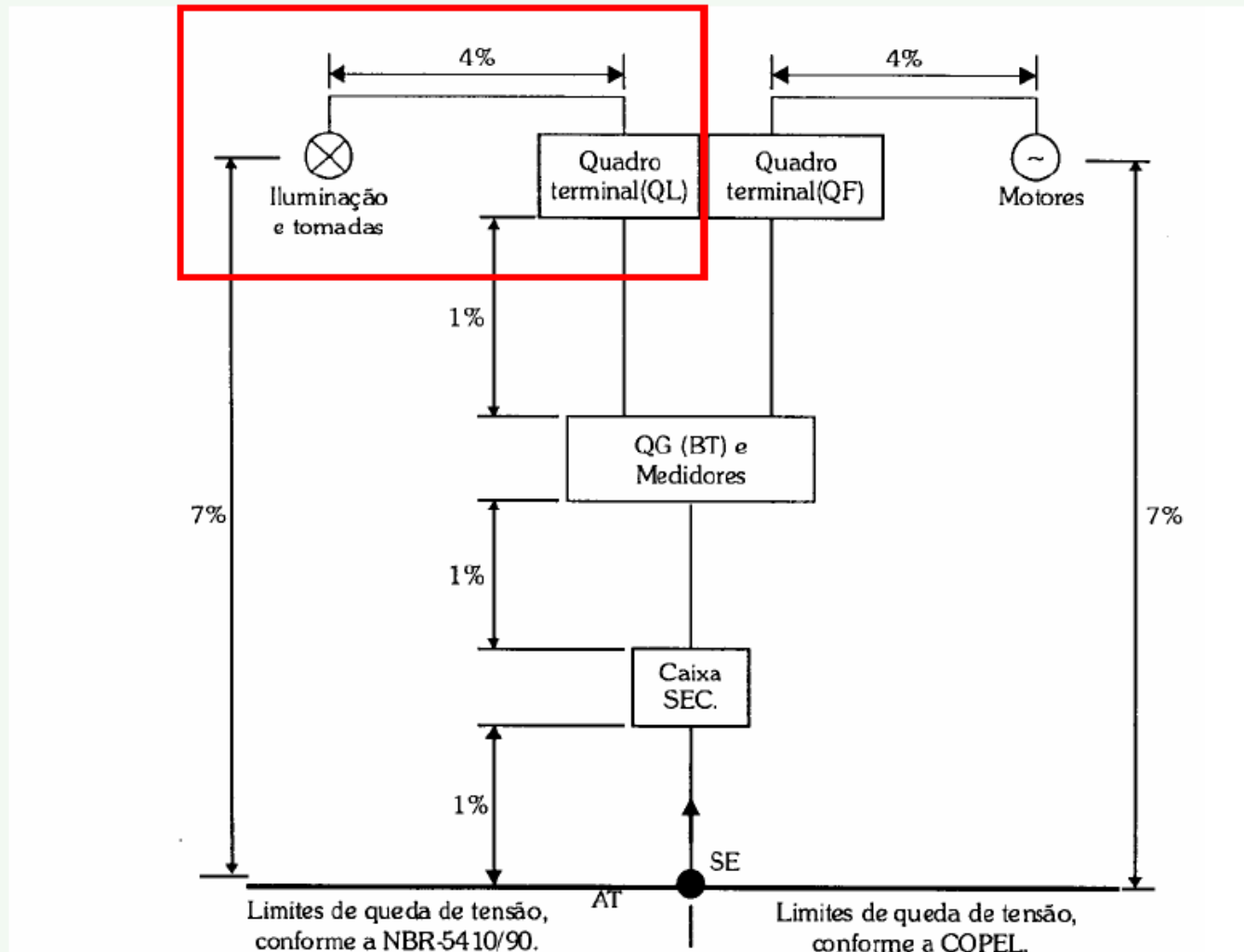


**PROJETO DE INSTALAÇÕES
ELETRICAS
&
DIMENSIONAMENTO E
PROTEÇÃO DE CIRCUITOS**

Critério do Limite de Queda de Tensão

Critério do Limite de Queda de Tensão

- A figura a seguir mostra as quedas de tensão definidas pela norma:



Critério do Limite de Queda de Tensão

- ❑ 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_p) e potência (S)
 - ❑ Fator de potência ($\cos \theta$)
 - ❑ Comprimento do circuito em km (L)
 - ❑ Queda de tensão admissível (e %)
 - ❑ Cálculo da queda de tensão unitária (!)
 - ❑ Escolha do condutor



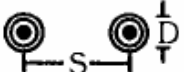
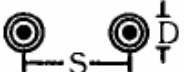
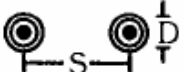



Critério do Limite de Queda de Tensão

- Queda de tensão unitária:

$$\Delta V_{unit} = \frac{e(\%) \cdot V}{I_p \cdot L}$$

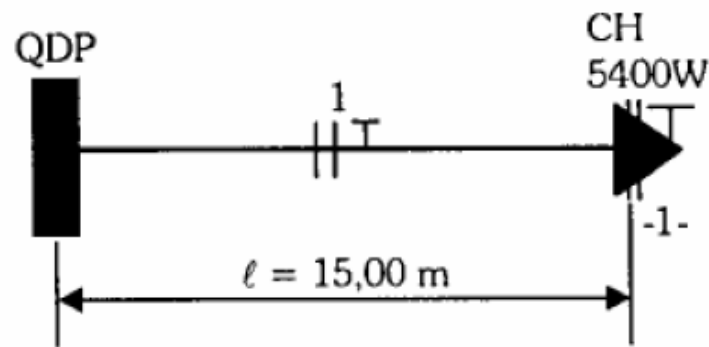
- Com o valor da queda de tensão unitária calculado, entramos na Tabela 10.22 de queda de tensão para condutores, que esteja de acordo com os dados anteriores, e encontramos o valor cuja queda de tensão seja igual ou imediatamente inferior à calculada, obtendo desta forma a seção do condutor correspondente

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	Circuito Trifásico	Circuito Monofásico						Circuito Trifásico						Circuito Trifásico (2)	Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico						
																	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	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	

Exemplos de Dimensionamento

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



Exemplos de Dimensionamento

- Obtendo a potência:

$$S = \frac{P}{FP} = \frac{5400}{1} = 5400 VA$$

- Obtendo a corrente de projeto:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{5400}{220} = 24,5 A$$

- Número de condutores carregados: 2 (2 fases)

Exemplos de Dimensionamento

□ **Solução:** pelo critério do limite de queda de tensão:

a) Material do eletroduto: PVC

b) Tipo do circuito: monofásico (fase-fase)

c) Fator de potência, $FP = 1$. Considera-se conforme a Tabela 10.22 – circuito monofásico, $FP = 0,95$ - coluna 5)

d) Comprimento do trecho: 15m

e) Queda de tensão unitária:

$$\Delta V_{unit} = \frac{e(\%) \cdot V}{I_p \cdot L} = \frac{0,04 \times 220}{24,5 \times 0,015} = 23,9 \text{ V/A} \times \text{Km}$$

f) Escolha do condutor: consultando a tabela 10.22, coluna 5, obtém-se o valor 16,9 V/AxKm (valor imediatamente inferior ao calculado)

Exemplos de Dimensionamento

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		Cabo Unipolar (4)						Cabo Unipolar (4)			Cabo Unipolar (4)			Circuito Trifásico (2)		Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico				
					Circuito Monofásico		Circuito Trifásico			Circuito Trifásico			Circuito Trifásico (2)		Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico								
	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	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	23,3	27,6
2,5			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	14,3	16,9
4		10,5	8,9	10,0	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	9,0
6	5,8	7,00	6,08	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	6,0
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	3,6
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	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	1,50
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	1,12
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	0,85
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	0,62
95	0,50	0,51	0,48																		0,50	0,42	0,43		
120	0,42	0,42	0,40																		0,41	0,35	0,35		
150	0,37	0,35	0,35																		0,34	0,30	0,30		
185	0,32	0,30	0,30																		0,29	0,26	0,25		
240	0,29	0,25	0,26																		0,24	0,22	0,20		
300	0,27	0,22	0,23																		0,20	0,20	0,18		
400	0,24	0,20	0,21																		-	-	-		
500	0,23	0,19	0,19																		-	-	-		
630	0,22	0,17	0,18																		-	-	-		
800	0,21	0,16	0,17																		-	-	-		
1000	0,21	0,16	0,16																		-	-	-		
1	2	3	4																		23	24	25		

Logo os condutores fase, fase e proteção terão seção nominal igual a 2,5 mm²

Exemplos de Dimensionamento

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, Voltanax e Voltaleax															C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar			
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Cabos Unipolares (4)						C. Uni/Bipolar			C. Tri/Tetrapolar											
					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	S=10 cm	S=20 cm	S=2D	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			
1,5	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	
2,5	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	14,7	
4	10,5	8,96	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	9,1	14,7
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	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	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	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	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	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	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	0,58
95	0,50	0,51	0,48																		0,50	0,42	0,43	0,43	0,43
120	0,42	0,42	0,40																		0,41	0,35	0,35	0,35	0,35
150	0,37	0,35	0,35																		0,34	0,30	0,30	0,30	0,30
185	0,32	0,30	0,30																		0,29	0,26	0,25	0,25	0,25
240	0,29	0,25	0,26																		0,24	0,22	0,20	0,20	0,20
300	0,27	0,22	0,23																		0,20	0,20	0,18	0,18	0,18
400	0,24	0,20	0,21																		-	-	-	-	-
500	0,23	0,19	0,19																		-	-	-	-	-
630	0,22	0,17	0,18																		-	-	-	-	-
800	0,21	0,16	0,17																		-	-	-	-	-
1000	0,21	0,16	0,16																		-	-	-	-	-
1	2	3	4																		23	24	25	25	25

Pelo critério da capacidade de corrente os condutores fase, fase e proteção deveriam ter seção nominal igual a 4 mm²

Exemplos de Dimensionamento

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

Seção Nominal mm ²	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Instalação ao ar livre (3)																							
	Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Cabos Sintenax, Volttenax e Voltalese																							
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Unipolares (4)												C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar									
	Circ. Monofásico e Trifásico	Circuito Monofásico	Circuito 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	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	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	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	14,3	16,9	12,4	14,7			
4	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		
6	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		
10	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		
16	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		
25	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		
35	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		
50	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																					0,42	0,43		
120	0,42	0																					0,35	0,35		
150	0,37	0																					0,30	0,30		
185	0,32	0																					0,26	0,25		
240	0,29	0																					0,22	0,20		
300	0,27	0																					0,20	0,18		
400	0,24	0																					-	-		
500	0,23	0																					-	-		
630	0,22	0																					-	-		
800	0,21	0																					-	-		
1000	0,21	0																					-	-		
1	2																						24	25		

Logo os condutores fase, fase e proteção terão seção nominal igual a 4 mm² (maior seção seção nominal entre os dois critérios)

Demanda de Energia de uma Instalação Elétrica

Demanda de Energia

- **Demanda de utilização** (provável demanda): é a soma das potências nominais de todos os aparelhos elétricos que funcionam simultaneamente, utilizada para o dimensionamento dos condutores dos ramais alimentadores, dispositivos de proteção, categoria de atendimento ou tipo de fornecimento e demais características do consumidor
- Para o cálculo da demanda (D) na elaboração do projeto elétrico, deve-se observar o seguinte:
 - a) Ao prever as cargas, estuda-se a melhor forma de instalar os pontos de utilização de energia elétrica
 - b) A utilização da energia elétrica varia no decorrer do dia, porque o(s) usuário(s) não utiliza(m) ao mesmo tempo (simultaneamente) todos os pontos da instalação
 - c) A carga instalada não varia, mas a demanda varia ao longo do tempo

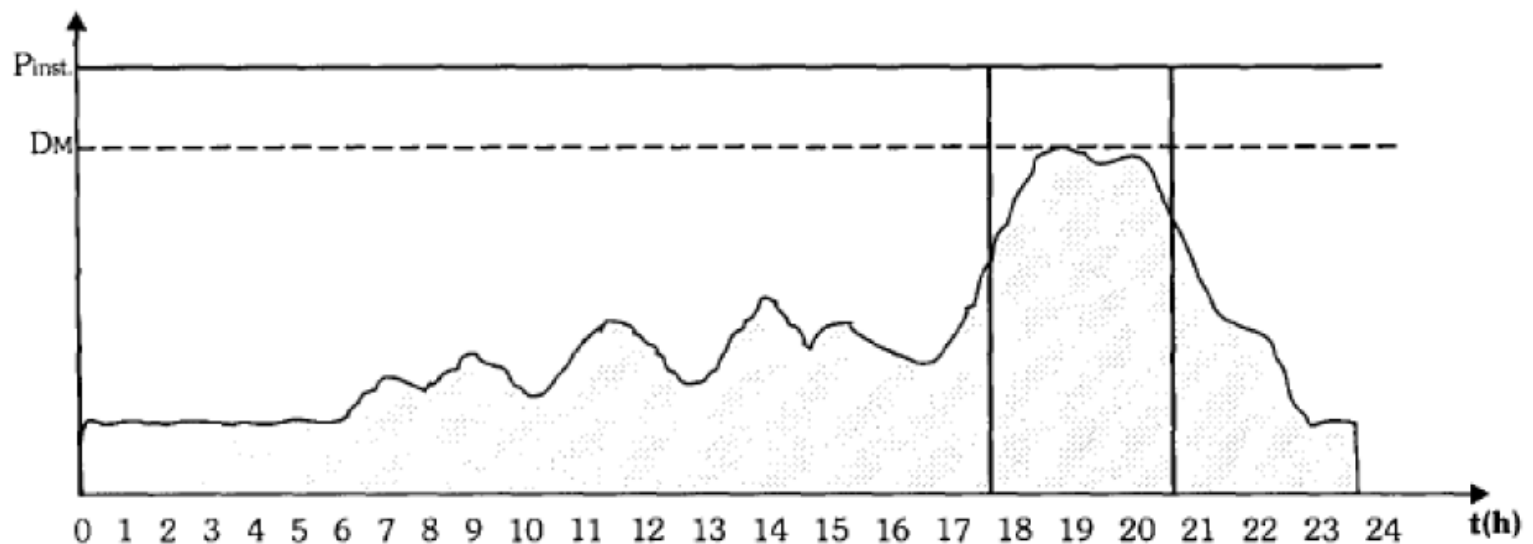
Demanda de Energia

- ❑ Para que serve o cálculo de demanda?
- ❑ Serve para o dimensionamento e especificação da entrada de energia, adequado a uma categoria de atendimento (tipo de fornecimento) à respectiva carga (demanda do consumidor)



Demanda de Energia

- ❑ O cálculo da demanda depende da concessionária de cada região
- ❑ A figura abaixo mostra o comportamento da demanda de um consumidor residencial



Exemplo de curva de solicitação diária de um consumidor residencial.

Demanda de Energia

- A demanda de residências e apartamentos individuais é determinada com a utilização da seguinte expressão:

$$D = (P_1 \times g_1) + (P_2 \times g_2)$$

- Sendo:
 - D a demanda individual da unidade consumidora, em kVA
 - P_1 a soma das potências ativas da iluminação e TUG's [W]
 - P_2 a soma das potências de tomadas de uso específico [W]
 - g_1 o fator de demanda dado pela Tabela 9.1
 - g_2 o fator de demanda dado pela Tabela 9.2

Demanda de Energia

□ Fatores de demanda:

Tabela 9.1 - Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral - TUG's.

Linha	Potência (W)	g_1
01	0 a 1.000	0,86
02	1.001 a 2.000	0,75
03	2.001 a 3.000	0,66
04	3.001 a 4.000	0,59
05	4.001 a 5.000	0,52
06	5.001 a 6.000	0,45
07	6.001 a 7.000	0,40
08	7.001 a 8.000	0,35
09	8.001 a 9.000	0,31
10	9.001 a 10.000	0,27
11	Acima de 10.000	0,24

Tabela 9.2 - Fatores de demanda para tomadas de uso específico - TUE's.

Número de Circuitos de TUE's	g_2	Número de Circuitos de TUE's	g_2
01	1,00	11	0,49
02	1,00	12	0,48
03	0,84	13	0,46
04	0,76	14	0,45
05	0,70	15	0,44
06	0,65	16	0,43
07	0,60	17	0,41
08	0,57	18-19-20	0,40
09	0,54	21-22-23	0,39
10	0,52	24 e 25	0,38

Demanda de Energia

- ❑ **Procedimento para a especificação da entrada de energia**
- ❑ Para enquadrar na categoria adequada ou tipo de fornecimento, obedecer ao seguinte roteiro:
 - ❑ Determinar a carga instalada, conforme NBR 5410
 - ❑ Verificar a demanda do consumidor, em kVA
 - ❑ Verificar o número de fases das cargas do consumidor
 - ❑ Verificar a potência dos motores, FN, 2F, 3F, em CV
 - ❑ Verificar a potência dos aparelhos de saída e raio X, em kVA
 - ❑ Enquadrar o consumidor na categoria adequada, consultando a Norma da concessionária local

Demanda de Energia

- ❑ **Exemplo:** considerando um apartamento que apresente as seguintes cargas instaladas:
 - ❑ Iluminação: 2800 VA
 - ❑ Tomadas de uso geral: 3700 VA
 - ❑ Tomadas de uso específico (15): 16200 W
- ❑ A provável demanda desta instalação será:

$$P_1 = P_{\text{ilumin}} + P_{\text{TUG}} = 2800 + 3700 = 6,5\text{kW}$$

$$P_2 = 16,2\text{kW}$$

$$g_1 = 0,40$$

$$g_2 = 0,44$$

$$D = (P_1 \times g_1) + (P_2 \times g_2)$$

$$D = 0,40 \times 6,5 + 0,44 \times 16,2$$

$$D = 9,73\text{kW} = 9,73\text{kVA}$$

Demanda de Energia

□ Fatores de demanda:

Tabela 9.1 - Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral - TUG's.

Linha	Potência (W)	g_1
01	0 a 1.000	
02	1.001 a 2.000	0,75
03	2.001 a 3.000	0,66
04	3.001 a 4.000	0,59
05	4.001 a 5.000	0,52
06	5.001 a 6.000	0,45
07	6.001 a 7.000	0,40
08	7.001 a 8.000	0,35
09	8.001 a 9.000	0,31
10	9.001 a 10.000	0,27
11	Acima de 10.000	0,24

Caixa de texto: Fatores de demanda:

Tabela 9.2 - Fatores de demanda para tomadas de uso específico - TUE's.

Número de Circuitos de TUE's	g_2	Número de Circuitos de TUE's	g_2
01	1,00	11	0,49
02	1,00	12	0,48
03	0,84	13	0,46
04	0,76	14	0,45
05	0,70	15	0,44
06	0,65	16	0,43
07	0,60	17	0,41
08	0,57	18-19-20	0,40
09	0,54	21-22-23	0,39
10	0,52	24 e 25	0,38

Demanda de Energia

- ❑ No exemplo anterior, a potência instalada seria: $2800+3700+16200=22700$ VA, enquanto a provável demanda seria de 9730 VA
- ❑ A demanda deverá ser expressa em VA ou kVA (potência absorvida da rede)
- ❑ Deve-se estar atento aos fatores de potência das cargas, observando a relação entre a potência aparente (VA) e potência ativa (W)

Demanda de Energia

- ❑ Em projetos de instalação elétrica residencial os cálculos efetuados são baseados na potência ativa e na potência aparente
- ❑ Portanto, é importante conhecer a relação entre elas para que se entenda o que é fator de potência

Proteção Contra Sobrecorrentes

Proteção Contra Sobrecorrentes

- Disjuntores Termomagnéticos
- Os disjuntores são dispositivos que garantem, simultaneamente, a manobra e a proteção contra correntes de sobrecarga e contra correntes de curto-circuito



Proteção Contra Sobrecorrentes

- ❑ Disjuntores Termomagnéticos
- ❑ Em resumo, os disjuntores cumprem três funções básicas:
 - ❑ Abrir e fechar os circuitos (manobra)
 - ❑ Proteger a fiação, ou mesmo os aparelhos, contra sobrecarga por meio do seu dispositivo térmico
 - ❑ Proteger a fiação contra curto-circuito por meio do seu dispositivo magnético

Proteção Contra Sobrecorrentes

- ❑ Características dos Disjuntores
- ❑ Número de pólos
 - ❑ Monopolares ou unipolares
 - ❑ Bipolares
 - ❑ Tripolares



Proteção Contra Sobrecorrentes

- Proteção contra as sobrecargas
- Para que a proteção contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

$$a) I_P \leq I_N \leq I_Z$$

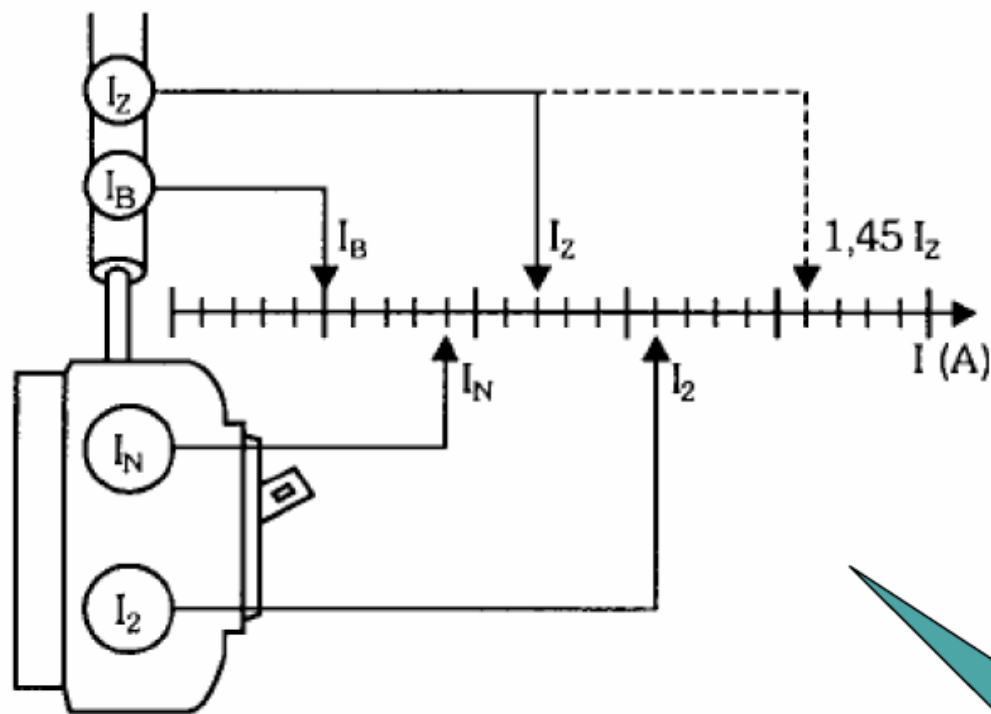
$$b) I_2 \leq 1,45 I_Z$$

Onde:

- I_P é a corrente de projeto do circuito (a norma trata como I_B)
- I_Z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação (tabelas 36 a 39 da NBR 5410:2004)
- I_N é a corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação (equivale a corrente do disjuntor ou do fusível)
- I_2 é a corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis

Proteção Contra Sobrecorrentes

- Condições de atuação contra sobrecarga



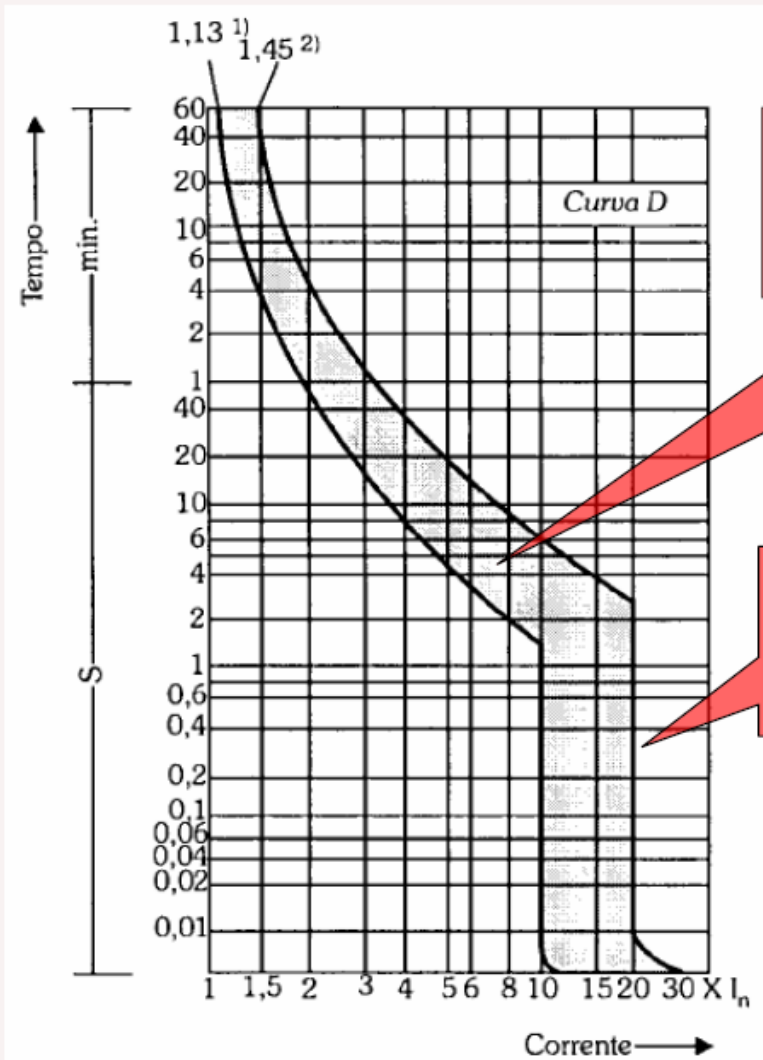
Escala de corrente

Proteção Contra Sobrecorrentes

- ❑ As correntes características do conjunto “condutores-dispositivos” de proteção devem atender às seguintes condições:
- ❑ Quando o circuito é sobrecarregado de 45%, isto é, quando a corrente é igual a 1,45 vezes a capacidade de condução de corrente I_Z , o dispositivo de proteção deve atuar em uma hora (ou em duas horas, para os dispositivos maiores)
- ❑ Essa condição é imposta pela norma para garantir a atuação do dispositivo e evitar o aquecimento prejudicial dos condutores
- ❑ Observa-se que para sobrecorrentes inferiores à indicada, o disjuntor também deve atuar, porém num tempo mais longo (fora das características de atuação)

Proteção Contra Sobrecorrentes

□ Curvas de atuação de disjuntores

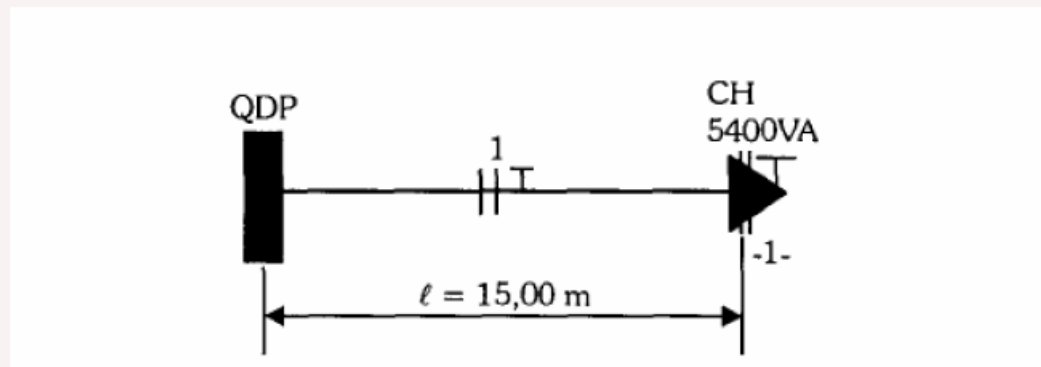


1) Corrente convencional de não-atuação

2) Corrente convencional de atuação

Exemplos de Dimensionamento

- **Exemplo 1**
- Dimensionar os condutores e o disjuntor para proteção de um circuito de chuveiro com as seguintes características: $S=5400\text{VA}$, $V=220\text{V}$, com dois condutores carregados, sendo utilizados condutores isolados de cobre, com isolação de PVC, instalados em eletroduto de PVC, embutido em alvenaria, sendo 30°C a temperatura ambiente e o comprimento desde o QD ao ponto é 15m



Exemplos de Dimensionamento

- Obtendo a potência:

$$S = \frac{5400}{1} = 5400 VA$$

- Obtendo a corrente:

$$I_p = \frac{5400}{220} = 24,5 A$$

- Número de condutores carregados: 2 (2 fases)
- Escolha do condutor: consultado a tabela 36, coluna 6 (B1) obtém-se o valor de corrente imediatamente superior a I_p (32)

Exemplos de Dimensionamento

□ Escolha do Disjuntor

□ Para realizar a escolha do disjuntor deve-se levar em consideração dois fatores:

a) se o quadro de distribuição (QD) é ventilado e a corrente que circula pelos disjuntores não interfere na temperatura interna do quadro

b) se o quadro de distribuição é totalmente vedado e a circulação de corrente interfere na temperatura interna do quadro e dos disjuntores



Exemplos de Dimensionamento

□ Procedimento

a) Disjuntor para quadro de distribuição ventilado, obter:

- I_p – corrente de projeto
- I_c – Tabela 36 - Coluna 6
- FCA - Tabela 42 – 1 circuito em eletroduto embutido em alvenaria
- FCT - Tabela 40 – temperatura ambiente 30°C do condutor
- I_z – capacidade de condução de corrente dos condutores:

$$I_z = I_c \times FCT \times FCA$$

$$I_z = 32 \times 1 \times 1$$

$$I_z = 32$$

Exemplos de Dimensionamento

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		8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9		10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10		12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13		15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5		21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	24,5	23,5		28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29		36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39		50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52		68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68		89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83		110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99		134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125		171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150		207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172		239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196		275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223		314	300	260	392	341	312	250
240	321	286	291	261		370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298		426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355		510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406		587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467		678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540		788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618		906	827	738	1 125	996	792	652

Exemplos de Dimensionamento

□ Procedimento

a) Disjuntor para quadro de distribuição ventilado, obter:

□ I_n – capacidade do disjuntor:

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$24,5 A \leq I_n \leq 32 A$$

$$24,5 \leq 25 A \leq 32 A$$

Disjuntor bipolar de 25A satisfaz a inequação anterior

Exemplos de Dimensionamento

□ Características elétricas dos disjuntores

Norma de referência		NBR 5361:1998											
Frequência		50/60 Hz											
Correntes nominais (A)	Unipolares	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	90	100
	Bipolares/Tripolares	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	90	100
Limiar de atuação magnética	10 a 70 A	5 a 20 I _n (Curva C)											
	90 a 100 A	10 a 20 I _n (Curva D)											
Número de pólos		1	2	3									
Capacidade de interrupção (kA) e Tensão de funcionamento(V~)	127 V~	5,0	-	-									
	220 V~	3,0	5,0	5,0									
	380 V~	-	3,0	3,0									

Exemplos de Dimensionamento

□ Procedimento

b) Disjuntor para quadro de distribuição sem ventilação:

Para este caso considera-se, além da temperatura ambiente, o acréscimo de 10°C na temperatura devido à circulação de corrente nos disjuntores

- Por falta de FCT (Fator de Correção de Temperatura) para disjuntores, utiliza-se a Tabela 10.14 na coluna ambiente
- Alguns fabricantes fornecem os valores corrigidos, mas não tabelas de correção

Exemplos de Dimensionamento

□ Tabela 40 da NBR 5410

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

Exemplos de Dimensionamento

□ Características elétricas dos disjuntores

Tabela 12.3 - Características elétricas dos disjuntores

Norma de referência		NBR 5361:1998											
Frequência		50/60 Hz											
Correntes nominais (A)	Unipolares	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	90	100
	Bipolares/Tripolares	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	90	100
Limiar de atuação magnética	10 a 70 A	5 a 20 I_n (Curva C)											
	90 a 100 A	10 a 20 I_n (Curva D)											
Número de pólos		1	2	3									
Capacidade de interrupção (kA) e Tensão de funcionamento (V~)	127 V~	5,0	-	-									
	220 V~	3,0	5,0	5,0									
	380 V~	-	3,0	3,0									

Exemplos de Dimensionamento

□ Procedimento

b) Disjuntor para quadro de distribuição sem ventilação

- I_n – capacidade do disjuntor:

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$24,5 A \leq I_n \leq 32 A$$

$$24,5 \leq 30 A \leq 32 A$$

Disjuntor bipolar de 30A satisfaz a inequação anterior e o condutor permanece o mesmo, 4mm²