

**INSTITUTO FEDERAL**  
Sul-rio-grandense

Câmpus  
Passo Fundo

EDUCAÇÃO  
**PÚBLICA**  
**100%**  
GRATUITA

# PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

Alexsander Furtado Carneiro

# PARTES DE UM PROJETO ELÉTRICO

- ART – Anotação de responsabilidade técnica
- Carta de solicitação de aprovação à concessionária
- Memorial descritivo
- Memória de Cálculo
  - ✓ Cálculo de demanda
  - ✓ Dimensionamento dos condutores
  - ✓ Dimensionamento dos condutos
  - ✓ Dimensionamento das proteções

# PARTES DE UM PROJETO ELÉTRICO

- Plantas
  - ✓ Planta de situação
  - ✓ Planta dos pavimentos
- Esquemas verticais (prumadas)
  - ✓ Elétrica
  - ✓ Porteiro eletrônico
  - ✓ Outras instalações (alarme, segurança, dados, iluminação de emergência,

# PARTES DE UM PROJETO ELÉTRICO

- Quadros
  - ✓ Quadro de distribuição de cargas
  - ✓ Diagramas Multifilares (ou unifilares)
- Detalhes
  - ✓ Entrada de serviço
  - ✓ Caixa seccionadora
  - ✓ Centros de medição
  - ✓ Para-raios
  - ✓ Caixas de passagem e aterramentos

# PARTES DE UM PROJETO ELÉTRICO

- Convenções
- Especificações
- Lista de materiais

# PARTES DE UM PROJETO REDE DE DADOS

As mesmas características do projeto elétrico, porém com um quadro de distribuição separado e que neste possam chegar da rua, telefone, internet, tv a cabo ou via satélite e prever a distribuição na casa.

# NORMATIZAÇÃO - SIMBOLOGIA

Os símbolos gráficos utilizados nos projetos de instalações elétricas são padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através das seguintes normas:

- NBR-5444: Símbolos gráficos para instalações prediais.
- NBR-5446: Símbolos gráficos de relacionamento usados na confecção de esquemas.
- NBR-5453: Sinais e símbolos para eletricidade.

# NORMATIZAÇÃO - RECOMENDAÇÕES E NT

Um projeto de instalações elétricas prediais de baixa tensão deve observar, no mínimo, às seguintes normas técnicas:

ABNT:

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 5419 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas;
- NBR 5413 – Iluminância de Interiores.



# NORMATIZAÇÃO - RECOMENDAÇÕES E NT

## Concessionária Local

O projetista deve atentar para as normas técnicas da concessionária do local em que será executado o projeto.

# NORMATIZAÇÃO - RECOMENDAÇÕES E NT

## Normas Específicas

Além destas normas, o projetista deve seguir as normas técnicas nacionais que se apliquem a itens específicos do projeto. Deve também inteirar-se das normas e regulamentações do corpo de bombeiros do local, visando o atendimento às normas referentes à segurança e combate a incêndios.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - OBJETIVO

- Cada aparelho de utilização (lâmpadas, aparelhos de aquecimento d'água, aparelhos eletrodomésticos, motores para máquinas diversas) solicita da rede elétrica uma determinada potência.
- O objetivo da previsão de cargas é a determinação de todos os pontos de utilização de energia elétrica (pontos de consumo ou cargas) que farão parte da instalação.
- Ao final da previsão de cargas, estarão definidas a potência, a quantidade e a localização de todos os pontos de consumo de energia elétrica da instalação.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410

A Norma Brasileira NBR 5410 estabelece as condições mínimas que devem ser adotadas para a quantificação, localização e determinação das potências dos pontos de iluminação e tomadas em habitações (casas, apartamentos, acomodações de hotéis e motéis, flats, apart-hotéis, casas de repouso, alojamentos ou similares).

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (iluminação)

9.5.2.1.1 Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.

## NOTAS

1. Nas acomodações de hotéis, motéis e similares pode-se substituir o ponto de luz fixo no teto por tomada de corrente, com potência mínima de 100 VA, comandada por interruptor de parede.
2. Admite-se que o ponto de luz fixo no teto seja substituído por ponto na parede em espaços sob escada, depósitos, despensas, lavabos e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não conveniente.
- 3 Sobre interruptores para uso doméstico e análogo, ver ABNT NBR 6527

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (iluminação)

9.5.2.1.2 Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, conforme prescrito na alínea a) de 4.2.1.2.2, pode ser adotado o seguinte critério:

- a) em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a  $6 \text{ m}^2$  , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- b) em cômodo ou dependências com área superior a  $6 \text{ m}^2$  , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros  $6 \text{ m}^2$  , acrescida de 60 VA para cada aumento de  $4 \text{ m}^2$  inteiros.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (iluminação)

## NOTA

Os valores apurados correspondem à potência destinada a iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (tomadas)

## 9.5.2.2.1 Número de pontos de tomada

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1;



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (tomadas)

- em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
  - NOTA: Admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto de tomada, quando sua área for inferior a 2 m<sup>2</sup> ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 0,80 m.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (tomadas)

- em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;
- NOTA: Particularmente no caso de salas de estar, deve-se atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada venha a ser usado para alimentação de mais de um equipamento, sendo recomendável equipá-lo, portanto, com a quantidade de tomadas julgada adequada

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (tomadas)

- em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:
  - um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a  $2,25 \text{ m}^2$  . Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até  $0,80 \text{ m}$  no máximo de sua porta de acesso;
  - um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a  $2,25 \text{ m}^2$  e igual ou inferior a  $6 \text{ m}^2$  ;
  - um ponto de tomada para cada  $5 \text{ m}$ , ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a  $6 \text{ m}^2$  , devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (tomadas)

## 9.5.2.2.2 Potências atribuíveis aos pontos de tomada

A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

- a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;
- b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (tomadas)

## Tomadas de uso específico

As tomadas de uso específico são aquelas destinadas a ligação de equipamentos fixos ou estacionários, que, embora possam ser removidos, trabalham sempre em um determinado local, como, por exemplo:



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - NBR 5410 (tomadas)

## Tomadas de uso específico

- A quantidade de TUE's é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, com corrente nominal superior a 10A;
- Atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado ou a soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados (por exemplo: sistema de ar condicionado, hidromassagem, etc.)
- Os pontos de TUE's devem ser localizados no máximo a 1,5m do ponto previsto para a localização do equipamento a ser alimentado

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - POTÊNCIA DOS APARELHOS

EXEMPLO - ANEXO C DO RIC DA CEEE

Potência média de aparelhos eletrodomésticos e motores				
APARELHO	POTÊNCIA (Watt)			
		Forno de microondas	1.300	
		Freezer acima de 200 litros	150	
		Freezer até 200 litros	120	
		Freezer balcão	140	
		Fritadeira	1.200	
Aparelho de som	200	Grill	1.200	
Aquecedor de ambiente	1.500	Impressora jato de tinta	50	
Aspirador de pó	1.000	Impressora laser	400	
Aquecedor central de água	5.000	Liquidificador	400	
Balcão frigorífico	900	Máquina de lavar louça	2.700	
Batedeira	450	Máquina de lavar roupa	1.500	
Boiler 40 litros	900	Motor 3 cv/hp	2.200	
Boiler 80 litros	1.200	Motor 4 cv/hp	2.960	
Cafeteira	300	Motor 5 cv/hp	3.700	
Computador	350	Motor 7,5 cv/hp	5.550	
Condicionador de ar	1.600	Refrigerador	Comum	200
Chuveiro elétrico	5.000		Duplex ou freezer	350
Enceradeira	350	Secador de cabelo	1.300	
Exaustor	300	Secadora de roupa	3.500	
Ferro elétrico	Comum	Televisor	200	
	Regulável	Torneira elétrica	3.500	
Forno elétrico	5.000	Ventilador	100	



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - PREVISÃO DE CARGAS

## Levantamento da Potência Total

A partir da potência ativa total prevista para a instalação é possível determinar o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada;

No cálculo da potência total, é necessário considerar:

- Em uma instalação elétrica predial é necessário computar a previsão de diversas cargas especiais (motores para elevadores, bombas, etc.)
- Nos projetos elétricos residenciais, considera-se o fator de potência 1,0 para as cargas de iluminação e 0,8 para as cargas de tomadas de uso geral.



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - PREVISÃO DE CARGAS

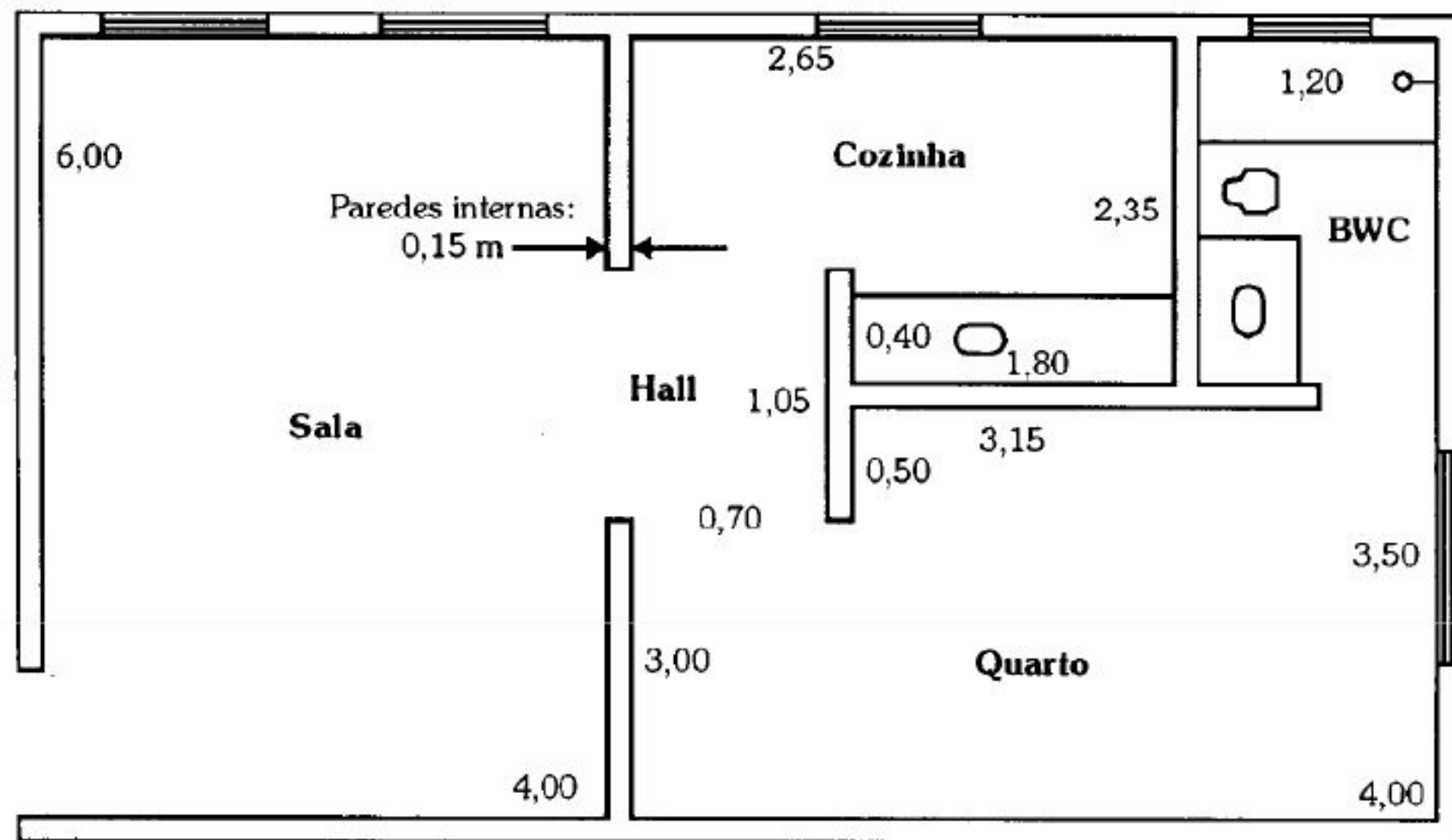
A previsão de cargas de uma determinada instalação pode ser resumida pelo preenchimento de uma quadro, conhecido como **Quadro de Previsão de Cargas**

**QUADRO DE PREVISÃO DE CARGAS Nº** \_\_\_\_\_  
**Local:** \_\_\_\_\_

Dependências	Dimensões		Iluminação			T.U.G.			T.U.E.	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Nº de Pontos	Potência Unitária (W)	Potência Total (VA)	Nº de Pontos	Potência Unitária (W)	Potência Total (VA)	Aparelho	Potência (W)
<b>TOTAIS</b>										

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - EXEMPLO

A figura a seguir, mostra a planta baixa de um pequeno apartamento (as dimensões indicadas são as medidas internas de cada recinto em metros).



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - EXEMPLO

Solução para Iluminação:

Dimensões:

Comprimento: 6 m

Largura: 4 m

Área:  $6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$

Perímetro:  $(6+4) \times 2 = 20 \text{ m}$

Potência de Pontos de Iluminação

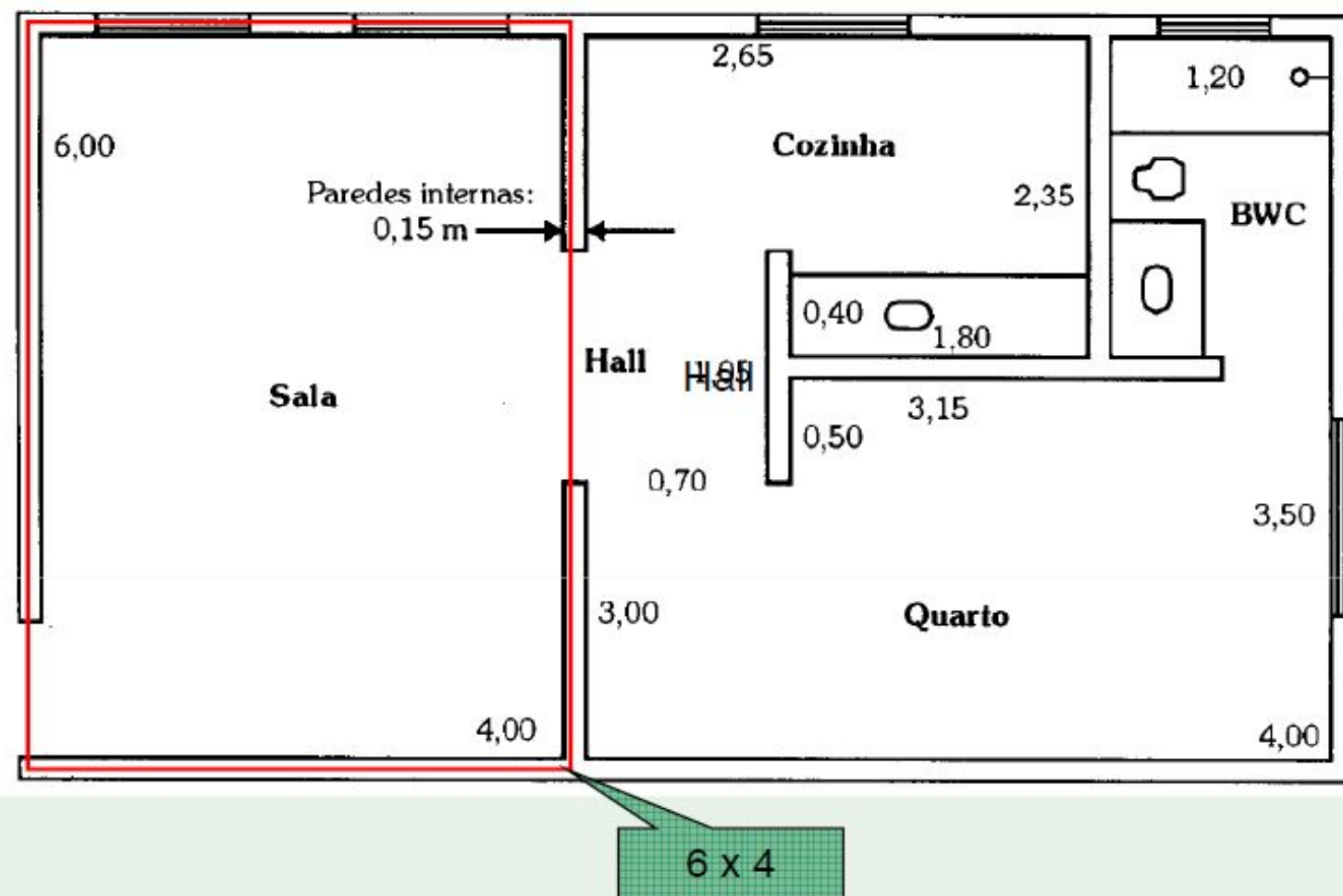
- Primeiros:  $6 \text{ m}^2$ : 100 VA

- Subseqüentes:  $4 \text{ m}^2$ : 60 VA +  $4 \text{ m}^2$ : 60 VA

+  $4 \text{ m}^2$ : 60 VA +  $4 \text{ m}^2$ : 60 VA +  $2 \text{ m}^2$ :

(desconsiderar a fração menor que  $4 \text{ m}^2$  inteiros)

Total:  $24 \text{ m}^2$  : 340 VA



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - EXEMPLO

Solução para Tomadas de Uso Geral (TUG):

Dimensões:

Comprimento: 6 m

Largura: 4 m

Área:  $6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$

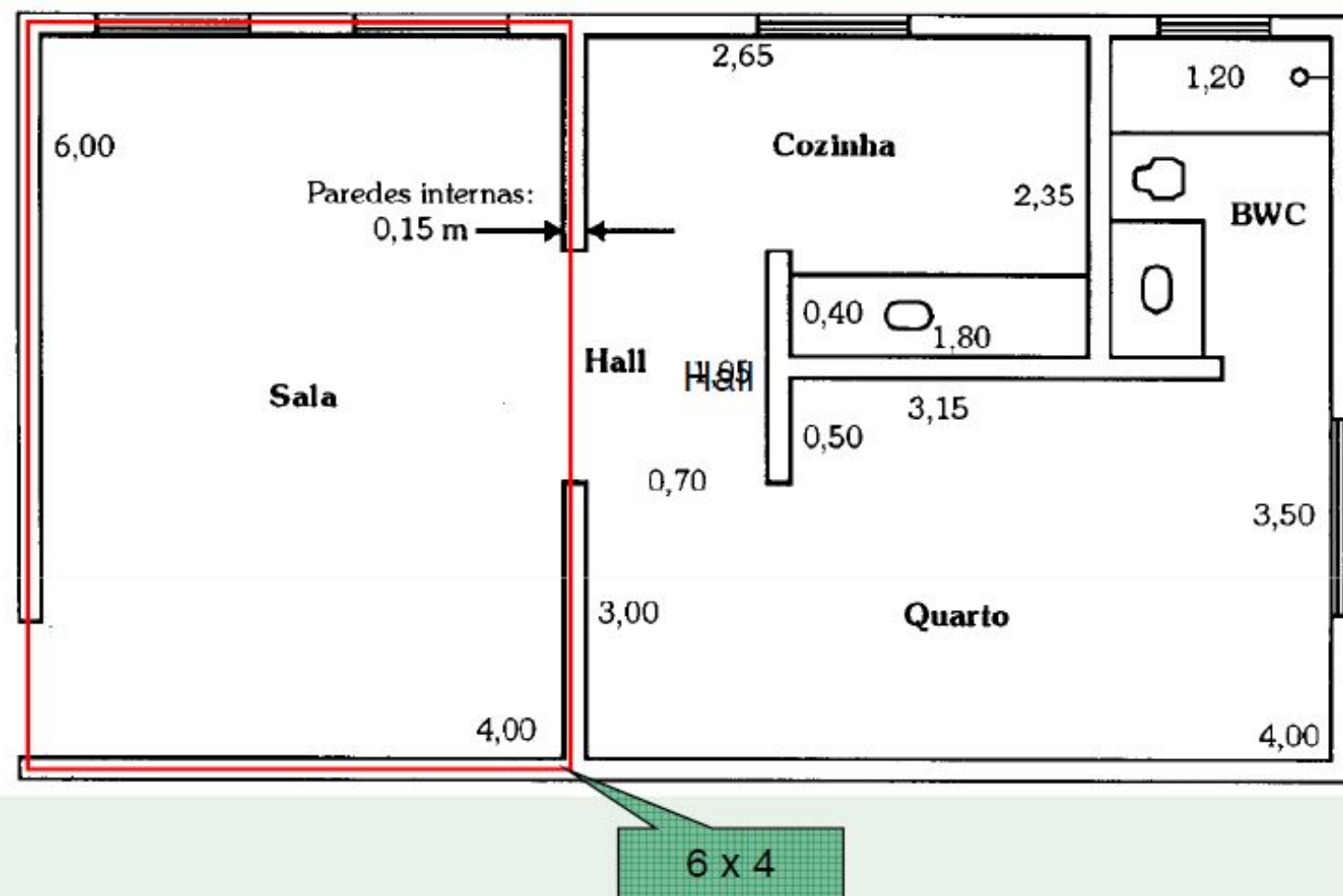
Perímetro:  $(6+4) \times 2 = 20 \text{ m}$

Potência das tomadas

Segundo a norma, devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro:

$20\text{m} / 5 \text{ m} = 4 \text{ TUG}$

Cada tomada com uma potência de 100 VA



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - EXEMPLO

Solução para Iluminação:

Dimensões:

Comprimento: 2,35 m

Largura: 2,65 m

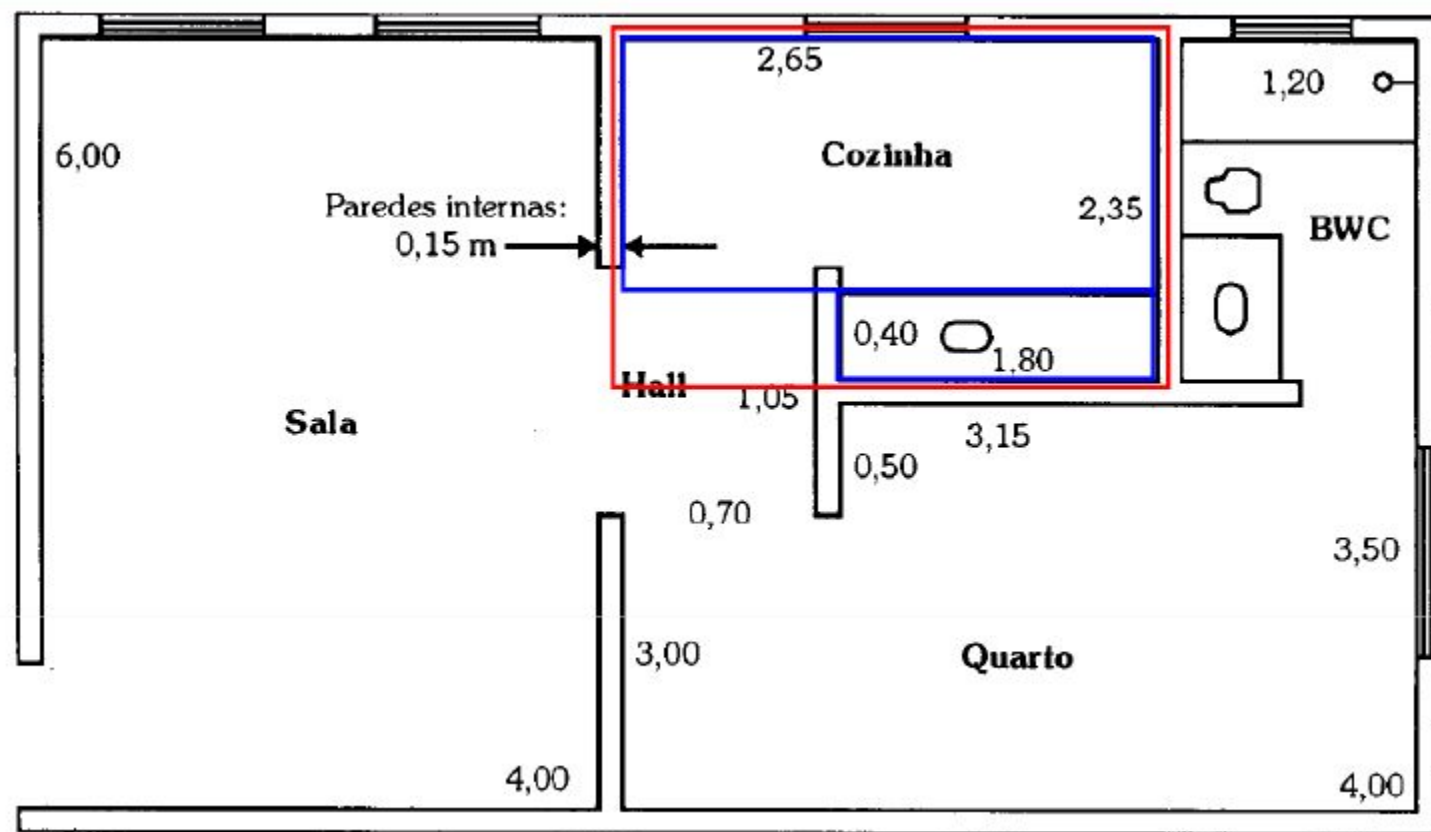
Área:  $1,95 \times 2,65 + 0,4 \times 1,8 = 5,89 \text{ m}^2$

Perímetro:  $2,65 + 2,35 + 1,8 + 0,4 + 0,15 + 0,7 + 1,95 = 10 \text{ m}$

Potência de Pontos de Iluminação

- Primeiros: 6 m<sup>2</sup>: 100 VA

- Total: 100 VA



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - EXEMPLO

Solução para Tomadas de Uso Geral (TUG):

Dimensões:

Comprimento: 2,35 m

Largura: 2,65 m

Área:  $1,95 \times 2,65 + 0,4 \times 1,8 = 5,89 \text{ m}^2$

Perímetro:  $2,65 + 2,35 + 1,8 + 0,4 + 0,15 + 0,7 + 1,95 = 10 \text{ m}$

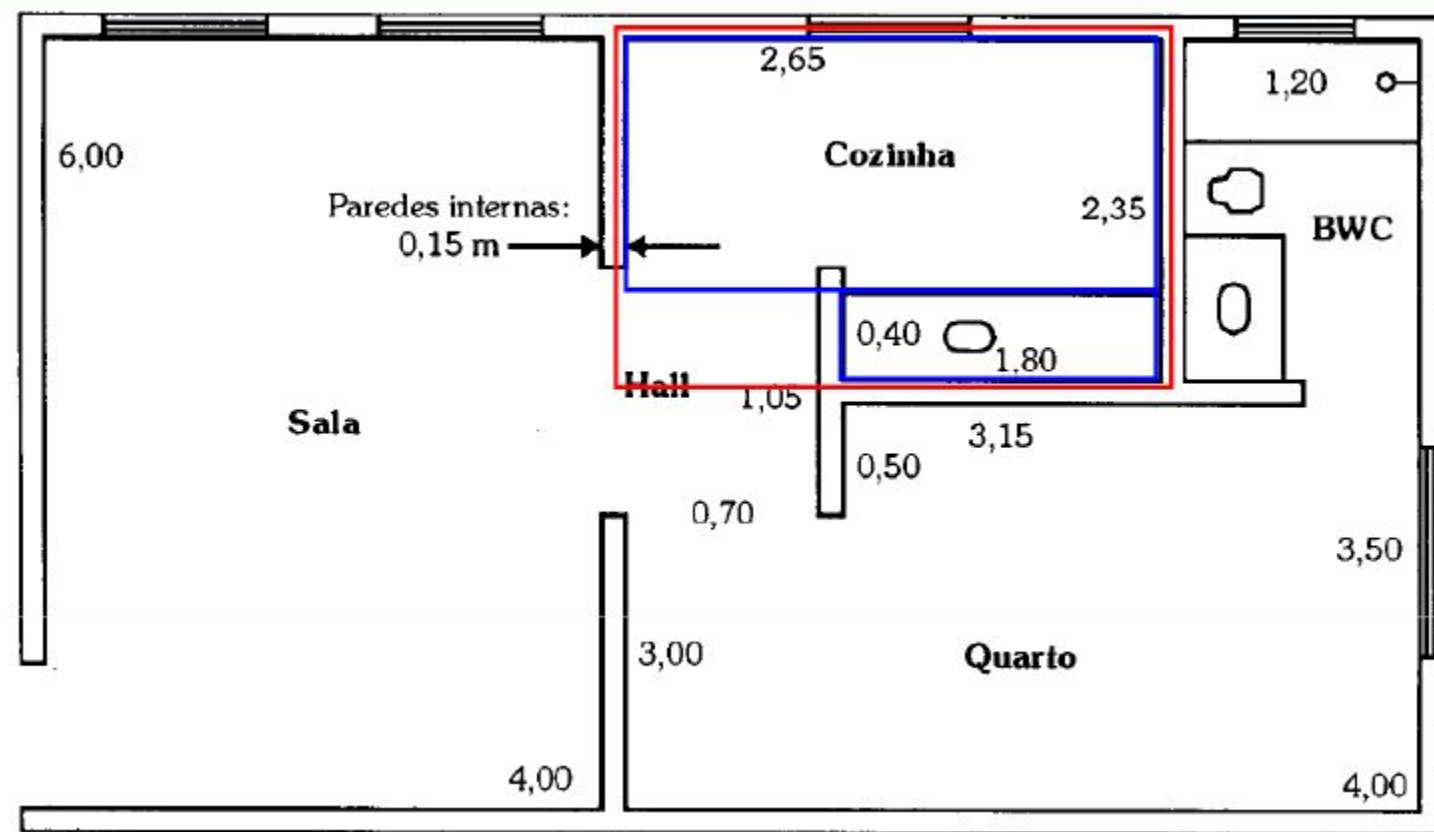
Potência das tomadas

Deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, 3 de 600 VA

Tomadas de uso específico:

Microondas - 1500 W

Torneira elétrica - 3000 W



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - EXEMPLO

Quadro de cargas

**Exemplo - A**  
**Quadro de Previsão de Cargas**

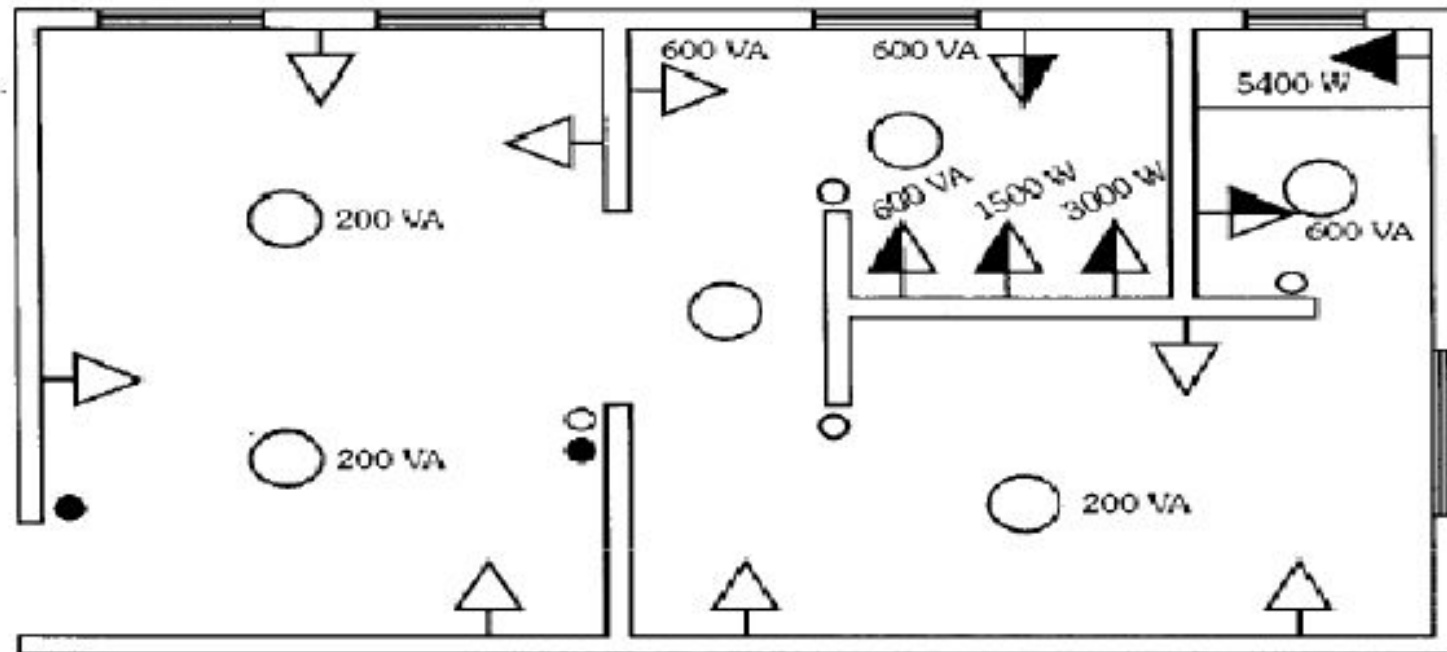
N	Dependências	Dimensões				Iluminação			TUG			TUE		
		L	C	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (W)	Potência total (W)
1	Sala	6	4	24	20	2	200	400	4	100	400	0	0	0
1	Quarto	4	3,5	13,57	15	1	200	200	3	100	300	0	0	0
1	WC	2,35	1,2	2,82	7,1	1	100	100	1	600	600	1	5400	5400
1	Hall	1,05	0,80	0,85	3,7	1	100	100	1	100	100	0	0	0
1	Cozinha	2,35	2,65	5,89	10	1	100	100	3	600	1800	1	3000	3000
												1	1500	1500
5														
<b>Sub-totais [VA]</b>				<b>47,13</b>	<b>55,8</b>	<b>6</b>		<b>900</b>	<b>12</b>		<b>3200</b>	<b>3</b>		<b>9900</b>
<b>Sub-totais [W]</b>							<b>1</b>	<b>900</b>		<b>1</b>	<b>3200</b>		<b>1</b>	<b>9900</b>
<b>Total</b>														<b>14000</b>

**100%**  
GRATUITA



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - EXEMPLO

Distribuição das Cargas (os pontos que não tem potência indicada são de 100 VA)



## Convenções

- Tomada baixa a 0,30 m do piso
- Tomada média a 1,30 m do piso
- Tomada alta a 2,00 m do piso

- Ponto de luz no teto
- Interruptor de uma seção
- Interruptor paralelo



# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - CARGAS ESPECIAIS

Em alguns casos, será necessário fazer a previsão das diversas cargas especiais que atendem aos sistemas de utilidades das residências ou edifícios.

- Pode-se citar como exemplos os motores para Previsão de Cargas Especiais elevadores, as bombas para recalque d'água, bombas para drenagem de águas pluviais e esgotos, bombas para combate a incêndio, sistemas de aquecimento central etc.
- Em geral, em um condomínio por exemplo, estas cargas são de uso comum.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - CARGAS ESPECIAIS

A determinação destas cargas depende de cada caso específico, e, geralmente, é definida pelos fornecedores especializados dos diversos sistemas, cabendo ao projetista prever a potência solicitada pelos mesmos.

Como exemplo, pode-se citar as cargas especiais que seriam Previsão de Cargas Especiais empregadas em um prédio típico de apartamentos, com subsolo, pavimento térreo e cinco pavimentos tipo, com dois apartamentos por andar:

- Elevadores: 2 motores trifásicos de 7,5 CV
- Bombas para recalque d'água: 2\* motores trifásicos de 3 CV
- Bombas para sistema de combate a incêndio: 2\* motores de 5 CV
- Bombas de drenagem de águas pluviais: 2\* motores de 1 CV
- Portão da garagem: 1 motor de 0,5 CV

Nota: 1 CV = 0,9863 HP = 735,5 W e \* = um de reserva

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - CARGAS ESPECIAIS

## Previsão de cargas em áreas comerciais e de escritórios

- O cálculo da iluminação para estas áreas é feito de modo diferente do processo utilizado para a determinação da iluminação em áreas residenciais.
- Dependendo do caso, para áreas de lojas e escritórios, podem-se empregar diversos métodos, destacando-se o Método dos Lúmens, o Método das Cavidades Zonais e o Método Ponto por Ponto.
- A Norma Brasileira NBR-5413/82 - Iluminação de Interiores, define os critérios a serem seguidos, especificando o nível de iluminamento de acordo com a utilização do recinto.

# PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA - CARGAS ESPECIAIS

- Para a previsão de tomadas de uso geral em áreas comerciais e de escritórios, pode-se adotar o seguinte critério: escritórios comerciais com área igual ou inferior a  $40 \text{ m}^2$ : 1 tomada m : para cada 3 m, ou fração de perímetro; ou 1 tomada para cada  $4 \text{ m}^2$ , ou fração de área (adotar o que conduzir ao maior número)
- Escritórios comerciais com área superior a  $40 \text{ m}^2$ : 10 tomadas para os primeiros  $40 \text{ m}^2$  e 1 tomada para cada  $10 \text{ m}^2$ , ou fração, de área restante.
- Em lojas: 1 tomada para cada a  $30 \text{ m}^2$ , ou fração de área, não computadas as tomadas destinadas a vitrines e à demonstração de aparelhos.

# CALCULO DA CARGA INSTALADA

**Carga instalada** : Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

Calculo da potência ativa de iluminação



Potência de iluminação ( $S_{ILUM}$ )  
Fator de potência adotado ( $FP_{ILUM}$ )

$$P_{ILUM} = S_{ILUM} \times FP_{ILUM}$$

Calculo da potência ativa das tomadas de uso geral (TUG's)



Potência de TUG ( $S_{TUG}$ )  
Fator de potência adotado ( $FP_{TUG}$ )

$$P_{TUG} = S_{TUG} \times FP_{TUG}$$

Calculo da potência ativa das tomadas de uso específico (TUE's)



Potência de TUG ( $S_{TUE}$ )  
Fator de potência adotado ( $FP_{TUE}$ )

$$P_{TUE} = S_{TUE} \times FP_{TUE}$$

Calculo da potência ativa total



Potencia ativa total ( $P_T$ )

$$P_T = P_{ILUM} + P_{TUG} + P_{TUE}$$

# CÁLCULO DA CARGA INSTALADA

Para o levantamento de carga instalada da previsão de Iluminação e tomadas é necessário o uso do fator de demanda, determinado pelo ANEXO D do RIC da CEEE.

Residências	30	Potência	P (kW)	5 < P ≤ 6	45
		0 < P ≤ 1	86	6 < P ≤ 7	40
		1 < P ≤ 2	75	7 < P ≤ 8	35
		2 < P ≤ 3	66	8 < P ≤ 9	31
		3 < P ≤ 4	59	9 < P ≤ 10	27
		4 < P ≤ 5	52	10 < P	24



# CALCULA DA CARGA INSTALADA

Para o exemplo estudado a potência de iluminação é de 900 W e nesse caso utiliza-se um fator de demanda de 86%. Já a potência de tomadas de uso geral é de 3200 W e o fator de demanda será de 59%.

O calculo da carga instalada será dado pela equação abaixo:

$$carga\ instalada = ((P_{ilum} * FD_{ilum}) / 100 + (P_{TUG} * FD_{TUG}) / 100 + P_{TUE}) / 1000$$

$$carga\ instalada = ((900 * 86) / 100 + 3200 * 59) / 100 + 9900) / 1000$$

$$carga\ instalada = 12,562\ kW$$

# TIPO DE FORNECIMENTO

Observamos o RIC da CEEE para a determinação do tipo de entrada conforme a carga instalada.

FORNECIMENTO		CARGA INSTALADA C (KW)	DEMANDA CALCULADA D (KVA)	TIPO DE MEDIÇÃO	PROTEÇÃO	CONDUTOR (mm <sup>2</sup> )					ELETRODUTO DN (mm)			LIMITE DE POTÊNCIA		
TENSÃO (V)	TIPO				DISJUNTOR TERMOMAGNETICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA	Aterramento	Proteção	RAMAL DE ENTRADA	Aterramento / Proteção	MAIOR MOTOR OU SOLDA A MOTOR (CV)			
						COBRE	ALUMÍNIO						COBRE ISOLADO		AÇO	PVC
380/220	A2	$C \leq 15$	—	DIRETA	40	10	D-10	6	6	6	20	25	20	3	—	—
	B2	$C \leq 25$	—		50	10	T-10	10	10	10	20	25	20	3	5	—
	C13	$C \leq 75$	$D \leq 19$		30	10	Q-10	6	6	6	20	25	20	2	3	15
	C14		$19 < D \leq 26$		40	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	3	5	20
	C15		$26 < D \leq 32$		50	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	3	5	25
	C16		$32 < D \leq 46$		70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	5	10	30
	C17		$46 < D \leq 66$		100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	7,5	12	40
	C18		$66 < D \leq 82$		125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	7,5	12	50
	C19	$82 < D \leq 99$	150	175	IND.	ENTRADA SUBTERRÂNEA		70	25	35	50	60	25	—	—	—
	C20	$99 < D \leq 115$				95	35	50	65	75	32	—	—	—		
220	A3	—	$D \leq 11$	DIR	50	10	D-10	10	10	10	20	25	20	7,5	—	—



# TIPO DE FORNECIMENTO

No nosso exemplo a carga instalada é de , e portanto o tipo de fornecimento será A2, monofásico FN.

FORNECIMENTO		CARGA INSTALADA C (KW)	DEMANDA CALCULADA D (KVA)	TIPO DE MEDIÇÃO	PROTEÇÃO	CONDUTOR (mm²)					ELETRODUTO DN (mm)			LIMITE DE POTÊNCIA				
TENSÃO (V)	TIPO					DISJUNTOR TERMOMAGNETICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA		Aterramento	Proteção	RAMAL DE ENTRADA		Aterramento / Proteção	MAIOR MOTOR OU SOLDA A MOTOR (CV)		
							COBRE	ALUMÍNIO	COBRE ISOLADO				AÇO	PVC		FN	FF	FFF
380/220	A2	$C \leq 15$	—	DIRETA	40	10	D-10	6	6	6	20	25	20	3	—	—		
	B2	$C \leq 25$	—		50	10	T-10	10	10	10	20	25	20	3	5	—		
	C13	$C \leq 75$	$D \leq 19$		30	10	Q-10	6	6	6	20	25	20	2	3	15		
	C14		$19 < D \leq 26$		40	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	3	5	20		
	C15		$26 < D \leq 32$		50	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	3	5	25		
	C16		$32 < D \leq 46$		70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	5	10	30		
	C17		$46 < D \leq 66$		100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	7,5	12	40		
	C18		$66 < D \leq 82$		125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	7,5	12	50		
	C19		$82 < D \leq 99$		150	ENTRADA SUBTERRÂNEA		70	25	35	50	60	25	—	—	—		
	C20	$99 < D \leq 115$	175	ENTRADA SUBTERRÂNEA		95	35	50	65	75	32	—	—	—				
220	A3	—	$D \leq 11$	DIR	50	10	D-10	10	10	10	20	25	20	7,5	—	—		

# DEMANDA

Com carga instalada o tipo de fornecimento é trifásico e nesse casos é necessário calcular a demanda para determinar qual tipo de fornecimento a instalação se enquadra. A demanda para entrada, deve ser calculada a partir da carga declarada, através da seguinte expressão (RIC CEEE):

# DEMANDA

$$D(kVA) = a + b + 1,2c + d + e + f$$

Sendo:

(a) = demanda de iluminação e tomadas, calculada conforme ANEXO D;

(b) = demanda dos aparelhos para aquecimento (chuveiros, aquecedores, fornos, fogões, etc.), calculada conforme ANEXO I;

(c) = demanda dos aparelhos de condicionador de ar, tipo janela, calculada conforme ANEXOS E e F, (unidade em kW);

# DEMANDA

$$D(kVA) = a + b + 1,2c + d + e + f$$

(d) = demanda das unidades centrais de condicionadores de ar, calculadas a partir das respectivas correntes máximas totais (valores a serem fornecidos pelos fabricantes), considerando o fator de demanda de 100%;

(e) = demanda dos motores elétricos e máquinas de solda a motor, calculada conforme ANEXO G;

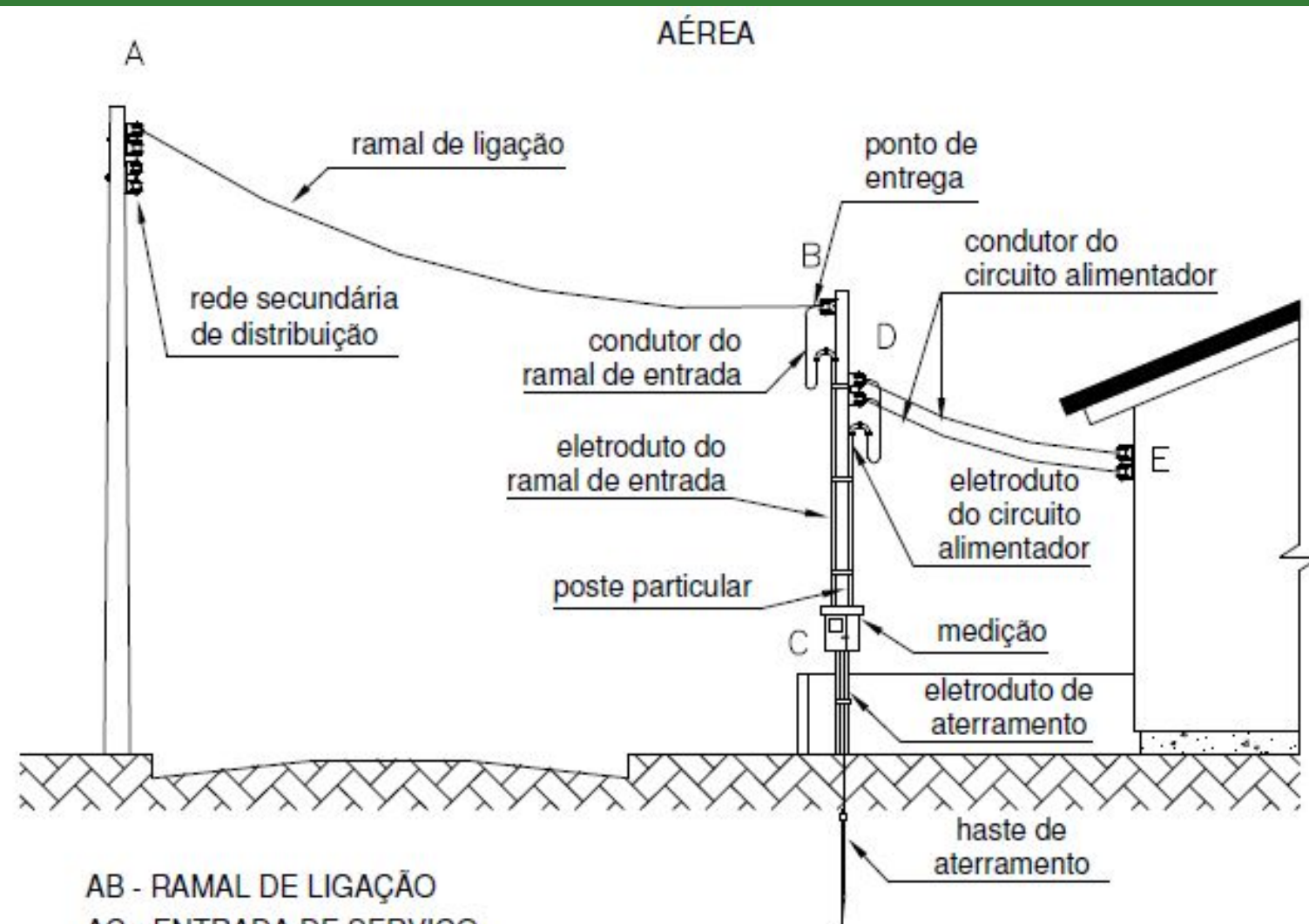
(f) = demanda das máquinas de solda a transformador, aparelhos de eletro galvanização e de raio X, calculada conforme ANEXO H;

# PADRÃO DE ENTRADA

- Uma vez definido o tipo de fornecimento pode-se determinar também o padrão de entrada.
- O que é padrão de entrada?
- Padrão de entrada é 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

# PADRÃO DE ENTRADA

- COMPONENTES DA ENTRADA DE SERVIÇO

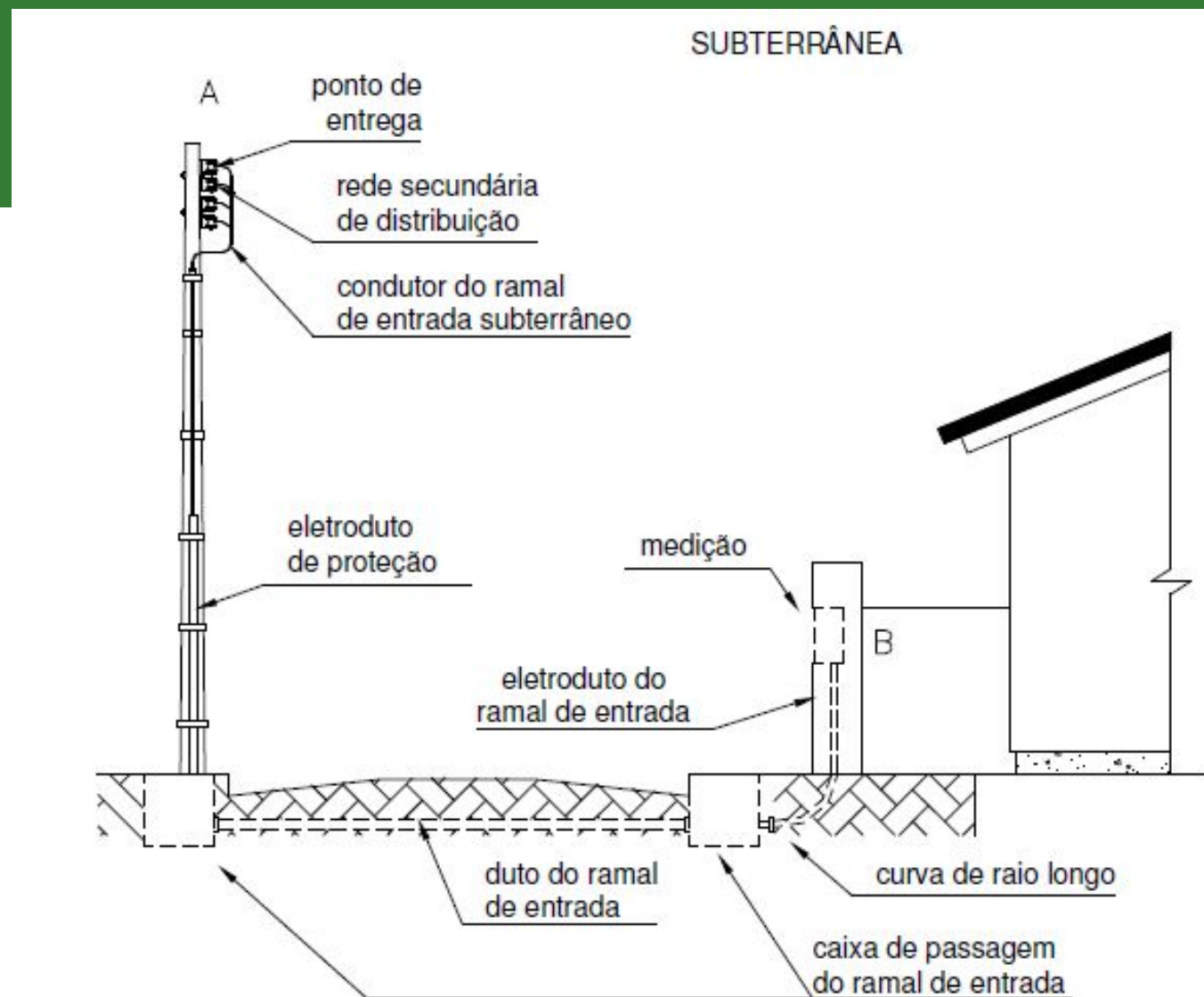


AB - RAMAL DE LIGAÇÃO  
AC - ENTRADA DE SERVIÇO  
BC - RAMAL DE ENTRADA  
BCD - ENTRADA DE ENERGIA  
CDE - CIRCUITO ALIMENTADOR



# PADRÃO DE ENTRADA

- COMPONENTES DA ENTRADA DE SERVIÇO

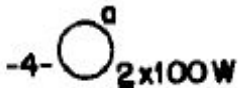
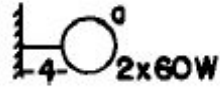
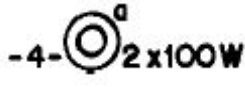




# PEDIDO DE LIGAÇÃO



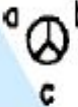


- Para ligação o interessado deve entrar em contato com a concessionária, informando a carga instalada discriminada, o endereço onde será efetuada a ligação e os dados de identificação do consumidor.
- Para Instalação consumidora única a ligação da unidade consumidora fica condicionada à prévia vistoria e aprovação da entrada de energia, dispensando-se a apresentação de projeto.



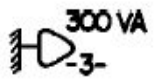





# SIMBOLOGIA - NBR 5444

8.1		Ponto de luz incandescente no teto. Indicar o nº de lâmpadas e a potência em watts	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
8.2		Ponto de luz incandescente na parede (arandela)	Deve-se indicar a altura da arandela
8.3		Ponto de luz incandescente no teto (embutido)	
8.4		Ponto de luz fluorescente no teto (indicar o nº de lâmpadas e na legenda o tipo de partida e reator)	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
8.5		Ponto de luz fluorescente na parede	Deve-se indicar a altura da luminária







# SIMBOLOGIA - NBR 5444

Nº	Símbolo	Significado	Observações
7.1		Interruptor de uma seção	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.2		Interruptor de duas seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.3		Interruptor de três seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.4		Interruptor paralelo ou <i>Three-Way</i>	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.5		Interruptor intermediário ou <i>Four-Way</i>	A letra minúscula indica o ponto comandado

# SIMBOLOGIA - NBR 5444

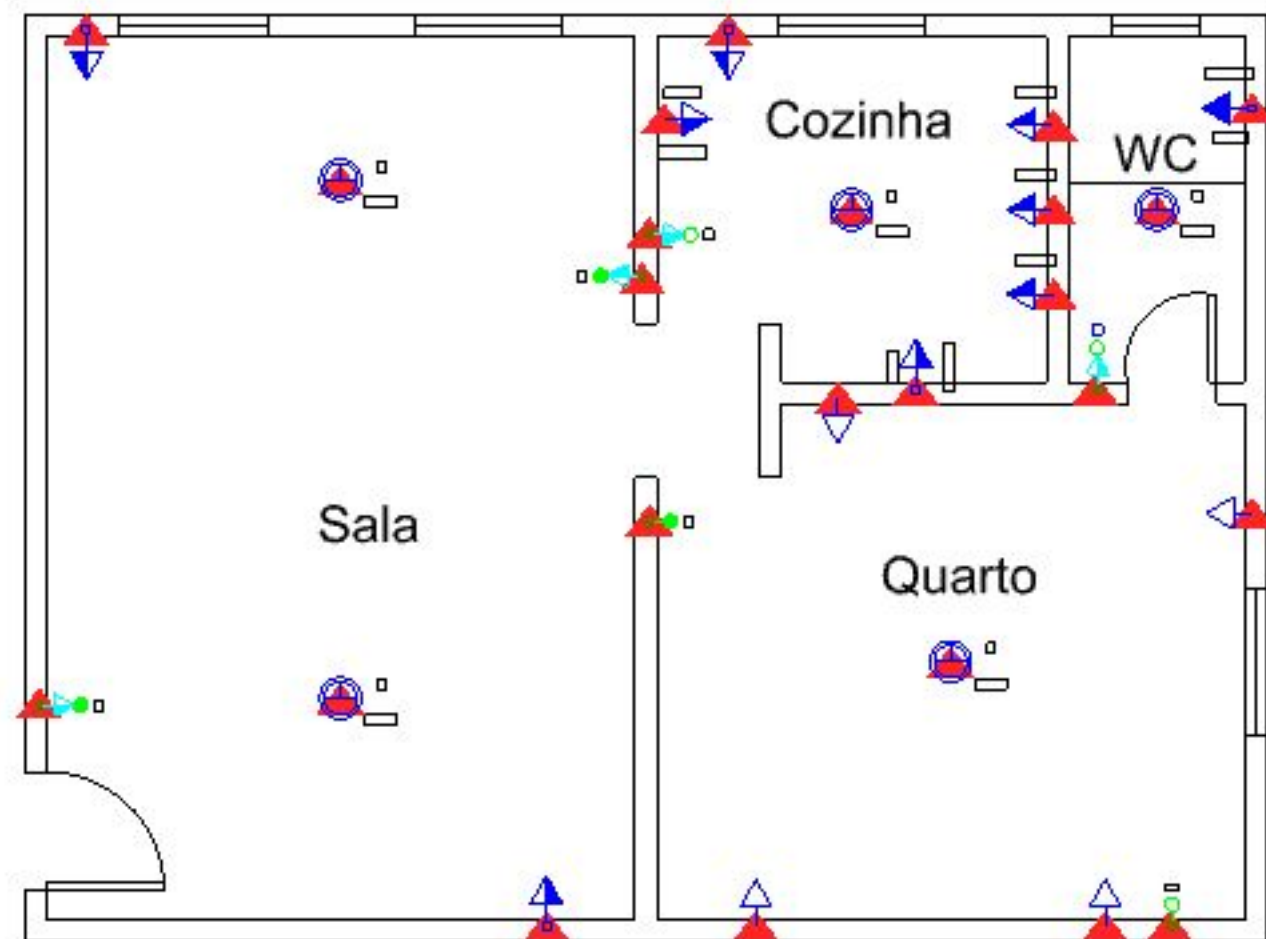
9.1		Tomada de luz na parede, baixo (300 mm do piso acabado)	A potência deverá ser indicada ao lado em VA (exceto se for de 100 VA), como também o nº do circuito correspondente e a altura da tomada, se for diferente da normalizada; se a tomada for de força, indicar o nº de W ou kW
9.2		Tomada de luz a meio a altura (1.300 mm do piso acabado)	
9.3		Tomada de luz alta (2.000 mm do piso acabado)	
9.4		Tomada de luz no piso	
9.5		Saída para telefone externo na parede (rede Telebrás)	
9.6		Saída para telefone externo na parede a uma altura "h"	

# SIMBOLOGIA - NBR 5444

Nº	Símbolo	Significado	Observações
6.1		Quadro parcial de luz e força aparente	Indicar as cargas de luz em watts e de força em W ou kW
6.2		Quadro parcial de luz e força embutido	
6.3		Quadro geral de luz e força aparente	
6.4		Quadro geral de luz e força embutido	
6.5		Caixa de telefones	
6.6		Caixa para medidor	

# DESENHO DAS TOMADAS, TUG'S, TUE'S E INTERRUPTORES NA PLANTA

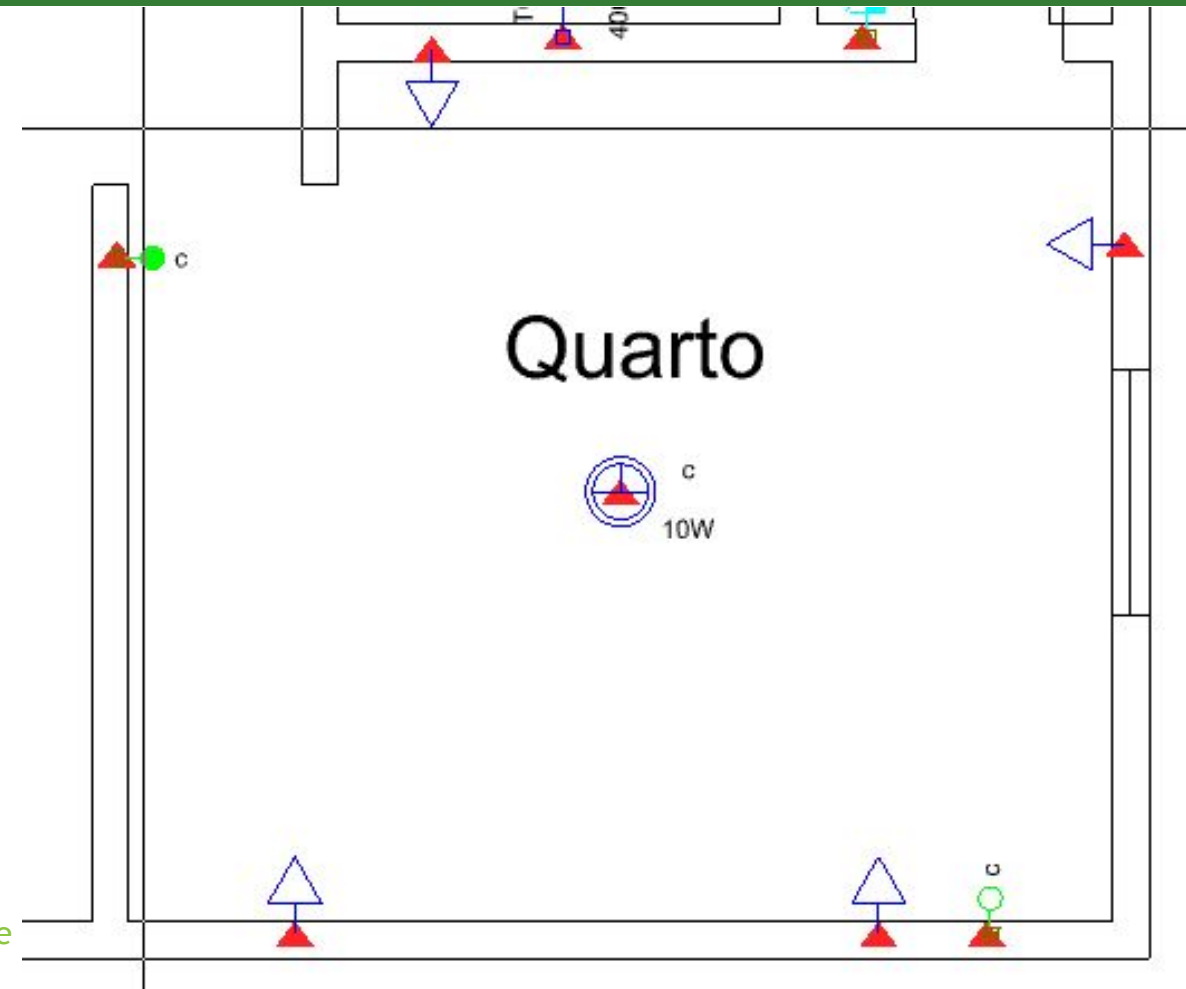
Após o levantamento das cargas é necessário distribuir essas cargas na planta baixa do projeto.



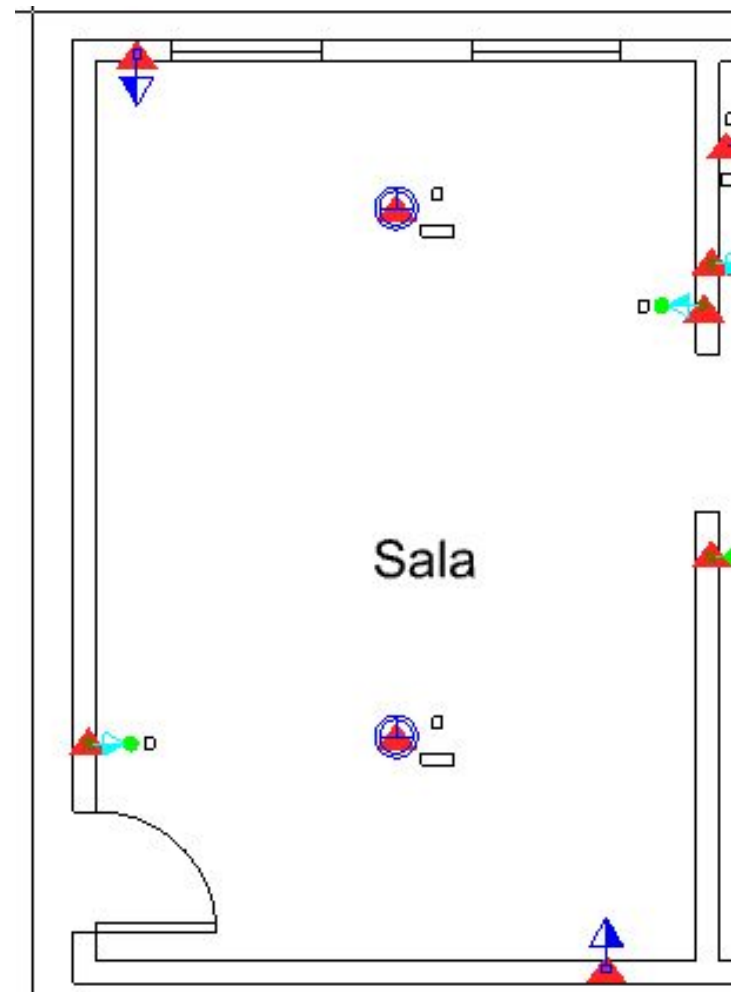
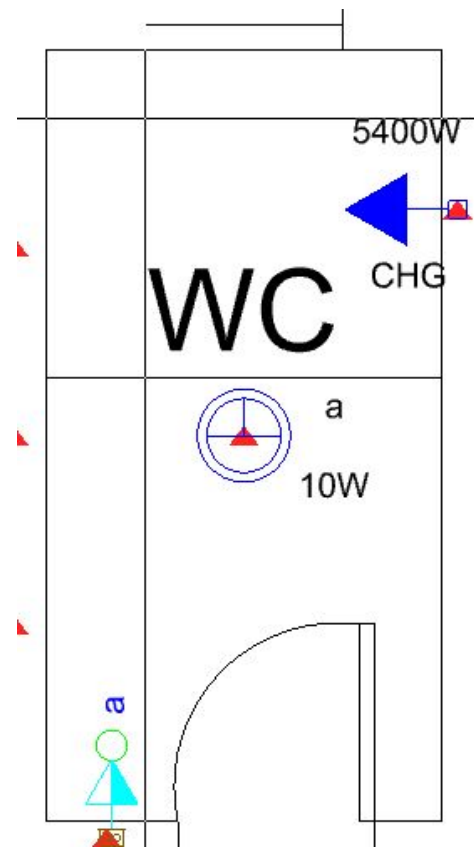
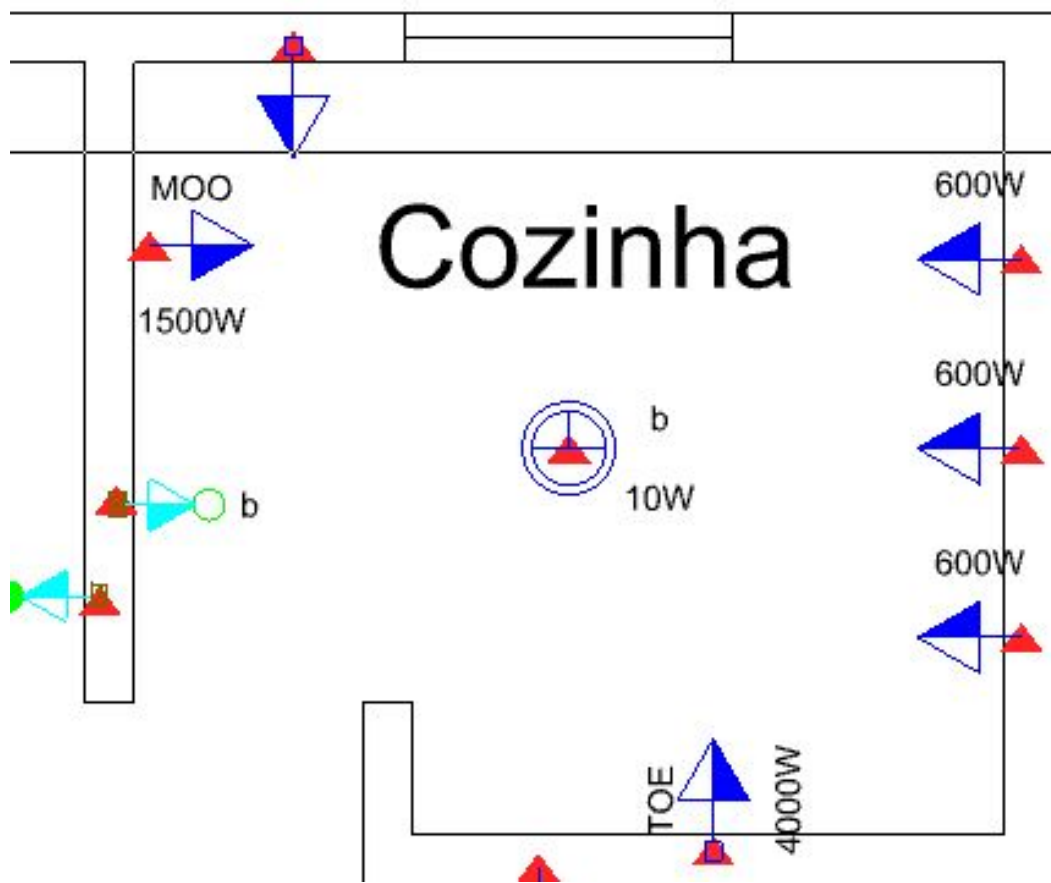


# DESENHO DAS TOMADAS, TUG'S, TUE'S E INTERRUPTORES NA PLANTA

A distribuição pode ser por elemento, primeiro iluminação, depois TUG's e posterior TUE's, ou por cômodo, conforme o exemplo ao lado



# DESENHO DAS TOMADAS, TUG'S, TUE'S E INTERRUPTORES NA PLANTA



# PEDIDO DE LIGAÇÃO

- Prédio de múltiplas unidades a solicitação do pedido de fornecimento definitivo deve ocorrer num prazo mínimo de noventa (90) dias, antes da provável data de conclusão da obra do prédio, acompanhada da ART referente à execução da entrada de serviço, devidamente quitada. Este prazo é necessário para elaboração de estudos e/ou execução de obras na rede de distribuição, conforme a legislação vigente. A ligação das unidades consumidoras fica condicionada à prévia inspeção e aceitação da entrada de serviço de acordo com o projeto liberado pela concessionária.



# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Definição: O quadro de distribuição ou quadro de luz é o local onde se concentra a distribuição de toda a instalação elétrica, ou seja:

- Onde se instalam os dispositivos de proteção dos circuitos;
- Onde se recebe os condutores (ramal de alimentação) que vêm do medidor ou centro de medição ;
- Onde partem os circuitos terminais que irão alimentar as diversas cargas da instalação (lâmpadas, tomadas, chuveiros, torneira elétrica, condicionador de ar, etc.)

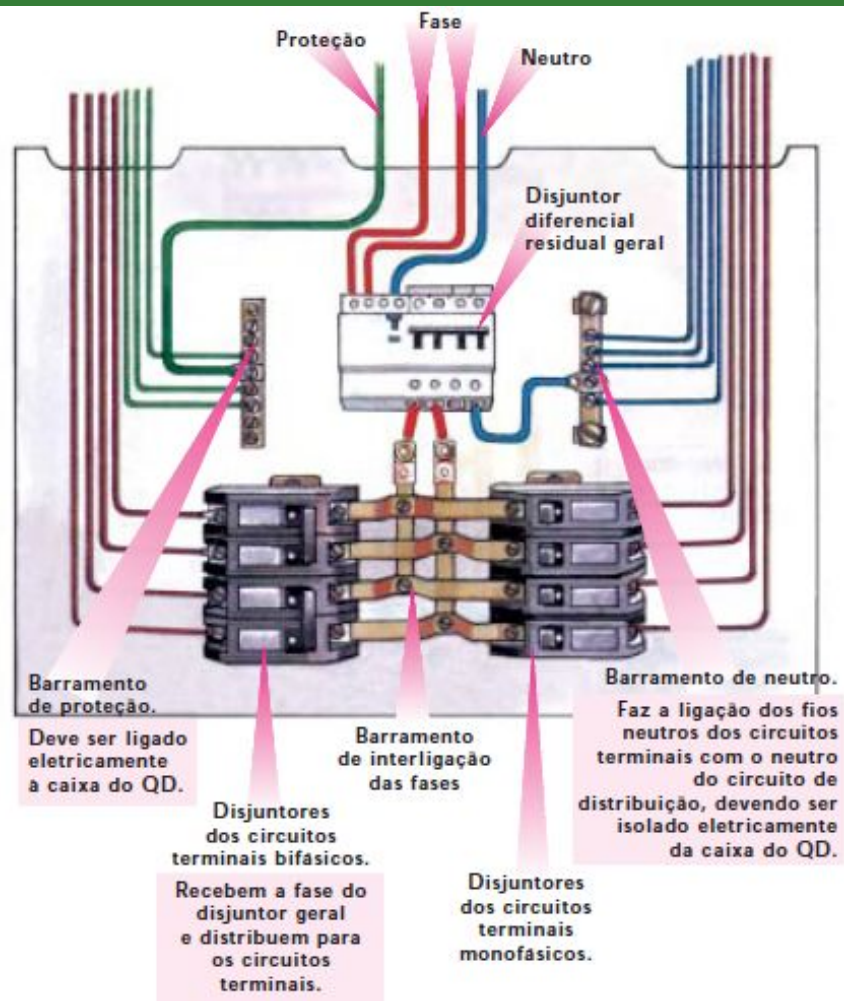
# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

**Constituição do quadro:** as principais partes ou componentes de um quadro de distribuição (DQ) ou quadro de luz (QL) são:

- Disjuntor geral
- Barramento de neutro
- Barramento de proteção (terra)
- Barramentos de instalação das fases
- Disjuntores dos circuitos terminais
- Estrutura: caixa metálica, chapa de montagem dos componentes, isoladores (espelho) e sobre tampa

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

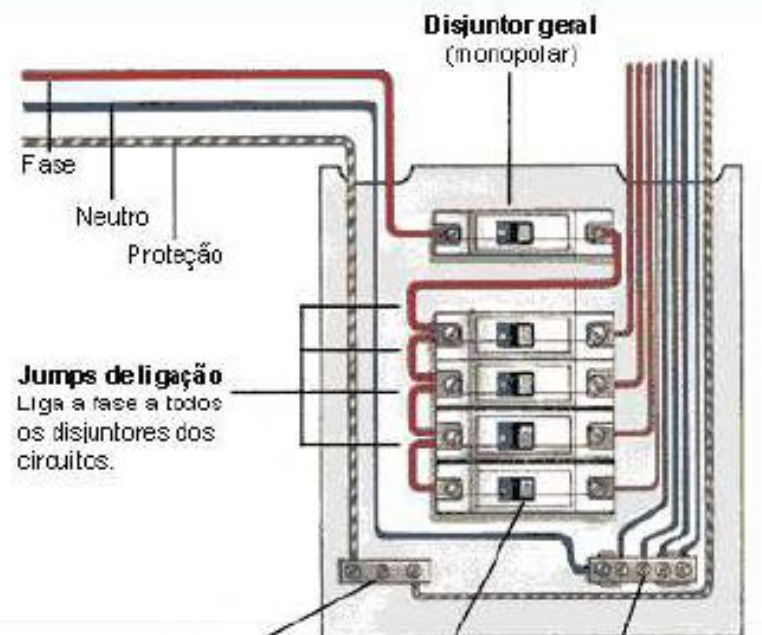
Principais componentes de um quadro de distribuição:



ndo

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

## Partes principais de um quadro de distribuição



**Barramento de proteção**  
Deve ser ligado eletricamente à caixa do QD.

**Disjuntores dos Circuitos terminais**  
Recebe a fase do disjuntor geral e distribui para os circuitos terminais.

**Barramento de neutro**  
Faz a ligação dos fios neutros dos circuitos terminais com o neutro do circuito de distribuição, devendo ser isolado eletricamente da caixa do QD.



# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

## Localização:

O quadro de distribuição deve estar localizado:

- ❑ Locais de fácil acesso: cozinha, área de serviço e corredores
- ❑ O mais próximo possível do medidor
- ❑ Locais onde haja maior concentração de cargas de potência elevadas

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

## O que deve ser observado em sua montagem

Os dispositivos de proteção, manobra e comando devem ser instalados e ligados segundo as instruções fornecidas pelo fabricante, respeitadas as seguintes prescrições:

- **Acessibilidade:** todos os componentes instalados no quadro de distribuição devem facilitar sua operação, inspeção, manutenção e acesso as suas conexões.
- O acesso não deve ser reduzido pela montagem dos componentes

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

## O que deve ser observado em sua montagem

- Identificação dos componentes: placas, etiquetas e outros meios adequados de identificação devem permitir identificar a finalidade dos dispositivos de comando, manobras e/ou proteção, de forma clara, e de tal forma que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, evitando qualquer tipo de confusão;
- Caso a atuação de um dispositivo de comando, manobra e/ou proteção não puder ser observada pelo operador e disso puder resultar perigo, deve ser provida alguma sinalização à vista do operador

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

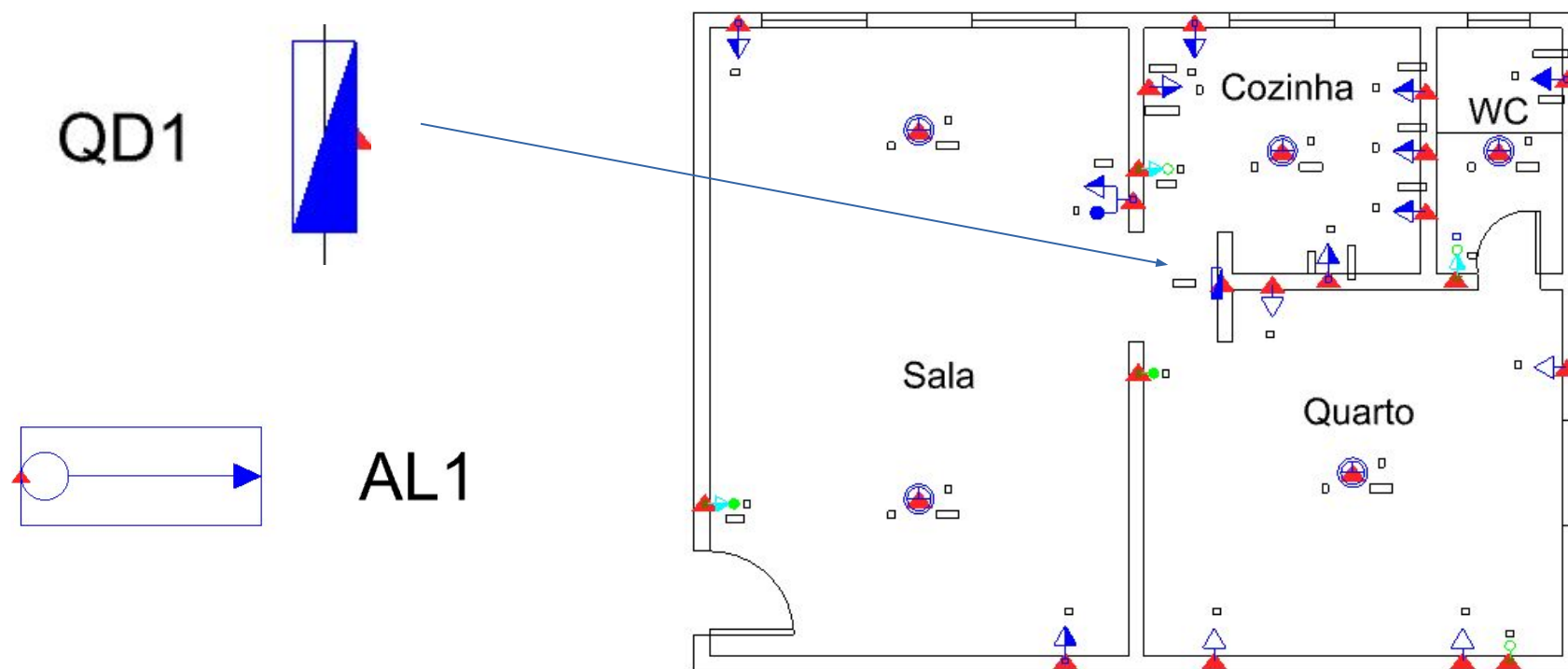
Tipos de quadros de distribuição quanto à tensão de alimentação:

- Quadro de distribuição monofásico
- Quadro de distribuição bifásico
- Quadro de distribuição trifásico



# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Localização do quadro de distribuição (QD) ou quadro de luz (QL)



# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

**Espaço reserva:** deve-se prever o espaço reserva para instalações futuras, conforme tabela seguinte.

**Tabela 59 — Quadros de distribuição – Espaço de reserva**

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
$N > 30$	$0,15 N$

NOTA A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

## Quantidade de QD's

A quantidade de quadros parciais a ser instalada em um consumidor depende:

- a) do número de centros de carga (por exemplo: residência, sobrado, triplex, etc.)
- b) do aspecto econômico
- c) da versatilidade desejada

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

A Norma NBR 5410:2004 determina:

1. Que os QD's devem ser manuseados por pessoas suficientemente informadas e com conhecimento técnico;
2. As instalações para as quais não se prevê equipe permanente de operação, supervisão e/ou manutenção, composta por pessoal advertido ou qualificado (conforme item 1) devem ser entregues acompanhadas de uma manual do usuário, redigido em linguagem acessível a leigos, que contenha, no mínimo, os seguintes elementos:

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

A Norma NBR 5410:2004 determina: 2. (continuação)

- a) Esquema(s) do(s) quadro(s) de distribuição com indicação dos circuitos e respectivas finalidades, incluindo relação dos pontos alimentados, no caso de circuitos terminais;
- b) Potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível ;
- c) Potências máximas previstas nos circuitos deixados como reserva, quando for o caso, e recomendação explícita para que não sejam trocados, por tipos com características diferentes, os dispositivos de proteção existentes nos quadros

# QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

A Norma NBR 5410:2004 determina:

3. Que deverá ser afixado na parte interna da tampa do QD, as seguintes advertências:  
Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito.

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

Nosso foco é em como agrupar as cargas em circuitos menores para facilitar seu manuseio, a manutenção e o acionamento.

**O que são circuitos elétricos ?**

**Definição:** circuito elétrico é o conjunto de equipamentos e condutores que estão ligados ao mesmo dispositivo de proteção;

É constituído, basicamente, dos seguintes elementos: fontes, condutores, proteção, dispositivos de comando (interruptores) e carga.

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

## Tipos de circuitos:

- Circuito de distribuição principal (alimentador);
- Circuito de distribuição secundário, terciário;
- Circuitos terminais: circuito ligado ao equipamento



# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

- Após a determinação da quantidade e localização do quadro de distribuição, bem como do preenchimento quadro de distribuição de cargas, é de fundamental importância efetuar a divisão da instalação elétrica em circuitos;
- Esta divisão é feita de acordo com as necessidades, em tantos circuitos quantos forem necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

A divisão da instalação em circuitos elétricos dever ser de modo a atender:

- A segurança: evitando que a falha em um circuito prive a alimentação toda de uma área;
- Conservação de energia: possibilitando que cargas de iluminação e/ou climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades;
- Funcionais: permitindo a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer, etc.
- A produção e manutenção: diminuindo as paralisações de inspeção e de reparo.

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

- Os circuitos terminais e apresentam características interessantes, como redução da queda de tensão e corrente de passagem, que impactam diretamente na redução da seção do condutor que alimentará as cargas.
- Cada circuito terminal é protegido por um dispositivo denominado disjuntor. Para eventuais sobrecorrentes e curtos-circuitos, também há a possibilidade de utilizar disjuntores residuais diferenciais (DR).

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

## Motivos da divisão das cargas em circuitos elétricos:

- Facilita a operação e a manutenção da instalação;
- Diminui a queda de tensão;
- A corrente nominal é menor, proporcionando condutores e dispositivos de proteção de menor seção e capacidade nominal;
- Facilita a passagem dos condutores nos eletrodos e as ligações dos mesmos aos terminais dos aparelhos de utilização (interruptores, tomadas e aparelhos).

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

## Objetivos da divisão das cargas de uma instalação em circuitos:

- Limitar as consequências de uma falta, a qual provocará apenas o desligamento do circuito defeituoso
- Facilitar as verificações, os ensaios e a manutenção;
- Evitar os perigos que possam resultar da falha de um circuito único, como no caso da iluminação;

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

## 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 10 A.
- Os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais.

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

A divisão de uma determinada instalação elétrica em circuitos elétricos pode ser resumida pelo preenchimento de um quadro, conhecido como Quadro da Distribuição de Circuitos.

# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

No quadro de divisão ou distribuição de uma instalação elétrica em circuitos devem conter as seguintes informações:

- Número e tipo de circuito
- 
- Potência nominal
- Correntes: de projeto e corrigida
- Dimensionamento: dos condutores e das proteções
- Distribuição das cargas por fases



# DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS

Circuito			Tensão (V)	Local	Potência				Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Proteção			Fase
Nº	Tipo	Maior distância			Quantidade	Potência Unitária (VA)	Sub-total	Total				Tipo	Número de pólos	Corrente Nominal	

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Segundo a NBR 5410:

*As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra os efeitos negativos de temperaturas ou solicitações eletromecânicas excessivas resultantes de sobrecorrentes a que os condutores vivos possam ser submetidos.*

A norma considera dois tipos de sobrecorrentes:

- As correntes de sobrecarga
- As correntes de curto-circuito

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

As correntes de sobrecarga ocorrem em circuitos eletricamente sãos, e podem ser transitórias ou não transitórias.

O que são transitórios elétricos? São fenômenos eletromagnéticos, tais como:

- Sobrecargas;
- Sobrecorrentes;
- Formas de ondas anormais;
- Transitórios eletromecânicos.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Definições:

**Corrente nominal** é o valor eficaz da corrente de regime contínuo (ou permanente) que o dispositivo é capaz de conduzir indefinidamente, sem que a elevação da temperatura de suas diferentes partes exceda os valores especificados em norma.

**Sobrecorrentes** são correntes elétricas cujos valores excedem o valor da corrente nominal. As sobrecorrentes podem ser originadas por solicitação do circuito acima de suas características de projeto (sobrecargas) ou por falta elétrica (curto-circuito).

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Definições:

**Sobrecargas** produzem a elevação da corrente do circuito a valores, em geral, de alguma percentual acima do valor nominal até o máximo de dez vezes a corrente nominal, e trazem efeitos térmicos prejudiciais ao sistema.

A sobrecarga, mesmo sendo uma solicitação acima do normal, é em geral, moderada e limitada em sua duração por dispositivos que atuam segundo uma curva tempo x corrente.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Definições:

**Correntes de curto-circuito** são provenientes de defeitos graves (falha de isolamento para o terra, para o neutro, ou entre fases distintas) e produzem correntes elevadíssimas, normalmente superiores a 1000%, podendo chegar a 10.000% do valor da corrente nominal do circuito;

A ocorrência de curto-circuito provoca, por consequência, elevadas solicitações térmicas e mecânicas aos condutores e demais dispositivos que estão conectados ao circuito;

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Definições:

As correntes de curto-circuito devem ser supervisionadas por dispositivos que atuem quase que instantaneamente, isto é, curvas tempo x corrente inversas

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Mesmo que os sistemas elétricos operem quase a totalidade do tempo em regime permanente, é de extrema importância que estes sistemas possam superar os regimes transitórios (curto-circuito, rejeição de carga, chaveamentos, descargas atmosféricas, etc.) sem sofrerem danos.

Para tanto é necessário determinar a amplitude e a duração destes fenômenos para verificar se existe necessidade de instalação de equipamentos de proteção (resistores de abertura e pré-inserção, supressores de surto, etc.)



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- As correntes de sobrecarga transitórias são devidas à partida de equipamentos de utilização, como equipamentos a motor e aparelhos de iluminação a descarga, e não devem provocar a atuação dos dispositivos de proteção dos respectivos circuitos.
- As correntes não transitórias são aquelas provocadas condições de funcionamento não previstas (avaliação a menor do fator de demanda, inclusão de novos equipamentos, etc.) ou por anomalias (motor acionando carga superior a sua capacidade, defeito em equipamento alimentado, etc.), devem ser interrompidas em um tempo mais ou menos breve, dependendo de seu valor.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- As correntes de curto-circuito, provocadas por faltas (perda de isolamento), por erros de ligação de equipamentos em curto, têm via de regra, valores bem superiores aos das correntes de sobrecarga (não transitórias), e devem ser eliminadas instantaneamente.
- Os dispositivos de proteção deve ser dimensionados em função da capacidade máxima admissível pelos condutores.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

- São equipamentos elétricos capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais de operação de um circuito, bem com estabelecer, conduzir e interromper automaticamente correntes em condições anormais, de forma a, dentro de condições especificadas, limitar a ocorrência desta grandeza em módulo e tempo de duração.
- Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são capazes de proteger os circuitos contra correntes de curto-circuito e/ou correntes de sobrecarga.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Funções dos Disjuntores de Baixa Tensão:

- Promovem a proteção elétrica de um circuito, isto é, de seus condutores, por meio da detecção de sobrecorrentes e da abertura do circuito.
- Permitem comandar, por meio da abertura ou do fechamento voluntário, sob carga, circuitos ou equipamentos de utilização.
- Promovem o seccionamento de um circuito, na medida em que, ao abrir um circuito, asseguram uma distância de isolamento adequada.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Características básicas dos Disjuntores de Baixa Tensão

- Operam por meio de disparadores.
- Apresentam atuação multipolar.
- Larga margem de escolha de correntes nominais.
- Operação repetitiva.
- Sua característica tempo-corrente não é afetada por correntes que provocaram outros disparos.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Características básicas dos Disjuntores de Baixa Tensão

- Muito embora não sejam tão rápidos como os fusíveis para sobrecorrentes elevadas, eles o são para sobrecorrentes de pequena e média intensidades.
- Permitem, em alguns casos, o comando à distância.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Níveis de proteção dos Disjuntores de Baixa Tensão

- Contra sobrecorrentes pequenas e moderadas (geralmente correntes de sobrecarga), por meio de disparadores térmicos; esses disjuntores são chamados apenas “térmicos”.
- Contra sobrecorrentes elevadas (em geral correntes de curto-circuito), por meio de disparadores eletromagnéticos; esses disjuntores são denominados apenas “magnéticos”.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Categorias de disjuntores termomagnéticos em relação ao tempo de abertura

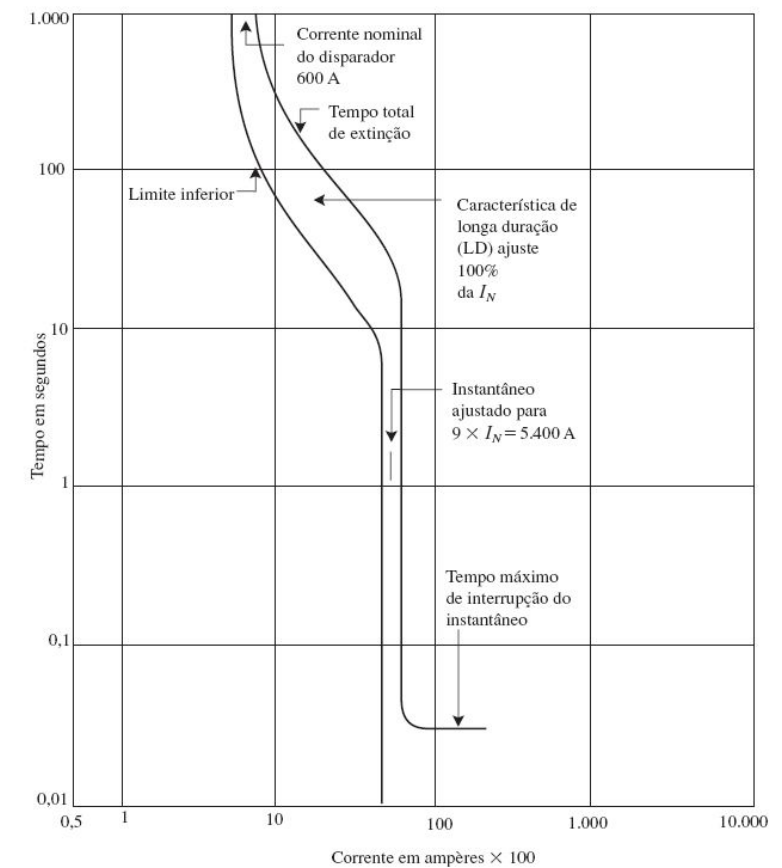
- lentos
- rápidos
- limitadores de corrente



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Operação

- Disparador eletromagnético
  - instantâneo
  - temporizado
- Disparador térmico
- Disparador eletrônico



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Regulamentação para disjuntores de baixa tensão para uso residencial:

- Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ da Portaria do Inmetro 243/2006;
- NBR NM 60898 - Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares (IEC 60898:1995, MOD);
- NBR IEC 60947-2 - Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores;

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Características nominais:

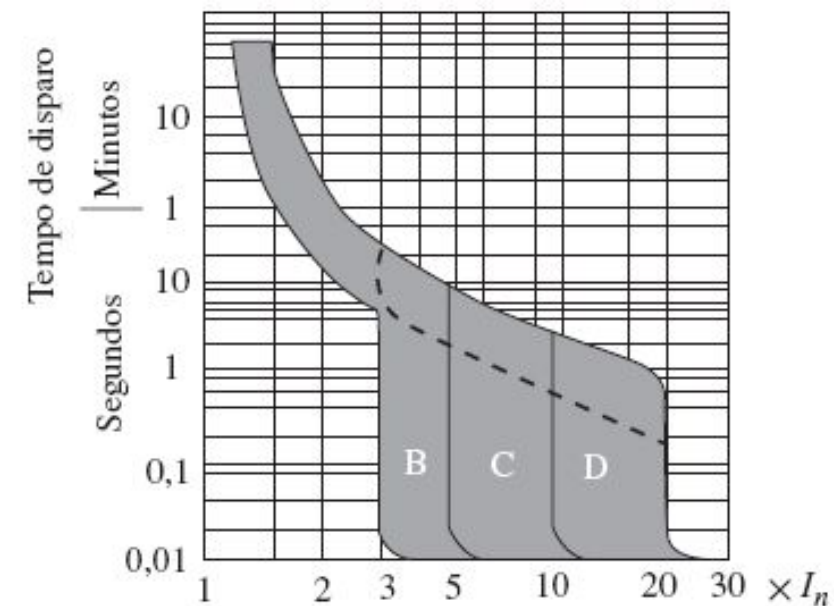
- Tensão nominal
- Corrente nominal
- Correntes convencionais de atuação e não atuação
- Frequência nominal
- Capacidade de interrupção

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Características nominais:

- Faixa de atuação instantânea: específico para NBR NM 60898:

- faixa B
- faixa C
- faixa D



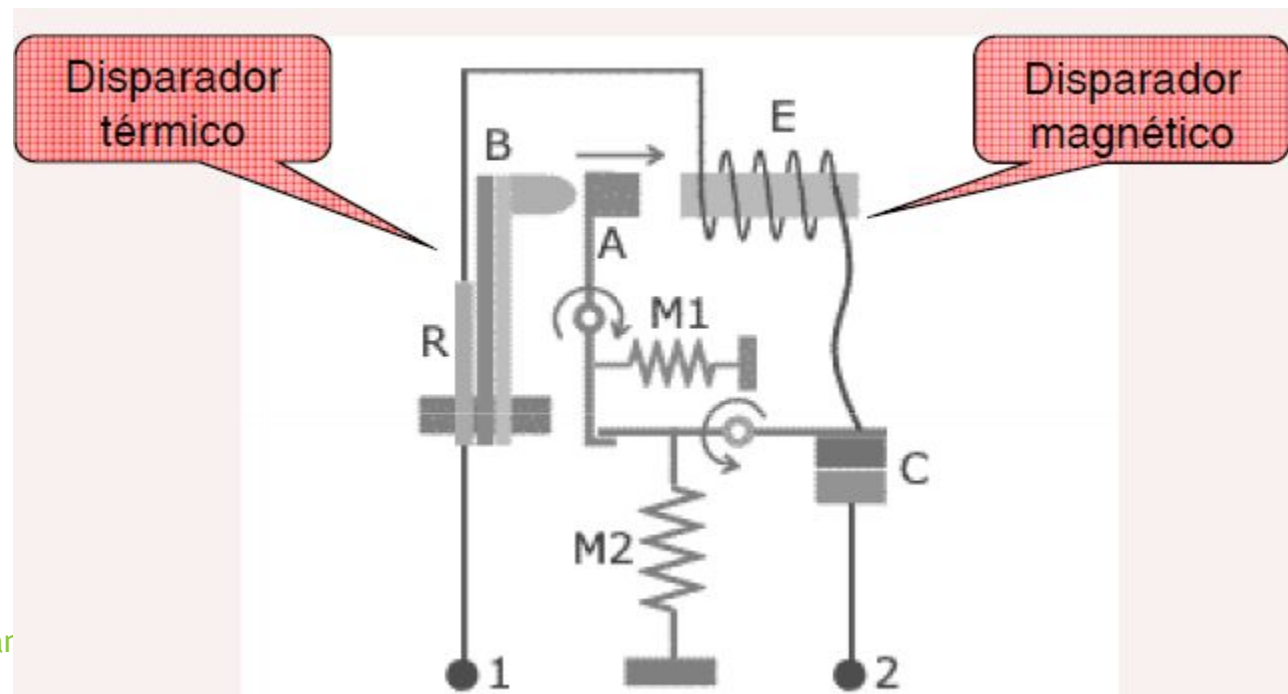
# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

DTM - Disjuntores termomagnéticos:

Os dispositivos mais comuns de baixa tensão operam com dispositivos térmico e magnético.



rio-grar



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

**DTM - Disjuntores termomagnéticos:** São dispositivos que garantem, simultaneamente, a manobra e a proteção contra correntes de sobrecarga e correntes de curto-circuito.

- Permitem a manobra dos circuitos
- Promovem a proteção elétrica do circuito
- Promovem o seccionamento do circuito
- Protegem os condutores através do dispositivos térmico
- Protegem os condutores contra curto-circuito através do dispositivo magnético

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Dispositivos a corrente diferencial-residual (DR)

Meio mais eficaz de proteção das pessoas (e dos animais domésticos) contra choques elétricos.



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Funções dos Dispositivos a corrente diferencial-residual (DR)

- Detecção: sentir a presença de uma corrente residual.
- Avaliação: possibilidade de operar quando a corrente detectada excede valor de referência.
- Interrupção: mover automaticamente os contatos principais, interrompendo a corrente



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Sensibilidade dos Dispositivos a corrente diferencial-residual (DR)

- Alta sensibilidade: IDN menor ou igual a 30 mA.
- Baixa sensibilidade: IDN maior que 30 mA.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Sensibilidade dos Dispositivos a corrente diferencial-residual (DR)

- Interruptores DR: destinados unicamente à proteção contra choques elétricos por contato direto (os de alta sensibilidade) e por contato indireto (os de alta e de baixa sensibilidade).
- Disjuntores DR: dispositivos mais completos, com capacidade de interrupção mais elevada, que garantem, além da proteção contra choques elétricos, a proteção contra sobrecorrentes, isto é, contra correntes de sobrecarga e de curto-circuito.

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Características dos Dispositivos a corrente diferencial-residual (DR)

- Corrente nominal
- Tensão nominal
- Frequência nominal
- Corrente diferencial-residual nominal de atuação
- Corrente diferencial-residual nominal de não atuação
- Capacidade de interrupção nominal

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

A NBR 5410 exige desde 1997: a utilização de proteção diferencial residual (disjuntor ou interruptor, IDR) 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

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- 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).

Proteção	Tipo	Passiva	Ativa
Básica (contatos diretos)	Medida de proteção completa	Isolação das partes vivas	Limitação de tensão (SELV, PELV)
		Barreiras ou invólucros	
	Medida de proteção parcial	Obstáculos	-
		Colocação fora do alcance das pessoas	
Medida de proteção adicional	-	Dispositivos de proteção à corrente diferencial-residual de alta sensibilidade	
Supletiva (contatos indiretos)	-	Eqüipotencialização	Seccionamento automático limitação de tensão (SELV, PELV)
		Isolação dupla ou reforçada	
		Separação elétrica	
		Locais não condutivos	

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Próximo passo, preencher a tabela conforme os dispositivos necessários para a proteção:

EXEMPLO - B

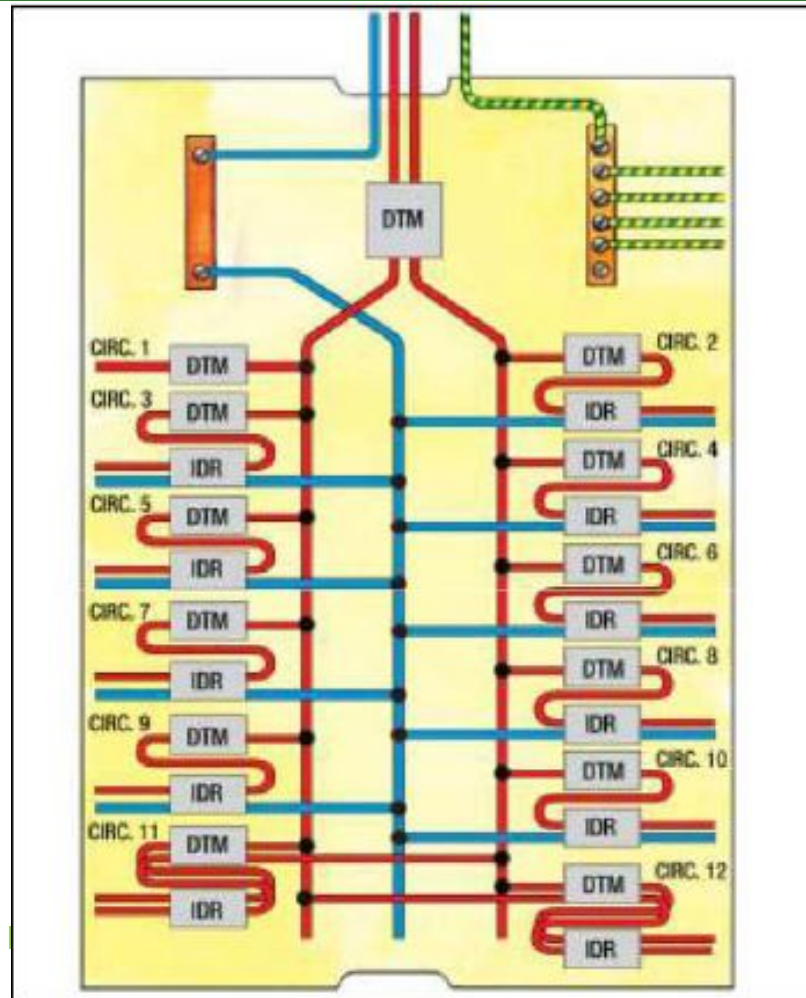
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Proteção			
Nº	Tipo			Quantidade	Potência Unitária (VA)	Sub-total				Total	Tipo	Número de pólos	Corrente Nominal
1	Iluminação	220	Sala	2	200	400	800	3,64			DTM	1	
		220	Quarto	2	100	200							
		220	WC	1	100	100							
		220	Hall	1	100	100							
		220	Cozinha	1	100	100							
2	TUG's Geral	220	Sala	4	100	400	1400	6,36			DTM	1	
		220	Quarto	3	100	300					IDR	2	
		220	WC	1	600	600							
		220	Hall	1	100	100							
3	TUG's Cozinha	220	Cozinha	3	600	1800	1800	8,18			DTM	1	
											IDR	2	
4	TUE - Chuveiro	220	WC	1	5400	5400	5400	24,55			DTM	1	
											IDR	2	
5	TUE- Torneira	220	Cozinha	1	3000	3000	3000	13,64			DTM	1	
											IDR	2	
6	TUE - Forno	220	Cozinha	1	1500	1500	1500	6,82			DTM	1	



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Desenho esquemático de um quadro com DTM e IDR:



A norma 5410 também prevê a possibilidade de optar pela instalação de Disjuntor DR ou interruptor DR na proteção geral. Contudo esta opção trás o inconveniente de que o DR pode disparar com mais freqüência uma vez que ele sente todas as correntes de fuga

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Proteção contra as sobrecargas

Para que a proteção contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

$$I_p < I_N < I_Z$$

$$I_2 < 1,45I_Z$$

Onde:

$I_p$  é a corrente de projeto do circuito.  
 $I_N$  é a corrente nominal do dispositivo.



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

## Proteção contra as sobrecargas

$I_Z$  é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação ( tabelas 36 a 39 da NBR 5410:2004).

$I_N$  é a corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis); nas condições previstas para sua instalação.

$I_2$  é a corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para  $I_z$  e a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação ( tabelas 36 a 39 da NBR 5410:2004). Para fazer uso dessas tabelas algumas informações devem ser conhecidas anteriormente:

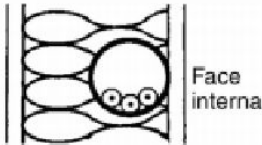
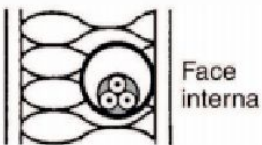
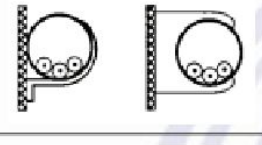
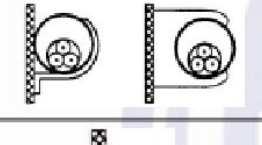
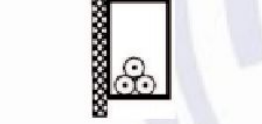
1. Para iluminação, a seção mínima para os condutores de cobre é de  $1,5 \text{ mm}^2$ .
2. Para circuitos de tomadas de corrente, a seção mínima para os condutores de cobre é de  $2,5 \text{ mm}^2$ .

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Outro fator importante que deve ser observado é o tipo de linha elétrica que o sistema irá ser instalado. A tabela 33 da norma NBR 5410:2004 apresenta os tipos a serem considerados.

A figura ao lado apresenta os principais utilizados.

Tabela 33 — Tipos de linhas elétricas

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

A norma trata do dimensionamento do condutor pela sua capacidade de condução de corrente e diz o seguinte:

*6.2.5.1.1 As prescrições desta subseção são destinadas a garantir uma vida satisfatória a condutores e isolações submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de correntes equivalentes às suas capacidades de condução de corrente durante períodos prolongados em serviço normal.*

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Os métodos de instalação para os quais a capacidade de condução de corrente foi determinada por ensaio ou por cálculo. São eles:

A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;

A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;

B1: condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;

B2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Os métodos de instalação para os quais a capacidade de condução de corrente foi determinada por ensaio ou por cálculo. São eles:

C: cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;

D: cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;

E: cabo multipolar ao ar livre;

F: cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre;

G: cabos unipolares espaçados ao ar livre.



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230

# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Exemplo: O circuito 4 do exemplo B, apresenta uma corrente de projeto de  $I_p$  de 24,55A. O tipo de instalação considerado é o A1, isolamento do condutor de PVC e com dois condutores carregados.

Neste caso o condutor deve ser de  $4 \text{ mm}^2$ .

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais $\text{mm}^2$	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	10	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	13	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	15	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	18	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	24	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	32	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	41	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	57	52



# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

O dimensionamento do DR deve ser feito a partir da sua corrente nominal de funcionamento, que deve ser sempre igual ou maior que o disjuntor que protege o circuito, este disjuntor deve estar sempre a montante do IDR, ou seja, antes.

Exemplo: quero proteger contra fuga de corrente uma instalação que tem um disjuntor geral de 50A, neste caso devo usar um DR que vai ter corrente nominal de no mínimo 50A, geralmente um de 63A.

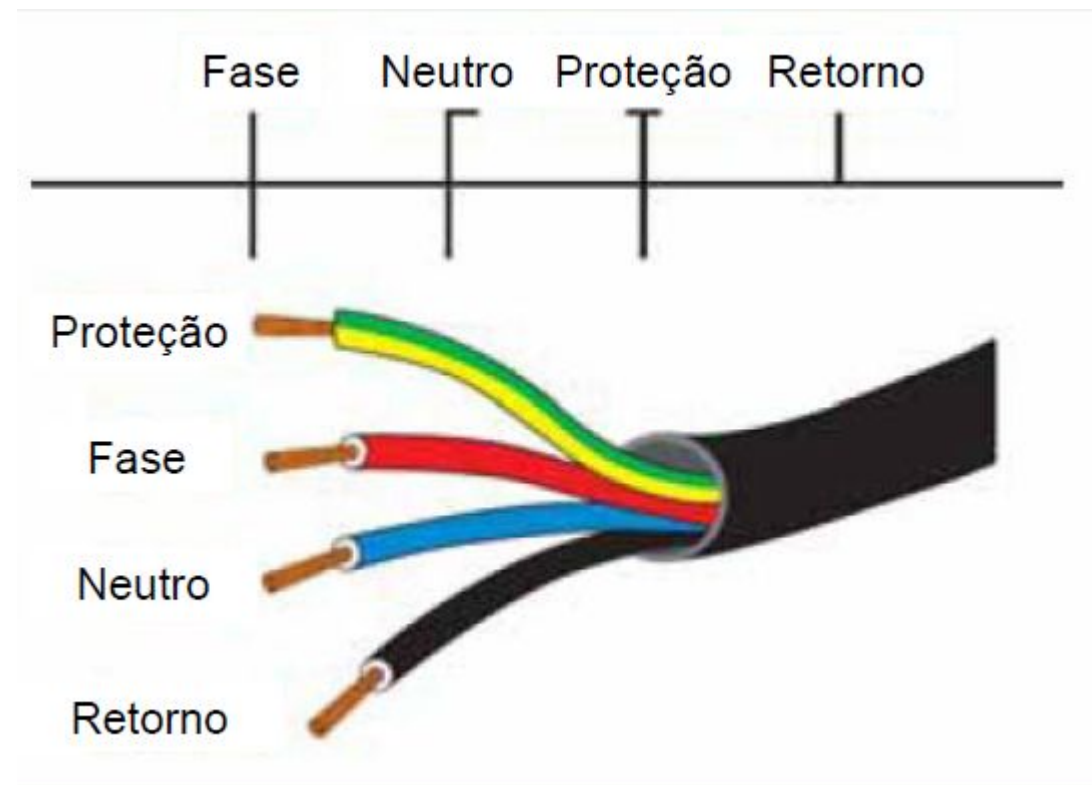
# Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Tabela de dimensionamento

Dispositivo DR - Instantâneo						
Execução	Corrente residual nominal $I_{\Delta n}$	Corrente nominal $I_n$	TIPO AC		TIPO A	
			BORNE NEUTRO		BORNE NEUTRO	
			À direita	À esquerda <sup>1)</sup>	À direita	À esquerda <sup>1)</sup>
1P+N (220/127 V AC)	10mA	16A	5SV4 111-0 5SV5 111-0	5SV4 111-OKL	5SV3 111-6	5SV3 111-6KL
	30mA	16A	5SV4 311-0 5SV5 311-0	5SV4 311-OKL	5SV3 311-6	5SV3 311-6KL
		25A	5SV4 312-0MB 5SV5 312-0MB	5SV4 312-OKL	5SV3 312-6	5SV3 312-6KL
		40A	5SV4 314-0MB 5SV5 314-0MB	5SV4 314-OKL	5SV3 314-6	5SV3 314-6KL
		63A	5SV4 316-0MB 5SV5 316-0MB	5SV4 316-OKL	5SV3 316-6	5SV3 316-6KL
		80A	5SV4 317-0	5SV4 317-OKL	5SV3 317-6	5SV3 317-6KL
	100mA	25A	5SV4 412-0 5SV5 412-0	---	5SV3 412-6	5SV3 412-6KL
		40A	5SV4 414-0 5SV5 414-0	5SV4 414-OKL	5SV3 414-6	5SV3 414-6KL
		63A	5SV4 416-0 5SV5 416-0	5SV4 416-OKL	5SV3 416-6	5SV3 416-6KL
		80A	5SV4 417-0	---	5SV3 417-6	5SV3 417-6KL
	300mA	25A	5SV4 612-0 5SV5 612-0	5SV4 612-OKL	5SV3 612-6	5SV3 612-6KL
		40A	5SV4 614-0 5SV5 614-0	5SV4 614-OKL	5SV3 614-6	5SV3 614-6KL
		63A	5SV4 616-0 5SV5 616-0	5SV4 616-OKL	5SV3 616-6	5SV3 616-6KL
		80A	5SV4 617-0	5SV4 617-OKL	5SV3 617-6	5SV3 617-6KL

# Instalação dos dispositivos da residência

Cores dos cabos e definição dos mesmos no traçado.

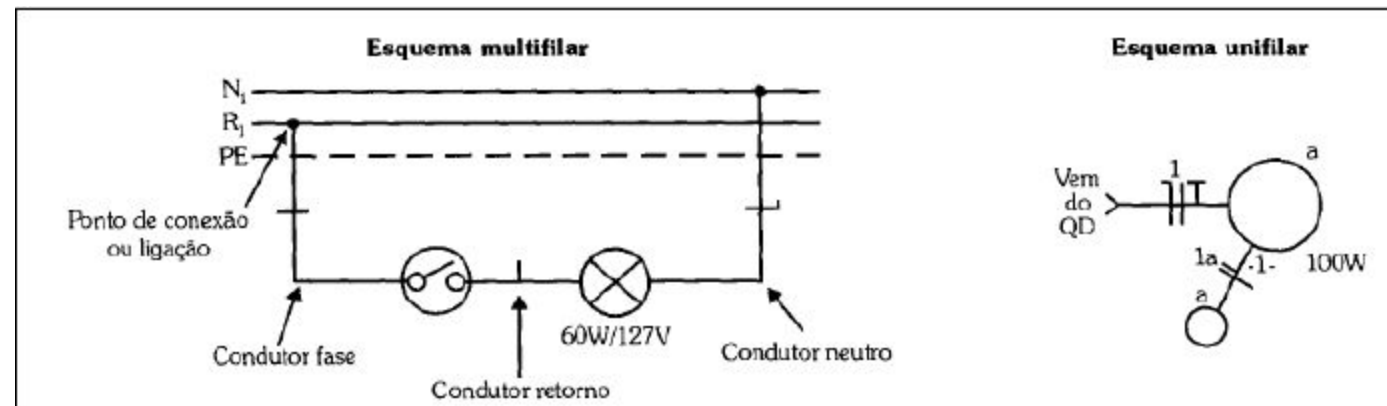


# Instalação dos dispositivos da residência

Na representação das lâmpadas e interruptores, considera-se os três condutores do esquema, sendo um neutro, o outro a fase e o retorno.

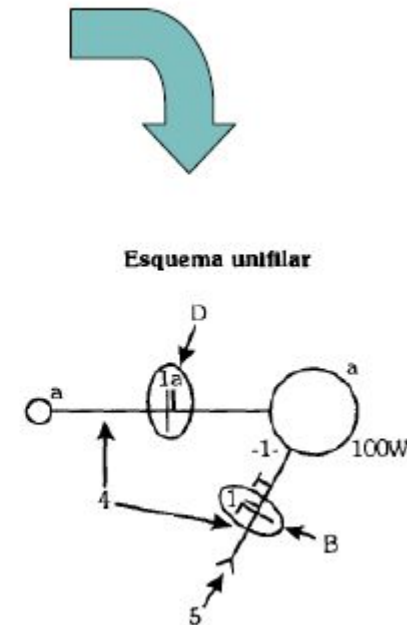
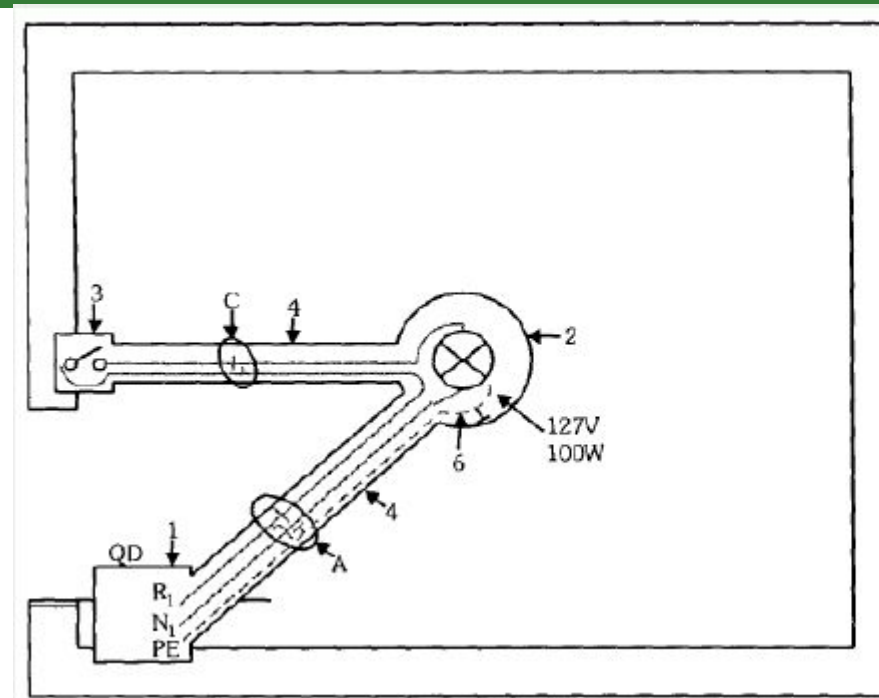
Fase e neutro sempre vêm de um quadro de distribuição.

Na prática, sempre o condutor da fase é que deve ser seccionado pelo elemento de comando, que neste caso é o interruptor.



# Instalação dos dispositivos da residência

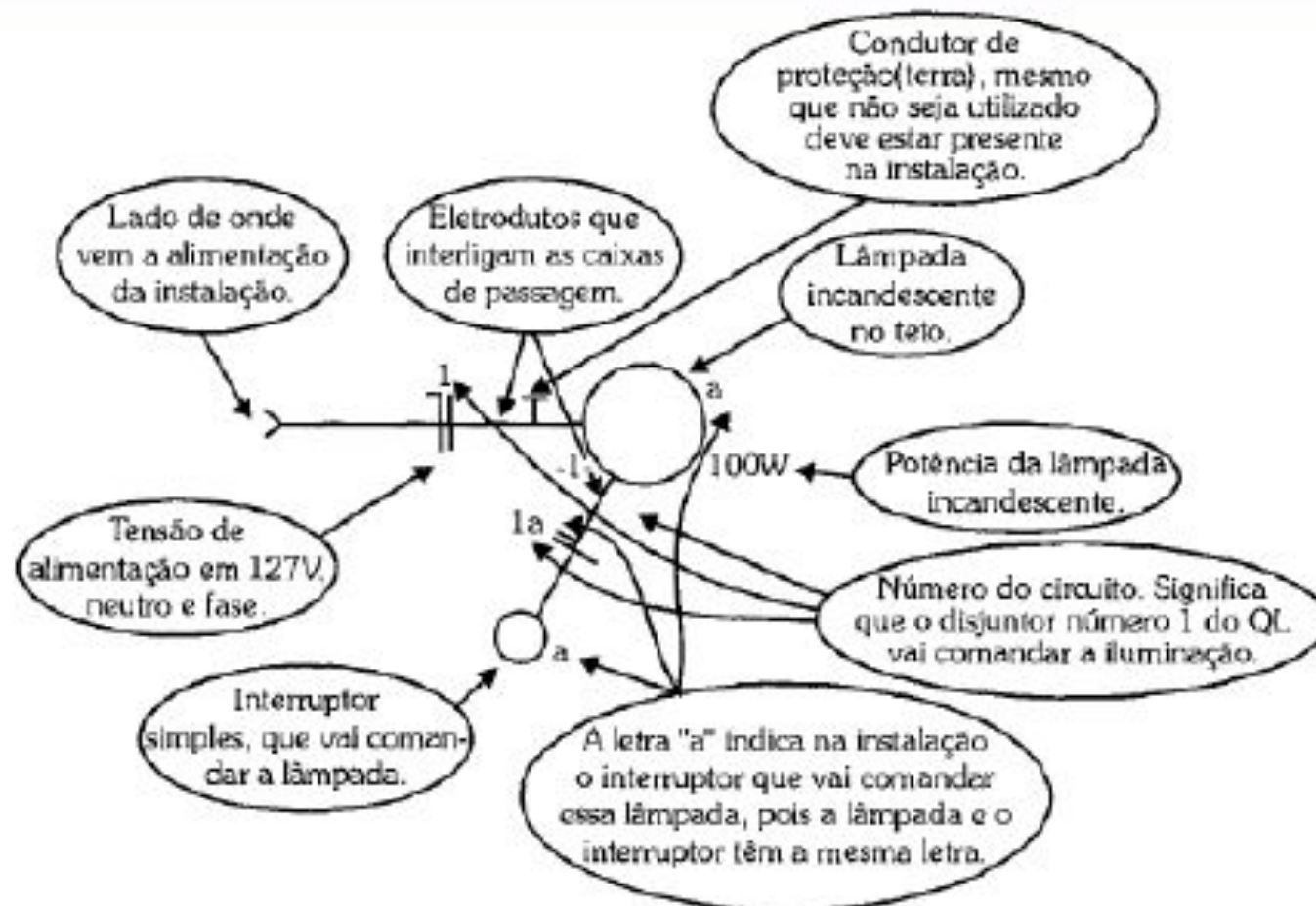
## Representação



1. Quadro de distribuição (QD).
2. Caixa de passagem no teto (octogonal 4x4" - 100x100 mm - fundo móvel - 'FM').
3. Caixa de passagem na parede (retangular 2x4").
4. Eletrodutos de interligação das caixas de passagem, e entre caixas e quadro terminal de luz.
5. Lado de onde vem a alimentação do quadro de distribuição (QD).
6. Condutor de proteção (PE) que deve ser ligado na carcaça da luminária ou plafonier.

# Instalação dos dispositivos da residência

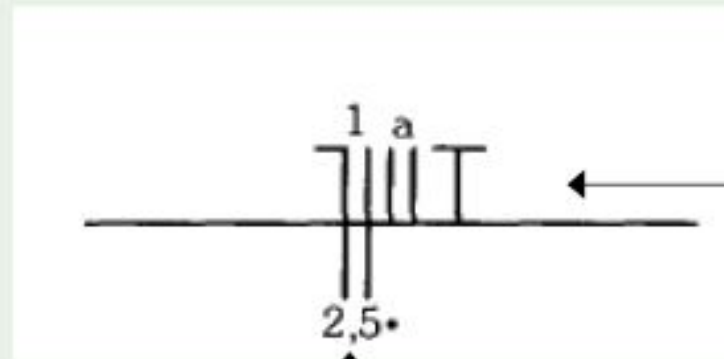
## Representação





# Instalação dos dispositivos da residência

## Representação



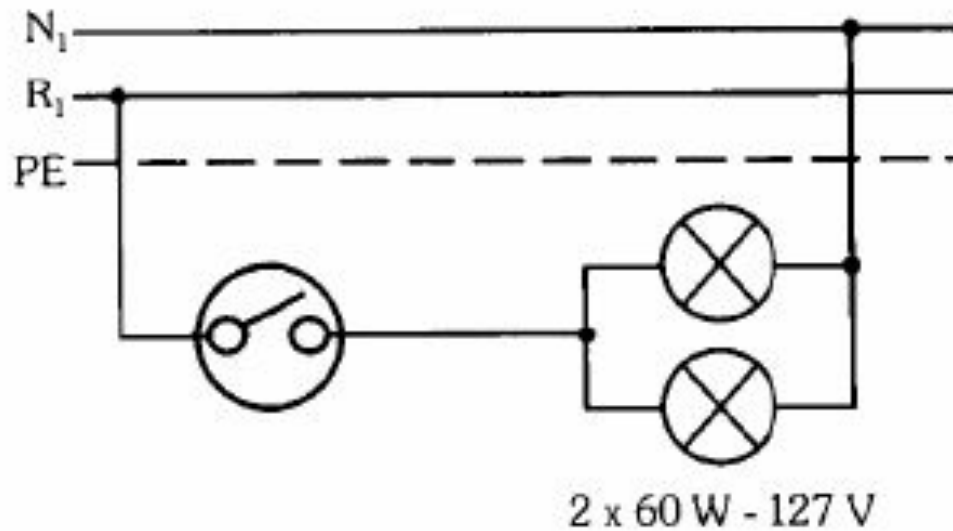
Seqüência correta para a representação na forma unifilar: primeiramente representa-se o neutro, após a(s) fase(s) e posteriormente o(s) retorno(s) e, por último, o condutor de proteção (terra)

Na parte inferior, indicar a bitola dos condutores. Todos os condutores de um mesmo circuito terão a mesma bitola de fio

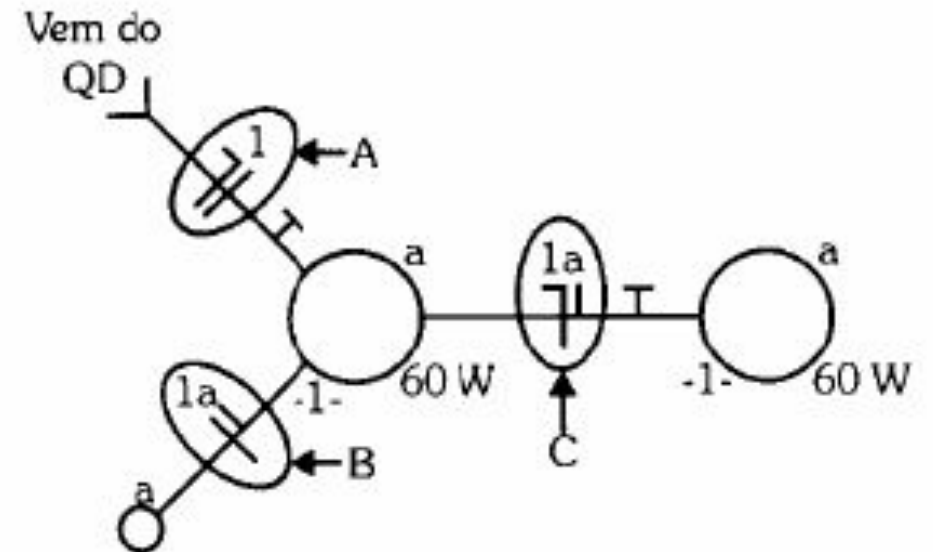
# Instalação dos dispositivos da residência

Representação de duas lâmpadas e um comando simples.

Esquema multifilar



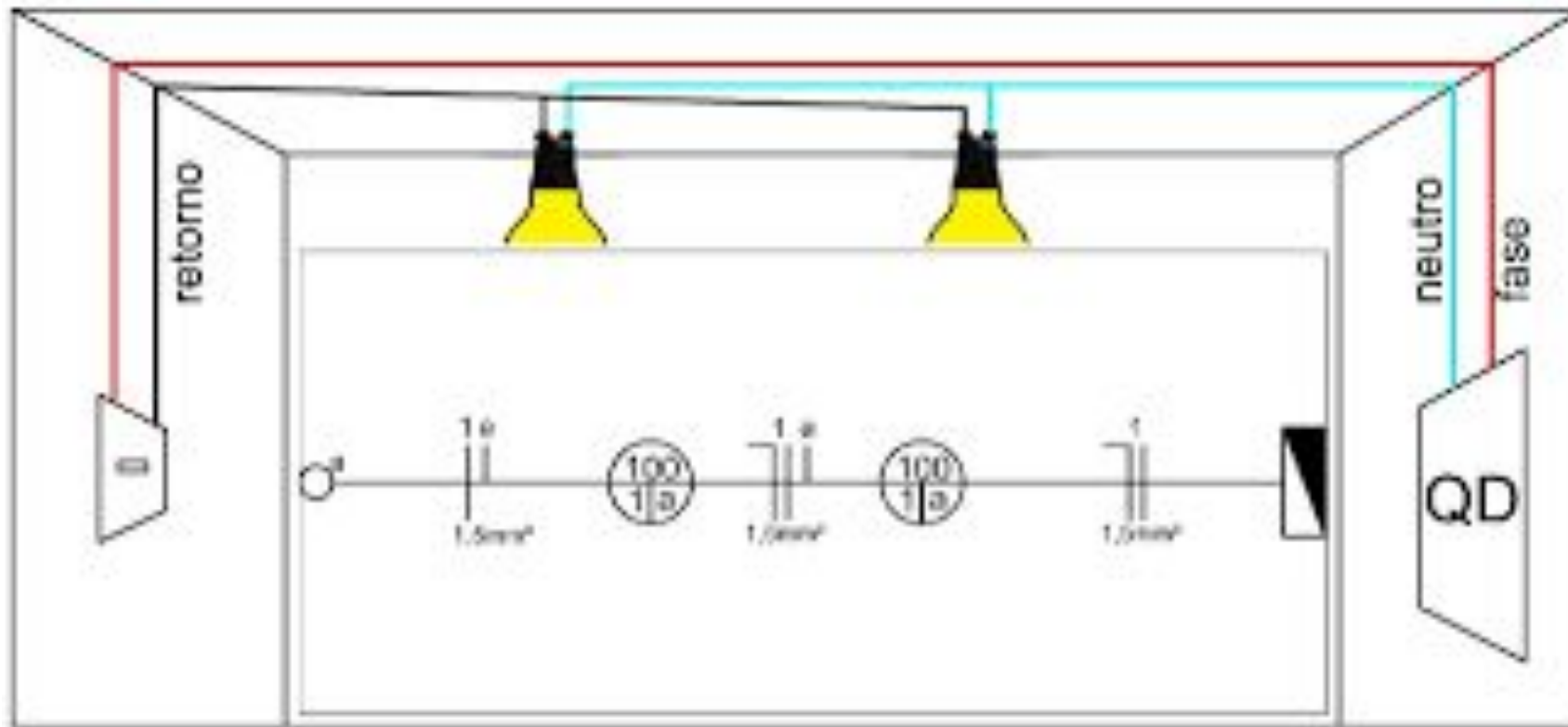
Esquema unifilar





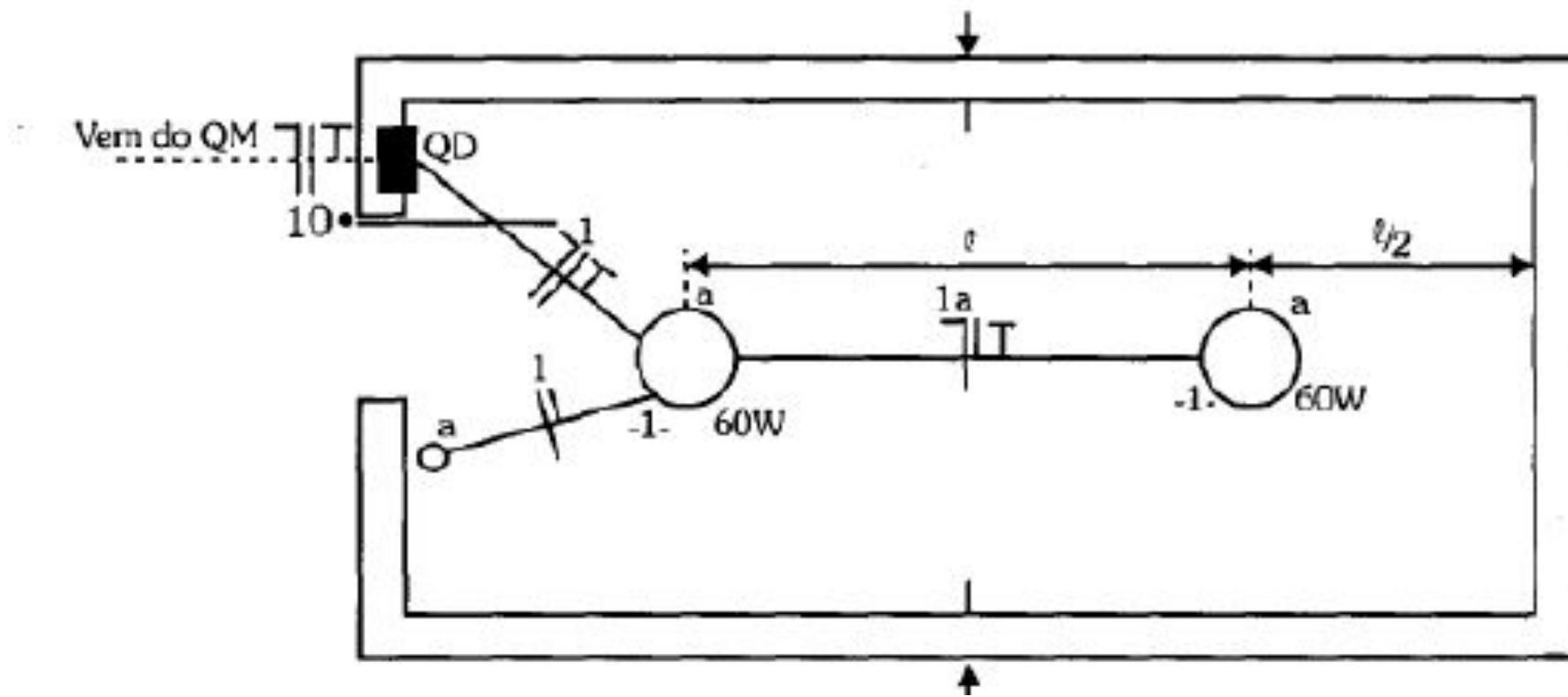
# Instalação dos dispositivos da residência

Representação de duas lâmpadas e um comando simples.



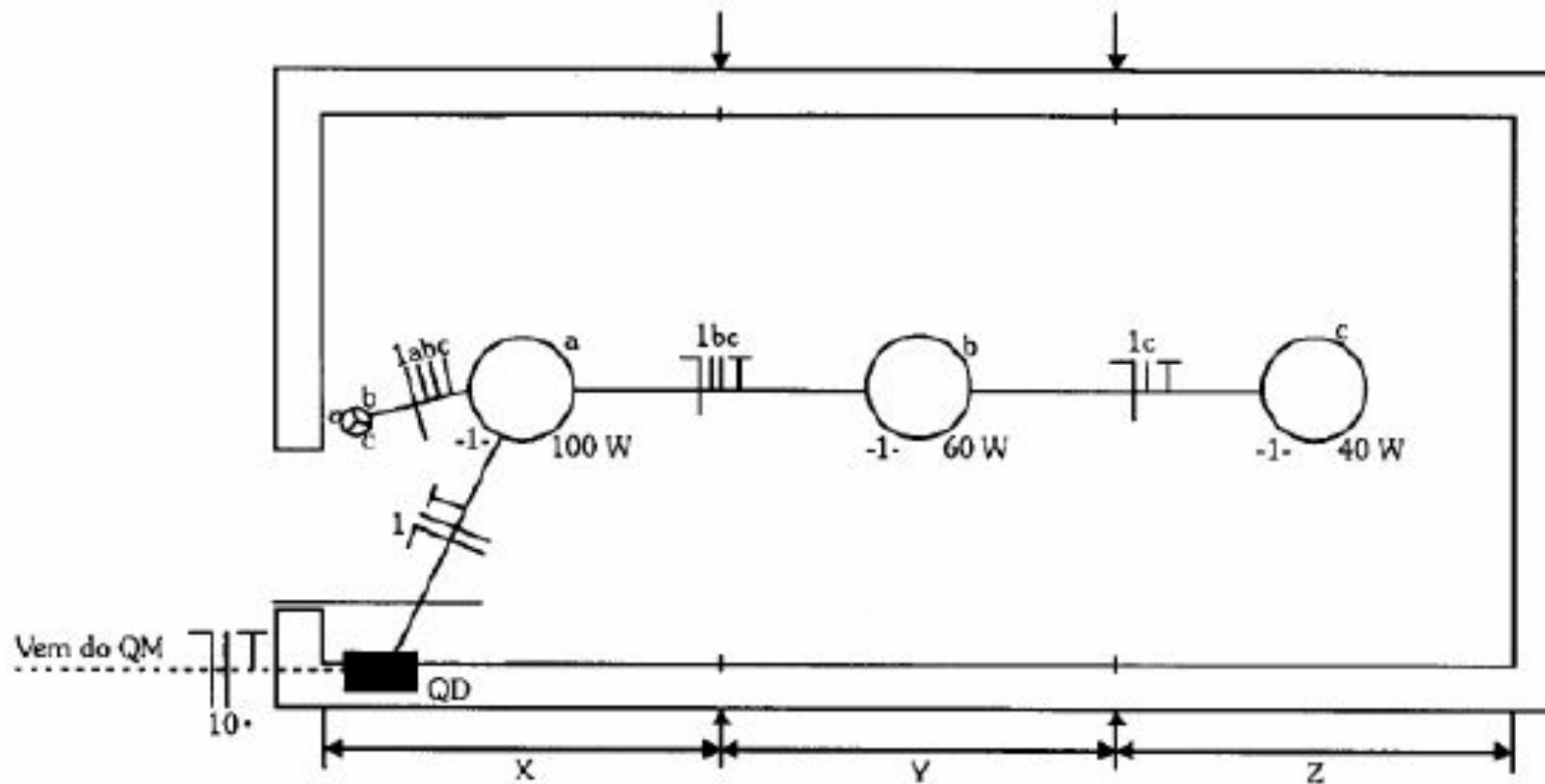
# Instalação dos dispositivos da residência

Representação de duas lâmpadas e um comando simples.



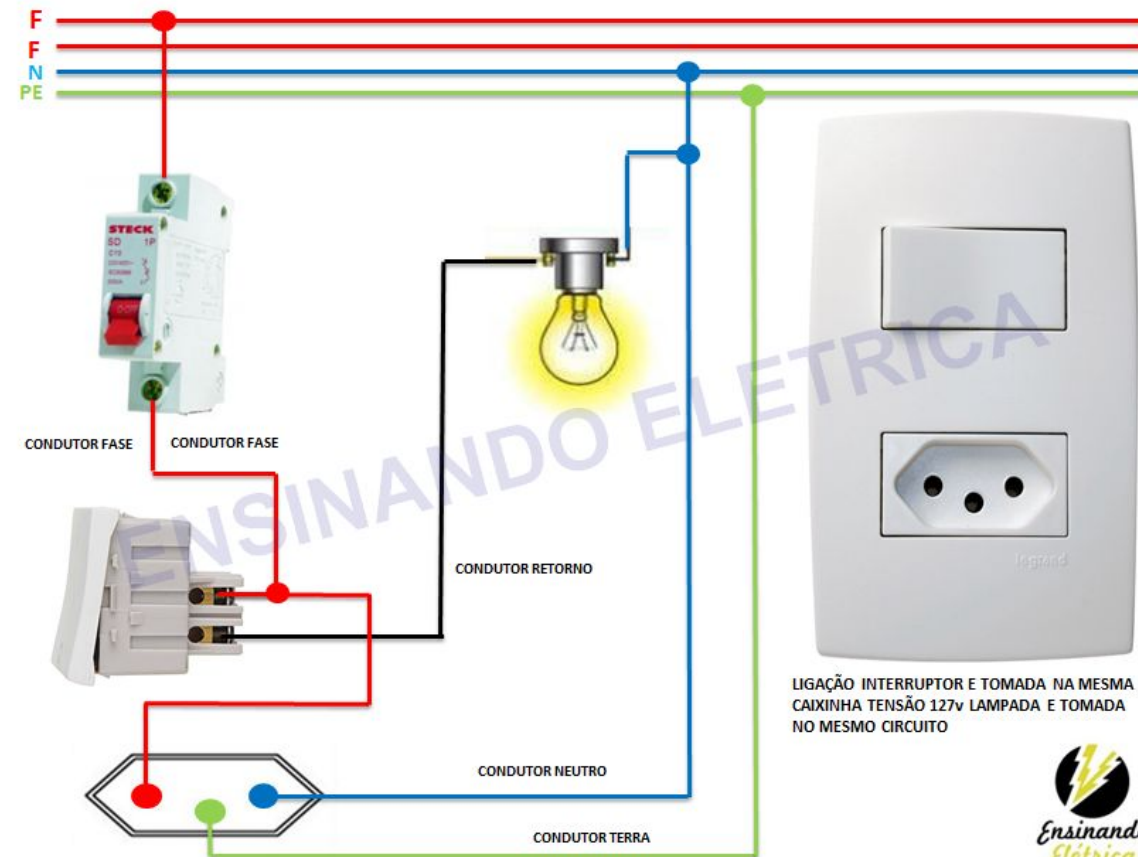
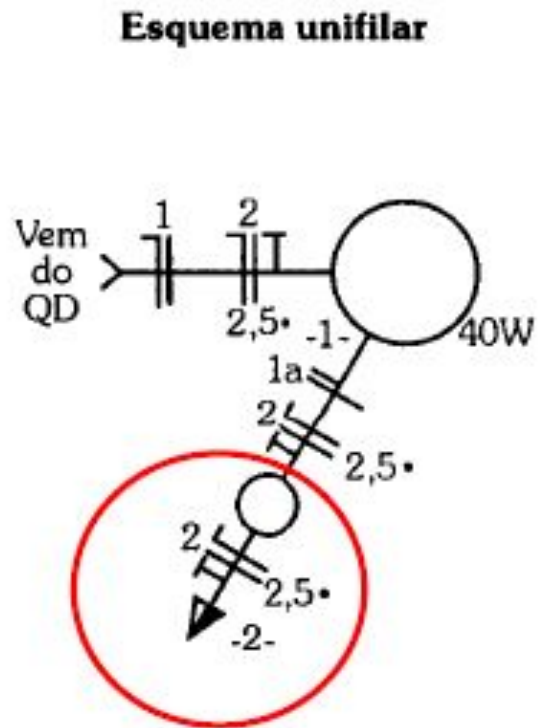
# Instalação dos dispositivos da residência

Representação de um circuito com um interruptor de três teclas simples e três lâmpadas.



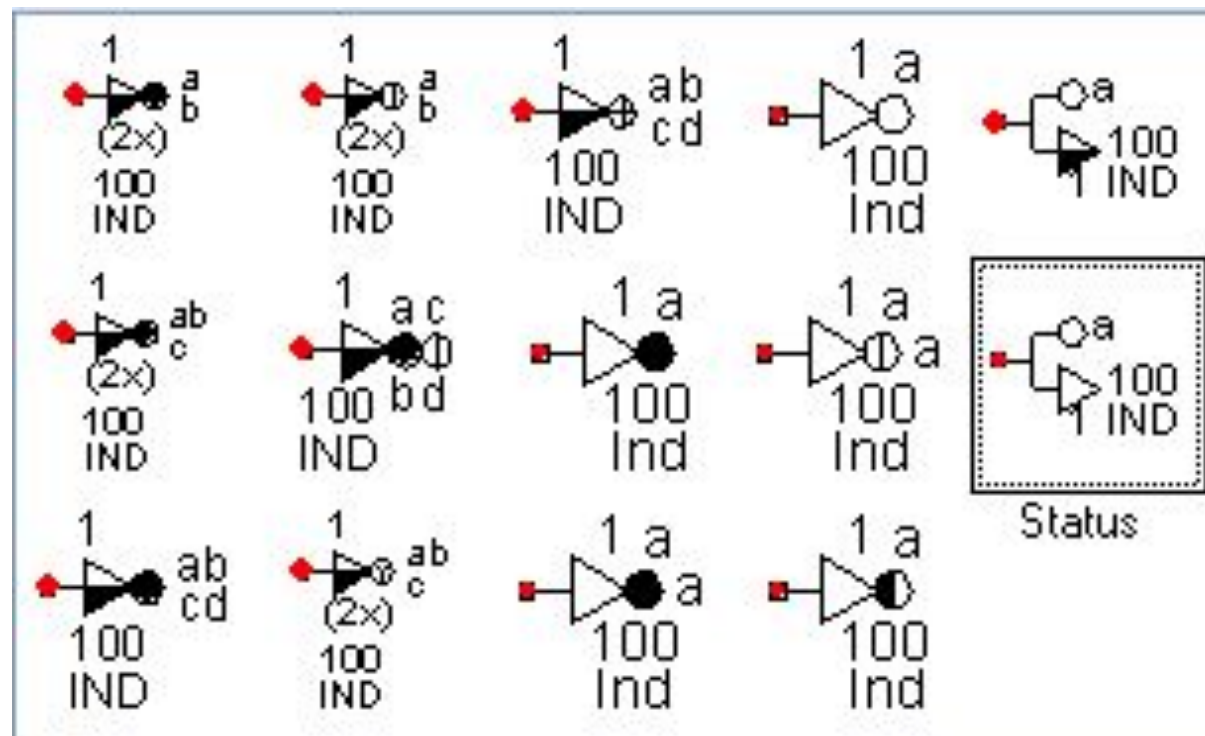
# Instalação dos dispositivos da residência

Esquema de ligação de uma tomada, interruptor simples e uma lâmpada.



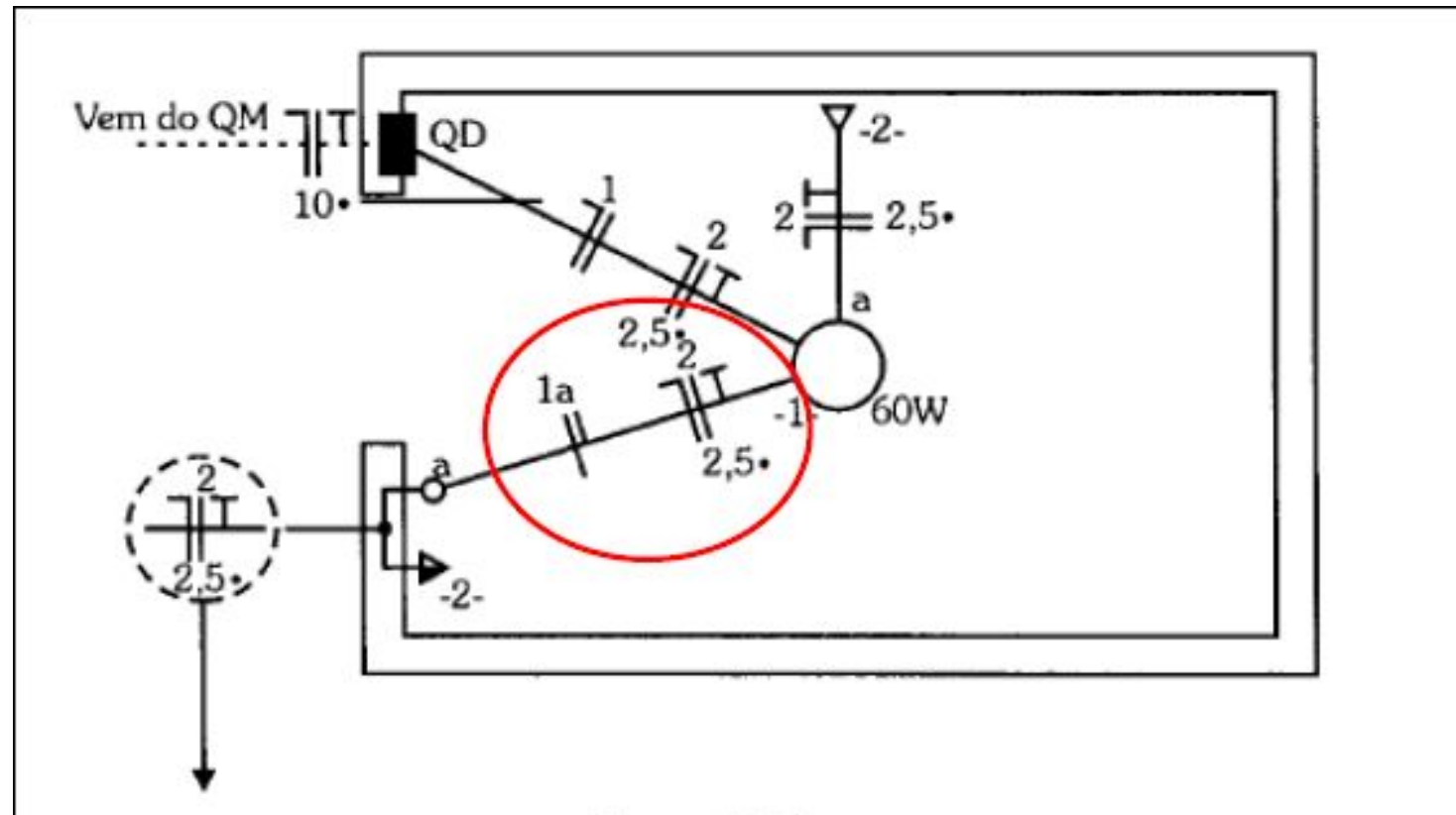
# Instalação dos dispositivos da residência

Esquema de ligação de uma tomada, interruptor simples e uma lâmpada.



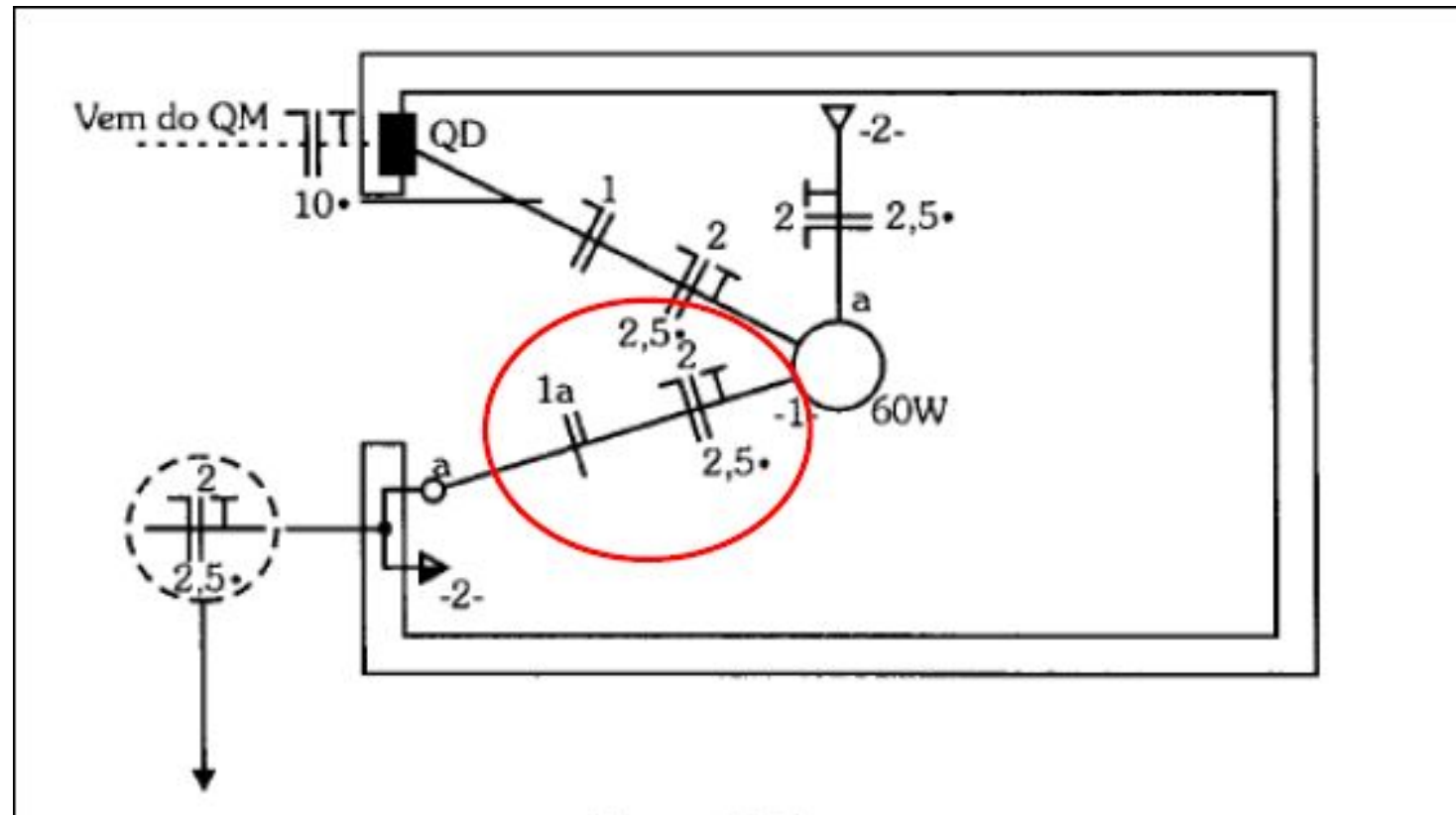
# Instalação dos dispositivos da residência

Esquema de ligação de uma tomada, interruptor simples e uma lâmpada.



# Instalação dos dispositivos da residência

Esquema de ligação de uma tomada, interruptor simples e uma lâmpada.



# Instalação dos dispositivos da residência

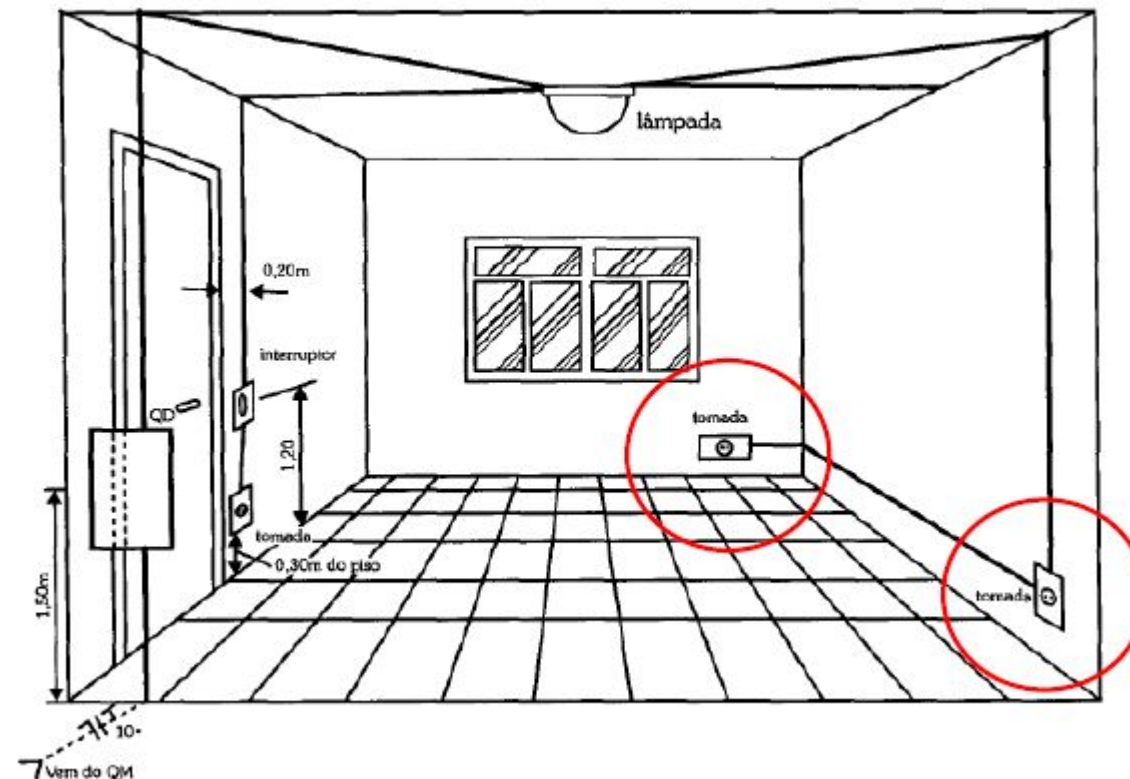
Tomada, padrão brasileiro. Possui duas correntes 10 A e 20 A.





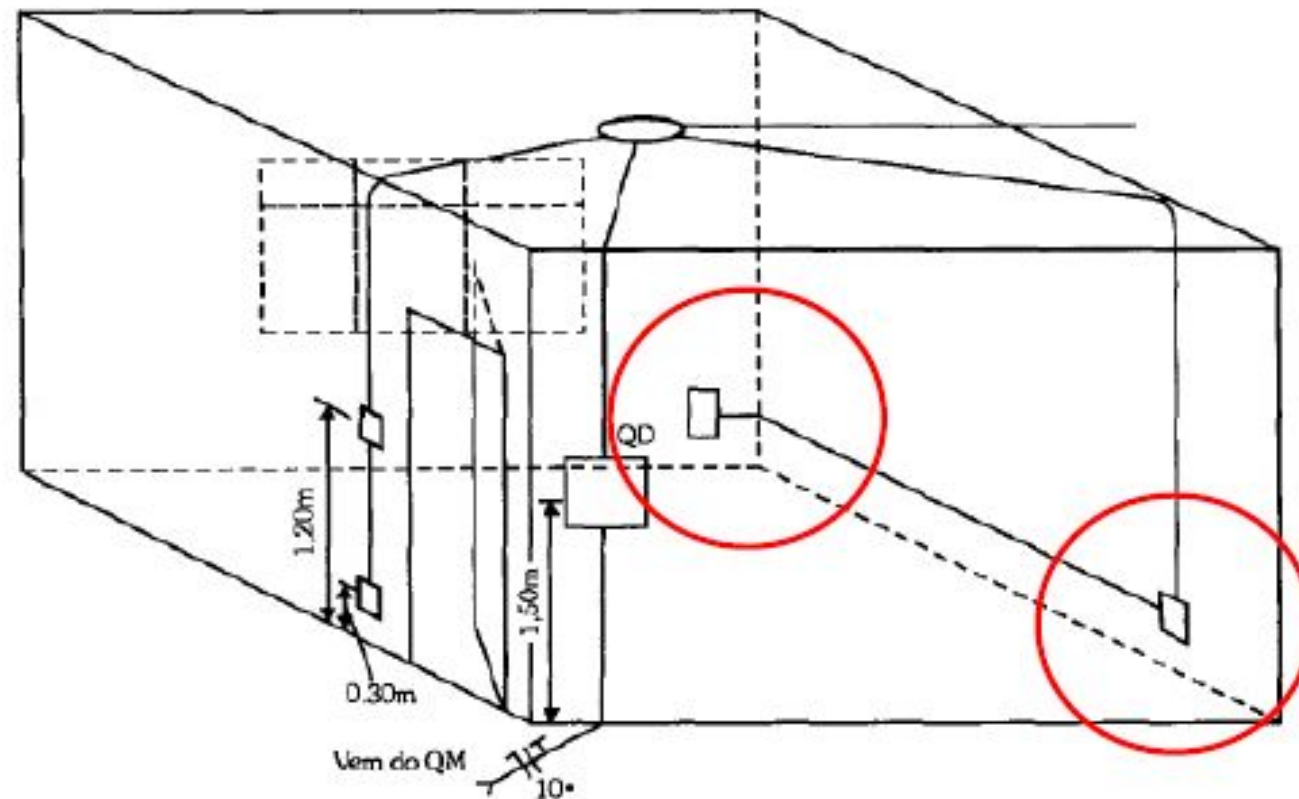
# Instalação dos dispositivos da residência

## Perspectiva cônica



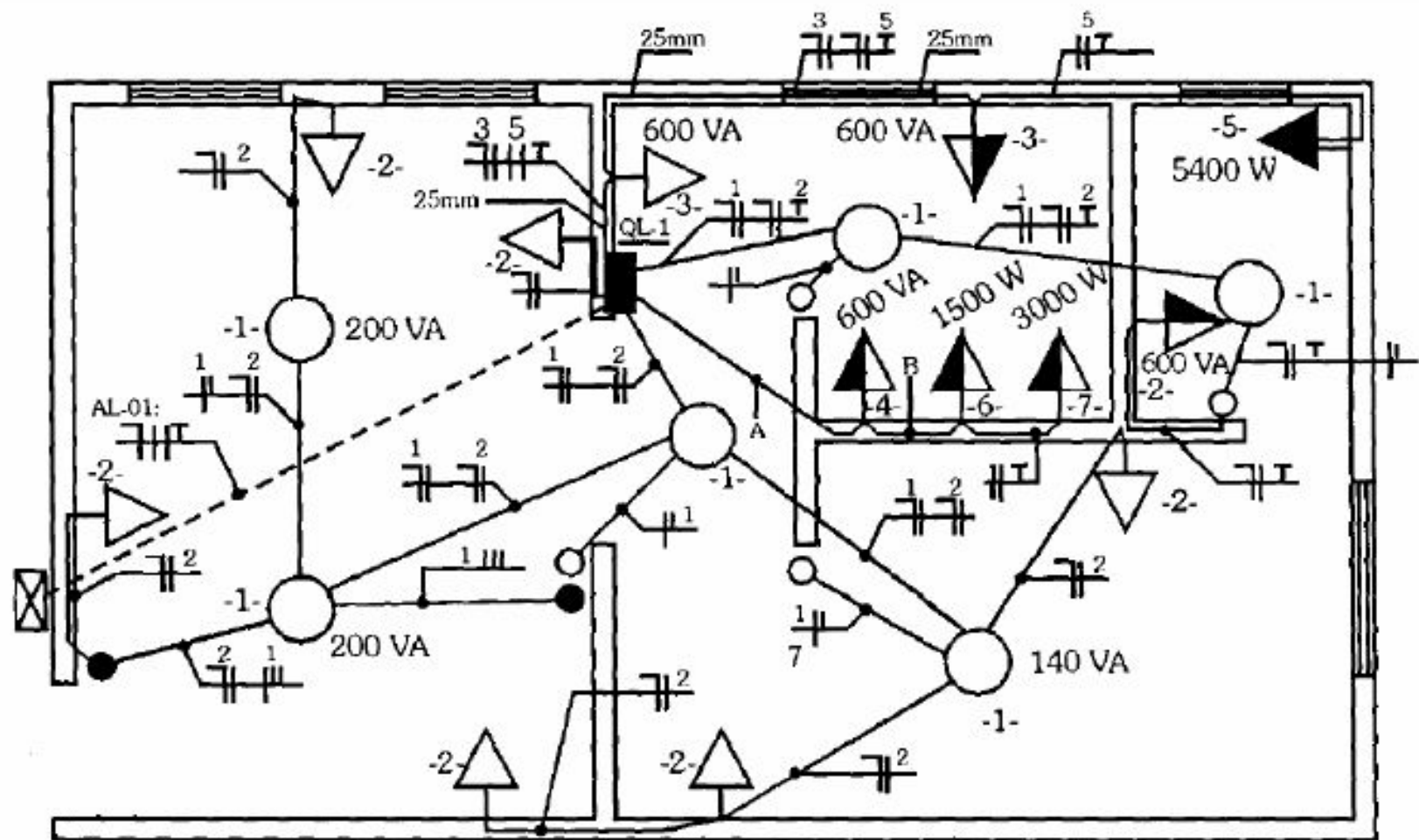
# Instalação dos dispositivos da residência

Perspectiva cônica



# Instalação dos dispositivos da residência

Versão Final



# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

Segundo a norma NBR 5410 a queda de tensão em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

- a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- b) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;

# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

- c) 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- d) 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

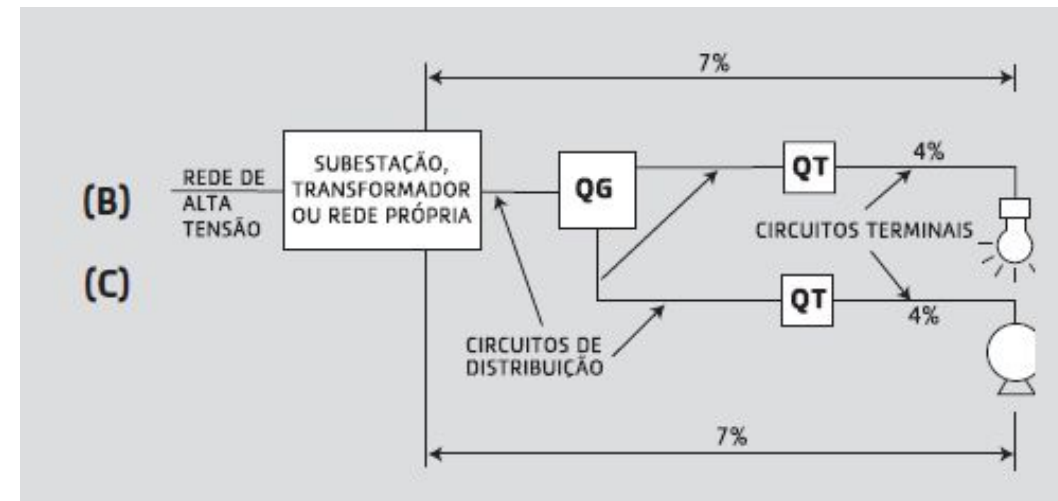
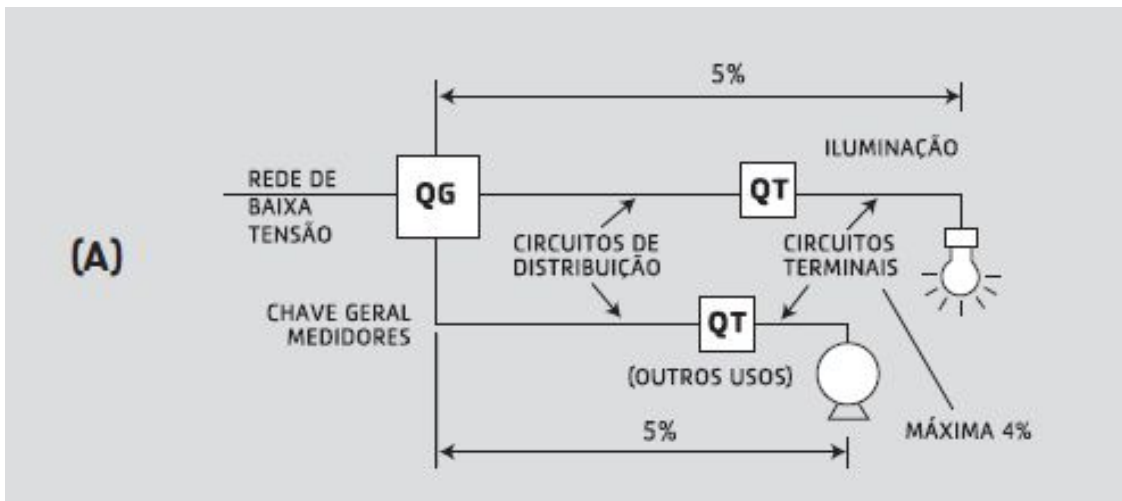
6.2.7.2 Em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%.

6.2.7.3 Quedas de tensão maiores que as indicadas em 6.2.7.1 são permitidas para equipamentos com corrente de partida elevada, durante o período de partida, desde que dentro dos limites permitidos em suas normas respectivas.

6.2.7.4 Para o cálculo da queda de tensão num circuito deve ser utilizada a corrente de projeto do circuito.

# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

## Conceitos de Queda de Tensão



# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

Cálculo da queda de tensão:

Após encontrado o resultado se verifica na tabela o valor encontrado.

$$\Delta V_{unit} = \frac{e(\%) * V}{I_p * L} \quad (V / A.km)$$

Após encontrado o resultado se verifica na tabela o valor encontrado.



# Dimens tensão

Em V/A.Km

> Cabo Superastic, Cabo Superastic Flex, Fio Superastic e Afumex 750V.

seções nominais  (mm <sup>2</sup> )	eletroduto e eletrocalha (A) (material magnético)		eletroduto e eletrocalha (A) (material não-magnético)			
	circuito monofásico e trifásico		circuito monofásico		circuito trifásico	
	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95
1,5	23	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	14	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44
120	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36
150	0,37	0,35	0,35	0,34	0,31	0,30
185	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25
240	0,29	0,25	0,26	0,24	0,23	0,21
300	0,27	0,22	0,23	0,20	0,21	0,18
400	0,24	0,20	0,21	0,17	0,19	0,15
500	0,23	0,19	0,19	0,16	0,17	0,14

# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

Exemplo: Considere um circuito de iluminação com condutor de  $1,5 \text{ mm}^2$  e que percorre uma distância de 50 m na residência. A corrente de projeto deste circuito é de 14 A. O eletroduto é não-magnético, considerado fator de potência 1 (0,95):

Com o valor calculado, busca-se na tabela um valor imediatamente inferior. Nesta situação para o circuito de iluminação, pelo critério de queda de tensão, deveria ser um condutor de  $4 \text{ mm}^2$ .

Com o valor calculado, busca-se na tabela um valor imediatamente inferior. Nesta situação para o circuito de iluminação, pelo critério de queda de tensão, deveria ser um condutor de  $4 \text{ mm}^2$ .

$$\Delta V_{\text{unit}} = \frac{e(\%) * V}{I_p * L} \left( \frac{V}{A \cdot km} \right) = \frac{0,04 * 220}{14 * 0,05} = 12,37$$

# Dimensão tensão

Em V/A.Km

➤ Cabo Superastic, Cabo Superastic Flex, Fio Superastic e Afumex 750V.

seções nominais  (mm <sup>2</sup> )	eletroduto e eletrocalha (A) (material magnético)		eletroduto e eletrocalha (A) (material não-magnético)			
	circuito monofásico e trifásico		circuito monofásico		circuito trifásico	
	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95
1,5	23	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	14	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44
120	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36
150	0,37	0,35	0,35	0,34	0,31	0,30
185	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25
240	0,29	0,25	0,26	0,24	0,23	0,21
300	0,27	0,22	0,23	0,20	0,21	0,18
400	0,24	0,20	0,21	0,17	0,19	0,15
500	0,23	0,19	0,19	0,16	0,17	0,14

# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

## Cálculo da queda de tensão Circuitos distribuídos

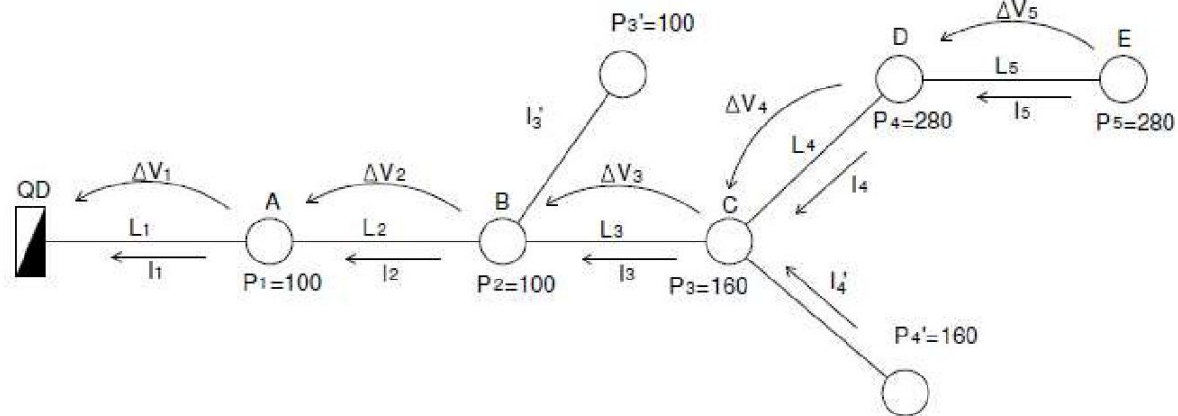
São circuitos onde a carga está locada em diversos pontos, variando a corrente ao longo do trajeto da fiação. Em função disso, é necessário calcular trecho a trecho para verificar se a queda de tensão percentual máxima para o circuito (  $MAX DV\%$  ) não foi ultrapassada.

Neste método, parte-se de um pré-dimensionamento do condutor, feito através do critério da capacidade de corrente, de forma que este condutor atenda simultaneamente o critério da queda de tensão.



# Dimensionamento de condutores - Queda de tensão

## Cálculo da queda de tensão Circuitos distribuídos



$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \Delta V_4 + \Delta V_5 = \sum_{L=1}^5 \Delta V_L$$

Circuito		Condutor			$\Delta V_{unt}$	
Trecho	Potência (VA)	$I_p$ (A)	L (km)	$\Delta V$	$\Delta V\%$	$\Delta V\%_{acum}$
QL - A	$P_1 + P_2 + P_3 + P_3' + P_4 + P_4' + P_5$	$I_1$	$L_1$	$\Delta V_1$	$\Delta V_1\%$	$\Delta V_1\%$
A - B	$P_2 + P_3 + P_3' + P_4 + P_4' + P_5$	$I_2$	$L_2$	$\Delta V_2$	$\Delta V_2\%$	$\Delta V_1\% + \Delta V_2\%$
B - C	$P_3 + P_4 + P_4' + P_5$	$I_3$	$L_3$	$\Delta V_3$	$\Delta V_3\%$	$\Delta V_1\% + \Delta V_2\% + \Delta V_3\%$
C - D	$P_4 + P_5$	$I_4$	$L_4$	$\Delta V_4$	$\Delta V_4\%$	$\Delta V_1\% + \Delta V_2\% + \Delta V_3\% + \Delta V_4\%$
D - E	$P_5$	$I_5$	$L_5$	$\Delta V_5$	$\Delta V_5\%$	$\Delta V\%_{total}$

# Dimensionamento dos Eletrodutos

Os eletrodutos compõem um dos tipos de linhas elétricas de maior uso nas instalações elétricas, será apresentado neste item um resumo das prescrições para instalação e dimensionamento.

# Dimensionamento dos Eletrodutos

## Prescrições para Instalação

É vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal.

Pela NBR-5410 só são admitidos eletrodutos que não propague chama.

Só são admitidos em instalação embutida os eletrodutos que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada.

Em qualquer situação, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação.

# Dimensionamento dos Eletrodutos

## Dimensionamento

As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto, a área máxima a ser utilizada pelos condutores, aí incluído o isolamento, deve ser de:

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



# Dimensionamento dos Eletrodutos

Como a área útil do eletroduto é dada por:

E considerando que a soma das áreas dos condutores a serem instalados então, o diâmetro interno do eletroduto pode ser determinado pela equação:

então, o diâmetro interno do eletroduto pode ser determinado pela equação:

$$Di = \sqrt{\frac{4 \times A_{condutores}}{f \times \pi}}$$

# Dimensionamento dos Eletrodutos

Sendo:

$$= 0,53 \text{ no caso de um condutor; } Di = \sqrt{\frac{4 \times A_{condutores}}{f \times \pi}}$$

= 0,31 no caso de dois condutores;

Sendo:

= 0,40 no caso de três ou mais condutores.

$f = 0,53$  no caso de um condutor;

$f = 0,31$  no caso de dois condutores;

$f = 0,40$  no caso de três ou mais condutores.

# Dimensionamento dos Eletrodutos

EXEMPLO: Determinar o diâmetro mínimo do eletroduto rígido de aço-carbono capaz de conter os condutores de 4 circuitos monofásicos, de uma mesma instalação, todos com condutores isolados com PVC sendo: dois circuitos com condutores de 6 mm<sup>2</sup> (área externa de 18,1 mm<sup>2</sup>); um circuito com condutores de 4 mm<sup>2</sup> (13,8 mm<sup>2</sup>) e um circuito com condutores de 2,5 mm<sup>2</sup> (10,7 mm<sup>2</sup>). O condutor de proteção dos quatro circuitos é de 6 mm<sup>2</sup>.

$$\sum A_{condutores} = (4 \times 18,1) + (2 \times 13,8) + (2 \times 10,7) + 18,1 = 139,5 \text{ mm}^2$$

$$Di = \sqrt{4 \times \frac{139,5}{0,4 \times \pi}} = 21,1 \text{ mm}$$



# Dimensionamento dos Eletrodutos

Tabela 10.6 Eletrodutos de PVC Rígido, Tipo Rosqueável “EB-744”

Tamanho Nominal		Diâmetro Externo (mm)	Espessura da Parede (mm)	
(pol.)	(mm)		Classe A	Classe B
1/2	20	21,1	2,5	1,8
3/4	25	26,2	2,6	2,3
1	32	33,2	3,2	2,7
1 1/4	40	42,2	3,6	2,9
1 1/2	50	47,8	4,0	3,0
2	60	59,4	4,6	3,1
2 1/2	75	75,1	5,5	3,8
3	85	88,0	6,2	3,0

Tabela 10.3 Eletrodutos Rígidos de Aço-carbono Esmaltados Tipos Pesado e Extra “EB-341”

Tamanho Nominal		Diâmetro Externo (mm)	Espessura da Parede (mm)	
(pol.)	(mm)		Tipo Pesado	Tipo Extra
1/2	21	21,3	2,25	2,65
3/4	27	26,7	2,25	2,80
1	33	33,4	2,65	3,35
1 1/4	42	42,2	3,00	3,55
1 1/2	48	48,3	3,00	3,55
2	60	60,3	3,35	3,75
2 1/2	73	73	3,75	5,00
3	89	88,9	3,75	5,30
3 1/2	102	101,6	4,25	5,60
4	114	114,3	4,25	6,00



# Dimensionamento dos Eletrodutos

Para condutores de mesma seção pode ser utilizadas as tabelas abaixo:

Tabela 3.22 Eletroduto de Aço-carbono, Tipo Leve I, Conforme NBR-5624 (EB-568)

Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )		Quantidade de Cabos Noflam BWF 750 V									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cu	Total	Tamanho Nominal dos Eletrodutos, em Milímetros, Conforme NBR-5624 (EB-568)									
1,5	6,2	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20
2,5	8,6	16	16	16	20	20	20	25	25	25	25
4	11,3	16	20	20	20	25	25	25	25	31	31
6	14,5	16	20	20	25	25	25	31	31	31	31
10	23,8	20	25	25	31	31	31	31	41	41	41
16	38,5	25	25	31	31	31	41	41	41	41	41
25	56,7	31	31	41	41	41	47	47	47	59	59
35	72,4	31	41	41	41	47	47	59	59	59	59
50	102,1	41	41	47	59	59	59	59	75	75	75
70	134,8	41	47	59	59	59	75	75	75	75	75
95	183,9	47	59	59	75	75	75	88	88	88	88
120	235,1	59	75	75	75	88	88	88	100	100	113
150	292,6	59	75	75	88	88	100	100	113	113	113
185	366,4	75	75	88	100	100	113	113	113	—	—
240	460,0	75	88	100	113	113	—	—	—	—	—
300	749,9	88	100	113	113	—	—	—	—	—	—
400	934,8	100	113	—	—	—	—	—	—	—	—
500	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—



# Dimensionamento dos Eletrodutos

Para condutores de mesma seção pode ser utilizadas as tabelas abaixo:

Tabela 3.23 Eletroduto Rígido de PVC, Tipo Rosqueável, Classe A, Conforme NBR-6150 (EB-744)

Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Quantidade de Cabos Noflam BWF 750 V										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Cu	Total	Tamanho Nominal dos Eletrodutos, em Milímetros, Conforme NBR-6150 (EB-744)									
1,5	6,2	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20
2,5	8,6	16	16	20	20	20	20	25	25	25	25
4	11,3	16	20	20	25	25	25	25	25	32	32
6	14,5	20	20	25	25	25	32	32	32	32	32
10	23,8	20	25	25	32	32	32	40	40	40	40
16	38,5	25	32	32	32	40	40	40	40	50	50
25	56,7	32	32	40	40	40	50	50	60	60	60
35	72,4	32	40	40	50	50	60	60	60	60	75
50	102,1	40	40	50	60	60	60	75	75	75	75
70	134,8	40	50	60	60	75	75	75	75	85	85
95	183,9	60	60	75	75	75	85	85	85	—	—
120	235,1	60	75	75	85	85	—	—	—	—	—
150	292,6	75	75	85	85	—	—	—	—	—	—
185	366,4	75	85	85	—	—	—	—	—	—	—
240	460,0	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—



# Dimensionamento dos Eletrodutos

## Dados construtivos

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Classe de encordoamento	Diâmetro nominal do condutor (mm)	Espessura nominal da isolamento (mm)	Espessura nominal da cobertura (mm)	Diâmetro externo nominal (mm)	Massa líquida aproximada (kg/km)
1,5	4	1,55	0,7	0,9	4,75	35
2,5	4	1,97	0,7	0,9	5,19	49
4	4	2,50	0,7	0,9	5,96	64
6	4	3,10	0,7	0,9	6,39	86
10	5	4,30	0,7	1,0	7,70	143
16	5	5,40	0,7	1,0	8,80	195
25	4	6,80	0,9	1,1	10,80	299
35	5	7,85	0,9	1,1	11,85	404
50	5	9,30	1,0	1,2	13,70	570
70	5	11,25	1,1	1,2	15,85	784
95	5	12,50	1,1	1,3	17,30	998
120	5	14,00	1,2	1,3	19,00	1.259
150	5	15,50	1,4	1,4	21,10	1.591
185	5	17,70	1,6	1,4	23,90	1.910
240	5	20,00	1,7	1,5	26,40	2.451
300	5	23,00	1,8	1,6	29,80	3.040

Dados sujeitos a alterações sem aviso prévio.

# Quadro S

Nº	Circuito Nome	Tensão	Potência Total(VA)	Corrente (A)	Seção dos Fios	Proteção		
						Tipo	Nº de pólos	Corrente Nominal
1	Iluminação Social 1 Andar	220	1280	5,82	1,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	10A
2	TUG's - 1	220	2200	10,00	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
3	TUG's - 2	220	2400	10,91	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
4	TUE's Garagem/Sala	220	1860	8,45	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
5	TUE's Cozinha 1	220	1650	7,50	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
6	TUE's - Torneira	220	3500	15,91	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
7	TUE's - Forno	220	5000	22,73	4mm <sup>2</sup>	DTM	1	25A
8	TUE's - Máq. Lavar	220	1500	6,82	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
9	TUE's - Ar. Sala	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
10	Iluminação Social 2 Andar	220	1060	4,82	1,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	10A
11	TUG's - 3	220	1900	8,64	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
12	TUG's - 4	220	2100	9,55	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
13	TUE's - Ar.Suíte	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
14	TUE's - Ar.Dormitório 1	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
14	TUE's - Ar.Dormitório 2	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
15	TUE's - Chuv. 1	220	5000	22,73	6mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	32A 40A
16	TUE's - Chuv. 2	220	5000	22,73	6mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	32A 40A



# Quadro Secundário

Circuito		Tensão(V)	Potência Total(VA)	Corrente (A)	Seção dos condutores	Proteção		
Nº	Tipo					Tipo	Número de pólos	Corrente Nominal
9	TUE's - Sala	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
10	Iluminação Social 2 Andar	220	1060	4,82	1,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	13A
11	TUG's - 3	220	1900	8,64	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
12	TUG's - 4	220	2100	9,55	2,5mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	16A 16A
13	TUE's - Ar.Suíte	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
14	TUE's - Ar.Dormitório 1	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
14	TUE's - Ar.Dormitório 2	220	1600	7,27	2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
15	TUE's - Chuv. 1	220	5000	22,73	6mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	32A 40A
16	TUE's - Chuv. 2	220	5000	22,73	6mm <sup>2</sup>	DTM IDR	1 2	32A 40A
TOTAL			21460					

# Quadro Secundário

Circuito		Tensão(V)	Potência Total(VA)	Corrente (A)	Fase (R, S, T)	Seção dos condutores	Proteção		
N	Tipo						Tipo	Nº de pólos	Corrente Nominal
1	Iluminação Social 1 Andar	220	1280	5,82		1,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	13A
2	TUG's - 1	220	2200	10,00		2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A 16A
3	TUG's - 2	220	2400	10,91		2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A 16A
4	TUE's Garagem/Sala	220	1860	8,45		2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A 16A
5	TUE's Cozinha 1	220	1650	7,50		2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A
6	TUE's - Torneira	220	3500	15,91		2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A 16A
7	TUE's - Forno	220	5000	22,73		4mm <sup>2</sup>	DTM	1	25A
8	TUE's - Máq. Lavar	220	1500	6,82		2,5mm <sup>2</sup>	DTM	1	16A 16A
QDS	QDS	380	21460	32,52	R/S/T	6,0mm <sup>2</sup>	DTM	3	40A

# REFERENCIAS

CREDER, Hélio. Instalações elétricas. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1979. 316 p.

**MUITO**  
**OBRIGADO**

Alexander Furtado Carneiro

Professor de Eletrotécnica

**[www.ifsul.edu.br](http://www.ifsul.edu.br)**  
E-mail de contato  
**TELEFONE DE CONTATO**