

# INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

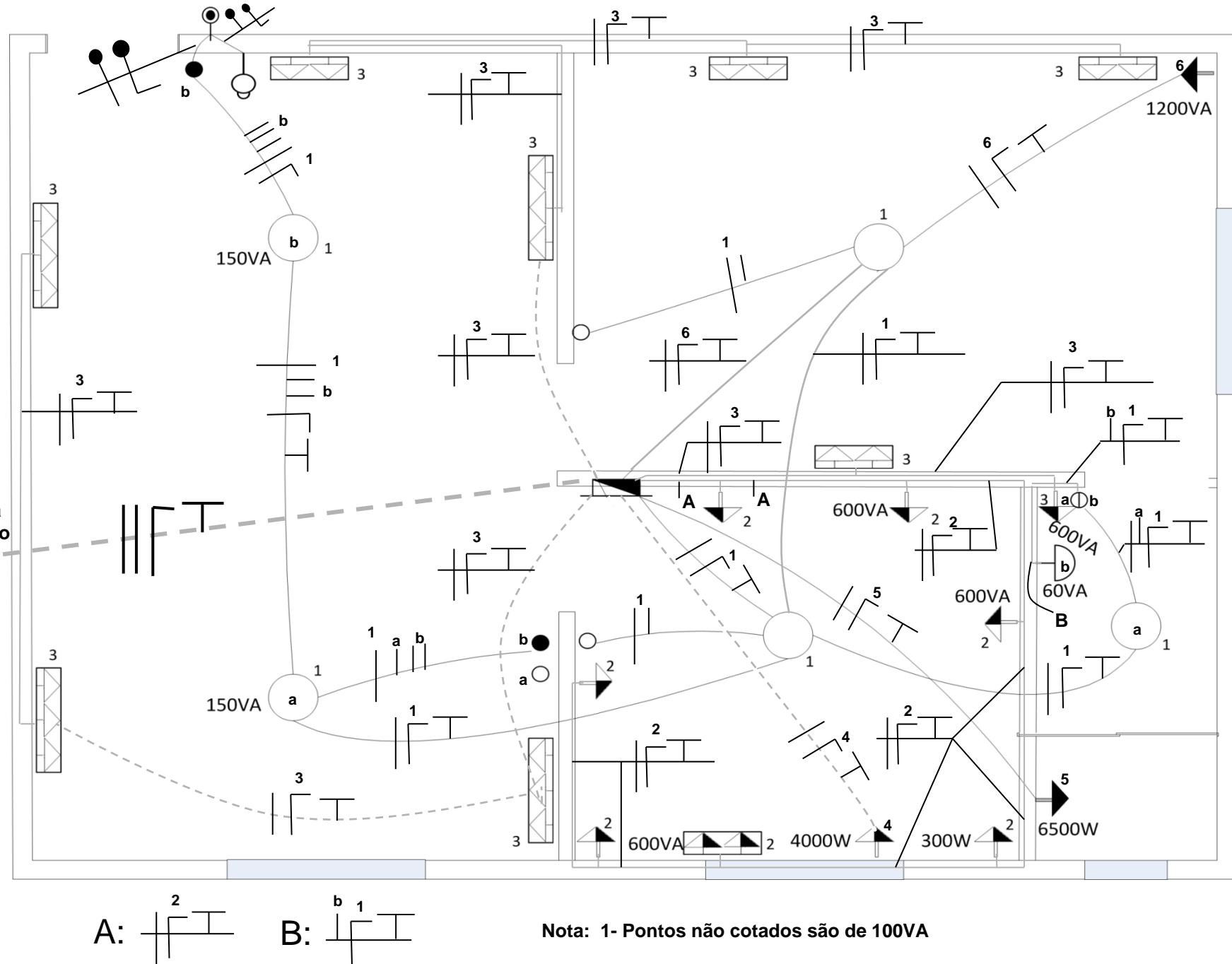
## PROJETO RESIDENCIAL

### MÓDULO III

Especificação da Fiação, Proteção e  
Eletrodutos

Prof. Marcos Fergütz  
Agosto/2024

## Distribuição dos Circuitos



A: 

B:

**Nota: 1- Pontos não cotados são de 100VA**

# DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS DE BAIXA TENSÃO

O item 6.2.6.1.2, da NBR5410/04, determina que a secção dos condutores deve ser através do atendimento, simultâneo, dos seguintes critérios (mínimo):

- Capacidade de Corrente (6.2.5);
- Queda de Tensão (6.2.7);
- Proteção contra Sobrecarga (5.3.4);
- Proteção contra Curto-Círcuito e Solicitações Térmicas (5.3.5);
- Proteção por Seccionamento Automático da Alimentação (TN e IT) (5.1.2.2.4);
- Bitola Mínima (6.2.6).

# DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES ELÉTRICOS



<http://luxtil.com.br>

Tipo de Isolação	Temperatura (°C) Máxima no Condutor Serviço Contínuo	Temperatura (°C) Máxima no Condutor Sobrecarga	Temperatura (°C) Máxima no Condutor Curto-Círcuito
Policloreto de Vinila (PVC) $\leq 300\text{mm}^2$	70	100	160
Policloreto de Vinila (PVC) $> 300\text{mm}^2$	70	100	140
Borracha Etileno-Propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno Reticulado (XPLE)	90	130	250

## - Métodos de Instalação

Os cabos elétricos podem ser instalados de inúmeras formas. Podem estar acondicionados em condutos que variam na forma e no material. Cada modo de instalar é denominado MÉTODO de INSTALAÇÃO

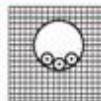
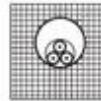
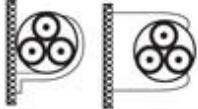
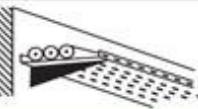


<http://www.osetoreletrico.com.br>

O item 6.2.5.1.2, da NBR5410/04, estabelece os Métodos de Referências, os quais são os Métodos de Instalação que tiveram a capacidade de condução de corrente dos condutores determinadas via ensaios ou cálculos, visando não ultrapassar os limites de temperaturas que acarretam danos ao isolamento dos cabos. Foram determinados 9 métodos de referências, os quais são utilizados para caracterizar os métodos de instalações possíveis.

- 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
- C → cabo unipolar ou cabo multipolar sobre parede de madeira
- D → cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo
- E → cabo multipolar ao ar livre
- F → cabo unipolar justapostos (na horizontal, vertical ou em trifólio) ao ar livre
- G → cabo unipolar espaçados ao ar livre

A tabela abaixo, mostra alguns exemplos da relação Métodos de Instalação e Métodos de Referência.

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar, sobre parede ou espaçado desta, menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical	E (multipolar) F (unipolares)

<http://www.sil.com.br/electricista/tabelas.aspx>

- Número de condutores carregados (Tabela 46, da NBR5410/04):

- Circuito monofásico a 2 condutores = 2 condutores carregados;
- Circuito monofásico a 3 condutores = 2 condutores carregados
- Circuito bifásico sem neutro = 2 condutores carregados;
- Circuito bifásico com neutro = 3 condutores carregados.
- Circuito trifásico sem neutro = 3 condutores carregados;
- Circuito trifásico com neutro = 4 condutores carregados;

TDH > 15%  
em  
Sistema  
Desequilibrado

## Método da Capacidade de Corrente do Condutor

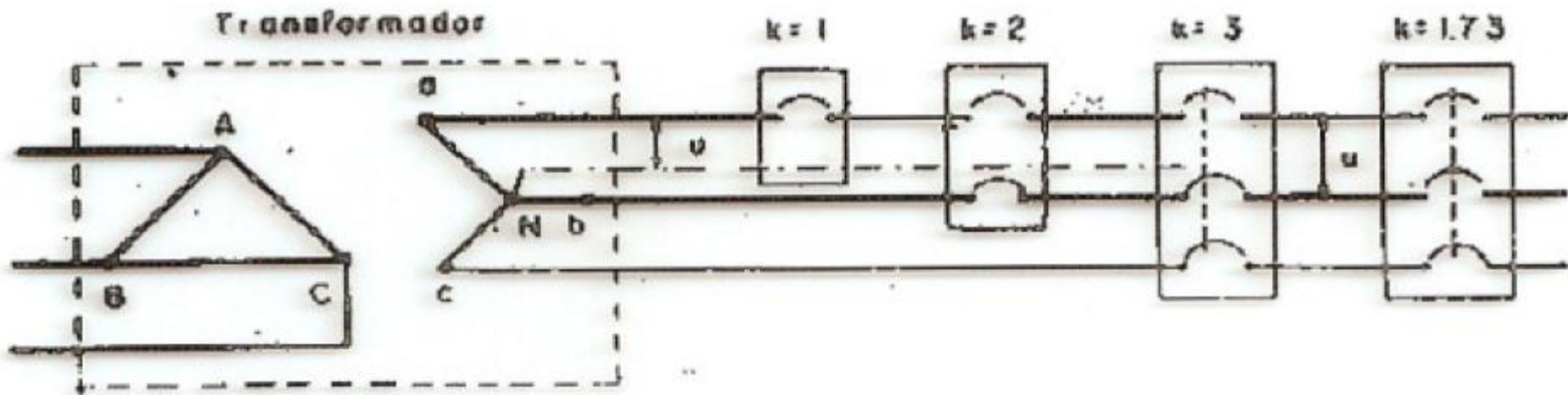
$$I = \frac{P}{K \times U \times FP} \quad \text{ou} \quad I = \frac{S}{K \times U}$$

$I \rightarrow$  Corrente de linha

$P \rightarrow$  Potência Ativa

$S \rightarrow$  Potência Aparente

$FP \rightarrow$  Fator de Potência



**TABELA 36 – CAPACIDADE 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

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

**APLICAÇÃO**

\*

**FCA****FCT**

seções nominais (mm <sup>2</sup> )	métodos de instalação definidos na tabela 1											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
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

Observar que a Tabela 36 não contempla coluna para 4 condutores carregados. Deve-se utilizar a coluna para 3 condutores, aplicando um fator redutivo de 0,86

QT

DISJ

Exemplo: cabo de 6mm<sup>2</sup> / B1 →  $I_Z = 36A$  Para 4 condutores →  $I'_Z = 0,86 \times 36 = 31A$

# FATOR DE CORREÇÃO POR AGRUPAMENTO - FCA (Cabos Semelhantes \*)

**TABELA - FATORES DE CORREÇÃO APLICÁVEIS A CONDUTORES AGRUPADOS EM FEIXE (EM LINHAS ABERTAS OU FECHADAS) E A CONDUTORES AGRUPADOS NUM MESMO PLANO, EM CAMADA ÚNICA.**

**APLICAÇÃO**

ref.	forma de agrupamento dos condutores	número de circuitos ou de cabos multipolares											tabelas dos métodos de referência	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19		
1	em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos: em condutos fechados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	camada única sobre parede, piso ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70		0,70		36 a 37 (método C)
3	camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61		0,61		
4	camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72		0,72		38 e 39 (métodos E e F)
5	camada única sobre leito, suporte, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78		0,78		

<http://www.prysmian.com.br>

Conforme Tabela 42 – NBR5410/04

**Obs.: vide tabela para condutores em mais de uma camada (Tab. 43), cabos enterrados (Tab. 44) e eletrodutos enterrados (Tab. 45).**

**\* Cabos Semelhantes: seções nominais contidas no intervalo de 3 seções normatizadas sucessivas**

**Cabos Não Semelhantes:**

$$FCA = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad \text{onde, } n = \text{no. de circuitos}$$

# FATOR DE CORREÇÃO POR TEMPERATURA - FCT

TABELA - FATORES DE CORREÇÃO PARA TEMPERATURAS AMBIENTES DIFERENTES DE 30°C PARA LINHAS NÃO SUBTERRÂNEAS E DE 20°C (TEMPERATURA DO SOLO) PARA LINHAS SUBTERRÂNEAS.

temperatura (°C)	isolação			
	PVC ambiente	EPR ou XLPE	PVC do solo	EPR ou XLPE
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1	1
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1	1	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,80
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65
65	—	0,65	—	0,60
70	—	0,58	—	0,53
75	—	0,50	—	0,46
80	—	0,41	—	0,38

De acordo com a tabela 40 da NBR 5410/2004.

# MÉTODO DA QUEDA DE TENSÃO



*Instalações Elétricas de Baixa Tensão de Acordo com a Nova NBR 5410:2004*

## Linhas Elétricas

### ***QUEDA DE TENSÃO (item 6.2.7)***

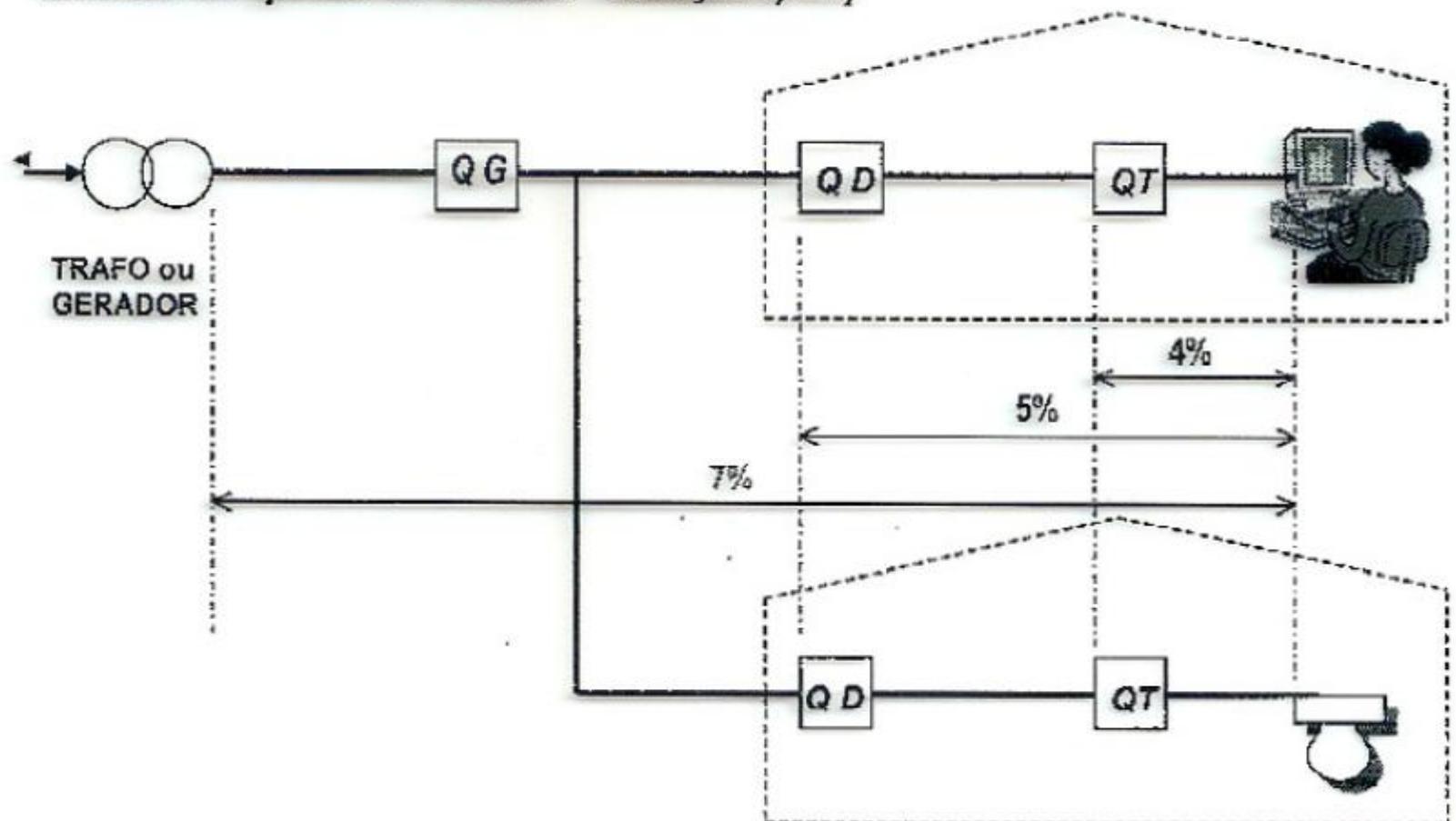
Qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão não deve ser superior aos seguintes valores:

- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

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

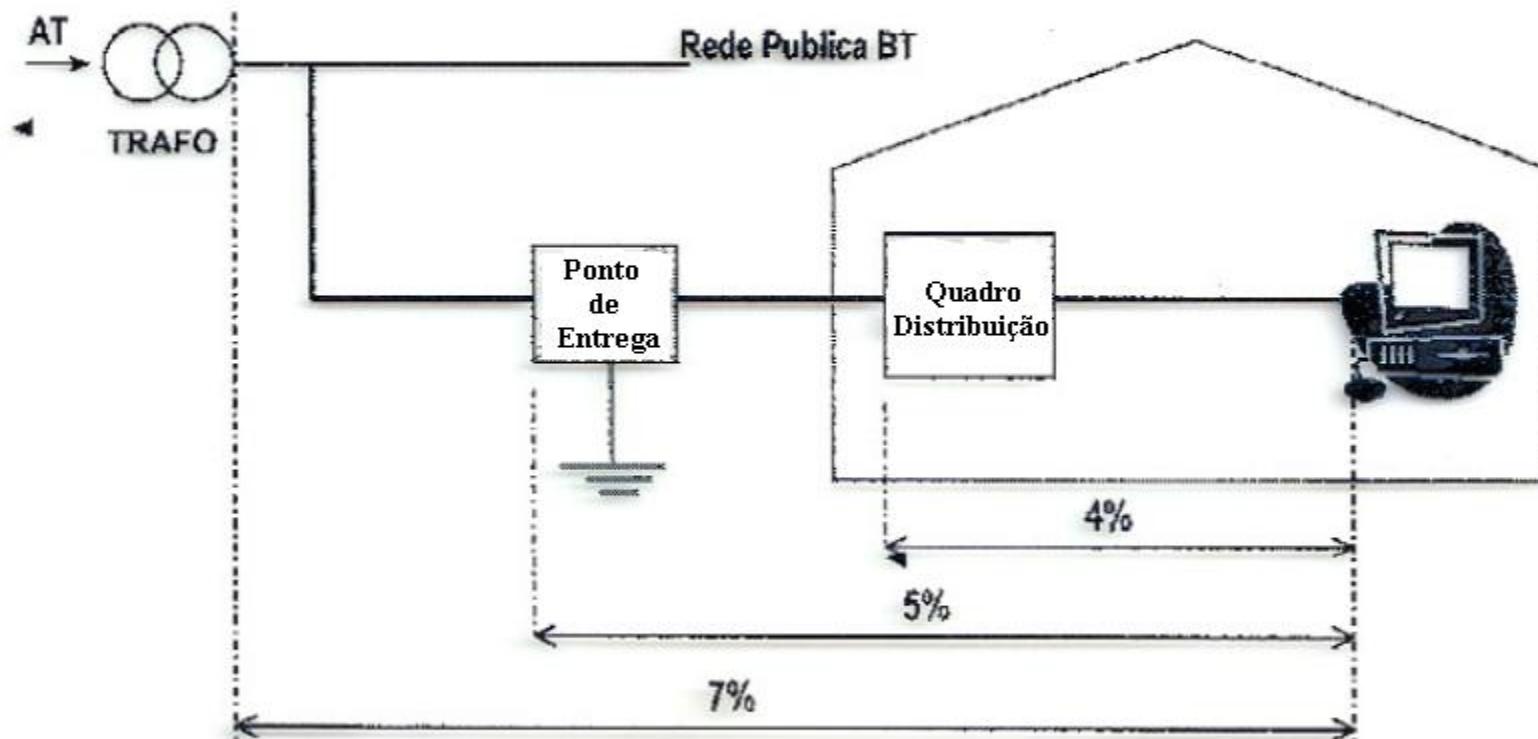
## Linhas Elétricas

**Limites de queda de tensão - situação a) e d)**

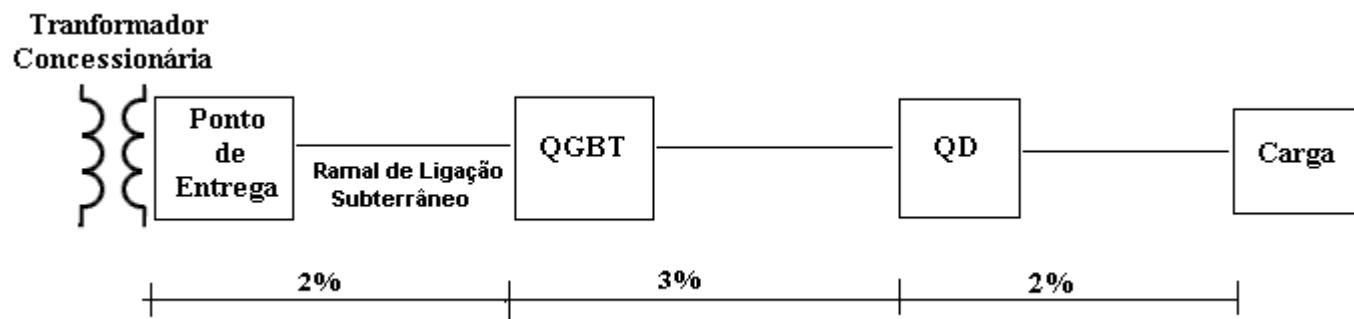
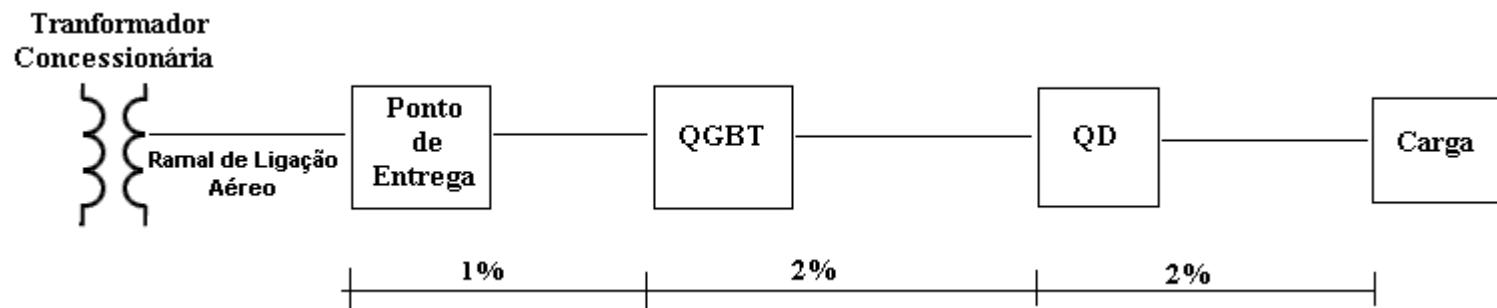


## Linhas Elétricas

### **Limites de queda de tensão - situação b)**



Visando atender as recomendações da norma, quanto à queda de tensão, pode-se adotar os seguintes percentuais, por trecho da instalação, dependendo do tipo de ramal de ligação.



# FÓRMULAS PARA O CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO

- Queda de Tensão Unitária -  $\Delta V_{unit}$

$$\Delta V_{UNIT} = \frac{e(\%) \times V}{I_B \times L} \left( \frac{V}{A.km} \right)$$

e(%) – queda de tensão percentual;

V – Tensão nominal (V);

IB – Corrente de projeto (A);

L – comprimento do circuito (km)

**TABELA - QUEDA DE TENSÃO EM V/A.km  
CABO SUPERASTIC, CABO SUPERASTIC FLEX, FIO SUPERASTIC E AFUMEX 750V.**

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

**Exemplo:**

**IB = 20A**

**L = 27m**

**e(%) = 2%**

**V = 220V**

[www.prysmian.com.br](http://www.prysmian.com.br)

seções nominais (mm <sup>2</sup> )	eletroduto e eletrocalha (A) (material magnético)		eletroduto e eletrocalha (A) (material não-magnético)		circuito trifásico	
	circuito monofásico e trifásico	FP = 0,8	circuito monofásico	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8
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

Indicado para circuitos com carga concentrada na extremidade (MOTORES).

## - Queda de tensão a partir de uma seção do condutor conhecida

### Corrente contínua

$$\Delta V = 2 \cdot I \cdot \ell \cdot R_{cc}$$

### Corrente alternada

#### a) *Sistema monofásico*

$$\Delta V = 2 \cdot I \cdot \ell (R_{cat} \cdot \cos \Phi + X_L \cdot \sin \Phi)$$

#### b) *Sistema trifásico Equilibrado*

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot \ell (R_{cat} \cdot \cos \Phi + X_L \cdot \sin \Phi)$$

Onde:

$\Delta V$  = queda de tensão (V)

$I$  = corrente a ser transportada (A)

$R_{cc}$  = resistência em corrente contínua a 20°C (Ω /km)

$R_{cat}$  = resistência em corrente alternada à temperatura de operação t°C (Ω/km)

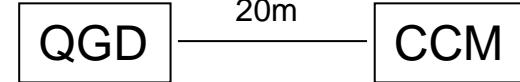
$\Phi$  = ângulo de fase

FP ou  $\cos \Phi$  = fator de potência de carga

$X_L$  = reatância indutiva da linha (Ω /km)

$\ell$  = comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga (km)

Exemplo:



$$V_L = 220V \quad I_B = 237A$$

$$P = 80,4 \text{ kW} / 0,89 \text{ ind}$$

$$\text{Sen} 27,1^\circ = 0,456$$

Cabo 120mm<sup>2</sup>

$$R_{cat} = 0,184$$

$$X_L = 0,0933$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot 237 \cdot 0,02 \cdot (0,184 \cdot 0,89 + 0,0933 \cdot 0,456) = 1,69V$$

$$\Delta V \% = \frac{1,69}{220} \times 100 = 0,77\%$$

## - Método do WATT x Metro

Queda de tensão percentual:  $\Delta V\% = \frac{R \cdot I}{V} \times 100 \quad (1)$

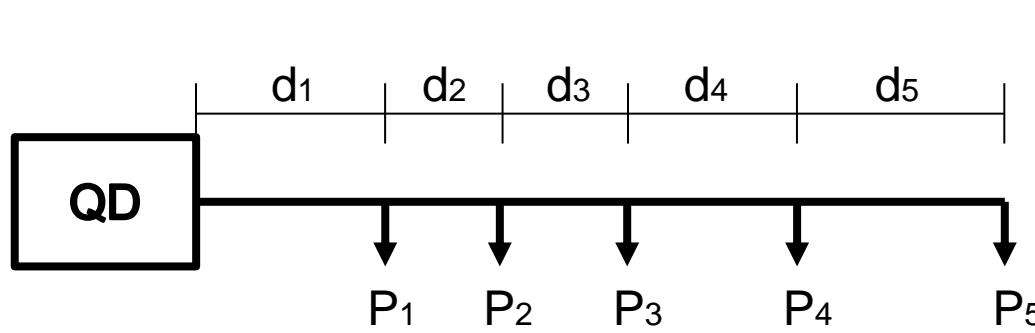
Para circuitos a dois condutores:  $R = 2 \cdot \rho \frac{L}{S} \quad (2)$   $P = V \cdot I \quad (3)$

Substituindo 2 e 3 em 1, tem-se:

$$\Delta V\% = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{S \cdot V} \times 100 = \frac{200 \cdot \rho \cdot P \cdot L}{S \cdot V^2} \rightarrow S = \frac{200 \cdot \rho \cdot P \cdot L}{\Delta V\% \cdot V^2} \quad (4)$$

Pode-se observar que a seção do condutor é proporcional ao produto PxL (W.m).

Para um circuito com carga distribuída a seção será proporcional ao  $\sum P \cdot x \cdot L$



$$L_1 = d_1$$

$$L_2 = d_1 + d_2$$

$$L_3 = d_1 + d_2 + d_3$$

$$L_4 = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$L_5 = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5$$

As distâncias  $d_n$  já levam em consideração eventuais subidas e descidas do eletroduto

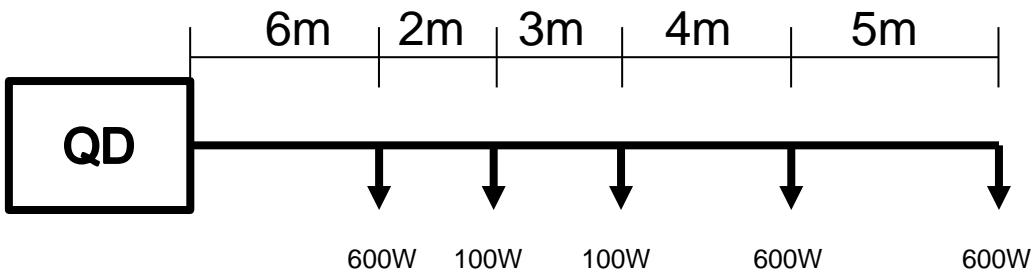
Baseado na equação  $S = \frac{200 \cdot \rho \cdot P \cdot L}{\Delta V \% \cdot V^2}$ , foram desenvolvidas as seguintes tabelas:

Soma das Potências em Watts x Distância em Metros (V=220V)

Condutor (mm <sup>2</sup> )	Queda de Tensão (e%)			
	1%	2%	3%	4%
1,5	21054	42108	63162	84216
2,5	35090	70180	105270	140360
4	56144	112288	168432	224576
6	84216	168432	252648	336864
10	140360	280720	421080	561440
16	224576	449152	673728	898304
25	350900	701800	1052700	1403600
35	491260	982520	1473780	1965040
50	701800	1403600	2105400	2807200
70	982520	1965040	2947560	3930080
95	1333420	2666840	4000260	5333680
120	1684320	3368640	5052960	6737280

Soma das Potências em Watts x Distância em Metros (V=127V)

Condutor (mm <sup>2</sup> )	Queda de Tensão (e%)			
	1%	2%	3%	4%
1,5	7016	14032	21048	28064
2,5	11694	23387	35081	46774
4	18710	37419	56129	74839
6	28064	56129	84193	112258
10	46774	93548	140322	187096
16	74839	149677	224516	299354
25	116935	233871	350806	467741
35	163709	327419	491128	654837
50	233871	467741	701612	935482
70	327419	654837	982256	1309675
95	444354	888708	1333062	1777416
120	561289	1122578	1683868	2245157



$$L_1 = 6m$$

$$L_2 = 6 + 2 = 8m$$

$$L_3 = 6 + 2 + 3 = 11m$$

$$L_4 = 6 + 2 + 3 + 4 = 15m$$

$$L_5 = 6 + 2 + 3 + 4 + 5 = 20m$$

TAB

DISJ

APLICAÇÃO

$$QT = 600 \times 6 + 100 \times 8 + 100 \times 11 + 600 \times 15 + 600 \times 20 = 26.500W.m$$

## O CONDUTOR NEUTRO

A NBR5410/04 prevê, no item 6.2.6.2, algumas recomendações a serem observadas para o dimensionamento do condutor NEUTRO.

- O condutor Neutro não deve ser comum a mais de um circuito;
- Em circuitos monofásicos o neutro deve ter a mesma bitola do condutor Fase;
- Para circuitos bifásicos ou trifásicos com Neutro e  $TDH \leq 33\%$ , a seção do condutor Neutro não deve ser inferior à do condutor Fase;
- Para circuitos bifásicos ou trifásicos com Neutro e  $TDH \geq 33\%$ , a seção do condutor Neutro poderá ser superior à do condutor Fase, observando as orientações do Anexo F, da NBR5410/04;
- Para circuitos trifásicos com Neutro, a seção do condutor Neutro poderá ser inferior à do condutor Fase, desde que satisfaça simultaneamente a:
  - ❖ Em serviço normal, o circuito seja presumivelmente equilibrado;
  - ❖ O  $TDH \leq 15\%$ ;
  - ❖ O condutor Neutro seja protegido contra sobrecorrente conforme 5.3.2.2.

Observando a seguinte regra (Tabela 48 da NBR5410/04):

- $S_F \leq 25\text{mm}^2 \rightarrow S_N = S_F$
- $S_F = 35\text{mm}^2$  ou  $S_F = 50\text{mm}^2 \rightarrow S_N = 25\text{mm}^2$
- $S_F > 50\text{mm}^2 \rightarrow S_N = S_F/2$

Bitolas ( $\text{mm}^2$ )  
...16, 25, 35, 50,  
70, 95, 120, 150,  
185...

Quando a TDH for igual ou superior a 33%, então, o Anexo F da NBR5410/04, traz orientações de como proceder para dimensionar o condutor Neutro.

$$TDH \geq 33\% \Rightarrow I_N = f_h \cdot I_B$$

sendo,

$$I_B = \sqrt{I_1^2 + I_i^2 + I_j^2 + \dots + I_n^2}$$

$I_1$  corrente referente à componente fundamental (60Hz)  
 $I_i, I_j, \dots, I_n$  correntes referentes às componentes harmônicas de ordem i, j, ..., n presentes na corrente de fase; e  
 $f_h$  fator de correção segundo a Tabela abaixo.

Distorção Harmônica	Trifásico com Neutro	Bifásico com neutro
<b>33% a 35%</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>
<b>36% a 40%</b>	<b>1,19</b>	<b>1,19</b>
<b>41% a 45%</b>	<b>1,24</b>	<b>1,23</b>
<b>46% a 50%</b>	<b>1,35</b>	<b>1,27</b>
<b>51% a 55%</b>	<b>1,45</b>	<b>1,30</b>
<b>56% a 60%</b>	<b>1,55</b>	<b>1,34</b>
<b>61% a 65%</b>	<b>1,64</b>	<b>1,38</b>
<b><math>\geq 66\%</math></b>	<b>1,73</b>	<b>1,41</b>

## CONDUTOR DE PROTEÇÃO - PE

- Todo circuito deve ter um condutor de proteção, em toda a sua extensão (5.1.2.2.3.6);
- Um condutor PE pode ser comum a mais de um circuito, desde que esteja instalado dentro do mesmo conduto que o condutor fase (6.4.3.1.5);
- Elementos metálicos que não são admitidos como PE (6.4.3.2.3):
  - tubulações de água, gases ou líquidos inflamáveis ou combustíveis;
  - elementos de construção sujeitos a esforços mecânicos em serviço normal;
  - eletrodutos flexíveis, partes metálicas flexíveis;
  - armadura de concreto ou estruturas e elementos metálicos da construção.

### - Dimensionamento do PE

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

$S \Rightarrow$  seção do condutor ( $\text{mm}^2$ );

$I \Rightarrow$  corrente de curto - circuito (A);

$t \Rightarrow$  tempo de atuação do dispositivo de proteção (s);

$k \Rightarrow$  constante dependente do material do condutor, isolação,

temperatura e seu valor é obtido nas Tabelas 53 a 57 da NBR5410/04.

**Em alternativa ao cálculo, a NBR5410/04 disponibiliza a Tabela 58, que em resumo determina:**

$$S_F \leq 16\text{mm}^2 \rightarrow S_{PE} = S_F$$

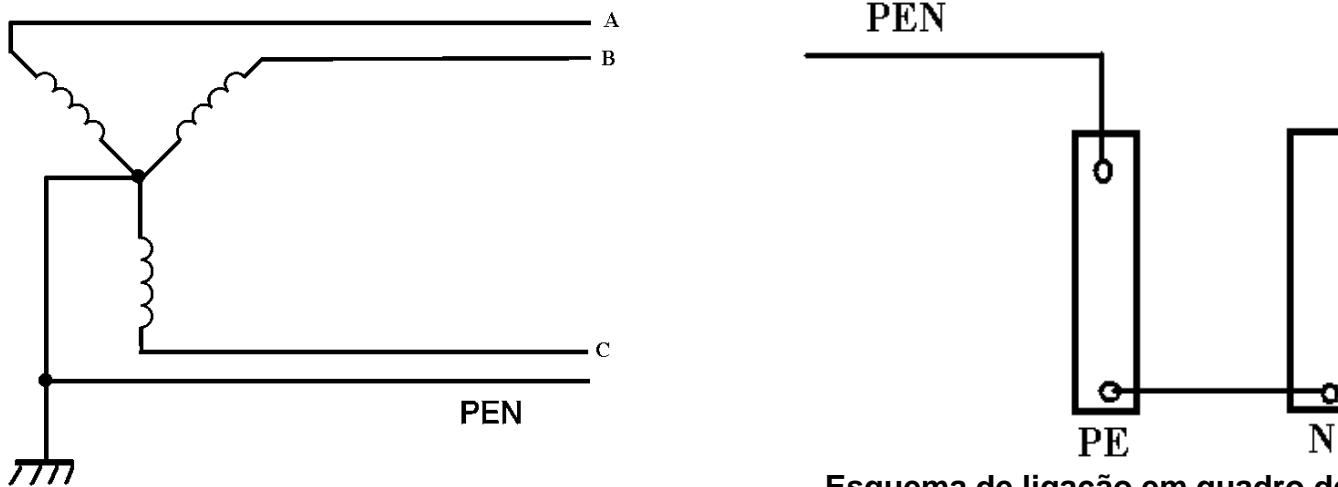
$$S_F = 25\text{mm}^2 \text{ ou } S_F = 35\text{mm}^2 \rightarrow S_{PE} = 16\text{mm}^2$$

$$S_F > 35\text{mm}^2 \rightarrow S_{PE} = S_F/2$$

## CONDUTOR PEN (PE+N)

O condutor PEN é aquele que conjuga as funções de proteção (PE) com as funções de neutro (N) em um mesmo meio físico.

O condutor PEN tem sua origem quando do aterramento do secundário (Y) do transformador do sistema de distribuição da rede da concessionária.



Esquema de ligação em quadro de distribuição (6.4.3.4.4)

### CÓDIGO DE CORES PARA OS CONDUTORES:

- FASE: PRETO, CINZA, BRANCO, AMARELO e VERMELHO
- NEUTRO: AZUL-CLARO
- PE: VERDE ou VERDE-AMARELO



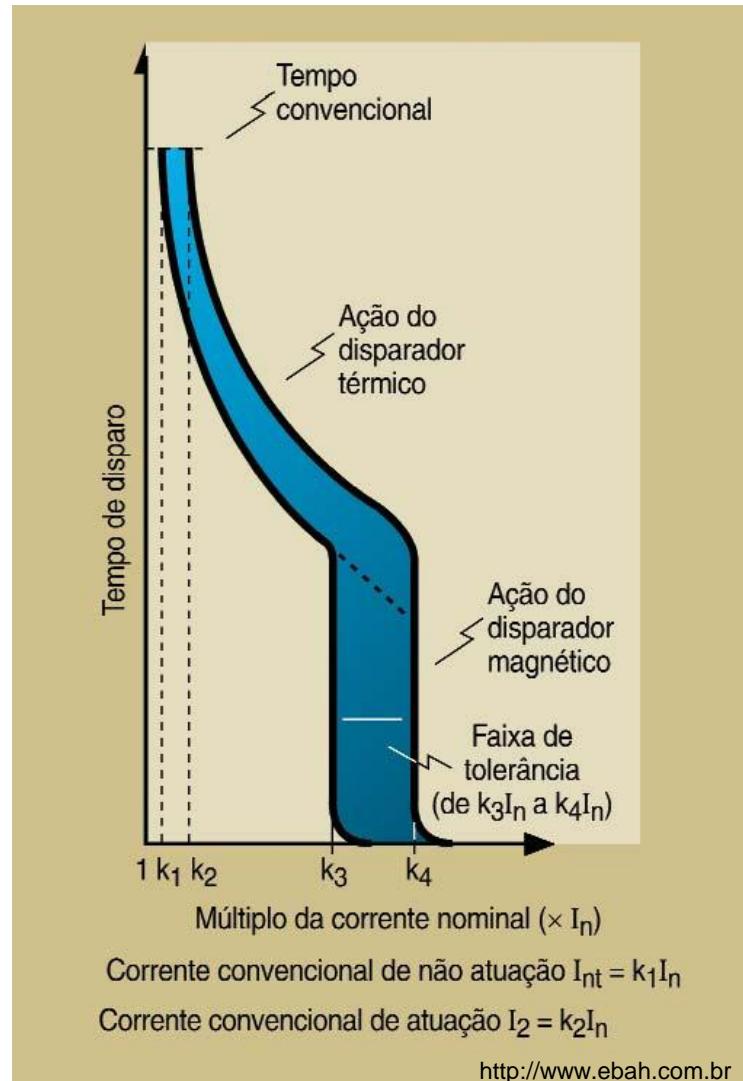
## DISPOSIÇÃO DOS CONDUTORES

O item 6.2.10, NBR5410/04, determina:

- Cabos multipolares só devem conter os condutores de um mesmo e único circuito;
- Em condutos fechados se pode ter condutores de mais de um circuito nos seguintes casos:
  - a) Atendendo as 4 condições seguintes:
    - Sejam circuitos de uma mesma instalação (mesmo dispositivo geral de manobra e proteção);
    - As seções nominais dos condutores estejam dentro do intervalo de 3 valores normalizados consecutivos;
    - A temperatura máxima de serviço contínuo seja a mesma, e;
    - Os condutores forem isolados para a mais alta tensão nominal presente; ou
  - b) Para circuitos de força, de comando e/ou sinalização de um mesmo equipamento.
- Todos os condutores de um mesmo circuito (F, N e PE) devem estar nas proximidades imediatas uns dos outros;
- No caso de condutores em paralelo, deve-se reunir em tantos grupos quantos forem os cabos paralelos, sendo que cada grupo deve ter um condutor de cada fase ou polaridade, instalados nas proximidades uns dos outros.

# DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

## - DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS



## NORMAS (IEC)

- 1) NBR NM 60898: disjuntores especialmente projetados para serem manipulados por usuários leigos, ou seja, para uso por pessoas não qualificadas e para não sofrerem manutenção (normalmente instalações residenciais ou similares).
- 2) NBR IEC 60947-2: disjuntores para serem manipulados por pessoas qualificadas, ou seja, com formação técnica, e para sofrerem ajustes e manutenção (normalmente instalações industriais ou similares).

Regulamento Técnico de Qualidade (RTQ)  
Inmetro

Portaria 243/2006 → Regulamenta a extinta  
NBR5361

# CURVAS DE ATUAÇÃO

## Curva B: 3 à 5 x $I_n$

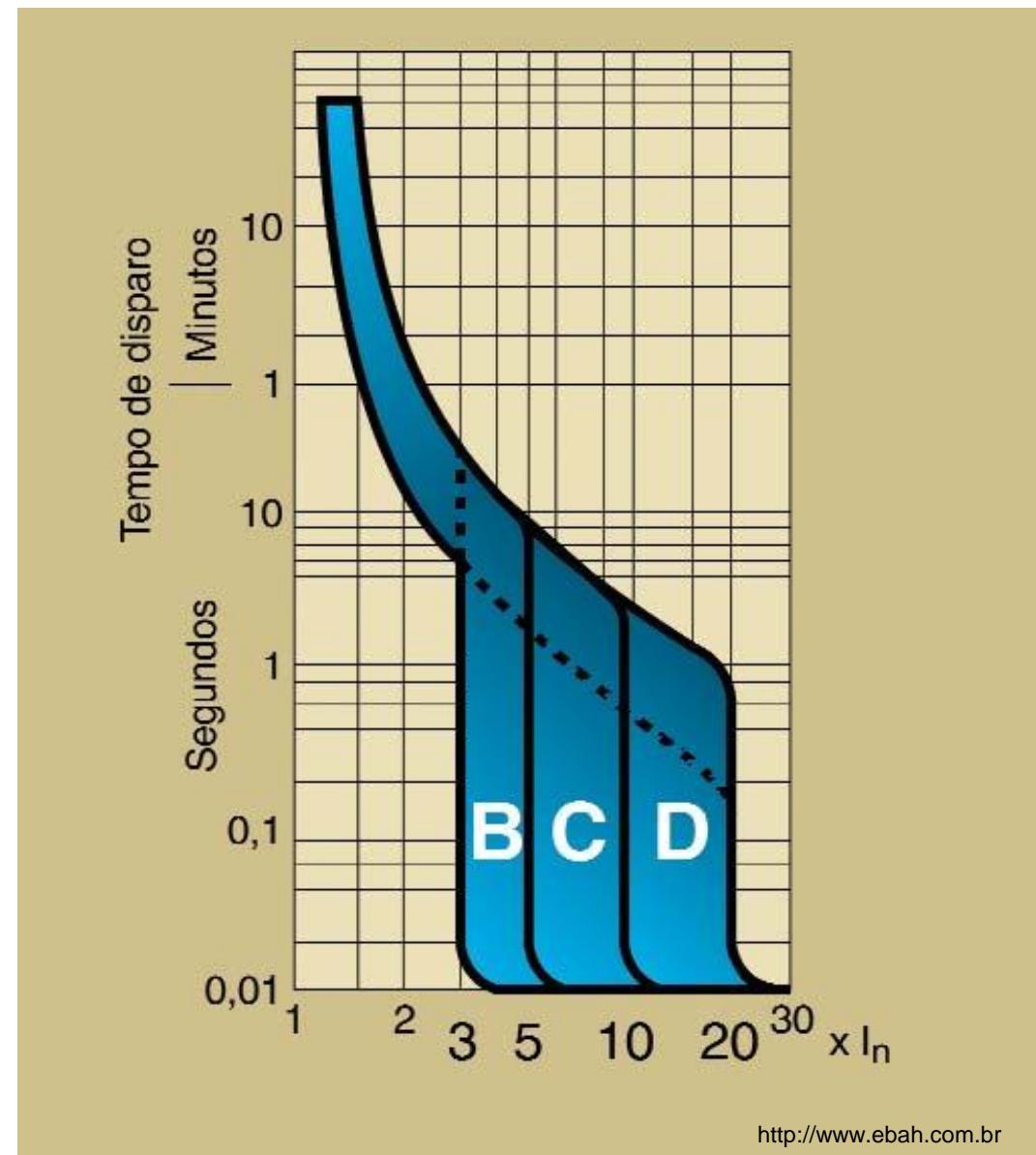
Para proteção de circuitos que alimentam cargas com características predominantemente resistivas, como lâmpadas Incandescentes, chuveiros, torneiras e aquecedores elétricos.

## Curva C: 5 à 10 x $I_n$

Para proteção de circuitos residenciais e comerciais que apresentam cargas mistas ou genéricas.

## Curva D: 10 à 20 x $I_n$

Para proteção de circuitos com cargas altamente indutivas, tal como motores, e que apresentam altas correntes de partida.



#### Selo de origem

- É o seu certificado de garantia Siemens contra falsificações



#### Bornes protegidos

- Proteção contra toques acidentais



#### Dispositivo para compressão de condutores

- Garantia de conexão perfeita, inclusive no uso de cabos flexíveis (até 32 A)



#### Exclusiva gravação a laser

- Garantia de integridade das marcações por toda vida útil do produto.

#### Alavanca embutida

- Garantia de proteção contra manobras acidentais



#### Disparo livre

- Garante atuação em caso de curtos-circuitos e sobrecargas, mesmo com a alavanca travada

#### Identificação

- Fácil identificação da curva de disparo, da corrente nominal e da capacidade de interrupção.

##### Exemplo

B - curva de disparo

32 - corrente nominal

3000 - capacidade de interrupção de acordo com a norma NBR NM 60898



#### Código de barras

- Impresso no próprio produto



#### Controle de qualidade

- Registro individual do lote e rigoroso controle de produção



#### Normas técnicas

##### atuais NBR NM 60898

- Adequado à proteção dos fios e cabos em mm<sup>2</sup> normalizados e produzidos no Brasil, e ao manuseio do usuário sem formação técnica

NBR - NM 60 898 (20 - 1A)	NBR - E 60 947-2 (20 - 1A)
5	5
3	4,5

Capacidade de interrupção	NBR - NM 60 898		NBR - E 60 947-2	
	20 A	30 A	20 A	30 A
20 A	✓	✓	✓	✓
30 A	✓	✓	✓	✓
40 A	✓	✓	✓	✓
50 A	✓	✓	✓	✓
63 A	✓	✓	✓	✓
100 A	✓	✓	✓	✓
160 A	✓	✓	✓	✓
250 A	✓	✓	✓	✓
300 A	✓	✓	✓	✓
32 A	✓	✓	✓	✓

#### Capacidade de interrupção

- Alto desempenho adequado às redes usuais no Brasil

#### Fixação rápida em trilhos DIN

- Facilidade, agilidade e economia nos processos de montagem e manutenção



#### Certificação

- Selo INMETRO. Porém, construído para superar os requisitos solicitados por este órgão

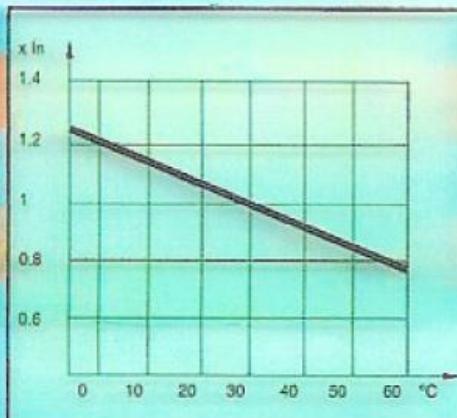


## Proteção contra sobrecarga (atuação do térmico)

### IEC 898

Intensidade	Tempo de Atuação
1,13 $I_n$	$t \geq 1h$ ( $I_n \leq 63A$ )
	$t \geq 2h$ ( $I_n > 63A$ )
1,45 $I_n$	$t < 1h$ ( $I_n \leq 63A$ )
	$t < 2h$ ( $I_n > 63A$ )
2,55 $I_n$	$1s < t < 60s$ ( $I_n \leq 32A$ )
	$1s < t \leq 120s$ ( $I_n > 32A$ )

Corrente Convencional de Atuação ( $I_2$ )

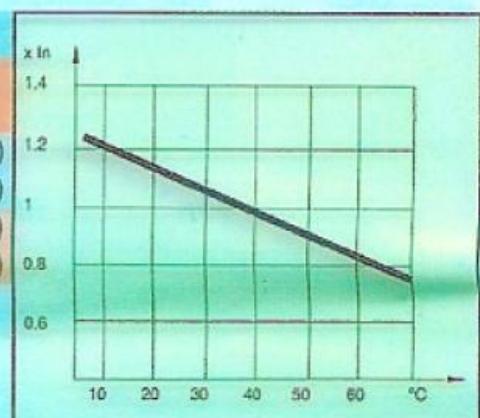


Para temperatura diferente de 30° C, aplicar o coeficiente de correção acima.

### IEC 947-2

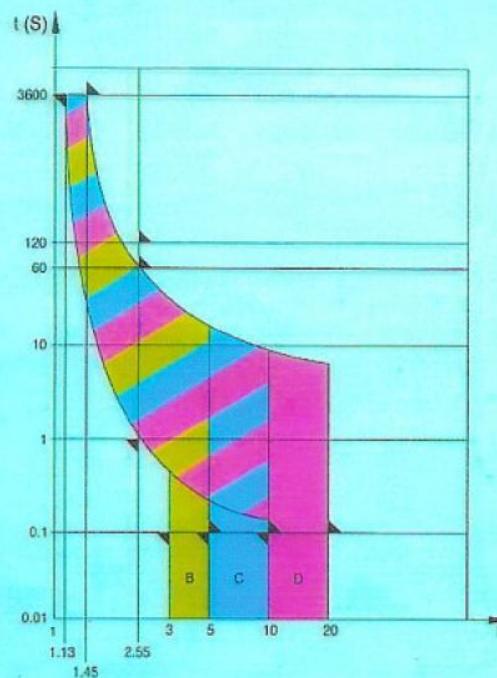
Intensidade	Tempo de Atuação
1,05 $I_n$	$t \geq 1h$ ( $I_n \leq 63A$ )
	$t \geq 2h$ ( $I_n > 63A$ )
1,30 $I_n$	$t < 1h$ ( $I_n \leq 63A$ )
	$t < 2h$ ( $I_n > 63A$ )

Corrente Convencional de Atuação ( $I_2$ )

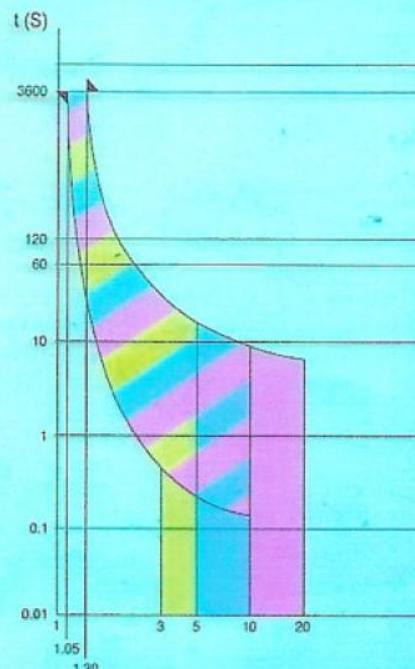


Para temperatura diferente de 40° C, aplicar o coeficiente de correção acima.

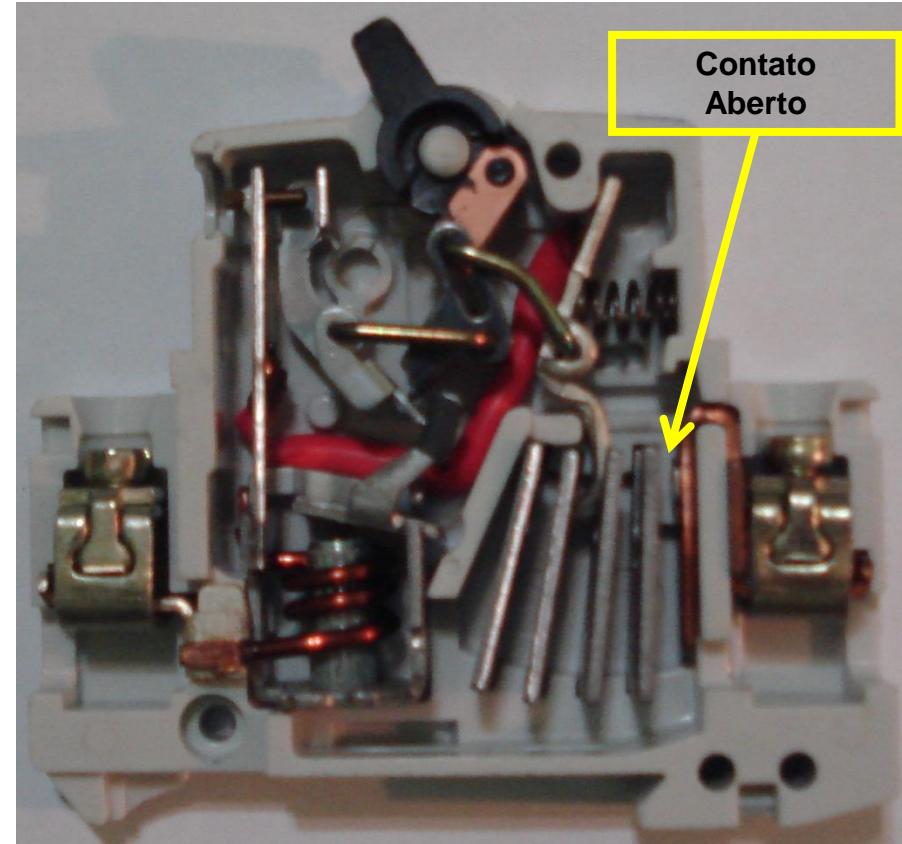
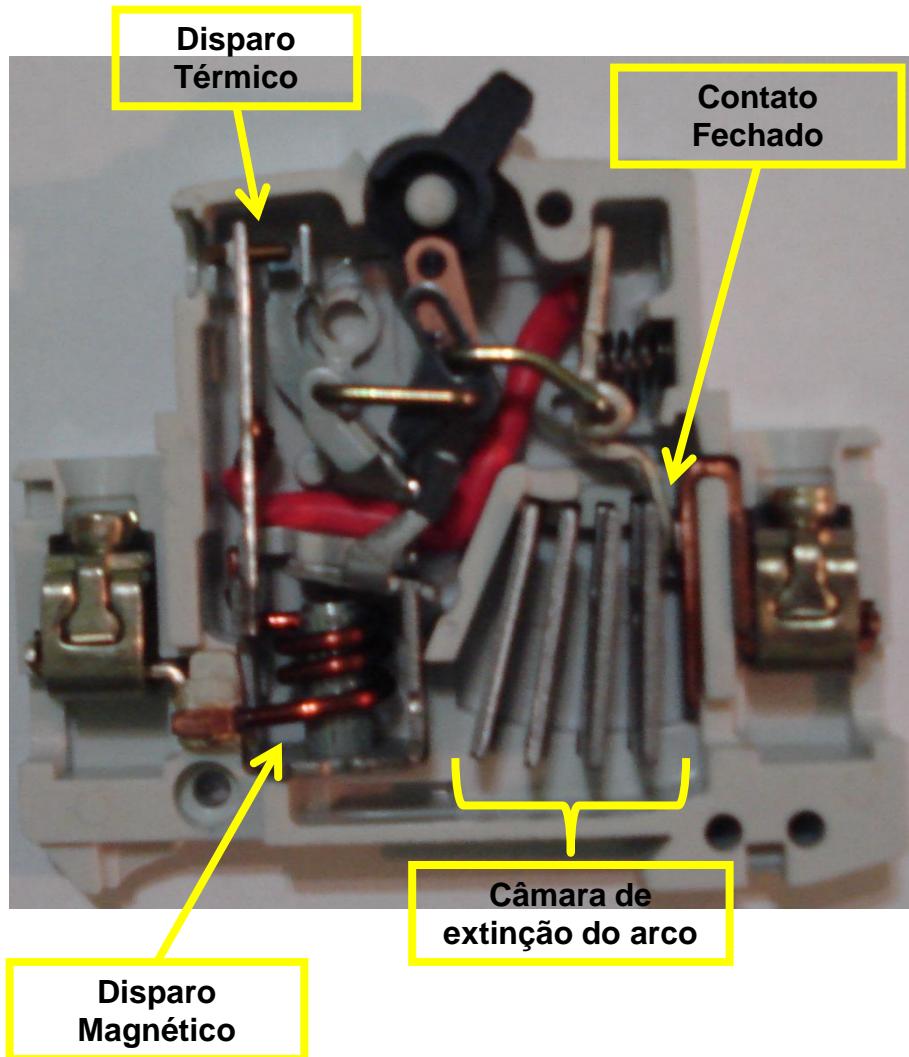
IEC 898: Curva de Disparo



IEC 947-2: Curva de Disparo

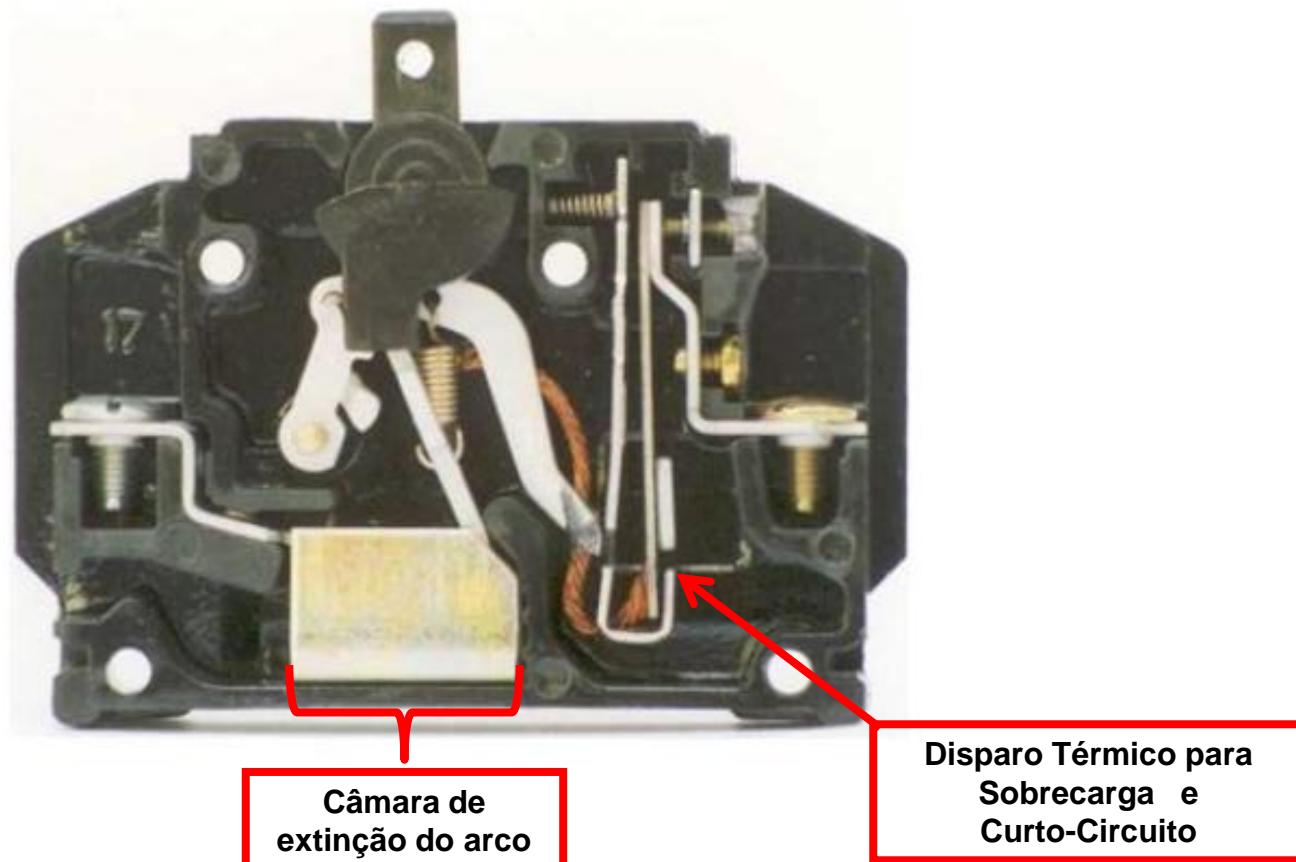


## Disjuntor IEC - Construtivo



Fonte: do autor

## Disjuntor NEMA - Construtivo



## - DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTOR

a)  $I_B \leq I_N \leq I_Z$

$I_B \Rightarrow$  corrente de projeto do circuito;

$I_N \Rightarrow$  corrente nominal do dispositivo de proteção;

$I_Z \Rightarrow$  capacidade de condução de corrente dos condutores;

b)  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

$I_2 \Rightarrow$  corrente convencional de atuação do dispositivo de proteção

A equação b) é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga (100°C para cabo isolamento PVC) dos condutores não venha a ser mantida por um tempo superior a 100h durante 12 meses consecutivos, ou por 500h ao longo da vida útil do condutor. Não sendo possível uma destas condições, então, a equação b) passa a ser:

b)  $I_2 \leq I_Z$

- Atuação do Disjuntor (Térmico)

APLICAÇÃO

$I_2 = 1,45 \cdot I_N$  para norma IEC 898

TAB

$I_2 = 1,30 \cdot I_N$  para norma IEC 947

QT

# ELETRODUTOS

## - Dados Dimensionais do Cabo

### DADOS CONSTRUTIVOS superastic flex CABO SUPERASTIC FLEX 750 V BWF ANTIFLAM

seção nominal (mm <sup>2</sup> )	diâmetro nominal do condutor (mm)	espessura nominal isolação (mm)	diâmetro externo nominal (mm)	peso líquido nominal (kg / km)
1	1,3	0,6	2,5	14
1,5	1,5	0,7	2,9	19
2,5	1,9	0,8	3,5	30
4	2,4	0,8	4,0	44
6	3,0	0,8	4,6	61
10	3,9	1,0	5,9	105
16	5,5	1,0	7,5	161
25	6,2	1,2	8,6	247
35	8,2	1,2	10,6	339
50	9,9	1,4	12,7	506
70	11,7	1,4	14,5	685

<http://www.prysmian.com.br>

$$S_{ext} = \pi \cdot (r_{ext})^2 = \pi \cdot (2,9 / 2)^2 = 6,6 \text{ mm}^2$$

### Cabo Flexível BWF 750 V

Dados construtivos				
Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Classe de encordoamento	Diâmetro nominal do condutor (mm)	Espessura nominal de isolação (mm)	Diâmetro externo nominal (mm)
0,5	4	0,90	0,6	2,10
0,75	4	1,15	0,6	2,35
1	4	1,25	0,6	2,45
1,5	4	1,55	0,7	2,95
2*	4	1,70	0,8	3,30
2,5	4	1,97	0,8	3,57
4	4	2,50	0,8	4,10
6	4	3,10	0,8	4,70
10	5	4,30	1,0	6,30
16	5	5,40	1,0	7,40
25	4	6,80	1,2	9,20
35	5	7,85	1,2	10,25
50	5	9,30	1,4	12,10
70	5	11,25	1,4	14,05

<http://www.corfio.com.br>

$$S_{ext} = \pi \cdot (r_{ext})^2 = \pi \cdot (2,95 / 2)^2 = 6,8 \text{ mm}^2$$

Pelos valores calculados, observa-se a pequena variação da área externa, em função de diferentes fabricantes.

A regra para dimensionamento de eletrodutos é dada pelo item 6.2.11.1.6, da NBR5410/04, e está baseada no cálculo da taxa de ocupação do eletroduto, conforme segue:

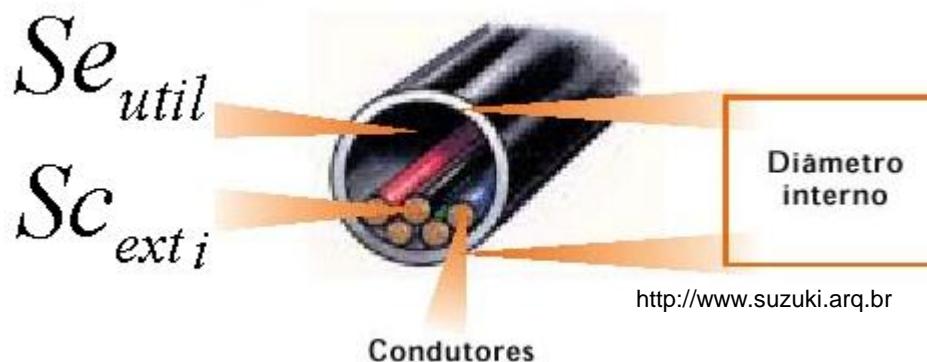
onde,

$$S_{\%} = \frac{\sum_{i=1}^n Sc_{exti}}{Se_{util}} \times 100$$

$S_{\%}$  => taxa de ocupação do eletroduto

$Sc_{exti}$  => área externa do  $i$ -ésimo cabo contido no eletroduto

$Se_{util}$  => área útil do eletroduto (conforme diâmetro interno)



<http://www.suzuki.arq.br>

Segundo a norma, a taxa de ocupação do eletroduto deve obedecer os seguintes critérios:

$S_{\%} \leq 53\%$  ==> para um condutor

$S_{\%} \leq 31\%$  ==> para dois condutores

$S_{\%} \leq 40\%$  ==> para 3 ou mais condutores

Assim, a tabela abaixo, mostra o dimensional do eletroduto de PVC, incluindo a área útil de cada um, considerando a ocupação interior.

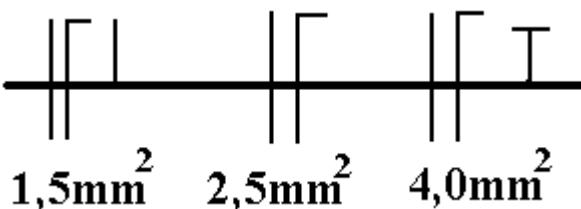
***Eletrodutos de PVC Rígido Roscável - Classe A (NBR 6150)***

Referência de Rosca	Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro externo (mm)	Diâmetro interno (mm)	Espessura (mm)	Área total aprox. (mm <sup>2</sup> )	Área útil 1 cabo (53 %)	Área útil 2 cabos (31 %)	Área útil ≥ 3 cabos (40 %)
3/8"	16	16,7	12,7	2,0	126,7	67,1	39,3	50,7
1/2"	20	21,1	16,1	2,5	203,6	107,9	63,1	81,4
3/4"	25	26,2	21,0	2,6	346,4	183,6	107,4	138,6
1"	32	33,2	26,8	3,2	564,1	299,0	174,9	225,6
1 1/4"	40	42,2	35,0	3,6	962,1	509,9	298,3	384,8
1 1/2"	50	47,8	39,8	4,0	1244,1	659,4	385,7	497,6
2"	60	59,4	50,2	4,6	1979,2	1049,0	613,6	791,7
2 1/2"	75	75,1	64,1	5,5	3227	1710,3	1000,4	1290,8
3"	85	88,0	75,6	6,2	4488,8	2379,1	1391,5	1795,5

<http://www.ebah.com.br>

Exemplo:

$$S_{ext_{1,5}} = 6,6 \text{mm}^2 \quad S_{ext_{2,5}} = 9,6 \text{mm}^2 \quad S_{ext_{4,0}} = 12,6 \text{mm}^2$$



$$S_{ocup} = 3 \times 6,6 + 2 \times 9,6 + 3 \times 12,6 = 76,8 \text{mm}^2$$

Com mais de 3 condutores, então o eletroduto será de 20mm, cuja área útil é 81,4mm<sup>2</sup>.

## - Prescrições para instalação de eletrodutos

A NBR5410/04, em seu item 6.2.11.1, traz recomendações a ser observadas quando da instalação de eletrodutos. Salienta-se que os itens 6.2.11.2 até 6.2.11.8, ditam as recomendações para instalação de outros condutos como eletrocalhas, bandejas, perfilados e outras formas de acondicionar as linhas elétricas.

Para eletrodutos, tem-se:

- É permitido apenas o uso de produtos que expressamente sejam comercializados como eletrodutos. Não sendo permitido o uso de produtos caracterizados como “mangueiras”;
- Os produtos devem ser não-propagantes de chamas;
- Qualquer que seja a situação de instalação, os eletrodutos devem suportar os efeitos das solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas;
- Devem ser instalados, no interior dos eletrodutos, apenas condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares. Sendo permitido a instalação de cabos nus, para efeitos de proteção mecânica, desde que sozinhos;
- Trechos retilíneos contínuos, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder a 15m para instalação interior e 30m para instalação exterior à edificação. **Se houver curvas**, os limites devem ser reduzidos em 3m para cada curva de 90°;

- Havendo impedimento de instalação de caixa intermediária, o comprimento do trecho contínuo pode ser aumentado, desde que seja observado o uso de eletroduto com diâmetro nominal imediatamente superior para cada 6m, ou fração, de incremento da distância máxima permitida para trechos contínuos (15 ou 30m).

Exemplo: Se ao invés de um trecho de 15m, seja necessário um trecho de 23m, ou seja, um incremento de 8m no comprimento do trecho. Supondo que a bitola do eletroduto, segundo a norma, tenha dado 25mm, então, com o incremento de 8m, a nova bitola do eletroduto será 40mm.

- Um trecho de tubulação pode ser limitado por uma das combinações: caixa-caixa, caixa-extremidade ou extremidade-extremidade. Assim, entre duas delimitações é possível de se instalar um máximo de 3 curvas de 90° ou o equivalente até no máximo 270°.
- Curvas originadas do **dobramento do eletroduto**, não devem reduzir as dimensões internas do eletroduto,

- Deve haver caixas:

- onde houver entrada ou saída de condutores, exceto quando da passagem de linha aberta para eletroduto, quando deve ser usado bucha para o acabamento da extremidade;
  - onde houver necessidade de **emendas ou derivações**, ou seja, não é permitido emenda ou derivação alojadas dentro de eletroduto;
  - quando houver necessidade de segmentar um trecho, evitando extrapolar o limite de comprimento de um trecho contínuo (15 ou 30m);
- Todas as caixas devem ser devidamente fechadas, seja por espelhos cegos, seja por espelhos que complementem a instalação da caixa, com interruptores e tomadas, ou, ainda, com placas de fixação de equipamentos;
- Para os eletrodutos a serem embutidos em concreto, deve ser previsto o uso de vedações adequadas para evitar a entrada de argamassa. Ainda, os eletrodutos devem ser dispostos de forma a evitar deformação durante a concretagem;
- Deve ser realizado o corte perpendicular ao eixo do eletroduto, sendo necessária a retirada das rebarbas para evitar danos a isolação dos condutores;
- A fiação somente deve ser passada após o términos dos serviços de construção suscetíveis a danificá-la. Sendo possível, para facilitar a enfiação, o uso de guias de puxamento e/ou talco, parafina ou outro lubrificante não agressivo à isolação.

## DIAGRAMA UNIFILAR

Relembrando que para o projeto didático desenvolvido na disciplina, tem-se a seguinte distribuição de circuitos:

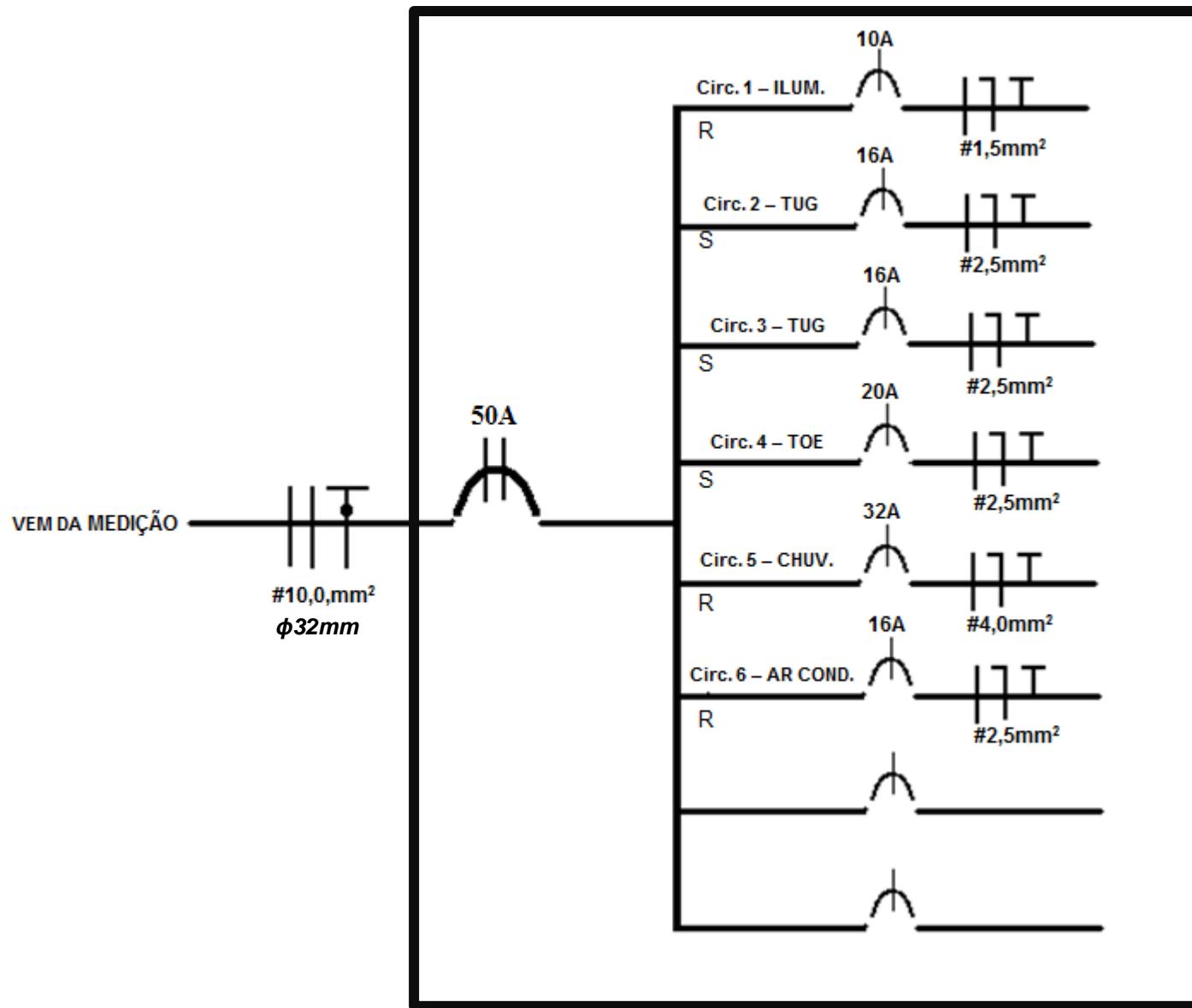
Círculo	Descrição	Potência (VA)
1	Iluminação Geral	760
2	TUG's da Cozinha + TUE Fogão	2.400
3	TUG's da Sala, Quarto e Banheiro	1.400
4	Torneira Elétrica (TOE)	4.000
5	Chuveiro	6.500
6	Ar Condicionado	1.200
7	RESERVA	
8	RESERVA	

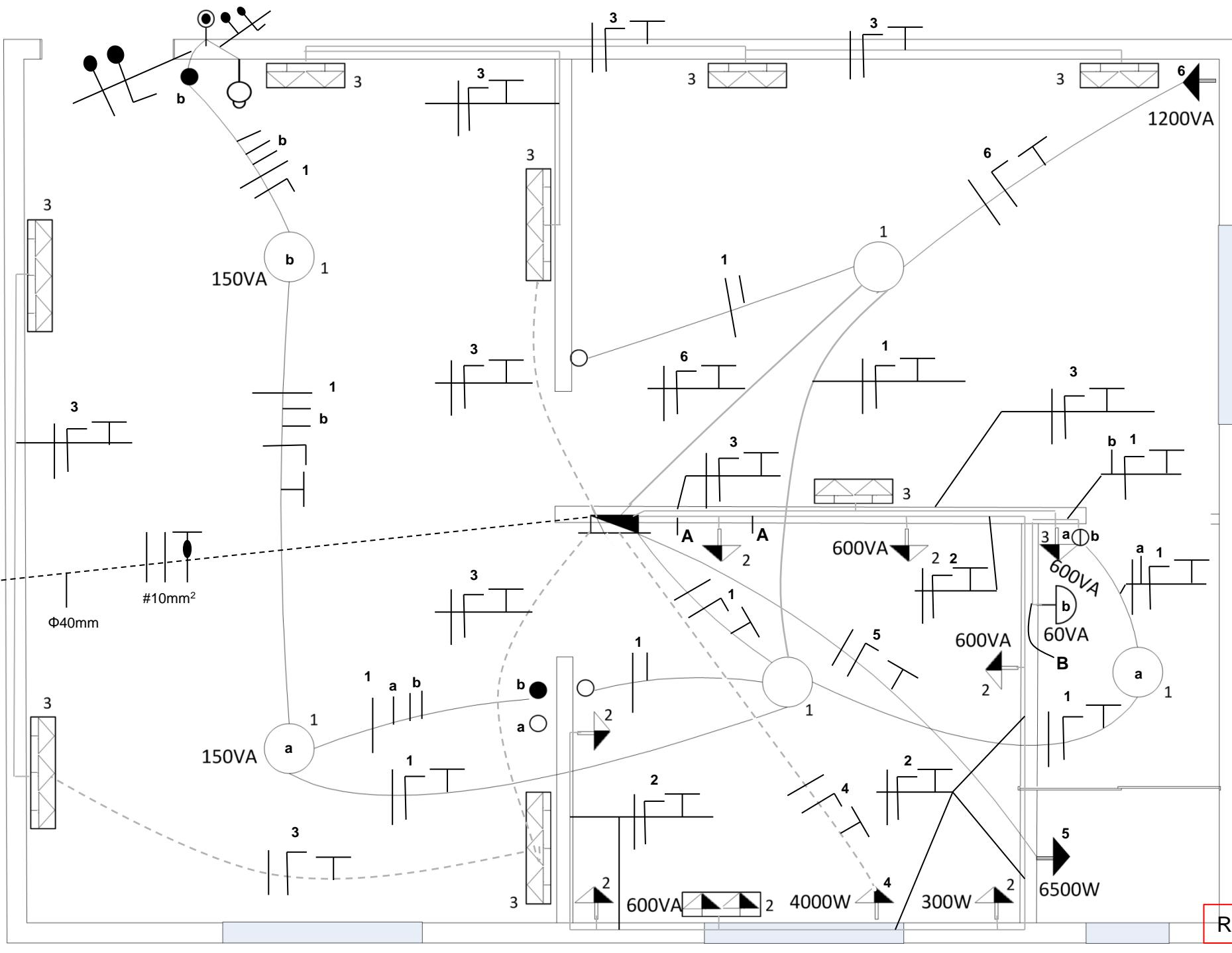
A potência instalada é de 16.200W, o que leva, através da concessionária, a dimensionar um sistema bifásico a três fios com a seguinte especificação:

- Disjuntor Geral: 50A
- Fiação: 3x10mm<sup>2</sup> (F,F,PEN)

Assim, pode-se elaborar o Diagrama Unifilar do projeto, conforme segue.

# DIAGRAMA UNIFILAR DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO







Ponto de luz no teto



Arandela na parede h=2,0m



Interruptor Simples h=1,3m



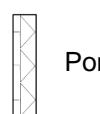
Interruptor paralelo h=1,3m



Interruptor Simples 2 teclas h=1,3m



Ponto de Tomada baixa com 2 Tomadas h=0,30m



Ponto de Tomada baixa com 3 Tomadas h=0,30m



Ponto de Tomada Média h=1,3m



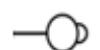
Ponto de Tomada Média com 2 Tomadas h=1,3m



Ponto de Tomada Alta h=2,2m



Interruptor de Campainha



Campainha h=2,2m



Eletroduto embutido na parede ou laje



Eletroduto embutido no piso



Condutores: Fase, Neutro, Retorno, PE (T), PEN



Quadro Geral Embutido na parede h=1,5m

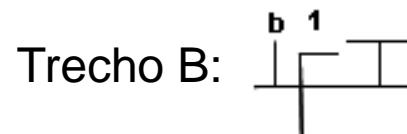
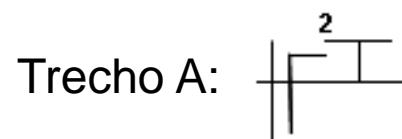
## Notas:

1 – Ponto sem potência indicada são de 100VA;

2 – Eletrodutos não indicados são de 20mm;

3 – A seção dos condutores dos circuitos segue a Tabela abaixo:

Circuito	Bitola (mm <sup>2</sup> )
1	1,5
2	2,5
3	2,5
4	2,5
5	4,0
6	2,5



# DOCUMENTAÇÃO DA INSTALAÇÃO

O item 6.1.8, da NBR5410/04, determina a documentação que uma instalação deve ter, em termos de projeto, visando a sua execução.

## ❖ Documentação Mínima:

- Plantas;
- Esquemas unifilares e outros (Prumadas), quando aplicável;
- Detalhes de montagem, quando necessários;
- Memorial descritivo (E.G.: vide livro Helio Creder, página 363, itens a) até e);
- Especificação de componentes;
- Parâmetros de projeto (corrente de curto-circuito, FP, queda de tensão, temp. ambiente, classe de tensão de isolamento..)

**Após finalizada a instalação, a documentação deve ser revisada, buscando refletir “o que foi executado” ou “*como construído (as built)*”**

## ❖ Locais onde não há equipe permanente de operação, supervisão e/ou manutenção, composto por pessoal advertido ou qualificado, então, deve-se entregar um manual do Usuário, com redação acessível a leigos, contendo, no mínimo:

- *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;*
- *Potências máximas de cada circuito disponível, bem como, potência prevista para os circuitos reserva;*
- *Recomendação explícita para que não sejam trocados os dispositivos de proteção especificados, por outros de características diferentes.*

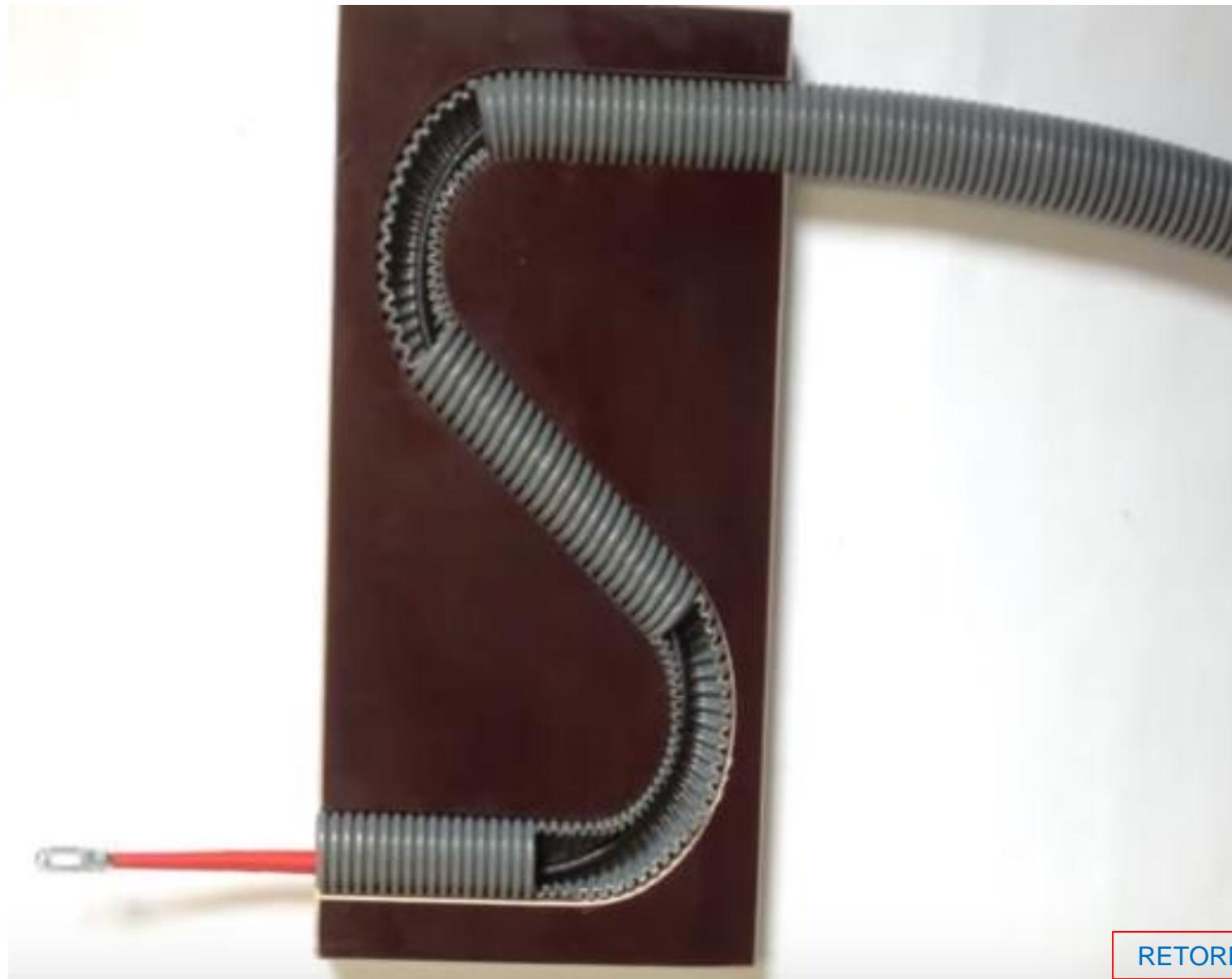
O item 6.5.4.10, da NBR5410/04, trata da advertência que os quadros de distribuição residenciais e análogos devem conter

### **ADVERTÊNCIA**

1. Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-círcuito. Desligamentos freqüentes são sinal de sobrecarga. Por isso, NUNCA troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem) simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).
2. Da mesma forma, NUNCA desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (*dispositivo DR*), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

O item 6.5.4.11, da NBR5410/04, prescreve que a advertência exigida em 6.5.4.10 deve vir de fábrica ou ser inserida *in loco*, antes da entrega ao usuário, sendo que mesma não deve ser de fácil remoção.

**FIM**



RETORNO



RETORNO

## Aplicações do Método Capacidade de Corrente

- Chuveiro de 4400W/220V instalação B1, cabo PVC

$$I_{B1} = \frac{4400}{220} = 20A$$

=> Consultando Tabela de Capacidade de Corrente:

Cabo #2,5mm<sup>2</sup> e  $I_z = 24A$   
Para 2 condutores carregados

- Circuito de Iluminação de 1.800VA/220V instalação B1, cabo de PVC

$$I_{B2} = \frac{1800}{220} = 8,2A$$

=> Consultando Tabela de Capacidade de Corrente:

Cabo #0,5mm<sup>2</sup> e  $I_z = 9A$   
Para 2 condutores carregados

Se for considerado uma situação em que os 2 circuitos estejam compartilhando um trecho de eletroduto, então se terá que levar em consideração que os cabos não poderão ser submetidos à sua capacidade nominal de corrente, para minimizar o aquecimento dos cabos. Assim, se terá que lançar mão do Fator de Correção por Agrupamento (FCA), conforme tabela 42 da NBR5410/04.

Portanto, em havendo agrupamento de circuitos, o Método de Capacidade de Corrente deve se iniciar pelo estudo de semelhanças dos cabos envolvidos, conforme segue:

O estudo de semelhança para os dois circuitos em questão, resume-se a determinar a bitola do cabo que se utilizaria caso o circuito não compartilhasse eletroduto, ou seja, seria conforme segue:

- Chuveiro de 4400W/220V instalação B1, cabo PVC

$$I_{B1} = \frac{4400}{220} = 20A$$

=> Consultando Tabela de Capacidade de Corrente:

Cabo #2,5mm<sup>2</sup> e  $I_z = 24A$   
Para 2 condutores carregados

- Circuito de Iluminação de 1.800VA/220V instalação B1, cabo de PVC

$$I_{B2} = \frac{1800}{220} = 8,2A$$

=> Consultando Tabela de Capacidade de Corrente:

Cabo #0,5mm<sup>2</sup> e  $I_z = 9A$   
Para 2 condutores carregados

Comparando as bitolas de cabos obtidas, verifica-se que os mesmos não são semelhantes, portanto, para dois circuitos  $n=2$ :

$$FCA = \frac{1}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707 = 0,71$$

A aplicação do FCA pode se dar de 2 maneiras. A primeira seria aplicá-lo à corrente de projeto  $I_B$ . A outra possibilidade seria aplicá-lo à corrente  $I_z$ . Se vai demonstrar os dois métodos, conforme segue:

$$1-\text{Correção da Corrente de Projeto} - I_B \quad I'_B = \frac{I_B}{FCA}$$

Para o chuveiro:  $I'_B1 = \frac{20}{0,71} = 28,2A \Rightarrow$  Pela Tabela 36: Cabo #4,0mm<sup>2</sup> e  $I_z = 32A$   
Para 2 condutores carregados

Para Iluminação:  $I'_B2 = \frac{8,2}{0,71} = 11,6A \Rightarrow$  Pela Tabela 36: Cabo #1,0mm<sup>2</sup> e  $I_z = 14A$   
Para 2 condutores carregados

Esta metodologia de corrigir a corrente de projeto, não é a mais indicada, posto que não se consegue visualizar as restrições físicas que se impõe aos cabos, assim, passemos ao método de corrigir a corrente nominal do cabo.

$$2-\text{Correção da Corrente Nominal} - I_z \quad I'_z = I_z \times FCA$$

Para este método se inicia corrigindo as bitolas obtidas no estudo de semelhança:

Para o chuveiro: Cabo #2,5mm<sup>2</sup> e  $I_z = 24A \quad I'_{z1} = 24 \times 0,71 = 17A \quad \text{Não suporta a corrente de 20A}$

Próximo cabo: Cabo #4,0mm<sup>2</sup> e  $I_z = 32A \quad I'_{z1} = 32 \times 0,71 = 22,7A \quad \text{OK!! suporta a corrente de 20A}$

Para Iluminação: Cabo #0,5mm<sup>2</sup> e  $I_z = 9A \quad I'_{z2} = 9 \times 0,71 = 6,4A \quad \text{Não suporta a corrente de 8,2A}$

Próximo cabo: Cabo #0,75mm<sup>2</sup> e  $I_z = 11A \quad I'_{z2} = 11 \times 0,71 = 7,8A \quad \text{Não suporta a corrente de 8,2A}$

Próximo cabo: Cabo #1,0mm<sup>2</sup> e  $I_z = 14A \quad I'_{z2} = 14 \times 0,71 = 9,9A \quad \text{OK!! suporta a corrente de 8,2A}$

Portanto, pelo método de capacidade de corrente se obtêm:

- Chuveiro de 4400W/220V instalação B1, cabo PVC  $Cabo \#4,0mm^2$  e  $I'_{z1} = 22,7A$
- Circuito de Iluminação de 1.800VA/220V instalação B1, cabo de PVC  $Cabo 1,0mm^2$  e  $I'_{z2} = 9,9A$

Há mais um fator a ser considerado na análise para determinar a fiação pelo Método da Capacidade de Corrente que é a temperatura ambiente/solo a ser considerada. Para tanto, a norma apresenta a Tabela 40 com os Fatores de Correção por Temperatura (FCT).

Assim, se tem:  $I'_{B1} = \frac{I_B}{FCAxFCT}$   $I'_{z1} = I_Z x FCAx FCT$

Para os projetos se  
utilizará FCT=1

### Critério da Bitola Mínima (BM)

Este critério é determinado pela norma que prevê como bitolas mínimas:

Circuitos de Iluminação: #1,5mm<sup>2</sup> Circuitos de Força (TUG/TUE): #2,5mm<sup>2</sup>

Assim, se compararmos as bitolas obtidas pela capacidade de corrente com as bitolas mínimas exigidas pela norma, se tem:

Para o chuveiro:  **$Cabo \#4,0mm^2$  e  $I'_{z1} = 22,7A$**

Para Iluminação:  $Cabo \#1,5mm^2$  Consultando a Tabela 36 da norma:  
(Slide 8)

$Cabo 1,5mm^2$   
e  $I_{z2} = 17,5A$

Todavia, devido ao FCA, então, há necessidade de corrigir a corrente do cabo:

$Cabo \#1,5mm^2$  e  $I_z = 17,5A$   $I'_{z2} = 17,5 \times 0,71 = 12,4A$

**$Cabo \#1,5mm^2$  e  $I'_{z2} = 12,4A$**

Para o chuveiro de 4400W, vamos analisar 3 situações:

- Situação 1 =>  $d=10m$   $QT = 4400 \times 10 = 44.000Wm$  Consultando a Tabela do slide 18:

**Cabo #2,5mm<sup>2</sup> com QTmax = 70.180Wm**

- Situação 2 =>  $d=20m$   $QT = 4400 \times 20 = 88.000Wm$  Consultando a Tabela do slide 18:

**Cabo #4,0mm<sup>2</sup> com QTmax = 112.288Wm**

- Situação 3 =>  $d=30m$   $QT = 4400 \times 30 = 132.000Wm$  Consultando a Tabela do slide 18:

**Cabo #6,0mm<sup>2</sup> com QTmax = 168.432Wm**

Se recordarmos que para este chuveiro se obteve:

Capacidade de Corrente: **Cabo #4,0mm<sup>2</sup> e  $I'z = 22,7A$**

Bitola Mínima: **Cabo #2,5mm<sup>2</sup>**

Comparando os 3 critérios em cada uma das situações de queda de tensão, se teria:

- Situação 1 => Prevalece a bitola obtida pela **capacidade de corrente** **Cabo 4,0mm<sup>2</sup> e  $I'z = 22,7A$**
- Situação 2 => a bitola obtida pela **queda de tensão** e **capacidade de corrente** se equivalem. **Cabo 4,0mm<sup>2</sup> e  $I'z = 22,7A$**
- Situação 3 => Prevalece a bitola obtida pela **queda de tensão** **Cabo 6,0mm<sup>2</sup> e  $I'z = 29,1A$**

## Especificação de Disjuntor

Para o chuveiro de 4400W, vamos analisar 2 situações:

- Situação 1 => FCA=1  $I_{B1} = 20A$  e Cabo #2,5mm<sup>2</sup> e  $I_z = 24A$

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$20 \leq I_N \leq 24$$

$$20 \leq I_N \leq 24$$

$$I_2 \leq 1,45I_z \quad I_2 = 1,45I_N$$

$$1,45 \times I_N \leq 1,45I_z \Rightarrow I_N \leq I_z$$

**Disjuntor 20A/Curva B**

Disjuntor (A)
10
16
20
25
32
40
50
63

- Situação 2 => FCA=0,71  $I_{B1} = 20A$  e Cabo #4,0mm<sup>2</sup> e  $I'z = 22,7A$

$$I_B \leq I_N \leq I'z$$

$$20 \leq I_N \leq 22,7$$

$$20 \leq I_N \leq 22,7$$

$$I_2 \leq 1,45I_z$$

$$1,45 \times I_N \leq 1,45I'z \Rightarrow I_N \leq I'z$$

**Disjuntor 20A/Curva B**

Para um chuveiro de 6400W/220V e FCA=0,71, tem:

$$I_{B1} = \frac{6400}{220} = 29,1A$$

**Cabo #6,0mm<sup>2</sup> e I<sub>z</sub> = 41,0A**

$$I'_z = 41 \times 0,71 = 29,1A$$

$29,1 \leq I_N \leq 29,1$  Não há disjuntor disponível, então, deve-se alterar a fiação para 10mm<sup>2</sup> com I<sub>z</sub>=57A. Portanto se está aplicando o 4º critério de dimensionamento de fiação – Sobrecarga.

$$I'_z = 57 \times 0,71 = 40,5A \quad 29,1 \leq I_N \leq 40,5A$$

Pode ser utilizado disjuntor de 32A ou 40A. Se dá prioridade para o de maior valor, para que se dê maior flexibilidade de utilização da fiação.

**Disjuntor 40A/Curva B**

Disjuntor (A)
10
16
20
25
32
40
50
63

**RETORNO**