

CURSO ONLINE E 100% GRATUITO

APLICANDO A NBR 5410 NO PROJETO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

MÓDULO 2

**CAPACIDADE
DE CORRENTE**

**ABNT NBR
5410**

Segunda edição
30.09.2004

Válida a partir de
31.03.2005

Versão Corrigida
17.03.2008

Instalações elétricas de baixa tensão

Installations of buildings – Low voltage



MÓDULO 2

CAPACIDADE DE CORRENTE

- ✓ **Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela capacidade de condução de corrente (6.2 - NBR 5410):**
 - Métodos de referência
 - Temperaturas características dos condutores
 - Tabelas de capacidade de condução de corrente (tabelas 36 a 39 da NBR 5410)
 - Fatores de correção por temperatura, resistividade do solo e agrupamento de circuitos (tabelas 40 a 45 – NBR 5410) e número de condutores carregados (tabela 46 – NBR 5410)
 - Determinação da capacidade de condução de corrente I_z (final) de um condutor
- ✓ **Fórmula simplificada para determinação da temperatura final (de regime) de um condutor isolado**
- ✓ **Apresentação da norma NBR 11301 - Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%) - Procedimento**

AULA 01

Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela capacidade de condução de corrente (6.2.5 - NBR 5410)

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

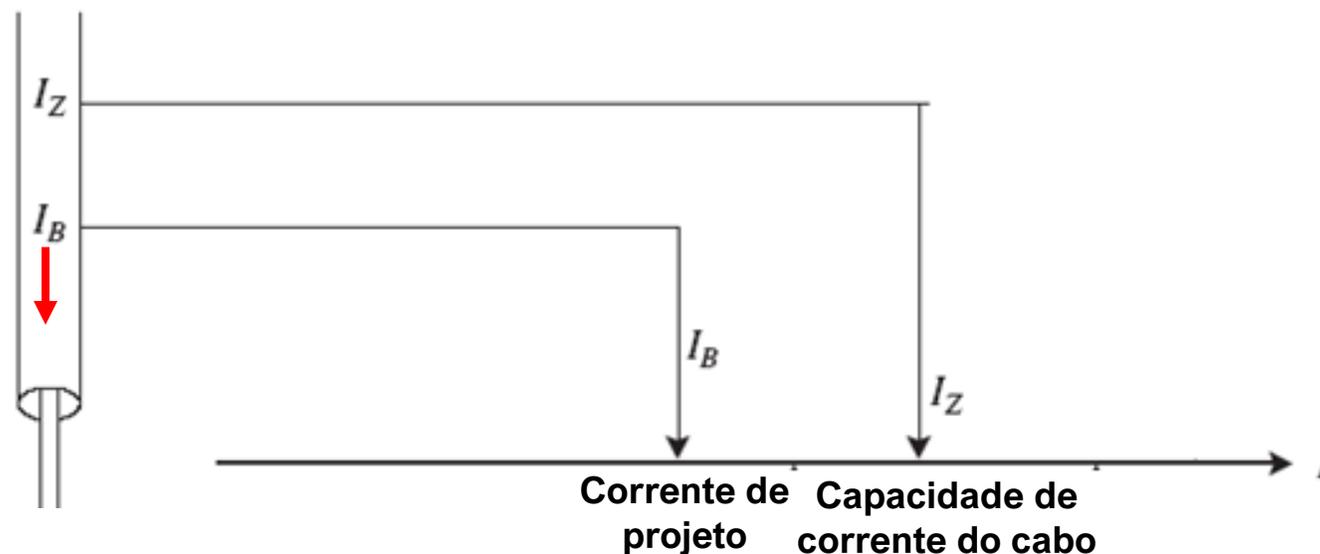
6.2.5.2.1 A corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em **funcionamento normal**, deve ser tal que a **temperatura máxima para serviço contínuo** dada na tabela 35 não seja ultrapassada.

Tabela 35 — Temperaturas características dos condutores

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

6.2.5.2.2 A prescrição de 6.2.5.2.1 é considerada atendida se a corrente nos condutores (I_B) não for superior às capacidades de condução de corrente (I_Z) adequadamente obtidas das **tabelas 36 a 39**, corrigidas, se for o caso, pelos fatores indicados nas **tabelas 40 a 45**.



NOTA 2

As capacidades de condução de corrente dadas nas tabelas 36 a 39 referem-se a **funcionamento contínuo em regime permanente (fator de carga 100%)**, em corrente contínua ou em corrente alternada com frequência de 50 Hz ou 60 Hz.

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Demanda média}}{\text{Demanda máxima}}$$

6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

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

I_Z

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

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

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	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

6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

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

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: PVC
Temperatura no condutor: 70°C
Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: **EPR** ou **XLPE**
Temperatura no condutor: 90°C
Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Tabela 38 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: PVC
Temperatura no condutor: 70°C
Temperatura ambiente de referência: 30°C

Tabela 39 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: **EPR** ou **XLPE**
Temperatura no condutor: 90°C
Temperatura ambiente de referência: 30°C

6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Exemplo: $I_B = 43$ A; 3F ; condutor cobre/PVC ; eletroduto aparente ; $\theta_a = 30^\circ\text{C}$

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

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

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

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
---	---	---	----

Tabela 33

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	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

PVC – 70°C

6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Exemplo: $I_B = 43$ A; 3F ; condutor cobre/PVC ; eletroduto aparente ; $\theta_a = 30^\circ\text{C}$

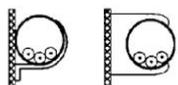
Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

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

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	Tabela 33 B1
---	---	---	------------------------

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	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

HEPR – 90°C



**Você já tinha reparado nessa
diferença de capacidades entre
cabos 70 e 90°C?**

Tabela 40 — 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	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

6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Tabela 40 – 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	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
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

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

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: PVC
Temperatura no condutor: 70°C
Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	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	66	69	62	85	76	81	67

X

$$\theta_a = 30^\circ\text{C} \rightarrow I_z = 50 \text{ A}$$

$$\theta_a = 40^\circ\text{C} \rightarrow I_z = 50 \cdot 0,87 \rightarrow I_z = 44 \text{ A}$$

Tabela 41— 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

1 Os fatores de correção dados são valores médios para as seções nominais abrangidas nas tabelas 36 e 37, com uma dispersão geralmente inferior a 5%.

2 Os fatores de correção são aplicáveis a cabos em **eletrodutos enterrados** a uma profundidade de até 0,8 m.

3 Os fatores de correção para cabos **diretamente enterrados** são mais elevados para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K.m/W e podem ser calculados pelos métodos indicados na ABNT NBR 11301.



Resistividade térmica varia com tipo de solo, umidade, profundidade, temperatura do solo etc.

Recomenda-se estudo do solo. Na falta dele, muito aproximadamente:

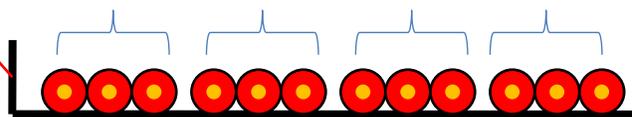
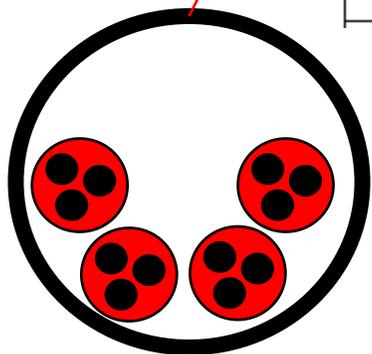
Solos secos, pedregosos → resistividade > 2,5

Solos “normais” (terra comum) → resistividade = 2,5

Solos úmidos, molhados, lama → resistividade < 2,5

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

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				



6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

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				

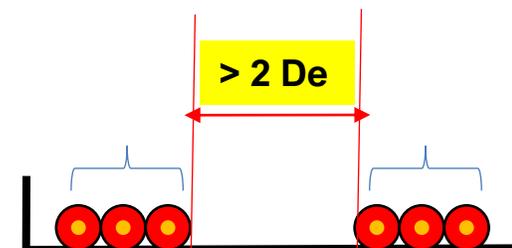
1 Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, **uniformemente carregados** → **todos do mesmo tipo e 100% carregados**

6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

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				

2 Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.



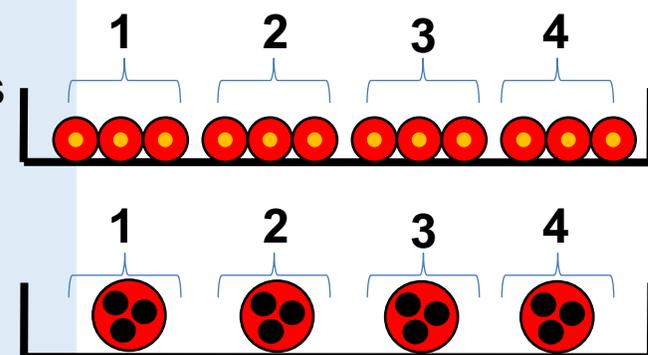
6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

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				

3 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 unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação).



6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

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

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

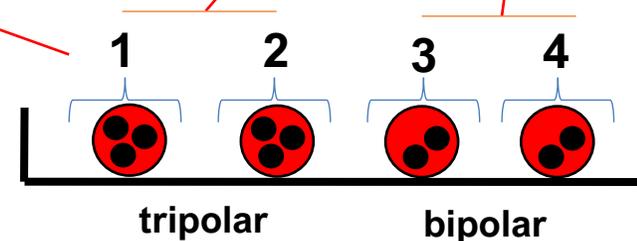
Temperatura no condutor: 90°C

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

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	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

4 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 36 a 39, deve ser então efetuada:

- na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares; e
- na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.



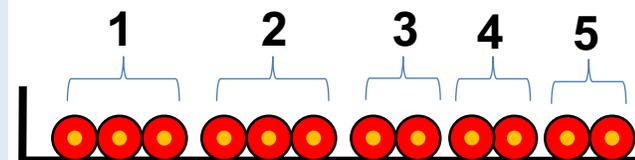
6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

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				

“Cabos em paralelo”

5 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.



6.2.5 - Capacidades de condução de corrente

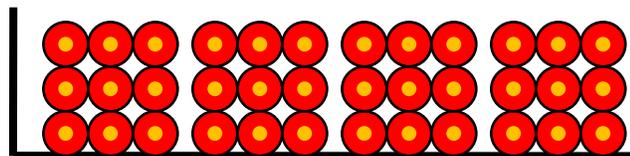
Tabela 43 — Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo em mais de uma camada de condutores – Métodos de referência C (tabelas 36 e 37), E e F (tabelas 38 e 39)

		Quantidade de circuitos trifásicos ou de cabos multipolares por camada				
		2	3	4 ou 5	6 a 8	9 e mais
Quantidade de camadas	2	0,68	0,62	0,60	0,58	0,56
	3	0,62	0,57	0,55	0,53	0,51
	4 ou 5	0,60	0,55	0,52	0,51	0,49
	6 a 8	0,58	0,53	0,51	0,49	0,48
	9 e mais	0,56	0,51	0,49	0,48	0,46

NOTAS

- Os fatores são válidos independentemente da disposição da camada, se horizontal ou vertical.
- Sobre condutores agrupados em uma única camada, ver tabela 42 (linhas 2 a 5 da tabela).
- Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

3 camadas



4 circuitos



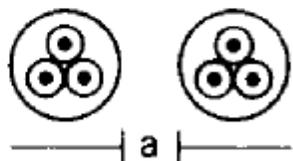
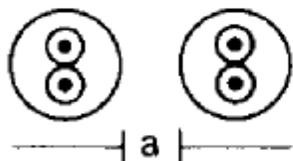
Você costuma usar cabos em várias camadas?

Tabela 44 — Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados

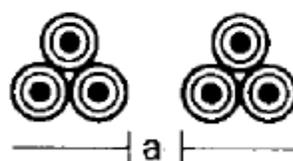
Número de circuitos	Distâncias entre cabos ¹⁾ (a)				
	Nula	Um diâmetro de cabo	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

1)

Cabos multipolares



Cabos unipolares

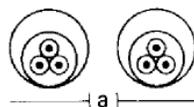


NOTA Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7 m e uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. São valores médios para as dimensões de cabos abrangidas nas tabelas 36 e 37. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de até $\pm 10\%$ em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

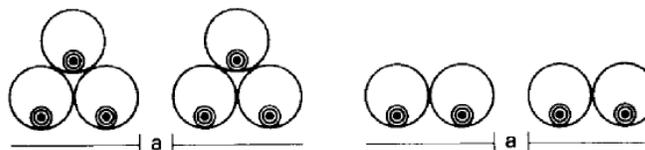
Tabela 45 — Fatores de agrupamento para linhas em eletrodutos enterrados¹⁾

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	0,80	0,80
Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos ²⁾ – Um condutor por eletroduto				
Número de circuitos (grupos de dois ou três 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

(a)
Cabos multipolares



Cabos unipolares



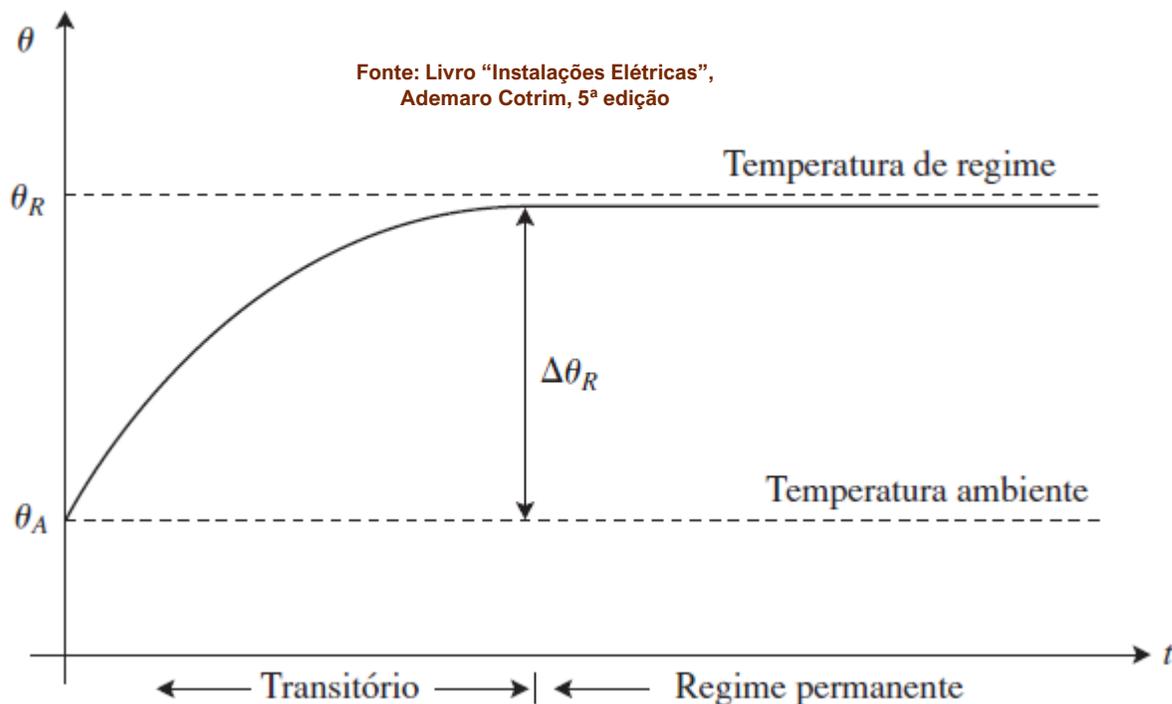
Capacidade de condução de corrente I_z final de um condutor

$$I_z = I'_z \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

- I_z = capacidade de condução de corrente final do condutor
- I'_z = capacidade de condução de corrente das Tabelas 36-37-38-39
- f_1 = fator de temperatura → Tabela 40
- f_2 = fator de resistividade térmica → Tabela 41
- f_3 = fator de agrupamento em 1 camada → Tabela 42; ou fator de agrupamento em várias camadas → Tabela 43
- f_4 = fator de agrupamento para cabos diretamente enterrados → Tabela 44; ou fator de agrupamento para cabos em eletrodutos enterrados → Tabela 45

AULA 02

Fórmula simplificada para
determinação da temperatura final
(de regime) de um condutor isolado



$$\theta_R = \theta_A + (\theta_z - \theta_A) \left(\frac{I}{I_z} \right)^2$$

- θ_R = Temperatura de regime de um condutor ($^{\circ}\text{C}$)
- θ_A = Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)
- θ_z = Temperatura máxima para serviço contínuo (Tabela 35 NBR 5410) ($^{\circ}\text{C}$)
- I = corrente no condutor (A)
- I_z = capacidade de condução de corrente (afetada pelos fatores de correção) (A)

- $\theta_A = 40^{\circ}\text{C}$
- $\theta_z = 90^{\circ}\text{C}$
- $I = 100 \text{ A}$
- $I_z = 121 \text{ A}$

$$\theta_R = 40 + (90 - 40) \left(\frac{100}{121} \right)^2$$

$$\theta_R = 74^{\circ}\text{C}$$

6.2.5.2.1 A corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em **funcionamento normal**, deve ser tal que a **temperatura máxima para serviço contínuo** dada na tabela 35 não seja ultrapassada.



Você já tinha calculado a temperatura de regime alguma vez?

AULA 03

**Apresentação da norma NBR 11301 -
Cálculo da capacidade de condução de
corrente de cabos isolados em regime
permanente (fator de carga 100%) -
Procedimento**

6.2.5.2.2 A prescrição de 6.2.5.2.1 é considerada atendida se a corrente nos condutores não for superior às **capacidades de condução de corrente adequadamente obtidas das tabelas 36 a 39**, corrigidas, se for o caso, pelos fatores indicados nas tabelas 40 a 45.

6.2.5.2.3 Os valores de capacidade de condução de corrente podem também ser calculados como indicado na **ABNT NBR 11301**. Dependendo do caso, pode ser necessário levar em conta as características da carga e, para os cabos enterrados, a resistividade térmica real do solo.

CDU: 621.315.2.011.22

SET./1990

NBR 11301

Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%)

Procedimento

Origem: Projeto 03:020.08-001/88

CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade

CE-03:020.08 - Comissão de Estudo de Capacidade de Condução de Corrente de Cabos Elétricos

NBR 11301 - Calculation of the continuous current rating of cables (100% factor) - Procedure

Descriptor: Power cable

Esta Norma foi baseada na IEC 287/1982

Palavra-chave: Cabo de potência

48 páginas

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para o cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente, em todas as tensões alternadas, e em tensões contínuas até 5kV, diretamente enterrados, em dutos, em canaletas ou em tubos de aço, bem como instalados ao ar.

4 Cálculo da capacidade de condução de corrente e da temperatura de operação do condutor

4.1 Introdução

4.1.1 As fórmulas apresentadas nesta Norma utilizam parâmetros que variam com o projeto do cabo e materiais usados. Os valores fornecidos nas tabelas são aqueles internacionalmente aceitos (por exemplo, resistividades elétricas e coeficientes de temperatura para as resistividades) ou são aqueles geralmente usados na prática (por exemplo, resistividades térmicas e constantes dielétricas dos materiais). Nesta última categoria, alguns dos valores

4.2 Roteiro de cálculo

Para calcular a capacidade de condução de corrente do cabo ou a temperatura de operação do condutor, proceda-se conforme passos indicados a seguir:

a) calcular os parâmetros elétricos:

- resistência elétrica do condutor em corrente alternada na temperatura de operação, conforme Capítulo 5;
- perdas na isolação, conforme Capítulo 6;
- relação entre as perdas nas capas metálicas ou blindagens e as perdas no(s) condutor(es), conforme Capítulo 7;
- relação entre as perdas na armação metálica e as perdas no(s) condutor(es), conforme Capítulo 8;

b) calcular os parâmetros térmicos:

- resistências térmicas internas, conforme Capítulo 9;
- resistências térmicas externas, conforme Capítulo 10;

c) para calcular a capacidade de condução de corrente do cabo, aplicar a fórmula conveniente conforme 4.3, utilizando a temperatura máxima de operação admissível no condutor;

d) para calcular a temperatura de operação do condutor correspondente a uma dada corrente, aplicar a fórmula conveniente conforme 4.4;

e) no caso de grupos de cabos desigualmente carregados, usar o procedimento indicado no Capítulo 11.

Nota: O roteiro apresentado pode implicar o uso de cálculo iterativo, uma vez que alguns parâmetros são função da temperatura.

4.3.2 A capacidade de condução de corrente, para cabos operando em corrente alternada e sem levar em consideração o efeito da radiação solar direta, é calculada através da seguinte fórmula:

$$I = \left\{ \frac{\Delta\theta - W_d [0,5 T_1 + n (T_2 + T_3 + T_4)]}{R_{ca} T_1 + n R_{ca} \cdot (1 + \lambda_1) T_2 + n R_{ca} \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) (T_3 + T_4)} \right\}^{1/2}$$

4.3.4 A capacidade de condução de corrente, levando em consideração o efeito da radiação solar direta, é calculada através da seguinte fórmula:

$$I = \left\{ \frac{\Delta\theta - W_d [0,5 T_1 + n (\pi_2 + T_3 + T_4^*)] - \sigma D_e^* H T_4^*}{R_{ca} T_1 + n R_{ca} \cdot (1 + \lambda_1) T_2 + n R_{ca} \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) (\pi_3 + T_4^*)} \right\}^{1/2}$$

$\Delta\theta$ = diferença de temperatura entre o condutor e o meio ambiente, em °C

I = corrente no condutor, em A

W_d = perdas na isolação, em W/m

T_1 = resistência térmica da isolação, em m · k/W

n = número de condutores do cabo, efetivamente carregados

T_2 = resistência térmica do acolchoamento entre a capa e a armação metálica, em m · k/W

T_3 = resistência térmica da cobertura, em m · k/W

T_4 = resistência térmica externa do cabo, em m · k/W

R_{ca} = resistência elétrica do condutor em CA na temperatura de operação, em Ω/m

λ_1 = relação entre as perdas da blindagem ou capa metálica e as perdas no(s) condutor(es)

λ_2 = relação entre as perdas da armação metálica e as perdas no(s) condutor(es)

T_4^* = resistência térmica externa do cabo, ajustada para levar em consideração a radiação solar, em m · k/W

σ = coeficiente de absorção da radiação solar na superfície do cabo (Anexo A, Tabela 1)

D_e^* = diâmetro externo do cabo, em m

H = intensidade da radiação solar, em W/m²

10 Resistências térmicas externas (T_a)

10.1 Cabos instalados ao ar livre

10.1.1 Cabos protegidos da radiação solar direta

10.1.2 Capas corrugadas

10.1.4 Cabos expostos à radiação solar direta

10.2 Cabo único enterrado

10.5 Grupos de cabos enterrados (sem contato)

10.6 Grupos de cabos enterrados em contato

10.6.1 Dois cabos unipolares, formação plana

10.6.2 Três cabos unipolares, formação plana

10.6.3 Três cabos unipolares, formação trifólio

10.9 Cabos em canaletas

10.10 Cabos em dutos, eletrodutos ou cabos tubulares

ANEXO E - Fórmulas para determinação de fatores geométricos e fatores térmicos

E-1 Fator geométrico G para o cálculo de T_1 em cabos tripolares cintados com condutores circulares

Ver Anexo D, Figura 3.

E-1.1 O fator geométrico G é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$G = G_t \cdot \ln \left[\frac{1 - \alpha\beta_1 + [(1 - \alpha^2) \cdot (1 - \beta_1^2)]^{0.5}}{\alpha - \beta_1} \right]$$

Sendo:

$$\alpha = \left[1 + \frac{2x}{1 + (2/\sqrt{3}) [1 + 2X/(1 + Y)]} \right]^{-3}$$

$$\beta_1 = \frac{(2/\sqrt{3}) [1 + 2X/(1 + Y)]^{-3}}{(2/\sqrt{3}) [1 + 2X/(1 + Y)] + 3} \cdot \alpha$$

$$X = t_1/d_c$$

$$Y = (2t_1/t) - 1$$

E-1.2 Para a determinação de G_t , calcula-se inicialmente:

E-2.1.2 Para $6 < X \leq 25$:

$$K' = 0,824160 - 0,0288721 X + 0,000928511 X^2 - 0,0000137121 X_3$$

$$K'' = 0,853348 - 0,0246874 X + 0,000966967 X^2 - 0,0000159967 X^3$$

$$K''' = 0,883287 - 0,0153782 X + 0,000260292 X^2$$

E-2.1.2.1 O valor de K é então obtido por interpolação quadrática entre os valores K' , K'' e K''' . É sugerida a fórmula de Lagrange:

$$K = 3,125 \cdot (Y - 0,6) \cdot (Y - 1) \cdot K' - 6,25 \cdot (Y - 0,2) \cdot (Y - 1) \cdot K'' + 3,125 \cdot (Y - 0,2) \cdot (Y - 0,6) \cdot K'''$$

Nota: O máximo erro percentual no cálculo deste fator deve ser menor que 0,5% comparado com os correspondentes valores gráficos.

E-3 Fator térmico K de blindagem, para cabos com condutores setoriais

F-3 Exemplo 2

F-3.1 Especificação

Cabo: Singelo, $V_o/V = 0,6/1\text{kV}$, seção 400 mm^2

Condutor: Compactado, alumínio

Isolação: XLPE, cor preta, com 2,8 mm de espessura

Instalação: Ao ar, coberta

As três fases dispostas horizontalmente num plano vertical, com espaçamento igual ao diâmetro externo do cabo

F-3.2 Solução

Conforme passos indicados a seguir:

a) perdas na isolação (ver 6.2)

$$W_D \cong 0$$

b) resistência elétrica do condutor em CC (ver 5.2)

Para:

$$R_{cc20} = 0,0763 \cdot 10^{-3} \Omega/\text{m} \text{ (ver NBR 6252)}$$

$$\alpha_{20} = 0,00403$$

$$\theta_{-} = 90^{\circ}\text{C}$$

Encontra-se:

$$T_1 = 0,11838 \text{ m} \cdot \text{k/W}$$

e) resistência térmica externa (ver 10.1.1 e 10.1.3)

Para:

$$h = 4,63797 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}^{1,25} \text{ (Anexo A, Tabela 6)}$$

Encontra-se:

$$T_4 = 0,84379 \text{ m} \cdot \text{k/W}$$

f) capacidade de condução de corrente (ver 4.3.2)

Para:

$$\theta_a = 30^{\circ}\text{C}$$

Encontra-se:

$$I = 790,5 \text{ A}$$



**Você já conhecia a
NBR 11301?**



Obrigado!

HILTON MORENO



[TELEGRAM](#)



[FACEBOOK](#)



[INSTAGRAM](#)



[YOUTUBE](#)

WWW.POTENCIAEDUCACAO.COM.BR