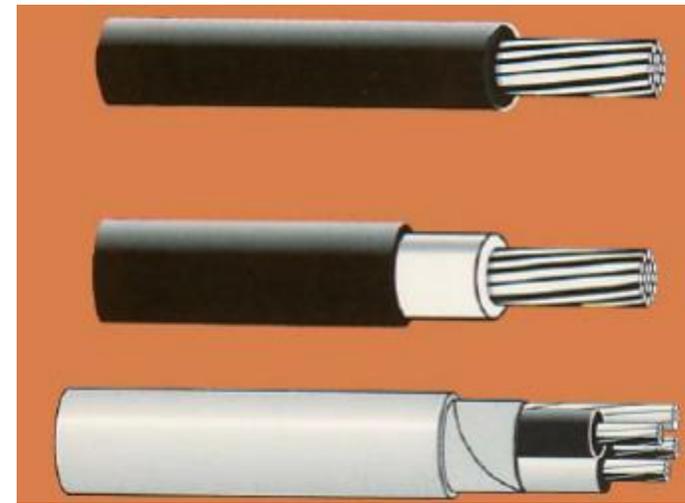


Dimensionamento de condutores

- Tipos de Condutores
 - Condutores isolados
 - Condutores unipolar
 - Condutores multipolar
- Critérios para dimensionamento:
 - Capacidade de condução de corrente;
 - Queda de Tensão;
 - Seção mínima;
 - Sobrecarga;
 - Curto-circuito; e
 - Choques elétricos.

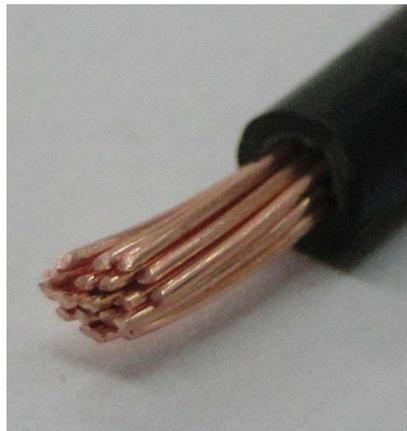
Tipos de Condutores

- Condutor Isolado: possui condutor metálico e isolação.
- Cabo Unipolar: possui condutor, isolação e uma camada de revestimento, chamada cobertura, para proteção mecânica
- Cabo Multipolar: possuem sob a mesma cobertura, dois ou mais condutores isolados, denominados veias.



MATERIAL	PONTOS FRACOS	PONTOS FORTES
PVC (CLORETO DE POLIVINILA)	Baixo índice de estabilidade térmica	Boas propriedades mecânicas e elétricas Não propagante de chama
XLPE (POLIETILENO RETICULADO)	Baixa flexibilidade Baixa resistência à chama	Excelentes propriedades elétricas Boa resistência térmica
EPR (BORRACHA ETILENO PROPILENO)	Baixa resistência mecânica Baixa resistência a chamas	Excelentes propriedades elétricas Boa resistência térmica

tipo de isolação	temperatura máxima para serviço contínuo (condutor)	temperatura limite de sobrecarga (condutor)	temperatura limite de curto-circuito (condutor)
Cloreto de polivinila (PVC)	70	100	160
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno-reticulado (XLPE)	90	130	250



PVC



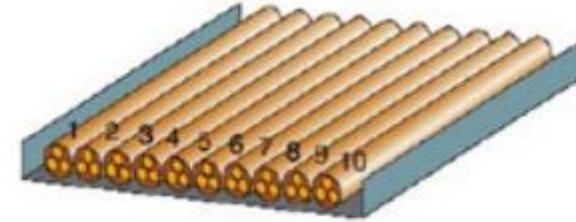
XLPE



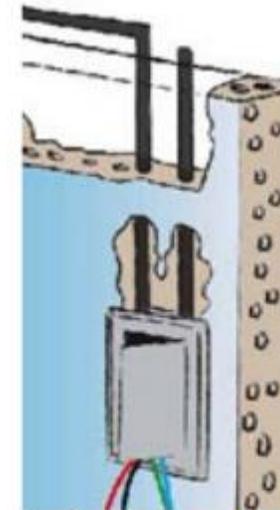
EPR

Métodos de Instalação

- Definir parâmetros de instalação
 - O método de instalação influencia a capacidade de troca térmica entre os condutores e o ambiente, alterando a capacidade de condução de corrente dos condutores.
- Exemplo de Instalação:
 - Os condutores podem ser instalados em eletrodutos ou bandejas.
 - Os eletrodutos podem ser embutidos em alvenaria ou podem ser aparentes.



Cabos multipolares em bandeja



Condutores isolados em eletroduto embutido na alvenaria

Parâmetros de Instalação dos cabos

- NBR 5410:2004
 - Tabela 33 — Tipos de linhas elétricas

Nº	Ilustração	Descrição	Condutor Isolado	Cabo Unipolar	Cabo Multipolar
1,2		Condutores/cabos em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante	A1	A1	A2
3,4		Condutores/cabos em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1	B1	B2
5,6		Condutores/cabos em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1	B1	B2
7,8		Condutores/cabos em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	B1	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	-	C	C

Nº	Ilustração	Descrição	Condutor Isolado	Cabo Unipolar	Cabo Multipolar
11A, 11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto, ou afastado mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	-	C	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical	-	C	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira	-	F	E
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	-	F	E
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	-	F	E

Monofásicos/Bifásicos

$$I_B = \frac{P}{V \cdot FP}$$

Trifásicos

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot FP}$$

- Onde:
 - I_B : corrente de projeto;
 - P : potência ativa total do circuito;
 - V : tensão do circuito;
 - FP : fator de potência total do circu

$$I'_B = \frac{I_B}{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}$$

- Fatores de Correção à Corrente de Projeto:
 - Corrigir corrente de projeto (I_B) de acordo com k_1 , k_2 e k_3 .
 - k_1 - fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes.
 - k_2 - Correção de resistividade do solo
 - k_3 - fator de correção de agrupamento (agrupamento de mais de um circuito em um mesmo eletroduto).

k1- Fatores de Correção para Temperaturas

NBR 5410:2004 - Tabela 40 pg. 106

Temperatura (°C)	Isolação			
	PVC	EPR ou XLPE	PVC	EPR ou XLPE
	Ambiente		Do solo	
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1	1
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1	1	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,82
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65

Utilizado para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas.

Conforme NBR5410:2004, item6.2.5.3 – pg. 106

k2- Correção de resistividade do solo

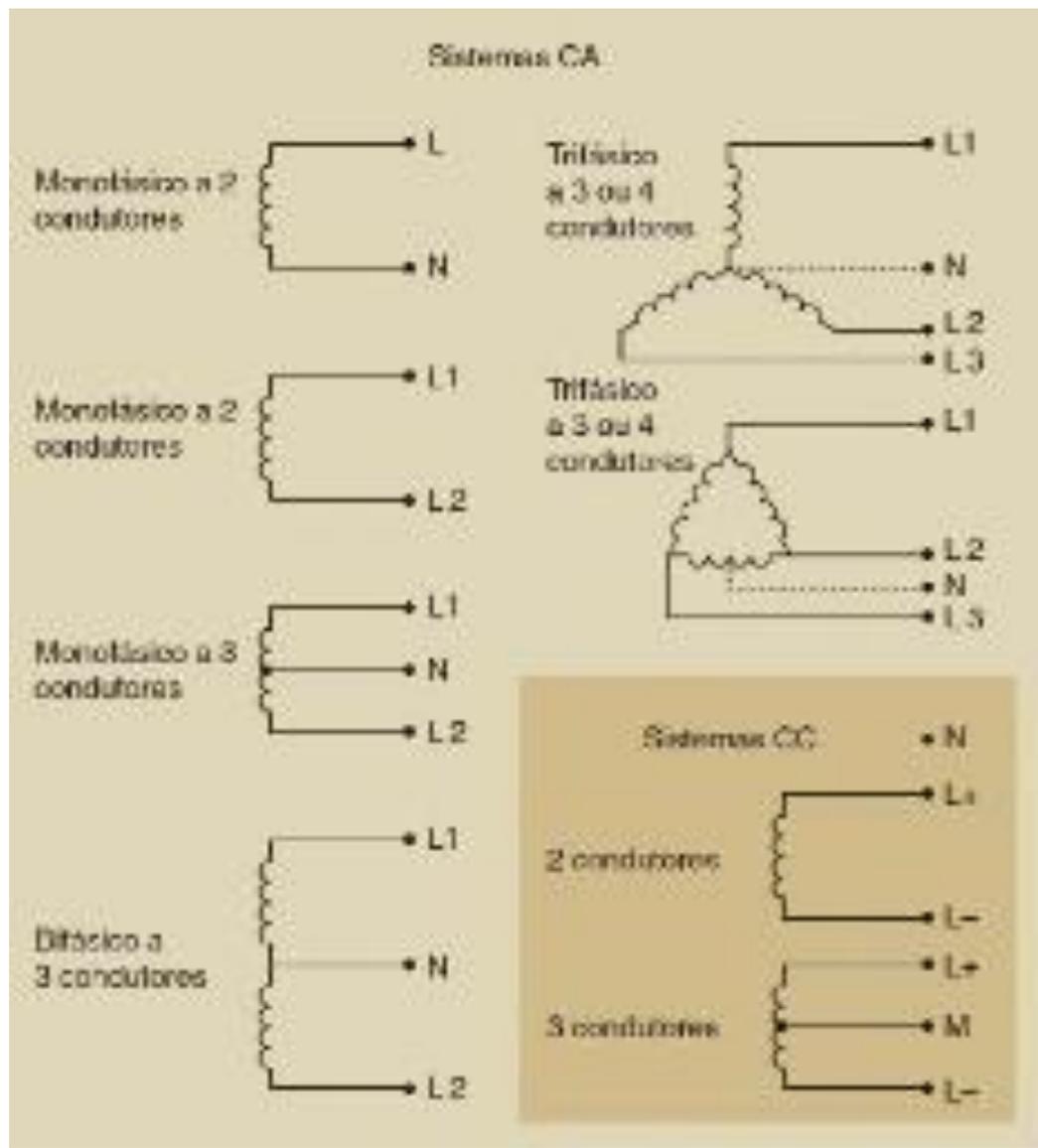
Utilizado em linhas subterrâneas, caso a resistividade térmica do solo seja diferente de 2,5 K.m/W, caso típico de solos secos, deve ser feita uma correção adequada nos valores da capacidade de condução de corrente. Solos úmidos possuem valores menores de resistividade térmica, enquanto solos muito secos apresentam valores maiores

Resistividade Térmica K.m/W	1	1,5	2	3
Fator de Correção	1,18	1,1	1,05	0,96

NBR 5410:2004 - Tabela 41 pg. 107

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4

NBR 5410:2004 - Tabela 46 pg. 112



FCA - Fator de Correção de Agrupamento

NBR 5410:2004 - Tabela 42 pg. 108

Item	Disposição dos cabos justapostos	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	15 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 bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71		0,70			36 a 37 (métodos 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 a 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			

Se um agrupamento consiste em N condutores isolados ou cabos unipolares, pode-se considerar tanto N/2 circuitos com 2 condutores carregados como N/3 circuitos com 3 condutores carregados.

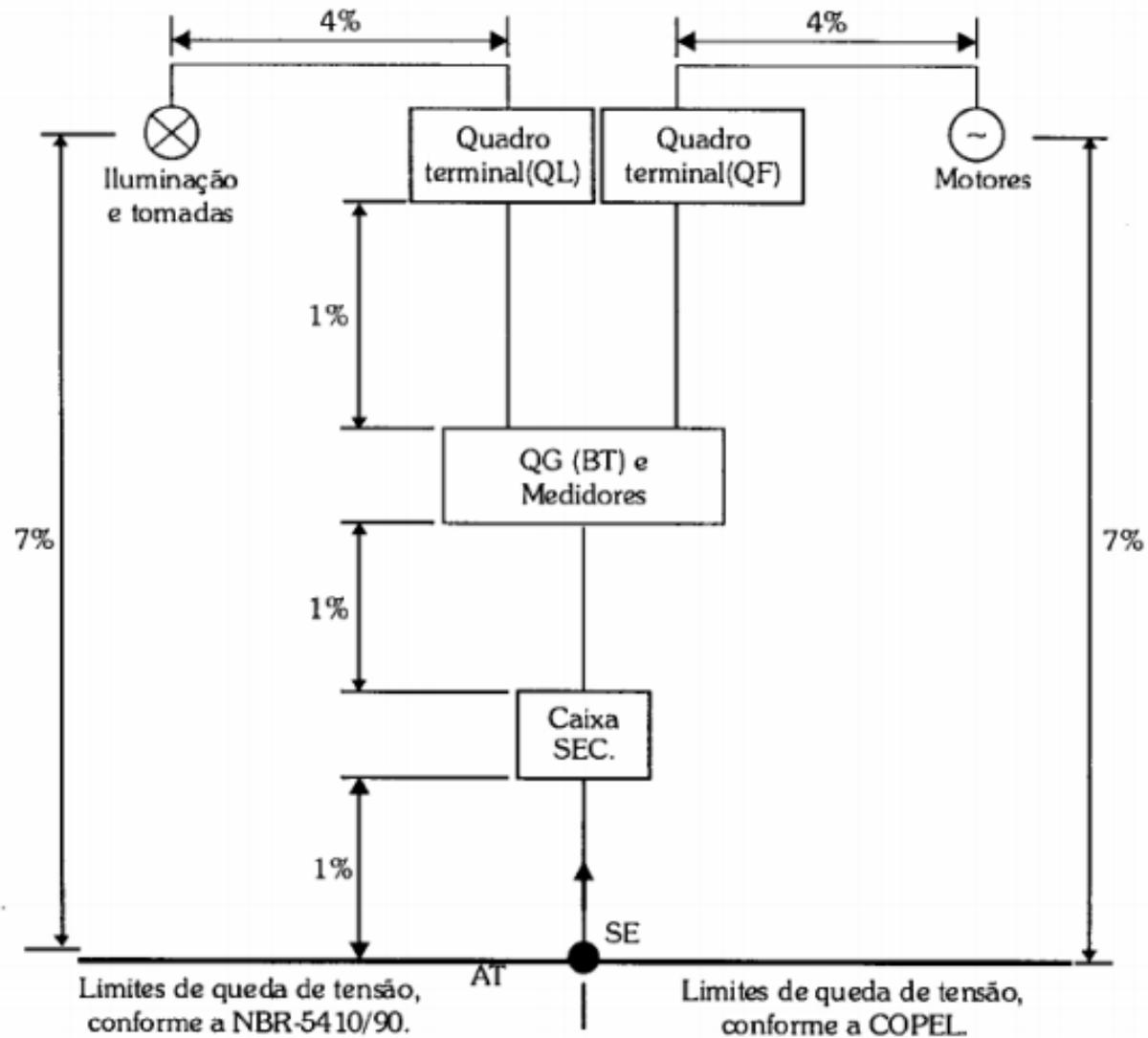
Conforme NBR5410:2004, item 6.2.5.5 – pg. 107

Seções Nominais mm ²	Capacidades de condução de corrente, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D. Condutores isolados, cabos unipolares e multipolares – cobre, isolamento PVC											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Nº condutores carregados				Nº condutores carregados				Nº condutores carregados			
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
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

Exemplo:

- Um circuito de iluminação de 1200 W, fase-neutro, passa no interior de um eletroduto embutido de PVC, juntamente com outros quatro condutores isolados de outros circuitos em cobre. A temperatura ambiente é de 35°C. Determinar a seção do conduto.

Critério da Queda de Tensão



Efeitos dos Níveis Anormais das Tensões de Alimentação

- A queda de tensão não deve ser superior aos limites máximos estabelecidos pela norma NBR 5410, a fim de não prejudicar o funcionamento dos equipamentos de utilização conectados aos circuitos terminais ou de utilização.
- A queda de tensão de uma instalação elétrica, desde a origem até o ponto mais afastado de utilização de qualquer circuito de utilização, não deve ser superior aos valores prescritos pela norma, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação
- A queda de tensão nos circuitos alimentadores e terminais (pontos de utilização) de uma instalação elétrica produz efeitos que podem levar os equipamentos desde à redução da sua vida útil até a sua queima (falha).
- Essa queda de tensão faz com que os equipamentos recebam em seus terminais uma tensão inferior aos valores nominais, prejudicando o seu desempenho.

Roteiro para dimensionamento dos condutores pela critério do limite de queda de tensão

- Determinar
 - Tipo de isolamento do condutor
 - Método de instalação
 - Material do eletroduto
 - Tipo do circuito (monofásico ou trifásico)
 - Tensão do circuito (V)
 - Corrente de projeto (I_B) e potência (S)
 - Fator de potência
 - Comprimento do circuito em km (L)
 - Queda de tensão admissível “e(%)”
 - Cálculo da queda de tensão unitária
 - Escolha do condutor

Tabela 58 — Seção mínima do condutor de proteção

Seção dos condutores de fase S mm ²	Seção mínima do condutor de proteção correspondente mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Queda de tensão unitária

- Queda de tensão unitária:

- $U_{unit} = \frac{e(\%)V}{I_B L}$

- Com o valor da queda de tensão unitária calculado, entra-se na Tabela 10.22, verifica-se o método de instalação de condutores, e encontra-se o valor cuja queda de tensão seja igual ou imediatamente inferior à calculada, obtendo desta forma a seção do condutor correspondente

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm ²	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																				
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar		
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuitos Unipolares (4)						Circuito Trifásico			Circuito Monofásico		Circuito Trifásico									
					Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico								
																									
				S=10 cm		S = 20 cm		S = 2D		S=10 cm		S = 20 cm		S = 2D		(2)		(2)							
				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	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9	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	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7	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	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15	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	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14	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	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	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	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	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	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	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	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	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	1,08	
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81	
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58	
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44	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	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36	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	0,37	0,35	0,35	0,34	0,31	0,30	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	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25	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	0,29	0,25	0,26	0,24	0,23	0,21	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	0,27	0,22	0,23	0,20	0,21	0,18	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	0,24	0,20	0,21	0,17	0,19	0,15	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	0,23	0,19	0,19	0,16	0,17	0,14	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	0,22	0,17	0,18	0,13	0,16	0,12	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	0,21	0,16	0,17	0,12	0,15	0,11	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	0,16	0,16	0,11	0,14	0,10	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	-	-	-	-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

Instalação ao ar livre (3)

Cabos Eprotenax e Eprene

Cabos Unipolares (4)

C. Uni/Bipolar

C. Tri/Tetrapolar

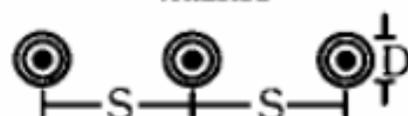
DUPLAST
AF

TRIPLAST
AF
Circ.
Trifásico

Circuito
Monofásico



Circuito
Trifásico



Circuito
Trifásico



(2)

Circuito
Monofásico



(2)

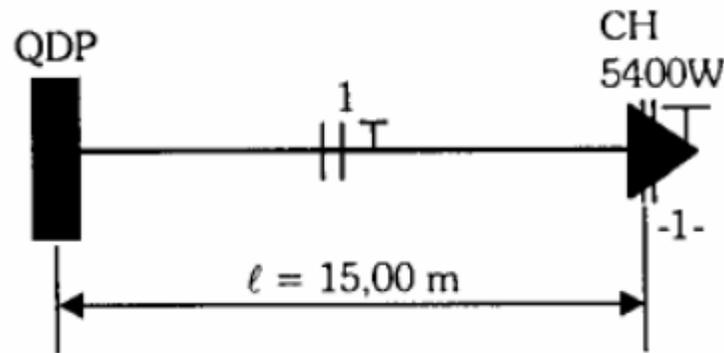
Circuito
Trifásico



S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D		FP=0.80		FP=0.95		FP=0.80		FP=0.95		FP=0.80		FP=0.95	
23.8	28.0	23.9	28.0	23.6	27.9	20.7	24.2	20.7	24.3	20.5	24.1	20.4	24.1	23.5	27.8	20.3	24.1	23.3	27.6	20.8	24.2		
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	14.3	16.9	12.9	14.9		
9.4	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	8.96	10.5	8.37	9.45		
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	6.02	7.07	5.64	6.34		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
1.06	1.05	1.12	1.09	0.94	0.99	0.94	0.92	0.99	0.95	0.83	0.87	0.76	0.83	0.86	0.95	0.75	0.82	-	-	-	-		
0.81	0.77	0.88	0.80	0.70	0.71	0.72	0.68	0.78	0.70	0.63	0.63	0.56	0.59	0.63	0.67	0.54	0.58	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-		
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	-	-	-	-	-	-	-	-		
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	-	-	-	-	-	-	-	-		
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	-	-	-	-	-	-	-	-		
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	-	-	-	-	-	-	-	-		
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	-	-	-	-	-	-	-	-		
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47		

Exemplos

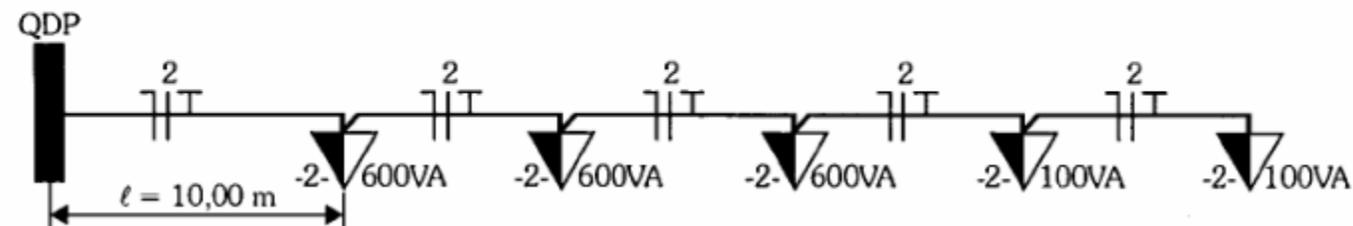
- Exemplo 1: dimensionar os condutores para um chuveiro, tendo como dados: $P=5400\text{ W}$, $V=220\text{ V}$, $FP=1$, isolação de PVC, eletroduto de PVC embutido em alvenaria; temperatura ambiente: 30°C ; comprimento do circuito: 15 m .



Exemplos

- Exemplo 2: dimensionar os condutores para um circuito de tomadas da cozinha, tendo como dados: $S=2000$ VA, $V=127$ V, isolação de PVC, eletroduto embutido em alvenaria; temperatura ambiente: 30°C ; comprimento do circuito: 10 m.

Esquema:



Critério de Queda de Tensão (Trechos)

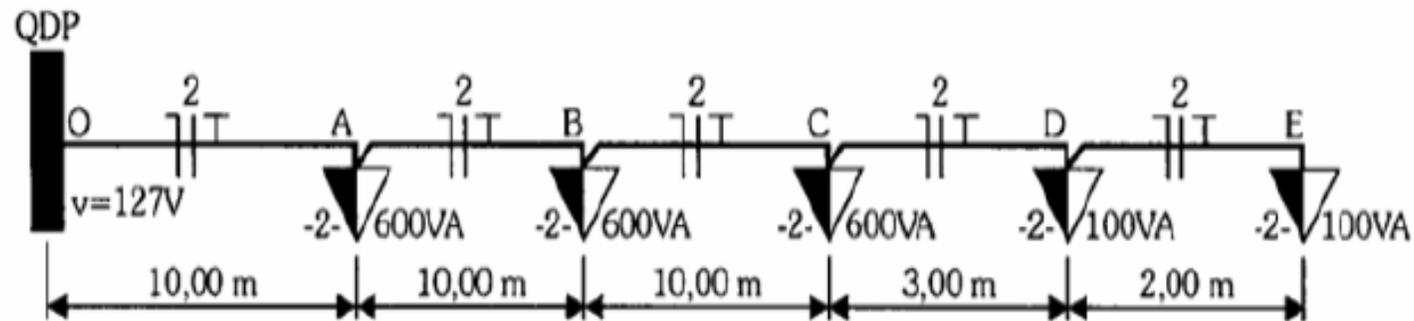
- Roteiro para dimensionamento dos condutores pela critério do limite de queda de tensão.
- Determinar:
 - Tipo de isolamento do condutor
 - Método de instalação
 - Material do eletroduto
 - Tipo do circuito (monofásico ou trifásico)
 - Temperatura ambiente
 - Corrente de projeto (I_B) e potência (S)
 - $\Delta v_{unit.}$ (Tabela 10.22)
 - Queda de tensão trecho por trecho
 - Escolha do condutor

Critério de Queda de Tensão (Trechos)

- $e(\%) = \frac{100 \cdot U_{unit} I_{BL}}{V}$
- Calcula-se o valor da queda de tensão nos trechos do circuito, caso o valor de queda de tensão supere o valor admitido em norma, é necessário refazer o cálculo para um seção nominal maior.
- A seção nominal do circuito todo será a maior seção dos trechos.

Critério de Queda de Tensão (Trechos)

- **Exemplo 3:** supondo um circuito terminal com cargas distribuídas, conforme a figura vista a seguir: eletroduto de PVC embutido em alvenaria, temperatura: 30°C



Resposta

- $S=3 \times 600 + 2 \times 100 = 2000 \text{ VA}$
- $I_B = 2000 / 127 = 15,7 \text{ A}$
- Na tabela procura-se $\Delta V_{\text{unit}} = 16,9$

Seção Nominal mm ²	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic Flex Super		Circ Trifá
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		
	FP= 0,80	FP= 0,95	FP= 0,80	FP= 0,95	FP= 0,80
1,5		27,4	23,3	27,6	20,2
2,5				16,9	12,4
4		10,5	8,95	10,6	7,79
6	5,84	7,00	6,03	7,07	5,25
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17
16	2,27	2,70	2,37	2,69	2,09

- Calculando para o primeiro trecho: $\Delta e = 2,1\%$

- Repete-se o procedimento para cada trecho de tubulação
- E assim sucessivamente para cada trecho e vai lançando os valores na tabela seguinte:

Tabela 10.22 – Para seção 2,5 mm² – Coluna 5

Trecho	P (W)	I _p (A)	d (km)	Seção do Condutor (mm ²)	Δe (V/A.km)	$\Delta e_{(trecho)}$ (%)	$\Delta e_{(acum.)}$ (%)
O - A	2000	15,7	0,010	2,5	16,9	2,01	2,01
A - B	1400	11,0	0,010	2,5	16,9	1,46	3,47
B - C	800	6,3	0,010	2,5	16,9	0,84	4,31 > 4%
C - D	200	1,6	0,003	2,5	16,9	0,06	4,37
D - E	100	0,8	0,002	2,5	16,9	0,02	4,39

- A queda de tensão do trecho B é maior do 4%. Deve-se refazer o cálculo para um seção nominal maior do que 2,5 mm²

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm ²	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																			
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar	
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuitos Unipolares (4)						Circuito Trifásico			Circuito Monofásico		Circuito Trifásico								
					Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico							
				S=10 cm		S = 20 cm		S = 2D		S=10 cm		S = 20 cm		S = 2D		(2)		(2)		(2)		(2)		
				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	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9	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	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7	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	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15	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	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14	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	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	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	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	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	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	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	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	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	1,08
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44	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	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36	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	0,37	0,35	0,35	0,34	0,31	0,30	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	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25	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	0,29	0,25	0,26	0,24	0,23	0,21	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	0,27	0,22	0,23	0,20	0,21	0,18	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	0,24	0,20	0,21	0,17	0,19	0,15	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	0,23	0,19	0,19	0,16	0,17	0,14	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	0,22	0,17	0,18	0,13	0,16	0,12	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	0,21	0,16	0,17	0,12	0,15	0,11	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	0,16	0,16	0,11	0,14	0,10	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	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

- Repete-se o procedimento para cada trecho de tubulação
- E assim sucessivamente para cada trecho e vai lançando os valores na tabela seguinte:

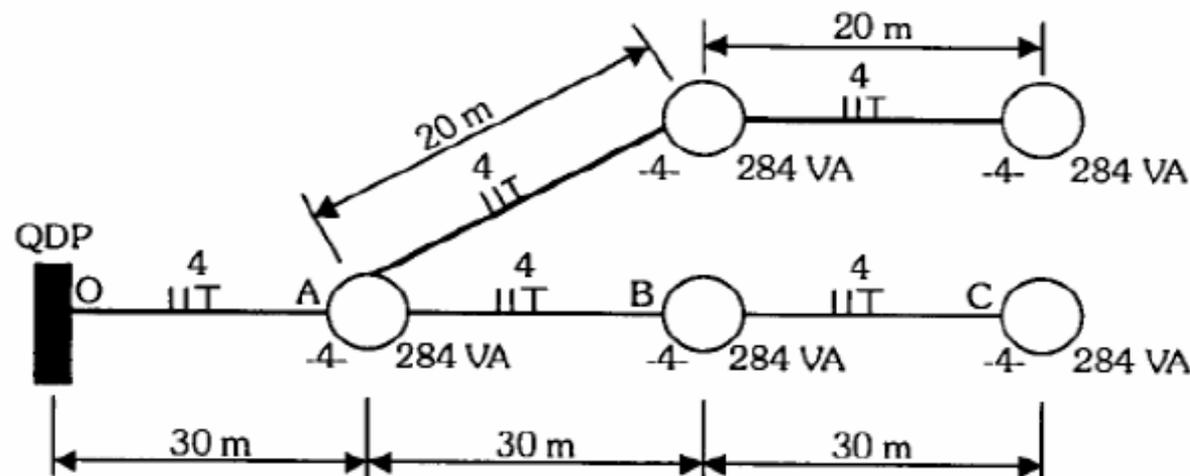
Tabela 10.22 – Para seção 4 mm² – Coluna 5

Trecho	P (W)	I _p (A)	d (km)	Seção do Condutor (mm ²)	Δe (V/A.km)	Δe _(trecho) (%)	Δe _(acum.) (%)
O - A	2000	15,7	0,010	4	10,6	1,31	1,31
A - B	1400	11,0	0,010	4	10,6	0,92	2,23
B - C	800	6,3	0,010	4	10,6	0,53	2,76
C - D	200	1,6	0,003	4	10,6	0,04	2,80
D - E	100	0,8	0,002	4	10,6	0,01	2,81 < 4%

- Os valores calculado para queda de tensão para todos os trechos do circuito são menores do 4%. **Assim, a seção nominal do condutor adotada é 4,0 mm²**

Critério de Queda de Tensão (Trechos)

- **Exemplo 4:** considerando um circuito de iluminação de um estacionamento, conforme o seguinte esquema: eletroduto de PVC embutido no solo, temperatura: 25 °C, utilizando lâmpadas a vapor de mercúrio de 250 W, com reator de 220 V e fator de potência de 0,88 ($284 \text{ VA} = 250 \text{ W} \times 0,88$)



Resposta

- $S=5 \times 284=1420\text{VA}$
- $I_B=1420/220=6,45\text{A}$
- Na tabela procura-se $\Delta V_{\text{unit}}=27,6$

Seção Nominal mm ²	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Flex Su	
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico	
	FP= 0,9	FP= 0,95	FP= 0,80	FP= 0,95
1,5				27,6
2,5		16,8	14,3	16,9
4	9,6	10,5	8,96	10,6
6	6,87	7,00	6,07	7,07

- Calculando para o primeiro trecho: $\Delta e=2,42\%$

- Repete-se o procedimento para cada trecho de tubulação
- E assim sucessivamente para cada trecho e vai lançando os valores na tabela seguinte:

Tabela 10.22 – Para seção 1,5 mm² – Coluna 5

Trecho	S (VA)	I _p (A)	d (km)	Seção do Condutor (mm ²)	Δe (V/A.km)	$\Delta e_{(trecho)}$ (%)	$\Delta e_{(acum.)}$ (%)
O - A	1420	6,45	0,030	1,5	27,6	2,42	2,42
A - B	566	2,58	0,030	1,5	27,6	0,97	3,39
B - C	284	1,29	0,030	1,5	27,6	0,48	3,87 < 4%

- Os valores calculado para queda de tensão para todos os trechos do circuito são menores do 4%. **Assim, a seção nominal do condutor adotada é 1,5 mm²**

Critério da Secção Mínima

Instalação	Utilização	Seção Mínima p/ condutores de cobre (mm²)
Fixas em geral	Circuitos de Iluminação	1,5
	Circuitos de Força	2,5
	Circuitos de sinalização e controle	0,5
Ligações flexíveis	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
	Para qualquer outra aplicação	0,75
	Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75

Seção Mínima - Neutro

Seção dos condutores fase (mm ²)	Seção mínima do condutor neutro (mm ²)
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Seção Mínima - Proteção

Seção dos condutores fase (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2