

## UNIDADE III

# "SELEÇÃO DOS CONDUTORES"

### 1. INTRODUÇÃO

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

Neste capítulo será utilizada uma metodologia de cálculo tomando como referência os fatores de correção por efeito de temperatura e agrupamento de condutores.

Assim sendo, é necessário considerar os incrementos de carga devido aos efeitos das harmônicas, que no módulo 1 foram contemplados e viu-se a forma de reconhecê-las mediante medições.

### 2. CÁLCULOS POR CAPACIDADE DE CORRENTE

A corrente elétrica origina aquecimento nos condutores (efeito Joule).

O excesso de temperatura gera dois efeitos negativos nos materiais isolantes:

- Diminuição da resistência de isolamento.
- Diminuição da resistência mecânica.

O serviço contínuo da energia elétrica e a sua segurança dependem diretamente da qualidade e integridade das isolações dos condutores.

As isolações devem ser calculadas com relação à carga que transportam os condutores e a seleção dos mesmos.

Para calcular a corrente que circulará por um condutor podemos utilizar a seguinte relação:

$$I_{ad} = f_n \times f_t \times I_t$$

Onde:

- $I_{ad}$  Corrente admissível corrigida (A).
- $f_n$  Fator de correção por agrupamento de condutores.
- $f_t$  Fator de correção por temperatura.
- $I_t$  Corrente admissível por seção segundo tabela (A).

Na tabela a seguir mostra-se as correntes admissíveis para condutores de cobre:







--

SEÇÃO (mm <sup>2</sup> )	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

Tabela 3.1 Corrente admissível para condutores de cobre .

### Fatores de correção de capacidade de corrente

- A capacidade de corrente dos condutores é relacionada à capacidade dos mesmos para dissipar a temperatura ao meio que os rodeia, para que os materiais isolantes não ultrapassem a sua temperatura de serviço.
- As seguintes tabelas de condutores consignam:
  - Temperatura ambiente = 30 °C
  - Número de condutores por duto = 2 e 3

#### a) Fator de correção por agrupamento de condutores


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				

Tabela 3.3 Fatores de correção por agrupamento de condutores ( $f_n$ ) – Tabela 42 da NBR 5410:2004.

**b) Fator de correção por temperatura ambiente**


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	0,61	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

Tabela 3.4 Fatores de correção por temperatura ambiente ( $f_t$ ) – Tabela 40 da NBR 5410:2004.


**Exemplo de aplicação 1:**

Verificar a capacidade de transporte de um circuito monofásico (2 condutores) nas seguintes condições:

$S = 2,5 \text{ mm}^2$  (seção do condutor)

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

Número de condutores/eletroduto = 5

**Solução do exemplo:**

$I_t = 24 \text{ A}$  da tabela 3.2

Das tabelas, por fator de correção:

$f_n = 0,6$  de tabela 3.3

$f_t = 0,87$  de tabela 3.4

Logo:

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

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

### 3. CÁLCULOS POR QUEDA DE TENSÃO

Ao circular uma corrente elétrica através dos condutores de uma instalação produz-se neles uma queda de tensão que responde à seguinte expressão:

$$U_p = I \times R_c$$

$U_p$ : Queda de tensão (V)

$I$  : Corrente da carga (A)

$R_c$ : Resistência dos condutores ( $\Omega$ )

A resistência de um condutor elétrico responde à seguinte expressão que relaciona os seus parâmetros físicos e a natureza do material do condutor.

$\rho$ : Resistividade específica do condutor ( $\text{Ohm}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ )

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

$\ell$ : Comprimento do condutor (m)

$S$ : Seção do condutor ( $\text{mm}^2$ )

A expressão para determinar a seção do condutor em função do  $U_p$  fica finalmente do seguinte modo:

Alimentadores Monofásicos

$$S = \frac{2 \times \rho \times \ell}{U_p} \times I \text{ (mm}^2\text{)}$$

Para um circuito trifásico:

Alimentadores Trifásicos

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times \ell}{U_p} \times I \text{ (mm}^2\text{)}$$

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.

#### 4. CÁLCULO DE CONDUTORES COM CARGA CONCENTRADA

Nos alimentadores com carga concentrada, o centro de carga situa-se a uma certa determinada distância específica do quadro, como apresentado no esquema.

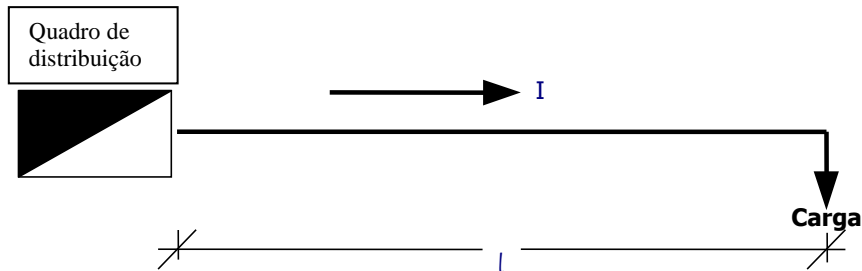


Figura 3.1 Condutor com carga concentrada.

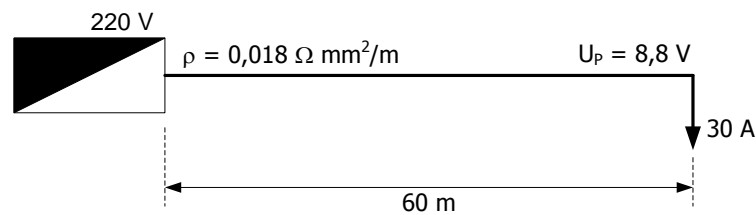
Para determinar a seção dos condutores que alimentam um conjunto de cargas pode-se proceder segundo o seguinte exemplo:

##### Exemplo de aplicação 2:

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

$$U_p = 220 \times 0,04 = 8,8 \text{ V}$$

Máxima queda de tensão



Calcule a seção mínima do condutor.

##### Solução:

$$L = 60 \text{ m}$$

$$\rho = 0,0178 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$I = 30 \text{ A}$$

$$U_p = 8,8 \text{ V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times l}{U_p} \times I$$



$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0,0178 \times 60}{8,8} \times 30$$

$$S = 6,31 \text{ mm}^2$$

Segundo a tabela 3.2, deveria ser escolhida a seção 10 mm<sup>2</sup> do Grupo 2.

## 5. CÁLCULO DE CONDUTORES COM CARGA DISTRIBUÍDA

No caso de que as cargas não se encontrem concentradas em um único ponto, mas distribuídas ao longo da linha, podem-se apresentar dois critérios para o dimensionamento da seção do condutor:

- Critério de Seção Constante.
- Critério de Seção Variável.

### 5.1 CRITÉRIO DE SEÇÃO CONSTANTE

O dimensionamento da seção dos condutores resulta ser constante para toda a extensão do alimentador e, neste caso, temos:

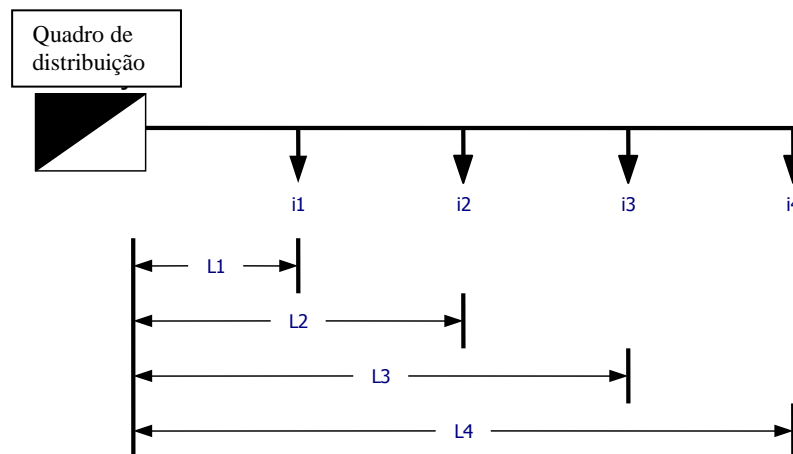


Figura 3.2 Condutor com carga distribuída e seção constante.

- $i_1$ ;  $i_2$ ;  $i_3$ ;  $i_4$ : Corrente de ramo (própria dos consumos associados ao alimentador) (A)
- $L_1$ ;  $L_2$ ;  $L_3$ ;  $L_4$ : Comprimento de cada um dos trechos do alimentador (m)

A expressão de cálculo resulta ser:

Alimentadores Monofásicos

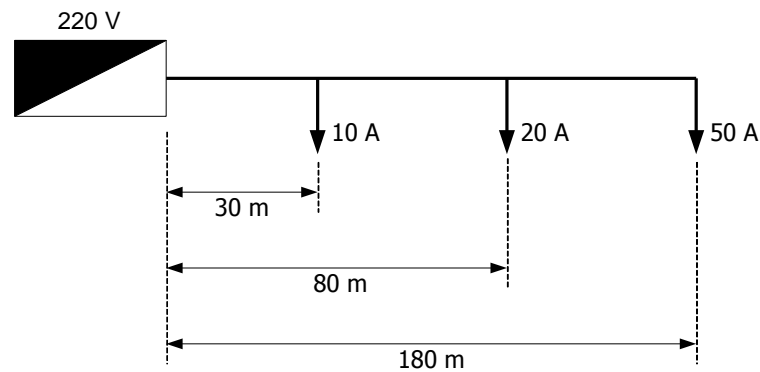
$$S = \frac{2 \times \rho}{U_p} (L1 \times i1 + L2 \times i2 + L3 \times i3 + L4 \times i4) \text{ (mm}^2\text{)}$$

Alimentadores Trifásicos

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho}{U_p} (L1 \times i1 + L2 \times i2 + L3 \times i3 + L4 \times i4) \text{ (mm}^2\text{)}$$

### Exemplo de aplicação 3:

Tem-se um alimentador trifásico com carga distribuída, que apresenta as seguintes características: ( $\rho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ;  $U = 220 \text{ V}$ )



Calcule a seção mínima do alimentador, considerando o critério de seção constante.

### Solução:

$$i1 = 10 \text{ A}$$

$$i2 = 20 \text{ A}$$

$$i3 = 50 \text{ A}$$

$$L1 = 30 \text{ m}$$

$$L2 = 80 \text{ m}$$

$$L3 = 180 \text{ m}$$

$$\rho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$U_p = 4\% (220 \text{ V}) = 8,8 \text{ V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho}{U_p} (L_1 \times i_1 + L_2 \times i_2 + L_3 \times i_3) \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0,0178 \times 60}{8,8} \times 30$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0,0178}{8,8} (30 \times 10 + 80 \times 20 + 180 \times 50)$$

$$S = 38,19 \text{ mm}^2$$

## 5.2 CRITÉRIO DE SEÇÃO VARIÁVEL

Ao dimensionar a seção dos condutores, por meio deste critério, a seção do alimentador diminui à medida que nos afastamos da alimentação.

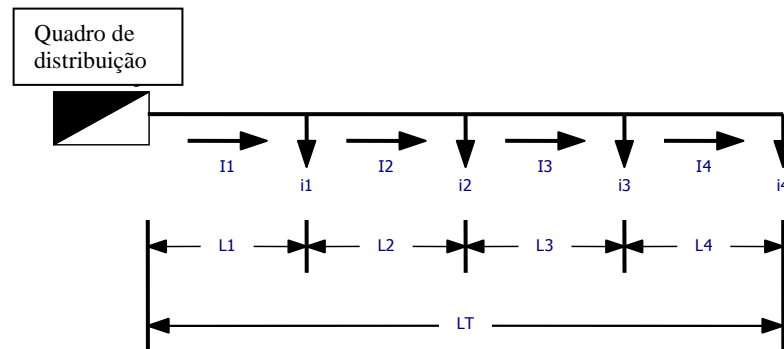


Figura 3.3 Condutor com carga distribuída e seção variável

Na situação do diagrama apresenta-se que:

$$I_1 = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 \text{ (A)}$$

$$I_2 = i_2 + i_3 + i_4 \text{ (A)}$$

$$I_3 = i_3 + i_4 \text{ (A)}$$

$$I_4 = i_4 \text{ (A)}$$

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \text{ (m)}$$

Para determinar a seção do condutor deve-se calcular a densidade de corrente, conforme a seguinte expressão:

Alimentadores Monofásicos

$$d = \frac{U_p}{2 \times \rho \times L_T} \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

Alimentadores Trifásicos

$$d = \frac{U_p}{\sqrt{3} \times \rho \times L_T} \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

Finalmente, para determinar a seção de cada trecho utiliza-se a seguinte equação:

$$S_1 = \frac{I_1}{d}$$

$$S_2 = \frac{I_2}{d}$$

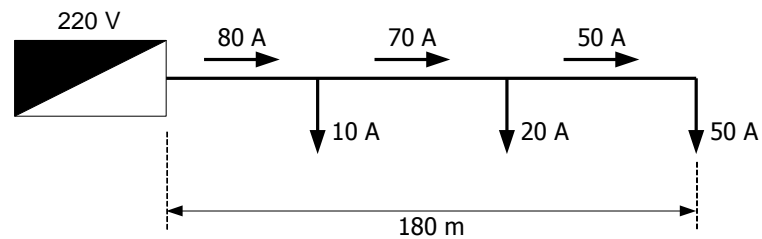
$$S_3 = \frac{I_3}{d}$$

$$S_4 = \frac{I_4}{d}$$

Nota: Todas as seções parciais (S1, S2, S3, S4) são expressas em mm<sup>2</sup>.

**Exemplo de aplicação 4:**

Tem-se um alimentador trifásico com carga distribuída que apresenta as seguintes características ( $\rho = 0,0178 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ;  $U = 220 \text{ V}$ )



Calcule a seção mínima do alimentador, considerando o critério de seção variável.

**Solução:**

$$I_1 = 80 \text{ A}$$

$$I_2 = 70 \text{ A}$$

$$I_3 = 50 \text{ A}$$

$$L_T = 180 \text{ m}$$

$$U_p = 8,8 \text{ V}$$

$$\rho = 0,0178 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$d = \frac{U_p}{\sqrt{3} \times \rho \times L_T} \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

$$d = \frac{8,8}{\sqrt{3} \times 0,0178 \times 180}$$

$$d = 1,59 \text{ A/mm}^2$$

$$S_1 = \frac{I_1}{d} = \frac{80}{1,59} = 50,31 \text{ mm}^2$$

$$S_2 = \frac{I_2}{d} = \frac{70}{1,59} = 44,03 \text{ mm}^2$$

$$S_3 = \frac{I_3}{d} = \frac{50}{1,59} = 31,45 \text{ mm}^2$$

**ANOTAÇÕES:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---