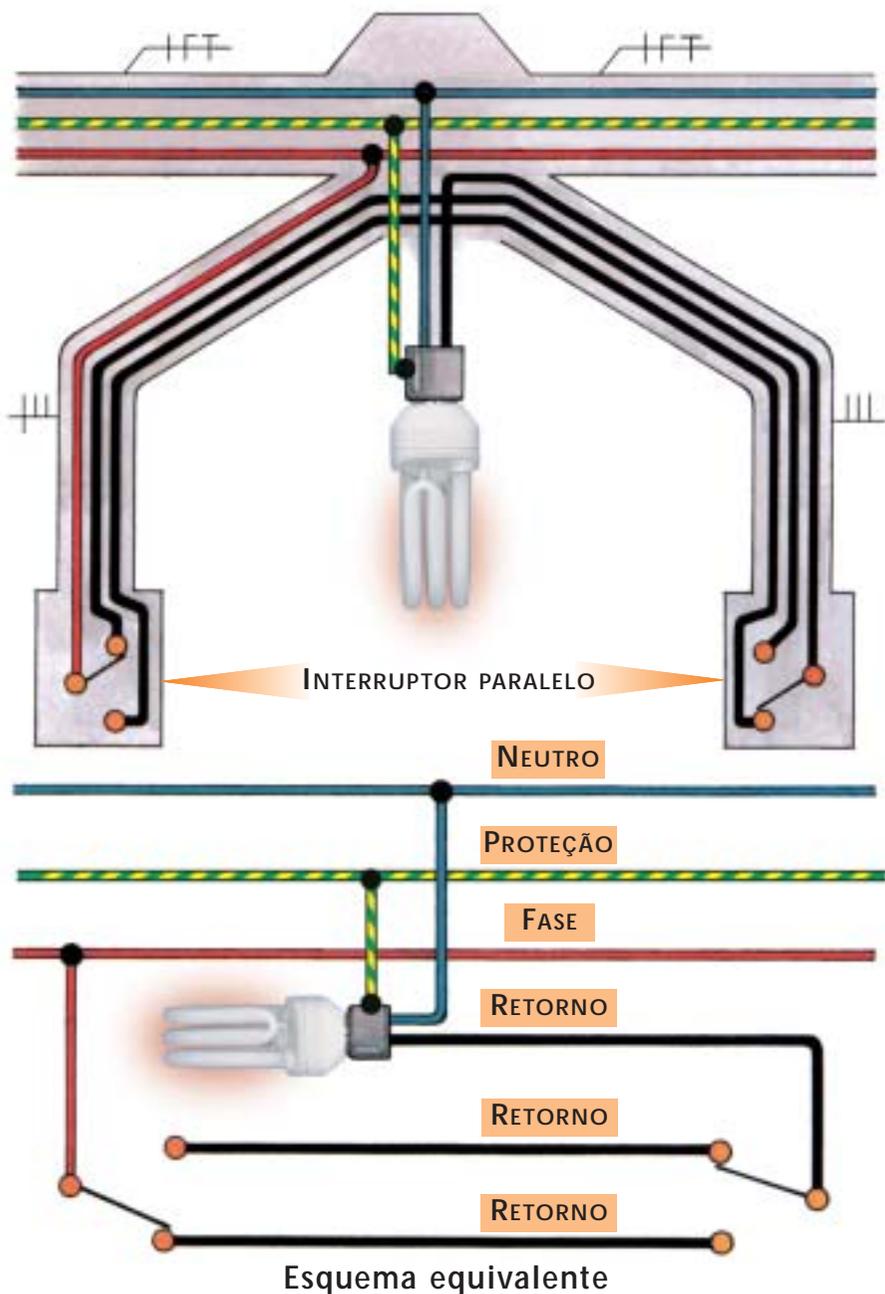


- Ligar sempre:**
- a fase ao interruptor;
 - o retorno ao contato do disco central da lâmpada;
 - o neutro diretamente ao contato da base rosqueada da lâmpada;
 - o fio terra à luminária metálica.

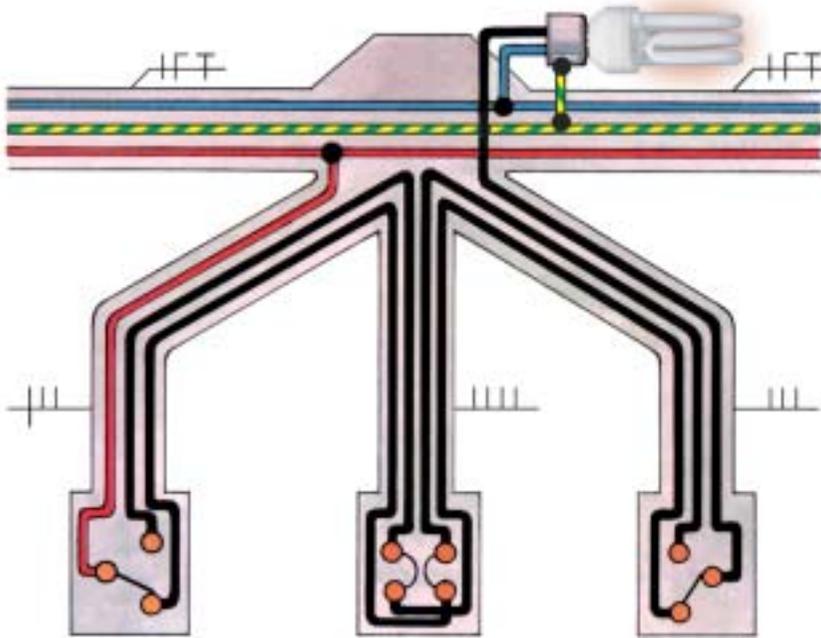
2. Ligação de mais de uma lâmpada com interruptores simples.



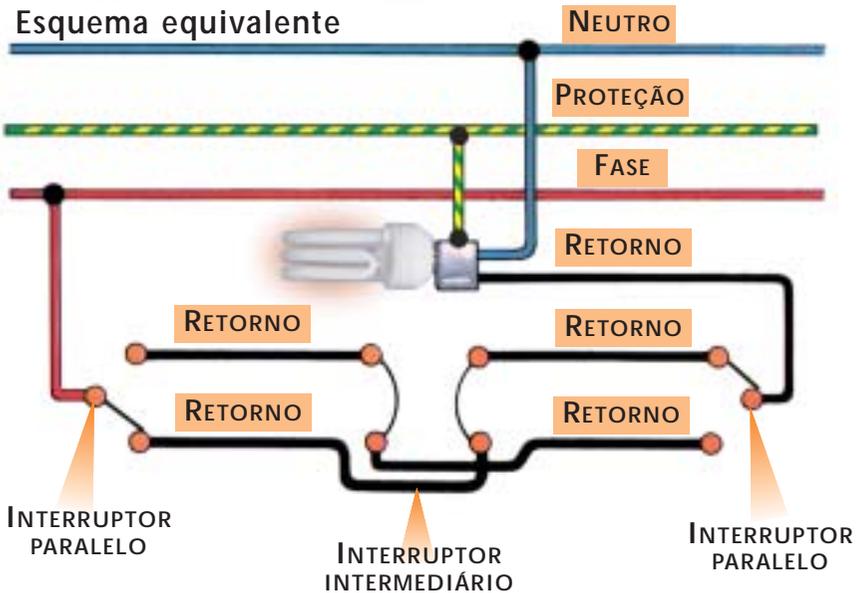
3. Ligação de lâmpada comandada de dois pontos (interruptores paralelos).



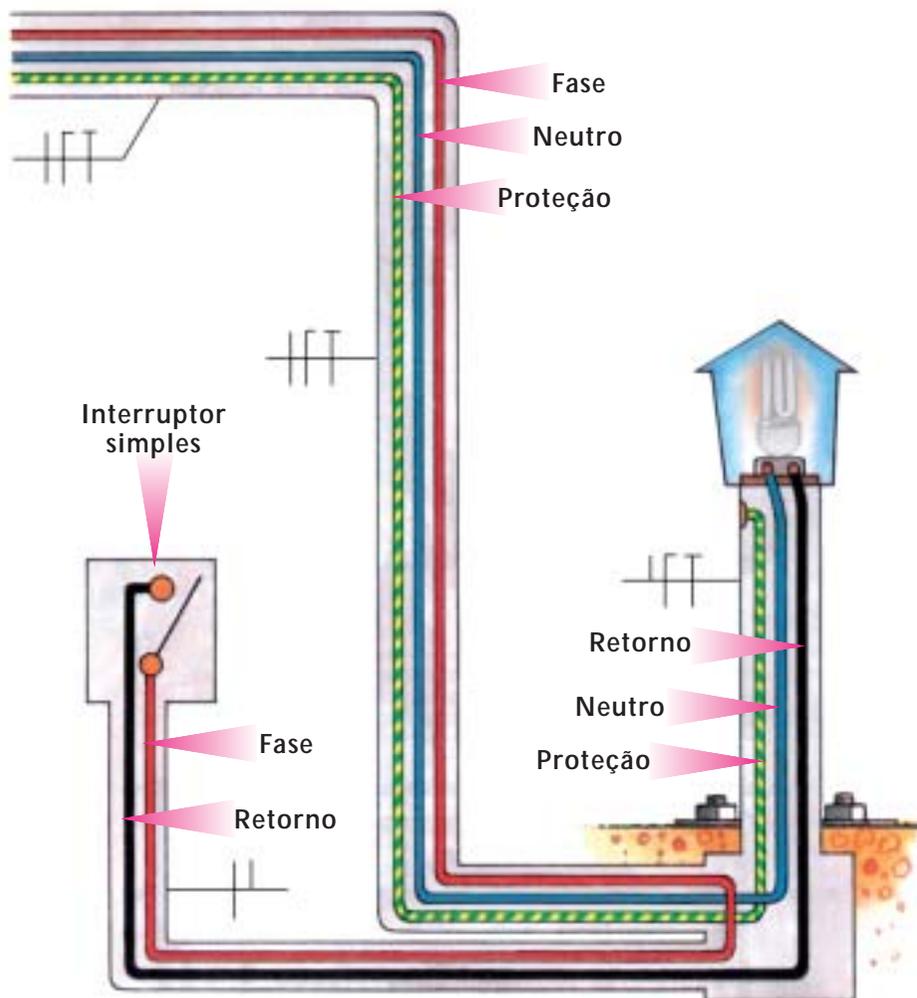
4. Ligação de lâmpada comandada de três ou mais pontos (paralelos + intermediários).



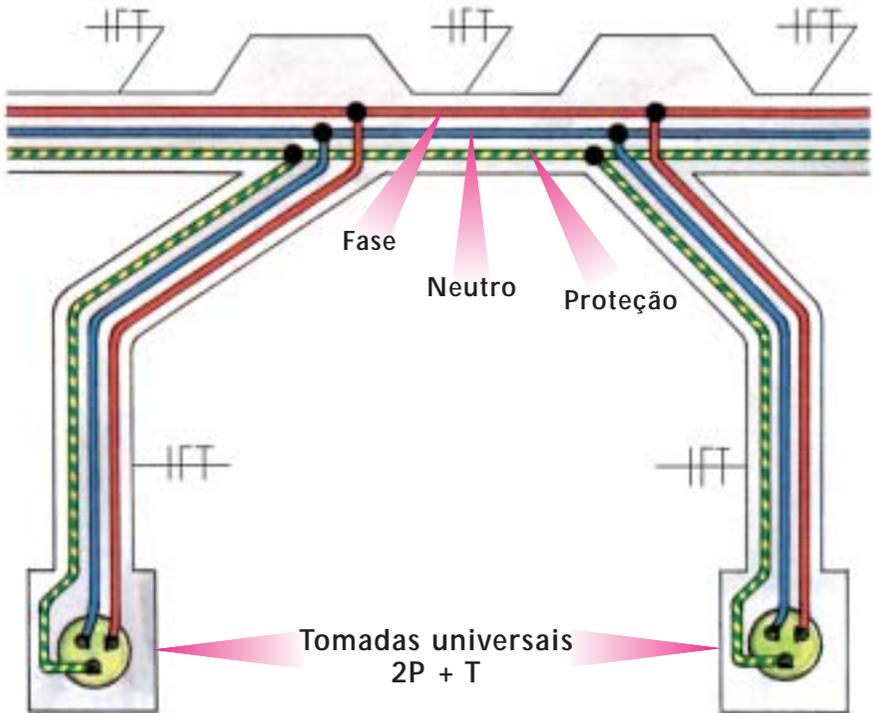
Esquema equivalente



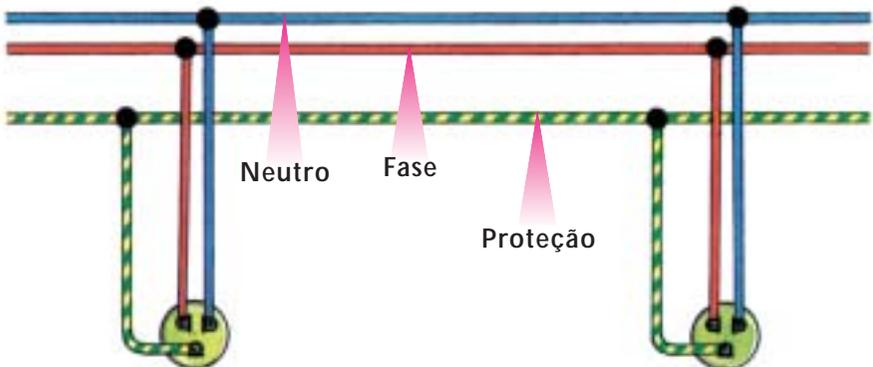
5. Ligação de lâmpada comandada por interruptor simples, instalada em área externa.



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

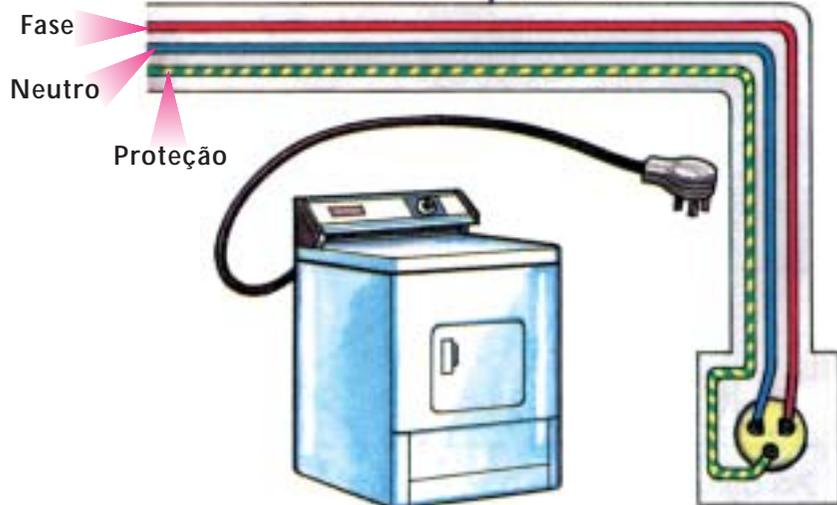


Esquema equivalente

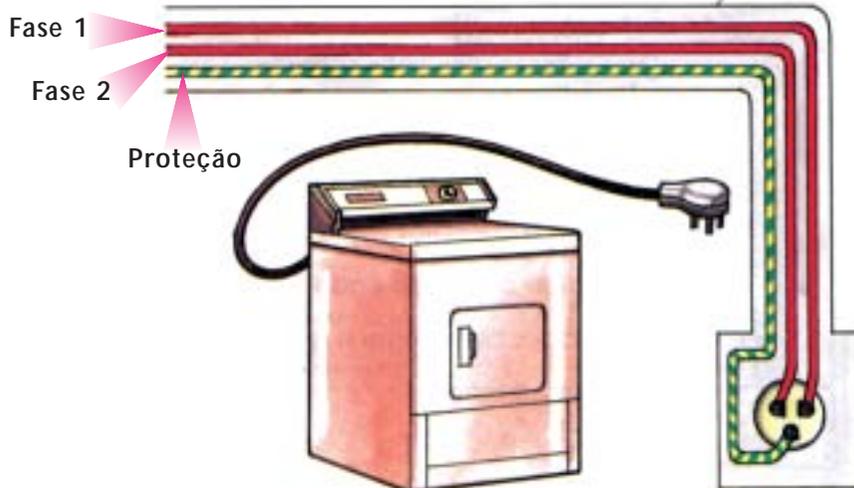


7. Ligação de tomadas de uso específico.

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.**

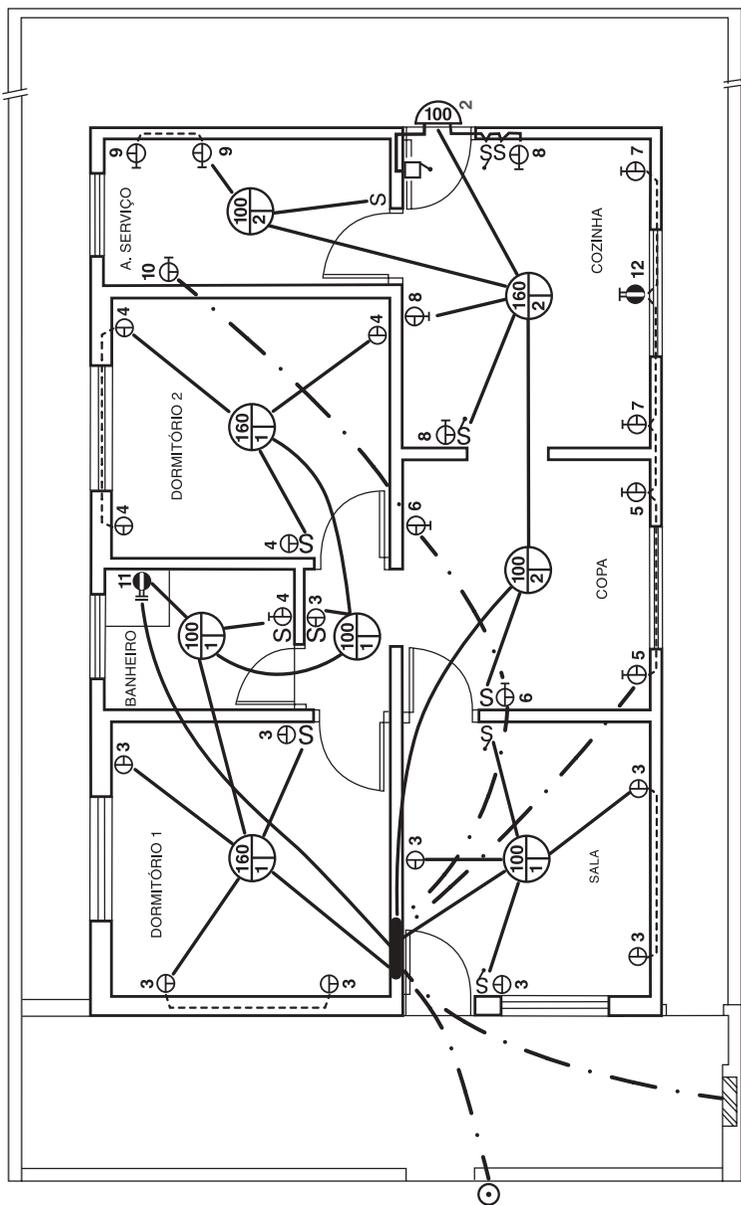
Por que a representação gráfica da fiação deve ser feita?

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.

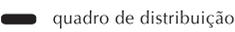
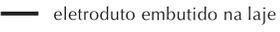
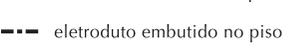
RECOMENDAÇÕES

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.

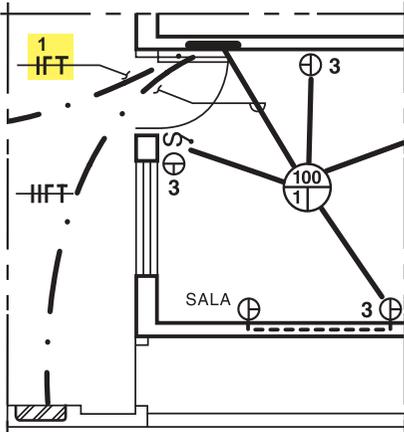
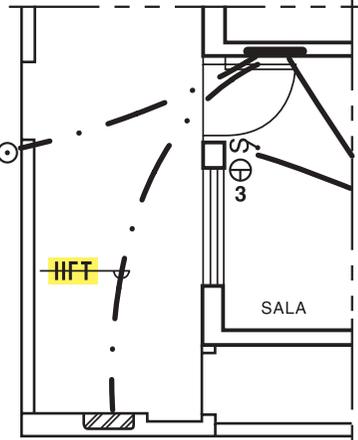
Para exemplificar a representação gráfica da fiação, utilizaremos a planta do exemplo a seguir, onde os eletrodutos já estão representados.



Legenda

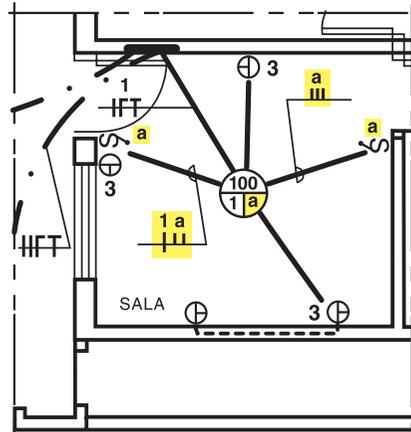
- | | | |
|--|--|--|
|  ponto de luz no teto |  tomada média monofásica com terra |  quadro de distribuição |
|  ponto de luz na parede |  cx de saída média bifásica com terra |  eletroduto embutido na laje |
|  interruptor simples |  cx de saída alta bifásica com terra |  eletroduto embutido na parede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

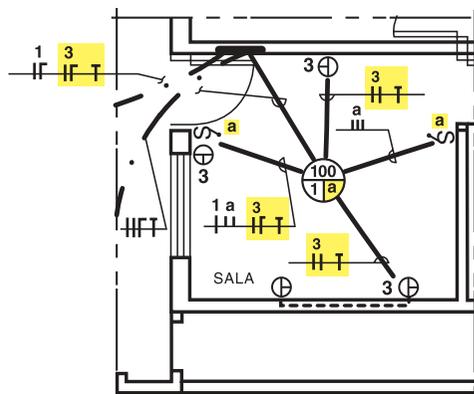
Começando a representação gráfica pelo alimentador: os dois fios fase, o neutro e o de proteção (PE) partem do quadro do medidor e vão até o quadro de distribuição.



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

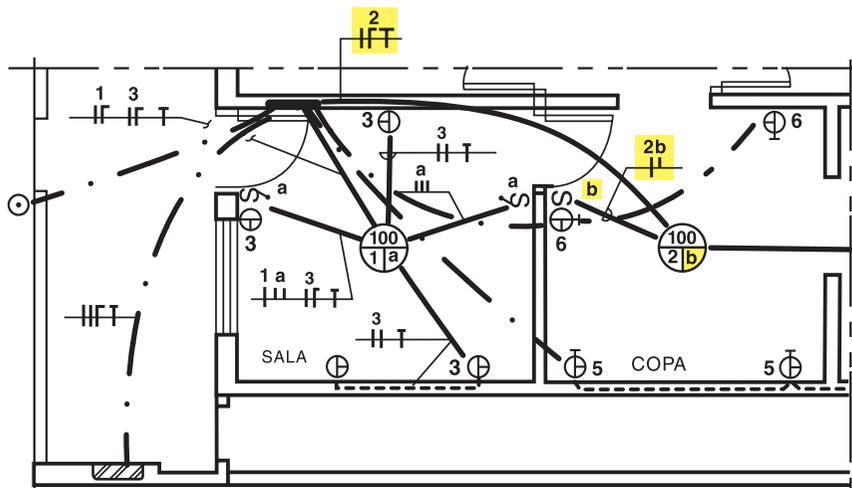
Do ponto de luz da sala, faz-se a ligação da lâmpada que será comandada por interruptores paralelos.



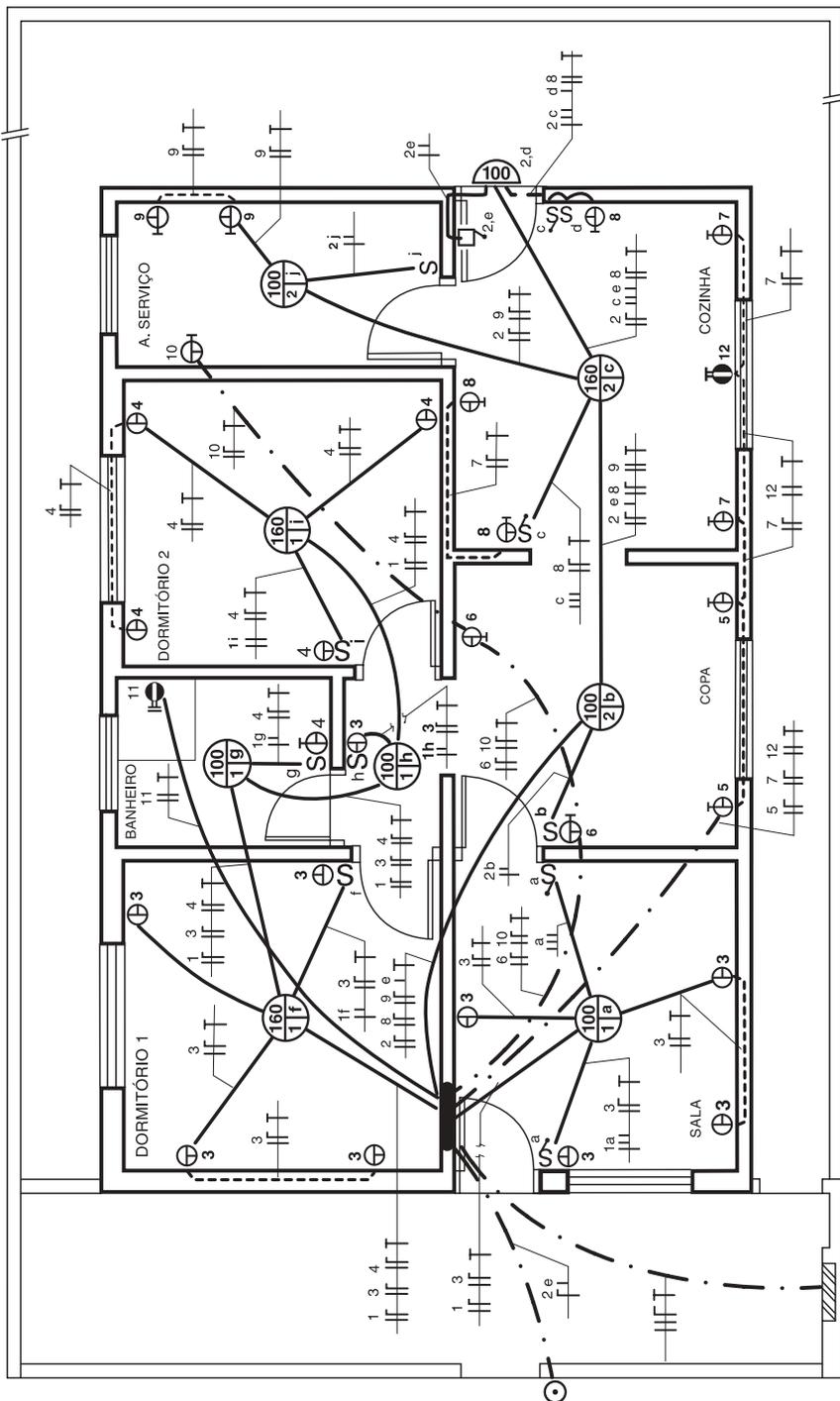


Para ligar as tomadas da sala, é necessário sair do quadro de distribuição com os fios fase e neutro do circuito 3 e o fio de proteção, indo até o ponto de luz na sala e daí para as tomadas, fazendo a sua ligação.

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.

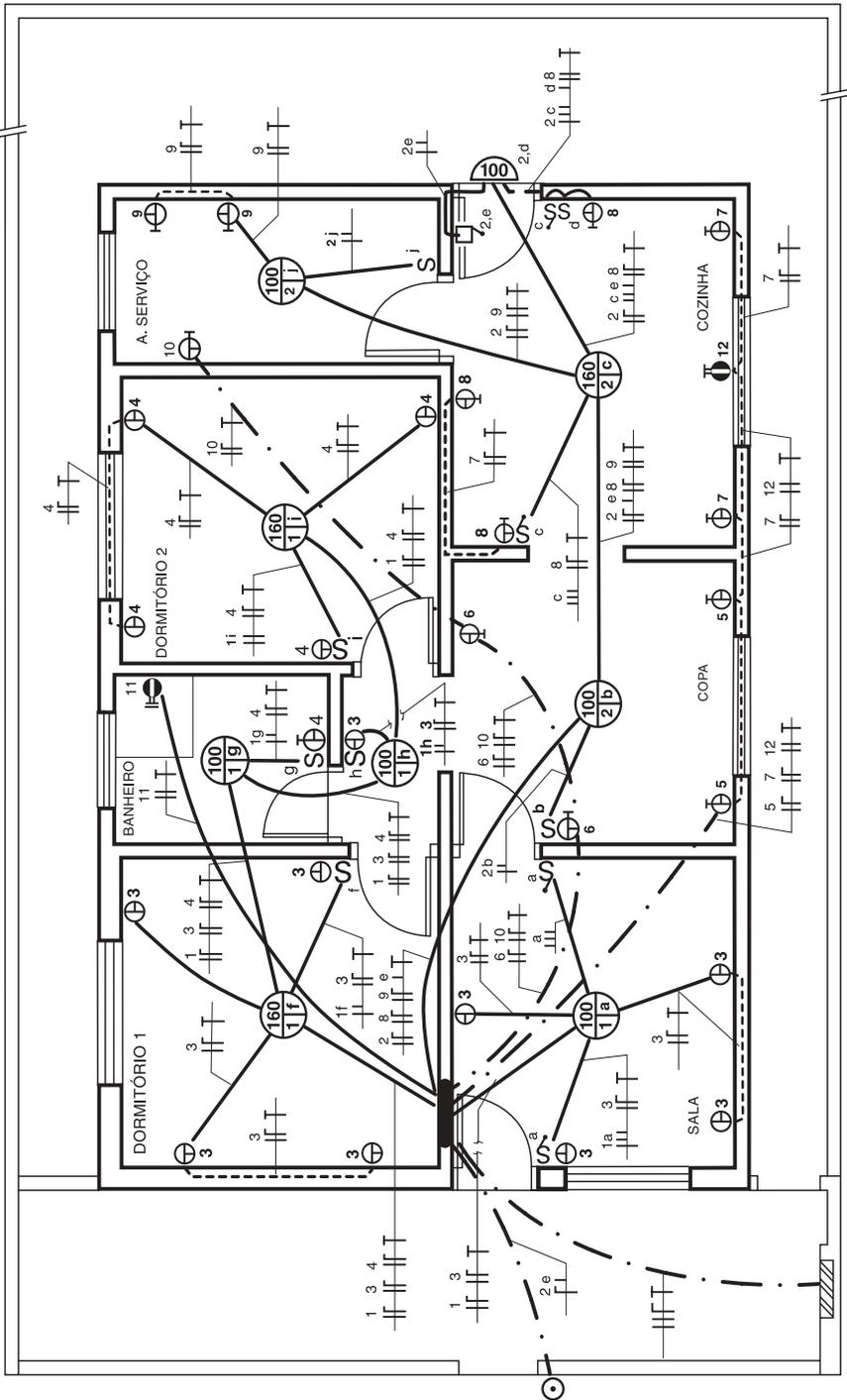
1ª ETAPA



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 (mm ²) (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. (mm ²) (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	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	3	1,5	DTM	1	10
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	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.

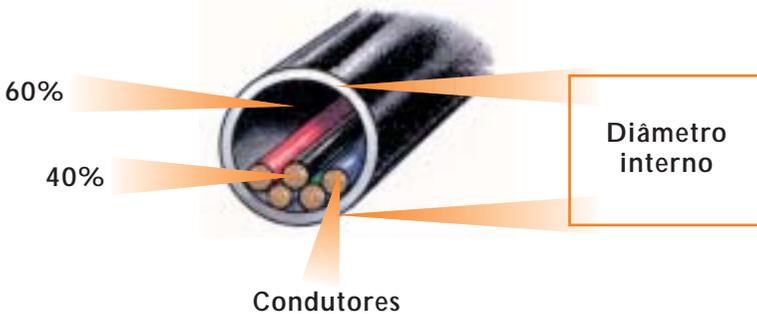
MAS... O QUE É DIMENSIONAR ELETRODUTOS?

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.

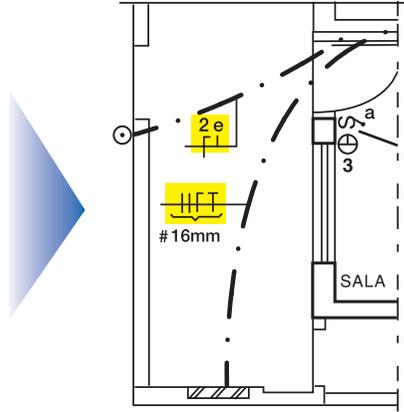
De posse destes dados, deve-se:



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

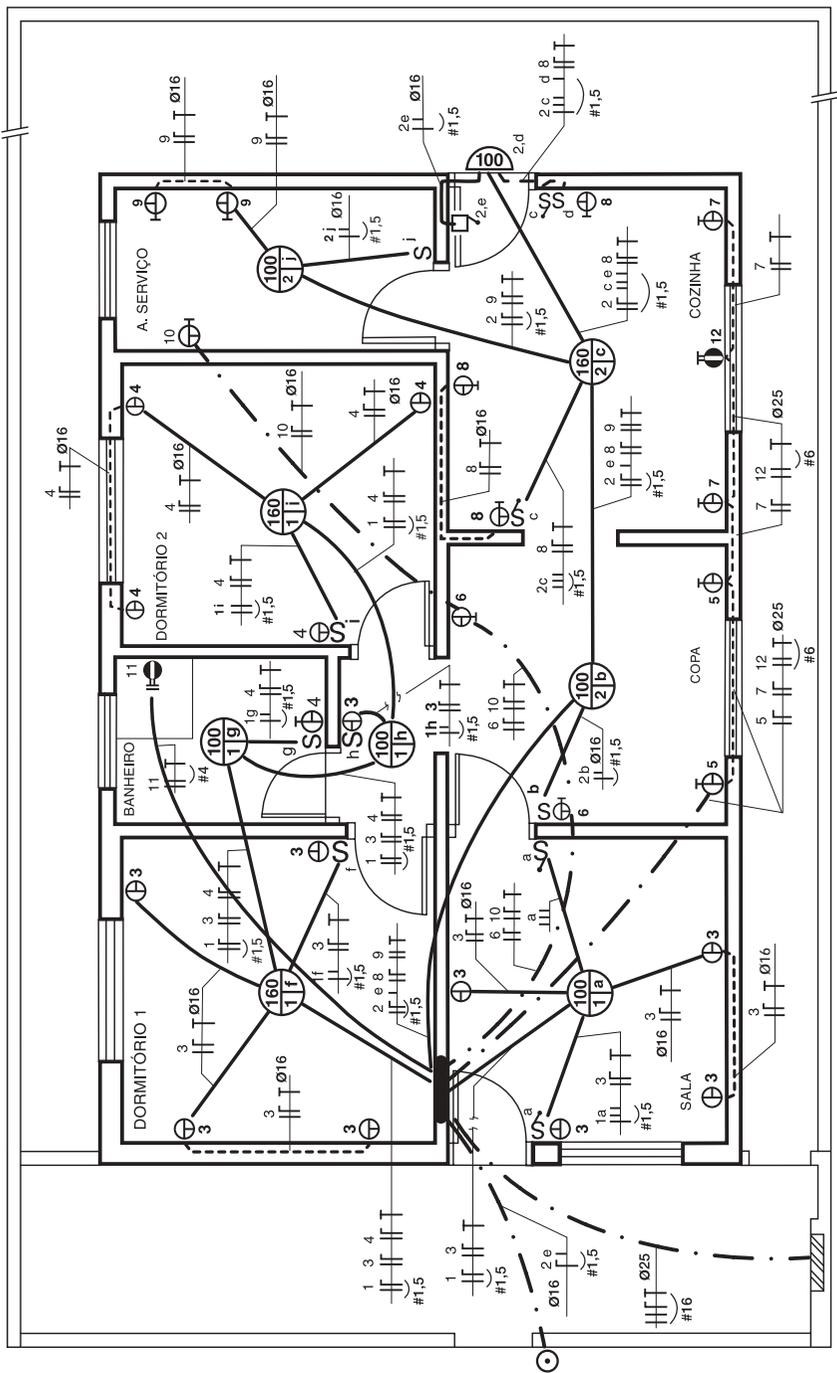


Seção nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto						
	2	3	4	5	6	7	8
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)						
1,5	16	16	16	16	16	16	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20
4	16	16	20	20	20	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25
10	20	20	25	25	32	32	32
16	20	25	25	32	32	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50
35	25	32	40	40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

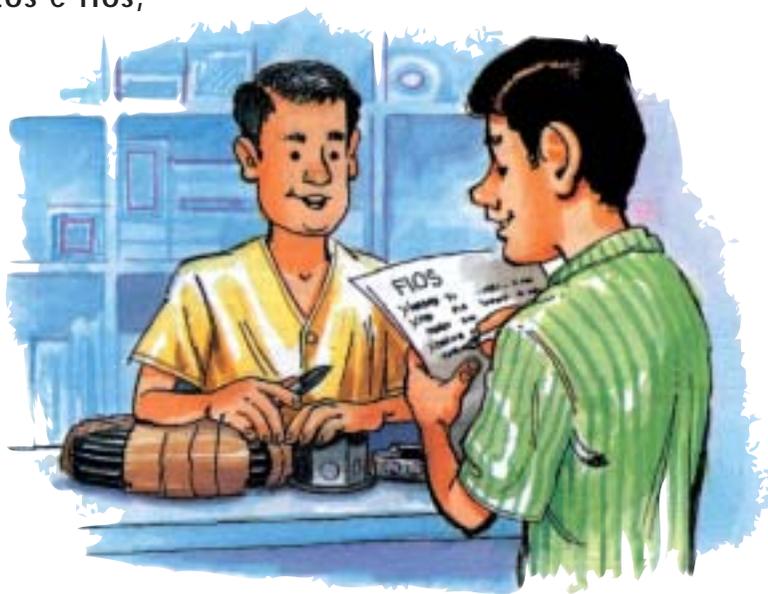
LEVANTAMENTO DE MATERIAL

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.

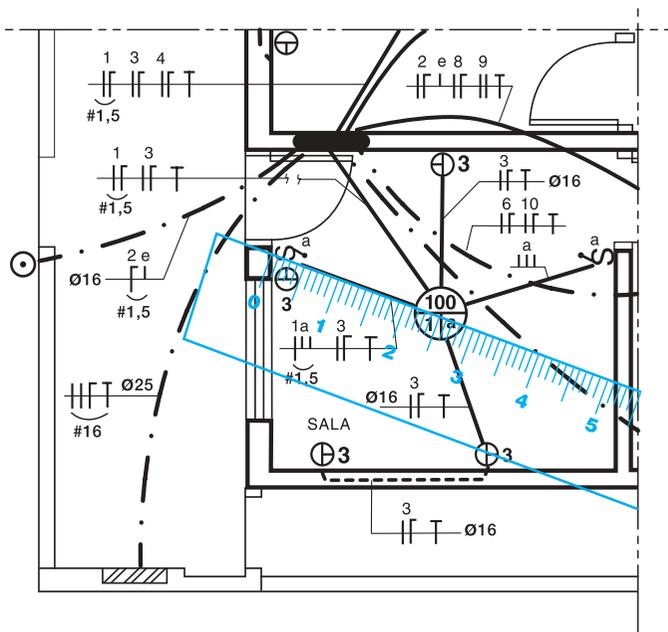


MEDIDAS DO ELETRODUTO NO PLANO HORIZONTAL

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.

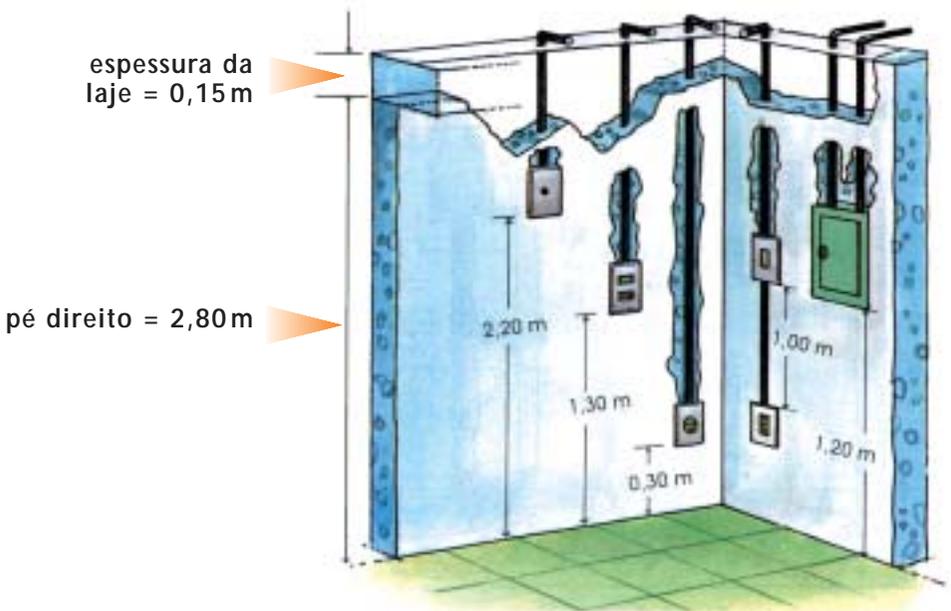
Exemplos

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

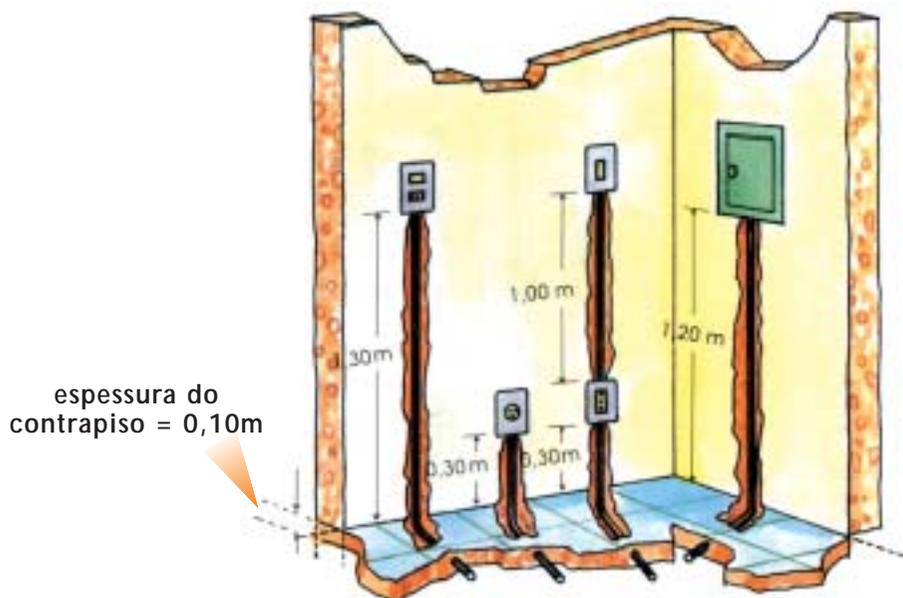
$$\begin{aligned} \text{pé direito} &= 2,80 \text{ m} \\ \text{esp. da laje} &= 0,15 \text{ m} \\ &= 2,95 \text{ m} \end{aligned}$$

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

(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

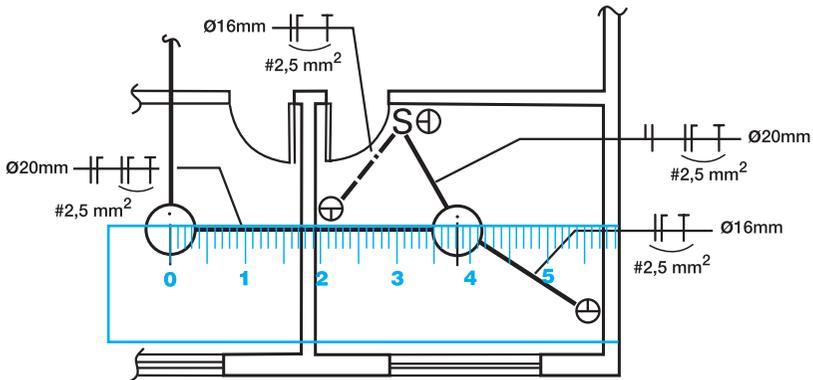
Nota: as medidas apresentadas são sugestões do que normalmente se utiliza na prática. A NBR 5410 não faz recomendações a respeito disso.

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 = 2,80 m
 espessura da laje = 0,15 m
2,80 + 0,15 = 2,95



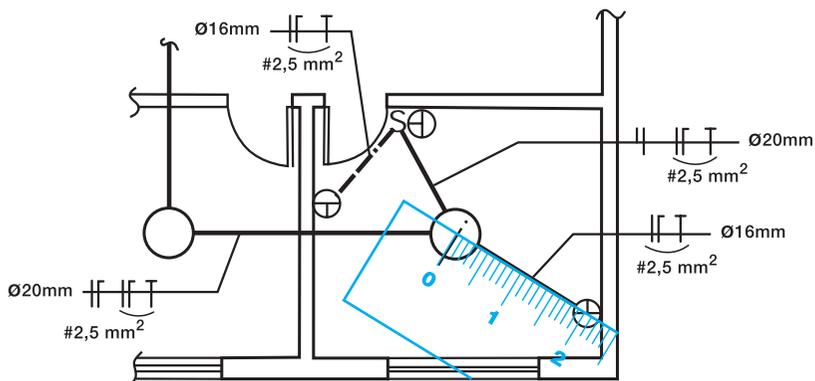
Chega-se a um valor de 3,8cm: converte-se o valor encontrado para a medida real

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

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

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

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

Somam-se os valores encontrados

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

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

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



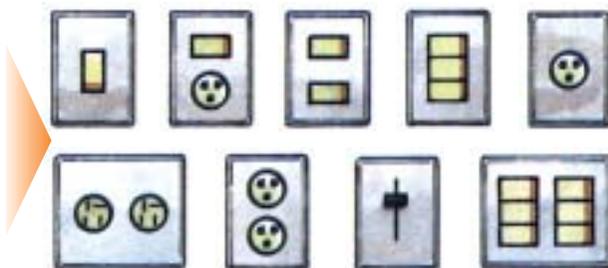
arruela



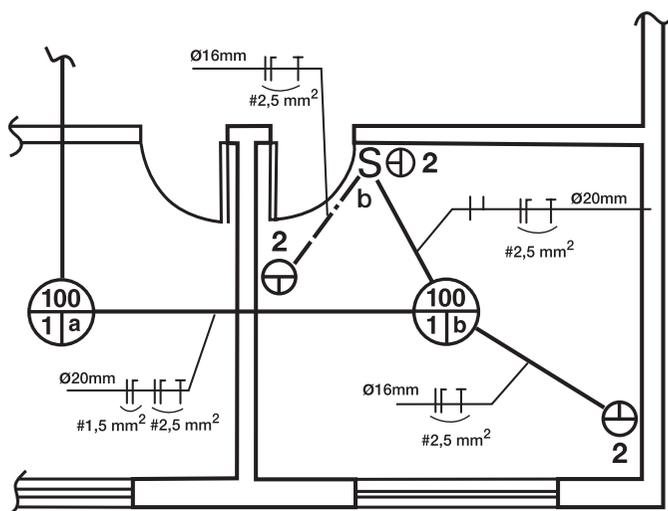
bucha



TOMADAS, INTERRUPTORES E CONJUNTOS



Observando-se a planta do exemplo...

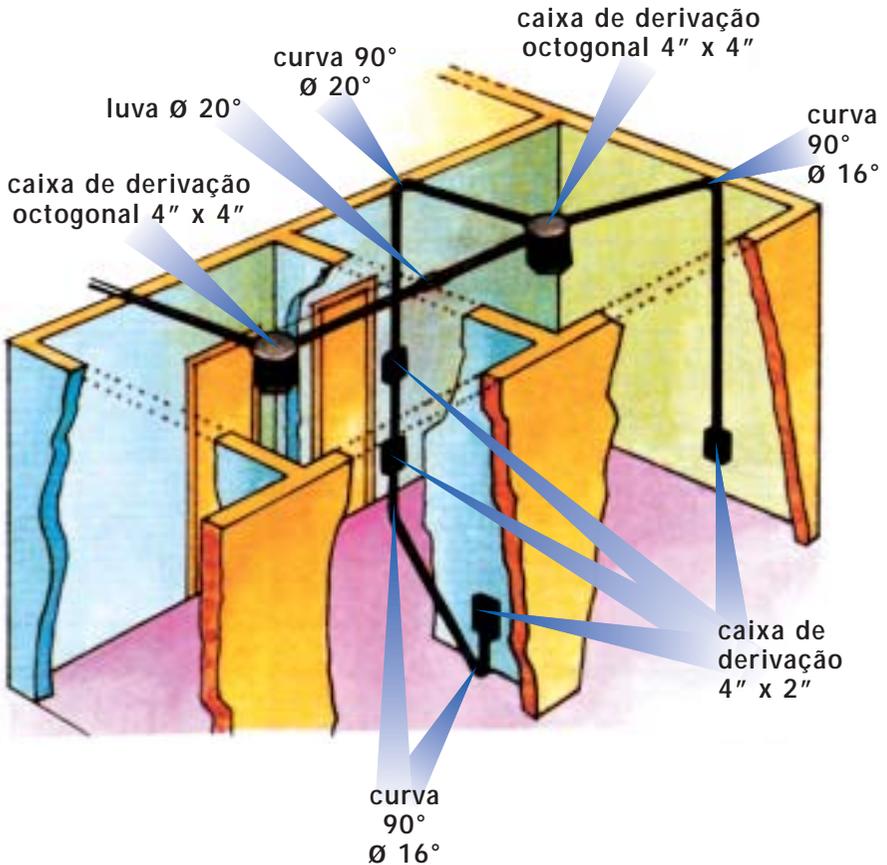


... conta-se

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

ELEKTRO
Eletricidade e Serviços S.A.



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