

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

As instalações e dimensionamentos de fios e cabos elétricos de baixa tensão devem obedecer as recomendações indicadas na NBR 5410/2004.

## Características dos condutores de cobre mole para fios e cabos isolados

- Condutores de cabos isolados NBR NM 280

TABELA 1	
CLASSE 1 - Condutores sólidos para cabos unipolares e multipolares	
Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistência elétrica máxima do condutor a 20° C
	Fios nus Ω/km
0,5	36,0
0,75	24,5
1	18,1
1,5	12,1
2,5	7,41
4	4,61
6	3,08
10	1,83
16	1,15

Material: cobre, têmpera mole.  
Resistividade elétrica a 20°C = 0,017241 Ω.mm<sup>2</sup>/m  
Condutividade = 100% IACS  
Massa específica a 20°C = 8890 kg/m<sup>3</sup>

TABELA 2		
CLASSE 2 - Condutores encordoados para cabos unipolares e multipolares		
Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Número mínimo de fios no condutor	Resistência elétrica máxima a 20° C
	Cabo não compactado circular	Fios nus Ω/km
1,5	7	12,1
2,5	7	7,41
4	7	4,61
6	7	3,08
10	7	1,83
16	7	1,15
25	7	0,727
35	7	0,524
50	19	0,387
70	19	0,268
95	19	0,193
120	37	0,153
150	37	0,124
185	37	0,0991
240	61	0,0754

TABELA 3		
CLASSE 4 - Condutores flexíveis para cabos unipolares e multipolares		
Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro máximo dos fios no condutor (mm)	Resistência elétrica máxima do condutor a 20° C
		Fios nus Ω/km
0,5	0,31	39,0
0,75	0,31	26,00
1	0,31	19,50
1,5	0,41	13,30
2,5	0,41	7,98
4	0,51	4,95
6	0,51	3,300
10	0,51	1,910
16	0,61	1,210
25	0,61	0,780
35	0,68	0,554
50	0,68	0,386
70	0,68	0,272
95	0,68	0,206
120	0,68	0,161
150	0,86	0,129
185	0,86	0,10
240	0,86	0,0801
300	0,86	0,0641

TABELA 4		
CLASSE 5 - Condutores flexíveis para cabos unipolares e multipolares		
Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro máximo dos fios no condutor (mm)	Resistência elétrica máxima do condutor a 20° C
		Fios nus Ω/km
0,5	0,21	39,0
0,75	0,21	26,0
1	0,21	19,5
1,5	0,26	13,3
2,5	0,26	7,98
4	0,31	4,95
6	0,31	3,30
10	0,41	1,91
16	0,41	1,21
25	0,41	0,780
35	0,41	0,554
50	0,41	0,386
70	0,51	0,272
95	0,51	0,206
120	0,51	0,161
150	0,51	0,129
185	0,51	0,106
240	0,51	0,0801
300	0,51	0,0641

## Temperatura Característica dos Condutores

TABELA 5			
Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de carga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm <sup>2</sup>	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm <sup>2</sup>	70	100	140
Borracha etilenopropileno (HEPR)	90	130	250
Poliétileno reticulado (XLPE)	90	130	250

## Corrente de Curto-Circuito no Condutor

- Para o cálculo da corrente de curto-circuito utiliza-se a seguinte fórmula:

$$I_{CC} = 340,1 \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \log \left( \frac{T_{CC} + 234}{T_C + 234} \right)}$$

Onde:

$I_{CC}$  = Corrente de curto-circuito, em A

$S$  = Seção nominal do condutor de cobre, em mm<sup>2</sup>

$t$  = Tempo de duração do curto-circuito, em S

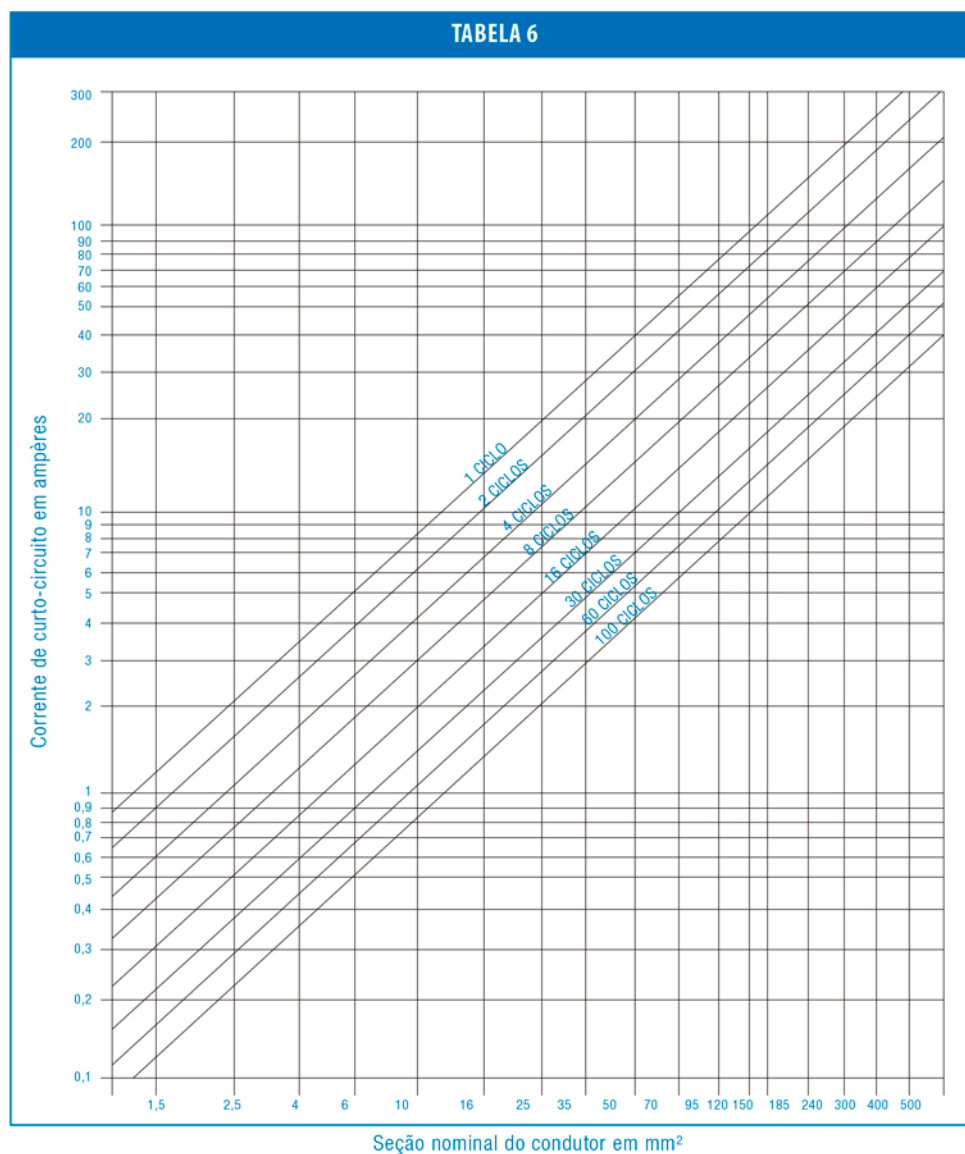
$T_{CC}$  = Temperatura do condutor durante o curto-circuito, em °C

$T_C$  = Temperatura do condutor em regime permanente, em °C

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Gráfico das correntes máximas de curto-circuito

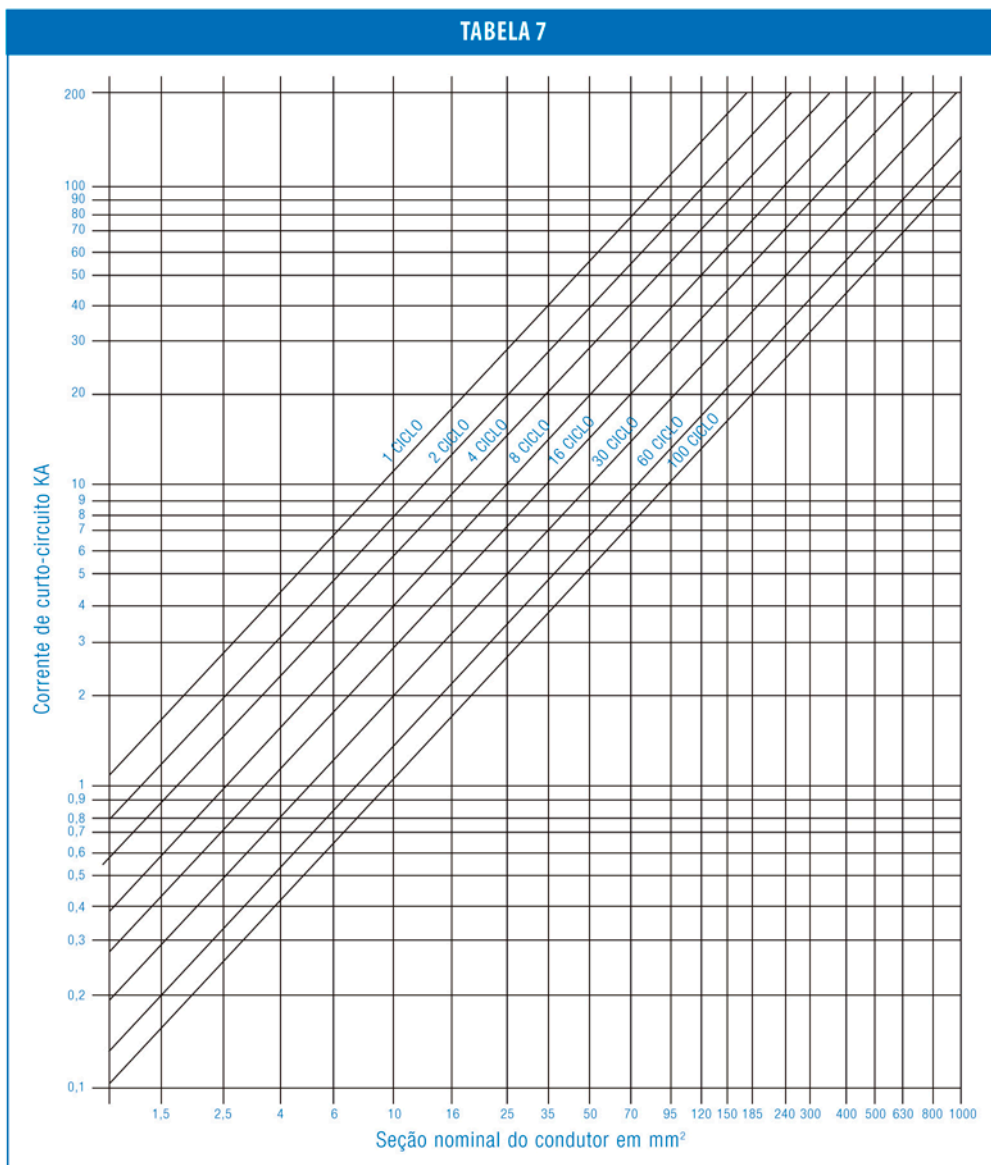
- Fio Nambeiplast 750 V
  - Cabo Nambeiplast 750 V
  - Cabo Nambeiflex 750 V
  - Cabo Nambeiflex Atox 750 V
  - Cabo Nambeiplast Cinza 750 V
  - Cabo Nambeinax 1 kV
  - Cabo Nambeinax Flex 1 kV
  - Cabo Nambeicontrol 500V e 1kV
- Condutor de cobre
  - Conexões prensadas ou soldadas
  - Máxima temperatura do condutor em regime contínuo: 70°C
  - Máxima temperatura do condutor em regime curto-circuito: 160°C



**Gráfico das correntes máximas de curto-circuito**

- Cabo Nambeinax Flex HEPR 90°C 1kV

- Condutor de cobre
- Conexões prensadas
- Máxima temperatura do condutor em regime contínuo: 90°C
- Máxima temperatura do condutor em regime curto-circuito: 250°C





# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## 1. Quedas 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;
- 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.

### Notas

1. Estes limites de queda de tensão são válidos quando a tensão nominal dos equipamentos de utilização previstos for coincidente com a tensão nominal da instalação.
2. Ponto de entrega: ponto de conexão do sistema elétrico da empresa distribuidora de eletricidade com a instalação elétrica da(s) unidade(s) consumidora(s) e que delimita as responsabilidades da distribuidora, definidas pela autoridade reguladora.
3. Nos casos das alíneas a), b) e d), quando as linhas principais da instalação tiverem um comprimento superior a 100 m, as quedas de tensão podem ser aumentadas de 0,005% por metro de linha superior a 100 m, sem que, no entanto, essa suplementação seja superior a 0,5%.

## 2. Proteção contra quedas e falta de tensão

Devem ser tomadas precauções para evitar que uma queda de tensão ou uma falta total de tensão, associada ou não ao posterior restabelecimento desta tensão, venha a causar perigo para as pessoas ou danos a uma parte da instalação, a equipamentos de utilização ou aos bens, em geral. O uso de dispositivos de proteção contra quedas e faltas de tensão pode não ser necessário se os danos a que a instalação e os equipamentos estão sujeitos, nesse particular, representarem um risco aceitável e desde que não haja perigo para as pessoas.

Para proteção contra quedas e faltas de tensão podem ser usados, por exemplo:

- a) relés ou disparadores de subtensão atuando sobre contadores ou disjuntores;
- b) contadores providos de contato auxiliar de auto-alimentação.

A atuação de dispositivos de proteção contra quedas e faltas de tensão pode ser temporizada, se o equipamento protegido puder admitir, sem inconvenientes, uma falta ou queda de tensão de curta duração.

Se forem utilizados contadores, a temporização na abertura ou no fechamento não deve, em nenhuma circunstância, impedir o seccionamento instantâneo imposto pela atuação de outros dispositivos de comando e proteção.

Quando o religamento de um dispositivo de proteção for suscetível de causar uma situação de perigo, esse religamento não deve ser automático.

## 3. Motores elétricos

Para evitar perturbações que comprometam a rede de distribuição, a própria instalação e o funcionamento das demais cargas por ela alimentadas devem ser observados:

- a) As restrições impostas pela empresa distribuidora de energia elétrica à partida de motores;



**Notas**

Para partida direta de motores com potência acima de 3,7 kW (5 CV), em instalações alimentadas diretamente pela rede de distribuição pública em baixa tensão, deve ser consultada a empresa distribuidora local.

b) os limites de queda de tensão nos demais pontos de utilização durante a partida do motor, conforme estabelecido em 1.

Para satisfazer os requisitos das alíneas a) e b), pode ser necessário empregar dispositivos que limitem a corrente de arranque do motor.

**4. Quedas de tensão em regime permanente**

O dimensionamento dos condutores que alimentam motores deve ser tal que, em regime permanente, as quedas de tensão nos terminais do motor e em outros pontos de utilização da instalação não ultrapassem os limites estabelecidos em "1".

**5. Queda de tensão na partida do motor**

O dimensionamento dos condutores que alimentam motores deve ser tal que, durante a partida do motor, a queda de tensão nos terminais do dispositivo de partida não ultrapasse 10% da respectiva tensão nominal, observados os limites de "1" para os demais pontos de utilização da instalação.

**Notas**

Em certas aplicações, a queda de tensão nos terminais do dispositivo de partida do motor pode ser superior a 10% da respectiva tensão nominal, de modo a não prolongar o tempo de aceleração do motor.

Para cálculo da queda de tensão, o fator de potência do motor com rotor bloqueado pode ser considerado igual a 0,3.

Proteção contra quedas ou faltas de tensão. Ver item 2.

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

Quedas de tensão maiores que as indicadas em "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.

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

**Nota**

1. A corrente de projeto inclui as componentes harmônicas.

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Dimensionamento de Circuitos

1º Critério: Através da queda de tensão à partir de uma seção conhecida e queda de tensão percentual determinada.

$$\Delta Uu = \frac{U \times \Delta u\%}{L \times I \times 100}$$

Sendo:

$\Delta Uu$  = Queda de tensão unitária (V/A . km)

$U$  = Tensão nominal de linha (V)

$\Delta U\%$  = Queda de tensão percentual

$L$  = Comprimento do circuito (km)

$I$  = Corrente a ser transportada (A)

Exemplo:

- Queda de tensão percentual máxima estabelecida 5%;
- Tensão nominal de linha 220V;
- Comprimento do circuito 200 metros;
- Corrente a ser transportada 195A;

$$\Delta Uu = \frac{220 \times 5}{0,2 \times 195 \times 100} = 0,28 \text{ V/A . km}$$

Este valor deverá ser aplicado à tabela seguinte, adequando -se ao valor imediatamente inferior ao calculado, tendo como base o tipo de instalação.

## Queda de Tensão em V/A.Km

- Cabos Isolados em Termoplásticos em 70°C

**TABELA 8**

Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Cabos Unipolares												Cabos Uni e Bipolares		Cabos Tri e Tetrapolares			
	Circuito Monofásico						Circuito Trifásico						Circuito Trifásico (Trifólio)		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico	
	S = 10 cm		S = 20 cm		S = 2 D		S = 10 cm		S = 20 cm		S = 20 D		FP = 0,80 / FP = 0,95		FP = 0,80 / FP = 0,95		FP = 0,80 / FP = 0,95	
FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	
1,5	23,6	27,8	23,7	27,8	23,4	27,6	20,5	24,0	20,5	24,1	20,3	24,0	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	14,6	17,1	14,7	17,1	14,4	17,0	12,7	14,8	12,7	14,8	12,5	14,7	12,4	14,7	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,3	10,7	9,3	10,7	9,1	10,6	8,0	9,3	8,1	9,3	7,9	9,2	7,8	9,2	9,0	10,6	7,8	9,1
6	6,3	7,2	6,4	7,2	6,1	7,1	5,5	6,3	5,5	6,3	5,3	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1
10	3,9	4,4	3,9	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7
16	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,2	2,4	2,3	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3
25	1,73	1,83	1,80	1,86	1,55	1,76	1,52	1,59	1,57	1,62	1,40	1,53	1,32	1,49	1,50	1,71	1,31	1,48
35	1,33	1,36	1,39	1,39	1,20	1,29	1,17	1,19	1,22	1,22	1,06	1,13	0,98	1,09	1,12	1,25	0,97	1,06
50	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,98	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81
70	0,81	0,76	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,65	0,59	0,71	0,62	0,56	0,54	0,58	0,52	0,64	0,55	0,50	0,47	0,43	0,44	0,48	0,50	0,42	0,43
120	0,57	0,49	0,63	0,52	0,48	0,44	0,51	0,43	0,56	0,46	0,43	0,39	0,36	0,36	0,40	0,41	0,35	0,35
150	0,50	0,42	0,56	0,45	0,42	0,38	0,45	0,37	0,51	0,40	0,38	0,34	0,31	0,30	0,35	0,34	0,30	0,30
185	0,44	0,36	0,51	0,39	0,37	0,32	0,40	0,32	0,46	0,35	0,34	0,29	0,27	0,25	0,30	0,29	0,26	0,25
240	0,39	0,30	0,45	0,33	0,33	0,27	0,35	0,27	0,41	0,30	0,30	0,24	0,23	0,21	0,26	0,24	0,22	0,20
300	0,35	0,26	0,41	0,29	0,30	0,23	0,32	0,23	0,37	0,26	0,28	0,21	0,21	0,18	0,23	0,20	0,20	0,18
400	0,32	0,22	0,37	0,26	0,27	0,21	0,29	0,20	0,34	0,23	0,25	0,19	0,19	0,15	-	-	-	-
500	0,28	0,20	0,34	0,23	0,25	0,18	0,26	0,18	0,32	0,21	0,24	0,17	0,17	0,14	-	-	-	-
630	0,26	0,17	0,32	0,21	0,24	0,16	0,24	0,16	0,29	0,19	0,22	0,15	0,16	0,12	-	-	-	-
800	0,23	0,15	0,29	0,18	0,22	0,15	0,22	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,15	0,11	-	-	-	-
1000	0,21	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,20	0,13	0,25	0,16	0,20	0,13	0,14	0,10	-	-	-	-

### Notas

- Os valores da tabela admitem uma temperatura no condutor de 70°C.
- Aplicável a fixação direta em parede ou teto, ou eletrocalha aberta, ventilada ou fechada, espaço de construção, bandeja, prateleira, suporte sobre isoladores diretamente enterrados e eletrodutos não-magnéticos.



# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Queda de Tensão em V/A.Km

- Cabos Isolados em Termofixos em 90°C

TABELA 9

Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Cabos Unipolares														Cabos Uni e Bipolares		Cabos Tri e Tetrapolares	
	Circuito Monofásico						Circuito Trifásico						Circuito Trifásico (Trifólio)	Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		
	S = 10 cm		S = 20 cm		S = 2 D		S = 10 cm		S = 20 cm		S = 20 D							
	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95
1,5	23,8	28,0	23,9	28,0	23,6	27,9	20,7	24,3	20,5	24,1	20,4	24,1	20,4	24,1	23,5	27,8	20,3	24,1
2,5	14,9	17,4	15,0	17,5	14,7	17,3	12,9	15,1	13,0	15,1	12,8	15,0	12,7	15,0	14,6	17,3	12,7	15,0
4	9,3	10,9	9,5	10,9	9,2	10,8	8,2	9,5	8,2	9,5	8,0	9,4	7,9	9,3	9,1	10,8	7,9	9,3
6	6,4	7,3	6,4	7,3	6,2	7,2	5,5	6,3	5,6	6,3	5,4	6,2	5,3	6,2	6,1	7,1	5,3	6,2
10	3,9	4,4	4,0	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,5	3,8	3,3	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,2	3,7
16	2,58	2,83	2,64	2,86	2,42	2,74	2,25	2,46	2,31	2,48	2,12	2,39	2,05	2,35	2,34	2,70	2,03	2,34
25	1,74	1,85	1,81	1,88	1,61	1,77	1,53	1,61	1,58	1,64	1,41	1,55	1,34	1,51	1,52	1,73	1,32	1,50
35	1,34	1,37	1,40	1,41	1,21	1,30	1,18	1,20	1,23	1,23	1,06	1,14	0,99	1,10	1,15	1,26	0,98	1,09
50	1,06	1,05	1,12	1,09	0,94	0,99	0,94	0,92	0,99	0,93	0,83	0,87	0,76	0,83	0,86	0,95	0,75	0,82
70	0,81	0,77	0,88	0,80	0,70	0,71	0,72	0,68	0,78	0,63	0,63	0,63	0,56	0,59	0,63	0,67	0,54	0,58
95	0,66	0,59	0,72	0,62	0,56	0,54	0,59	0,52	0,64	0,55	0,50	0,48	0,43	0,44	0,48	0,50	0,42	0,44
120	0,57	0,49	0,63	0,53	0,48	0,45	0,51	0,44	0,56	0,46	0,43	0,40	0,36	0,36	0,40	0,41	0,35	0,35
150	0,50	0,42	0,57	0,46	0,42	0,38	0,45	0,38	0,51	0,41	0,39	0,34	0,32	0,31	0,35	0,35	0,30	0,30
185	0,44	0,36	0,51	0,39	0,38	0,32	0,40	0,32	0,46	0,35	0,34	0,29	0,27	0,26	0,30	0,29	0,26	0,25
240	0,39	0,30	0,45	0,33	0,33	0,27	0,35	0,27	0,41	0,30	0,30	0,24	0,23	0,21	0,26	0,24	0,22	0,21
300	0,35	0,26	0,41	0,29	0,30	0,24	0,32	0,24	0,37	0,26	0,28	0,21	0,21	0,18	0,23	0,20	0,20	0,18
400	0,31	0,23	0,38	0,26	0,27	0,21	0,29	0,21	0,34	0,23	0,25	0,19	0,19	0,16	-	-	-	-
500	0,28	0,20	0,34	0,23	0,25	0,18	0,26	0,18	0,32	0,21	0,24	0,17	0,17	0,14	-	-	-	-
630	0,26	0,17	0,32	0,21	0,24	0,16	0,24	0,16	0,29	0,19	0,22	0,15	0,16	0,12	-	-	-	-
800	0,23	0,15	0,29	0,18	0,22	0,15	0,22	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,15	0,11	-	-	-	-
1000	0,21	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,21	0,13	0,25	0,16	0,20	0,13	0,14	0,10	-	-	-	-

### Notas

- Os valores da tabela admitem uma temperatura no condutor de 90°C.
- Aplicável a fixação direta em parede ou teto, ou eletrocalha aberta, ventilada ou fechada, espaço de construção, bandeja, prateleira, suporte sobre isoladores diretamente enterrados e eletrodutos não-magnéticos.

Aplicando o valor calculado à tabela anterior, teremos:

- Circuito trifásico em trifólio, fator de potência 0,95 em eletrocalha aberta. Valor escolhido 0,25 V/A . km, correspondente à seção 185mm<sup>2</sup>.

**2º Critério:** Através dos parâmetros elétricos dos cabos definidos nas tabelas a seguir A e B.

### Corrente contínua

$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot R_{cc}$$

### Corrente alternada

1) Sistema monofásico

$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot (R_{ca} \cdot \cos \varphi + X_L \cdot \text{Sen } \varphi)$$

2) Sistema trifásico

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R_{ca} \cdot \cos \varphi + X_L \cdot \text{Sen } \varphi)$$

$R_{cc}$  = Resistência em corrente contínua à 20°C ( $\Omega / \text{km}$ ) Tabelas A, B e C a seguir

$R_{ca}$  = Resistência em corrente alternada à temperatura de operação ( $\Omega / \text{km}$ ) Tabelas A, B e C a seguir

$X_L$  = Reatância indutiva ( $\Omega / \text{km}$ ) Tabelas A, B e C a seguir

$\varphi$  = Ângulo de fase

$\cos \varphi$  = Cosseno do ângulo de fase (Fator de potência)

$\text{Sen } \varphi$  = Seno do ângulo de fase

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## REATÂNCIAS INDUTIVAS E RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS

Os valores de resistências elétricas e reatâncias indutivas indicados na tabela a seguir são valores médios e destinam-se a cálculos aproximados de circuitos elétricos, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Z = R \cos \phi + X_L \sin \phi$$

TABELA A – RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS E REATÂNCIAS INDUTIVAS DE FIOS E CABOS ISOLADOS EM PVC, HEPR E XLPE EM CONDUTOS FECHADOS (VALORES EM  $\Omega$  / KM)

Seção (mm <sup>2</sup> )	Rcc (A)	Condutos Não-Magnéticos (B) Circuitos FN / FF / 3F	
		Rca	XL
1.5	12.1	14.48	0.16
2.5	7.41	8.87	0.15
4	4.61	5.52	0.14
6	3.08	3.69	0.13
10	1.83	2.19	0.13
16	1.15	1.38	0.12
25	0.73	0.87	0.12
35	0.52	0.63	0.11
50	0.39	0.47	0.11
70	0.27	0.32	0.10
95	0.19	0.23	0.10
120	0.15	0.19	0.10
150	0.12	0.15	0.10
185	0.099	0.12	0.094
240	0.075	0.094	0.098
300	0.060	0.078	0.097
400	0.047	0.063	0.096
500	0.037	0.052	0.095
630	0.028	0.043	0.093
800	0.022	0.037	0.089
1000	0.018	0.033	0.088

### Notas

1) (A) – Resistência elétrica em corrente contínua.

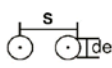
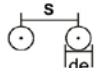
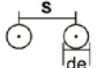
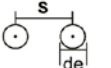

2) (B) – Válido para condutores isolados, cabos unipolares e multipolares instalados em condutos fechados não-magnéticos.



## REATÂNCIAS INDUTIVAS E RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS

Os valores de resistências elétricas e reatâncias indutivas indicados na tabela a seguir são valores médios e destinam-se a cálculos aproximados de circuitos elétricos, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Z = R \cos \phi + X_L \sin \phi$$

TABELA B – RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS E REATÂNCIAS INDUTIVAS DE FIOS E CABOS ISOLADOS EM PVC, HEPR E XLPE AO AR LIVRE (VALORES EM $\Omega / \text{KM}$ )											
Seção (mm <sup>2</sup> )	Rcc (A)	Condutores isolados – Cabos Unipolares ao Ar Livre (B)									
		Circuitos FF / NN									
		S = de		S = 2 de		S = 10 cm		S = 20 cm		Trifólio	
											
		Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL
1.5	12.1	14.48	0.16	14.48	0.21	14.48	0.39	14.48	0.44	14.48	0.16
2.5	7.41	8.87	0.15	8.87	0.2	8.87	0.37	8.87	0.42	8.87	0.15
4	4.61	5.52	0.14	5.52	0.2	5.52	0.35	5.52	0.40	5.52	0.14
6	3.08	3.69	0.13	3.69	0.19	3.69	0.33	3.69	0.39	3.69	0.14
10	1.83	2.19	0.13	2.19	0.18	2.19	0.32	2.19	0.37	2.19	0.13
16	1.15	1.38	0.12	1.38	0.17	1.38	0.30	1.38	0.35	1.38	0.12
25	0.73	0.87	0.12	0.87	0.17	0.87	0.28	0.87	0.34	0.87	0.12
35	0.52	0.63	0.11	0.63	0.17	0.63	0.27	0.63	0.32	0.63	0.11
50	0.39	0.46	0.11	0.46	0.16	0.46	0.26	0.46	0.31	0.46	0.11
70	0.27	0.32	0.10	0.32	0.16	0.32	0.25	0.32	0.30	0.32	0.10
95	0.19	0.23	0.10	0.23	0.16	0.23	0.24	0.23	0.29	0.23	0.10
120	0.15	0.19	0.10	0.18	0.15	0.18	0.23	0.19	0.28	0.19	0.10
150	0.12	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.22	0.15	0.27	0.15	0.10
185	0.099	0.12	0.10	0.12	0.15	0.12	0.21	0.12	0.26	0.12	0.10
240	0.075	0.09	0.10	0.09	0.15	0.09	0.20	0.09	0.25	0.09	0.10
300	0.060	0.08	0.10	0.07	0.15	0.07	0.19	0.08	0.24	0.08	0.10
400	0.047	0.06	0.10	0.06	0.15	0.06	0.18	0.06	0.23	0.06	0.10
500	0.037	0.05	0.10	0.05	0.15	0.05	0.17	0.05	0.23	0.05	0.10
630	0.028	0.04	0.09	0.04	0.15	0.04	0.16	0.04	0.22	0.04	0.09
800	0.022	0.04	0.09	0.03	0.14	0.03	0.15	0.04	0.20	0.04	0.09
1000	0.018	0.03	0.09	0.03	0.14	0.03	0.14	0.03	0.19	0.03	0.09

### Notas

- 1) (A) – Resistência elétrica em corrente contínua.
- 2) (B) – Válido para linhas elétricas ao ar livre, bandejas, suportes e leitos para cabos.

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## REATÂNCIAS INDUTIVAS

Os valores de resistências elétricas e reatâncias indutivas indicados na tabela a seguir são valores médios e destinam-se a cálculos aproximados de circuitos elétricos, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Z = R \cos \phi + X_L \sin \phi$$

TABELA C – RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS E REATÂNCIAS INDUTIVAS DE FIOS E CABOS ISOLADOS EM PVC, HEPR E XLPE AO AR LIVRE (VALORES EM $\Omega$ / KM)															
Seção (mm <sup>2</sup> )	Rcc (A)	Condutores isolados – Cabos Unipolares ao Ar Livre (B)													
		Circuitos FF / NN													
		S = de		S = 2 de		S = 10 cm		S = 20 cm		Trifólio		FN / FF / 3F		3F + N / 3F + PE	
Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL	Rca	XL		
1.5	12.1	14.48	0.17	14.48	0.23	14.48	0.4	14.48	0.46	14.48	0.16	14.48	0.12	14.48	0.14
2.5	7.41	8.87	0.16	8.87	0.22	8.87	0.38	8.87	0.44	8.87	0.15	8.87	0.12	8.87	0.13
4	4.61	5.52	0.16	5.52	0.22	5.52	0.37	5.52	0.42	5.52	0.14	5.52	0.12	5.52	0.13
6	3.08	3.69	0.02	3.69	0.2	3.69	0.35	3.69	0.4	3.69	0.14	3.69	0.11	3.69	0.12
10	1.83	2.19	0.14	2.19	0.2	2.19	0.34	2.19	0.39	2.19	0.13	2.19	0.10	2.19	0.12
16	1.15	1.38	0.14	1.38	0.19	1.38	0.32	1.38	0.37	1.38	0.12	1.38	0.10	1.38	0.11
25	0.73	0.87	0.13	0.87	0.18	0.87	0.3	0.87	0.35	0.87	0.12	0.87	0.10	0.87	0.11
35	0.52	0.63	0.13	0.63	0.18	0.63	0.29	0.63	0.34	0.63	0.11	0.63	0.09	0.63	0.11
50	0.39	0.46	0.13	0.46	0.18	0.46	0.28	0.46	0.33	0.46	0.11	0.46	0.09	0.46	0.11
70	0.27	0.32	0.12	0.32	0.17	0.32	0.27	0.32	0.32	0.32	0.10	0.32	0.09	0.32	0.10
95	0.19	0.23	0.12	0.23	0.17	0.23	0.25	0.23	0.3	0.23	0.10	0.23	0.09	0.23	0.10
120	0.15	0.19	0.12	0.18	0.17	0.18	0.24	0.18	0.29	0.19	0.10	0.19	0.09	0.19	0.10
150	0.12	0.15	0.12	0.15	0.17	0.15	0.23	0.15	0.29	0.15	0.10	0.15	0.09	0.15	0.10
185	0.099	0.12	0.12	0.12	0.17	0.12	0.23	0.12	0.28	0.12	0.10	0.12	0.09	0.12	0.10
240	0.075	0.09	0.12	0.09	0.17	0.09	0.22	0.09	0.27	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10
300	0.060	0.08	0.11	0.07	0.17	0.07	0.21	0.07	0.26	0.08	0.10	0.08	0.09	0.09	0.10
400	0.047	0.06	0.11	0.06	0.17	0.06	0.2	0.06	0.25	0.06	0.10	-	-	-	-
500	0.037	0.05	0.11	0.05	0.16	0.05	0.19	0.05	0.24	0.05	0.10	-	-	-	-
630	0.028	0.04	0.11	0.04	0.16	0.04	0.18	0.04	0.23	0.04	0.09	-	-	-	-
800	0.022	0.04	0.11	0.03	0.16	0.03	0.16	0.03	0.22	0.04	0.09	-	-	-	-
1000	0.018	0.03	0.11	0.03	0.16	0.03	0.16	0.03	0.21	0.03	0.09	-	-	-	-

### Notas

- 1) (A) – Resistência elétrica em corrente contínua.
- 2) (B) – Válido para linhas elétricas ao ar livre, bandejas, suportes e leitos para cabos.

De posse dos parâmetros elétricos apresentados nas tabelas anteriores, aplicaremos ao exemplo anterior a fórmula adequada, de forma a calcularmos a real queda de tensão do circuito.

Exemplo anterior:

- Queda de tensão percentual máxima estabelecida 5%;
- Tensão nominal de linha 220V;
- Comprimento do circuito – 200 metros;
- Corrente a ser transportada 195A;
- Fator de potência 0,95;
- Circuito trifásico em trifólio em eletrocalha aberta;
- Seção escolhida 185mm<sup>2</sup>.

Aplicando:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R_{ca} \cdot \cos \varphi + X_L \cdot \sin \varphi)$$

Sendo:

$R_{ca}$  cabo 185mm<sup>2</sup> 0,12  $\Omega$  / km (tabela B em trifólio)

$X_L$  cabo 158mm<sup>2</sup> 0,10  $\Omega$  / km (tabela B em trifólio)

$\cos \varphi = 0,95$

$\varphi = 18,19^\circ$

$\sin \varphi = 0,31$

Teremos:

$$\Delta U_u = 1,73 \cdot 195 \cdot 0,2 (0,12 \cdot 0,95 + 0,10 \cdot 0,31)$$

$$\Delta U_u = 67,47 \cdot 0,145 = 9,78V$$

$$\frac{\Delta U_u}{220} = \frac{9,78}{220} = 4,45\%$$

**Conclusão:** queda de tensão <5%  
Cabo escolhido - 185 mm<sup>2</sup>

#### Determinação do valor de corrente elétrica do circuito em função de potência

$$I = \frac{P}{U} \quad (\text{corrente alternada circuitos monofásicos})$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}} \quad (\text{corrente alternada circuitos trifásicos})$$

$$I = \frac{P}{U} \quad (\text{corrente contínua circuitos monofásicos e trifásicos})$$

#### Determinação do valor de potência em função da corrente (corrente alternada em circuitos trifásicos)

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3} \quad (\text{Potência ativa em Watts})$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot \sqrt{3} \quad (\text{Potência reativa em VAR})$$

$$S = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \quad (\text{Potência aparente em VA})$$

Para corrente contínua, não considerar o fator

#### Unidades de potência

1 CV = 736W

1 HP = 746 W

1 BTU/h = 0,2928W



# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Cálculo da indutância e reatância indutiva

- Indutância

$$L = K_L + 0,46 \cdot \log \frac{2 \cdot DMG}{d_c}$$

Onde:

L = Indutância, em mH/km

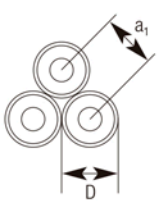
$d_c$  = Diâmetro do condutor, em mm

DMG = Distância média geométrica, em mm (vide exemplos abaixo)

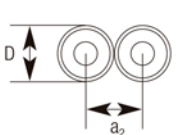
$K_L$  = Fator que depende do número de fios elementares que formam o condutor (vide tabela 10)

TABELA 10	
Número de fios elementares que formam o condutor	$K_L$
Condutor sólido ou compactado	0,0500
7	0,0640
11	0,0588
12	0,0581
14	0,0571
16	0,0563
19	0,0554
20	0,0551
24	0,0543
27	0,0539
28	0,0537
30	0,0535
32	0,0532
37	0,0528
42	0,0523
49	0,0519
50	0,0518
56	0,0516
61 ou mais	0,0515

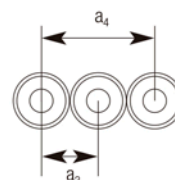
### DISTÂNCIA MÉDIA GEOMÉTRICA



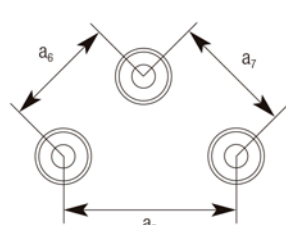
$DMG = a_1 = D$



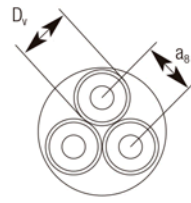
$DMG = a_2 = D$



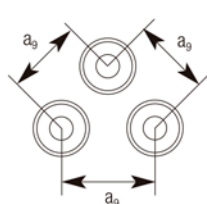
$DMG = \sqrt[3]{a_3^2 \cdot a_4}$



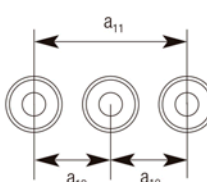
$DMG = \sqrt[3]{a_5 \cdot a_6 \cdot a_7}$



$DMG = a_8 = D_v$



$DMG = a_9$



$DMG = \sqrt[3]{a_{10}^2 \cdot a_{11}}$

Obs.: D = Diâmetro externo do cabo em mm  
D<sub>v</sub> = Diâmetro da veia isolada em mm

- Reatância indutiva

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \cdot 10^{-3}$$

Onde:

$X_L$  = Reatância indutiva, em  $\Omega$ /km

f = Frequência do sistema, em Hz

L = Indutância, em mH/km

## Capacidade de condução de corrente

Os métodos de referência são os métodos de instalação, indicados na IEC 60364-5-52, para os quais a capacidade de condução de corrente foi determinada por ensaio ou por cálculo. São eles:

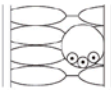
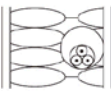
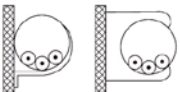
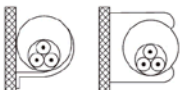

- A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante.
- A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante.
- B1: condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira.
- B2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira.
- 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.

Para cada método de instalação dado na tabela 11 é indicado o método de referência no qual ele se enquadra, a ser utilizado para obtenção da capacidade de condução de corrente.

- Condutor isolado:**
- Fio Nambeiplast 750 V
  - Cabo Nambeiplast 750 V
  - Cabo Nambeiflex 750 V
  - Cabo Nambeiflex Atox 750 V
- Cabo unipolar:**
- Cabo Nambeinax Flex 1 kV
  - Cabo Nambeinax 1 kV
  - Cabo Nambeinax Flex HEPR 90°C 1kV
- Cabo multipolar:**
- Cabo Nambeinax Flex Multipolar 1kV
  - Cabo Nambeinax Flex HEPR 90°C Multipolar 1kV
  - Cabo Nambeiplast Cinza 750 V
  - Cabo Nambeiflex PP 300/500 V
  - Cabo Nambeicontrol 500V e 1kV

**TABELA 11**

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

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS



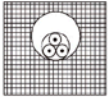
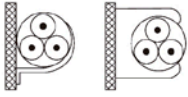


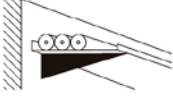
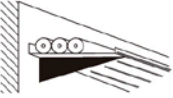
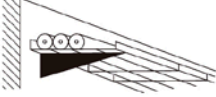
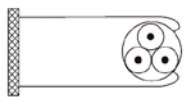

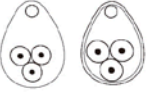

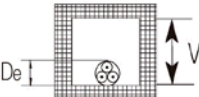
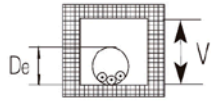
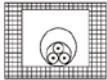
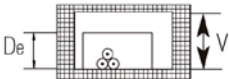
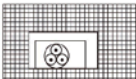
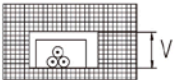
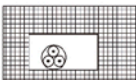
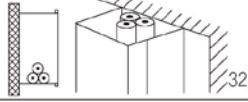
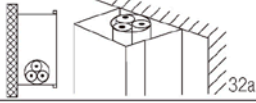
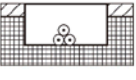
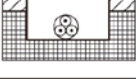
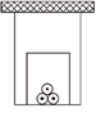
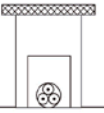
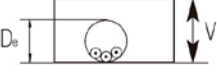
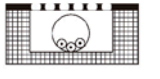

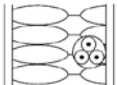


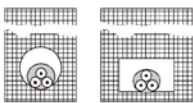
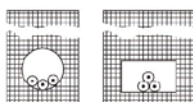


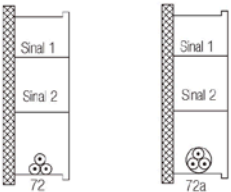


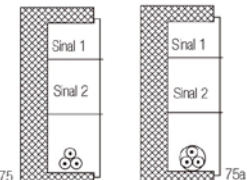
TABELA 11		CONTINUAÇÃO	
Tipos de linhas elétricas			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>(1)</sup>
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede.	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular 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
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto.	C
11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo.	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira. <sup>(3)</sup>	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical. <sup>(4)</sup>	E (multipolar) F (unipolares)
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela.	E (multipolar) F (unipolares)
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo.	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito.	E (multipolar) F (unipolares)
17		Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não.	E (multipolar) F (unipolares)
18		Condutores nus ou isolados sobre isoladores.	G
21		Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção <sup>(5)</sup> , sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção. <sup>(5) (6)</sup>	1,5 De ≤ V < 5 De B2 5 De ≤ V < 50 De B1

TABELA 11		CONTINUAÇÃO	
Tipos de linhas elétricas			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>(1)</sup>
22		Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção. <sup>(5) (7)</sup>	1,5 De ≤ V < 20 De B2 V ≥ 20 De B1
23		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção. <sup>(5) (7)</sup>	B2
24		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção. <sup>(5)</sup>	1,5 De ≤ V < 20 De B2 V ≥ 20 De B1
25		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção. <sup>(5)</sup>	B2
26		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria. <sup>(6)</sup>	1,5 ≤ V < 5 D <sub>B</sub> B2 5 De ≤ V < 50 De B1
27		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria.	B2
31 32		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical.	B1
31a 32a		Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical.	B2
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso.	B1
34		Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso.	B2
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o).	B1
36		Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o).	B2
41		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical. <sup>(7)</sup>	1,5 De ≤ V < 20 De B2 V ≥ 20 De B1
42		Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso.	B1



# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

TABELA 11		CONTINUAÇÃO	
Tipos de linhas elétricas			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>(1)</sup>
43		Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso.	B1
51		Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante. <sup>(2)</sup>	A1
52		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional.	C
53		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica adicional.	C
61		Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a).	D
61A		Cabos unipolares em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a). <sup>(3)</sup>	D
63		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional. <sup>(4)</sup>	D
71		Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura.	A1
72 72a		72 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede. 72A - Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede.	B1 B2
73		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de porta.	A1
74		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de janela.	A1
75 75a		75 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta embutida em parede. 75A - Cabo multipolar em canaleta embutida em parede.	B1 B2

- 1) Método de referência a ser utilizado na determinação da capacidade de condução de corrente.
- 2) Assume-se que a face interna da parede apresenta uma condutância térmica não inferior a  $10\text{W/m}^2\cdot\text{k}$ .
- 3) Admitem-se também condutores isolados em perfilado, desde que nas condições definidas.
- 4) A capacidade de condução de corrente para bandeja perfurada foi determinada considerando-se que os furos ocupassem no mínimo 30% da área da bandeja. Se os furos ocuparem menos de 30% da área da bandeja, ela deve ser considerada como "não-perfurada".
- 5) Conforme a ABNT NBR IEC 60050 (826), os poços, as galerias, os pisos técnicos, os condutos formados por blocos alveolados, os forros falsos, os pisos elevados e os espaços internos existentes em certos tipos de divisórias (como, por exemplo, as paredes de gesso acartonado) são considerados espaços de construção.
- 6)  $D_e$  é o diâmetro externo do cabo, no caso de cabo multipolar. No caso de cabos unipolares ou condutores isolados, distinguem-se duas situações:
  - três cabos unipolares (ou condutores isolados) dispostos em trifólio: De deve ser tomado igual a 2,2 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado;
  - três cabos unipolares (ou condutores isolados) agrupados num mesmo plano: De deve ser tomado igual a 3 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado.
- 7)  $D_e$  é o diâmetro externo do eletroduto, quando de seção circular, ou altura/profundidade do eletroduto de seção não-circular ou da eletrocalha.
- 8) Admite-se também o uso de condutores isolados, desde que nas condições definidas.
- 9) Admitem-se cabos diretamente enterrados sem proteção mecânica adicional, desde que esses cabos sejam providos de armação. Deve-se notar, porém, que esta Norma não fornece valores de capacidade de condução de corrente para cabos armados. Tais capacidades devem ser determinadas como indicado na ABNT NBR 11301.

**Nota**

Em linhas ou trechos verticais, quando a ventilação for restrita, deve-se atentar para risco de aumento considerável da temperatura ambiente no topo do trecho vertical.

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

TABELA 12

Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

- Condutor de cobre
- Condutores isolados, cabos unipolares e multipolares
- Isolação de PVC
- Temperatura no condutor: 70°C
- Temperatura de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência definidos na tabela 11											
	A1	A2	B1	B2	C	D						
	Números de Condutores Carregados											
Cobre												
(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
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
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1000	767	679	698	618	1012	906	827	738	1125	996	792	652

**TABELA 13**

**Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D**

- Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B2, B2, C e D
- Condutores de cobre
- Isolação: HEPR ou XLPE
- Temperatura no condutor: 90°C
- Temperatura de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência definidos na tabela 11											
	A1	A2	B1	B2	C	D						
	Números de Condutores Carregados											
Cobre												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	196	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	276	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1122	923	711	596
800	885	792	805	721	1158	1020	925	837	1311	1074	811	679
1000	1014	908	923	826	1332	1173	1088	957	1515	1237	916	767



# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

**TABELA 14**

**Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G**

- Condutor de cobre
- Condutores isolados, cabos unipolares e multipolares
- Isolação de PVC
- Temperatura no condutor: 70°C
- Temperatura do ambiente: 30°C

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência definidos na tabela 11						
	Cabos Multipolares		Cabos Unipolares <sup>(1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos	Espaçados	
					Método F	Horizontal Método G	Vertical Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<b>Cobre</b>							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	715	597	754	656	689	852	795
500	826	689	868	749	789	982	920
630	958	798	1005	855	905	1138	1070
800	1118	930	1169	971	1119	1325	1251
1000	1292	1073	1346	1079	1296	1528	1448

**TABELA 15**

**Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G**

- Condutor de cobre
- Isolação de EPR ou XLPE
- Temperatura no condutor: 90°C
- Temperatura do ambiente: 30°C

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência definidos na tabela 11						
	Cabos Multipolares		Cabos Unipolares <sup>(1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	E	E	F	F		F	Horizontal G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<b>Cobre</b>							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	892	745	940	823	868	1085	1008
500	1030	859	1083	946	998	1253	1169
630	1196	995	1254	1088	1151	1454	1362
800	1396	1159	1460	1252	1328	1696	1595
1000	1613	1336	1683	1420	1511	1958	1849

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Correntes nominais de motores de corrente alternada (A)

Potência do motor (cv)	Monofásico		Trifásico					
			1800 RPM			3600 RPM		
	115 V	230 V	220 V	380 V	440 V	220 V	380 V	440 V
1/3	7.2	3.6	1.5	0.9	0.75	1.5	0.85	0.75
1/2	9.8	4.9	2.2	1.12	1.1	2	1.2	1
3/4	13.8	6.9	3	1.7	1.5	3	1.7	1.5
1	16	8	4.2	2.5	2.1	3.6	2	1.8
1.5	20	10	5.2	3	2.6	5	2.8	2.5
2	24	12	6.8	4	3.9	6.4	3.6	3.2
3	34	17	9.5	5.5	4.8	9	5.2	4.5
4	42	21	12	7	6	11	6.3	5.5
5	56	28	15	8.5	7.5	15	8.5	7.5
6	68	34	17	10	8.5	18	10	9
7.5	80	40	21	12	10.5	21	12	10.5
10	100	50	28	16	14	28	16	14
12.5	-	-	34	19	17	35	20	17
15	-	-	40	23	20	40	23	20
20	-	-	52	30	26	52	30	26
25	-	-	65	38	33	65	38	33
30	-	-	75	44	38	78	45	39
40	-	-	105	60	53	105	60	53
50	-	-	130	75	65	130	75	65
60	-	-	145	85	73	145	85	73
75	-	-	175	100	88	175	100	88
100	-	-	240	140	120	240	140	120
125	-	-	290	165	145	300	175	150
150	-	-	360	210	180	350	200	175
200	-	-	480	280	240	480	280	240
250	-	-	580	350	290	580	350	290
300	-	-	700	400	350	700	400	350

## Temperatura ambiente

O valor da temperatura ambiente a utilizar é o da temperatura ao meio circundante quando o condutor considerado não estiver carregado.

TABELA 16		
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 (em °C)	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
	Ambiente	
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41
	Do Solo	
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

## Resistividade térmica do solo

Quando a resistividade térmica do solo for superior a 2,5 k.m/W, casos de solos muito secos os valores indicados nas tabelas devem ser adequadamente reduzidos, a menos que o solo na vizinhança imediata dos condutores seja substituído por terra ou material equivalente com dissipação térmica mais favorável. A tabela abaixo fornece fatores de correção para a resistividade térmica do solo diferente de 2,5 k.m/W.

TABELA 17				
Fatores de correção para linhas subterrâneas em solo, com resistividade térmica diferente de 2,5 K.m/W.				
Resistividade térmica (k.m/W)	1	1,5	2	3
Fator de correção	1,18	1,1	1,05	0,96

## Notas

- Os fatores de correção dados são valores médios para as seções nominais abrangidas na tabela 12 e 13, com uma dispersão geralmente inferior a 5%.
- Os fatores de correção são aplicáveis a cabos em eletrodutos enterrados a uma profundidade de até 0,8 m.
- Os fatores de correção para cabos diretamente enterrados são mais elevados para resistividade térmica inferiores a 2,5 K.m/W e podem ser calculados pelos métodos dados na ABNT NBR 11301.



# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Agrupamento de circuitos

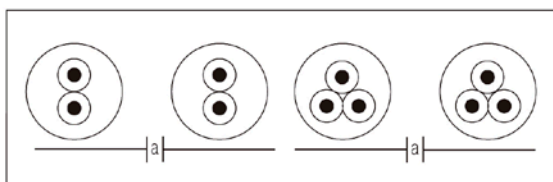
TABELA 18														
Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.													Tabelas dos métodos de referência	
Ref	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9-11	12-15	16-19		≥ 20
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto 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	12 a 15 (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				12 e 13 (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				
4	Camada única em bandeja perfurada.	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				14 e 15 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

### Notas

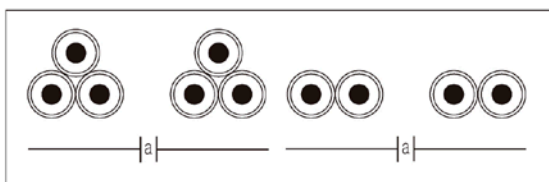
- Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.
- Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.
- O Número de circuitos ou de cabos com o qual se consulta a tabela refere-se:
  - à quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e ou
  - à quantidade de cabos multipolares que compõe o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos multipolares ou qualquer combinação).
- Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo, de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posse do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente nas tabelas 12, 13, 14 e 15 deve ser então efetuada:
  - na coluna de dois condutores carregados, para os bipolares; e
  - na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.
- Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos com três condutores carregados.
- Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.

TABELA 19					
Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados					
Número de Circuitos	Distâncias entre cabos (a)				
	Nula	Um diâmetro de cabo	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

(a) Cabos multipolares



Cabos unipolares



### Notas

Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7 m e uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. São valores médios para as dimensões dos cabos constantes nas tabelas 12 e 13. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de até + ou - 10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à NBR 11301.

**TABELA 20**

Fatores de agrupamento para linhas em eletrodutos enterrados <sup>(1)</sup>

Cabos multipolares em eletrodutos - Um cabo por eletroduto

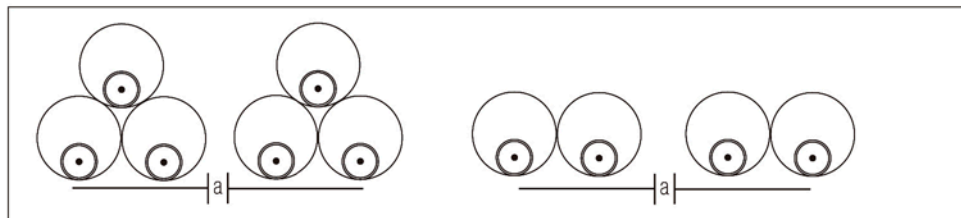
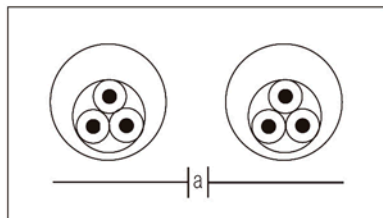
Número de Circuitos	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,85	0,80

Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos <sup>(2)</sup> - Um condutor por eletroduto

Número de Circuitos (grupos de 2 ou 3 condutores)	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

(a) Cabos multipolares

Cabos unipolares



1- Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7 m e uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. São valores médios para as seções de condutores constantes nas tabelas 12 e 13. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de + ou -10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à NBR 11301.

2- Deve-se atentar para as restrições e problemas que envolvem o uso de condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos metálicos quando se tem um único condutor por eletroduto.

**TABELA 21**

Fios e cabos - Ocupação máxima sugerida dos eletrodutos de PVC (NBR 6150)

Seção nominal mm <sup>2</sup>	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	35	32	40	40	50	50	50	50	60
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	45
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-

Obs. Tamanho Nominal: NBR 6150 - Classe B

(mm)	16	20	25	32	40	50	60	75	85
(pol)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3

# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

TABELA 22

## Seção Mínima dos Condutores

Tipo de Linha		Utilização do Circuito	Seção Mínima do condutor (mm <sup>2</sup> ) - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5
		Circuitos de força <sup>(1)</sup>	2,5
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 <sup>(2)</sup>
	Condutores nus	Circuitos de força	10
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 <sup>(3)</sup>
		Circuitos à extraalta tensão para aplicações especiais	0,75

1) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.  
2) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.  
3) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.

## Seção dos condutores de fase

1. A seção dos condutores de fase em circuitos de corrente alternada, e dos condutores vivos em circuitos de corrente contínua, não deve ser inferior ao valor pertinente dado na tabela 22.

2. A seção dos condutores deve ser determinada de forma que sejam atendidos, no mínimo, todos os seguintes critérios:

- a) a capacidade de condução de corrente dos condutores deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo as componentes harmônicas, afetada dos fatores de correção aplicáveis (ver item capacidade de condução de corrente NBR 5410 / 2004);
- b) a proteção contra sobrecargas;
- c) a proteção contra curtos e solitação térmicas;
- d) a proteção contra choques elétricos por seccionamento automático da alimentação em esquemas TN e IT, quando pertinente;
- e) os limites de queda de tensão (ver item Quedas de tensão - NBR 5410 / 2004)
- f) as seções mínimas indicadas na tabela 22.



## Condutor Neutro

TABELA 23	
Seção Reduzida do Condutor Neutro	
Seção dos Condutores Fase (mm <sup>2</sup> )	Seção Reduzida do Condutor Neutro (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

1. O condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito.
2. O condutor neutro de um circuito monofásico deve ter a mesma seção do condutor de fase.
3. Quando num circuito trifásico com neutro a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 15%, a seção do condutor neutro não deve ser inferior à dos condutores de fase, podendo ser igual à dos condutores de fase, caso essa taxa não for superior a 33%.

### Notas

1. Tais níveis de correntes harmônicas são encontradas, por exemplo, em circuitos que alimentam principalmente computadores ou outros equipamentos de tecnologia de informação.
2. Para se determinar a seção do condutor neutro com confiança, é necessária uma estimativa segura do conteúdo de terceira harmônica das correntes de fase e do comportamento imposto à corrente de neutro pelas condições de desequilíbrio em que o circuito pode vir a operar.
3. Num circuito trifásico com neutro e cujos condutores de fase tenham uma seção superior a 25mm<sup>2</sup>, a seção do condutor neutro pode ser inferior à dos condutores de fase, sem ser inferior aos valores indicados na tabela 23 em função da seção dos condutores de fase, quando as três condições seguintes forem simultaneamente atendidas:
  - o circuito for presumivelmente equilibrado, em serviço normal;
  - a corrente das fases não contiver uma taxa de terceira harmônica e múltiplos superiores a 15%;
  - o condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes.

### Nota

Os valores da tabela 23 são aplicáveis quando os condutores de fase e o condutor neutro forem do mesmo metal.



# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Condutor de proteção (fio terra)

O condutor proteção deve ser identificado pela dupla coloração verde-amarela ou na cor verde.

Os valores da tabela 24 são válidos apenas se o condutor de proteção for constituído do mesmo metal que os condutores fase.

Se a aplicação da tabela abaixo conduzir a valores não padronizados, devem ser usados condutores com a seção normalizada mais próxima.

**TABELA 24**

Seção mínima do condutor de proteção	
Seção do condutor fase (mm <sup>2</sup> )	Seção do condutor proteção (mm <sup>2</sup> )
1,5	1,5 (mínima)
2,5	2,5
4	4
6	6
10	10
16	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	95
185	95
240	120
300	150

## Cores dos condutores: Neutro/Terra/Fase

Conforme norma NBR 5410 - as cores azul-claro e verde-amarelo ou simplesmente verde, são exclusivas para certas funções.

- O condutor com isolamento na cor azul-claro deve ser utilizado como condutor neutro.
- O condutor com isolamento verde-amarelo ou simplesmente verde deve ser utilizado como condutor de proteção, também conhecido como terra.
- O condutor utilizado como fase poderá ser de qualquer cor, exceto as cores citadas acima.

## Raio Mínimo da Curvatura (instalações fixas)

Cabos sem blindagem e/ou armação metálica.

Os raios de curvatura são referidos à superfície interna do cabo e não ao seu eixo, devendo ser calculado em função do diâmetro do cabo efetivamente medido multiplicados pelo fator correspondente.

**Raios mínimos de curvatura para cabos com tensão de isolamento até 0.6/1kV**

Espessura nominal da isolamento (mm)	Diâmetro nominal do cabo (mm)	Igual ou menor a 25	Superior a 25 e inferior ou igual a 50	Superior a 50
Superior a	Inferior ou igual a			
---	4	4	5	6
4	8	5	6	7
8	---	---	7	8

### Distribuição simétrica de cabos unipolares

Quando são utilizados vários cabos unipolares, instalados em paralelo, para alimentar cargas de alta potência em complexos industriais ou interligação de grupos geradores a transformadores em usinas, ou mesmo para conectar transformadores e barramentos em subestações, a indução nos cabos em paralelo de uma mesma fase deve ser igual para todos, uma vez que disso depende a distribuição de corrente entre os cabos.

Se os cabos da mesma fase estão agrupados, e instalados lado a lado, a distribuição de corrente será muito irregular devido ao acoplamento indutivo desequilibrado.

Uma distribuição de corrente mais equilibrada pode ser obtida se os cabos são agrupados em sistemas e mantendo a separação entre fases menor que a distância entre sistemas. Na prática, deve-se usar para a distância entre fases de um mesmo sistema.

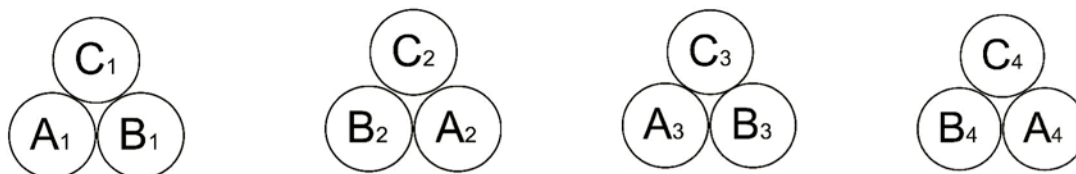
Uma distribuição perfeitamente equilibrada somente é obtida com a utilização de cabos tripolares, uma vez que nestes as fases são transpostas continuamente de acordo com o seu passo da reunião.

No caso de cabos unipolares, somente com a transposição das fases pode ser obtida uma distribuição perfeitamente simétrica das correntes. No entanto se consegue uma boa aproximação se as fases, dentro dos vários sistemas, são arranjadas de forma conveniente.

Assim, por exemplo, cabos instalados em esteira devem ser agrupados na seguinte seqüência para que sejam próximos seus coeficientes de indução:



No caso de cabos instalados em trifólio a disposição recomendada, para se obter uma boa distribuição de correntes, é a apresentada a seguir:



# INFORMAÇÕES E TABELAS TÉCNICAS

## Taxa máxima de ocupação de eletrodutos

A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deve ser superior a:

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

**TABELA 25**

TABELA DE CONVERSÃO - AWG PARA mm<sup>2</sup>

PVC (70°C) - NBR NM 247-3

AWG	mm <sup>2</sup>
20	0,50
18	0,75
16	1,0
14	1,5
12	2,5
10	4
8	6
6	10
4	16
2	25
1	35
1/0	50
3/0	70
4/0	95
250	120
300	120
350	150
500	240
600	240
800	300