

CAPÍTULO 3

SELEÇÃO DE CONDUTORES

INTRODUÇÃO

Um correto dimensionamento dos condutores é tão importante quanto o próprio condutor utilizado. Realizar o cálculo e a seleção do condutor é necessário quando são instalados circuitos elétricos novos ou são redimensionados pelo aumento das cargas.

OBJETIVOS

- Mostrar os métodos de cálculo tomando como referência os fatores de correção por efeito de temperatura e agrupamento de condutores.
- Descrever a seleção de condutores para diferentes configurações de carga.

CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE DOS CONDUTORES

Principais efeitos de um mau uso ou de um mau dimensionamento dos condutores em uma instalação elétrica:

- Super-aquecimento das linhas.
- Quedas de tensão.
- Curtos-circuitos.
- Falhas de isolamento à terra.
- Cortes de fornecimento.
- Riscos de incêndio.
- Perdas de energia.

CAPACIDADE DE CORRENTE ADMISSÍVEL PARA CONDUTORES DE COBRE (mm²)

SEÇÃO (mm ²)	TEMPERATURA DE SERVIÇO: 70° C TEMPERATURA AMBIENTE: 30° C		
	GRUPO1	GRUPO2	GRUPO3
0.75	11	10	13
1	14	12	16
1.5	17,5	15,5	21
2.5	24	21	29
4	32	28	39
6	41	36	51
10	57	50	71
16	76	68	97
25	101	89	130
35	125	110	162
50	151	134	197
70	192	171	254
95	232	207	311
120	269	239	362

GRUPO 1: 2 condutores isolados em PVC instalados em eletroduto embutido.

GRUPO 2: 3 condutores isolados em PVC instalados em eletroduto embutido.

GRUPO 3: 3 condutores isolados instalados sobre isoladores.

Capacidades de corrente conforme tabelas 36 e 38 da NBR 5410:2004

FATORES DE CORREÇÃO PARA A CAPACIDADE DE CORRENTE

A capacidade de corrente dos condutores

Define-se a capacidade dos condutores para dissipar o calor no meio que os rodeia a fim de que os isolantes não ultrapassem a sua temperatura de serviço.

As tabelas de condutores da NBR 5410:2004 consignam o seguinte:

- Temperatura ambiente = 30°C
- Número de condutores por duto = 2 e 3

CAPACIDADE DE CORRENTE DOS CONDUTORES

A capacidade de corrente dos condutores é determinada pela seguinte expressão:

$$I_{ad} = f_n * f_t * I_t \quad (A)$$

Onde:

I_{ad} : Corrente admissível corrigida (A).

f_n : Fator de correção por agrupamento de circuitos.

f_t : Fator de correção por temperatura.

I_t : Corrente admissível, conforme as tabelas da norma.

FATORES DE CORREÇÃO POR AGRUPAMENTO DE CIRCUITOS (fn)

Tabela 42 da NBR 5410:2004

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	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	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				36 e 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				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	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				

FATORES DE CORREÇÃO POR TEMPERATURA AMBIENTE (f_t)

Tabela 40 da NBR 5410:2004

Temperatura °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	0,81	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

EXEMPLO 1

- Verificar a capacidade de um condutor com as seguintes condições:

$$S_c = 2,5 \text{ mm}^2$$

2 condutores isolados em PVC

$$T_{\text{amb}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$N^\circ \text{ de circuitos / eletroduto} = 5$$

- Das tabelas:

$$I_t = 24 \text{ A}, \quad f_n = 0,6 \quad f_t = 0,87$$

- Logo:

$$I_{\text{ad}} = f_n * f_t * I_t$$

$$I_{\text{ad}} = 0,6 * 0,87 * 24$$

$$I_{\text{ad}} = 12,5 \text{ A}$$

CÁLCULO POR QUEDA DE TENSÃO

Ao circular uma corrente elétrica através dos condutores produz-se uma queda de tensão que é calculada pela seguinte expressão:

$$U_p = I * R_c$$

U_p : Queda de tensão (V).

I : Corrente de carga (A).

R_c : Resistência dos condutores (Ω).

RESISTÊNCIA DE UM CONDUTOR

A resistência de um condutor elétrico é dada pela seguinte expressão:

$$R = \frac{k * \rho * L}{S}$$

ρ : Resistividade específica do condutor

$$\rho_{Cu} = 0,0178 \text{ } (\Omega * \text{mm}^2 / \text{m}).$$

L : Comprimento do condutor (m).

S : Seção de condutor (mm^2).

k : Monofásico (2); trifásico ($\sqrt{3}$).

CÁLCULO POR QUEDA DE TENSÃO

Finalmente, a expressão para determinar a seção do condutor (S) em função de U fica assim:

$$S = \frac{k * \rho * L}{U_p} * I \quad (\text{mm}^2)$$

A queda de tensão total máxima da origem da instalação até o ponto de utilização mais afastado não deve ultrapassar um valor igual a 5% da tensão nominal quando a instalação é alimentada pela rede pública ou a 7% quando possuir transformador ou gerador próprio.

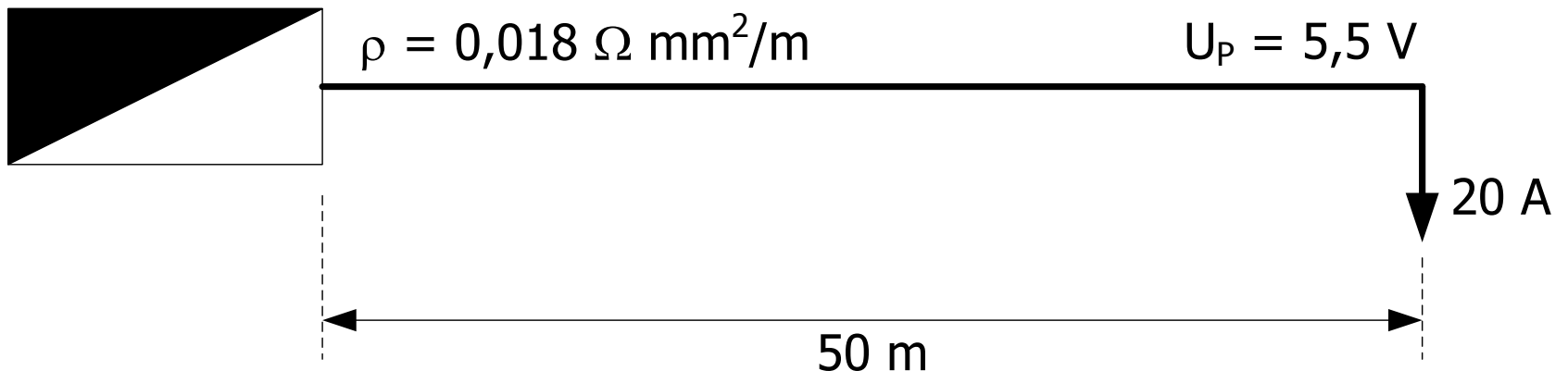
CÁLCULO DE ALIMENTADORES

Para determinar a seção dos condutores que alimentam um conjunto de cargas (alimentadores), procede-se conforme a seguinte situação:

- Alimentadores com carga concentrada.
- Alimentadores com carga distribuída.

ALIMENTADORES COM CARGA CONCENTRADA

Nos alimentadores com carga concentrada, o centro de carga situa-se a uma certa distância específica do quadro:



SEÇÃO DO CONDUTOR

A expressão para determinar a seção do condutor é a seguinte:

$$S = \frac{k * r * L}{U_p} * I \quad (\text{mm}^2)$$

$k = 2$ (Alimentadores monofásicos).

$k = \sqrt{3}$ (Alimentadores trifásicos).

EXEMPLO 2

Há um alimentador trifásico com carga concentrada que apresenta as seguintes características:

$$L = 50 \text{ m.}$$

$$\rho = 0,018 (\Omega * \text{mm}^2 / \text{m}).$$

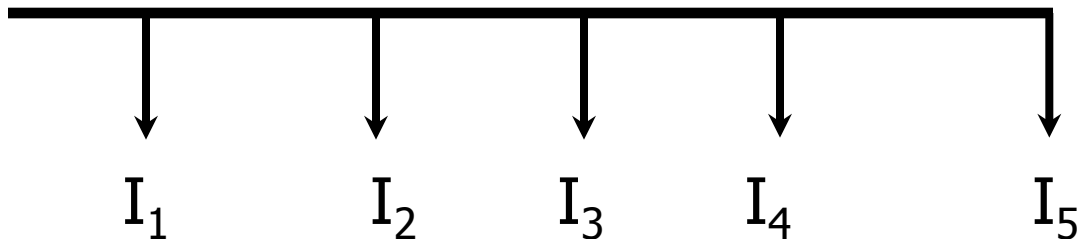
$$I = 20 \text{ A.}$$

$$U_p = 5,5 \text{ V.}$$

$$S = \frac{k * \rho * L * I}{U_p} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 50 * 20}{5,5} = 5,7 \text{ mm}^2 \rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

ALIMENTADORES COM CARGA DISTRIBUÍDA

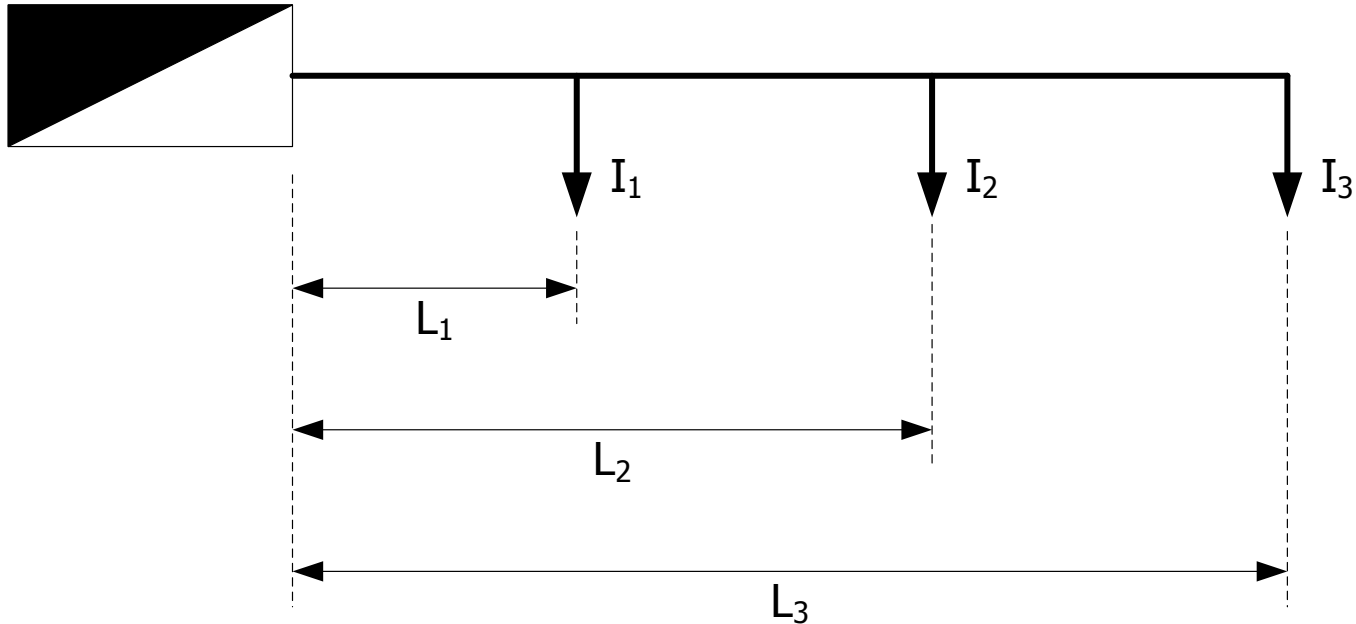
No caso em que as cargas se encontram distribuídas ao longo da linha, apresentam-se dois critérios para o dimensionamento de condutores:



- a) Critério de **seção constante.**
- b) Critério de **seção variável.**

CRITÉRIO DE SEÇÃO CONSTANTE

A seção do alimentador é constante em toda a sua extensão.



I_1 , I_2 , I_3 : Corrente de cada ramal associada ao alimentador (A).

L_1 , L_2 , L_3 : Comprimento de cada trecho do alimentador (m).

CRITÉRIO DE SEÇÃO CONSTANTE

A expressão de cálculo é a seguinte:

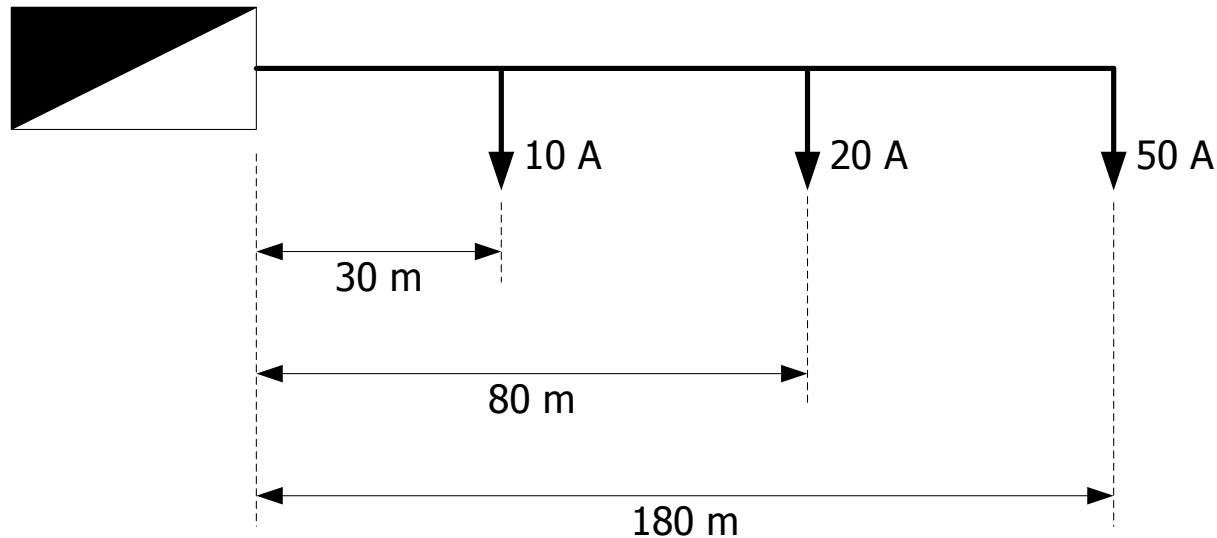
$$S = \frac{k * \rho}{U_p} * (L_1 * I_1 + L_2 * I_2 + L_3 * I_3) \text{ mm}^2$$

$k = 2$ (Alimentadores monofásicos).

$k = \sqrt{3}$ (Alimentadores trifásicos).

EXEMPLO 3

Tem-se um alimentador trifásico com carga distribuída que apresenta as seguintes características:



$$\rho = 0,018 \, \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$U_p = 5,5 \text{ V}$$

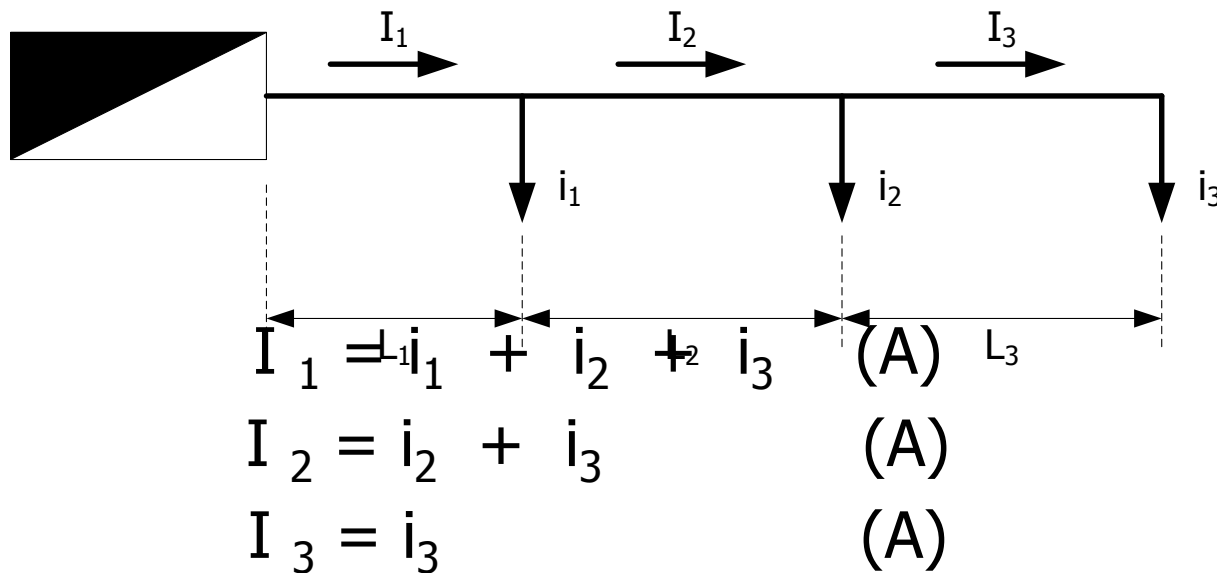
$$S = (k * \rho / U_p) * (L_1 * I_1 + L_2 * I_2 + L_3 * I_3)$$

$$S = (\sqrt{3} * 0,018 / 5,5) * (30 * 10 + 80 * 20 + 180 * 50) = \mathbf{61,79 \text{ mm}^2}$$

→ 70 mm²

CRITÉRIO DE SEÇÃO VARIÁVEL

A seção do condutor diminui ao longo do alimentador.



CRITÉRIO DE SEÇÃO VARIÁVEL

A seção do alimentador determina-se através da densidade de corrente (d) constante.

$$d = \frac{Up}{k * \rho * L_T} \quad (\text{A/mm}^2)$$

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 \quad (\text{m}).$$

$$k = 2 \quad (\text{Alimentadores monofásicos}).$$

$$k = \sqrt{3} \quad (\text{Alimentadores trifásicos}).$$

CRITÉRIO DE SEÇÃO CÔNICA

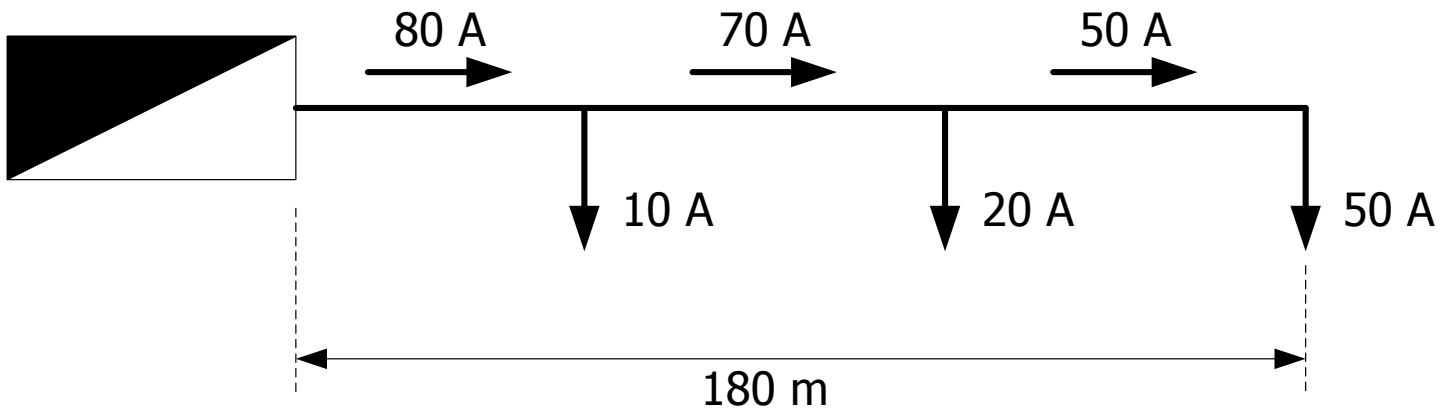
$$S_1 = \frac{I_1}{d} \quad (\text{mm}^2)$$

$$S_2 = \frac{I_2}{d} \quad (\text{mm}^2)$$

$$S_3 = \frac{I_3}{d} \quad (\text{mm}^2)$$

EXEMPLO 4

Tem-se um alimentador com carga distribuída que apresenta as seguintes características:



$$\rho = 0,018 (\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}) \quad U_p = 5,5 \text{ V}$$

$$d = \frac{U_p}{k * \rho * L_T} = \frac{5,5}{\sqrt{3} * 0,018 * 180} = 0,98 \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

CRITÉRIO DE SEÇÃO VARIÁVEL

$$S_1 = \frac{I_1}{d} = \frac{80}{0,98} = \mathbf{81,63 \rightarrow 95 \text{ mm}^2}$$

$$S_2 = \frac{I_2}{d} = \frac{70}{0,98} = \mathbf{71,43 \rightarrow 70 \text{ mm}^2}$$

$$S_3 = \frac{I_3}{d} = \frac{50}{0,98} = \mathbf{51,02 \rightarrow 50 \text{ mm}^2}$$